



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران
۱-۱۳۱۰۳
تجدید نظر دوم
۱۴۰۰

**INSO
12103-1
2nd Revision
2022**

**Identical with
IEC 61439-1:2020**

**تابلوه‌های قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف –
قسمت ۱: قواعد عمومی**

**Low-voltage switchgear and controlgear
assemblies –
part 1: General rules**

ICS: 29.130.20

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران - ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۸۱۱۴-۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

سازمان ملی استاندارد ایران به موجب بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ شده در دی ماه ۱۳۹۶، وظیفه تعیین، تدوین، به روزرسانی و نشر استانداردهای ملی را بر عهده دارد.

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 منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیردولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های مربوط ارسال می شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادات در کمیته 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 سازمان های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفت های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

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 کند. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمان ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی نامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، 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 Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۱: قواعد عمومی»

رئیس:

رودکی، مصطفی
(دکتری مهندسی برق)

سمت و/یا محل اشتغال:

کارشناس استاندارد- بازنشسته شرکت صنایع قطعات الکترونیک
ایران

دبیر:

ظل انوار، محمدعلی
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

اداره کل استاندارد استان فارس

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آرایش، زهرا
(کارشناسی مهندسی برق)

شرکت نوآوران صنعت برق و سازه روئین

امین الطاهری، هستی
(کارشناسی مهندسی برق)

جامعه کنترل کیفیت استان فارس

بهروزمنش، محمد مهدی
(کارشناسی مهندسی برق)

شرکت سیم و کابل دراک ایرانیان

پناه پور، مازیار
(کارشناسی مهندسی مکانیک)

شرکت بازرسی بسپار شیمی

حاصلی، محسن
(کارشناسی مهندسی برق)

شرکت صنایع کابل‌های تخصصی شیراز

زارع، عبدالله
(کارشناسی مهندسی برق)

شرکت برق منطقه‌ای فارس

صاحبی، محمدحسین
(کارشناسی مهندسی برق)

انجمن صنفی کارفرمایی شبکه سازان توزیع و انتقال برق فارس

صفایی‌زاده، علیرضا
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

شرکت برق منطقه‌ای فارس

علیپور، محمد امین
(کارشناسی ارشد مهندسی مکانیک)

شرکت بازرسی بسپار شیمی

غلامی، مهدی
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

شرکت ترانسفورماتورسازی کوشکن

ویراستار:

تبریزی، فرهاد
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

سمت و/یا محل اشتغال:

شرکت سهامی خدمات مهندسی برق مشانیر

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ط	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۵	۳ اصطلاحات و تعاریف
۵	۱-۳ اصطلاحات عمومی
۹	۲-۳ واحدهای ساختمانی تابلو
۱۱	۳-۳ طرح بیرونی تابلوها
۱۲	۴-۳ قسمت‌های سازه‌ای تابلوها
۱۵	۵-۳ شرایط نصب تابلوها
۱۶	۶-۳ مشخصه‌های عایقی
۲۱	۷-۳ حفاظت در برابر شوک الکتریکی
۲۷	۸-۳ مشخصه‌ها
۳۳	۹-۳ تصدیق
۳۴	۱۰-۳ سازنده
۳۵	۴ نمادها و اختصارات
۳۶	۵ مشخصه‌های مرتبط
۳۶	۱-۵ کلیات
۳۶	۲-۵ ولتاژهای اسمی
۳۷	۳-۵ جریان‌های اسمی
۳۹	۴-۵ ضریب هم‌زمانی اسمی
۴۰	۵-۵ فرکانس اسمی
۴۰	۶-۵ سایر مشخصه‌ها
۴۱	۶ اطلاعات
۴۱	۱-۶ نشانه‌گذاری شناسایی تابلو
۴۲	۲-۶ مستندسازی
۴۳	۳-۶ شناسایی وسیله و/یا اجزا
۴۳	۷ شرایط بهره‌برداری
۴۲	۱-۷ شرایط بهره‌برداری عادی
۴۴	۲-۷ شرایط بهره‌برداری خاص
۴۵	۳-۷ شرایط هنگام حمل، انبارش و نصب

صفحه	عنوان
۴۵	۸ الزامات مربوط به ساختمان
۴۵	۱-۸ استقامت مواد و قطعات
۴۷	۲-۸ درجه حفاظت تامین شده توسط محفظه تابلو
۴۹	۳-۸ فواصل هوایی و خزشی
۵۰	۴-۸ حفاظت در برابر شوک الکتریکی
۵۹	۵-۸ ادغام وسایل قطع و وصل و اجزا
۶۲	۶-۸ اتصالات و مدارهای الکتریکی داخل تابلو
۶۶	۷-۸ خنک کردن
۶۷	۸-۸ ترمینال های مربوط به کابل های خروجی
۶۸	۹ الزامات عملکردی
۶۸	۱-۹ ویژگی های دی الکتریکی
۷۰	۲-۹ حدود افزایش دما
۷۱	۳-۹ حفاظت در برابر اتصال کوتاه و توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه
۷۳	۴-۹ سازگاری الکترومغناطیسی
۷۳	۱۰ تصدیق طراحی
۷۳	۱-۱۰ کلیات
۷۵	۲-۱۰ استقامت مواد و قطعات
۸۳	۳-۱۰ درجه حفاظت تابلوها (کد IP)
۸۴	۴-۱۰ فواصل هوایی و خزشی
۸۴	۵-۱۰ حفاظت در برابر شوک الکتریکی و یکپارچگی مدارهای حفاظتی
۸۵	۶-۱۰ تعبیه کردن وسایل قطع و وصل و اجزا
۸۶	۷-۱۰ مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات
۸۶	۸-۱۰ ترمینال ها برای هادی های خارجی
۸۶	۹-۱۰ ویژگی های دی الکتریکی
۹۱	۱۰-۱۰ افزایش دما
۱۰۷	۱۱-۱۰ قابلیت تحمل اتصال کوتاه
۱۱۷	۱۲-۱۰ سازگاری الکترومغناطیسی
۱۱۷	۱۱ تصدیق تک به تک
۱۱۷	۱-۱۱ کلیات
۱۱۸	۲-۱۱ درجه حفاظت در برابر تماس با قسمت های برق دار خطرناک، ورود اجسام خارجی
	صلب و آب به محفظه ها
۱۱۸	۳-۱۱ فواصل هوایی و خزشی

صفحه	عنوان
۱۱۹	۴-۱۱ حفاظت در برابر شوک الکتریکی و یکپارچگی مدارهای حفاظتی
۱۱۹	۵-۱۱ تعبیه اجزا داخلی
۱۱۹	۶-۱۱ مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات
۱۱۹	۷-۱۱ ترمینال هادی‌های خارجی
۱۱۹	۸-۱۱ عملکرد مکانیکی
۱۱۹	۹-۱۱ ویژگی‌های دی‌الکتریکی
۱۲۰	۱۰-۱۱ سیم‌کشی، عملکرد و طرز کار در هنگام بهره‌برداری
۱۲۹	پیوست الف (الزامی) حداقل و حداکثر سطح مقطع کابل‌های مسی مناسب برای اتصال به ترمینال‌های کابل‌های خارجی
۱۳۰	پیوست ب (الزامی) روش محاسبه سطح مقطع هادی‌های حفاظتی با توجه به تنش‌های حرارتی در اثر جریان‌های کوتاه‌مدت
۱۳۱	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) الگوی اطلاعاتی کاربر
۱۳۵	پیوست ت (آگاهی‌دهنده) تصدیق طراحی
۱۳۶	پیوست ث (آگاهی‌دهنده) ضریب هم‌زمانی اسمی
۱۴۱	پیوست ج (الزامی) اندازه‌گیری فواصل هوایی و خزشی
۱۴۵	پیوست چ (الزامی) رابطه بین ولتاژ نامی سیستم تغذیه و ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی تجهیزات
۱۴۶	پیوست ح (آگاهی‌دهنده) جریان بهره‌برداری و اتلاف توان کابل‌های مسی
۱۴۹	پیوست خ (آگاهی‌دهنده) تعادل حرارتی جریان متناوب
۱۵۰	پیوست د (الزامی) سازگاری الکترومغناطیسی
۱۵۹	پیوست ذ (الزامی) جریان بهره‌برداری و اتلاف توان میله‌های مسی لخت
۱۶۲	پیوست ر (آگاهی‌دهنده) راهنما در مورد تصدیق افزایش دما
۱۶۹	پیوست ز (الزامی) تصدیق قابلیت تحمل اتصال کوتاه ساختمان شینه توسط مقایسه با طرح مرجع با استفاده از محاسبه
۱۷۳	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- قسمت ۱: قواعد عمومی» که نخستین بار در سال ۱۳۸۸ تدوین و منتشر شد، بر اساس پیشنهادهای دریافتی و بررسی و تأیید کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ برای دومین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در هزار و سیصد و شصت و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۴۰۰/۱۲/۱۸ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۷ قانون تقویت و توسعه نظام استاندارد، ابلاغ‌شده در دی ماه ۱۳۹۶، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهد 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 ایران استفاده کرد.

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۱۰۳: سال ۱۳۹۳ می‌شود.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

IEC 61439-1:2020, Low voltage switchgear and controlgear assemblies – part1: General rules

مقدمه

هدف این استاندارد، هماهنگ‌سازی کلیه قواعد و الزامات مربوط به ماهیت عمومی قابل کاربرد برای تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف است، تا از طریق آن بتوان به یکنواختی در الزامات و تصدیق تابلوها و عدم نیاز به تصدیق توسط سایر استانداردها دست یافت. تمام الزامات مربوط به استانداردهای مختلف تابلو که بتوان ماهیت آن‌ها را عمومی در نظر گرفت، همراه با موضوعات خاص مورد علاقه و کاربرد گسترده، مانند: افزایش دما، خواص دی‌الکتریکی و غیره جمع آوری شده است.

برای هر نوع از تابلو قطع و وصل فرمان فشار ضعیف، فقط دو استاندارد اصلی برای تعیین تمام الزامات و روش‌های متناظر و تصدیق، ضروری می‌باشد:

- استاندارد پایه (این استاندارد)، که تحت عنوان استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ در استانداردهای ویژه

ارجاع داده می‌شود و انواع مختلف تابلوهای قطع و وصل با فرمان فشار ضعیف را پوشش می‌دهد؛

- استاندارد ویژه تابلو که از این‌پس تحت عنوان استاندارد مرتبط تابلو ارجاع داده می‌شود.

برای اینکه یک قاعده کلی به استاندارد ویژه تابلو اعمال شود، باید به صراحت و با ذکر این استاندارد و بند یا زیربند مرتبط به آن، برای مثال: زیربند ۹-۱-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۱۰۳ اشاره شود.

یک استاندارد ویژه تابلو در موارد فاقد کاربرد، نیاز به قواعد عمومی و در نتیجه فراخوانی آن ندارد. همچنین اگر قواعد عمومی ناکافی به نظر برسند، می‌تواند الزاماتی را در موارد خاص اضافه کند، اما الزامات اضافه‌شده نمی‌توانند از قواعد عمومی انحراف داشته باشند، مگر این که توجیهات فنی خوبی در استاندارد ویژه تابلو بیان شده باشد.

در مواردی که در این استاندارد ارجاع متقابل به بند دیگری صورت پذیرفته باشد، مرجعی که در استاندارد ویژه تابلو مورد اصلاح قرارگرفته باید در مورد آن بند اعمال شود.

الزامات این استاندارد که مشروط به توافق بین سازنده تابلو و کاربر می‌باشد، در پیوست پ، خلاصه شده است. این جدول همچنین ارائه اطلاعات در مورد شرایط پایه و ویژگی‌های تکمیلی کاربر را جهت طراحی مناسب، کاربرد و استفاده مناسب از تابلو تسهیل می‌کند.

تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف - قسمت ۱: قواعد عمومی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین تعاریف عمومی، شرایط کار، الزامات ساخت، ویژگی‌های فنی و الزامات تصدیق تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف است.

یادآوری - در این استاندارد از عبارت «تابلو» (به زیربند ۱-۱-۳ مراجعه شود) به جای «تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف» استفاده می‌شود.

به منظور تعیین انطباق تابلو، الزامات مربوط به قسمت ۲ به بعد این سری استاندارد ملی به همراه الزامات مندرج در این استاندارد کاربرد دارد. برای تابلوهایی که با قسمت ۳ به بعد این سری استاندارد پوشش داده نمی‌شوند، قسمت دوم این استاندارد کاربرد دارد.

این استاندارد فقط برای تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیفی کاربرد دارد که در استاندارد مربوط به تابلو به شرح ذیل الزام شده باشد:

- تابلوهایی که ولتاژ اسمی برای آنها بیشتر از $1000V AC$ یا $1500V DC$ نباشد؛
- تابلوهایی که فرکانس نامی تغذیه یا تغذیه‌های ورودی آن بیشتر از $1000 Hz$ نباشد؛
- تابلوهایی که برای کاربردهای فضای بسته و فضای باز^۱ در نظر گرفته شده است؛
- تابلوهای ثابت یا متحرک با یا بدون محفظه؛
- تابلوهایی که برای استفاده در مواردی چون تولید، انتقال، توزیع و تبدیل انرژی الکتریکی و کنترل تجهیزات مصرف‌کننده انرژی الکتریکی طراحی شده‌اند.

این استاندارد در مورد وسایل به طور مجزا و قطعات مستقل از قبیل راه‌اندازهای موتور، کلید فیوزها، تجهیزات و سامانه‌های مبدل الکترونیک قدرت (PECS)^۲، منابع تغذیه سوئیچینگ (SMPS)^۳، منابع تغذیه بدون وقفه (UPS)^۴، ماژول‌های درایو پایه (BDM)^۵، ماژول‌های درایو کامل (CDM)^۶، سیستم‌های درایو قدرت با قابلیت تنظیم سرعت (PDS)^۷ و دیگر تجهیزات الکترونیکی که با استانداردهای مربوط آنها مطابقت دارد، کاربرد ندارد. این استاندارد یکپارچگی وسایل و قطعات مستقل در یک تابلو یا محفظه خالی در قالب یک تابلو را تشریح می‌کند.

برای برخی از موارد کاربردی، به عنوان مثال، فضاهای تحت انفجار، ایمنی عملکردی، ممکن است نیاز به رعایت الزامات سایر استانداردها یا قوانین علاوه بر موارد مشخص شده در سری استاندارد ملی ۱۲۱۰۳ باشد.

1- Indoor and outdoor

2- Power electronic converter systems

3-Switch mode power supplies

4 -Uninterruptable power supplies

5-Basic drive modules

6 -Complex drive modules

7 - Adjustable speed power drives systems

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۵۷: سال ۱۳۹۸، پلاستیک‌ها- تعیین خواص خمشی

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۸۷، آزمون‌های محیطی- قسمت ۲-۲: آزمون‌ها-

آزمون b: گرمای خشک

۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۱۳۰۷: سال ۱۳۷۷، آزمون‌های محیطی قسمت دوم: آزمون‌ها- آزمون

Ka: مه نمک

۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳۰-۲-۱۳۰۷: سال ۱۳۹۷، آزمون‌های محیطی- قسمت ۲-۳۰: آزمون‌ها- آزمون Db: گرمای مرطوب چرخه‌ای (چرخه ۱۲ h + 12 h)

۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰: سال ۱۳۹۰، اصول اولیه و ایمنی برای واسط انسان-ماشین- نشانه‌گذاری و شناسایی- اصول کدگذاری برای نشانگرها و کاراندازها

۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۰: سال ۱۳۸۶، عایق بندی الکتریکی- ارزیابی حرارتی و نمادگذاری

۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۴، تأسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۴۱-۴: حفاظت برای ایمنی- حفاظت در برابر برق گرفتگی

۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۱-۵-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۶، تأسیسات الکتریکی ساختمان‌ها- قسمت ۵۱-۵: انتخاب و برپاسازی تجهیزات الکتریکی- قوانین مشترک

۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۴، تأسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۵۲-۵: انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی- سیستم‌های سیم‌کشی

۱۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸: سال ۱۳۹۵، درجات حفاظت تامین‌شده توسط محفظه‌ها (کد IP)

۱۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۲-۳۱۳۴: سال ۱۳۹۳، آزمون خطر آتش- قسمت ۲-۱۰: روش‌های آزمون با سیم ملتهب/داغ- دستگاه سیم ملتهب و روش عمومی انجام آزمون

۱۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۲-۳۱۳۴: سال ۱۳۹۴، آزمون خطر آتش- قسمت ۲-۱۱: روش‌های آزمون بر مبنای سیم ملتهب/داغ- روش آزمون شعله‌وری سیم ملتهب برای محصول نهایی (GWEPT)

۱۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴-۴۸۳۵: سال ۱۳۹۹، وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- قسمت ۴-۱: کنتاکتورها و راه‌اندازهای موتورها- کنتاکتورهای الکترومکانیکی و راه‌اندازهای موتورها

۱۴-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵۹۰۵: سال ۱۳۹۲، پوشش‌نگها و جلاها- آزمون چسبندگی به روش برش متقاطع

۱۵-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۱، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)- قسمت ۴-۲: روش‌های آزمون و اندازه‌گیری- آزمون مصونیت در برابر تخلیه الکترواستاتیک

۱۶-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۴-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۳، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) - قسمت ۴-۴: فنون آزمون و اندازه‌گیری- آزمون مصونیت در برابر پالس‌های الکتریکی تندگذر-رگبار

۱۷-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۴، سازگاری الکترو مغناطیسی (EMC) - قسمت ۴-۵: فنون آزمون و اندازه‌گیری- آزمون مصونیت در برابر فراتاخت

۱۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۶-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۴، سازگاری الکترو مغناطیسی (EMC) - قسمت ۴-۶: روش‌های آزمون و اندازه‌گیری در برابر اختلال‌های هدایتی، القا شده به وسیله میدان‌های بسامد رادیویی

۱۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۷، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) - قسمت ۴-۸: فنون اندازه‌گیری و آزمون- آزمون مصونیت در برابر میدان مغناطیسی بسامد توان

۲۰-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۴، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) - قسمت ۳-۶: استانداردهای کلی (عام)- استاندارد گسیل برای محیط‌های مسکونی، تجاری و صنعتی سبک

۲۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۹۲۷۷: سال ۱۳۹۶، پلاستیک‌ها تعیین خواص ضربه چارپی- قسمت ۱: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز نشده

۲۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۹۲۷۷: سال ۱۳۹۴، پلاستیک‌ها- تعیین خواص ضربه چارپی- روش آزمون- قسمت ۲: آزمون ضربه با دستگاه تجهیز شده

۲۳-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹: سال ۱۳۹۸، اصول ایمنی و پایه برای واسط انسان- ماشین، نشانه‌گذاری و شناسایی- شناسایی هادی‌ها، ترمینال‌های هادی‌ها و ترمینال‌های تجهیزات

۲-۲۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۶۹: سال ۱۳۹۷، آماده‌سازی مدارک مورد استفاده در فناوری برق - قسمت ۱: قواعد

۲-۲۵ استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۱۷: سال ۱۳۸۹، اصول اولیه و ایمنی برای واسط انسان- ماشین، نشانه‌گذاری و شناسایی- اصول تحریک

۲-۲۶ استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۳۵: سال ۱۳۹۶، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- صحنه‌گذاری افزایش دما- روش محاسبه

۲-۲۷ استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۹۲۵: سال ۱۳۹۷، خازن‌های قدرت- بانک‌های اصلاح ضریب توان فشار ضعیف

۲-۲۸ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۲۶۷: سال ۱۳۹۲، جریان‌های اتصال کوتاه - محاسبه اثرات- قسمت ۱: تعاریف و روش های محاسبه

۲-۲۹ استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۷۱۳: سال ۱۳۹۷، روش‌های آزمون ولتاژ بالا برای تجهیزات فشار ضعیف- تعاریف، الزامات آزمون و روش‌های اجرایی، تجهیزات آزمون

۲-۳۰ استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۹۷۳: سال ۱۳۹۴، محفظه‌های خالی برای تابلوهای تجهیزات قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- الزامات عمومی

2-31 IEC 60364(all parts), low voltage electrical installations

یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۴۹۶۴، تاسیسات الکتریکی ساختمان‌ها، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60364 تدوین شده است.

2-32 IEC 60695-2-12, Fire hazard testing- part 2-12: Glowing/hot-wire based test methods- Glow-wire flammability index (GWFI) test methods for materials.

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۲-۲-۳۱۳۴: سال ۱۳۹۳، آزمون خطر آتش- قسمت ۲-۱۲: روش‌های آزمون بر مبنای سیم ملتهب/داغ- روش آزمون شاخص شعله‌وری سیم ملتهب (GWFI) برای مواد، با استفاده از استاندارد IEC 60695-2-12:2014 تدوین شده است.

2-33 IEC 61000-4-3:2006, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-3: Testing and measurement techniques- Radiated, radio frequency, electromagnetic field immunity test

IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007

IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010

یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۳-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۸۷، سازگاری الکترومغناطیسی (EMC) قسمت ۴-۳: روش‌های اندازه‌گیری و آزمون-آزمون مصونیت در برابر میدان الکترومغناطیسی فرکانس رادیویی تابشی، با استفاده از استاندارد IEC 61000-4-3:2006 تدوین شده است.

2-34 IEC 61000-4-11:2004, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 4-11: Testing and measurement techniques- Voltage dips, short interruptions and voltage variations immunity tests

IEC 61000-4-11:2004/ AMD1:2017

2-35 IEC 61000-6-4:2018, Electromagnetic compatibility (EMC)- Part 6-4 :Generic standards- Emission standard for industrial environments

2-36 IEC 61439 (all parts), low voltage switchgear and controlgear assemblies

یادآوری - مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳، تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 61439 تدوین شده است.

2-37 IEC 81346-1:2009, Industrial systems, Installations and equipment and industrial products- structuring principles and reference designations- Part 1: Basic rules

2-38 IEC 81346-2:2019, Industrial systems, Installations and equipment and industrial products- structuring principles and reference designations- Part 2: Classification of objects and codes for classes.

2-39 CISPR 11:2015, Industrial, scientific and medical equipment –Radio-frequency disturbance characteristics –Limits and methods of measurement

CISPR 11:2015/AMD1:2016

CISPR 11:2015/AMD2:2019

2-40 CISPR 32:2015, Electromagnetic compatibility of multimedia equipment –Emission requirements

CISPR 32:2015/AMD1:2019

2-41 ISO 4628-3:2016, Paints and varnishes –Evaluation of degradation of coatings- Designation of quantity and size of defects, and of intensity of uniform changes in appearance – parts 3: Assessment of degree of rusting

2-42 ISO 4892-2: 2013, Plastics-Methods of exposure to laboratory light sources-Part 2: Xenon-arc lamps

2-43 ISO 7010, Graphical symbols- Safety colours and safety signs-Registered safety sign

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:^۱

۱-۳ اصطلاحات عمومی

۱-۱-۳

تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف

تابلو

low -voltage switchgear and controlgear assembly
assembly

۱- اصطلاحات و تعاریف به کار رفته در استانداردهای ISO و IEC در وبگاه‌های www.iso.org/obp و www.electropedia.org قابل دسترسی می‌باشد.

ترکیبی از یک یا چند وسیله قطع و وصل فشار ضعیف همراه با تجهیزات فرمان، اندازه‌گیری، سیگنال‌دهی، حفاظتی و تنظیم کننده به انضمام کلیه اتصالات الکتریکی و مکانیکی داخلی و قطعات ساختاری که توسط سازنده اولیه تعریف شده و می‌تواند با دستورالعمل‌های سازنده اولیه مونتاژ شود.

یادآوری ۱- در این استاندارد از عبارت «تابلو» به جای «تابلوهای قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف» استفاده می‌شود.

یادآوری ۲- عبارت «وسیله قطع و وصل» شامل وسایل قطع و وصل مکانیکی و وسایل قطع و وصل نیمه‌هادی برای مثال: راه‌اندازهای نرم، رله‌های نیمه‌هادی، مبدل‌های فرکانس می‌باشند. همچنین مدارهای کمکی ممکن است شامل وسایل الکترومکانیکی برای مثال: رله‌های کنترل، بلوک‌های ترمینال و وسایل الکترونیکی برای مثال: وسیله‌های کنترل موتور الکترونیکی، وسایل حفاظت و اندازه‌گیری الکترونیکی، ارتباطات گذرگاه، سیستم‌های کنترل کننده منطقی قابل برنامه‌ریزی باشد.

۳-۱-۲

سیستم تابلو

assembly system

گستره کامل از اجزا الکتریکی و مکانیکی (محفظه‌ها، شینه‌ها، واحدهای کارکردی، مدارهای کمکی و کنترل‌های یکپارچه) بر اساس تعریف سازنده اولیه، که می‌تواند طبق دستورالعمل سازنده اولیه به منظور تولید تابلوهای مختلف مونتاژ شود.

۳-۱-۳

مدار اصلی

main circuit

تمام قسمت‌های رسانای یک مدار تابلو که برای انتقال انرژی الکتریکی به کار می‌رود.

[منبع: برگرفته از زیربند 441-13-02 استاندارد IEC 60050-441]

۳-۱-۴

مدار کمکی

auxiliary circuit

تمام قسمت‌های رسانای یک مدار تابلو (غیر از مدار اصلی) که برای کنترل، اندازه‌گیری و سیگنال‌دهی، تنظیم و پردازش داده‌ها و غیره به کار می‌رود.

یادآوری - مدارهای کمکی یک تابلو شامل مدارهای کمکی و کنترل وسایل قطع و وصل است.

[منبع: برگرفته از زیربند 441-13-03 استاندارد IEC 60050-441، تغییرات: در تعاریف، عبارت «تابلو قطع و وصل و فرمان» با عنوان «تابلو» جایگزین شده است و در انتهای تعریف، «پردازش داده‌ها» اضافه شده است.]

۳-۱-۵

شینه

busbar

یک هادی با امپدانس کم که چندین مدار الکتریکی می‌تواند در نقاط مجزا به آن متصل شود.

یادآوری - اصطلاح «شینه» عمومی است و دلالت بر شکل هندسی، اندازه یا ابعاد هادی(ها) ندارد.

[منبع: برگرفته از زیربند 151-12-30 استاندارد IEC60050-151:2001، تغییرات: متن یادآوری جایگزین شده است]

۳-۱-۶

شینه اصلی

main busbar

شینه‌ای که یک یا چند شینه توزیع و یا واحدهای ورودی و خروجی به آن وصل می‌شود.

یادآوری - هادی‌هایی که بین یک واحد کارکردی و شینه اصلی متصل می‌شوند به عنوان قسمتی از شینه اصلی محسوب نمی‌شوند.

۳-۱-۷

شینه توزیع

distribution busbar

شینه‌ای در یک بخش که به شینه اصلی متصل شده است و واحدهای خروجی از آن تغذیه می‌شوند.

یادآوری - هادی‌هایی که بین یک واحد کارکردی و شینه توزیع متصل می‌شوند، به عنوان قسمتی از شینه توزیع محسوب نمی‌شوند.

۳-۱-۸

واحد کارکردی

functional unit

قسمتی از تابلو متشکل از کلیه اجزای الکتریکی و مکانیکی شامل وسایل قطع و وصل که بر تحقق عملکرد یکسان سهیم هستند.

یادآوری - هادی‌هایی که واحد کارکردی را به شینه‌های اصلی و توزیع و پایانه‌ها برای هادی‌های خروجی متصل می‌کنند به عنوان بخشی از واحد کارکردی محسوب می‌شوند. دیگر هادی‌هایی که به واحد کارکردی متصل هستند اما بیرون از خانه یا محفظه حفاظت‌شده خود قرار گرفته‌اند (مثلا کابل‌های کمکی متصل به خانه‌های مشترک) به عنوان قسمتی از واحد کارکردی محسوب نمی‌شوند.

۳-۱-۹

واحد ورودی

incoming unit

واحد کارکردی است که انرژی الکتریکی از طریق آن به تابلو وارد می‌شود.

۳-۱-۱۰

واحد خروجی

outgoing unit

واحد کارکردی است که انرژی الکتریکی یک یا چند مدار خارجی از طریق آن تغذیه می‌شود.

۱۱-۱-۳

وسیله حفاظتی اتصال کوتاه

SCPD

short-circuit protection device

وسیله‌ای است که یک مدار یا قسمت‌هایی از آن را در مقابل جریان‌های اتصال کوتاه از طریق قطع این جریان‌ها حفاظت می‌کند.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-4-21 استاندارد IEC 60947-1:2020]

۱۲-۱-۳

وسیله محدودکننده جریان

current-limiting device

وسیله حفاظتی اتصال کوتاهی است که، در یک گستره جریان مشخص شده، از رسیدن جریان‌های عبوری به مقدار قله احتمالی جلوگیری کرده و انرژی عبوری (I^2t) را محدود می‌کند.

یادآوری ۱- جریان عبوری به عنوان جریان قطع نیز شناخته می‌شود (به زیربند 441-17-12 استاندارد IEC 60050-441:2000 مراجعه شود)

یادآوری ۲- مثال‌هایی از وسایل محدودکننده جریان، قطع‌کننده‌های مدار از نوع محدودکننده جریان مطابق با استاندارد IEC 60947-2 و فیوزها مطابق با استاندارد IEC 60269-2 می‌باشند.

۱۳-۱-۳

وسیله غیرمحدود کننده جریان

non-current limiting device

وسیله حفاظت اتصال کوتاهی است که، در یک بازه جریان مشخص شده، به جریان عبوری اجازه رسیدن به مقدار قله احتمالی را داده و می‌تواند یک جریان قابل تحمل اسمی کوتاه مدت (I_{cw}) داشته باشد که آن را قادر می‌سازد انرژی عبوری را برای مدت زمان جریان کوتاه مدت تحمل کند.

۱۴-۱-۳

هادی خط

L

منسوخ شده: هادی فاز (در سیستم‌های AC)

منسوخ شده: هادی قطب (در سیستم‌های DC)

line conductor

DEPRECATED: phase conductor (in AC systems)

DEPRECATED: pole conductor (in DC systems)

هادی که در حالت کار معمول برق دار می شود و در انتقال یا توزیع انرژی الکتریکی سهیم است، اما یک هادی خنثی یا هادی نقطه میانی نیست.

[منبع: برگرفته از زیربند 195-02-08 استاندارد IEC 60050-195:1998]

۱۵-۱-۳

استاندارد تابلو مرتبط

relevant assembly standard

از سری استانداردهای ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳، قسمت ۲ به بعد که نوع عمومی از تابلو را پوشش می دهد. مثال: تابلوهای قطع و وصل فرمان قدرت (تابلوهای PSC)

۲-۳ واحدهای ساختمانی تابلوها

۱-۲-۳

قسمت ثابت

fixed part

قسمتی است متشکل از لوازم مونتاژ و سیم کشی شده بر روی یک نگهدارنده مشترک و به منظور نصب ثابت، طراحی شده است.

۲-۲-۳

قسمت جداشدنی

removable part

قسمتی است متشکل از لوازم مونتاژ و سیم کشی شده بر روی یک نگهدارنده مشترک که به طور کامل قابل جدا کردن و جایگزینی در تابلو هستند در حالی که مدار اصلی متصل به آن برق دار باشد.

۳-۲-۳

وضعیت وصل

connected position

وضعیت یک قسمت جداشدنی هنگامی که برای انجام کار عادی خود، به طور کامل وصل شده است.

۴-۲-۳

وضعیت جداشده

removed position

وضعیت یک قسمت جداشدنی هنگامی که خارج از تابلو قرار دارد و از نظر الکتریکی و مکانیکی از آن جدا است.

۵-۲-۳

قفل همبندی تعبیه شده

insertion interlock

وسیله‌ای که مانع ورود یک قسمت جداشدنی به محلی که برای آن قسمت در نظر گرفته نشده، می‌شود.

۶-۲-۳

اتصال ثابت

fixed connection

اتصال‌ی که با یا بدون ابزار می‌تواند برقرار شود و فقط توسط یک ابزار قطع می‌گردد.

۷-۲-۳

بخش

section

یک واحد ساختمانی از یک تابلو بین دو جداکننده عمودی متوالی می‌باشد.

۸-۲-۳

بخش فرعی

sub- section

واحد ساختمانی از تابلو که بین دو جداکننده عمودی یا افقی متوالی درون یک بخش می‌باشد.

۹-۲-۳

خانه

compartment

یک بخش یا بخش فرعی است که بجز بازشوهای^۱ که برای انجام اتصالات، کنترل یا تهویه ضروری هستند، بقیه آن پوشیده باشد.

۱۰-۲-۳

واحد حمل و نقل

transport unit

یک تابلوی کامل یا بخشی از یک تابلو که برای حمل و نقل نیاز به هیچ‌گونه پیاده‌سازی^۲ ندارد.

۱۱-۲-۳

کرکره

shutter

قسمتی از یک تابلو که می‌تواند بین دو وضعیت زیر حرکت کند:

1- Openings

2- Dismantled

- وضعیتی که در آن کرکره اجازه درگیر شدن کنتاکت‌های قسمت‌های جداشدنی را به کنتاکت‌های ثابت می‌دهد.

- وضعیتی که در آن کرکره به صورت جزئی از پوشش یا جداکننده در برابر کنتاکت‌های ثابت، تبدیل می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 441-13-01 استاندارد IEC 60050-441:2000، تغییرات: متن به صورت نوشتاری به دو خط تیره تغییر شکل داده است.]

۳-۳ طرح بیرونی تابلوها

۱-۳-۳

تابلوی باز

open-type assembly

تابلویی است متشکل از سازه نگهدارنده که تجهیزات الکتریکی روی آن قرار گرفته و قسمت‌های برق‌دار تجهیزات در دسترس می‌باشند.

۲-۳-۳

تابلوی جلو بسته

dead-front assembly

تابلوی نوع باز با پوشش جلویی است و قسمت‌های برق‌دار از تمام جهات به غیر از جلو قابل دسترسی هستند.

۳-۳-۳

تابلوی تمام بسته

enclosed assembly

تابلویی است که از تمام جهات (به استثنای سطح نصب آن که ممکن است باز باشد) کاملاً به نحوی بسته باشد که درجه حفاظت تعیین شده را تامین نماید.

۴-۳-۳

تابلوی سلولی

cubicle type assembly

تابلوی تمام بسته‌ای است از نوع ایستاده که ممکن است از چند بخش، بخش فرعی یا خانه تشکیل شده باشد.

۵-۳-۳

تابلوی چند سلولی

multi-cubicle-type assembly

ترکیبی است از چند تابلوی سلولی که از نظر مکانیکی به هم پیوسته باشند.

۶-۳-۳

تابلو میزی

desk- type assembly

تابلوی تمام بسته‌ای است با صفحه کنترل شیب‌دار یا افقی یا ترکیبی از آنها که شامل دستگاه‌های کنترل، اندازه‌گیری و سیگنال‌دهی و غیره می‌باشد.

۷-۳-۳

تابلوی جعبه‌ای

box- type assembly

تابلوی تمام بسته‌ای است که برای نصب روی سطح قائم در نظر گرفته شده است.

۸-۳-۳

تابلوی چند جعبه‌ای

multi -box- type assembly

ترکیبی از چند تابلوی جعبه‌ای که به صورت مکانیکی به هم پیوسته بوده و ممکن است بر روی یک قاب نگه‌دارنده واحد یا قابهای مجزا نصب شوند و اتصالات الکتریکی بین دو جعبه مجاور، از طریق بازشوهایی که در سطوح تماس آنها وجود دارند، عبور می‌کند.

۹-۳-۳

تابلوی نصب بر روی دیوار

wall-mounted surface type assembly

تابلویی برای نصب بر روی سطح یک دیوار است.

۱۰-۳-۳

تابلوی نصب توکار در دیوار

wall- mounted recessed type assembly

تابلویی است برای نصب در فرورفتگی دیوار که محفظه نمی‌تواند بخش بالایی دیوار را نگه دارد.

۱۱-۳-۳

تابلوی کف ایستاده

floor-standing assembly

تابلویی برای نصب روی زمین است.

۴-۳ قسمت‌های سازه‌ای تابلوها

۱-۴-۳

سازه نگه‌دارنده

supporting structure

سازه شکل‌دهنده تابلو که برای نگه‌داشتن قطعات مختلف تابلو و محفظه آن طراحی شده است.

۲-۴-۳

سازه نصب

mounting structure

سازه‌ای که برای نگه‌داشتن تابلو طراحی شده ولی قسمتی از تابلو نیست.

۳-۴-۳

صفحه نصب

mounting plate

صفحه‌ای است که برای نگه‌داشتن اجزای مختلف طراحی شده و برای نصب در تابلو مناسب است.

۴-۴-۳

قاب نصب

mounting frame

چارچوبی است که برای نگه‌داشتن اجزا مختلف طراحی شده و برای نصب روی تابلو مناسب است.

۵-۴-۳

محفظه

enclosure

قسمتی از تابلو است (غلافی) که برای تامین نوع و درجه حفاظت مناسب برای کاربردهای مورد نظر طراحی شده است.

[منبع: برگرفته از زیربند 195-02-35 استاندارد IEC 60050-195:1998]

۶-۴-۳

پوشش

cover

قسمتی از محفظه خارجی یک تابلو است.

۷-۴-۳

در

door

پوشش مجهز به لولا یا از نوع کشویی است.

۸-۴-۳

پوشش جداشدنی

removable cover

پوششی است که برای بستن یک بازشو محفظه خارجی طراحی شده و می‌توان آن را برای انجام بعضی عملیات معین و تعمیر و نگهداری از تابلو جدا کرد.

۹-۴-۳

صفحه پوشش

cover plate

قسمتی از تابلو است که برای بستن یک بازشو در محفظه خارجی استفاده می‌شود و بوسیله پیچ یا وسایل مشابه در جای خود قرار می‌گیرد.

یادآوری ۱- پس از قرارگرفتن تجهیزات در شرایط بهره‌برداری، معمولاً صفحه درپوش برداشته نمی‌شود.

یادآوری ۲- صفحه پوشش می‌تواند مجهز به ورودی‌های کابل باشد.

۱۰-۴-۳

جداکننده

partition

قسمتی از یک تابلو است که یک خانه را از خانه‌های دیگر جدا می‌کند.

[منبع: برگرفته از زیربند 441-13-06 استاندارد IEC 60050-441:2000]

۱۱-۴-۳

حصار

barrier

قسمتی است که حفاظت در برابر تماس مستقیم را در همه جهات معمولی برای دسترسی تأمین می‌کند.

[منبع: برگرفته از زیربند 195-06-15 استاندارد IEC 60050-195:1998، تغییرات: واژه «محافظ (الکتریکی)» از عبارت حذف شده است]

۱۲-۴-۳

مانع

obstacle

قسمتی است که از تماس مستقیم اتفاقی جلوگیری می‌کند ولی مانعی در برابر عمل عمدی نمی‌باشد.

یادآوری - موانع برای جلوگیری از تماس ناخواسته با قسمت‌های برق‌دار هستند اما مانع تماس‌های عمدی آگاهانه از پیش طراحی شده نمی‌باشند. موانع برای حفاظت اشخاص ماهر، آموزش‌دیده، مجاز یا راهنما هستند اما برای حفاظت اشخاص معمولی نمی‌باشند.

[منبع: برگرفته از زیربند 16-06-195 استاندارد IEC 60050-195:1998، تغییرات: واژه «محافظ (الکتریکی)» از عبارت حذف شده است و یادآوری اضافه شده است.]

۳-۴-۱۳

سپر ترمینال

terminal shield

قسمت پوشاننده ترمینال‌ها که میزان مشخصی از حفاظت در برابر دسترسی به قسمت‌های برق‌دار بوسیله افراد یا اجسام را تامین می‌نماید.

۳-۴-۱۴

ورودی کابل

cable entry

قسمتی است با بازشوهایی که اجازه ورود کابل‌ها را به تابلو می‌دهد.

۳-۴-۱۵

فضای حفاظت‌شده

protected space

قسمتی از تابلو که برای پوشاندن اجزا الکتریکی در نظر گرفته شده است و حفاظت معینی در برابر تأثیرات خارجی و تماس با قسمت‌های برق‌دار را تامین می‌کند.

۳-۵ شرایط نصب تابلوها

۳-۵-۱

تابلو برای نصب در فضای بسته

assembly for indoor installation

تابلویی است که برای استفاده در محل‌هایی که با شرایط معمول کار در داخل ساختمان‌ها طبق مشخصات تعیین شده در زیربند ۷-۱ این استاندارد مطابقت دارد، طراحی می‌شود.

۳-۵-۲

تابلو برای نصب در فضای باز

assembly for outdoor installation

تابلویی است که برای استفاده در محل‌هایی که با شرایط معمول کار در خارج از ساختمان طبق مشخصات تعیین شده در زیربند ۷-۱ این استاندارد مطابقت دارد، طراحی می‌شود.

۳-۵-۳

تابلو نصب ثابت

stationary assembly

تابلویی است که برای تثبیت دائم در محل نصب خود طراحی و ساخته می‌شود و در همان محل مورد استفاده قرار می‌گیرد مانند نصب بر روی کف یا دیوار.

۳-۴-۵

تابلوی قابل انتقال

movable assembly

تابلویی است که به گونه‌ای طراحی شده تا به سادگی از یک محل به محل دیگر قابل انتقال باشد.

۳-۶-۶ مشخصه‌های عایقی

۳-۶-۱

فاصله هوایی

clearance

کمترین فاصله هوایی بین دو قسمت رسانا می‌باشد.

یادآوری- این فاصله را می‌توان در امتداد نخ کشیده شده در کوتاه‌ترین مسیر بین این قسمت‌های رسانا اندازه گرفت.

[منبع: برگرفته از زیربند 581-27-76 استاندارد IEC 60050-581:2008، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۳-۶-۲

فاصله خزشی

creepage distance

کوتاه‌ترین فاصله بر روی سطح یک ماده عایق جامد بین دو قسمت رسانا می‌باشد.

یادآوری- محل اتصال بین قطعه ماده عایقی جامد به عنوان بخشی از سطح در نظر گرفته می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 151-15-50 استاندارد IEC 60050-151:2001، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۳-۶-۳

اضافه ولتاژ

overvoltage

ولتاژی که دارای مقدار قله بیشتر از مقدار قله مربوط به حداکثر ولتاژ حالت پایدار در شرایط کار عادی است.

[منبع: برگرفته از زیربند ۷-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵]

۳-۶-۴

اضافه ولتاژ موقت

temporary overvoltage

مدت زمان اضافه ولتاژ در فرکانس شبکه (چند ثانیه) است.

۳-۶-۵

اضافه ولتاژ گذرا

transient overvoltage

اضافه ولتاژ با مدت زمان کوتاه در حد چند میلی ثانیه یا کمتر، نوسانی یا غیرنوسانی که معمولاً به شدت میرا است.

[منبع: برگرفته از زیربند 14-03-614 استاندارد IEC 60050-614:2016، تغییرات: در تعریف «اضافه ولتاژ کوتاه مدت» جایگزین «اضافه ولتاژ با مدت» شده است. یادآوری ۱ و یادآوری ۲ حذف شده است.]

۳-۶-۶

ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه

power frequency withstand voltage

مقدار موثر ولتاژ سینوسی با فرکانس شبکه که در شرایط مشخص شده آزمون، باعث شکست الکتریکی نمی شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 55-7-3 استاندارد IEC 60947-1:2020]

۳-۶-۷

ولتاژ قابل تحمل ضربه ای

impulse withstand voltage

بالاترین مقدار قله ولتاژ ضربه ای با شکل موج و قطبیت مقرر که در شرایط مشخص شده آزمون باعث شکست الکتریکی نمی شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 18-07-442 استاندارد IEC 60050-442:2014]

۳-۶-۸

آلودگی

pollution

اضافه مواد خارجی، جامد، مایع یا گاز که می تواند منجر به کاهش استقامت دی الکتریکی یا مقاومت ویژه سطح شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 28-01-442 استاندارد IEC 60050-442:1998، تغییرات: در تعریف «می تواند باعث کاهش دائمی استقامت دی الکتریکی شود» با «می تواند باعث کاهش استقامت الکتریکی شود» جایگزین شده است. یادآوری ۱ حذف شده است.]

۳-۶-۹

درجه آلودگی

pollution degree

(در مورد شرایط محیطی) عددی قراردادی مبتنی بر مقدار گرد و غبار جاذب رطوبت یا رسانا، نمک یا گاز یونیزه شده، و بر اساس رطوبت نسبی و فراوانی وقوع آن است که باعث جذب یا چگالش رطوبتی می شود که منجر به کاهش استقامت دی الکتریکی و/یا مقاومت ویژه سطحی می شود.

یادآوری ۱- ممکن است درجه آلودگی که مواد عایقی وسایل و قطعات در معرض آن هستند با درجه آلودگی مربوط به شرایط محیط اطراف تابلو، جایی که تابلوها در آن قرار دارند، به خاطر حفاظت فراهم شده به وسیله محفظه یا از طریق گرمایش داخلی برای جلوگیری از جذب و چگالش رطوبت متفاوت باشد.

یادآوری ۲- در این استاندارد، درجه آلودگی ریزمحیطی مربوط به داخل تابلو می باشد غیر از اینکه در بند مربوط به گونه دیگری بیان شده باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-7-57 استاندارد IEC 60947-1:2020، تغییرات: یادآوری ها برای شرایط مرتبط با تابلوها اقتباس شده اند.]

۳-۶-۱۰

محیط

environment

۳-۱۰-۶-۱

شرایط ریزمحیطی

micro-environment

محیط مجاور عایق بندی که به طور ویژه بر اندازه گیری فواصل خزشی تاثیر می گذارد.

یادآوری - تاثیر شرایط ریزمحیطی بر فواصل هوایی یا خزشی باعث تعیین نوع عایق بندی درون تابلو می شود. شرایط ریز محیطی ممکن است بهتر یا بدتر از شرایط محیط اطراف وسیله باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند 851-15-16 استاندارد IEC 60050-851:2008، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۳-۱۰-۶-۲

شرایط محیطی اطراف وسیله

macro-environment

محیط اتاق یا دیگر مکانی که تابلو در آن نصب یا استفاده می شود.

[منبع: برگرفته از استاندارد IEC 60050-442:2014، تغییرات: در تعریف، عبارت «تجهیزات» با «تابلو» جایگزین شده است.]

۳-۶-۱۱

رده اضافه‌ولتاژ

overvoltage category

(دریک مدار یا سیستم الکتریکی) یک عدد قراردادی بر اساس محدود کردن (یا کنترل) مقادیر اضافه‌ولتاژ گذرای احتمالی ایجاد شده در یک مدار (یا یک سیستم الکتریکی دارای ولتاژهای نامی متفاوت) است که به روش‌های به کارگرفته شده برای تاثیرگذاری بر اضافه ولتاژها بستگی دارد.

یادآوری- در یک سیستم الکتریکی، گذر از یک رده اضافه‌ولتاژ به رده پایین‌تر دیگر از طریق وسایل مناسبی همچون وسیله حفاظت اضافه‌ولتاژ یا مدار سری- موازی منطبق با الزامات اینترفیس حاصل می‌شود که می‌توانند انرژی جریان ضربه‌ای مربوط را برای کم کردن مقدار اضافه‌ولتاژ گذرا به رده پایین‌تر مورد نظر تلف، جذب یا منحرف کنند.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-7-59 استاندارد IEC 60749-1:2020]

۳-۶-۱۲

وسيله حفاظتی در برابر فراتاخت SPD

surge protective device

وسيله‌ای که برای حفاظت دستگاه‌های الکتریکی در برابر اضافه ولتاژهای گذرای بالا و همچنین برای محدود کردن مدت زمان عبور و در اغلب موارد دامنه جریان پس از ضربه، طراحی شده است.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-4-22 استاندارد IEC 60947-1:2020، تغییرات: عبارت «برق‌گیر» با «وسيله حفاظتی در برابر فراتاخت» SPD جایگزین شده است.]

۳-۶-۱۳

هماهنگی عایق‌بندی

insulation coordination

همبستگی متقابل مشخصه‌های عایقی تجهیزات الکتریکی با درنظر گرفتن شرایط ریزمحیطی مورد انتظار و سایر تنش‌های موثر می‌باشد.

[منبع: برگرفته از استاندارد IEC 60749-1:2020، تغییرات: در تعریف، «الکتریکی» جایگزین «الکتریکال» شده است.]

۳-۶-۱۴

میدان غیرهمگن

inhomogeneous field

میدان الکتریکی که دارای گرادیان ولتاژ ثابت بین الکترودها نیست.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-7-62 استاندارد IEC 60749-1:2020]

۱۵-۶-۳

ایجاد مسیر جریان خزشی

tracking

تشکیل تدریجی مسیرهای هادی بر روی سطح یک ماده عایقی جامد که در نتیجه اثرات ترکیبی تنش الکتریکی و آلودگی الکترولیتی بر روی آن سطح می‌باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-7-63 استاندارد IEC 60749-1:2020]

۱۶-۶-۳

شاخص مقایسه‌ای ایجاد مسیر جریان خزشی

CTI

comparative tracking index

مقدار عددی حداکثر ولتاژ بر حسب ولت است که در آن یک ماده می‌تواند بدون ایجاد مسیر جریان خزشی و بدون ایجاد شعله مداوم تحت شرایط آزمون مشخص شده، تحمل کند.

یادآوری - بهتر است مقدار هر یک از ولتاژ آزمون و شاخص CTI بر عدد ۲۵ بخش‌پذیر باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-7-64 استاندارد IEC 60749-1:2020، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۱۷-۶-۳

تخلیه الکتریکی مخرب

disruptive discharge

پدیده‌های مرتبط با شکست عایق‌بندی تحت تنش الکتریکی است که در آن تخلیه الکتریکی به‌طور کامل عایق تحت آزمون را از بین می‌برد و ولتاژ بین الکترودها را به صفر یا نزدیک صفر کاهش می‌دهد.

یادآوری ۱- تخلیه مخرب در یک ماده دی‌الکتریکی جامد، باعث از بین رفتن دائم استقامت دی‌الکتریکی می‌شود. در یک ماده دی‌الکتریکی مایع یا گازی، این از بین رفتن ممکن است موقتی باشد.

یادآوری ۲- اصطلاح «تخلیه الکتریکی داخل گاز یا مایع^۱» هنگامی که تخلیه در مواد دی‌الکتریکی گازی یا مایع رخ می‌دهد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری ۳- اصطلاح «تخلیه الکتریکی از روی سطح^۲» هنگامی که تخلیه بر روی سطح یک ماده دی‌الکتریکی واقع در یک محیط واسط گازی یا مایع رخ می‌دهد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری ۴- اصطلاح «تخلیه الکتریکی داخل عایق جامد^۳» هنگامی که تخلیه مخرب از میان ماده دی‌الکتریکی جامد رخ می‌دهد، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

1- Sparkover
2- Flashover
3- Puncture

۷-۳ حفاظت در برابر شوک الکتریکی

۱-۷-۳

قسمت برق دار

live part

قسمت رسانا که در شرایط عادی به منظور برق دار شدن در نظر گرفته شده و شامل هادی خنثی یا هادی نقطه میانی می باشد اما به طور قراردادی شامل هادی PEN (هادی مشترک حفاظتی خنثی) یا هادی PEM یا هادی PEL نمی باشد.

یادآوری - این اصطلاح الزاماً به معنای وجود خطر شوک الکتریکی نیست.

هنگامی که هادی خنثی به طور موثر زمین شده باشد، قسمت برق دار خطرناک نمی باشد و بنابراین در سیستم های TN-S یا TN-C-S برق دار نمی شود مگر اینکه به طور خاص توسط دیگر استانداردها الزام شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-4 استاندارد IEC 61140:2016، تغییرات: یادآوری جایگزین شده است.]

۲-۷-۳

قسمت های برق دار خطرناک

hazardous live part

قسمت های برق داری که تحت شرایط معین، می تواند یک شوک الکتریکی زیان آور وارد کند.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-5 استاندارد IEC 61140:2016، تغییرات: یادآوری حذف شده است.]

۳-۷-۳

قسمت های رسانای در دسترس

exposed conductive part

قسمت رسانایی از یک تابلو که در حالت عادی برق دار نیست و می تواند به آسانی لمس شود اما ممکن است در اثر نقص در عایق بندی پایه برق دار شود.

یادآوری - یک قسمت رسانا از تابلو که فقط می تواند از طریق تماس با یک قسمت رسانای در دسترس که برق دار شده است برق دار شود به عنوان یک قسمت رسانای در دسترس محسوب نمی شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 10-06-195 استاندارد IEC 60050-195:1998، تغییرات: در تعریف «تجهیزات» با «تابلو» جایگزین شده است. یادآوری اضافه شده است.]

۴-۷-۳

هادی حفاظتی

PE

protective conductor

هادی در نظر گرفته شده برای اهداف ایمنی برای مثال حفاظت در برابر شوک الکتریکی است.

یادآوری ۱- به عنوان مثال هادی حفاظتی می تواند به طور الکتریکی به هر یک از قسمت های زیر متصل شود:

- قسمت‌های رسانای در دسترس؛

- قسمت‌های رسانای خارجی؛

- ترمینال زمین اصلی؛

- الکتروود زمین؛

- نقطه زمین‌شده منبع یا خنثی مصنوعی.

یادآوری ۲- یک هادی حفاظتی، در بعضی موارد به عنوان هادی زمین حفاظتی معرفی می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند ۸۲۶-۱۳-۲۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵، تغییرات: یادآوری ۱ جایگزین شده است و یادآوری ۲ اضافه شده است]

۵-۷-۳

هادی خنثی

N

neutral conductor

هادی که به صورت الکتریکی به نقطه خنثی وصل بوده و قادر به مشارکت در انتقال انرژی الکتریکی است.

[منبع: برگرفته از زیربند 195-02-06 استاندارد IEC 60050-195:1998، تغییرات: اصطلاح اختصاری N اضافه شده است.]

۶-۷-۳

هادی مشترک حفاظتی خنثی

هادی PEN

PEN conductor

هادی که وظایف هر دو هادی حفاظتی زمین و هادی خنثی را با هم انجام می‌دهد.

[منبع: برگرفته از زیربند 195-02-12 استاندارد IEC 60050-195:1998]

۷-۷-۳

جریان خطا

fault current

جریانی است که در اثر خرابی در عایق‌بندی، پل شدن عایق‌بندی یا اتصال نادرست در مدار الکتریکی به وجود می‌آید.

۸-۷-۳

حفاظت پایه

basic protection

حفاظت در برابر شوک الکتریکی تحت شرایط بدون خطا است.

یادآوری - حفاظت پایه برای جلوگیری از تماس با قسمت‌های برق‌دار است و عموماً به حفاظت در برابر تماس مستقیم مربوط است.

[منبع: برگرفته از زیربند 195-06-01 استاندارد IEC 60050-195:1998، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۳-۷-۹

عایق‌بندی پایه

basic insulation

عایق‌بندی قسمت‌های برق‌دار خطرناک که حفاظت پایه را تامین می‌کند.

یادآوری ۱- این مفهوم در مورد عایق‌بندی که صرفاً برای مقاصد عملکردی می‌باشد، کاربرد ندارد.

[منبع: برگرفته از زیربند ۱۴-۱۲-۸۲۶ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵]

۳-۷-۱۰

حفاظت در برابر خطا

fault protection

حفاظت در برابر شوک الکتریکی تحت شرایط تک خطایی است.

یادآوری ۱- نقص عایق‌بندی پایه (زیربند ۳-۷-۹) مثالی از شرایط تک‌خطایی است.

یادآوری ۲- حفاظت در برابر خطا عموماً مرتبط با حفاظت در برابر تماس غیرمستقیم است و اصولاً در مورد نقص عایق‌بندی پایه است.

[منبع: برگرفته از زیربند 195-06-02 استاندارد IEC 60050-195:1998، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۳-۷-۱۱

سیستم PELV

PELV system

سیستم الکتریکی که ولتاژ آن تحت شرایط زیر از مقادیر ارائه‌شده در بند ۴۱۴ استاندارد ملی ایران ۴۱-۴-۱۹۳۷ بیشتر نخواهد بود:

- تحت شرایط عادی؛ و

- تحت شرایط تک خطا، به جز نقص اتصال زمین در دیگر مدارهای الکتریکی.

یادآوری ۱- PELV، اختصار برای ولتاژ خیلی ضعیف حفاظتی می‌باشد.

یادآوری ۲- مدارهای PELV و یا قسمت‌های رسانای در دسترس تجهیزات تغذیه شده توسط مدارهای PELV می‌تواند زمین شوند.

[منبع: برگرفته از زیربند ۸۲۶-۱۲-۳۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵، تغییرات: منبع استاندارد ملی ایران شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷ به تعریف اضافه شده است. یادآوری ۲ اضافه شده است.]

۱۲-۷-۳

سیستم SELV

SELV system

سیستم الکتریکی که ولتاژ آن تحت شرایط زیر از مقادیر ارائه شده در بند ۴۱۴ استاندارد ملی ایران شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷ بیشتر نخواهد بود:

- تحت شرایط عادی؛ و

- تحت شرایط تک خطا شامل نقص اتصال زمین در دیگر مدارهای الکتریکی.

یادآوری ۱- SELV، اختصار برای ولتاژ خیلی ضعیف ایمن می‌باشد.

یادآوری ۲- مدارهای SELV دارای عایق‌بندی پایه بین قطعات برق‌دار و زمین هستند.

[منبع: برگرفته از زیربند ۸۲۶-۱۲-۳۱ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵، تغییرات: منبع استاندارد ملی ایران ۴۱-۴-۱۹۳۷ به تعریف اضافه شده است. یادآوری ۲ اضافه شده است.]

۱۳-۷-۳

شخص ماهر (از نظر الکتریکی)

(electrically) skilled person

شخصی با تحصیلات و تجارب مرتبط که می‌تواند به خطرات توجه کرده و از خطراتی که برق می‌تواند به وجود آورد اجتناب نماید.

[منبع: برگرفته از زیربند ۸۲۶-۱۸-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵]

۱۴-۷-۳

شخص شایسته

competent person

شخصی که می‌تواند کار محوله را کارشناسی کرده و خطرات احتمالی را بر اساس آموزش حرفه‌ای، تجربه و دانش تجهیزات مرتبط تشخیص دهد.

یادآوری- چندین سال تمرین در زمینه فنی مرتبط ممکن است در ارزیابی آموزش حرفه‌ای مورد توجه قرار گیرد.

[منبع: برگرفته از زیربند 10-11-851 استاندارد IEC 60050-851:2008]

۱۵-۷-۳

شخص آموزش دیده

instructed person

شخصی که به اندازه کافی توسط یک شخص ماهر آگاه شده یا تحت نظارت قرار گرفته است تا قادر باشد ضمن توجه به خطرهای موجود، از خطراتی که برق می تواند به وجود آورد اجتناب کند.

[منبع: برگرفته از زیربند ۸۲۶-۱۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵، تغییرات: «الکتریکی» از عبارت اصلی حذف شده است.]

۱۶-۷-۳

شخص عادی

ordinary person

شخصی که نه ماهر و نه آموزش دیده است.

[منبع: برگرفته از زیربند ۸۲۶-۱۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵]

۱۷-۷-۳

شخص مسئول

authorized person

شخصی ماهر یا آموزش دیده است که برای انجام کار معینی توانمند شده است.

۱۸-۷-۳

هادی نقطه میانی

M

mid- point conductor

هادی که به طور الکتریکی به نقطه میانی متصل است و قادر به انتقال انرژی الکتریکی می باشد.

یادآوری - اصطلاح هادی نقطه میانی اغلب مرتبط با کاربردهای D.C می باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند 14-02-195 استاندارد IEC 60050-195:1998، تغییرات: در تعریف، عبارت «مشارکت در توزیع» با «انتقال» جایگزین شده است. یادآوری اضافه شده است.]

۱۹-۷-۳

هادی PEM

PEM conductor

هادی که وظایف هر دو هادی حفاظتی زمین و هادی نقطه میانی را با هم انجام می دهد.

۲۰-۷-۳

هادی PEL

PEL conductor

هادی که وظایف هر دو هادی حفاظتی زمین و هادی خط را با هم انجام می‌دهد.

[منبع: برگرفته از زیربند 14-02-195 استاندارد IEC 60050-195:1998]

۳-۷-۲۱

عایق‌بندی تکمیلی

supplementary insulation

عایق‌بندی مستقل که علاوه بر عایق‌بندی پایه، برای حفاظت در حالت خطا به کار می‌رود.

[منبع: برگرفته از زیربند ۱۲-۱۵-۸۲۶ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵]

۳-۷-۲۲

عایق‌بندی مضاعف

double insulation

عایق‌بندی که شامل هر دو عایق‌بندی پایه و عایق‌بندی تکمیلی می‌باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند ۱۲-۱۶-۸۲۶ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵]

۳-۷-۲۳

عایق‌بندی تقویت‌شده

reinforced insulation

عایق‌بندی قسمت‌های برق‌دار خطرناک که درجه حفاظتی در برابر شوک‌الکتریکی را معادل با عایق‌بندی مضاعف فراهم می‌کند.

یادآوری ۱- عایق‌بندی تقویت‌شده ممکن است شامل چندین لایه باشد که نمی‌تواند به تنهایی به صورت عایق‌بندی پایه یا عایق‌بندی تکمیلی مورد آزمون قرار گیرد.

یادآوری ۲- عایق‌بندی تقویت‌شده با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ مطابقت دارد.

[منبع: برگرفته از زیربند ۱۲-۱۷-۸۲۶ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵، تغییرات: یادآوری ۲ جدید می‌باشد.]

۳-۷-۲۴

تابلو طبقه I

class I assembly

تابلویی که حداقل دارای پیش‌بینی برای حفاظت پایه و اتصال به یک هادی حفاظتی برای حفاظت در برابر خطا می‌باشد.

یادآوری ۱- برای جزئیات بیشتر به زیربند 3-7 استاندارد IEC 61140:2016 مراجعه شود .

یادآوری ۲- یک تابلو طبقه I می‌تواند دارای یک پوشش عایق‌شده برای حفاظت پایه و یک هادی حفاظتی برای تسهیل حفاظت در حالت خطا برای مدارهای خارجی تغذیه شده از تابلو طبقه I باشد.

۳-۷-۲۵

تابلو طبقه II

class II assembly

تابلویی که در آن:

- عایق‌بندی پایه به عنوان پیش‌بینی برای حفاظت پایه، و
 - عایق‌بندی تکمیلی به عنوان پیش‌بینی برای حفاظت در برابر خطا، ارائه می‌شود،
 - یا در آن؛
 - حفاظت پایه و حفاظت در برابر خطا توسط عایق‌بندی تقویت‌شده، ارائه می‌شود.
- یادآوری - به زیربند 4-7 از استاندارد IEC 61140:2016 مراجعه شود.

۳-۸ مشخصه‌ها

۳-۸-۱

مقدار نامی

nominal value

مقدار یک کمیت که برای مشخص کردن یا شناسایی یک جزء، وسیله، تجهیزات یا سیستم استفاده می‌شود.

یادآوری - مقدار نامی معمولاً یک مقدار گرد شده است.

[منبع: برگرفته از زیربند 151-16-09 استاندارد IEC 60050-151:2001]

۳-۸-۲

مقدار حدی

limiting value

بزرگترین یا کوچکترین مقدار قابل پذیرش یک کمیت در مشخصات فنی یک جزء، وسیله، تجهیزات یا سیستم

[منبع: برگرفته از زیربند 151-16-10 استاندارد IEC 60050-151:2001]

۳-۸-۳

مقدار اسمی

rated value

مقدار یک کمیت که به منظور تعیین مشخصات، برای مجموعه مشخص شده‌ای از شرایط عملکردی یک جزء، وسیله، تجهیزات یا سیستم استفاده می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 151-16-08 استاندارد IEC 60050-151:2001]

۴-۸-۳

مشخصه‌های اسمی

ratings

مجموعه مقادیر اسمی و شرایط عملکردی می‌باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند 11-16-151 استاندارد IEC 60050-151:2001]

۵-۸-۳

ولتاژ نامی

nominal voltage

مقدار تقریبی ولتاژ که برای مشخص کردن یا شناسایی یک سیستم الکتریکی استفاده می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 21-01-601 استاندارد IEC 60050-601:1985، تغییرات: حذف «سیستم» از عبارت و اضافه‌شدن «الکتریکی» به تعریف]

۶-۸-۳

جریان اتصال کوتاه

I_c

short- circuit current

اضافه‌جریان ناشی از اتصال کوتاه در نتیجه یک خطا یا اتصال نادرست در یک مدار الکتریکی می‌باشد.

[منبع: برگرفته از زیربند 07-11-441 استاندارد IEC 60050-441:2000]

۷-۸-۳

جریان اتصال کوتاه محتمل

I_{cp}

preospective short-circuit current

جریانی که در صورت اتصال کوتاه شدن هادی‌های تغذیه مدار توسط یک هادی با امپدانس ناچیز که تا حد امکان نزدیک ترمینال‌های تغذیه تابلو قرار دارد، از مدار عبور می‌کند.

یادآوری - برای کاربردهای AC و DC جریان به ترتیب مقدار موثر و مقدار میانگین در شرایط پایدار می‌باشد.

۸-۸-۳

جریان قطع

جریان عبوری

I_{lt}

cut -off current

let-through current

بیشینه مقدار جریان لحظه‌ای که در حین عمل قطع وسیله قطع و وصل یا فیوز ایجاد می‌شود..

یادآوری- این مفهوم هنگامی که وسیله قطع و وصل یا فیوز به گونه‌ای عمل کند که جریان مدار به مقدار جریان قله‌ای محتمل نرسد، دارای اهمیت خاصی است.

[منبع: برگرفته از زیربند 12-17-441 استاندارد IEC 60050-441:2000]

۳-۸-۹ ولتاژهای اسمی

۳-۸-۹-۱

ولتاژ اسمی
 U_n

rated voltage

بیشینه ولتاژ نامی یک سیستم الکتریکی که توسط سازنده تابلو تعیین می‌شود و مدارهای اصلی تابلو برای اتصال به آن طراحی شده‌اند.

یادآوری ۱- در مدارهای چند فاز، این مقدار ولتاژ بین خطوط است.

یادآوری ۲- ولتاژهای گذرا لحاظ نمی‌شوند.

یادآوری ۳- مقدار ولتاژ تغذیه ممکن است به علت رواداری‌های مجاز سیستم، از ولتاژ اسمی بیشتر باشد.

یادآوری ۴- برای کاربردهای DC و AC، ولتاژ به ترتیب مقادیر موثر و مقدار میانگین می‌باشد.

۳-۸-۹-۲

ولتاژ بهره‌برداری اسمی
 U_e

rated operational voltage

مقدار ولتاژی (مقدار موثر برای حالت AC و مقدار میانگین برای حالت DC) که توسط سازنده برای تابلو یا یک مدار از تابلو تعیین می‌شود و همراه با جریان اسمی، موارد استفاده از تابلو را مشخص می‌کند.

یادآوری- در مدارهای چند فاز، ولتاژ بهره‌برداری اسمی ولتاژ بین خطوط است.

۳-۸-۹-۳

ولتاژ عایق‌بندی اسمی
 U_i

rated insulation voltage

مقدار ولتاژ قابل تحمل موثری است که توسط سازنده تابلو برای تابلو یا یک مدار از تابلو تعیین می‌شود و بر اساس آن قابلیت تحمل (بلندمدت) عایق‌بندی مشخص می‌شود.

یادآوری ۱- در مدارهای چند فاز، ولتاژ عایق‌بندی اسمی ولتاژ بین خطوط است.

یادآوری ۲- ولتاژ عایق‌بندی اسمی، لزوماً با ولتاژ بهره‌برداری اسمی تجهیزات که اصولاً مربوط به عملکرد می‌باشد برابر نیست.

[منبع: برگرفته از زیربند ۳-۹-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵، تغییرات: نماد U_i اضافه شده است. در تعاریف «سازنده تابلو» جایگزین «سازنده» شده است و «تابلو یا به یک مدار از تابلو» جایگزین «تجهیزات یا قسمتی از آن» شده است. یادآوری ۱ اضافه شده است.]

۴-۹-۸-۳

ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی

U_{imp}

rated impulse withstand voltage

مقدار ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای که توسط سازنده تابلو برای تابلو یا یک مدار از تابلو تعیین می‌شود و بر اساس آن قابلیت تحمل مشخصی از عایق‌بندی در برابر اضافه‌ولتاژهای گذرا مشخص می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند ۳-۹-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵، تغییرات: «قابل تحمل» به اصطلاح اضافه شده است و نماد U_{imp} اضافه شده است. در تعریف، «به تجهیزات یا قسمتی از آن» با «برای تابلو یا یک مدار از تابلو» جایگزین شده است.]

۱۰-۸-۳ مشخصه‌های اسمی جریان

۱-۱۰-۸-۳

جریان اسمی

rated current

مقدار جریان بدون وقفه که توسط سازنده تابلو تعیین می‌شود و می‌تواند بدون اینکه دمای قسمت‌های مختلف تابلو طبق شرایط مشخص شده‌ای از مقادیر مقرر بیشتر شود، عبور کند.

یادآوری ۱- برای جریان اسمی تابلو (I_{nA}) به زیربندهای ۳-۱۰-۷ و ۳-۵-۱ و برای جریان اسمی مدار اصلی (I_{nc}) به زیربندهای ۳-۱۰-۵ و ۳-۵-۲ و برای جریان اسمی گروهی مدار اصلی (I_{ng}) به زیربندهای ۳-۱۰-۶ و ۳-۵-۳ مراجعه شود.

یادآوری ۲- در حالت عادی، هنگام تعیین جریان اسمی یک مدار، الزامی به محاسبه جریان‌های هجومی موتورها و ترانسفورماتورها نیست.

۲-۱۰-۸-۳

جریان قابل تحمل قله‌ای اسمی

I_{pk}

rated peak withstand current

مقدار قله جریان اتصال کوتاه که توسط سازنده تابلو تعیین می‌شود و می‌تواند در شرایط تعیین شده تحمل شود.

۳-۱۰-۸-۳

جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی

I_{cw}

rated short-time withstand current

مقدار موثر جریان کوتاه مدت در حالت AC یا مقدار میانگین آن در حالت DC که توسط سازنده تعیین می شود و می تواند در شرایط تعیین شده تحمل شود و بر حسب جریان و زمان بیان شود.

یادآوری - جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی با خطای قوس داخلی که در استاندارد IEC TR61641 ارائه شده، یکسان نیست.

۴-۱۰-۸-۳

جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی

I_{cc}

rated conditional short-circuit current

مقدار جریان اتصال کوتاه احتمالی است که توسط سازنده تابلو تعیین می شود و در تمام زمان عملکرد (زمان خالص) وسیله حفاظت اتصال کوتاه (SCPD) تحت شرایط تعیین شده، قابل تحمل می باشد.

۵-۱۰-۸-۳

جریان اسمی مدار اصلی

I_{nc}

rated current of main circuit

جریان اسمی که می تواند از یک مدار اصلی عبور کند در هنگامی که این مدار تنها مدار اصلی موجود در یک بخش از تابلو است که جریان را عبور می دهد.

یادآوری ۱- جریان اسمی مدار اصلی می تواند کمتر از جریان اسمی وسایل نصب شده در مدار اصلی باشد که مطابق با استانداردهای وسایل مرتبط است.

یادآوری ۲- به دلیل عوامل پیچیده تعیین کننده جریان های اسمی، ارائه مقادیر استاندارد ممکن نیست.

یادآوری ۳- یک تابلو می تواند تنها شامل یک بخش باشد.

۶-۱۰-۸-۳

جریان اسمی گروهی مدار اصلی

I_{ng}

group rated current of a main circuit

جریان اسمی که می تواند از یک مدار اصلی با توجه به تاثیرات حرارتی متقابل مدارهای دیگر که به طور همزمان در یک بخش از تابلو بارگذاری شده اند، عبور کند.

یادآوری ۱- در برخی از طراحی های تابلو I_{ng} می تواند معادل با I_{nc} باشد.

یادآوری ۲- یک تابلو تنها می تواند شامل یک بخش باشد.

۷-۱۰-۸-۳

جریان اسمی تابلو

I_{nA}

rated current of an assembly

جریان اسمی که بدون افزایش دمای سایر قسمت‌ها از حدود مشخص شده، می‌تواند توسط یک تابلو توزیع شود.

یادآوری - جریان اسمی تابلو نباید در صورت افزایش مدارها در آینده، افزایش یابد.

۸-۱۰-۸-۳

جریان طراحی (یک مدار الکتریکی)

I_B

design current (of an electric circuit)

جریان الکتریکی که به منظور انتقال توسط یک مدار الکتریکی در حالت عادی در نظر گرفته شده است.

یادآوری - I_B معمولاً توسط کاربر ارائه می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند ۸۲۶-۱۱-۱۰ استاندارد ملی ایران شماره ۸۲۶-۱۰۴۲۵، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۱۱-۸-۳

ضریب هم‌زمانی اسمی

RDF

rated diversity factor

مقداری که از تقسیم جریان اسمی گروهی یک مدار اصلی خروجی (I_{ng}) بر جریان اسمی همان مدار اصلی خروجی (I_{nc}) به دست می‌آید که در آن I_{ng} و I_{nc} از آزمون به دست آمده‌اند.

یادآوری ۱- RDF، مقدار واحد جریان I_{nc} است که بر اساس آن دو یا تعداد بیشتری از مدارهای خروجی در یک بخش از تابلو می‌توانند با در نظر گرفتن تاثیر حرارتی متقابل به صورت ممتد و هم‌زمان بارگذاری شود.

یادآوری ۲- برای گروهی از مدارها که به صورت ممتد و هم‌زمان بارگذاری می‌شوند، حاصل ضرب جریان اسمی مدار I_{nc} و ضریب هم‌زمانی اسمی RDF معمولاً از جریان طراحی (I_B) مدار که معمولاً توسط کاربر ارائه می‌شود، کمتر نخواهد بود. یعنی:

$$I_{nc} \times \text{RDF} \geq I_B$$

۱۲-۸-۳

فرکانس اسمی

f_n

rated frequency

مقدار فرکانسی که توسط سازنده تابلو تعیین می‌شود و مدار برای آن طراحی شده و شرایط عملکردی به آن ارجاع داده می‌شود.

یادآوری- ممکن است یک مقدار یا گستره‌ای از فرکانس‌های اسمی به یک مدار اختصاص داده شود یا این که یک مدار هم برای حالت AC و هم DC باشد.

۳-۸-۱۳

سازگاری الکترومغناطیسی EMC

electromagnetic compatibility

توانایی یک تجهیز یا سیستم برای عملکرد رضایت‌بخش در یک محیط الکترومغناطیسی بدون ایجاد اختلالات الکترومغناطیسی غیرقابل تحمل در هر چیزی در آن محیط است.

یادآوری- برای تعاریف و اصطلاحات مربوط به EMC به پیوست د مراجعه شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 161-01-07 استاندارد IEC 60050-161:2018، تغییرات: یادآوری اضافه شده است.]

۳-۹ تصدیق

۳-۹-۱

تصدیق طراحی

design verification

تصدیق بر روی یک نمونه از تابلو یا قسمت‌هایی از تابلو انجام می‌گیرد تا نشان دهد که طراحی آن، الزامات مربوط به استاندارد مرتبط را برآورده کرده است.

یادآوری- تصدیق طراحی ممکن است شامل یک یا چند روش معادل باشد. به زیربندهای ۳-۹-۱-۱، ۳-۹-۱-۲ و ۳-۹-۳ مراجعه شود.

۳-۹-۱-۱

آزمون تصدیق

verification test

آزمون بر روی یک نمونه از تابلو یا بر روی قسمت‌های از تابلو انجام می‌گیرد تا تصدیق شود که طراحی، الزامات استاندارد تابلو را برآورده می‌کند.

یادآوری- آزمون‌های تصدیق معادل با آزمون‌های نوعی در سری استانداردهای ملی ایران شماره ۱۹۲۸ می‌باشند.

۳-۹-۱-۲

مقایسه تصدیق

verification comparison

مقایسه ساختاری یک طراحی پیشنهاد شده برای تابلو یا قسمت‌هایی از تابلو با یک طراحی مرجع که توسط آزمون تصدیق شده است.

۳-۱-۹-۳

ارزیابی تصدیق

verification assessment

تصدیق طراحی با استفاده از قواعد یا محاسبات طراحی کامل که در مورد یک تابلو یا قسمت‌هایی از تابلو انجام می‌شود تا نشان دهد که طراحی، الزامات استاندارد تابلو را برآورده می‌کند.

۴-۱-۹-۳

طرح مرجع

reference design

طراحی یک تابلو یا قسمتی از آن که توسط آزمون تصدیق شده است.

۲-۹-۳

تصدیق تک به تک

routine verification

تصدیق هر تابلو که در حین و/ یا پس از ساخت انجام می‌شود تا انطباق تابلو با الزامات استاندارد تایید شود.

۳-۹-۳

بازرسی

inspection

اقدامی شامل بررسی دقیق از جمله بررسی چشمی، در جایی که شرایط آشکار است، مواردی که بدون پیاده‌سازی یا پیاده‌سازی جزئی مورد نیاز به منظور دستیابی به نتیجه قابل‌اعتماد برای شرایط آن مورد که با اندازه‌گیری تکمیل می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 462-14-02 استاندارد IEC 60050-426:2008، تغییرات: تعریف اصلاح شده است.]

۱۰-۳ سازنده

۱-۱۰-۳

سازنده اولیه

original manufacturer

سازمانی که طراحی اولیه را انجام داده و تصدیق مربوط به تابلو را مطابق با استاندارد تابلو انجام داده است.

۲-۱۰-۳

سازنده تابلو

assembly manufacturer

سازمانی که مسئولیت تابلو کامل‌شده را به عهده دارد.
یادآوری - سازنده تابلو ممکن است همان سازنده اولیه یا سازمانی به غیر از آن باشد.

user

شخصی که تابلو را مشخص کرده، می‌خرد، استفاده می‌کند و/یا به کار می‌اندازد یا کسی که از طرف وی این کار را انجام می‌دهد.

۴ نمادها و اختصارات

فهرست الفبایی اصطلاحات همراه با نمادها و اختصارات و نیز شماره زیربند که اولین بار در آن به کار رفته‌اند، به شرح زیر است:

نماد / اختصار	اصطلاحات	زیربند
CTI	شاخص مقایسه‌ای ایجاد مسیر جریان خزشی	۱۶-۶-۳
EMC	سازگاری الکترومغناطیسی	۱۳-۸-۳
f_n	فرکانس اسمی	۱۲-۸-۳
I_c	جریان اتصال کوتاه	۶-۸-۳
I_{cc}	جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی یک تابلو یا یک مدار از تابلو	۴-۱۰-۸-۳
I_{lt}	جریان قطع و بیشینه جریان عبوری	۸-۸-۳
I_{cp}	جریان اتصال کوتاه محتمل	۷-۸-۳
I_{cw}	جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی	۳-۱۰-۸-۳
I_B	جریان طراحی (یک مدار الکتریکی)	۸-۱۰-۸-۳
I_{nA}	جریان اسمی یک تابلو	۷-۱۰-۸-۳
I_{nc}	جریان اسمی یک مدار اصلی	۵-۱۰-۸-۳
I_{ng}	جریان اسمی گروهی یک مدار اصلی	۶-۱۰-۸-۳
I_{pk}	جریان قابل تحمل قله‌ای اسمی	۲-۱۰-۸-۳
L	هادی خط	۱۴-۱-۳
M	هادی نقطه میانی	۱۸-۷-۳
N	هادی خنثی	۵-۷-۳
PE	هادی حفاظتی	۴-۷-۳
PEL	هادی PEL	۲۰-۷-۳
PEM	هادی PEM	۱۹-۷-۳
PELV	ولتاژ خیلی ضعیف حفاظتی	۱۱-۷-۳
PEN	هادی PEN	۶-۷-۳
RDF	ضریب هم‌زمانی اسمی	۱۱-۸-۳
SCPD	وسیله حفاظتی اتصال کوتاه	۱۱-۱-۳
SELV	ولتاژ خیلی ضعیف ایمن	۱۲-۷-۳
SPD	وسیله حفاظتی در برابر ضربه	۱۲-۶-۳

نماد / اختصار	اصطلاحات	زیربند
U_e	ولتاژ بهره‌برداری اسمی	۲-۹-۸-۳
U_i	ولتاژ عایق‌بندی اسمی	۳-۹-۸-۳
U_{imp}	ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی	۴-۹-۸-۳
U_n	ولتاژ اسمی	۱-۹-۸-۳

۵ مشخصه‌های مرتبط

۱-۵ کلیات

مشخصه‌های تابلو باید با مشخصه‌های اسمی مدارهای متصل به آن و با شرایط نصب سازگار باشد و باید توسط سازنده تابلو با استفاده از معیارهای تعیین شده در زیربندهای ۲-۵ تا ۶-۵ مشخص شوند.

۲-۵ ولتاژهای اسمی

۱-۲-۵ ولتاژ اسمی (U_n) (یک تابلو)

ولتاژ اسمی باید حداقل با ولتاژ نامی سیستم الکتریکی برابر باشد.

یادآوری- برای جزئیات بیشتر ولتاژ نامی سیستم به استاندارد IEC 60038 مراجعه شود.

۲-۲-۵ ولتاژ بهره‌برداری اسمی (U_e) (در مورد مداری از تابلو)

ولتاژ بهره‌برداری اسمی هر مدار نباید از ولتاژ نامی سیستم الکتریکی که به آن متصل می‌شود کمتر باشد. اگر ولتاژ نامی ارائه‌شده مربوط به سیستم سه‌فاز باشد، ولتاژ بهره‌برداری اسمی مدارهای تک‌فاز نباید کمتر از ولتاژ نامی تقسیم بر $\sqrt{3}$ باشد.

در صورتی که مقدار این ولتاژ با ولتاژ اسمی تابلو متفاوت باشد، ولتاژ بهره‌برداری اسمی مناسبی باید تعیین شود.

۳-۲-۵ ولتاژ عایق‌بندی اسمی (U_i) (در مورد مداری از تابلو)

ولتاژ عایق‌بندی اسمی یک مدار از یک تابلو، برابر مقدار ولتاژی است که بر اساس آن ولتاژ دی‌الکتریکی و فواصل خزشی تعیین می‌شود.

ولتاژ عایق‌بندی اسمی یک مدار باید برابر یا بزرگتر از مقادیر تعیین شده برای ولتاژ اسمی U_n و ولتاژ بهره‌برداری اسمی U_e برای همان مدار باشد.

برای مدارهای تک فاز که از سیستم‌های IT منشعب می‌شوند (به استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷ مراجعه شود)، ولتاژ عایق‌بندی اسمی باید حداقل برابر با ولتاژ بین هادی‌های خط منبع تغذیه باشد.

۵-۲-۴ ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی (U_{imp}) (در مورد یک تابلو)

ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی یک تابلو، برابر مقدار ولتاژی است که فواصل هوایی و عایق‌بندی جامد در برابر اضافه‌ولتاژهای گذرا تحمل می‌کند.

ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی باید برابر یا بزرگتر از مقادیر تعیین شده برای اضافه‌ولتاژهای گذرای باشد که در سیستم‌های الکتریکی که مدار برای اتصال به آن طراحی شده، ایجاد می‌شوند. مقادیر ترجیحی ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی در جدول چ-۱ داده شده است.

۵-۳ جریان‌های اسمی

۵-۳-۱ جریان اسمی تابلو (I_{nA})

جریان اسمی یک تابلو کمتر از مقادیر به شرح زیر است:

- جریان کل اسمی گروهی I_{ng} مدارهای ورودی که می‌تواند جریان اسمی گروهی تک مدار ورودی یا مجموع جریان‌های اسمی گروهی مدارهای ورودی که به صورت موازی و هم‌زمان درون یک تابلو عبور می‌کنند، باشد؛

- جریان کل شینه اصلی که در یک آرایش خاص از تابلو توزیع می‌شود.

این جریان باید بدون افزایش دمای هر یک از قسمت‌های از حدود مشخص شده در زیربند ۹-۲، از تابلو عبور کند.

یادآوری ۱- جریان اسمی گروهی یک مدار ورودی می‌تواند از جریان اسمی وسیله ورودی (مطابق با استاندارد وسیله) نصب شده در تابلو کمتر باشد.

یادآوری ۲- شینه اصلی در این مبحث عبارت است از یک شینه واحد یا ترکیبی از شینه‌های واحد که معمولاً توسط کوپل‌کننده^۱ شینه به هم متصل هستند و باهم کار می‌کنند.

۵-۳-۲ جریان اسمی یک مدار خروجی اصلی (I_{nc})

جریان اسمی یک مدار خروجی اصلی، جریانی است که توسط مدار خروجی عبور داده می‌شود در حالی که از تمام دیگر مدارهای خروجی اصلی در همان بخش از تابلو جریانی عبور نمی‌کند (به زیربند ۱۰-۱۰ مراجعه شود) این جریان باید بدون افزایش دمای قسمت‌های مختلف تابلو از حدود مشخص شده در زیربند ۹-۲ عبور کند.

اگر جریان اسمی گروهی I_{ng} مدار اعلام شده باشد، اعلام جریان اسمی یک مدار I_{nc} اختیاری خواهد بود. اگر I_{nc} تعیین شده باشد، حداکثر جریان بار پیوسته قابل‌پذیرش در یک مدار در یک بخش کم‌بار می‌تواند ارزیابی شود و بار مجاز روی مدار می‌تواند از I_{ng} بیشتر شود اما هرگز از مقدار I_{nc} نباید بیشتر شود.

یادآوری - I_{ng} بیانگر حداکثر جریان بار پیوسته قابل پذیرش در یک بخش با بار کامل است.

۳-۳-۵ جریان اسمی گروهی یک مدار اصلی (I_{ng})

جریان اسمی گروهی یک مدار اصلی، جریانی است که توسط این مدار در هنگامی که به صورت پیوسته و همزمان همراه با حداقل یک مدار دیگر در همان تابلو یا بخشی با آرایش ویژه که توسط سازنده اولیه تعریف شده، بارگذاری شده و از آن عبور می‌کند. این جریان باید بدون افزایش دمای قسمت‌های مختلف تابلو از حدود مشخص شده در زیربند ۲-۹ عبور کند.

یادآوری ۱ - اگر ضریب همزمانی اسمی برای طراحی تابلو مطابق با ویرایش‌های قبلی از سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ باشد، جریان I_{ng} می‌تواند با $I_{nc} \times RDF$ محاسبه شود.

اگر I_{ng} اعلام شده باشد، سازنده اصلی باید آرایش‌های خاصی که جریان مجاز گروهی را بر حسب موارد زیر پوشش می‌دهد، بیان کند:

- نوع، مقدار و حداکثر تعداد مدارها/ واحدهای کارکردی که مجاز به نصب در یک تابلو یا بخش هستند،
- آرایش واحدهای کارکردی درون بخشها یا تابلوها.

یادآوری ۲- برای یک واحد کارکردی با I_{ng} مشخص، آرایش خاص تابلو یا بخشی از تابلو می‌تواند به عنوان اتلاف توان بیان شود.

یادآوری ۳- در اغلب موارد، نوع یکسانی از بخش ارائه شده توسط سازنده اولیه می‌تواند با تعداد و انواع مختلف از مدارها (واحدهای کارکردی)، متناسب با نیاز مشتریان خاص، تجهیز شود. معمولاً تمام مدارهای نصب شده در یک بخش، نیاز به عبور جریان‌های اسمی ممتد و همزمان ندارند. بنابراین آرایش ویژه تعریف شده توسط سازنده اولیه، مشخص می‌نماید که کدام موقعیت با مقدار I_{ng} اعلام شده، پوشش داده می‌شود.

جریان اسمی گروهی مدارهای اصلی که به صورت پیوسته و همزمان بارگذاری شده‌اند، باید برابر یا بزرگتر از بار فرض شده در مدارهای خروجی باشد (برابر با جریان طراحی I_B مطابق با استاندارد IEC 60364-1).

بار فرض شده در مدارهای خروجی باید توسط استاندارد مربوط به تابلو تعیین شود.

یادآوری ۴- بار فرض شده مدارهای خروجی می‌تواند یک جریان پیوسته پایدار یا معادل حرارتی جریان‌های متغیر باشد (به پیوست خ مراجعه شود)

I_{ng} توسط آزمون مطابق با زیربندهای ۱۰-۲-۳-۵ یا ۱۰-۲-۳-۶ یا ۱۰-۲-۳-۷ یا محاسبه مطابق با زیربند ۱۰-۱-۴ به دست می‌آید. برای محاسبه RDF با استفاده از روش‌های زیربندهای ۱۰-۲-۳-۶ یا ۱۰-۲-۳-۷، مقادیر I_{ng} مورد نیاز می‌باشد.

یک راه جایگزین برای اعلام I_{ng} برای هر نوع از مدار اصلی، اعلام I_{nc} برای هر نوع از مدار اصلی و همچنین اعلام RDF مناسب می‌باشد.

۵-۳-۴ جریان قله‌ای قابل تحمل اسمی (I_{pk})

جریان قله‌ای قابل تحمل اسمی باید برابر یا بیشتر از مقادیر تعیین شده برای مقدار قله جریان اتصال کوتاه محتمل سیستم (های) تغذیه باشد که مدار (ها) برای اتصال به آن طراحی شده‌اند (به زیربند ۳-۳-۹ مراجعه شود).

۵-۳-۵ جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی (I_{cw}) (در مدار اصلی از یک تابلو)

جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی یک مدار اصلی از تابلو باید برابر یا بیشتر از مقدار جریان کوتاه مدت محتمل (I_{cp}) در هر نقطه‌ای از اتصال به تغذیه باشد (به زیربند ۳-۱۰-۸-۳ مراجعه شود).

مقادیر متفاوت I_{cw} برای مدت زمان‌های متفاوت (برای مثال ۰٫۲ s، ۱ s، ۳ s) ممکن است به یک تابلو اختصاص داده شود. بیشترین مدت زمان به طور معمول از یک ثانیه بیشتر نمی‌شود.

مقدار جریان مذکور در حالت AC، برابر مقدار موثر اجزا AC می‌باشد. مقدار جریان در حالت DC، برابر با مقدار متوسط ریاضی می‌باشد.

۵-۳-۶ جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی (I_{cc}) (در مورد یک تابلو یا یک مدار از تابلو)

جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی یک تابلو یا مداری از یک تابلو که توسط سازنده تابلو اعلام می‌شود، حداکثر جریان اتصال کوتاهی است که آن مدار در هنگام حفاظت توسط یک SCPD تعیین شده توسط سازنده، می‌تواند به طور رضایت بخش در زمان عملکرد وسیله تحت شرایط انجام آزمون در زیربند ۱۰-۱۱ تحمل نماید.

جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی یک تابلو یا یک مدار از تابلو باید برابر یا بیشتر از مقدار جریان اتصال کوتاه محتمل (I_{cp}) برای مدت زمان محدودی باشد که تابلو یا مدار توسط عملکرد وسیله حفاظتی اتصال کوتاه محافظت می‌شود. سازنده تابلو باید قدرت، مشخصه‌های محدود کننده جریان، $I_{lt}^2 t$ مربوط به وسیله حفاظت اتصال کوتاه مشخص شده را با در نظر گرفتن داده‌های ارائه شده توسط سازنده وسیله تعیین کند.

۵-۴ ضریب هم‌زمانی اسمی (RDF)

به عنوان یک گزینه برای بیان جریان‌های اسمی گروهی I_{ng} هر مدار خروجی اصلی، ظرفیت عبور جریان تحت شرایط عملکرد هم‌زمان می‌تواند به عنوان جریان‌های اسمی I_{nc} و ضریب هم‌زمانی اسمی بیان شود.

ضریب هم‌زمانی اسمی عبارت است از مقدار جریان I_{nc} که توسط سازنده تعیین می‌شود و بر اساس آن مدارهای خروجی می‌توانند با در نظر گرفتن تاثیرات حرارتی متقابل به صورت پیوسته و هم‌زمان در همان بخش از تابلو و با آرایش خاصی که توسط سازنده اولیه تعریف شده، بارگذاری شوند. برای جزئیات بیشتر در آرایش‌های خاص به زیربند ۵-۳-۳ مراجعه شود.

یادآوری ۱- اطلاعات بیشتر در خصوص RDF در پیوست ۱ آمده است.

حاصل ضرب ضریب همزمانی اسمی و جریان اسمی I_{nc} مدارها باید برابر یا بیشتر از بار فرض شده مدارهای خروجی باشد در جایی که بار فرض شده برابر با جریان طراحی I_B برای مدارهای بارگذاری شده به صورت پیوسته و همزمان می باشد. اگر جریان طراحی I_B ارائه شده باشد، آنگاه بارگذاری فرض شده مدارهای خروجی باید مطابق با مقادیر ارائه شده در استاندارد مربوط تابلو در سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ و در توافق با سازنده و کاربر باشد.

یادآوری ۲- بارگذاری فرض شده برای مدارهای خروجی می تواند جریان پیوسته پایدار یا معادل حرارتی جریان های متغیر باشد (به پیوست خ مراجعه شود)

۵-۵ فرکانس اسمی (f_n)

فرکانس اسمی یک مدار مقدار فرکانسی است که شرایط کار تابلو به آن مربوط می شود. در صورتی که مدارهای یک تابلو برای مقادیر مختلفی از فرکانس طراحی شده باشد، فرکانس اسمی هر مدار باید ارائه شود. مقدار فرکانس باید در حدود تعیین شده در استانداردهای IEC مرتبط برای قطعات تابلو باشد، جز در مواردی که بوسیله سازنده تابلو مقادیر دیگری اعلام شده باشد، حدود تغییرات فرکانس $\% 98$ و $\% 102$ فرکانس اسمی در نظر گرفته می شود.

۵-۶ سایر مشخصه ها

مشخصه های زیر باید تعیین شود:

الف- الزامات تکمیلی با توجه به استفاده واحد کارکردی (برای مثال: نوع هماهنگی، مشخصه های اضافه بار)؛

ب- درجه آلودگی محیط اطراف (به زیربند ۳-۶-۱۰-۲ مراجعه شود)؛

پ- نوع سیستم اتصال زمینی که تابلو برای آن طراحی شده است؛

ت- نصب در فضای بسته و/یا در فضای باز (به زیربندهای ۳-۵-۱ و ۳-۵-۲ مراجعه شود)؛

ث- نصب ثابت یا قابل انتقال (به زیربندهای ۳-۵-۳ و ۳-۵-۴ مراجعه شود)؛

ج- درجه حفاظت در برابر تماس با قسمت های برق دار خطرناک، ورود اجسام خارجی جامد و آب، کد IP (به زیربند ۸-۲-۲ مراجعه شود)؛

چ- در نظر گرفته شده برای استفاده توسط اشخاص عادی یا مسئول (به زیربندهای ۳-۷-۱۶ و ۳-۷-۱۷ مراجعه شود)؛

ح- سازگاری الکترومغناطیسی EMC (به پیوست د مراجعه شود)؛

خ- شرایط کاری خاص، در صورت کاربرد (به زیربند ۷-۲ مراجعه شود)؛

د- طراحی بیرونی (به زیربند ۳-۳ مراجعه شود)؛

- ذ- درجه حفاظت در برابر ضربه مکانیکی، کد Ik، در صورت کاربرد (به زیربند ۸-۲-۱ مراجعه شود)؛
- ر- نوع ساختمان- با قسمت‌های جداشدنی یا ثابت شده (به زیربند ۸-۵-۱ و ۸-۵-۲ مراجعه شود)؛
- ز- نوع وسیله (وسایل) حفاظت اتصال کوتاه (به زیربند ۹-۳-۲ مراجعه شود)؛
- ژ- اقدامات حفاظتی در برابر شوک الکتریکی؛
- س- ابعاد کلی (شامل برآمدگی‌ها، برای مثال دسته‌ها، پوشش‌ها و درها) در صورت لزوم؛
- ش- وزن، در صورت لزوم.

۶ اطلاعات

۱-۶ نشانه‌گذاری شناسایی تابلو

سازنده تابلو باید برای هر تابلو یک یا چند برچسب به گونه‌ای تهیه نماید که نوشته‌ها به صورت ماندگار بوده و در محلی قرار گیرد که پس از نصب تابلو و در حال عملکرد، کاملاً در معرض دید بوده و خوانا باشد. مطابقت با آزمون زیربند ۱۰-۲-۷ و توسط بازرسی بررسی می‌شود.

اطلاعات زیر با توجه به تابلو باید بر روی برچسب‌های شناسایی تابلو ارائه شود:

- الف- نام یا علامت تجاری سازنده تابلو (در صورت وجود) (به زیربند ۳۰-۱۰-۲ مراجعه شود)؛
- ب- تعیین نوع یا شماره شناسایی یا هر نوع روش شناسایی دیگر، به نحوی که با استفاده از آن بتوان اطلاعات مناسب را از سازنده تابلو به دست آورد؛
- پ- علامت استاندارد (در صورت اخذ مجوز پروانه کاربرد علامت استاندارد)؛
- شیوه ردیابی علامت استاندارد باید بر اساس ضوابط اجرایی سازمان توسط تولیدکننده در نشانه‌گذاری محصول درج شود (به طور مثال عبارت «شماره پیامک اصالت پروانه استاندارد ۱۵۱۷۱۰۰۰۱»).
- ت- تاریخ ساخت؛

ث- جریان اسمی تابلو I_{nA} (به زیربند ۳-۸-۱۰-۷ و ۵-۳-۱ مراجعه شود)؛

ج- ولتاژ اسمی تابلو U_n (به زیربند ۳-۸-۹-۱ و ۵-۲-۱ مراجعه شود)؛

چ- فرکانس اسمی تابلو f_n (به زیربند ۳-۸-۱۲ و ۵-۵ مراجعه شود)؛

ح- شماره استاندارد ملی ایران X-۱۲۱۰۳ (شماره قسمت ویژه استاندارد "X" باید مشخص شود).

یادآوری- ممکن است در استاندارد ویژه تابلو، اطلاعات تکمیلی دیگری که باید بر روی پلاک ارائه شود، مشخص گردد.

۲-۶ مستندسازی

۱-۲-۶ اطلاعات مربوط به تابلو

تمام مشخصه‌های مرتبط مطابق بند ۵ (در صورت کاربرد) باید در مستندات فنی سازنده تابلو که به همراه تابلو ارائه می‌شود، وجود داشته باشد.

۲-۲-۶ دستورالعمل‌های حمل، نصب، بهره‌برداری و نگهداری

سازنده تابلو باید در مدارک یا کاتالوگ‌های خود، شرایط (در صورت وجود) حمل، نصب، بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری تابلو و تجهیزات به کار رفته در آن را مشخص کند. در صورت نیاز، در دستورالعمل‌ها باید بیان شود که جهت تعمیر تابلو، با سازنده تابلو مشورت انجام پذیرد.

در صورت لزوم، دستورالعمل‌ها باید تدابیری که برای جابجایی، حمل و نصب و راه‌اندازی و بهره‌برداری صحیح و مناسب از تابلو دارای اهمیت خاصی هستند را بیان کند. ارائه جزئیات وزن برای جابجایی و حمل بخش‌های قابل حمل، اهمیت خاص دارد. علاوه بر این، دستورالعمل‌های نصب باید جزئیات کافی را برای راه‌اندازی ایمن تابلو برای نصاب ارائه نماید.

موقعیت صحیح و نصب وسیله بالابر و نیز اندازه طناب اتصالات بالابر، در صورت کاربرد، باید در مدارک یا دستورالعمل‌های سازنده تابلو به منظور تعیین چگونگی جابه‌جایی بخش‌های قابل حمل، ارائه شود.

اقدامات مورد نیاز در خصوص سازگاری الکترومغناطیسی در رابطه با نصب، عملکرد و نگهداری تابلو در صورت وجود باید مشخص شود (به پیوست د مراجعه شود)

چنانچه تابلویی که فقط برای محیط A در نظر گرفته شده است، در محیط B مورد استفاده قرار گیرد، هشدار در دستورالعمل‌های بهره‌برداری به شرح زیر باید وجود داشته باشد.

توجه

این محصول برای محیط A طراحی شده است. استفاده از این محصول در محیط‌های B می‌تواند باعث تداخل ناخواسته الکترومغناطیسی شود. در این صورت کاربر ممکن است نیاز به اقدامات کاهنده دیگری داشته باشد.

هر کجا لازم باشد، مستندات ذکر شده در بالا باید وسعت و توالی توصیه‌شده برای سرویس و نگهداری را مشخص کند.

چنانچه مداربندی درون تابلو مشخص نباشد، برای مثال، اتصالاتی از چندین منابع تغذیه ورودی مثل منبع تغذیه فتوولتائیک^۱، ژنراتورها، باتری‌ها باشد، آنگاه اطلاعات در خصوص جزئیات آرایش‌های مدار باید ارائه شود

1-Photovoltaic supplies

هنگامی که فیوزها نصب شده باشند، سازنده تابلو باید نوع و مشخصات رابط- فیوز^۱ مورد استفاده را بیان کند.

۳-۶ شناسایی وسیله و/یا اجزا

در داخل هر تابلو باید امکان شناسایی تک تک مدارها و وسایل حفاظتی آنها وجود داشته باشد. برچسب‌های شناسایی باید خوانا، دائمی و برای محیط فیزیکی مناسب باشد. هرگونه علامت مورد استفاده باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۸۱۳۴۶ و IEC 81346-2:2019 و از همان نشانه‌های استفاده شده در نقشه‌های سیم‌کشی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۳۶۹ باشد.

۷ شرایط بهره‌برداری

۱-۷ شرایط بهره‌برداری عادی

۱-۱-۷ شرایط آب و هوایی

تابلوهای مطابق با این استاندارد برای استفاده تحت شرایط بهره‌برداری عادی به شرح مندرج در جدول ۱۵ در نظر گرفته شده‌اند.

در صورت استفاده از قطعاتی مانند رله‌ها و تجهیزات الکترونیکی که برای این شرایط طراحی نشده‌اند، محیط تامین شده درون تابلو باید برای این اجزا مناسب باشد.

۲-۱-۷ درجه آلودگی

درجه آلودگی تعیین شده در پیوست پ، مربوط به شرایط محیطی است که تابلو در آن به کار گرفته می‌شود.

در مورد وسایل قطع و وصل و اجزا درون یک محفظه، درجه آلودگی شرایط محیطی داخل محفظه، شرایط ریزمحیطی مورد توجه می‌باشد.

برای ارزیابی فواصل هوایی و خزشی، چهار درجه آلودگی در مورد شرایط ریزمحیطی به شرح زیر تعیین می‌شود.

- درجه آلودگی ۱:
هیچ آلودگی پیش نمی‌آید یا فقط آلودگی خشک نارسانا پیش می‌آید. آلودگی هیچ تاثیری ندارد.
- درجه آلودگی ۲:
فقط آلودگی نارسانا پیش می‌آید. با این حال انتظار می‌رود گاهی در اثر انباشت قطرات، آلودگی موقتاً رسانا شود.
- درجه آلودگی ۳:

1- Fuse-links

آلودگی رسانا یا آلودگی خشک نارسانا که انتظار می‌رود بر اثر انباشت قطرات رسانا شود، پیش می‌آید.

• درجه آلودگی ۴:

آلودگی توسط گرد و غبار رسانا یا توسط باران یا سایر شرایط رطوبتی، رسانایی دائمی ایجاد می‌کند.

درجه آلودگی ۴ برای شرایط ریز محیطی داخل تابلو در این استاندارد معتبر نیست.

شرایط ریز محیطی داخل تابلو با شرایط محیطی بیرون از محفظه متفاوت است. درجه آلودگی برای نوع خاصی از تابلو در استاندارد مرتبط ارائه می‌شود.

یادآوری- درجه آلودگی شرایط ریز محیطی برای تجهیزات می‌تواند با نصب در محفظه تحت تاثیر قرار بگیرد. هنگامی که بازکردن تابلو برای بهره بردای و عملکرد عادی مورد نیاز باشد، شرایط محیطی نصب می‌تواند بر شرایط ریز محیطی تاثیر داشته باشد.

۷-۲ شرایط بهره‌برداری خاص

در صورت وجود هرگونه شرایط بهره‌برداری خاص، الزامات ویژه کاربردی باید رعایت شود و یا توافقی‌های خاص بین سازنده تابلو و کاربر صورت پذیرد. در صورت وجود شرایط خاص، کاربر باید سازنده تابلو را از وجود آنها آگاه نماید.

مثال‌هایی از شرایط بهره‌برداری خاص عبارتند از:

الف- مقادیر دما، رطوبت نسبی و یا ارتفاع از سطح دریا که با مقادیر ذکر شده در زیربند ۷-۱ تفاوت داشته باشند؛

ب- کاربردهایی که در آنها تغییرات شرایط آب و هوایی احتمالاً منجر به تجمع قطرات غیرعادی در داخل تابلو می‌شود؛

پ- آلودگی شدید هوا توسط گرد و غبار، دود، ذرات خورنده یا رادیواکتیو، بخارات یا نمک؛

ت- قرار گرفتن در معرض میدان‌های مغناطیسی یا الکتریکی قوی؛

ث- قرار گرفتن در معرض شرایط آب و هوایی خیلی بالا؛

ج- قرار گرفتن در معرض حمله قارچ‌ها یا موجودات زنده کوچک؛

چ- نصب در محل‌هایی با خطر بروز حریق یا انفجار؛

ح- قرار گرفتن در معرض لرزش‌های شدید، شوک و وقایع لرزه‌ای؛

خ- نصب تابلو به گونه‌ای که جریان مجاز عبوری تحت تاثیر قرار بگیرد، برای مثال تجهیز تعبیه شده در ماشین‌آلات یا نصب‌شده در داخل فرورفتگی دیوارها؛

د- قرار گرفتن در معرض اغتشاشات تابشی و هدایتی غیر از الکترومغناطیسی و اغتشاشات الکترومغناطیسی در محیطی به جز مواردی که در زیربند ۹-۴ تشریح شده است؛

ذ- شرایط اضافه‌ولتاژ یا نوسانات ولتاژ استثنایی؛

ر- هارمونیک‌های بیش از حد در ولتاژ تغذیه یا جریان بار؛

ز- قرارگیری در معرض تابش (برای مثال: اشعه X، ریزموج، اشعه فرابنفش غیر از خورشید، لیزرها)

۷-۳ شرایط هنگام حمل، انبارش و نصب

اگر شرایط در حین حمل، انبارش و نصب برای مثال دما، رطوبت با شرایط ذکر شده در زیربند ۷-۱ تفاوت داشته باشد، یک توافق خاص بین کاربر و سازنده تابلو باید به عمل آید.

۸ الزامات ساختمانی

۸-۱ استقامت مواد و قطعات

۸-۱-۱ کلیات

تحت مسئولیت سازنده اولیه، باید تمام فعالیت‌های طراحی توسط یک فرد شایسته انجام و یا تحت نظارت باشد.

شکل خارجی محفظه تابلو می‌تواند متناسب کاربرد و استفاده متفاوت باشد.

برخی مثال‌ها به شرح زیر است:

- تابلوی سلولی (به زیربند ۳-۳-۴ مراجعه شود)؛
- تابلوی چندسلولی (به زیربند ۳-۳-۵ مراجعه شود)؛
- تابلوی میزی (به زیربند ۳-۳-۶ مراجعه شود)؛
- تابلوی جعبه‌ای (به زیربند ۳-۳-۷ مراجعه شود)؛
- تابلوی چندجعبه‌ای (به زیربند ۳-۳-۸ مراجعه شود)؛
- تابلوی نصب بر روی دیوار (به زیربند ۳-۳-۹ مراجعه شود)؛
- تابلوی نصب توکار در دیوار (به زیربند ۳-۳-۱۰ مراجعه شود)؛
- تابلوی کف ایستاده (به زیربند ۳-۳-۱۱ مراجعه شود).

این محفظه‌ها ممکن است از مواد مختلف ساخته شده باشند برای مثال مواد عایقی، فلزی یا ترکیبی از آنها.

تابلوها باید از موادی ساخته شوند که قادر به تحمل تنش‌های مکانیکی، الکتریکی، حرارتی و محیطی باشند که احتمال دارد در شرایط بهره‌برداری تعیین شده به وجود آید.

در موقعیت شرایط بهره‌برداری خاص که ممکن است در محیط فیزیکی که تابلو در آن نصب شده، موجود باشد (برای مثال: گرد و خاک، اسیدها، گازهای خورنده، نمک‌ها)، تابلو باید به اندازه کافی در برابر آلودگی‌ها حفاظت شوند (به پیوست پ مراجعه شود). هنگامی که تابلو در معرض تابش قرار می‌گیرد (برای مثال: اشعه X، ریزموج، فرابنفش، لیزرها) اقدامات اضافی برای جلوگیری از کارکرد نادرست تابلو و همچنین زوال سریع عایق‌بندی باید صورت پذیرد. هنگامی که این اقدامات ضروری باشد، یک توافق بین سازنده تابلو و کاربر الزامی می‌باشد.

هنگامی که تابلو در معرض تاثیرات نامطلوب لرزش یا شوک باشد، به عنوان مثال: ایجاد شده توسط یک ماشین و تجهیزات مرتبط با آن، انتخاب تجهیزات مناسب یا نصب آن‌ها دور از منابع لرزش یا به‌کارگیری پایه‌های مقاوم در برابر لرزش باید مد نظر قرار گیرد.

۸-۱-۲ حفاظت در برابر خوردگی

حفاظت در برابر خوردگی باید با استفاده از مواد مناسب یا با به‌کار بردن روکش محافظ برای سطوح در معرض قرار گرفته با توجه به شرایط بهره‌برداری عادی، تضمین شود (به زیربند ۷-۱ مراجعه شود) و مطابقت با این الزامات توسط آزمون زیربند ۱۰-۲-۲ بررسی می‌شود.

۸-۱-۳ خواص مواد عایق

۸-۱-۳-۱ پایداری حرارتی

محفظه‌ها یا قسمت‌هایی از محفظه‌های ساخته‌شده از مواد عایقی، که تا کنون برای محصول خود استاندارد نداشته‌اند برای مثال: حائل‌ها، شبکه‌ها، باید در دمای حداقل 70°C قادر به عملکرد باشند. پایداری حرارتی باید مطابق با زیربند ۱۰-۳-۲ تصدیق شود.

۸-۱-۳-۲ مقاومت مواد عایقی در برابر گرما و آتش

۸-۱-۳-۱-۲ کلیات

قسمت‌هایی از مواد عایقی که می‌تواند در معرض تنش‌های حرارتی ناشی از آثار الکتریکی داخل قرار گیرد و خراب شدن آن‌ها ایمنی تابلو را مختل کند، نباید تحت تاثیر گرمای (عملکردی) عادی و گرمای غیرعادی یا آتش قرار گیرند.

۸-۱-۳-۲-۲ مقاومت مواد عایقی در برابر گرمای عادی

سازنده اولیه باید مواد عایقی مناسب را برای حداکثر دماهایی که در عملکرد عادی در معرض آن قرار می‌گیرند را مطابق با زیربند ۹-۲ و جدول ۶ انتخاب نماید. حدود افزایش دمای اعمال شده (به زیربند ۹-۲ مراجعه شود) برای قسمت‌هایی از مواد عایق باید بر اساس روش‌های ذکر شده در سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۳۹ یا طبقه حرارتی شناسایی شده مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۰ تعدیل شود.

یادآوری - همچنین مواد عایقی با شناخت تفاوت سایر روش‌ها، می‌تواند بر اساس شاخص حرارتی نسبی (RT1)، UL 746B انتخاب شود.

۸-۱-۳-۲-۳ مقاومت مواد عایقی در برابر گرمای غیرعادی و آتش ناشی از آثار الکتریکی داخلی

قسمت‌هایی از مواد عایقی که برای نگه‌داشتن اجزا حامل جریان در جای خود ضروری هستند و قسمت‌هایی که می‌توانند در معرض تنش‌های حرارتی ناشی از آثار الکتریکی داخلی واقع شوند و خراب شدن آنها می‌تواند ایمنی تابلو را مختل کند، نباید به طور نامطلوبی تحت تاثیر گرمای غیرعادی یا آتش قرار گیرند و باید توسط آزمون سیم ملتهب در زیربند ۱۰-۲-۳-۲ تصدیق شوند. هادی حفاظتی (PE) در این آزمون به عنوان یک قسمت حامل جریان محسوب نمی‌شود.

۸-۱-۴ مقاومت در برابر تابش فرابنفش UV

سطوح خارجی ساخته شده از ماده(های) عایقی و محفظه‌های با پوشش فلزی که برای استفاده در فضای بیرون، در نظر گرفته شده‌اند، در معرض تابش فرابنفش قرار می‌گیرند، به منظور جلوگیری از بروز مشکل در ایمنی تابلو نباید شکسته یا ترک‌خورده شوند. مقاومت در برابر تابش فرابنفش باید مطابق با زیربند ۱۰-۲-۴ تصدیق شود.

یادآوری - برای تابلوهایی که در معرض تابش UV (غیر از تابش خورشیدی) هستند، روش تصدیق مقاومت محفظه‌ها و قسمت‌های بیرونی ساخته‌شده از مواد عایقی یا قسمت‌های فلزی بیرونی که سطوح آنها توسط مواد مصنوعی پوشانیده شده، بر اساس توافق بین سازنده و کاربر می‌باشد.

۸-۱-۵ استقامت مکانیکی

تمام محفظه‌ها یا جداکننده‌ها شامل وسایل قفل و لولاها باید دارای استقامت مکانیکی کافی باشند تا تنش‌هایی را که در استفاده عادی (به زیربند ۱۰-۲-۸ مراجعه شود) و در حین شرایط اتصال کوتاه (به زیربند ۱۰-۱۱ مراجعه شود) در معرض آن قرار می‌گیرند، تحمل کنند.

عملکرد مکانیکی قسمت‌های جداشدنی به انضمام قفل هم‌بندی تعبیه‌شده باید مطابق با آزمون زیربند ۱۰-۲-۸ تصدیق شود.

۸-۱-۶ تدارکات بالابری

هنگامی که بالابردن به غیر از روش دستی، توسط سازنده توصیه شده باشد، به عنوان مثال: توسط جرثقیل یا لیفتراک، واحدهای انتقال باید تدارکات مناسب را برای بالابردن تامین کنند. مطابقت با زیربند ۱۰-۲-۵ تصدیق می‌شود.

۸-۲ درجه حفاظت تامین شده توسط محفظه تابلو

۸-۲-۱ حفاظت در برابر ضربه مکانیکی (IK)

در صورت لزوم، باید حداقل درجه حفاظت تامین شده توسط محفظه تابلو در برابر ضربه مکانیکی، توسط استانداردهای مرتبط با تابلو تعیین شود.

مطابقت بر اساس زیربند ۱۰-۲-۶ تصدیق می شود.

۸-۲-۲ حفاظت در برابر تماس با قسمت های برق دار، ورود اجسام جامد خارجی صلب و آب (کد IP)

درجه حفاظت تامین شده توسط هر تابلو در برابر تماس با قسمت های برق دار یا ورود اجسام جامد خارجی صلب و آب توسط کد IP مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸ مشخص می شود و بر طبق زیربند ۱۰-۳ تصدیق می شود.

درجه حفاظت یک تابلو تمام بسته باید پس از نصب طبق دستورالعمل سازنده تابلو، حداقل IP2X باشد. درجه حفاظت جلو یک تابلو جلو بسته باید حداقل IPXXB باشد.

برای تابلوهای مورد استفاده در فضای باز که دارای حفاظت تکمیلی نیستند، دومین رقم مشخصه باید حداقل ۳ باشد.

یادآوری- در مورد تاسیسات بیرون ساختمان، حفاظت تکمیلی می تواند سقف حفاظتی یا مشابه آن باشد.

به جز در مواردی که به نحو دیگری مشخص شده باشد، درجه حفاظت تعیین شده توسط سازنده تابلو، در هنگامی که طبق دستورالعمل سازنده تابلو نصب شود، به کل تابلو مربوط می شود. برای مثال درزبندی سطح نصب باز تابلو و غیره.

در صورتی که تابلو درجه حفاظت (IP) یکسانی در تمام قسمت ها نداشته باشد، سازنده تابلو باید درجه حفاظت IP را برای قسمت های مختلف اعلام کند.

مقدارهای مختلف IP نباید استفاده مورد نظر از تابلو را مختل نماید.

مثال ها:

- طرف عملیاتی IP20، سایر قسمت ها IP00؛
 - سوراخ های خروجی آب در پایه، IPXXD و سایر قسمت ها IP 43.
- کدهای IP نباید توسط سازنده تابلو مشخص شود مگر اینکه تصدیق های مناسب طبق زیربند ۱۰-۳ انجام گرفته باشد.

در مورد تابلوهای تمام بسته برای نصب در فضای بسته یا فضای باز که برای استفاده در محیط های با رطوبت زیاد و تغییرات دمای گسترده در نظر گرفته شده اند، باید اقدامات مناسب برای جلوگیری از تجمع زیان آور قطرات در داخل تابلوها به عمل آید (مانند تهویه داخلی و/یا گرمایش داخلی، سوراخ های تخلیه آب و غیره) در هر صورت درجه حفاظت تعیین شده باید همزمان حفظ شود.

۸-۲-۳ تابلو دارای قسمت‌های جداشدنی

درجه حفاظت IP تعیین شده برای تابلو، معمولاً در وضعیتی که قسمت‌های جداشدنی متصل هستند (به زیربند ۳-۲-۳ مراجعه شود) معتبر است.

اگر بعد از برداشتن یک قسمت جداشدنی، حفظ درجه حفاظت اولیه ممکن نباشد (برای مثال با بستن در)، سازنده تابلو باید پوشش مناسب یا مشابه را برای بازگرداندن درجه حفاظت اولیه داشته باشد. اگر این اقدامات در دسترس نباشد، آزمون‌های IP باید بدون قسمت‌های جداشدنی انجام پذیرد.

وقتی از کرکره‌ها برای تامین حفاظت کافی در برابر قسمت‌های برق‌دار استفاده شده باشد، از جدا شدن ناخواسته این قسمت‌ها باید به طور مطمئن جلوگیری شده باشد.

۸-۳ فواصل هوایی و خزشی

۸-۳-۱ کلیات

الزامات مربوط به فواصل هوایی و خزشی بر اساس اصول استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ می‌باشد و برای تامین هماهنگی عایقی بین تاسیسات می‌باشد.

یادآوری - اطلاعات بیشتر در استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ قابل دسترس است.

فاصله هوایی و خزشی تجهیزاتی که قسمتی از تابلو را تشکیل می‌دهند، باید با الزامات استاندارد ویژه آن تجهیزات مطابقت داشته باشد.

فواصل هوایی و خزشی تعیین شده در مورد تجهیزات یکپارچه شده با تابلو، باید در مدت شرایط استفاده عادی برقرار بماند.

در مورد ابعاد فواصل هوایی و خزشی بین مدارهای جداگانه، بیشترین ولتاژ اسمی باید به کار رود (ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی برای فواصل هوایی و ولتاژ عایقی اسمی برای فواصل خزشی).

فواصل هوایی و خزشی در مورد خط به خط، خط به خنثی، و به جز در مواردی که یک هادی مستقیماً به زمین متصل شده است در مورد خط به زمین و خنثی به زمین اعمال می‌شود.

حداقل فواصل هوایی و خزشی برای هادی‌های برق‌دار بدون عایق و پایانه‌ها، باید برابر با فواصل تعیین شده برای تجهیزاتی باشد که مستقیماً با آنها مرتبط هستند.

تأثیر یک اتصال کوتاه تا و شامل مقادیر اسمی اعلام شده برای تابلو نباید موجب کاهش دائمی فواصل هوایی و خزشی بین شینه‌ها و/یا اتصالات به کمتر از مقادیر مشخص شده برای تابلو باشد. تغییر شکل اجزای محفظه یا جداکننده‌های داخلی، حصارها و موانع به علت اتصال کوتاه نباید موجب کاهش دائمی فواصل هوایی و خزشی به کمتر از مقادیر مشخص شده در زیربندهای ۸-۳-۲ و ۸-۳-۳ شود (به زیربند ۱۰-۱۱-۵-۵ مراجعه شود).

۸-۳-۲ فواصل هوایی

فواصل هوایی باید به اندازه‌ای باشد که ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی (U_{imp}) مربوط به مدار حاصل شود. فواصل هوایی باید حداقل طبق مقادیر داده شده در جدول ۱ باشند، در غیر این صورت یک آزمون تصدیق طراحی و یک آزمون ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای رایج مطابق با زیربندهای ۱۰-۹-۳ و ۱۱-۳ به ترتیب انجام می‌پذیرد.

روش تعیین فواصل هوایی با اندازه‌گیری در پیوست ج ارائه شده است.

۸-۳-۳ فواصل خزشی

سازنده اولیه باید ولتاژ(های) عایقی اسمی U_i را برای مدارهای تابلو که بر اساس آن‌ها فاصله (های) خزشی تعیین می‌شود را انتخاب کند. برای هر مدار داده شده، ولتاژ عایقی اسمی نباید کمتر از ولتاژ بهره‌برداری اسمی U_e باشد.

فواصل خزشی نباید در هر حالتی از حداقل فواصل هوایی متناظر کمتر باشند. فواصل خزشی باید با درجه آلودگی که در زیربند ۷-۱-۲ مشخص شده و با گروه مواد مرتبط در ولتاژ عایقی اسمی داده شده در جدول ۲ مطابقت داشته باشد.

روش تعیین فواصل خزشی، با اندازه‌گیری در پیوست ج ارائه شده است.

برای مواد عایقی غیرارگانیک مانند شیشه یا سرامیک که در آن‌ها مسیر جریان خزشی ایجاد نمی‌شود، نیازی به بزرگتر بودن فواصل خزشی از مقادیر فواصل هوایی مرتبط نیست. با این حال توصیه می‌شود خطر تخلیه مخرب در نظر گرفته شود.

فاصله خزشی می‌تواند با استفاده از برآمدگی‌هایی به ارتفاع حداقل ۲ mm کاهش پیدا کند اما صرف‌نظر از تعداد برآمدگی‌ها، نباید کمتر از ۰/۸ برابر مقادیر جدول ۲ و کمتر از حداقل فواصل هوایی مرتبط باشد. حداقل پایه اندازه برآمدگی بر اساس الزامات مکانیکی تعیین می‌شود (به بند ج-۲ مراجعه شود).

۸-۴ حفاظت در برابر شوک الکتریکی

۸-۴-۱ کلیات

دستگاه‌ها و مدارهای تابلو باید به صورتی چیده شوند که بهره‌برداری و نگهداری از آن‌ها همراه با حفاظت مورد نیاز در برابر شوک الکتریکی تسهیل شود.

الزامات زیر به منظور حصول اطمینان از برقرار شدن اقدامات حفاظتی لازم در هنگامی است که تابلو در یک سیستم الکتریکی مطابق با سری استاندارد ملی ایران شماره ۴۹۶۴ نصب شده است.

یادآوری- برای اقدامات حفاظتی که عموماً پذیرفته شده‌اند به استاندارد IEC 61140:2016 و استاندارد ملی ایران شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷ و IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017 مراجعه شود.

اقدامات حفاظتی که برای یک تابلو دارای اهمیت ویژه می‌باشند، به صورت مشروح در زیربندهای ۸-۴-۲ تا ۸-۴-۶ ارائه شده است.

۸-۴-۲ حفاظت پایه

۸-۴-۲-۱ کلیات

حفاظت پایه به منظور تامین حفاظت در برابر شوک الکتریکی تحت شرایط عادی و برای جلوگیری از تماس مستقیم با قسمت‌های برق‌دار خطرناک در نظر گرفته شده است.

حفاظت پایه می‌تواند یا توسط اقدامات ساختاری مناسب در ساختمان خود تابلو یا با انجام اقدامات اضافی دیگر در حین نصب تابلو تامین شود. این مورد اخیر نیازمند اطلاعاتی است که باید توسط سازنده تابلو ارائه شود.

مثالی از یک اقدام اضافی که باید انجام شود، نصب یک تابلوی نوع باز بدون پیش‌بینی مقررات بیشتر در محلی است که ورود به آنجا فقط برای افراد مجاز آزاد می‌باشد.

در مواردی که حفاظت پایه با اقدامات و روش‌های ساختاری تامین می‌شود، می‌توان یک یا چند اقدام حفاظتی را که در زیربندهای ۸-۴-۲-۲ و ۸-۴-۲-۳ مشخص شده‌اند، انتخاب کرد. در صورتی که در استاندارد مربوط به تابلو، موردی قید نشده باشد انتخاب روش حفاظتی باید توسط سازنده تابلو انجام شود.

۸-۴-۲-۲ عایق‌بندی پایه تامین شده توسط مواد عایقی

قسمت‌های برق‌دار خط‌ساز باید به طور کامل با عایق پوشانده شود که برداشتن آنها فقط با صدمه‌زدن به آنها یا با استفاده از یک ابزار امکان‌پذیر باشد.

عایق‌بندی باید از مواد مناسب و با دوام تشکیل شده و قادر به تحمل تنش‌های مکانیکی، الکتریکی و حرارتی باشد که در حین کار به وجود خواهند آمد.

مثال‌ها: وسایل الکتریکی جاگذاری شده در عایق‌بندی و هادی‌های عایق‌شده.

رنگ‌ها، لاک‌ها و لعاب‌ها به طور کلی به تنهایی برای تامین رضایت‌بخش الزامات مربوط به عایق‌بندی پایه کافی محسوب نمی‌شوند. این موضوع مانع استفاده از پوشش‌های عایق‌بندی خاص طراحی‌شده که الزامات دی‌الکتریک تعیین‌شده در زیربند ۱۰-۹-۶ را برآورده می‌سازد، نمی‌باشد.

۸-۴-۲-۳ حصارها یا محفظه‌ها

قسمت‌های برق‌دار عایق‌شده با هوا باید درون محفظه‌ها یا پشت حصارها باشند. محفظه و حصارها باید حداقل درجه حفاظت IPXXB را تامین کنند.

سطوح بالای افقی از محفظه‌های قابل دسترس که ارتفاع برابر و یا کمتر از ۱٫۶ m بالای ناحیه ایستادن دارند، باید درجه حفاظت حداقل IPXXD را تامین کنند.

حصارها و محفظه‌ها باید به طور محکم در جای خود قرار گیرند و برای برقراری درجات حفاظت لازم و جداسازی مناسب از قسمت‌های برق‌دار تحت شرایط کار عادی با توجه به تاثیرات خارجی مربوط، دارای ثبات و دوام کافی باشند. فاصله بین یک محفظه یا حصار رسانا و قسمت‌های برق‌داری که توسط آنها حفاظت می‌شود نباید از مقادیر مشخص شده برای فواصل هوایی و خزشی زیربند ۸-۳ کمتر باشد.

در مواردی که لازم است حصارها برداشته شوند یا محفظه‌ها باز شوند یا قسمت‌هایی از محفظه‌ها برداشته شوند (به زیربند ۸-۴-۶ مراجعه شود)، این کار فقط در صورت حصول یکی از شرایط زیر امکان‌پذیر می‌باشد:

الف- با استفاده از یک کلید یا ابزار مثال هرگونه کمک مکانیکی جهت بازکردن در، پوشش یا بیرون کشیدن یک قفل هم‌بندی.

ب- پس از جداسازی منبع تغذیه از قسمت‌های برق‌دار، که حصارها یا محفظه‌ها حفاظت پایه را نسبت به آنها تامین می‌کنند، وصل مجدد تغذیه فقط پس از تعویض یا دوباره بستن حصارها یا محفظه‌ها امکان‌پذیر باشد. در سیستم‌های TN-C و TN-C-S، هادی‌های PEL، PEM یا PEN نباید جداسازی یا قطع شوند. در سیستم‌های TN-S و TN-C-S، نیازی به جداسازی یا قطع هادی‌های نقطه میانی و هادی خنثی نیست. (به زیربند 1.2.536 استاندارد IEC 6036 4-5-53:2001 مراجعه شود).

مثال: ایجاد قفل هم‌بندی در(ها) توسط یک کلید جداساز، به نحوی که بازکردن درها فقط وقتی که کلید جداساز در وضعیت قطع است، امکان‌پذیر باشد و تا زمانی که درها باز هستند نتوان کلید جداساز را بدون استفاده از ابزار وصل کرد.

پ- اگر یک حصار میانی حداقل درجه حفاظت IPXXB را تامین می‌کند که مانع تماس با قسمت‌های برق‌دار است، چنین حصارهایی فقط با استفاده از کلید یا ابزار برداشته شوند.

۸-۴-۳ حفاظت در برابر اتصال

۸-۴-۳-۱ شرایط نصب

تابلو باید دارای تمهیدات حفاظتی باشد و برای تاسیساتی که تابلو برای آن مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷ و IEC 60364-4-41:2005/AMD1:2017 طراحی شده، مناسب باشد.

یادآوری ۱- اقدامات حفاظتی مناسب برای تاسیسات خاص ممکن است نیاز به الزامات متفاوت یا اضافی داشته باشد. برای مثال: برای نصب در کشتی که در سری استاندارد ملی ایران شماره ۷۵۹۹ ارائه شده است.

وقتی یک سیستم اتصال زمین TT در شبکه برق به کار رفته باشد، یکی از اقدامات حفاظتی زیر باید در تابلو انجام گیرد:

الف- عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده تمام هادی‌ها (کابل‌های ورودی، ترمینال‌های توسعه و غیره) به سمت تغذیه اولین RCD(ها) در سیستم (در صورت استفاده از تابلو طبقه II الزامی به انجام این موضوع نیست)؛ یا

ب- وسیله حفاظت جریان باقیمانده (RCD) برای حفاظت مدار ورودی.

یادآوری ۲- معادل عایق‌بندی تقویت‌شده را می‌توان با اتصالات صلب، هوا و حفاظت مکانیکی مناسب تهیه کرد.

چنین تمهیداتی باید موضوع توافق بین سازنده و کاربر باشد.

۸-۴-۳-۲ الزامات مربوط به هادی حفاظتی به منظور تسهیل قطع خودکار از تغذیه

۸-۴-۳-۲-۱ کلیات

هر تابلو باید دارای یک هادی حفاظتی باشد تا تغذیه را به منظور تامین موارد زیر به صورت خودکار قطع نماید:

الف- حفاظت در برابر پی‌آمدهای خطای اتصال زمین درون تابلو طبقه I؛

ب- حفاظت در برابر پی‌آمدهای خطای اتصال زمین در مدارهای خروجی تغذیه شده از تابلو طبقه I و II. هادی حفاظتی در مورد تابلو طبقه II می‌تواند درون تابلو گنجانده شود یا نشود، هادی حفاظتی می‌تواند از خارج تابلو عبور کند.

یادآوری- محفظه می‌تواند خودمدار حفاظتی یا بخشی از آن باشد.

الزامات مورد نیاز در زیربندهای ۸-۴-۳-۲ و ۸-۴-۳-۲-۳ ارائه شده است. الزامات مربوط به شناسایی هادی حفاظتی (PE, PEN, PEL) در زیربند ۸-۴-۳-۲-۳ داده شده است.

۸-۴-۳-۲ الزامات مربوط به پیوستگی زمین حفاظتی در برابر پی‌آمدهای خطا در تابلو طبقه I

تمام قسمت‌های رسانای در دسترس تابلو باید با یکدیگر به هادی حفاظتی تغذیه متصل شوند یا از طریق یک هادی زمین به چیدمان زمین متصل شود.

این اتصالات داخلی ممکن است توسط اتصالات پیچی فلزی، جوشکاری یا سایر اتصالات رسانا یا با استفاده از یک هادی جداگانه که پیوستگی زمین را تامین می‌کند، ایجاد شود.

در قسمت‌های فلزی تابلو جایی که از پوشش‌های مقاوم در برابر خراشیدگی استفاده شده است (مثل صفحات اتصال گلندها با پوشش‌های پودری)، اتصالات داخلی که پیوستگی زمین را تامین می‌کنند نیاز به برداشتن یا نفوذ در پوشش‌ها دارد.

روش تصدیق پیوستگی زمین بین قسمت‌های رسانای در دسترس تابلو و هادی حفاظتی در زیربند ۱۰-۵-۲ ارائه شده است.

برای پیوستگی این اتصالات، موارد زیر باید اعمال شود:

الف- وقتی یک قسمت از تابلو برداشته می‌شود، مثلاً برای انجام سرویس عادی، پیوستگی اتصال زمین برای بقیه تابلو نباید قطع شود.

وسایل به کار رفته برای مونتاژ قسمت‌های فلزی مختلف یک تابلو از نظر تضمین پیوستگی اتصال زمین در صورتی کافی محسوب می‌شوند که پیش‌بینی‌های لازم برای تضمین هدایت الکتریکی خوب و دائمی انجام شده باشد.

از مجراهای فلزی خرطومی یا قابل انعطاف نباید به عنوان هادی‌های حفاظتی استفاده شود مگر این که برای این موضوع طراحی شده باشند.

ب- در مورد سرپوش‌ها^۱، درها، صفحات پوشش و نظایر آنها، اتصالات معمولی با پیچ‌های فلزی و لولاهای فلزی به شرطی تامین‌کننده پیوستگی محسوب می‌شوند که هیچ نوع تجهیزات الکتریکی به آنها متصل نشود به جز تجهیزاتی که قسمتی از سیستم PELV یا SELV باشند.

اگر وسایلی با ولتاژ بیشتر از حدود ولتاژ سیستم‌های PELV یا SELV بر روی سرپوش‌ها، درها یا صفحات پوشش متصل شده باشد، اقدامات اضافی برای اطمینان از پیوستگی اتصال زمین باید در نظر گرفته شود. این قسمت‌ها (سرپوش‌ها، درها و پوشش‌ها) باید به یک هادی حفاظتی PE که سطح مقطع آن‌ها مطابق با جدول ۳ و متناسب با حداکثر جریان بهره‌برداری اسمی I_e وسیله متصل به آن، وصل شود. از سوی دیگر اگر جریان بهره‌برداری اسمی وسیله متصل به آن، برابر یا کمتر است ۱۶A باشد، یک اتصال الکتریکی معادل که به طور مشخص برای این هدف طراحی و تصدیق شده است، باید ارائه شود (مثال: کنتاکت لغزنده، لولاهای حفاظت شده در برابر خوردگی).

قسمت‌های رسانای در دسترس یک وسیله که نمی‌تواند توسط وسایل نصب خود برای ایجاد پیوستگی اتصال زمین به یکدیگر متصل شوند، باید توسط یک هادی که سطح مقطع آن مطابق جدول ۳ انتخاب شده، به آرایش زمین وصل شوند.

بعضی از قسمت‌های رسانای در دسترس یک تابلو که خطرناک نیستند نیازی به اتصال زمین ندارند یا،

- به این علت که سطوح بزرگی از آنها قابل لمس یا در دست گرفتن نمی‌باشد؛ یا

- به این علت که اندازه آن‌ها کوچک است (تقریباً $50 \text{ mm} \times 50 \text{ mm}$) یا به گونه‌ای قرار گرفته‌اند که هیچ‌گونه تماسی با قسمت‌های برق‌دار ایجاد نمی‌شود.

این الزامات در مورد پیچ‌ها، پرچ‌ها و پلاک‌های مشخصات کاربرد دارد. همچنین در مورد آهنربای الکتریکی کنتاکتورها یا رله‌ها، هسته‌های مغناطیسی ترانسفورماتورها، بخش‌های مشخص از رهاسازها^۲ یا مشابه آن صرف‌نظر از اندازه آنها، کاربرد دارد.

هنگامی که قسمت‌های جداشدنی به یک سطح نگهدارنده فلزی مجهز شده باشد، این سطوح باید برای اطمینان از پیوستگی زمین کافی در نظر گرفته شوند مشروط بر اینکه فشار وارده به آنها به اندازه کافی زیاد باشد.

1-Lids
1- Releases

۸-۴-۳-۲-۳ الزامات مربوط به هادی‌های حفاظتی تامین کننده حفاظت در برابر پیامدهای خطاهای زمین در مدارهای خارجی که از طریق تابلوهای طبق I و II تغذیه می‌شوند

یک هادی حفاظتی داخلی تابلو باید طوری طراحی شود که بتواند بیشترین تنش‌های حرارتی و دینامیکی وارده ناشی از جریان‌های خطای زمین در مدارهای خارجی تغذیه شونده از تابلو را در محل نصب خود تحمل کند. قسمت‌های رسانای اسکلت ممکن است به عنوان هادی حفاظتی یا بخشی از آن مورد استفاده قرار گیرد. الزامات اضافی برای هادی‌های حفاظتی تابلوهای طبقه II در قسمت پ زیربند ۸-۴-۴ ارائه شده است. به جز در مواردی که تصدیق مقاومت در برابر اتصال کوتاه طبق زیربند ۱۰-۱۱-۲ الزام نشده باشد، تصدیق باید مطابق با زیربند ۱۰-۵-۳ انجام شود.

اصولاً به استثنای موارد مندرج در زیر، هادی‌های حفاظتی داخل تابلو نباید شامل وسیله قطع (کلید، جداساز و غیره) باشند.

- در مسیر هادی حفاظتی، رابط‌هایی باید مجاز باشند که توسط ابزار قابل برداشت هستند و فقط در دسترس اشخاص مجاز قرار داشته باشند (این رابط‌ها ممکن است برای بعضی از آزمون‌ها لازم باشد).

- در مواردی که امکان قطع پیوستگی توسط اتصال‌دهنده‌ها یا وسایلی مانند دوشاخه و پریزها وجود داشته باشد، مدار حفاظتی باید فقط بعد از قطع شدن هادی‌های برق‌دار قطع شود و پیوستگی باید قبل از وصل مجدد هادی‌های برق‌دار برقرار شود.

در مورد تابلویی که قسمت‌های سازه‌ای، قاب‌ها، پوشش‌ها و سایر قسمت‌های آن از مواد رسانا ساخته شده، در صورت استفاده از یک هادی حفاظتی، نیازی به عایق‌بندی این قسمت‌ها ندارد. هادی‌های وسایل تشخیص خطای ولتاژی، شامل هادی‌هایی که این وسایل را به الکتروود زمین مستقل وصل می‌کنند، باید در صورتی که سازنده تایید کرده باشد، عایق‌بندی شوند. این الزام می‌تواند در مورد اتصال به زمین خنثی ترانسفورماتور نیز اعمال شود.

سطح مقطع هادی حفاظتی (PE, PEL, PEM, PEN) در یک تابلو که هادی‌های بیرونی باید به آن متصل شوند، نباید از مقدار محاسبه شده از طریق فرمول پیوست ب با استفاده از بیشترین جریان خطای زمین و مدت زمان خطا که ممکن است رخ دهد و با توجه به حدود وسایل حفاظت اتصال کوتاه که (SCPS) هادی‌های برق‌دار مرتبط را حفاظت می‌کنند، کمتر باشد. قابلیت تحمل اتصال کوتاه مطابق زیربند ۱۰-۵-۳ تصدیق می‌شود.

برای هادی‌های PEN, PEM و PEL الزامات تکمیلی زیر اعمال می‌شود:

- حداقل سطح مقطع باید برای مس 10 mm^2 و برای آلومینیوم 16 mm^2 باشد؛
- سطح مقطع هادی PEM و PEN نباید از مقدار الزام شده برای هادی خنثی و هادی نقطه میانی کمتر باشد (به زیربند ۸-۶-۱ مراجعه شود)؛
- عایق‌بندی هادی‌های PEM, PEL و PEN در تابلو طبقه I ضروری نیست؛

- قسمت‌های ساختمانی نباید به عنوان هادی PEN, PEL, PEM استفاده شوند. با این حال ریل‌های نصب که مطابق با پیوست الف استاندارد ملی ایران شماره ۲-۷-۴۸۳۵ از مس یا آلومینیوم ساخته شده‌اند می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در مورد الزامات ترمینال‌های هادی‌های حفاظتی خارجی به زیربند ۸-۸ مراجعه شود.

۸-۴-۳-۳ جداسازی الکتریکی

جداسازی الکتریکی مدارهای مجزا به منظور جلوگیری از شوک الکتریکی ناشی از تماس با قسمت‌های رسانای در دسترس که ممکن است در اثر خرابی عایق‌بندی پایه مدار ایجاد شده باشد، در نظر گرفته شده است.

برای این نوع از حفاظت به استاندارد ملی ایران ۴۱-۴-۱۹۳۷ و IEC60364-4-41:2005/AMD1:2011 مراجعه شود.

۸-۴-۴ سایر الزامات برای تابلوهای طبقه II

الف- برای حفاظت از خطا و حفاظت پایه توسط عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده، الزامات اضافی زیر باید برآورده شود. تجهیزات الکتریکی باید با مواد عایقی که معادل با عایق‌بندی مضاعف یا تقویت‌شده است، محصور شده باشد. محفظه باید دارای نماد  باشد و از بیرون فضای حفاظت‌شده قابل مشاهده باشد.

یادآوری ۱- محفظه می‌تواند همان فضای حفاظت‌شده باشد یا فضای حفاظت‌شده می‌تواند پشت یک مانع یا پشت در یک محفظه باشد.

یادآوری ۲- الزامات تابلو طبقه II ممکن است توسط یک محفظه فلزی که از قسمت‌های برق‌دار خطرناک، مجزا شده و هادی‌های حفاظتی PEN, PEM, PEL توسط عایق‌بندی مضاعف یا تقویت شده‌اند، برآورده شود.

ب- محفظه در هیچ نقطه‌ای نباید توسط قطعات رسانا به گونه‌ای سوراخ شود که احتمال خارج شدن ولتاژ خطا از محفظه وجود داشته باشد.

این بدان معنا است که قسمت‌های فلزی مانند دسته کارانداز^۱ که بنا به دلایل ساختمانی از طریق محفظه به خارج از آن آورده می‌شوند، باید داخل محفظه یا خارج از آن، از قسمت‌های برق‌دار برای حداکثر ولتاژ عایق‌بندی اسمی و حداکثر ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی تمام مدارهای تابلو، عایق شود.

پ- اگر یک دسته کارانداز یا مشابه آن از مواد عایقی ساخته شده باشد، هر یک از قسمت‌های فلزی آن که ممکن است در اثر خرابی عایق‌بندی در دسترس قرار گیرد نیز باید از قسمت‌های برق‌دار برای حداکثر ولتاژ عایق‌بندی اسمی و حداکثر ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی تمام مدارهای تابلو عایق شود. محفظه یا فضای محافظت‌شده، در هنگامی که تابلو طبقه II آماده بهره‌برداری است و به منبع تغذیه متصل است،

1-Actuator shafts

باید تمام قسمت‌های برق‌دار، قسمت‌های رسانای در دسترس و قسمت‌های مربوط به مدار حفاظتی را طوری احاطه کنند که نتوان آنها را لمس کرد. محفظه باید حداقل، درجه حفاظتی IP2XC (به استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸ مراجعه شود) را تامین نماید.

اگر یک هادی حفاظتی خارجی PEM, PEL یا PEN از یک تابلو طبقه II عبور کند، بهتر است تابلو با یک ترمینال شناسایی شده مناسب ارائه شود.

ت- داخل محفظه یا فضای حفاظت‌شده از یک تابلو طبقه II، هادی حفاظتی (هادی PE, PEL, PEM یا PEN) و ترمینال آن‌ها باید از قسمت‌های برق‌دار و قسمت‌های رسانای در دسترس عایق شوند. قسمت‌های رسانای در دسترس داخل تابلو نباید به هادی حفاظتی متصل شوند. این موضوع در مورد دستگاه‌های نصب شده در تابلو حتی اگر دارای یک ترمینال اتصال برای هادی حفاظتی داشته باشند، نیز صادق است.

ث- اگر بازکردن درها یا پوشش‌های محفظه‌ها بدون استفاده از کلید یا ابزار مقصور باشد، باید مانعی از جنس مواد عایقی پیش‌بینی شود تا حفاظت حداقل IPXXB را نه فقط در برابر تماس اتفاقی با قسمت‌های برق‌دار در دسترس بلکه با قسمت‌های رسانا که فقط بعد از باز شدن در یا پوشش در دسترس قرار می‌گیرند، تامین نماید. به هر حال برداشتن این مانع نباید بدون استفاده از ابزار امکان‌پذیر باشد.

۸-۴-۵ محدودسازی جریان تماسی حالت پایدار و بارهای الکتریکی

اگر تابلو شامل تجهیزاتی باشد که پس از قطع شدن، بار الکتریکی در آنها باقی بماند (بانک‌های خازنی بدون حفاظت پایه داخلی و غیره)، یک برچسب هشدار ضروری است.

خازن‌های کوچک مانند خازن‌هایی که برای خاموش کردن جرقه، ایجاد تاخیر در عکس‌العمل رله‌ها به کار می‌روند نباید خطرناک محسوب شوند.

اگر ولتاژ حاصل از بارهای ساکن در کمتر از ۵ s پس از قطع منبع تغذیه به کمتر از ۶۰V DC افت کند، تماس غیرعمد خطرناک به حساب نخواهد آمد.

جریان‌های تماسی، با اطمینان از اتصال قسمت‌های رسانای در دسترس به هادی حفاظتی به صورت موثر، محدود می‌شوند. به زیربند ۱۰-۵-۲ مراجعه شود.

۸-۴-۶ شرایط بهره‌برداری و عملکرد

۸-۴-۶-۱ وسایلی که توسط اشخاص معمولی به کار انداخته می‌شوند یا اجزایی که توسط این اشخاص تعویض می‌شوند.

حفاظت در برابر هر گونه تماس با قسمت‌های برق‌دار باید در هنگام عملکرد وسایل یا هنگام تعویض قطعات برق‌دار، برقرار باشد.

حداقل درجه حفاظت باید IPXXC باشد. بازشوهای بزرگتر از آنچه توسط درجه حفاظت IPXXC تعیین شده است، در حین تعویض لامپ‌ها یا رابط فیوزهای مشخص مجاز می‌باشد.

۸-۴-۶-۲ الزامات مربوط به قابلیت دسترسی در حال عملکرد توسط اشخاص مجاز

۸-۴-۶-۲-۱ کلیات

متناسب با کاربرد و قابلیت دسترسی ضروری در هنگام بهره‌برداری توسط اشخاص مجاز، یک یا چند مورد از الزامات زیربندهای ۸-۴-۶-۲-۲ تا ۸-۴-۶-۲-۴ باید مدنظر قرار گیرد. این الزامات باید مکمل حفاظت پایه مشخص‌شده در زیربند ۸-۴-۲ باشد.

اگر درها یا پوشش‌های تابلو بتوانند توسط افراد مجاز با بیرون کشیدن قفل هم‌بندی جهت دسترسی به قسمت‌های برق‌دار باز شود، آنگاه قفل هم‌بندی باید به صورت خودکار به حالت بازگشت جهت بستن مجدد در(ها) یا قرارگرفتن مجدد پوشش(ها) در بیاید.

موانع می‌تواند به منظور جلوگیری از موارد زیر، مورد استفاده قرار گیرند:

- نزدیک شدن غیرعمدی بدن به قسمت‌های برق‌دار؛ یا
- تماس غیرعمدی با قسمت‌های برق‌دار در حین عملکرد تجهیزات برق‌دار در شرایط عادی.

موانع می‌تواند بدون استفاده از کلید یا ابزار برداشته شوند اما باید طوری ایمن باشند که از برداشتن ناخواسته آنها جلوگیری شود. فاصله بین یک مانع هادی و قسمت‌های برق‌داری که آنها حفاظت می‌کنند نباید از مقادیر تعیین شده برای فواصل هوایی و خزشی در زیربند ۸-۳ کمتر باشد.

اگر یک مانع هادی از قسمت‌های برق‌دار خطرناک فقط به وسیله حفاظت پایه مجزا شده باشد، این مانع، قسمت رسانای در دسترس محسوب شده و اقداماتی برای حفاظت اتصالی باید در نظر گرفته شود.

۸-۴-۶-۲-۲ الزامات مربوط به قابلیت دسترسی برای بازرسی و عملیات مشابه

تابلو باید به گونه‌ای ساخته شده باشد که در هنگام عملکرد تابلو بتوان بعضی عملیات را روی آن انجام داد.

این عملیات ممکن است شامل موارد زیر باشد:

- بازرسی چشمی از:

- وسایل قطع و وصل و سایر دستگاه‌ها؛
- تنظیم و نشانگر رله‌ها و رهاسازها؛
- اتصالات هادی‌ها و نشانه‌گذاری؛
- تنظیم و وصل مجدد رله‌ها، رهاسازها و وسایل الکترونیکی؛

- تعویض رابط فیوزها؛
- تعویض لامپ‌های نشانگر؛
- عملیات پیدا کردن محل خطا برای مثال اندازه‌گیری ولتاژ و جریان با وسایل عایق مناسب و طراحی شده برای این موضوع.

۸-۴-۶-۳ الزامات مربوط به قابلیت دسترسی به منظور بهره‌برداری و نگهداری

- برای فراهم کردن بهره‌برداری و نگهداری روی یک واحد یا گروه کارکردی مجزا شده از تابلو در حالی که واحدها یا گروه‌های کارکردی مجاور آن هنوز برق‌دار هستند، باید اقدامات لازم به عمل آید. انتخاب نوع تعمیرات بستگی به عواملی مانند شرایط سرویس، دوره تکرار تعمیرات، صلاحیت افراد مجاز و قواعد حاکم در محل نصب خواهد داشت. این اقدامات ممکن است به شرح زیر باشند:
- تامین فضای کافی بین واحد یا گروه کارکردی مورد نظر و واحدها یا گروه‌های کارکردی مجاور. توصیه می‌شود قسمت‌هایی که احتمالاً به منظور تعمیر و سرویس خارج خواهند شد تا حد امکان به وسایل نصب و محکم کردن مجهز باشند؛
 - استفاده از حصارها یا موانع که برای حفاظت در برابر تماس مستقیم با تجهیزات مجاور واحدها یا گروه‌های کارکردی طراحی و چیده شده‌اند؛
 - استفاده از سپرهای ترمینال؛
 - استفاده از خانه‌ها برای هر واحد یا گروه کارکردی؛
 - قرار دادن وسیله حفاظتی تکمیلی که توسط سازنده تعیین یا ارائه شده است.

۸-۴-۶-۴ الزامات مربوط به قابلیت دسترسی برای توسعه در حالت برق‌دار

- در مواردی که لازم است توسعه آتی تابلو با افزودن واحدها یا گروه‌های کارکردی در حالی که بقیه آن‌ها برق‌دار هستند، پیش‌بینی شود، الزامات تعیین شده در زیربند ۸-۴-۶-۳ بر حسب توافق بین سازنده تابلو و کاربر باید اعمال شود. این الزامات همچنین برای وارد کردن و اتصال کابل‌های اضافه خروجی در حالی که کابل‌های موجود برق‌دار هستند، کاربرد دارد.
- توسعه شینه‌ها و اتصال واحدهای اضافه به تغذیه ورودی، نباید تحت ولتاژ انجام شود مگر آنکه طراحی تابلو برای این منظور انجام شده باشد.

۸-۵ ادغام وسایل قطع و وصل و اجزا

۸-۵-۱ قسمت‌های ثابت

در مورد قسمت‌های ثابت (به زیربند ۳-۲-۱ مراجعه شود)، وصل کردن یا باز کردن اتصالات مدارهای اصلی

(به زیربند ۳-۱-۳ مراجعه شود) فقط باید در موقعی که تابلو بی‌برق است، انجام شود. استفاده از ابزار برای برداشتن یا نصب کردن قسمت‌های ثابت ضروری است.

باز کردن یک قسمت ثابت باید نیازمند جداسازی کامل تابلو یا بخشی از آن باشد.

به منظور جلوگیری از عملیات غیر مجاز، وسایل قطع و وصل می‌تواند مجهز به وسایلی باشند تا بتوان آن‌ها را در یک یا چند وضعیت ایمن کرد.

۸-۵-۲ قسمت‌های جداشدنی

قسمت‌های جداشدنی باید به نحوی ساخته شده باشند که بتوان تجهیزات الکتریکی آنها را در صورتی که مدار برق‌دار باشد، به صورت ایمن از مدار اصلی جدا و یا به آن وصل کرد. قسمت‌های جداشدنی ممکن است مجهز به یک قفل هم‌بندی تعبیه‌شده باشند (به زیربند ۳-۲-۵ مراجعه شود).

فاصله هوایی و خزشی (به زیربند ۳-۸ مراجعه شود) باید در حال تغییر از وضعیتی به وضعیت دیگر برقرار باشد.

یک قسمت جدا شدنی باید مجهز به وسیله‌ای باشد که اطمینان حاصل شود برداشتن و وارد شدن فقط بعد از قطع شدن مدار اصلی از بار امکان‌پذیر است.

اگر برداشتن توسط اشخاص غیرمجاز ممکن باشد، آنگاه قسمت‌های جداشدنی باید با وسایل قفل‌کننده به منظور قرارگیری ایمن در یک یا چند وضعیت، ارائه شود.

۸-۵-۳ انتخاب وسایل قطع و وصل و اجزا

وسایل قطع و وصل و اجزاء موجود در تابلوها باید با استانداردهای مرتبط مطابقت داشته باشند.

وسایل قطع و وصل و اجزا باید برای کاربردهای خاص از نظر طراحی بیرونی تابلو (برای مثال نوع باز یا بسته)، برای ولتاژهای اسمی، جریان‌های اسمی، فرکانس اسمی، عمر کاری، قدرت‌های قطع و وصل، توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه و غیره مناسب باشند.

ولتاژ عایق‌بندی اسمی و ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی وسایل نصب شده در مدار باید برابر یا بزرگتر از مقدار متناظر تخصیص داده شده به آن مدار باشد. در بعضی موارد، حفاظت اضافه‌ولتاژ ممکن است ضروری باشد (برای مثال: برای تجهیزاتی که اضافه ولتاژ طبقه II را تامین می‌کنند (به زیربند ۳-۶-۱۱ مراجعه شود). وسایل قطع و وصل و اجزایی که دارای توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه هستند و/یا ظرفیت قطع آن‌ها برای تحمل تنش‌های احتمالی در محل نصب کافی نباشد، باید با وسایل حفاظت با مشخصات محدودکننده جریان از قبیل، فیوزها یا قطع‌کننده‌های محدودکننده جریان حفاظت شوند. در انتخاب وسایل حفاظتی محدودکننده جریان برای وسایل قطع و وصل ساخته شده، باید حداکثر مقادیر مجاز تعیین‌شده توسط سازنده وسایل، با در نظر گرفتن هماهنگی (به زیربند ۳-۹-۴ مراجعه شود) رعایت شود.

هماهنگی بین وسایل قطع و وصل و اجزا باید مطابق با استانداردهای مرتبط باشد. هماهنگی بین راهاندازهای موتورها که مجهز به وسایل حفاظتی اتصال کوتاه هستند باید با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۴۸۳۵-۴ مطابقت داشته باشد. همچنین به زیربند ۹-۳-۴ مراجعه شود.

یادآوری - راهنما در استاندارد IEC TR 61912-1:2007 و IEC TR 61912-2:2009 داده شده است.

۸-۵-۴ نصب وسایل قطع و وصل و اجزا

وسایل قطع و وصل و اجزا باید طبق دستورالعمل سازنده آنها داخل تابلو به نحوی نصب و سیم‌کشی شوند که در صحت کار آنها در اثر تاثیر متقابل عواملی نظیر حرارت، گسیل‌های ناشی از قطع و وصل، لرزش و میدان‌های الکترومغناطیسی که در هنگام کار عادی وجود دارند خللی وارد نشود. در مورد تجهیزات الکترونیکی، ممکن است لازم باشد مدارهای پردازش سیگنال الکترونیکی از یکدیگر جدا شوند یا نسبت به آنها پرده پوششی ایجاد شود.

در صورت استفاده از فیوزها، سازنده اولیه باید نوع و مقدار اسمی رابط فیوزهای مورد استفاده را اعلام کند.

۸-۵-۵ قابلیت دسترسی

وسایل تنظیم و وصل مجدد که باید در داخل تابلوها به کار انداخته شوند، باید به آسانی در دسترس باشند. واحدهای کارکردی نصب‌شده بر روی یک تکیه‌گاه (صفحه یا قاب نگهدار) و ترمینالهای هادی‌های خروجی باید به نحوی ترتیب داده شوند که دسترسی به آنها برای نصب، سیم‌کشی، تعمیر و نگهداری و تعویض امکان‌پذیر باشد.

با فرض اینکه پایه تابلو و ناحیه ایستادن عادی برای متصدی عملیاتی در یک سطح باشند، الزامات دسترسی زیر مربوط به تابلوهای ایستاده باید اعمال شود:

- ترمینال‌ها، به غیر از ترمینال‌های هادی‌های حفاظتی، باید در ارتفاع حداقل 0.2 m از سطح نصب تابلو قرار داشته باشند و علاوه بر آن به نحوی مستقر شوند که وصل کابل‌ها به آنها با رعایت شعاع خمشی مرتبط آسان باشد.

- وسایل نشانگری که به وسیله کارور قرائت می‌شوند باید در ناحیه با ارتفاع بین 0.2 m و 2.2 m از سطح پایه تابلو قرار گیرند.

- وسایل عمل‌کننده مانند دسته‌ها و دکمه‌های فشاری یا موارد مشابه، باید در ارتفاعی نصب شوند که عملیات به آسانی انجام شود. این بدین معنا است که خط مرکزی آنها باید درون یک ناحیه با ارتفاع بین 0.2 m و 2.2 m بالای پایه تابلو قرار گیرد. وسایلی که به طور مکرر به کار انداخته نمی‌شوند، (برای مثال کمتر از یک مرتبه در ماه) می‌توانند در ارتفاعی تا 2.2 m نصب شوند.

- کاراندازهای^۱ مربوط به وسایل قطع و وصل اضطراری (به زیربند 2-4-536 استاندارد IEC 60364-5-53:2001 مراجعه شود) باید در ناحیه با ارتفاع بین ۰/۸ m و ۱/۶ m بالای پایه تابلو قرار گیرد.

۸-۵-۶ حصارها

مربوط به وسایل قطع و وصل دستی باید به نحوی طراحی شوند که انتشارهای کلیدزنی، خطری برای کارور ایجاد نکند.

جهت به حداقل رساندن خطر در هنگام تعویض رابط فیوزها، لازم است حصار بین فازها نصب شود مگر آن که به علت محل نصب و طراحی فیوزها انجام این کار لازم نباشد.

۸-۵-۷ جهت عملکرد و مشخص کردن وضعیت‌های قطع و وصل

وضعیت‌های عملکردی وسایل و اجزاء باید به وضوح مشخص شده باشد. وضعیت‌های عملکردی «روشن» و «خاموش» می‌باشد (به زیربند 6-1-8 استاندارد IEC 60947-1:2020 مراجعه شود). یک وضعیت تحریک شده ناخواسته^۲ به عنوان وضعیت عملکردی محسوب نمی‌شود و نیازی به نشان دادن ندارد. اگر جهت عملکرد مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۹۱۷ نباشد، جهت عملکرد باید به وضوح قابل شناسایی باشد.

۸-۵-۸ چراغ‌های نشانگر و دکمه‌های فشاری

به جز در مواردی که در استاندارد مربوط به محصول به گونه دیگری تعیین شده باشد، رنگ چراغ‌های نشانگر و دکمه‌های فشاری باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۰ باشد.

۸-۵-۹ بانک‌های اصلاح ضریب توان

در مورد بانک‌های اصلاح ضریب توان قرار گرفته در تابلو، الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۹۲۵ باید برآورده شود.

یادآوری- سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ مرجع اصولی برای تصدیق مورد نیاز توسط استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۹۲۵ می‌باشد.

۸-۶ اتصالات و مدارهای الکتریکی داخل تابلو

۸-۶-۱ مدارهای اصلی

شینه‌ها (بدون عایق یا عایق‌دار، به زیربند ۳-۱-۵ مراجعه شود) باید طوری ترتیب داده شوند که وقوع اتصال کوتاه داخلی مورد انتظار نباشد. شینه‌ها باید حداقل بر اساس الزامات مربوط به توانایی تحمل در برابر

1- Actuator
2- Tripped position

اتصال کوتاه (به زیربند ۹-۳ مراجعه شود) انتخاب شده و به نحوی طراحی شوند که حداقل، توانایی تحمل تنش‌های اتصال کوتاه را که به کمک وسیله یا وسایل حفاظتی طرف تغذیه شینه‌ها محدود می‌شود، داشته باشند.

در یک بخش، هادی‌های (شامل شینه‌های توزیع) بین شینه‌های اصلی و طرف تغذیه واحدهای کارکردی (یا در موارد تابلو تک‌بخشی، بین ترمینال‌های بار وسایل ورودی و ترمینال‌های تغذیه هر وسیله SCPD خروجی) از جمله اجزای تشکیل‌دهنده این واحدها، ممکن است بر مبنای تنش‌های اتصال کوتاه تقلیل یافته در طرف بار وسیله حفاظتی اتصال کوتاه در هر واحد انتخاب کرد به شرطی که این هادی‌ها طوری قرار گرفته باشند که در وضعیت بهره‌برداری عادی، امکان ایجاد اتصال کوتاه داخلی بین قسمت‌های برق‌دار و یا بین قسمت‌های برق‌دار و زمین بسیار بعید باشد (به زیربند ۸-۶-۴ مراجعه شود).

حداقل سطح مقطع هادی خنثی در یک مدار سه‌فاز و مدار خنثی باید به صورت زیر باشد:

- برای مدارهای با سطح مقطع هادی خط تا و خود 16 mm^2 ، برابر 100% سطح مقطع مربوط به خطوط؛
- برای مدارهای با سطح مقطع هادی خط بیشتر از 16 mm^2 ، برابر 50% سطح مقطع مربوط به خطوط با مقدار حداقل 16 mm^2 .

یادآوری- در صورت پذیرش هادی خنثی کوچکتر توسط کاربر، کاربردهای خاص وجود دارد.

فرض می‌شود که:

الف- جریان‌های خنثی از 50% جریان‌های خط بیشتر نمی‌شود؛

ب- هادی از مواد یکسانی با هادی‌های خط ساخته شده است. در جایی که این مورد وجود ندارد، هادی خنثی باید حداقل دارای هدایت یا ظرفیت عبور جریان یکسانی با موقعیتی باشد که جنس مواد هادی خنثی با هادی خط یکسان است.

برای بعضی از کاربردها که در آن جریان در هادی خنثی ممکن است به مقادیر بالاتری از هارمونیک‌های توالی صفر (برای مثال هارمونیک‌های سوم) برسد، ممکن است وجود هادی خنثی با سطح مقطع‌های بزرگتر لازم باشد چون این هارمونیک‌های مربوط به خطوط به هادی خنثی افزوده می‌شوند و منجر به جریان بیشتری در فرکانس‌های بالاتر می‌شوند. بین سازنده و کاربر در این مورد توافق خاص به عمل می‌آید.

ابعاد هادی‌های PEN, PEL و PEM باید مطابق با زیربند ۸-۴-۳-۲-۳ مشخص شوند.

۸-۶-۲ مدارهای کمکی

طراحی مدارهای کمکی باید با در نظر گرفتن اتصال زمین مدارهای کمکی باشد و این اطمینان را ایجاد نماید که نقص در اتصال زمین نباید باعث عملکرد خطرناک غیرعمدی شود.

به طور کلی، مدارهای کمکی باید در برابر اثرات اتصال کوتاه حفاظت شوند. در هر حال چنانچه عمل وسیله حفاظتی اتصال کوتاه تولید خطر نماید، باید از به کار بردن آن خودداری شود. در این حالت، هادی‌های مدارهای کمکی باید به نحوی قرار گرفته باشند که امکان وقوع اتصال کوتاه بعید باشد (به زیربند ۸-۶-۴ مراجعه شود).

یادآوری - اطلاعات بیشتر در مورد الزامات برای مدارهای کمکی در استانداردهای IEC 60364-5-55:2011 و IEC 60364-5-55:2011/AMD1:2012 و IEC 60364-5-55:2011/AMD2:2016 ارائه شده است.

۸-۶-۳ هادی‌های بدون عایق یا عایق دار

اتصال قسمت‌های حامل جریان، به علت افزایش عادی دما، کهنگی مواد عایق‌بندی و لرزش‌هایی که در بهره‌برداری عادی پیش می‌آیند، نباید دچار تغییرات غیرمجاز شوند. تاثیرات انبساط حرارتی و عکس‌العمل الکترولیتی فلزات غیر هم‌جنس و کهنگی در اثر دماهای حاصل، باید به حساب آورده شوند.

اتصالات به وسایل نصب‌شده بر روی درها یا به دیگر قسمت‌های جداشدنی باید با استفاده از هادی‌های قابل انعطاف برای مثال طبقه ۵ یا طبقه ۶ مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ ساخته شود تا اجازه حرکت به قسمت‌ها را بدهد. هادی‌ها باید به قسمت‌های ثابت و به قسمت‌های جداشدنی مستقل از ترمینال‌های اتصال الکتریکی محکم شوند.

اتصالات بین قسمت‌های حامل جریان باید با وسایلی برقرار شود که فشار کافی و مداوم را در محل تماس تضمین نماید.

اگر تصدیق افزایش دما بر اساس آزمون‌ها (به زیربند ۱۰-۱۰-۲ مراجعه شود) انجام شود، مسئولیت انتخاب هادی‌های استفاده شده داخل تابلو و سطح مقطع آنها به عهده سازنده اولیه می‌باشد. چنانچه بررسی و تایید افزایش دما طبق قواعد ارزیابی زیربند ۱۰-۱۰-۴ انجام شود، هادی‌ها باید حداقل سطح مقطع تعیین شده را مطابق با استاندارد ملی ایران ۵۲-۲-۱۹۳۷ داشته باشند. مثال‌هایی در مورد چگونگی استفاده این استاندارد برای شرایط داخل تابلو در جداول ح-۱ و ح-۲ ارائه شده است. علاوه بر توانایی مقدار جریان عبوری هادی‌ها، انتخاب هادی‌ها تابع موارد زیر نیز می‌باشد:

- تنش‌های مکانیکی که ممکن است به تابلو وارد شود؛

- نحوه استقرار و محکم کردن هادی‌ها؛

- نوع عایق‌بندی؛

- نوع اجزایی که متصل شده‌اند (برای مثال: وسایل قطع و وصل و فرمان مطابق سری استاندارد ملی ایران شماره ۴۸۵۳، تجهیزات یا وسایل الکترونیکی)

در مورد هادی‌های قابل انعطاف یا غیرقابل انعطاف عایق‌شده، معیارهای زیر به کار می‌رود:

- این هادی‌ها باید دست کم برای ولتاژ عایق‌بندی اسمی (به زیربند ۵-۲-۳ مراجعه شود) مدار متصل شده، مطابقت داشته باشند.
- هادی‌هایی که دو نقطه پایانی را به هم متصل می‌کنند، نباید اتصال میانی داشته باشند مثال: به هم تابیده یا لحیم‌شده باشند.
- هادی‌هایی با عایق‌بندی پایه نباید با قسمت‌های برق‌دار بدون عایق با ولتاژ متفاوت تماس داشته باشند.
- از تماس هادی‌ها با لبه‌های تیز باید اجتناب شود.
- هادی‌های تغذیه وسایل و دستگاه‌های اندازگیری که در داخل پوشش‌ها یا درها قرار می‌گیرند باید به نحوی نصب شوند که هیچ نوع آسیب مکانیکی در نتیجه حرکت درها یا پوشش‌ها در آنها به وجود نیاید.
- اتصالات لحیمی به دستگاه‌ها در تابلوها فقط در مواردی مجاز خواهد بود که تمهیداتی برای این نوع اتصالات در دستگاه‌ها در نظر گرفته شده باشد و نوع مشخصی از هادی مورد استفاده قرار گیرد.
- برای دستگاه‌های به غیر از مواردی که در بالا ذکر شد لحیم‌کاری سرهای کابل یا لحیم‌کاری انتهای هادی‌های رشته‌ای تحت شرایط لرزش شدید قابل قبول نخواهد بود. در جایی که لرزش شدید در حین بهره‌برداری عادی وجود دارد، مانند جرثقیل‌ها، دستگاه‌های لایروبی، کشتی‌ها، وسایل بالابر و لوکوموتیوها، باید به تکیه‌گاه‌های هادی‌ها توجه شود.
- به طور کلی توصیه می‌شود فقط یک هادی به واحد گیره ترمینال وصل شود. اتصال دو یا چند هادی به یک ترمینال فقط در مواردی مجاز خواهد بود که ترمینال‌ها برای این منظور طراحی شده باشند.
- هادی‌های مدارهای مختلف ممکن است در کنار هم گذاشته شوند، ممکن است مجرای یکسانی را اشغال کنند (برای مثال لوله، سیستم ترانکینگ^۱)، ممکن است در یک کابل چندرشته قرار داشته باشد، اگر ترتیب آنها عملکرد صحیح مدارهای مرتبط را مختل نکند. در جایی که این مدارها در ولتاژهای مختلفی کار می‌کنند، هادی‌ها باید توسط حصارهای مناسب مجزا شوند. تمام هادی‌های داخل یک مجرا یا هر هادی در کابل‌های چند رشته‌ای باید برای بالاترین ولتاژی که هر هادی درون مجرا در معرض آن قرار می‌گیرد، عایق گردد. برای مثال ولتاژ خط به خط برای سیستم‌های زمین نشده ولتاژ خط به زمین برای سیستم‌های زمین شده

۸-۶-۴ انتخاب و نصب هادی‌های برق‌دار حفاظت‌نشده برای کاهش امکان اتصال کوتاه

- هادی‌های برق‌دار که توسط وسایل حفاظتی اتصال کوتاه، حفاظت نشده‌اند (به زیربند ۸-۶-۱ و ۸-۶-۲ مراجعه شود) باید در کل تابلو مطابق جدول ۴ انتخاب و نصب شوند. هادی‌های برق‌دار حفاظت نشده که مطابق جدول ۴ انتخاب و نصب شده‌اند باید دارای طول حداکثر تا ۳ m بین شینه اصلی و هر وسیله

1- Trunking system

حفاظتی اتصال کوتاه SCPD یا در مورد تابلو تک‌بخشی، بین ترمینال‌های بار وسایل ورودی و ترمینال‌های تغذیه هر SCPD خروجی باشد.

۸-۶-۵ شناسایی هادی‌های مربوط به مدارهای اصلی و کمکی

به استثنای موارد گفته شده در زیربند ۸-۶-۶، روش و حدود شناسایی هادی‌ها مثلاً به وسیله اعداد-رنگ‌ها یا علائم، بر روی ترمینال‌هایی که هادی‌ها به آن متصل می‌شوند یا بر روی انتهای هادی‌ها جزء مسئولیت‌های سازنده تابلو بوده و باید با نشانه‌های نمودارها و نقشه‌های سیم‌کشی مطابقت کنند. در صورت عملی بودن، شناسایی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹ باید انجام شود.

۸-۶-۶ شناسایی هادی حفاظتی (PEN, PEL, PEM, PE) و هادی خنثی (N) و هادی نقطه میانی (M) مدارهای اصلی

هادی حفاظتی (PEN, PEM, PEL, PE) باید به آسانی توسط محل نصب، نشانه‌گذاری یا رنگ قابل تشخیص باشد. در صورت استفاده از رنگ یا نشانه‌گذاری برای شناسایی، باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹ باشد. اگر هادی حفاظتی، کابل تک‌ رشته‌ای عایق‌دار باشد، روش شناسایی رنگ باید مورد استفاده قرار گیرد و بهتر است در تمام طول هادی باشد.

هر هادی خنثی یا هادی نقطه میانی از مدار اصلی باید به آسانی توسط محل نصب و یا نشانه‌گذاری یا رنگ قابل تشخیص باشد (هرگاه رنگ آبی الزامی باشد به استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹ مراجعه شود).

۸-۶-۷ هادی‌ها در مدارهای AC که از محفظه‌ها یا صفحات فرومغناطیسی عبور می‌کنند

هادی‌ها در مدارهای AC با یک جریان اسمی بالاتر از ۲۰۰ A که از محفظه‌ها، بخش‌ها یا صفحات فرومغناطیسی عبور می‌کنند، هادی‌ها باید:

- طوری چیده شوند که هادی‌ها فقط به طور جمعی توسط مواد فرومغناطیسی احاطه شوند به عنوان مثال عبور از یک سوراخ؛ یا

- چیدمان هادی‌ها در صورتی که از سوراخ‌های مجزا عبور کنند باید توسط آزمون‌های افزایش دما تصدیق شوند.

ورود جداگانه یک هادی حفاظتی اضافی به محفظه آهنی مجاز می‌باشد.

۸-۷ خنک‌کردن

اگر رعایت احتیاط‌های خاصی در محل نصب برای اطمینان از خنک شدن کافی لازم باشد، سازنده تابلو باید اطلاعات لازم را ارائه نماید (مانند دادن توجه به رعایت فواصل لازم برای قسمت‌هایی که ممکن است مانع پخش حرارت شوند یا خود ایجاد حرارت کنند).

۸-۸ ترمینال‌های مربوط به کابل‌های خروجی

بر مبنای اطلاعات سازنده اولیه، سازنده تابلو باید مناسب بودن ترمینال‌ها برای اتصال هادی‌های مسی یا آلومینیومی یا هر دو را مشخص کند. ترمینال‌ها باید به نحوی باشند که انجام اتصال هادی‌ها با استفاده از وسیله مناسبی (مانند پیچ، اتصال‌دهنده و...) جهت برقراری فشار تماس لازم که متناسب با جریان اسمی و تحمل اتصال کوتاه دستگاه و مدار خواهد بود، امکان پذیر باشد.

در صورت عدم وجود اطلاعات خاص در مورد کابل‌های بزرگتری که مورد استفاده قرار می‌گیرند و نیاز به ترمینال‌های بزرگتر دارند، ترمینال‌ها باید بتوانند هادی‌های مسی را از کوچک‌ترین تا بزرگ‌ترین سطح مقطع که متناسب با جریان اسمی وسیله حفاظتی مدار I_n می‌باشد، در خود جای دهند (به پیوست الف مراجعه شود). برای وسایل حفاظتی قابل تنظیم، جریان اسمی، جریان تنظیمی انتخاب شده می‌باشد.

در مواردی که از هادی‌های آلومینیومی استفاده می‌شود، نوع، اندازه و روش ترمینال‌بندی هادی‌ها باید مورد توافق بین کاربر و سازنده تابلو باشد.

در مواردی که لازم باشد هادی‌های خارجی مدارهای الکترونیکی با جریان‌ها و ولتاژهای پایین (کمتر از یک آمپر و کمتر از ۵۰V AC یا ۱۲۰V DC) به تابلو وصل شود، جدول الف-۱ از پیوست الف کاربرد ندارد.

فضای موجود برای سیم کشی‌ها باید اجازه انجام صحیح اتصالات هادی‌های خارجی از مواد پیش‌بینی شده را داده و در مورد کابل‌های چند رشته‌ای، فاصله گرفتن رشته‌ها را از هم امکان‌پذیر کند.

هادی‌ها نباید تحت تنش‌هایی قرار گیرند که از عمر طبیعی آنها کاسته شود.

در صورت عدم وجود اطلاعات خاص در مورد کابل‌های بزرگتری که مورد استفاده قرار می‌گیرند و نیاز به ترمینال‌های بزرگتر دارند، در مدارهای سه‌فاز و مدار خنثی، ترمینال‌های هادی خنثی باید مجاز به اتصال هادی‌های مسی با حداقل سطح مقطع زیر باشد:

- اگر سطح مقطع هادی خط از 16 mm^2 بزرگتر باشد، سطح مقطع هادی خنثی باید برابر نصف سطح مقطع هادی خط و حداقل 16 mm^2 باشد؛

- اگر سطح مقطع هادی خط 16 mm^2 و یا کمتر باشد، سطح مقطع هادی خنثی باید برابر با سطح مقطع هادی خط باشد.

در مورد هادی‌های غیر مسی، سطح مقطع هادی‌های ذکر شده بهتر است با مقاطعی که هدایت جریان آنها معادل هدایت جریان هادی‌های مسی است، جایگزین شوند. بنابراین ممکن است نصب ترمینال‌های بزرگتر لازم باشد.

برای بعضی از کاربردها که در آن جریان در هادی خنثی ممکن است به مقادیر بالاتری از هارمونیک‌های توالی صفر (برای مثال هارمونیک‌های ردیف سوم) برسد، ممکن است وجود هادی خنثی با سطح مقطع‌های بزرگتر لازم باشد چون این هارمونیک‌های مربوط به خطوط به هادی خنثی افزوده می‌شوند و منجر به جریان بار بیشتری در فرکانس‌های بالاتر می‌شود. بین سازنده و کاربر در این مورد توافق خاص به عمل می‌آید.

چنانچه وسایل برای اتصال هادی‌های ورودی و خروجی هادی خنثی، نقطه میانی، حفاظتی PEL, PEM و PEN پیش‌بینی شده باشد، محل آنها باید در نزدیکی ترمینال هادی‌های خط مرتبط باشد.

یادآوری - استاندارد IEC 60204-1:2016 حداقل سطح مقطع هادی را الزام کرده است و اتصال هادی PEN به تجهیزات الکتریکی ماشین‌آلات را مجاز نمی‌داند.

بازشوهای مربوط به ورودی کابل‌ها، صفحات پوشش و مانند آن باید طوری طراحی شوند که وقتی کابل‌ها به نحوی صحیح نصب می‌شوند، اقدام حفاظتی در برابر تماس و درجه حفاظت اعلام شده، تامین شود. این به معنای انتخاب وسایل ورودی مناسب برای کاربرد مورد نظر اعلام شده توسط سازنده تابلو می‌باشد.

ترمینال‌های مربوط به هادی‌های حفاظتی خروجی باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹ نشانه گذاری شوند. برای مثال: نماد گرافیکی  از استاندارد IEC 60417-5019:2016-08-25. اگر وصل هادی حفاظتی خارجی به یک هادی حفاظتی داخلی که به وضوح با رنگ‌های سبز و زرد مشخص شده، در نظر باشد، استفاده از این علامت ضروری نمی‌باشد.

ترمینال هادی‌های حفاظتی خارجی (PE, PEL, PEM, PEN) و روکش فلزی کابل‌های اتصال (مجرای فولادی، غلاف سربی و غیره) باید در مواردی که لازم است لخت بوده و به‌جز در مواردی که به نحو دیگری مشخص شده باشد، برای وصل به هادی‌های مسی مناسب باشند. باید یک ترمینال مجزا با ابعاد مناسب برای هادی‌های حفاظتی خروجی هر مدار پیش‌بینی شود.

در صورت عدم وجود اطلاعات خاص در مورد کابل‌های بزرگتری که مورد استفاده قرار می‌گیرد و نیاز به ترمینال‌های بزرگ‌تر دارند، ترمینال هادی‌های حفاظتی باید اتصال هادی‌های مسی با سطح مقطع متناسب با سطح مقطع هادی‌های خط را مطابق جدول ۵ ممکن سازد.

در مورد محفظه‌ها و هادی‌های آلومینیومی یا آلایژ آلومینیومی، باید ملاحظات ویژه در خصوص خطر خوردگی الکترولیتی به عمل آید. وسایل اتصال‌دهنده که تضمین‌کننده پیوستگی قسمت‌های رسانا با هادی‌های حفاظتی خارجی می‌باشند نباید به منظور دیگری استفاده شوند.

در مواردی که از رنگ‌های ضدخراشیدگی مانند پوشش‌های پودری استفاده می‌شود، ممکن است احتیاط‌های خاص برای قسمت‌های فلزی تابلو به خصوص برای صفحات اتصال گلندها، ضروری باشد.

شناسایی ترمینال‌ها باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۹۹۶۹ صورت پذیرد مگر این‌که به گونه دیگری تعیین شده باشد.

۹ الزامات عملکردی

۹-۱ ویژگی‌های دی‌الکتریکی

۹-۱-۱ کلیات

هر مدار تابلو باید قادر به تحمل ولتاژهای زیر باشد:

- اضافه ولتاژهای موقت؛

- اضافه ولتاژهای گذرا.

قابلیت تحمل اضافه‌ولتاژهای موقت و یکپارچگی عایق‌بندی صلب توسط ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه و قابلیت تحمل اضافه‌ولتاژهای گذرا توسط ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای بررسی و تایید می‌شود. در مورد راه‌اندازهای فرکانس متغیر یا مبدل‌ها، امواج ولتاژ برگشتی، ولتاژهای قله مکرر و فرکانس، توجه خاص مورد نیاز می‌باشد.

۹-۱-۲ ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه

مدارهای تابلو باید قادر به تحمل ولتاژهای قابل تحمل با فرکانس شبکه تعیین شده در جدول ۸ و ۹ (به زیربند ۱۰-۹-۲ مراجعه شود) باشند. ولتاژ عایق‌بندی اسمی هر مدار از تابلو باید برابر یا بزرگتر از حداکثر ولتاژ بهره‌برداری اسمی آن باشد.

محفظه‌ها و دسته‌های عملکردی خارجی ساخته شده یا پوشش داده شده با مواد عایقی باید قادر به تحمل آزمون‌های دی‌الکتریک فرکانس شبکه که در زیربندهای ۱۰-۹-۴ و ۱۰-۹-۵ ارائه شده، باشند.

هادی‌های پوشش داده شده با مواد عایقی که برای حفاظت در برابر شوک الکتریکی تامین شده‌اند، باید قادر به تحمل آزمون‌های دی‌الکتریک فرکانس شبکه که در زیربند ۱۰-۹-۶ ارائه شده، باشند. این آزمون برای هادی‌های عایق‌شده که به صورت مناسب مطابق با استاندارد محصول (مثال: کابل‌ها) عایق شده‌اند، الزامی نمی‌باشد.

۹-۱-۳ ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای

۹-۱-۳-۱ ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای مدار اصلی

فواصل هوایی از قسمت‌های برق‌دار تا قسمت‌های رسانای در دسترس و بین قسمت‌های برق‌دار با پتانسیل‌های مختلف، باید آزمون جدول ۱۰ که مناسب برای ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی می‌باشد را تحمل کنند.

ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی مربوط به یک ولتاژ بهره‌برداری اسمی تعیین شده نباید از مقدار متناظر مقرر در پیوست چ با توجه به نوع منبع تغذیه و ولتاژ نامی منبع تغذیه مدار در محلی که از آن تابلو استفاده خواهد شد و رده اضافه‌ولتاژ مناسب، کمتر باشد.

۹-۱-۳-۲ ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای مدارهای کمکی

الف- مدارهای کمکی که در ولتاژ بهره‌برداری اسمی به مدار اصلی بدون هیچ گونه وسیله برای کاهش اضافه‌ولتاژ متصل می‌شوند، باید با الزامات زیربند ۹-۱-۳-۱ مطابقت داشته باشند.

ب- مدارهای کمکی که به مدار اصلی متصل نیستند ممکن است دارای قابلیت تحمل اضافه‌ولتاژ متفاوت با مقدار مربوط به مدار اصلی باشند. فواصل هوایی این مدارها (AC یا DC) باید قادر به تحمل ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای مطابق با پیوست چ باشند.

۹-۱-۴ حفاظت وسایل حفاظتی فراتاخت

هرگاه شرایط اضافه‌ولتاژ نیازمند اتصال وسایل حفاظتی فراتاخت (SPD) به مدار اصلی باشد، چنین SPDهایی باید به منظور جلوگیری از شرایط اتصال کوتاه کنترل نشده آن گونه که توسط سازنده تابلو مشخص شده، محافظت شوند.

نصب SPD باید با توجه به دستورالعمل‌های سازنده آن انجام پذیرد. برای مثال طول کلی هادی‌ها بین ترمینال‌های SPD تا خط و زمین در صورت کاربرد.

۹-۲-۲ حدود افزایش دما

۹-۲-۱ کلیات

تابلو و مدارهای آن باید قادر به عبور جریان‌های اسمی تحت شرایط مشخص شده (به زیربندهای ۵-۳-۱ و ۵-۳-۲ و ۵-۴ مراجعه شود) با در نظر گرفتن مقادیر اسمی اجزاء، استقرار و کاربرد آنها باشند بدون اینکه افزایش دما از محدوده تعیین شده در جدول ۶ وقتی که تصدیق مطابق با زیربند ۱۰-۱۰ انجام می‌گیرد، بیشتر شود. حدود افزایش دما تعیین شده در جدول ۶ برای میانگین روزانه دمای هوای محیط تا 35°C معتبر است.

افزایش دما یک جز یا قسمت عبارت است از اختلاف بین دمای این جزء یا قسمت و دمای هوای محیط بیرون از تابلو که مطابق زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۳ اندازه‌گیری می‌شود. اگر میانگین دمای هوای محیط از 35°C بیشتر باشد در این صورت حدود افزایش دما باید با این شرایط استفاده خاص تطبیق داده شود، به طوری که مجموع دمای محیط و هر افزایش دما منفرداً یکسان باقی بماند. اگر میانگین روزانه دمای هوای محیط کمتر از 35°C باشد، تطبیق مشابه می‌تواند با توجه به توافق بین کاربر و سازنده تابلو مجاز باشد.

در برخی موارد برای مثال: وسایل عمل‌کننده دستی، پوشش‌ها و محفظه‌های خارجی قابل دسترس، دماهای بالاتر مجاز می‌باشد. اما از حداکثر حدود ارائه شده در جدول ۶ بیشتر نخواهد بود. به پانوشته ح جدول ۶ مراجعه شود.

افزایش دما نباید باعث آسیب به قسمت‌های حامل جریان یا قسمت‌های مجاور تابلو گردد. به خصوص در مورد مواد عایقی، سازنده اولیه باید مطابقت را یا توسط ارجاع به شاخص دمایی (برای مثال با روش‌های سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۰۳۹) یا مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۱۰ اثبات نماید.

۹-۲-۲ تنظیم جریان‌های اسمی برای دماهای هوای محیط جایگزین

اگر حدود افزایش دما چنان تغییر کرده باشد که دمای هوای محیط متفاوتی را پوشش دهد، در این صورت ممکن است نیاز باشد که جریان اسمی کلیه شینه‌ها، واحدهای کارکردی و... مطابق با آن تغییر کند. سازنده اولیه باید اقدامات مورد نیاز را (در صورت نیاز) تعیین نماید تا از مطابقت با حدود دما اطمینان حاصل شود. اگر یک تطبیق برای دماهای هوای محیط پایین‌تر انجام پذیرد، جریان‌های اسمی وسایل نباید از مقداری که توسط سازنده آن‌ها منتشر شده، بیشتر باشد.

اگر یک آزمون افزایش دما که قبلاً انجام پذیرفته، حدود افزایش دما را برای دمای هوای محیط با میانگین روزانه 35°C اعمال کند، آنگاه برای دمای هوای محیط تا میانگین روزانه 50°C ، جریان‌های اسمی تصدیق شده توسط آزمون می‌تواند با محاسبات ارائه شده در زیربند ۱۰-۱۰-۳-۶ تنظیم شود.

۹-۳ حفاظت در برابر اتصال کوتاه و توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه

۹-۳-۱ کلیات

تابلوها باید قادر به تحمل تنش‌های حرارتی و دینامیکی حاصل از جریان‌های اتصال کوتاه که از مقادیر اسمی آنها بیشتر نشود، باشند.

یادآوری ۱- تنش‌های اتصال کوتاه می‌تواند با استفاده از وسایل محدودکننده جریان مثل اندوکتانس‌ها، فیوزهای محدودکننده جریان یا دیگر وسایل قطع و وصل محدودکننده جریان کاهش یابد.

یادآوری ۲- هنگامی که یک اتصال کوتاه از عملکرد وسیله خاموش‌کننده قوس (AQD)^۱ مطابق با استاندارد IEC 60947-9-1 و دستگاه‌های اتصال کوتاه عمده دیگر به وجود می‌آید، این نتایج با بیشترین تنش روی مدارها مورد توجه قرار می‌گیرد.

تابلوها باید در برابر جریان‌های اتصال کوتاه با وسایلی از قبیل قطع‌کننده‌های مدار، فیوزها یا ترکیبی از آن‌ها حفاظت شوند که می‌تواند جزئی از تابلو بوده و یا در خارج از آن نصب شوند.

در مورد تابلوهایی که برای سیستم‌های IT در نظر گرفته شده‌اند، بهتر است وسیله حفاظتی اتصال کوتاه در هر یک از قطب‌ها دارای ظرفیت قطع کافی برای ولتاژ خط به خط بوده تا خطای اتصال زمین دوگانه را رفع

1-Arc quenching device

نماید (به اسـتـانـداردهای IEC60364-5-53:2001 و IEC60364-5-53:2001/AMD1:2002 و IEC 60364-5-53:2001/AMD2:2015 مراجعه شود).

به جز در مواردی که به گونه دیگری در دستورالعمل‌های مربوط به بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری سازنده تابلو تعیین شده است، تابلوهایی که در معرض یک اتصال کوتاه قرار گرفته‌اند، بدون بازرسی و یا تعمیر توسط افراد ماهر ممکن است جهت استفاده آتی مناسب نباشند.

۹-۳-۲ اطلاعات مربوط به توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه

در مورد تابلوهایی که وسیله حفاظتی اتصال کوتاه SCPD جز یکپارچه‌ای از واحد ورودی است، سازنده باید حداکثر مقادیر مجاز جریان اتصال کوتاه محتمل را روی ترمینال‌های ورودی تابلو اعلام کند. این مقدار نباید از مقادیر اسمی مرتبط تجاوز کند (به زیربندهای ۵-۳-۴، ۵-۳-۵ و ۵-۳-۶ مراجعه شود). ضریب قدرت و مقادیر قله مربوط باید مطابق با مقادیر ارائه شده در زیربند ۹-۳-۳ باشد.

اگر یک قطع‌کننده مدار با یک رهاساز تاخیر زمانی به عنوان وسیله حفاظتی اتصال کوتاه استفاده شود، سازنده تابلو باید حداکثر تاخیر زمانی و جریان تنظیمی مربوط به شدت جریان اتصال کوتاه محتمل را اعلام کند.

در مورد تابلوهایی که وسیله حفاظتی اتصال کوتاه جزء یکپارچه‌ای از واحد ورودی آنها نیست، سازنده تابلو باید تحمل در برابر اتصال کوتاه را به یک یا هر دو روش زیر اعلام کند:

- الف-** جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی (I_{cw}) همراه با مدت زمان مرتبط (به زیربند ۵-۳-۵ مراجعه شود) و جریان قله‌ای قابل تحمل اسمی I_{pk} (به زیربند ۵-۳-۴ مراجعه شود)؛
- ب-** مقدار جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی (I_{cc}) شامل مشخصه‌های محدودکننده جریان SCPD بالادست (به زیربند ۳-۱-۱۱ مراجعه شود).

در مورد زمان‌های تا حداکثر ۳ s، رابطه بین جریان کوتاه مدت اسمی و مدت زمان مربوط از رابطه مقدار ثابت $I^2 T$ به دست می‌آید مشروط به اینکه مقدار قله‌ای جریان آن از مقدار قله‌ای جریان قابل تحمل اسمی بیشتر نشود.

در مورد یک تابلو با چندین واحد ورودی که احتمال کار هم‌زمان آنها وجود نداشته باشد، توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه را می‌توان برای هر یک از واحدهای ورودی مطابق موارد مذکور تعیین کرد. در مورد تابلو با چند واحد ورودی که احتمال کار هم‌زمان آنها وجود دارد و همچنین در مورد یک تابلو با یک واحد ورودی و یک یا چند واحد خروجی توان بالا که به احتمال زیاد به جریان اتصال کوتاه کمک می‌کند، تعیین مقادیر جریان اتصال کوتاه محتمل با توجه به تمام حالات عملکرد و در هر واحد ورودی، هر واحد خروجی و در شینه‌ها ضروری می‌باشد.

جریان‌های اتصال کوتاه محتمل تعیین شده باید بر مبنای اطلاعات ارائه شده توسط کاربر باشد.

۳-۳-۹ رابطه بین جریان قله و جریان کوتاه مدت

برای تعیین تنش‌های الکتروپویسمی، مقدار قله‌ای جریان باید از حاصل ضرب مقدار موثر جریان اتصال کوتاه برای کاربردهای AC و مقدار میانگین برای کاربردهای DC توسط ضریب n محاسبه شود. مقادیر برای ضریب n و ضریب قدرت مربوط به کاربردهای AC در جدول ۷ ارائه شده است. ضریب قله برای کاربردهای DC موضوع مورد توافق بین سازنده و کاربر می‌باشد.

یادآوری - برای کاربردهای DC، اگر کاربر مقدار قله جریان را اعلام نکند، مقدار $n = 1/42$ به طور معمول استفاده می‌شود.

۴-۳-۹ هماهنگی وسایل حفاظتی

هماهنگی بین وسایل حفاظتی داخل تابلو با وسایلی که در خارج از تابلو استفاده می‌شوند باید بین سازنده تابلو و کاربر مورد توافق قرار گیرد. اطلاعات ارائه شده در کاتالوگ سازنده تابلو، می‌تواند جای این توافق را بگیرد.

اگر شرایط بهره‌برداری حداکثر پیوستگی منبع تغذیه را ایجاد کند، تنظیم و انتخاب وسایل حفاظتی اتصال کوتاه داخل تابلو در صورت امکان باید به صورتی هماهنگ شود که یک اتصال کوتاه در هر یک از مدارهای خروجی توسط SCPD نصب شده در مدار بدون آنکه تاثیری بر سایر مدارهای خروجی بگذارد، قطع شود و بنابراین قابلیت انتخاب سیستم حفاظتی را تضمین کند.

در مواردی که وسایل حفاظتی اتصال کوتاه به طور سری متصل شده‌اند و باید برای رسیدن به توانایی قطع و وصل اتصال کوتاه به طور هم‌زمان عمل کنند (یعنی حفاظت پشتیبان)، سازنده تابلو باید کاربر را آگاه سازد (برای مثال توسط یک برچسب هشدار در تابلو یا در دستورالعمل‌های استفاده، به زیربند ۶-۲ مراجعه شود) که هیچ یک از وسایل حفاظتی مجاز به تعویض با وسیله‌های دیگری که از همان نوع و با همان مقادیر و مشخصه‌های اسمی نباشد، نیست مگر اینکه این وسیله به همراه وسیله پشتیبان آزمون و تایید شده باشد زیرا در غیر این صورت توانایی قدرت قطع و وصل کل ترکیب ممکن است دچار خطر شود.

راهنمایی بیشتر در استانداردهای IEC TR 61912-1:2007 و IEC TR 61912-2:2009 ارائه شده است. همچنین به زیربند ۸-۵-۳ مراجعه شود.

۴-۹ سازگاری الکترومغناطیسی EMC

برای الزامات عملکردی مربوط به EMC به زیربند ۹-۴ مراجعه شود.

۱۰ تصدیق طراحی

۱-۱۰ کلیات

تمام تصدیق‌های طراحی باید تحت مسئولیت سازنده اولیه و توسط یک شخص شایسته یا با نظارت آن انجام پذیرد.

تصدیق طراحی به منظور بررسی و تایید انطباق طرح یک تابلو یا سیستم تابلو با الزامات سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ می‌باشد.

تصدیق طراحی باید تمام جهت‌های نصب را اعلام نماید.

آزمون‌های تابلو باید مطابق با سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۲۸ و ویرایش‌های قبلی سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ انجام گرفته باشد و نتایج آزمون، الزامات روند ویرایش استاندارد مرتبط از سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ را تامین کند، تکرار تصدیق این الزامات الزامی نیست.

تکرار تصدیق‌ها در استانداردهای ویژه محصول وسایل قطع و وصل یا اجزاء شامل هادی به کار رفته در تابلو، که طبق زیربند ۸-۵-۳ انتخاب شده و طبق دستورالعمل‌های سازنده نصب گردیده‌اند، الزامی نیست. آزمون‌ها روی وسایل مستقل و اجزاء شامل هادی‌ها با توجه به استانداردهای محصول مرتبط، جایگزین تصدیق طراحی این استاندارد برای تابلو نمی‌شود.

چنانچه تغییرات و اصلاحاتی بر روی یک تابلو تصدیق شده انجام گیرد، باید برای بررسی اینکه آیا این تغییرات و اصلاحات تاثیری بر عملکرد تابلو داشته است، بند ۱۰ به کار گرفته شود. تصدیق‌های جدید باید در صورتی انجام گیرد که احتمال تاثیر مخرب وجود داشته باشد.

روش‌های مختلف شامل موارد زیر است:

- آزمون تصدیق؛
- مقایسه تصدیق با یک طرح مرجع؛
- ارزیابی تصدیق، یعنی تایید کاربرد صحیح محاسبات و قواعد طراحی شامل استفاده از حاشیه‌های ایمنی.

برای پوشش دادن فهرست کامل تصدیق‌های طراحی، به پیوست ت مراجعه شود.

وقتی بیش از یک روش برای تصدیق یکسان وجود دارد، روش‌ها برابر و معادل در نظر گرفته می‌شوند و مسئولیت انتخاب روش مناسب بر عهده سازنده اولیه است.

آزمون روی یک نمونه معرف از تابلو در شرایط نو و تمیز انجام گیرد.

عملکرد تابلو ممکن است تحت تاثیر آزمون‌های تصدیق (برای مثال آزمون اتصال کوتاه) قرار گیرد. بهتر است این آزمون‌ها بر روی تابلویی که قرار است تحت استفاده قرار گیرد، انجام نشود.

تابلویی که مطابق این استاندارد توسط سازنده اولیه تصدیق می‌شود (به زیربند ۳-۱۰-۱ مراجعه شود) و توسط سازنده دیگری تولید و مونتاژ می‌گردد، چنانچه تمام الزامات و دستورالعمل‌های مشخص شده و ارائه شده توسط سازنده اولیه به طور کامل تامین گردد، الزامی به تکرار تصدیق طراحی اولیه ندارد. در مواردی که سازنده تابلو ترتیب و چیدمان خود را که در تصدیق سازنده اولیه نبوده است، تعبیه کند، فرض می‌شود سازنده تابلو با توجه به این چیدمان، سازنده اولیه خواهد بود و مسئول تصدیق این چیدمان می‌باشد.

تصدیق طراحی باید شامل موارد زیر باشد:

الف - ساختمان:

- ۲-۱۰ استقامت مواد و قطعات؛
- ۳-۱۰ درجه حفاظت تابلوها (کد IP)؛
- ۴-۱۰ فواصل هوایی و فواصل خزشی؛
- ۵-۱۰ حفاظت در برابر شوک الکتریکی و یکپارچگی مدارهای حفاظتی؛
- ۶-۱۰ تعبیه وسایل قطع و وصل و اجزاء؛
- ۷-۱۰ مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات؛
- ۸-۱۰ ترمینال هادی‌های خارجی.

ب- عملکرد:

- ۹-۱۰ ویژگی‌های دی‌الکتریکی؛
- ۱۰-۱۰ افزایش دما؛
- ۱۱-۱۰ توانایی تحمل اتصال کوتاه؛
- ۱۲-۱۰ سازگاری الکترومغناطیسی.

طراحی‌های مرجع، تعداد تابلوها یا قسمت‌هایی از آن که برای تصدیق استفاده می‌شود، انتخاب روش تصدیق در صورت کاربرد، ترتیبی که بر طبق آن تصدیق انجام می‌گیرد باید به تشخیص سازنده باشد. داده‌های استفاده شده، محاسبات انجام گرفته و مقایسه صورت گرفته برای تصدیق تابلوها باید در گزارشات تصدیق ثبت شود.

۲-۱۰ استقامت مواد و قطعات

۱-۲-۱۰ کلیات

قابلیت مکانیکی، الکتریکی و حرارتی قطعات و مواد ساختمانی تابلو باید در تصدیق مشخصه‌های ساختمانی و عملکردی اثبات شود.

در مواردی که یک محفظه خالی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۹۷۳ استفاده شده باشد، و در آن تغییراتی که کارکرد محفظه را کاهش دهد به وجود نیامده باشد، تکرار آزمون محفظه طبق زیربند ۲-۱۰ الزامی نیست.

۲-۲-۱۰ مقاومت در برابر خوردگی

۱-۲-۲-۱۰ تصدیق توسط آزمون

مقاومت در برابر خوردگی نمونه‌های معرف از محفظه‌ها با پوشش‌هایی از فلزات آهن‌دار شامل قسمت‌های ساختمانی داخل و بیرونی از فلزات آهن‌دار تابلو، باید تصدیق شود.

آزمون‌ها باید روی موارد زیر انجام گیرد:

- یک محفظه یا محفظه نمونه معرف درحالی که قسمت‌های معرف داخلی مانند استفاده عادی در محل خود قرار گرفته‌اند و در(ها) بسته می‌باشند، یا
- قسمت‌های محفظه معرف و قسمت‌های داخلی به طور جداگانه.

در تمام موارد، لولاها، قفل‌ها و چفت و بست‌ها نیز باید آزمون شوند مگر اینکه قبلاً تحت آزمون معادلی قرار گرفته باشند و مقاومت آنها در برابر خوردگی عملکرد آنها را دچار مخاطره نکند. هرگاه محفظه تحت این آزمون قرار می‌گیرد، باید مانند استفاده عادی مطابق با دستورالعمل‌های سازنده اولیه نصب شود.

آزمونه‌ها باید نو و تمیز باشند و باید تحت آزمون شدت A^1 یا B همان‌طور که در زیربندهای ۱۰-۲-۲-۲ و ۱۰-۲-۲-۳ توضیح داده شده، قرار گیرند.

یادآوری- آزمون مه‌نمک، جوی را ایجاد می‌کند که خوردگی را تسریع کرده و نشان‌دهنده مناسب بودن تابلو برای جو مملو از نمک نیست.

۱۰-۲-۲-۲ آزمون شدت A

این آزمون برای موارد زیر معتبر است:

- محفظه‌های فلزی آهنی فضای بسته؛
- قسمت‌های فلزی آهنی بیرونی از تابلوهای فضای بسته؛
- قسمت‌های فلزی آهنی داخلی از تابلوهای فضای بسته و فضای باز که ممکن است عملکرد مکانیکی بر اساس آن باشد.

آزمون شامل موارد زیر است:

شش چرخه ۲۴ ساعته و آزمون چرخه گرمای مرطوب مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۰۷-۲-۳۰ (آزمون Db) در دمای $C (40 \pm 2)$. نوع ۱ یا ۲ که در پیوست الف استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۰۷-۲-۳۰ توصیه شده، انتخاب می‌شود.

به دنبال آن،

دو چرخه ۲۴ ساعته برای آزمون مه‌نمک مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۳۰۷-۱۱ (آزمون Ka: مه‌نمک) در دمای $C (35 \pm 2)$ انجام می‌شود.

۱۰-۲-۳ آزمون شدت B

این آزمون برای موارد زیر معتبر است:

- محفظه‌های فلزی آهنی برای بیرون از ساختمان؛
 - قسمت‌های فلزی آهنی بیرونی از تابلوها برای بیرون از ساختمان.
- آزمون‌ها شامل دو دوره مساوی ۱۲ روزه می‌باشد.

هر دوره ۱۲ روزه به شرح زیر است:

- پنج چرخه ۲۴ ساعته برای هر دوره آزمون گرمای مرطوب مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳۰-۲-۱۳۰۷ (آزمون Db) در دمای $C^{\circ} (2 \pm 40)$ تشکیل می‌شود. نوع ۱ یا ۲ توصیه شده توسط پیوست الف از استاندارد ملی ایران شماره ۳۰-۲-۱۳۰۷ انتخاب می‌شود.
- هفت چرخه ۲۴ ساعته برای هر دوره آزمون مه‌نمک مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۲-۱۳۰۷ (آزمون Ka) در دمای $C^{\circ} (2 \pm 35)$ تشکیل می‌شود.

۱۰-۲-۴ نتایجی که باید حاصل شود

پس از آزمون، نمونه‌ها باید در آب جاری لوله‌کشی به مدت ۵ min شسته شوند، سپس در آب مقطر یا غیر معدنی، آبکشی‌شده، آنگاه با تکان دادن یا قرار دادن در معرض جریان هوای دمنده تمامی قطرات چکانده می‌شود. آزمون تحت آزمون باید به مدت ۲h تحت شرایط کار عادی نگه‌داشته شود.

مطابقت توسط بازرسی چشمی انجام می‌پذیرد تا تعیین شود که:

- هیچ نشانه‌ای از ترک یا تخریب دیگری به غیر از اکسید آهن که مطابق استاندارد ISO 4628-3:2016 برای درجه زنگ‌زدگی Ri1 (با در نظر گرفتن نمونه به عنوان کل) مجاز است، نباید وجود داشته باشد. با این حال فرسودگی سطح روکش حفاظتی مجاز می‌باشد. در صورت تردید در مورد رنگ‌ها و لعاب‌ها، باید استاندارد ISO 4628-3:2016 برای تصدیق مطابقت نمونه‌ها با آزمون Ri1 مرجع باشد؛
- یکپارچگی مکانیکی مختل نشده باشد؛
- درزبندی‌ها آسیب ندیده باشند؛
- درها، لولاها، قفل‌ها، تثبیت‌کننده‌ها بدون تلاش غیرعادی کار کنند.

۱۰-۲-۵ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع

محفظه‌ها یا قسمت‌های محفظه‌ها و قطعات فلزی آهنی خارجی مشابه، صرف‌نظر از شکل و اندازه آنها، توسط آزمون خوردگی بر روی نمونه‌های معرف پوشش داده می‌شود اگر آنها از مواد یکسان با رفتارهای سطحی یکسان و با فرایند یکسان ساخته شده باشند.

۱۰-۲-۳ ویژگی‌های مواد عایقی

۱۰-۳-۲-۱ پایداری حرارتی

۱۰-۳-۲-۱-۱ تصدیق پایداری حرارتی محفظه‌ها با آزمون

پایداری حرارتی محفظه‌های ساخته شده از مواد عایقی باید توسط آزمون گرمای خشک مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲-۲-۱۳۰۷ (آزمون Bb) در دمای 70°C ، به مدت ۱۶۸ h و با مدت زمان بازیابی ۹۶ h تصدیق شود.

قسمت‌هایی که به منظور تزیین به کار می‌روند و اهمیت فنی ندارند، نباید برای مقاصد این آزمون به کار روند.

محفظه مانند استفاده عادی نصب می‌شود و در اتاق گرما با جوی حاوی ترکیب و فشار هوای محیط که به طور طبیعی گردش داشته باشد، در معرض آزمون قرار می‌گیرد. اگر ابعاد محفظه برای اتاق گرمای موجود خیلی بزرگ باشد، آزمون می‌تواند بر روی نمونه معرفی از محفظه انجام پذیرد.

استفاده از اتاقکی که به صورت الکتریکی گرم می‌شود، توصیه می‌گردد.

گردش طبیعی هوا می‌تواند با سوراخ‌هایی در دیواره‌های اتاقک تامین گردد.

نباید در محفظه یا نمونه ای از آن هیچ ترک قابل رویت با دید عادی یا اصلاح‌شده^۱ بدون بزرگ‌نمایی مشاهده شود و نیز نباید مواد چسبنده یا گریسی شده باشند که این موضوع به شرح زیر قضاوت می‌شود:

- با انگشت نشانه که یک تکه پارچه زبر نخی خشک به دور آن پیچیده شده است، به نمونه ۵ N فشار وارد می‌شود.

یادآوری- نیروی ۵ N می‌تواند به این روش به دست آید: محفظه یا نمونه بر روی یک کفه ترازو قرار داده می‌شود و کفه دیگر به وزنی معادل با جرم نمونه به اضافه ۵۰۰ g بارگذاری می‌شود. سپس با فشار دادن نمونه توسط انگشت اشاره که یک تکه پارچه زبر نخی خشک به دور آن پیچیده شده است تعادل دو کفه ترازو برقرار می‌گردد.

نباید هیچ آثاری از پارچه روی نمونه باقی بماند و مواد محفظه یا نمونه نباید به پارچه چسبیده باشد.

۱۰-۳-۲-۱-۲ تصدیق پایداری حرارتی محفظه‌ها توسط مقایسه

محفظه‌ها یا قطعاتی از محفظه که با مواد یکسان، رنگ یکسان، ضخامت یکسان یا بیشتر، از دیواره‌ها و ساختمان عمومی یکسان اما با ابعاد متفاوت متصل می‌شوند، با آزمون روی نمونه‌های معرف پوشش داده می‌شوند.

۱۰-۲-۳-۲ تصدیق مقاومت مواد عایقی در برابر گرمای غیرعادی و آتش ناشی از اثرات الکتریکی داخل

۱۰-۲-۳-۲-۱ تصدیق توسط آزمون

آزمون سیم ملتهب مطابق با اصول استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۲-۳۱۳۴ و جزئیات داده شده در استاندارد IEC 60695-2-11 برای تصدیق مناسب بودن مواد مورد استفاده به شرح زیر باید انجام شود.

الف- بر روی قسمت‌هایی از تابلو؛ یا

ب- بر روی آزمون‌های برداشته شده از این قسمت‌ها.

آزمون باید بر روی مواد با حداقل ضخامت استفاده شده برای قسمت‌های ردیف الف یا ب انجام شود.

برای توضیح آزمون، به بند 8 استاندارد IEC 60695-2-11:2014 مراجعه شود. دستگاه آزمون مورد استفاده باید مطابق بند 5 استاندارد IEC 60695-2-11:2014 باشد.

دمای نوک سیم ملتهب باید به شرح زیر باشد:

- 960°C برای قسمت‌هایی که برای نگهداشتن قسمت‌های حامل جریان در جای خود ضروری هستند؛

- 850°C برای محفظه‌هایی که برای نصب در فرو رفتگی دیوارها هستند؛

- 650°C برای سایر قسمت‌ها، شامل قسمت‌هایی که برای نگهداشتن هادی حفاظتی ضروری هستند و قسمت‌های محفظه که برای تعبیه و نصب روی دیوار در نظر گرفته شده‌اند و در برابر آتش مقاوم هستند.

یادآوری ۱- رواداری دمای نوک سیم ملتهب در استاندارد IEC 60695-2-11:2014 ارائه شده است.

یادآوری ۲- قسمت‌هایی از تابلو که از مواد عایقی ساخته شده‌اند به عنوان محصول نهایی محسوب شده و باید مطابق استاندارد ملی ایران شماره ۱۱-۲-۳۱۳۴ آزمون شوند.

برای قسمت‌های کوچک با ابعاد کمتر از $14\text{ mm} \times 14\text{ mm}$ ، یک آزمون جایگزین ممکن است مورد استفاده قرار گیرد (به عنوان مثال: آزمون شعله سوزنی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۱-۳۱۳۴). همین رویه ممکن است برای دلایل عملی دیگر که مواد فلزی یک قطعه در مقایسه با مواد عایقی بزرگ باشد، اعمال شود.

۱۰-۲-۳-۲-۲ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع

اگر یک قطعه قابل شناسایی از مواد دارای ضخامت یکسان یا بیشتر از قطعه مرجع باشد که قبلاً الزامات زیربند ۸-۱-۳-۲-۳ را برآورده ساخته است، انجام آزمون الزامی ندارد. برای تمام قطعات که قبلاً مطابق با ویژگی‌های خود آزمون شده‌اند، این موضوع صادق می‌باشد.

۱۰-۲-۳-۲-۳ تصدیق توسط ارزیابی

به عنوان یک گزینه، سازنده اولیه باید اطلاعاتی را در مورد مناسب بودن مواد از سازنده مواد عایقی ارائه دهد تا مطابقت با استاندارد IEC 60695-2-12 برای مواد مورد استفاده و دمای قابل کاربرد مطابق با زیربند ۱۰-۲-۳-۲-۱ اثبات شود.

۱۰-۲-۴ مقاومت در برابر تابش فرابنفش (UV)

۱۰-۲-۴-۱ تصدیق با آزمون

این آزمون فقط بر روی محفظه‌ها یا قسمت‌های خارجی تابلوهایی که برای نصب در فضای بیرونی هستند و از مواد عایقی ساخته شده‌اند یا محفظه‌هایی که به صورت کامل با مواد مصنوعی پوشیده شده‌اند، انجام می‌پذیرد. نمونه‌های معرف از این قسمت‌ها باید در معرض آزمون زیر قرار گیرد.

۱۰-۲-۴-۱-۱ تصدیق محفظه‌ها یا قسمت‌های خارجی تابلوهای ساخته شده از مواد عایقی

نمونه‌های آزمون به صورت زیر باید آماده شوند:

- شش آزمون با اندازه استاندارد مطابق با استاندارد ISO 178:2010؛
 - شش آزمون با اندازه استاندارد مطابق با استانداردهای ملی ایران شماره ۱-۹۲۷۷ و ۲-۹۲۷۷ و ISO 179-2:1997/AMD:2011
- آزمون‌ها باید تحت شرایط یکسان با شرایطی که برای ساخت محفظه‌ها به کار رفته است قرار گیرند. ترتیب آزمون:

الف- آزمون UV بر روی تمامی ۱۲ نمونه با روش A چرخه ۱ مطابق با استاندارد ISO 4892-2:2013 در یک دوره آزمون ۵۰۰ h

ب- تصدیق استحکام خمشی مطابق با استاندارد ISO 178 (روش A) بر روی شش نمونه. سطح نمونه در معرض تابش UV باید رو به پایین باشد و فشار وارده باید به سطح دیگر انجام شود.

پ- تصدیق تاثیر چارپی^۱ بر روی ۶ نمونه دیگر مطابق با استاندارد ISO 179.

هیچ‌گونه بریدگی نباید روی نمونه ایجاد شود و ضربه باید روی سطح در معرض اعمال شود.

نتایجی که باید حاصل شود:

(۱) هیچ‌گونه ترک خوردگی یا خراب‌شدگی قابل رویت با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگ‌نمایی نباید مشاهده شود.

(۲) استحکام خمشی مطابق با استاندارد ISO 178 باید حداقل ۷۰٪ حفظ^۲ شود.

(۳) تاثیر چارپی مطابق با استاندارد ISO 179 باید حداقل ۷۰٪ حفظ شود. برای موادی که استحکام خمشی ضربه آنها نمی‌تواند قبل از پرتوگیری تعیین شود، چون هیچ تخریبی رخ نداده است، حداکثر تا ۳ آزمون در معرض قرار گرفته شده، مجاز به شکست می‌باشد.

1- Charpy impact

2- Retention

۲-۱-۴-۲-۱۰ تصدیق محفظه‌ها و قسمت‌های خارجی تابلوهایی که سطح(های) در معرض آنها با مواد مصنوعی پوشیده شده است

نمونه آزمون: این سه نمونه معرف با اندازه مناسب باید مورد آزمون قرار گیرد. آزمون‌ها باید در شرایط مشابه با شرایطی که برای ساخت محفظه‌ها به کار رفته است، قرار گیرند.

ترتیب آزمون:

الف- آزمون UV بر روی تمامی ۳ نمونه باروش A چرخه ۱ مطابق با استاندارد ISO 4892-2:2013

ب- تصدیق بازداري پوشش مطابق با استاندارد ISO 2409

نتایجی که باید حاصل شود:

چسبندگی مواد مصنوعی باید دارای حداقل بازداري رده ۳ مطابق با استاندارد ۲۴۰۹ باشد.

۲-۴-۲-۱۰ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع

محفظه‌ها و قسمت‌های خارجی که از مواد عایق یکسان ساخته شده‌اند، صرف‌نظر از شکل و اندازه، توسط آزمون روی نمونه‌های معرف پوشش داده می‌شوند.

۳-۴-۲-۱۰ تصدیق توسط ارزیابی

به عنوان یک گزینه، سازنده اولیه باید اطلاعاتی را در مورد مناسب بودن مواد از نوع و ضخامت یکسان یا کمتر از تامین‌کننده مواد عایقی ارائه دهد تا مطابقت با الزامات زیربند ۸-۱-۴ را اثبات نماید.

۵-۲-۱۰ بالابری

۱-۵-۲-۱۰ تصدیق توسط آزمون

اگر سازنده اولیه، شرایطی به غیر از وسایل دستی برای بالابری فراهم کرده باشد، مطابقت توسط آزمون‌های زیر تصدیق می‌شود.

حداکثر تعدادی از بخش‌هایی که سازنده اولیه اجازه بالا بردن هم‌زمان آنها را داده است، باید به تجهیزات و یا وزنه‌هایی مجهز شوند تا وزن مجموعه، ۱/۲ برابر حداکثر وزن حمل‌شده آن برسد. هنگامی که درها بسته باشند این مجموعه باید توسط وسایل بالابر و به طریقی که سازنده اولیه تعیین کرده، بالا برده شوند.

واحد انتقال باید از وضعیت ساکن به آرامی و بدون ضربه و تکان در یک صفحه قائم تا ارتفاع بزرگتر از یک متر بلند شود و به همین نحو به وضعیت ساکن پایین آورده شود. این آزمون پس از آنکه تابلو بالا برده شده و به مدت ۳۰ min بدون هیچ حرکتی معلق می‌ماند، دو بار دیگر تکرار می‌شود.

پس از این آزمون و با استفاده از همان واحد انتقال، واحد به آرامی و بطور یکنواخت و بدون ضربه و تکان از وضعیت ساکن تا ارتفاع بیشتر از یک متر بالا برده شود و به اندازه $m(10 \pm 0.5)$ به طور افقی حرکت داده

شود، سپس به وضعیت ساکن پایین آورده شود. این توالی باید سه مرتبه با سرعت یکنواخت انجام شود، هر توالی در مدت زمان یک دقیقه انجام می‌گیرد.

پس از آزمون در حالی که وزنه‌های آزمون در محل خود قرار دارند، نباید در واحد انتقال هیچ‌گونه ترک یا اعوجاج دائمی که بتواند هر یک از مشخصه‌های تابلو را مختل کند باید با دید عادی یا اصلاح شده و بدون بزرگنمایی مشاهده شود.

۱۰-۲-۵-۲ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع

محفظه‌هایی با طرح و چیدمان ساختمانی یکسان یا معادل برای بالابری، در صورتی که دارای وزن مساوی یا کمتر از نمونه معرف آزمون شده باشد، تصدیق می‌گردد.

۱۰-۲-۶ تصدیق حفاظت در برابر ضربه مکانیکی (IK)

آزمون‌های ضربه مکانیکی که در استاندارد ویژه تابلو مقرر شده است، باید مطابق با الزامات آزمون استاندارد ویژه تابلو انجام پذیرد.

۱۰-۲-۷ نشانه‌گذاری

۱۰-۲-۷-۱ تصدیق با آزمون

نشانه‌گذاری انجام شده با قالب‌ریزی، پرس‌کاری، حکاکی یا مشابه آن، از جمله برچسب‌هایی با یک لایه روکش پلاستیکی، نباید تحت آزمون زیر قرار بگیرند.

آزمون با ساییدن نشانه‌گذاری با دست و یک تکه پارچه نخی آغشته به آب به مدت ۱۵ s و ساییدن مجدد آن به مدت ۱۵ s دیگر با یک تکه پارچه نخی آغشته به حلال نفتی انجام می‌شود.

پس از این آزمون، نشانه‌گذاری باید با دید عادی یا اصلاح شده بدون بزرگنمایی، همچنان خوانا باشد.

۱۰-۲-۷-۲ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع

نشانه‌گذاری مواد یکسان و روش چاپ بر اساس آزمون‌هایی که روی نمونه‌های مرجع انجام می‌گیرد، پوشش داده می‌شود.

۱۰-۲-۸ عملکرد مکانیکی

۱۰-۲-۸-۱ تصدیق با آزمون

این آزمون تصدیق نباید روی وسایلی از تابلو که قبلاً مورد آزمون نوعی مطابق با استاندارد محصول مرتبط (قطع‌کننده مدار کشویی) قرار گرفته‌اند، انجام شود غیر از اینکه عملکرد مکانیکی آن‌ها با چیدمان متفاوت از موارد ارائه شده در دستورالعمل‌های سازنده وسایل، اصلاح شده باشد.

برای قطعاتی که نیاز به تصدیق از طریق آزمون دارند (به زیربند ۸-۱-۵ مراجعه شود)، عملکرد مکانیکی مورد انتظار باید بعد از نصب در تابلو تصدیق شود. تعداد چرخه‌های عملکرد باید ۲۰۰ مرتبه باشد. در مواردی که یک وسیله مطابق با استاندارد خود محصول مورد آزمون قرار گرفته اما چیدمان نصب مطابق دستورالعمل سازنده نباشد، تعداد عملکردها باید مطابق با استاندارد مربوط به محصول باشد.

هم‌زمان، عملکرد قفل‌های هم‌بندی مکانیکی مرتبط با این جابجایی‌ها باید بررسی شود. اگر شرایط عملکردی دستگاه، قفل‌های هم‌بندی، درجه حفاظت تعیین شده و نشان موقعیت (در صورت وجود) دچار اختلال نشده باشد و اگر تلاش مورد نیاز برای عملکرد، عملاً یکسان با قبل از آزمون باشد، آزمون مورد قبول است. برای وسایلی که معیارهای عملکردی خاصی دارند، بهتر است در مورد استاندارد محصول مرتبط و یا دستورالعمل‌های سازنده مشورت انجام پذیرد.

۱۰-۲-۸-۲ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع

محفظه‌ها با راه‌حل‌های ساختمانی^۱ یکسان یا معادل برای عملکرد مکانیکی، توسط آزمون‌هایی که روی نمونه مرجع انجام می‌شوند، پوشش داده می‌شود.

۱۰-۳ درجه حفاظت تابلوها (کد IP)

درجه حفاظت ایجاد شده بر اساس الزامات زیربندهای ۸-۲-۲ و ۸-۲-۳ و ۸-۴-۲-۳ باید مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸ تصدیق شود. آزمون می‌تواند بر روی یک تابلو تجهیز شده معرف و در شرایط تعیین شده توسط سازنده اولیه انجام پذیرد. هرگاه یک محفظه خالی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۹۷۳ یا محفظه تابلوی آزمون شده مطابق با سری استاندارد ملی ایران شماره ۱۲۱۰۳ مورد استفاده قرار می‌گیرد، ارزیابی تصدیق باید انجام پذیرد تا اطمینان حاصل شود که هرگونه تغییر و اصلاح خارجی انجام گرفته، باعث مختل شدن درجه حفاظت نشده است.

این ارزیابی می‌تواند، یک بررسی چشمی جهت تایید نصب یک وسیله با درجه حفاظت مناسب (کد IP) در یک بازشو از محفظه مطابق با دستورالعمل‌های نصب سازنده باشد. در این حالت هیچ آزمون دیگری الزامی نیست.

آزمون‌های درجه حفاظت (کد IP) باید به شرح زیر انجام گیرد:

- در حالی که تمام پوشش‌ها و درها مانند استفاده عادی در جای خود قرار گرفته و بسته باشند صرف‌نظر از اینکه می‌توانند با و یا بدون استفاده از کلید و یا ابزار باز شده یا برداشته شوند؛
- در وضعیت بدون برق (مدارهای کمکی و اصلی)؛
- در مواردی که تابلو از چندین بخش ساخته شده باشد یا به عنوان قابل توسعه تشریح شده باشد، بخش‌های الحاقی باید گنجانده شود.

تابلوهای با درجه حفاظت IP 5X باید مطابق رده‌بندی ۲ از زیربند ۱۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸ آزمون شوند.

تابلوهای با درجه حفاظت IP6X باید مطابق رده‌بندی ۱ از زیربند ۱۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸ آزمون شوند.

یادآوری - آزمون‌های ارائه‌شده در استاندارد ملی ایران شماره ۲۸۶۸ مرتبط با آب و گرد و خاک، آزمون‌های تسریع شده هستند و بیانگر شرایط عملکردی واقعی برای تابلو نیست. این آزمون، شرایط تابلو را در طول عمر آن در یک بازه زمانی کوتاه شبیه‌سازی می‌کند. در عمر واقعی، آلودگی به صورت کند اتفاق می‌افتد که با سرویس‌های منظم برطرف می‌شود.

وسیله آزمون برای IPX3 و IPX4، همچنین نوع نگهدارنده برای محفظه در حین آزمون IPX4 باید در گزارش آزمون اظهار شود.

در آزمون IPX1 می‌توان به جای چرخاندن تابلو، جعبه آبچکان را جابجا کرد. اگر ابعاد سطح تابلو در مورد آزمون بزرگتر از ابعاد جعبه آبچکان باشد، آزمون باید برای پوشش تمام سطوح مرتبط تابلو، هر چند بار که لازم باشد تکرار شود. هر آزمون مجزا باید ۱۰ min به طول انجامد.

نفوذ آب در آزمون‌های IPX1 تا IPX6 بر روی تابلو فقط در صورتی مجاز است که مسیر ورود آب مشهود باشد و فقط تماس آب با محفظه در محلی که فواصل هوایی و خزشی را کاهش ندهد، باشد. اگر فواصل هوایی و خزشی کاهش یابند، این مقدار نباید کمتر از حداقل تعیین شده در جدول ۱ و جدول ۲ باشد.

آزمون IP5X در صورتی مردود محسوب می‌شود که گرد و غبار روی مسیرهای خزشی قرار گرفته در محفظه مشاهده شود و فواصل خزشی به کمتر از حداقل مقادیر تعیین شده در جدول ۲ کاهش یابد. به زیربند 2-5-13 استاندارد IEC 60529:1989 مراجعه شود.

۱۰-۴ فواصل هوایی و خزشی

باید تصدیق شود که فواصل هوایی و خزشی با الزامات زیربند ۸-۳ مطابقت دارد.

فاصله خزشی باید طبق پیوست ج اندازه‌گیری شود.

فواصل هوایی با اندازه‌گیری مطابق با پیوست ج یا توسط آزمون مطابق با زیربند ۱۰-۹-۳ تصدیق می‌شوند.

۱۰-۵ حفاظت در برابر شوک الکتریکی و یکپارچگی مدارهای حفاظتی

۱۰-۵-۱ عمومی

موثر بودن پیوستگی زمین و مدار حفاظتی برای عملکردهای زیر تصدیق می‌شود:

- ۱- حفاظت در برابر پیامدهای خطا در تابلو طبقه I (خطاهای داخلی) همان‌طور که در زیربند ۱۰-۵-۲ تعیین شده است؛

۲- حفاظت در برابر پیامدهای خطاهای مدارهای خارجی که از طریق تابلو تغذیه می‌شوند (خطاهای خارجی) همان‌طور که در زیربند ۱-۵-۳ تعیین شده است.

۱۰-۵-۲ پیوستگی زمین موثر بین قسمت‌های رسانای در دسترس تابلو طبقه I و مدار حفاظتی

باید تایید شود که قسمت‌های رسانای در دسترس مختلف در تابلو به نحو موثر به ترمینال هادی حفاظتی خارجی و ورودی متصل می‌شوند.

تصدیق با استفاده از ادوات اندازه‌گیری مقاومتی که قادر به تحریک یک جریان حداقل $10A$ (AC یا DC) هستند، انجام می‌شود. جریان بین هر قسمت رسانای در دسترس و ترمینال هادی حفاظتی خارجی عبور داده می‌شود. مقاومت نباید از 0.1Ω بیشتر باشد.

توصیه می‌شود مدت زمان آزمون در صورت استفاده از تجهیزات جریان پایین، محدود شود زیرا ممکن است تحت تأثیر آزمون قرار گیرند.

۱۰-۵-۳ توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه مدار حفاظتی

۱۰-۵-۳-۱ کلیات

توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه اسمی باید تصدیق شود. تصدیق می‌تواند توسط مقایسه با طراحی مرجع (به زیربندهای ۱۰-۵-۳ یا ۱۰-۵-۴ مراجعه شود) یا توسط آزمون تشریح‌شده در زیربند ۱۰-۵-۳-۵ انجام شود.

سازنده اولیه باید طرح(های) مرجع مورد استفاده در زیربندهای ۱۰-۵-۳ و ۱۰-۵-۴ را تعیین کند.

۱۰-۵-۳-۲ مدارهای حفاظتی که از تصدیق تحمل در برابر اتصال کوتاه مستثنی هستند.

هرگاه مدار حفاظتی جداگانه‌ای مطابق با زیربند ۸-۴-۳-۲-۳ وجود داشته باشد، آزمون اتصال کوتاه در صورتی که یکی از شرایط زیربند ۱۰-۱۱-۲ تامین شود، لازم نیست.

۱۰-۵-۳-۳ تصدیق توسط مقایسه با طراحی مرجع - استفاده از فهرست کنترل

تصدیق توسط مقایسه تابلویی که باید تصدیق شود با طرحی که قبلاً با استفاده از از ردیف‌های ۱ تا ۶ و ۸ تا ۱۰ فهرست کنترل جدول ۱۳ آزمون شده و هیچ انحرافی نداشته است، حاصل می‌شود.

برای اطمینان از ظرفیت عبور جریان یکسان در آن بخشی از جریان خطا که از قسمت‌های رسانای در دسترس می‌گذارد، طراحی، تعداد و چیدمان قسمت‌هایی که اتصال بین هادی حفاظتی قسمت‌های رسانای در دسترس را تامین می‌کنند، باید همانند طرح مرجع باشد.

۱۰-۵-۳-۴ تصدیق توسط مقایسه با طرح‌های مرجع - استفاده از محاسبه

تصدیق توسط مقایسه با طرح‌های مرجع بر پایه محاسبه طبق زیربند ۱۰-۱۱-۴ انجام می‌شود.

برای اطمینان از ظرفیت عبور جریان یکسان در آن بخشی از جریان خطا که از قسمت‌های رسانای در دسترس می‌گذرد، طراحی، تعداد و چیدمان قسمت‌هایی که اتصال بین هادی حفاظتی و قسمت‌های رسانای در دسترس را تأمین می‌کنند، باید همانند طرح مرجع باشد.

۱۰-۵-۳-۵ تصدیق توسط آزمون

زیربند ۱۰-۱۱-۵-۶ کاربرد دارد.

۱۰-۶ تعبیه کردن وسایل قطع و وصل و اجزا

۱۰-۶-۱ کلیات

مطابقت با الزامات طراحی زیربند ۸-۵ برای تجهیز تابلو به وسایل قطع و وصل و اجزا باید با بازرسی توسط سازنده اولیه تایید شود.

یادآوری- اگر سازنده تابلو، تغییر و اصلاحی را بر روی طرح سازنده اولیه انجام داده باشد، در این صورت سازنده تابلو مسئول تغییر طرح سازنده اولیه خواهد بود و مسئول انجام بازرسی سازنده اولیه می‌باشد. به زیربند ۱۰-۱ مراجعه شود.

۱۰-۶-۲ سازگاری الکترومغناطیسی

الزامات عملکردی بند ۹-۴ در مورد سازگاری الکترومغناطیسی باید با بازرسی یا در صورت لزوم با آزمون تایید شود (به زیربند ۱۰-۱۲ مراجعه شود)

۱۰-۷ مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات

مطابقت با الزامات مربوط به طراحی زیربند ۸-۶ در مورد مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات باید با بازرسی توسط سازنده اولیه تایید شود.

یادآوری- اگر سازنده تابلو، تغییر و اصلاحی را بر روی طرح سازنده اولیه انجام داده باشد، در این صورت سازنده تابلو مسئول تغییر طرح سازنده اولیه خواهد بود و مسئول انجام بازرسی سازنده اولیه می‌باشد. به زیربند ۱۰-۱ مراجعه شود.

۱۰-۸ ترمینال‌ها برای هادی‌های خارجی

مطابقت با الزامات مربوط به طراحی زیربند ۸-۸ در مورد ترمینال هادی‌های خارجی باید با بازرسی توسط سازنده اولیه تایید شود.

یادآوری- اگر سازنده تابلو تغییر و اصلاحی را بر روی طرح سازنده اولیه انجام داده باشد، در این صورت سازنده تابلو مسئول تغییر طرح سازنده اولیه خواهد بود و مسئول انجام بازرسی سازنده اولیه می‌باشد. به زیربند ۱۰-۱ مراجعه شود.

۹-۱۰ ویژگی‌های دی‌الکتریکی

۱-۹-۱۰ کلیات

برای این آزمون، کلیه تجهیزات الکتریکی تابلو باید وصل شده باشند به استثنای موارد و دستگاه‌هایی که مطابق با ویژگی‌های مرتبط برای ولتاژ آزمون کمتری طراحی شده‌اند و همچنین دستگاه‌های مصرف‌کننده جریان (مانند سیم‌پیچ‌ها، ادوات اندازه‌گیری، وسایل حذف‌کننده فراتاخت ولتاژ^۱) که اتصال ولتاژ آزمون در آن‌ها سبب عبور جریان خواهد بود، باید قطع باشند. این لوازم و دستگاه‌ها باید در محل یکی از ترمینال‌های خود قطع شوند مگر این که برای تحمل در برابر ولتاژ کامل آزمون طراحی نشده باشند که در این صورت کلید ترمینال‌های آنها باید قطع شوند.

برای رواداری‌های ولتاژ آزمون و انتخاب تجهیزات آزمون، به استاندارد ملی ایران شماره ۲۲۷۱۳ مراجعه شود.

۲-۹-۱۰ ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه

۱-۲-۹-۱۰ مدارهای اصلی و کمکی

مدارهای اصلی و کمکی که به مدار اصلی متصل هستند باید در معرض ولتاژ آزمون طبق جدول ۸ قرار گیرند.

مدارهای کمکی (AC یا DC) که به مدار اصلی متصل نیستند باید در معرض ولتاژ آزمون مطابق جدول ۹ قرار گیرند. این آزمون روی مدارهای کمکی انجام نمی‌گیرد:

- که شامل هادی‌های عایق شده با مقاومت عایقی مناسب که توسط سازنده آنها اظهار شده است، باشد؛
- که با وسایل حفاظتی اتصال کوتاه تا مقدار $A \leq 16$ حفاظت شده‌اند؛
- اگر یک آزمون عملکردی الکتریکی قبلاً در ولتاژ بهره‌برداری اسمی که مدارهای کمکی برای آن طراحی شده‌اند، انجام شده باشد.

۲-۲-۹-۱۰ ولتاژ آزمون

مدارهایی که برای کاربردهای AC در نظر گرفته شده‌اند باید ترجیحاً با ولتاژ آزمون AC آزمون شوند. بهتر است جایگزینی ولتاژ آزمون AC با ولتاژ DC زمانی در نظر گرفته شود که آزمون اجازه آزمون با ولتاژ AC را ندهد. برای مثال: در موارد فیلترها، خازن‌ها و مشابه آن. (به پاراگراف پنجم از زیربند ۱-۴-۳-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ مراجعه شود).

یادآوری- یک آزمون با ولتاژ DC با مقدار معادل با مقدار قله ولتاژ آزمون AC، کمتر سختگیرانه خواهد بود.

مدارهای DC، باید با ولتاژهای آزمون AC و DC مرتبط با ولتاژ عایق‌بندی اسمی U_i آزمون شوند.

در صورت استفاده از یک ولتاژ آزمون AC، شکل موج آن باید عملاً سینوسی بوده و فرکانس آن معادل با فرکانس اسمی تابلو با رواداری $\pm 25\%$ باشد. ولتاژ آزمون DC باید دارای رپل^۱ ناچیز باشد.

منابع ولتاژ بالا که برای این آزمون به کار می‌رود باید طوری طراحی شوند که در هنگام اتصال کوتاه شدن ترمینال‌های خروجی پس از رسیدن ولتاژ خروجی به مقدار مربوط به ولتاژ مناسب آزمون، جریان خروجی برای قطع رله اضافه‌جریان کافی بوده و بزرگتر از ۱۰۰ mA باشد.

هنگامی که جریان خروجی کمتر از ۱۰۰ mA باشد، رله اضافه‌جریان نباید قطع کند.

مقادیر ولتاژ آزمون باید مطابق جدول ۸ یا ۹ بوده و با رواداری مجاز $\pm 3\%$ باشد.

۱۰-۹-۲-۳ اعمال ولتاژ آزمون

ولتاژ آزمون در هنگام اعمال نباید از 50% مقدار کامل آن برای آزمون بیشتر باشد. این ولتاژ باید به طور

یکنواخت به مقدار کامل آن افزایش داده شود و به مدت 60^{+2} به شرح ذیل اعمال شود:

الف - بین کلیه قسمت‌های برق‌دار مدار اصلی در حالی که به یکدیگر متصل شده‌اند (شامل مدارهای کمکی متصل به مدار اصلی) و قسمت‌های رسانای در دسترس، در حالی که کنتاکت‌های تمام وسایل قطع و وصل در وضعیت بسته باشند یا اینکه توسط یک رابط با مقاومت کم و مناسب پل زده شده باشند؛

ب - بین هر قسمت برق‌دار با پتانسیل مختلف از مدار اصلی دیگر قسمت‌های برق‌دار با پتانسیل مختلف و قسمت‌های رسانای در دسترس متصل به یکدیگر، در حالی که کنتاکت‌های تمام وسایل قطع و وصل در وضعیت بسته باشند یا توسط یک رابط با مقاومت کم و مناسب پل زده شده باشند؛

پ - بین هر مدار کمکی که در حالت عادی به مدار اصلی متصل نیست و

- مدار اصلی؛

- سایر مدارها؛

- قسمت‌های رسانای در دسترس.

یادآوری - آزمون‌های ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه که با ولتاژی با حداقل زمان ۵ S، قبل از تدوین این استاندارد انجام شده است، قابل‌پذیرش بود و نیازی به تکرار ندارد.

۱۰-۹-۲-۴ معیار پذیرش

رله اضافه‌جریان نباید عمل کند و نباید هیچ‌گونه تخلیه الکتریکی مخرب (به زیربند ۳-۶-۱۷ مراجعه شود) در حین آزمون‌ها رخ دهد.

1- Ripple

۱۰-۹-۳ ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای

۱۰-۹-۳-۱ کلیات

تصدیق باید با آزمون یا با ارزیابی انجام گیرد.

به جای آزمون ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل در زیربند ۱۰-۹-۳-۲، سازنده اولیه می‌تواند با صلاح دید خود، یک آزمون ولتاژ معادل AC یا DC را مطابق با زیربند ۱۰-۹-۳-۳ یا ۱۰-۹-۳-۴ انجام دهد.

۱۰-۹-۳-۲ آزمون ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای

مولد ولتاژ ضربه‌ای باید در حالی که تابلو متصل شده، برای ولتاژ ضربه‌ای لازم تنظیم شود. مقدار ولتاژ آزمون باید مطابق با زیربند ۹-۱-۳ باشد. رواداری ولتاژ قله‌ای اعمالی باید $\pm 3\%$ باشد. اگر سازنده موافق باشد، رواداری مثبت ولتاژ آزمون می‌تواند بیشتر شود.

مدارهای کمکی که به مدار اصلی متصل نیستند باید برای آزمون‌های ردیف الف و ب زیر به زمین متصل شوند. ولتاژ ضربه‌ای $50/1.2 \mu s$ باید ۵ مرتبه در مورد هر قطبیت و در فواصل زمانی حداقل یک ثانیه به شرح زیر اعمال گردد.

الف- بین کلیه قسمت‌های برق‌دار با پتانسیل مختلف از مدار اصلی که به یکدیگر متصل شده‌اند (شامل مدارهای کمکی متصل به مدار اصلی) و قسمت‌های رسانای در دسترس در حالی که کنتاکت‌های اصلی تمام وسایل قطع و وصل در وضعیت بسته باشند یا اینکه توسط یک رابطه با مقاومت کم و مناسب پل زده شده باشند؛

ب- بین هر قسمت برق‌دار با پتانسیل مختلف از مدار اصلی و سایر قسمت‌های برق‌دار با پتانسیل مختلف و قسمت‌های رسانای در دسترس متصل به یکدیگر، در حالی که کنتاکت‌های اصلی تمام وسایل قطع و وصل در وضعیت بسته باشند یا اینکه توسط یک رابطه با مقاومت کم و مناسب پل زده شده باشند؛

پ- بین هر مدار کمکی که در حالت عادی به مدار اصلی متصل نیستند؛ و

- مدار اصلی؛

- سایر مدارها؛

- قسمت‌های رسانای در دسترس.

این آزمون نباید روی مدارهای کمکی به شرح ذیل انجام پذیرد:

- که فقط شامل هادی عایق شده با مقاومت عایقی مناسب که توسط سازنده آنها اظهار شده باشند؛ و

- که توسط وسایل حفاظتی اتصال کوتاه تا مقدار $16 A$ حفاظت شده‌اند؛ و

- اگر یک آزمون عملکردی الکتریکی قبلاً در ولتاژ بهره‌برداری اسمی که مدارهای کمکی برای آن طراحی شده، انجام شده باشد.

به منظور قابل قبول بودن نتایج، نباید هیچ گونه تخلیه مخرب در حین آزمون‌ها اتفاق افتد. برخی از چیدمان‌های هادی، بعد از آزمون ضربه، مقدار قابل توجه بار را حفظ می‌کنند و در این موارد هنگام برعکس نمودن قطبیت، بهتر است توجه کافی صورت پذیرد. جهت تخلیه بار در این چیدمان، استفاده از روش‌های مناسب از جمله اعمال سه ضربه در حدود ۸۰٪ ولتاژ آزمون در قطبیت برعکس و قبل از آزمون، توصیه می‌شود.

۱۰-۳-۹-۳ آزمون جایگزین ولتاژ و فرکانس شبکه

شکل موج ولتاژ آزمون باید در فرکانس اسمی با رواداری $\pm 25\%$ ، عملاً سینوسی باشد. منبع ولتاژ بالا مورد استفاده برای این آزمون، باید طوری طراحی شوند که هنگام اتصال کوتاه شدن ترمینال‌های خروجی پس از اینکه ولتاژ خروجی به مقدار ولتاژ آزمون تنظیم شود، جریان خروجی برای قطع رله اضافه‌جریان کافی بوده و بزرگتر از ۱۰۰ mA باشد.

هنگامی که جریان خروجی کمتر از ۱۰۰ mA باشد، رله اضافه‌جریان باید قطع کند.

مقادیر ولتاژ آزمون باید مطابق آنچه در زیربند ۹-۱-۳ و جدول ۱۰ تعیین شده و با رواداری مجاز $\pm 3\%$ باشد.

ولتاژ فرکانس شبکه باید یک بار در مقدار کامل آن و برای سه چرخه اعمال شود. (به زیربند ۶-۱-۲-۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ مراجعه شود).

این ولتاژ باید همان‌طور که در ردیف‌های الف، ب و پ زیربند ۱۰-۹-۳-۲ تشریح شد، به تابلو اعمال شود. به منظور قابل قبول بودن نتایج، رله اضافه‌جریان نباید عمل کند و نباید هیچ گونه تخلیه مخرب در حین آزمون‌ها اتفاق افتد.

۱۰-۳-۹-۴ آزمون جایگزین ولتاژ DC

اعوجاج‌های ولتاژ آزمون باید ناچیز باشد.

منبع ولتاژ بالا که برای این آزمون به کار می‌رود باید طوری طراحی شده باشد که هنگامی که ترمینال‌های خروجی پس از رسیدن ولتاژ خروجی به مقدار ولتاژ آزمون، اتصال کوتاه می‌شوند، جریان خروجی برای قطع رله اضافه‌جریان کافی بوده و مقدار آن بزرگتر از ۱۰۰ mA باشد. هنگامی که جریان خروجی کمتر از ۱۰۰ mA باشد، رله اضافه‌جریان نباید قطع کند.

مقدار مقدار ولتاژ آزمون باید مطابق آنچه در زیربند ۹-۱-۳ و در جدول ۱۰ تعیین شده و با رواداری مجاز $\pm 3\%$ باشد.

ولتاژ DC باید سه مرتبه برای هر قطبیت به مدت زمان ۱۰ ms اعمال شود (به زیربند ۶-۱-۲-۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ مراجعه شود).

این ولتاژ باید همان طور که در ردیف‌های الف و ب زیربند ۱۰-۹-۳-۲ فوق تشریح شد، به تابلو اعمال شود. به منظور قابل قبول بودن نتایج، رله اضافه جریان باید عمل کند و نباید هیچ گونه تخلیه مخرب در حین آزمون‌ها اتفاق افتد.

۱۰-۹-۳-۵ ارزیابی تصدیق

فواصل هوایی باید با اندازه‌گیری یا تصدیق اندازه‌ها از روی نقشه‌ها، به کاربردن روش‌های اندازه‌گیری تعیین شده در پیوست ج بررسی و تایید گردد. فواصل هوایی باید حداقل ۱/۵ برابر مقادیر مقرر در جدول ۱ باشد. **یادآوری-** ضریب ۱/۵ برای مقادیر جدول ۱، به منظور اجتناب از آزمون‌های ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای برای تصدیق طراحی است. این مقدار یک ضریب اطمینان برای لحاظ رواداری‌های ساخت می‌باشد. با ارزیابی داده‌های سازنده وسایل باید تصدیق شود که تمام وسایل تعبیه شده برای ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی U_{imp} معین، مناسب هستند.

۱۰-۹-۴ آزمون محفظه‌های ساخته شده از مواد عایقی

برای تابلوهای با محفظه‌هایی که از مواد عایقی ساخته شده‌اند، باید یک آزمون دی‌الکتریکی اضافه با اعمال ولتاژ آزمون AC بین یک ورق فلزی نازک که در سطح خارجی محفظه‌ها بر روی بازشدگی و اتصالات قرار داده می‌شود از یک طرف و قسمت‌های برق‌دار و قسمت‌های رسانای در دسترس داخل تابلو که در مجاورت بازشدگی و محل اتصالات قرار گرفته‌اند، انجام گیرد. برای این آزمون اضافه، مقدار ولتاژ آزمون باید ۱/۵ برابر ارقام ذکر شده در جدول ۸ باشد.

۱۰-۹-۵ دسته‌های عمل‌کننده درب یا پوشش نصب شده خارجی از مواد عایق

در مورد دستگاه‌های ساخته شده یا روکش شده از مواد عایقی، باید یک آزمون ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه با ولتاژی که مقدار آن ۱/۵ برابر ولتاژ آزمون ارائه شده در جدول ۸ است، انجام شود. ولتاژ بین قسمت‌های برق‌دار و ورق فلزی که دور تمام سطح دسته پیچیده می‌شود، اعمال شود. در حین این آزمون قسمت‌های رسانای در دسترس نباید زمین شده یا به هر مدار دیگری متصل شوند.

۱۰-۹-۶ آزمون هادی‌ها و قسمت‌های برق‌دار خطرناک پوشیده شده با مواد عایقی به منظور حفاظت در برابر شوک الکتریکی

هادی‌ها و قسمت‌های برق‌دار خطرناک که با مواد عایقی پوشیده شده‌اند و در تماس مستقیم با هادی هستند تا حفاظت در برابر شوک الکتریکی را تأمین نماید، از جمله آن‌هایی که قبلاً با استاندارد خود محصول تایید شده‌اند (برای مثال: کابل‌ها)، باید در معرض یک آزمون دی‌الکتریکی اضافه قرار گیرد. این آزمون باید با اعمال یک ولتاژ آزمون AC بین یک ورق فلزی نازک که در سطح خارجی عایق هادی قرار داده شده، شامل بازشدگی و اتصالات در عایق‌بندی از یک طرف و هادی‌های برق‌دار داخل عایق‌بندی از طرف دیگر انجام می‌گیرد. برای این آزمون اضافه، ولتاژ آزمون باید ۱/۵ برابر مقادیر نشان داده شده در جدول ۸ باشد.

۱۰-۱۰ افزایش دما

۱-۱۰-۱۰ کلیات

باید تایید شود که حدود افزایش دمای قسمت‌های مختلف تابلو یا سیستم تابلو از حدود مشخص شده در زیربند ۹-۲ بیشتر نباشد.

تصدیق باید توسط یک یا چند مورد از روش‌های زیر (به عنوان راهنما به پیوست ر مراجعه شود) انجام شود:

الف- آزمون (به زیربند ۱۰-۱۰-۲ مراجعه شود)؛

ب- مقایسه با یک طرح مرجع (به زیربند ۱۰-۱۰-۳ مراجعه شود)؛

پ- ارزیابی (محاسبه) (به زیربند ۱۰-۱۰-۴ مراجعه شود).

در تابلوهای مخصوص با فرکانس‌های بیشتر از ۶۰ Hz، تصدیق افزایش دما توسط آزمون (زیربند ۱۰-۱۰-۲) یا توسط استنتاج از همان طرح آزمون شده در فرکانس مشابه (زیربند ۱۰-۱۰-۳) همیشه لازم است.

ظرفیت عبور جریان مدارهایی که باید تصدیق شوند، به صورت زیر تعیین می‌شود:

- جریان اسمی گروهی مدار اصلی I_{ng} (به زیربند ۵-۳-۳ مراجعه شود)؛ یا
 - جریان اسمی مدار اصلی I_{nc} (به زیربند ۵-۳-۲ مراجعه شود) و RDF (به زیربند ۵-۴ مراجعه شود)
- یادآوری- علاوه بر I_{nc} و I_{ng} می‌تواند برای ارزیابی ظرفیت عبور جریان در بخش‌های کم‌بار اظهار شود. به زیربند ۵-۳-۲ مراجعه شود.

در مورد تابلوهای ادغام شده با بانک‌های اصلاح ضریب توان، تصدیق افزایش دما باید با الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۹۲۵ را برآورده سازد.

۱۰-۱۰-۲ تصدیق توسط آزمون

۱-۲-۱۰-۱۰ کلیات

تصدیق توسط آزمون شامل موارد زیر است:

الف- اگر سیستم تابلویی که می‌باید تصدیق شود شامل تعدادی متنوع باشد، نامساعدترین چیدمان(های) سیستم تابلو باید مطابق با زیربند ۱۰-۱۰-۲-۲ انتخاب شود.

ب- متغیرهای انتخاب شده تابلو باید توسط یکی از روش‌های زیر تصدیق شوند (به پیوست ر مراجعه شود)

۱- با توجه به واحدهای کارکردی مستقل، شینه‌های اصلی و توزیع و کل تابلو مطابق با زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۵؛

۲- با توجه به واحدهای کارکردی مستقل به طور جداگانه و تابلو کامل شامل شینه‌های اصلی و توزیع مطابق با زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۶؛

۳- با توجه به واحدهای کارکردی مستقل، شینه‌های اصلی و توزیع به طور جداگانه و نیز تابلو کامل مطابق با زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۷.

پ- هرگاه نوع(های) تابلو آزمون شده، سخت‌گیرانه‌ترین سیستم تابلو باشند، در این صورت نتایج آزمون می‌توانند برای تعیین مقادیر و مشخصه‌های متغیرهای مشابه بدون آزمون اضافه استفاده شود. قواعد مربوط به چنین استنتاج‌هایی در زیربند ۱۰-۱۰-۳ داده شده است.

۱۰-۱۰-۲-۲ انتخاب چیدمان معرف

۱۰-۱۰-۲-۲-۱ کلیات

آزمون باید بر روی یک یا چند چیدمان معرف که با یک یا چند ترکیب بار معرف بارگذاری شده باشد، انجام شود و ترکیب مدارها به نحوی انتخاب شوند که با دقت قابل قبول، حداکثر افزایش دما تحت شرایط عادی و شرایط نصب تعیین شود.

انتخاب چیدمان‌های معرف که باید آزمون شوند در زیربندهای ۱۰-۱۰-۲-۲-۲ و ۱۰-۱۰-۲-۲-۳ داده شده است و مسئولیت آن به عهده سازنده اولیه می‌باشد. سازنده اولیه باید در انتخاب خود برای آزمون ترکیب‌بندی‌هایی که باید از چیدمان‌های آزمون مطابق با زیربند ۱۰-۱۰-۳ گرفته شود، دقت نماید.

۱۰-۱۰-۲-۲-۲ شینه‌ها

سیستم‌های شینه شامل بخش‌ها از هادی‌ها با یک یا چند زاویه قائم که گوناگونی آنها فقط در کاهش یک یا چند مورد از زیر است:

- ارتفاع؛
 - ضخامت؛
 - تعداد میله‌ها^۱ به ازای هر هادی.
- و در موارد زیر مشابه هستند:
- چیدمان‌های هندسی شمش‌ها؛
 - فاصله خط مرکزی هادی‌ها؛
 - محفظه و..
 - تقسیم‌کننده شینه (در صورت وجود).

شینه‌ها با بزرگترین سطح مقطع باید انتخاب شوند. به نحوی که چیدمان معرف به صورت کمترین برای آزمون باید انتخاب شود.

برای مقادیر و مشخصه‌های شینه‌های کوچکتر و سایر مواد به زیربند ۱۰-۱۰-۳-۳ مراجعه شود.

۱۰-۱-۲-۳ واحدهای کارکردی

الف- انتخاب گروه‌های واحدهای کارکردی قابل مقایسه

واحدهای کارکردی که برای استفاده در جریان‌های اسمی مختلف در نظر گرفته شده‌اند، می‌توانند رفتار حرارتی مشابهی داشته باشند و در صورتی که شرایط زیر را داشته باشند، محدوده قابل مقایسه‌ای از واحدها را تشکیل می‌دهند:

۱- عملکرد و نقشه سیم‌کشی پایه مدار اصلی یکسان باشد (برای مثال، واحد ورودی، راه‌انداز برگشتی، کابل تغذیه)؛

۲- وسایل از یک سایز بوده و به یک سری تعلق داشته باشد؛

۳- سازه نصب از یک نوع باشد؛

۴- چیدمان وسایل نسبت به هم یکسان باشد؛

۵- نوع و چیدمان هادی‌ها یکسان باشد؛

۶- سطح مقطع هادی‌های مدار اصلی در یک واحد کارکردی باید دارای مقادیر و مشخصه‌های برابر با کمترین مقدار مجاز برای وسیله در مدار باشد. انتخاب کابل‌ها باید همانند آزمون یا طبق استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷ باشد. مثال‌هایی در مورد این که چگونه این استاندارد برای شرایط داخل تابلو تطبیق داده شود، در جدول ح-۱ و ح-۲ داده شده است. سطح مقطع میله‌ها باید همانند آزمون یا همان‌طور که در پیوست ذ تعیین شده است، باشد.

ب- انتخاب یک گزینه بحرانی از هر گروه قابل مقایسه به عنوان آزمون

حداکثر جریان ممکن برای هرگونه واحد کارکردی تعیین می‌شود. برای واحدهای کارکردی که فقط یک وسیله دارند، این جریان، مقدار جریان اسمی وسیله خواهد بود. برای واحدهای کارکردی که چندین وسیله دارند، این جریان، مقدار جریان اسمی وسیله‌ای است که کمترین جریان اسمی را دارد. برای هر واحد کارکردی، اتلاف توان در حداکثر جریان ممکن با استفاده از اطلاعات داده شده توسط سازنده وسیله همراه با تلفات توان هادی‌های مرتبط، محاسبه می‌شود.

برای هر واحد کارکردی با جریان تا حداکثر 630 A ، واحد بحرانی در هر گروه، واحدی است که بیشترین اتلاف توان کل را دارد.

برای هر واحد کارکردی با جریان بیش از 630 A ، واحد بحرانی در هر گروه واحدی است که بیشترین جریان اسمی را دارد. این موضوع این اطمینان را ایجاد می‌کند که اثرات حرارتی اضافه مربوط به جریان‌های گردابی و تغییر جریان به حساب آورده شده است.

واحد کارکردی بحرانی باید حداقل به شرح زیر آزمون شود:

- درون کوچک‌ترین خانه (در صورت وجود) که برای آن واحد در نظر گرفته شده است؛
- با بدترین نوع جداسازی داخلی (در صورت وجود) از لحاظ اندازه بازشدگی‌های تهویه؛
- با محفظه‌های با بیشترین اتلاف توان نصب شده به ازای واحد حجم؛ و

- با بدترین تبادل تهویه در محفظه از لحاظ نوع تهویه (طبیعی یا تبادل حرارتی اجباری)؛
- اندازه سوراخ‌های تهویه.

چنانچه یک واحد کارکردی بتواند در جهت‌های مختلف چیده شود (افقی، عمودی) در این صورت دشوارترین جهت باید آزمون شود.

آزمون‌های تکمیلی می‌تواند بنا به صلاح دید سازنده اولیه برای ترکیب‌بندی‌ها و انواع واحدهای کارکردی که کمتر بحرانی هستند (در صورت وجود) انجام گیرد.

۱۰-۱-۲-۳ روش‌های انجام آزمون

۱۰-۱-۲-۳-۱ کلیات

در زیربندهای ۱۰-۱-۲-۳-۵ تا ۱۰-۱-۲-۷، سه روش برای آزمون ارائه شده است که در تعداد آزمون‌های مورد نیاز و گستره کاربردی بودن نتایج آزمون متفاوت هستند. زیربند ۱۰-۱-۲-۳-۵ وسایل آزمون یک تابلو کامل را ارائه می‌کند که جریان اسمی گروه I_{ng} ، جریان آزمون می‌باشد. زیربند ۱۰-۱-۲-۳-۶ وسایل آزمون یک تابلو کامل را ارائه می‌کند که علاوه بر آن، جریان اسمی I_{nc} مدارهای خروجی با آزمون‌های کمتر از آزمون‌های زیربند ۱۰-۱-۲-۳-۷ تعیین می‌شود. توضیحات در پیوست ر ارائه شده است.

آزمون افزایش دمای مدارهای مستقل باید با نوع جریانی که برای آن پیش‌بینی شده و با فرکانس طراحی شده، انجام شود. هر مقدار مناسب از ولتاژ آزمون، جهت ایجاد جریان مطلوب می‌تواند استفاده شود. اقلام مصرف‌کننده جریان مثل اجزاء الکترونیکی، سیم‌پیچ‌های رله‌ها، کنتاکتورها، رهاسازها و غیره باید با ولتاژ بهره‌برداری اسمی تغذیه شوند.

برای تابلوهای دارای خنک‌سازی فعال^۱، تجهیزات خنک‌سازی باید مانند شرایط عادی، عملیاتی باشند.

تابلو باید مانند حالت استفاده عادی، در حالی که کلیه پوشش‌ها شامل صفحات پوشش پایینی و غیره در جای خود قرار گرفته‌اند، نصب شوند.

اگر تابلو شامل فیوز باشد، فیوزها باید برای آزمون مجهز به رابط‌هایی باشند که به وسیله سازنده مشخص شده است.

جزئیات رابط‌های فیوز مورد استفاده برای آزمون برای مثال: نام سازنده و مرجع، جریان اسمی، اتلاف توان رابط فیوز، ظرفیت قطع باید در گزارش آزمون ارائه شود. آزمون نوعی با رابط‌های فیوز تعیین‌شده باید استفاده از هر رابط فیوز که دارای اتلاف توان می‌باشد و این اتلاف توان کمتر از رابط فیوز مورد استفاده برای آزمون است را در جریان حرارتی قراردادی واحد ترکیب شده، پوشش دهد.

اندازه و نحوه استقرار هادی‌های خروجی مورد استفاده در آزمون باید در گزارش آزمون ذکر شود.

آزمون باید تا زمانی که افزایش دما به مقدار ثابت برسد، ادامه یابد. در عمل این حالت هنگامی حاصل می‌شود که تغییرات در تمام نقاط اندازه‌گیری شده (شامل دمای هوای محیط) از 1 K/h تجاوز نکند.

به منظور کوتاه کردن زمان آزمون و در صورت مجاز بودن وسایل، جریان درحین قسمت اول آزمون می‌تواند افزایش یابد و سپس تا میزان جریان آزمون مشخص شده کاهش داده شود.

در مواردی که یک بوبین کنترل‌کننده در حین آزمون برق‌دار می‌شود، دما در حالی که تعادل حرارتی هم در مدار اصلی و هم در بوبین کنترل‌کننده حاصل می‌شود، اندازه‌گیری می‌شود.

مقدار میانگین جریان‌های آزمون ورودی واقعی باید بین 100% و 103% مقادیر مورد انتظار باشد. هر فاز باید بین $\pm 5\%$ مقدار مورد نظر باشد.

آزمون بر روی یک بخش مستقل تابلو قابل قبول است. برای انجام آزمونی که معرف سطوح بیرونی باشد که ممکن است به آن بخش‌هایی افزوده و وصل شود، این سطوح باید از نظر حرارتی با یک پوشش عایق شوند تا از هرگونه خنک‌شدن ناخواسته جلوگیری شود.

هنگامی که عملکرد یک واحد کارکردی منفرد در یک خانه، به عنوان یک تابلو کامل (یا بخشی از یک تابلو) همان‌طور که در زیربند ۱۰-۱۰-۲-۲-۷ الزام شده با توجه به تاثیر سایر واحدهای کارکردی در خانه‌های آنها، مورد آزمون قرار می‌گیرد، واحدهای کارکردی می‌تواند با مقاومت‌های حرارتی جایگزین شود، اگر جریان اسمی هر کدام از آنها از 630 A تجاوز نکند و این مقادیر نیازی به تصدیق با آزمون نداشته باشد.

در تابلوهایی که احتمال تعبیه مدارهای کمکی اضافی یا وسایل دیگر وجود دارد، مقاومت‌های حرارتی باید اتلاف توان این اقلام افزوده شده را شبیه‌سازی کنند.

جهت کاهش تعداد آزمون‌های مورد نیاز برای تعیین جریان اسمی مدار I_1 در حداکثر افزایش دمای مجاز ΔT_1 ، مقدار جریان می‌تواند از جریان آزمون واقعی I_2 و با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود در صورتی که افزایش دمای اندازه‌گیری شده ΔT_2 بخش‌های عبور دهنده جریان (مثل شینه‌ها و ترمینال‌ها) از مقدار مجاز بیشتر از $5 \text{ K} \pm$ منحرف نشود.

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)^{0,61}$$

[منبع: انجمن توسعه مس، تدوین شماره ۲۲: سال ۱۹۹۶، فرمول شماره ۸]

اگر اتلاف توان وسایل و هادی‌ها متناسب با I^2 باشد، فرمول می‌تواند به تنهایی مورد استفاده قرار گیرد.

مثال: یک شینه تحت آزمون در جریان 973 A به مقدار $\Delta T_1 = 105 \text{ K}$ (مجاز) $\Delta T_2 = 102 \text{ K}$ رسیده است با استفاده از فرمول، مقدار گزارش شده آزمون برابر با 990 A در 105 K خواهد بود.

یادآوری - برای گستره محدود از تنظیمات دمای مورد توجه، این فرمول برای هادی‌های آلومینیومی کاربرد دارد.

باید مراقب بود که تمام نقاط دیگر اندازه‌گیری در این جریان به حداکثر دمای خود نرسند. مقادیر جریان تنظیم شده باید به صورت واضح در اسناد آزمون به وسیله ثبت نتایج به دست آمده در حین آزمون، مشخص شود.

هنگام تعیین تعداد نقاط محاسبه به منظور اطمینان از تأثیرات تغییر جریان‌های متعدد بر روی دیگر نقاط اندازه‌گیری (شامل دمای هوای داخلی) در نتیجه تغییر اتلاف توان، توجه و دقت ضروری می‌باشد.

۱۰-۱-۲-۳-۲ هادی‌های آزمون

در مواردی که اطلاعات مشروحی درباره هادی‌های خارجی و شرایط بهره‌برداری وجود نداشته باشد، سطح مقطع هادی‌های آزمون خارجی باید با توجه به جریان اسمی هر مدار به شرح زیر، انتخاب شود.

الف- برای مقادیر جریان اسمی تا و خود 400 A :

۱- هادی‌ها باید از نوع کابل مسی یا سیم‌های عایق تکرشته‌ای با سطح مقطعی مطابق جدول شماره ۱۱ باشد؛

۲- تا جایی که عملی باشد، هادی باید در هوای آزاد قرار گیرند؛

۳- حداقل طول هر یک از اتصالات موقتی از یک ترمینال تا ترمینال دیگر باید به صورت زیر باشد:

- یک متر برای سطح مقطع تا حداکثر 35 mm^2 ؛

- دو متر برای سطح مقطع بزرگتر از 35 mm^2 .

ب- برای مقادیر جریان اسمی بزرگتر از 400 A تا 600 A :

۱- هادی‌ها باید از نوع کابل تک رشته‌ای مسی با سطح مقطع مطابق با جدول ۱۲ یا شینه‌های مسی معادل داده شده در همان جدول که توسط سازنده اولیه تعیین شده، باشد.

۲- کابل‌ها یا شینه‌های مسی باید تقریباً در فاصله بین ترمینال‌ها قرار گیرند. کابل‌های موازی چندتایی در هر ترمینال باید تشکیل یک گروه داده و به نحوی ترتیب داده شوند که بین آنها فاصله هوایی حدود 10 mm وجود داشته باشد. شینه‌های مسی چندتایی در هر ترمینال باید در فاصله تقریباً معادل با ضخامت هر شینه قرار گیرند. اگر شینه با اندازه‌های تعیین شده موجود نبوده یا برای ترمینال‌ها مناسب نباشند، استفاده از شینه‌های دیگر که سطح مقطع آن‌ها تقریباً برابر بوده ($\pm 10\%$) و سطوح خنک‌کننده آن برابر یا کوچکتر از سطح مقطع خواسته شده باشد، مجاز خواهد بود. کابل‌ها یا شینه‌های مسی نباید به هم ریخته باشند.

۳- برای آزمون‌های تک‌فاز یا چند فاز، حداقل طول هر اتصال موقت به منبع تغذیه آزمون باید 2 m باشد. در صورت موافقت سازنده اولیه، حداقل طول مربوط به نقطه ستاره را می‌توان به 1.2 m کاهش داد.

پ - برای مقادیر جریان اسمی بزرگتر از 600 A تا 7000 A :

۱- هادی‌ها باید از نوع شینه مسی که در جدول شماره ۱۲ تعیین شده است، باشند مگر فقط برای اتصال کابل طراحی شده باشد که در این صورت اندازه و نحوه استقرار کابل‌ها باید طبق مشخصات سازنده اولیه باشد.

۲- شینه‌های مسی باید تقریباً در فاصله بین ترمینال‌ها قرار گیرند. شینه‌های مسی چندتایی در هر ترمینال تقریباً باید در فاصله معادل با ضخامت شینه قرار گیرد. چنانچه شینه‌های با اندازه‌های تعیین شده، موجود نبوده یا برای ترمینال‌ها مناسب نباشد، استفاده از شینه‌های دیگر که سطح مقطع آن‌ها تقریباً برابر بوده ($\pm 10\%$) و سطوح خنک‌کننده آن برابر یا کوچکتر از سطح مقطع خواسته شده باشد، مجاز خواهد بود. شینه‌های مسی نباید به هم ریخته باشند.

۳- برای آزمون‌های تک‌فاز یا چندفاز، حداقل طول هر اتصال موقت به منبع تغذیه آزمون باید ۳ m باشد، اما این مقدار را می‌توان به ۲ m تقلیل داد به شرطی که افزایش دما در انتهای تغذیه‌کننده به اتصال، نسبت به افزایش دما در وسط طول اتصال حداکثر ۵ K کمتر باشد. حداقل طول مربوط به نقطه ستاره باید ۲ m باشد.

ت- برای مقادیر جریان اسمی بزرگتر از ۷۰۰۰ A:

سازنده اولیه باید تمام موارد مربوط به آزمون مثل نوع منبع تغذیه، تعداد و فرکانس (در صورت کاربرد)، سطح مقطع هادی‌های آزمون و غیره را تعیین کند. این اطلاعات باید در گزارش آزمون قید شوند.

۱۰-۱-۲-۳ اندازه‌گیری دماها

برای اندازه‌گیری دما باید از ترموکوپل یا دماسنج استفاده کرد. در مورد سیم‌پیچ‌ها، به طور کلی باید از روش اندازه‌گیری دما از طریق تغییر مقاومت استفاده شود. در مواردی که این موضوع عملی نباشد، ترموکوپل می‌تواند جهت تعیین افزایش دمای سطح سیم‌پیچ استفاده شود.

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

دما باید در تمام نقاطی که حد افزایش دما (به زیربند ۹-۲ مراجعه شود) باید مشاهده شود، اندازه‌گیری گردد. باید به تمام نقاط اتصال هادی‌ها و ترمینال‌ها در مدار اصلی دقت ویژه شود. برای اندازه‌گیری دمای هوای داخل تابلو، چند وسیله اندازه‌گیری باید در نقاط مختلف و مناسب تابلو قرار داده شود.

۱۰-۱-۲-۴ دمای هوای محیط

دمای هوای محیط باید با استفاده از حداقل دو عدد دماسنج یا ترموکوپل که به طور یکنواخت در اطراف تابلو قرار داده شده و در فاصله ۱ m از تابلو و در نزدیکی نصف ارتفاع آن نصب می‌شود، اندازه‌گیری شود. دماسنج‌ها یا ترموکوپل‌ها باید در برابر جریان هوا و تابش حرارتی حفاظت شوند.

دمای هوای محیط در حین آزمون باید بین 10°C و 40°C باشد.

۱۰-۱-۱۰-۲-۳-۵ تصدیق یک تابلو کامل

مدارهای اصلی تابلو باید با جریان‌های اسمی گروهی I_{ng} تخمین زده شده بارگذاری شود (به زیربند ۳-۳-۵ مراجعه شود) (به پیوست مراجعه شود).

اگر جریان اسمی گروهی I_{ng} مدار ورودی یا سیستم شینه توزیع کمتر از مجموع جریان‌های اسمی گروهی I_{ng} مدارهای خروجی باشد، در این حالت مدارهای خروجی باید به مجموعه‌های آزمون مرتبط با جریان اسمی گروهی مدار ورودی یا سیستم شینه توزیع تقسیم شوند. مجموعه‌های آزمون باید طوری تشکیل شوند که بیشترین احتمال افزایش دما به وجود آید. تعداد کافی از مجموعه‌های آزمون باید تشکیل شود و آزمون‌ها طوری انجام شود که تمام حالت‌های گوناگون واحدهای کارکردی در حداقل یک مجموعه آزمون قرار گیرند.

هرگاه مدارهایی که به طور کامل بارگذاری شده‌اند جریان‌های ورودی را دقیقاً توزیع نکنند، جریان باقیمانده باید از طریق هر مدار مناسب دیگری توزیع شود. این آزمون باید تا مادامی که تمام انواع مدارهای خروجی در جریان‌های اسمی گروهی مربوط به آن‌ها تصدیق شوند، ادامه یابد.

تغییر در نحوه استقرار واحدهای کارکردی در یک تابلویی که تصدیق شده است یا بخشی از آن تابلو، ممکن است آزمون‌های اضافه دیگری را ضروری سازد زیرا تاثیر حرارتی واحدهای مجاور ممکن است تفاوت قابل توجهی داشته باشد.

۱۰-۱-۱۰-۲-۳-۶ تصدیق با در نظر گرفتن واحدهای کارکردی مستقل به طور جداگانه و تابلوی کامل

جریان‌های اسمی گروهی I_{ng} مطابق با زیربند ۳-۵-۵ و جریان‌های اسمی I_{nc} مدارهای اصلی خروجی مطابق با زیربند ۲-۳-۵ باید در دو مرحله تصدیق شوند:

- جریان اسمی I_{nc} هر نوع بحرانی از واحد کارکردی خروجی مطابق ردیف ب زیربند ۱۰-۱-۱۰-۲-۳-۷ تصدیق شود.

- تابلو توسط بارگذاری مدار ورودی و تمام واحدهای کارکردی خروجی به صورت جمعی با جریان‌های اسمی گروهی تخمین زده شده، تصدیق می‌شود.

اگر جریان اسمی گروهی I_{ng} مدار ورودی یا سیستم شینه توزیع کمتر از مجموع جریان‌های I_{ng} تمام مدارهای خروجی باشد، در این صورت مدارهای خروجی باید به مجموعه‌های آزمون مرتبط با جریان اسمی گروهی مدار ورودی یا سیستم شینه توزیع تقسیم شوند. مجموعه‌های آزمون باید به صورتی تشکیل شوند که بیشتر احتمال افزایش دما به وجود آید. تعداد کافی از مجموعه‌های آزمون باید شکل گیرد و آزمون‌ها طوری انجام شود که تمام حالت‌های گوناگون واحدهای کارکردی، حداقل در یک مجموعه آزمون قرار گیرند.

هرگاه مدارهایی که به طور کامل بارگذاری شده‌اند جریان‌های ورودی را دقیقاً توزیع نکنند، جریان باقیمانده باید از طریق هر مدار مناسب دیگری توزیع شود. این آزمون باید تا مادامی که تمام انواع مدارهای خروجی در جریان‌های آزمون مربوط به آن‌ها تصدیق شوند، ادامه یابد.

تغییر در نحوه استقرار واحدهای کارکردی در یک تابلویی که تصدیق شده است یا بخشی از آن تابلو، ممکن است آزمون‌های اضافه دیگری را ضروری سازد زیرا تاثیر حرارتی واحدهای مجاور ممکن است تفاوت قابل توجهی داشته باشد.

اگر I_{nc} و I_{ng} تصدیق شوند، RDF از تقسیم I_{ng} بر I_{nc} برای مدارهای مستقل مورد توجه، محاسبه می‌شود.

۱۰-۱-۲-۳-۷ تصدیق با در نظر گرفتن واحدهای عامل و شینه‌های اصلی و توزیع به طور جداگانه و همچنین تابلوی کامل

تابلوها باید با انتخاب از ردیف‌های الف تا پ زیربندهای ۱۰-۱-۲-۲ و ۱۰-۱-۲-۲-۳ به‌طور جداگانه بررسی و تایید شوند و تابلو کامل طبق ردیف ت تحت بدترین شرایط به شرح زیر تصدیق شوند:

الف- شینه‌های اصلی باید به‌طور جداگانه آزمون شوند این شینه‌ها باید مانند حالت استفاده عادی، در حالی که تمام پوشش‌ها و تمام جداکننده‌هایی که شینه اصلی را از سایر خانه‌ها جداسازی می‌کند، در جای خود نصب می‌باشند، مستقر شوند. اگر شینه‌های اصلی دارای اتصالاتی باشد، در این حالت آزمون باید شامل آنها نیز بشود. آزمون باید در جریان اسمی انجام گیرد. جریان آزمون باید از تمام طول کامل شینه عبور کند. هرگاه طراحی تابلو اجازه دهد و به منظور به حداقل رساندن تاثیر هادی‌های خارجی آزمون بر روی افزایش دما، طول شینه اصلی داخل محفظه برای انجام آزمون باید حداقل ۲ m باشد و حداقل یک اتصال را در حالتی که شینه‌ها قابل توسعه هستند، شامل شود.

ب- هر شینه توزیع باید به طور جداگانه از واحدهای خروجی آزمون شود. این شینه‌ها باید مانند حالت استفاده عادی، در حالی که کلیه پوشش‌ها و تمام جداکننده‌هایی که شینه اصلی را از سایر خانه‌ها جداسازی می‌کند، در جای خود نصب باشند، مستقر شود. شینه‌های توزیع باید به بازار اصلی متصل شود. هیچ‌یک از هادی‌های دیگر (برای مثال اتصالات به واحدهای عامل) نباید به شینه توزیع متصل باشند. به منظور حصول دشوارترین شرایط، آزمون باید در جریان اسمی انجام پذیرد و جریان آزمون باید از تمام طول کامل شینه عبور کند. اگر جریان اسمی شینه اصلی بالاتر از جریان آزمون باشد، باید با جریان بیشتری تغذیه شود به طوری که جریان اسمی آن از محل‌های اتصال با شینه توزیع عبور کند.

پ- اگر سازنده جریان I_{nc} را اعلام کند، واحدهای کارکردی مرتبط باید به طور جداگانه آزمون شوند. واحدهای کارکردی باید مانند حالت استفاده عادی، در حالی که تمام پوشش‌ها و تمام جداکننده‌های داخلی در جای خود نصب می‌باشند، مستقر شود، اگر واحد کارکردی بتواند در محل‌های مختلف نصب شود، نامساعدترین مکان باید انتخاب شود. واحد کارکردی باید مانند استفاده عادی به شینه اصلی یا توزیع متصل شود. اگر شینه اصلی و یا توزیع (در صورت وجود) برای تغذیه مدارهای دیگر در نظر گرفته شده باشند و جریان بالاتری داشته باشند، باید با جریان بیشتری تغذیه شوند به طوری که جریان‌های اسمی مستقل از نقاط اتصال عبور کند. آزمون باید در جریان اسمی I_{ng} تخمین زده شده برای واحد کارکردی انجام گیرد.

ت- تابلوی کامل باید در حالی در آزمون افزایش دما تصدیق شود که در دشوارترین نحوه چیدمان آن و استقرار ممکن در استفاده عادی همان‌طور که سازنده مشخص کرده است، مستقر شود. برای این آزمون، مدار ورودی و هر واحد کارکردی خروجی با جریان اسمی گروه I_{ng} خود بارگذاری می‌شود که I_{ng} معادل است با حاصل ضرب I_{nc} در RDF، در هنگامی که I_{nc} اعلام شده باشد. اگر جریان اسمی گروه مدار ورودی یا سیستم شینه توزیع کمتر از مجموع جریان‌های خروجی باشد (برای مثال جریان‌های اسمی گروه آنها)، در این صورت مدارهای خروجی باید به مجموعه‌های آزمون متناسب با جریان اسمی مدار ورودی یا سیستم شینه توزیع تقسیم شوند. اگر شینه اصلی و/یا شینه توزیع (در صورت وجود) برای مقادیر جریان بالاتری مجاز باشند، باید با جریان‌های بیشتری تغذیه شوند تا مقادیر به دست آمده در ردیف‌های الف و ب را حفظ نماید. مجموعه‌های آزمون باید به گونه‌ای باشند که بیشترین افزایش دمای ممکن حاصل شود. مجموعه آزمون‌های کافی باید انجام پذیرد و تمام حالت‌های گوناگون واحدهای کارکردی حداقل در یک مجموعه آزمون قرار گیرند.

اگر I_{nc} و I_{ng} تصدیق شوند، RDF با تقسیم I_{ng} بر I_{nc} برای مدارهای مستقل مورد توجه، محاسبه می‌شود.

۱۰-۱-۲-۳-۸ نتایجی که باید حاصل شود

جریان‌های اسمی تخمین زده شده در زیربندهای ۱۰-۱-۲-۳-۵ و ۱۰-۱-۲-۳-۶ و ۱۰-۱-۲-۳-۷ که توسط آزمون‌ها تصدیق شده‌اند، مقدار I_{nc} و یا I_{ng} نهایی را تعیین می‌کنند.

در پایان آزمون، این افزایش دما نباید از مقادیر تعیین شده در جدول ۶ بیشتر شود.

اگر آزمون‌ها مطابق با زیربندهای ۱۰-۱-۲-۳-۶ یا ۱۰-۱-۲-۳-۷ انجام گیرد تا I_{nc} به همراه I_{ng} برای مدارهای خروجی تصدیق شوند، در این صورت ضریب هماهنگی اسمی می‌تواند محاسبه شود (به زیربندهای ۱۱-۸-۳ و ۴-۵ مراجعه شود)

۱۰-۱-۳ تصدیق توسط مقایسه

۱۰-۱-۳-۱ کلیات

زیربندهای زیر مشخص می‌کند که چگونه جریان‌های اسمی مختلف استنتاج شده از چیدمان‌های مشابه که توسط آزمون تصدیق شده‌اند می‌تواند تصدیق شود.

آزمون‌هایی که در یک فرکانس ویژه انجام می‌شوند، در جریان اسمی یکسان با فرکانس‌های پایین‌تر شامل DC، قابل کاربرد هستند.

آزمون‌های افزایش دما مدارها که در ۵۰ Hz، انجام می‌شوند، برای جریان‌های اسمی تا خود ۸۰۰ A در مورد ۶۰ Hz نیز معتبر است. در صورت موجود نبودن آزمون‌ها برای جریان اسمی بیشتر از ۸۰۰ A و فرکانس ۶۰ Hz، جریان اسمی در فرکانس ۶۰ Hz باید به مقدار ۹۵٪ آن در فرکانس ۵۰ Hz کاهش داده شود. به

عبارت دیگر هرگاه حداکثر افزایش دما در فرکانس ۵۰ Hz از ۹۰٪ مقدار مجاز بیشتر نشود، در این حالت کاهش مقدار اسمی برای ۶۰ Hz لازم نیست.

۱۰-۱-۱۰-۳-۲ تابلوها

تابلوهایی که با استفاده از نحوه‌های استقرار و چیدمان مشابه تصدیق شده‌اند، باید با الزامات زیر مطابقت داشته باشند.

الف- واحدهای کارکردی باید به یک گروه یکسان به عنوان گروه کارکردی انتخاب شده برای آزمون، تعلق داشته باشند. (به زیربند ۱۰-۱-۱۰-۲-۳ مراجعه شود)؛

ب- نوع ساختار یکسانی که برای آزمون استفاده شده است؛

پ- ابعاد کلی یکسان یا افزایش یافته که برای آزمون استفاده شده است؛

ت- شرایط خنک‌کنندگی یکسان یا افزایش یافته که برای آزمون استفاده شده است (تبادل حرارتی طبیعی یا اجباری، بازشوهای تهویه یکسان یا بزرگتر)؛

ث- جداسازی داخلی یکسان یا کاهش یافته که برای آزمون استفاده شده است (در صورت وجود)؛

ج- تلفات توان یکسان یا کاهش یافته در یک بخش که برای آزمون استفاده شده است.

تابلویی که تصدیق می‌شود ممکن است تمام یا فقط قسمتی از مدارهای الکتریکی تابلو را که قبلاً تصدیق شده، شامل شود. چیدمان‌های دیگر واحدهای کارکردی درون تابلو یا بخش در مقایسه با نوع آزمون شده، به شرطی مجاز است که تأثیرات حرارتی واحدهای مجاور دشوارتر نباشد.

آزمون حرارتی در مورد تابلوهای سه‌فاز سه‌سیم به عنوان معرف تابلوهای سه‌فاز چهار سیم و تک‌فاز دو سیم یا سه سیم در نظر گرفته می‌شود مشروط به اینکه هادی خنثی دارای اندازه برابر یا بزرگتر از هادی‌های خط باشد و به حالت یکسان چیده شوند.

۱۰-۱-۱۰-۳-۳ شینه‌ها

مقادیر و مشخصه‌های اسمی شینه‌های آلومینیومی برای شینه‌های مسی با همان ابعاد سطح مقطع و ترکیب‌بندی معتبر است. با این حال مقادیر و مشخصه‌های اسمی تعیین شده برای شینه‌های مسی نباید برای شینه‌های آلومینیومی استفاده شود.

مقادیر گوناگون که برای آزمون مطابق با زیربند ۱۰-۱-۱۰-۲-۲ انتخاب نشده‌اند، باید توسط حاصل ضرب سطح مقطع آنها در چگالی جریان شینه با سطح مقطع بزرگتر از همان طراحی که قبلاً توسط آزمون تصدیق شده است، تعیین شود.

علاوه بر این، اگر یک سطح مقطع کوچکتر از حد مقطعی که باید موجود باشد، مورد آزمون قرار گرفته باشد، شرایط زیربند ۱۰-۱-۱۰-۲-۲ را تأمین کرده باشد، در این صورت مقادیر و مشخصه‌های اسمی برای یک نوع بین آنها می‌تواند با درون‌یابی تعیین شود.

اصلاح اتصال بین شینه اصلی و توزیع در صورتی مجاز می‌باشد که اصلاح به وسیله آزمون تصدیق شود، در این حالت افزایش دما در چیدمان جدید بزرگتر از مقدار آن در آزمون قابل مقایسه روی یک طرح مرجع نیست.

۱۰-۱-۳-۴ واحدهای کارکردی

پس از اینکه نوع بحرانی از هر گروه واحدهای کارکردی قابل مقایسه (به ردیف الف از زیربند ۱۰-۱-۲-۳ مراجعه شود) تحت آزمون برای تصدیق افزایش دما قرار گرفتند، جریان‌های اسمی واقعی I_{ng} و در صورت تعیین I_{nc} ، جریان اسمی واقعی تمام دیگر واحدهای کارکردی گروه باید با استفاده از نتایج این آزمون‌ها محاسبه شوند.

برای هر واحد کارکردی آزمون شده، باید یک ضریب کاهنده (جریان اسمی I_{nc} یا I_{ng} حاصل از آزمون تقسیم بر حداکثر جریان ممکن این واحد کارکردی، به ردیف ب از زیربند ۱۰-۱-۲-۳ مراجعه شود) محاسبه شود.

جریان اسمی I_{nc} یا I_{ng} هر واحد کارکردی آزمون نشده در گستره باید برابر با حاصل ضرب حداکثر جریان ممکن واحد کارکردی در ضریب کاهنده تعیین شده برای گزینه آزمون شده در گستره، باشد.

اصلاح اتصال بین واحد کارکردی و شینه اصلی یا توزیع مجاز می‌باشد اگر اصلاح به وسیله آزمون تصدیق شود، در این حالت افزایش دما در چیدمان جدید بزرگتر از مقدار آن در آزمون قابل مقایسه روی یک طرح مرجع نیست.

۱۰-۱-۳-۵ واحدهای کارکردی - ملاحظات افزایش دما برای جایگزینی وسیله

یک وسیله با جریان اسمی I_n کوچکتر از $A \ 600 \ 1$ که در تصدیق اولیه مورد استفاده قرار گرفته، می‌تواند با وسیله مشابه از دیگر سری‌ها از همان سازنده یا دیگر سازنده‌ها جایگزین شود مشروط بر اینکه اتلاف توان و افزایش دما ترمینال وسیله جایگزین، در هنگامی که هر دو وسیله مطابق با استاندارد محصول وسیله مورد آزمون قرار گیرند، برابر یا کمتر از وسیله مورد استفاده در تصدیق اولیه باشد.

از طرف دیگر و بدون محدودیت در مقادیر جریان، اگر سازنده وسیله اولیه و وسیله جایگزین یکسان باشند، سازنده وسیله ممکن است عملکرد افزایش دما را اظهار نماید. این اظهار باید تایید کند که وسیله جایگزین می‌تواند بدون نیاز به تصدیق در مورد افزایش دما، جایگزین وسیله اولیه شود. این اظهار باید شامل عبارتی باشد که نشان دهد اتلاف توان برای وسیله‌های جایگزین برابر یا کمتر از وسیله اولیه است.

علاوه بر این، برای هر دو موارد بالا، چیدمان فیزیکی داخل واحد کارکردی باید حفظ شود. مقادیر واحد کارکردی نباید افزایش یابد.

چیدمان فیزیکی شامل سیرهای ترمینال، نوع هادی، مواد، اندازه‌های اتصال، جهت‌های نصب، فواصل تا دیگر قسمت‌ها، چیدمان‌های تهویه و چیدمان ترمینال می‌باشد.

داده‌های عملکردی دماهای ترمینال و اتلاف توان می‌تواند از سازنده وسیله یا از طریق آزمون‌های مقایسه‌ای توسط افراد مسئول جایگزینی، به دست آید. هر آزمون باید روی یک نمونه جدید انجام شود. برای دیگر مشخصه‌های طراحی شامل مقاومت در برابر اتصال کوتاه (به مورد ۶ از جدول ۱۳ مراجعه شود) نیازمند توجه در هنگام تعویض وسایل می‌باشد، به جدول ت-۱ مراجعه شود.

۱۰-۱-۳-۶ محاسبه جریان‌ها بر اساس تنظیم دمای هوای محیط

هنگامی که یک آزمایش افزایش دما با اعمال گستره‌های افزایش دما برای دمای هوای محیط با میانگین روزانه 35°C انجام پذیرفت، جریان‌های اسمی تایید شده توسط آزمون برای دمای هوای محیط با میانگین روزانه 35°C ، ممکن است توسط محاسبه جهت تعیین جریان اسمی برای دمای هوای محیط با میانگین روزانه بین 20°C و 50°C تنظیم شود با این فرض که افزایش دما هر جزء یا وسیله متناسب با اتلاف توان تولید شده در آن جزء می‌باشد.

توصیه می‌شود به منظور اطمینان از این که وسایل مورد ارزیابی دارای اتلاف توان قابل ملاحظه‌ای متناسب با I^2 می‌باشند و به وسایلی که تلفات توان ثابت یا خطی قابل ملاحظه‌ای دارند، اعمال نمی‌شود، احتیاط لازم صورت پذیرد. بر اساس موافقت بین سازنده و کاربر در تابلوهایی که اتلاف توان هادی‌ها و وسایل به طور قابل ملاحظه‌ای متناسب با I^2 می‌باشد، جریان اصلی مدارها در دماهای هوای محیط (بیرون از محفظه) بین 20°C و 50°C می‌تواند با استفاده از فرمول زیر محاسبه شود:

$$\frac{I_1}{I_2} = \left(\frac{\Delta T_1}{\Delta T_2} \right)^{0,61}$$

[مرجع: انجمن توسعه مس: تدوین شماره ۲۲: فرمول شماره ۸]

یادآوری- این فرمول نیز برای هادی‌های آلومینیومی در گستره محدود شده تنظیمات دما مورد توجه، کاربرد دارد. که در آن:

I_1 : جریان در آزمون افزایش دما می‌باشد؛

I_2 : مقدار جریان آن که در دمای هوای محیط بین 20°C و 50°C تعیین می‌شود؛

ΔT_1 : افزایش دما اندازه‌گیری شده با آزمون با جریان I_1 ؛

ΔT_2 : حداکثر افزایش دمای مجاز در دمای هوای محیط خاص بین 20°C و 50°C .

I_2 نمی‌تواند از جریان اسمی هر وسیله (برای مثال: I_n برای یک قطع‌کننده مدار) در مدار مورد توجه تجاوز کند. برای مثال: مداری شامل یک قطع‌کننده مدار A ۶۰۰، نمی‌تواند به جریان A ۷۵۰ در دمای هوای محیط 20°C اختصاص یابد.

۱۰-۱-۴ ارزیابی تصدیق

۱۰-۱-۴-۱ کلیات

روش‌های محاسبه به شرح زیر که کاربردهای مختلفی دارد، ارائه شده است:

۱- تابلو تک‌خانه با خنک‌سازی طبیعی و جریان اسمی I_{nA} تا $630A$ (زیربند ۱۰-۱-۴-۲)؛

۲- تابلو با خنک‌سازی طبیعی و جریان اسمی I_{nA} تا $600A$ (زیربند ۱۰-۱-۴-۳).

این روش‌ها، افزایش دما تقریبی را در داخل محفظه که بر اثر تلفات توان تمام مدارها به وجود آمده است، تعیین می‌کنند و این دما را با حدود مربوط به تجهیزات نصب‌شده مقایسه می‌کنند. این روش‌ها از نظر نحوه تشخیص رابطه بین توان تلف‌شده و تعیین افزایش دمای هوای داخل محفظه با هم اختلاف دارند.

از آنجایی که دماهای محلی واقعی اجزای حامل جریان را می‌توان با این روش محاسبه کرد، حاشیه‌های ایمنی و برخی محدودیت‌ها ضروری بوده و لحاظ می‌شوند. تصدیق افزایش دما می‌تواند توسط محاسبه انجام شود اگر تمام شرایط عمومی زیر و شرایط اضافی برای روش‌های محاسبه انتخاب شده، انجام شود.

الف- فرکانس اسمی تا و خود ۶۰ Hz

ب- داده اتلاف توان برای تمام اجزای الکتریکی داخلی از سازنده اجزا قابل دسترس است.

پ- توزیع تقریباً یکنواخت تلفات توان در داخل محفظه وجود دارد.

ت- قسمت‌های مکانیکی و تجهیزات نصب‌شده به گونه‌ای چیدمان می‌شوند که گردش هوا به طور قابل ملاحظه‌ای مختل نشود.

ث- جریان اسمی گروهی مدارها I_{ng} در تابلویی که باید تصدیق شود، نباید از ۸۰٪ جریان حرارتی هوای آزاد رایج معمولی (I_{th}) بیشتر شود یا در هنگامی که I_{th} در دسترس نباشد، نباید از ۸۰٪ جریان اسمی وسایل قطع و وصل و اجزا الکتریکی موجود در مدار بیشتر شود. وسایل حفاظت مدار باید جهت اطمینان از حفاظت کافی از مدارهای خروجی، برای مثال وسایل حفاظت موتور حرارتی در دمای محاسبه شده داخل تابلو، انتخاب شوند. محدودیت ۸۰٪ جریان اسمی I_{th} یا I_n به وسایل الکترونیکی مرتبط برای تهیه اجباری هنگامی که مطابق با دستورالعمل‌های سازنده وسایل نصب شده‌اند، اعمال نمی‌شود.

یادآوری ۱- مشخصه‌های مشترک برای وسایل قطع و وصل و اجزای الکتریکی وجود ندارد که مقادیر جریان مورد استفاده را در اینجا تشریح کند. برای تصدیق محدوده‌های افزایش دما، مقدار جریانی مورد استفاده قرار می‌گیرد که حداکثر جریان عملکردی پیوسته را که می‌تواند بدون افزایش گرما عبور کند را تشریح می‌کند. برای مثال: برای کنتاکتورها، جریان بهره‌برداری اسمی I_e AC1 و برای قطع‌کننده‌های مدار، جریان اسمی I_n

یادآوری ۲- این روش تصدیق، دمای هوای میانگین داخل محفظه را با فرض توزیع یکنواخت تلفات توان ارزیابی می‌کند. بنابراین نقاط احتمالی داغ محلی در وسایل که منابع اصلی اتلاف توان هستند، نمی‌تواند تشخیص داده شود. برای جلوگیری از افزایش حرارت وسایل، حاشیه ایمنی ۸۰٪ معرفی شده است. این حاشیه بر مبنای تجربه آزمایش معمول می‌باشد.

یادآوری ۳ - وسایل الکترونیکی با تهویه اجباری، توان‌های تلفات خودشان را از طریق هوای خنک‌سازی توزیع می‌کنند. این وسایل به اتلاف توان از طریق هادی‌ها و سطح وسیله محفظه تکیه نمی‌کنند. معمولاً این وسایل با پایشگر دمای داخلی جهت جلوگیری از افزایش گرما مجهز شده‌اند. بنابراین محدودیت ۸۰٪ جریان اسمی که برای سایر وسایل تحمیل شده است، مناسب نمی‌باشد.

ج - تمام هادی‌هایی که به طور مستقیم به یک وسیله متصل می‌شوند باید دارای حداقل سطح مقطع بر اساس ۱۲۵٪ جریان اسمی گروهی I_{ng} مدار مرتبط باشد. انتخاب کابل‌ها باید طبق استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷ انجام شود. مثال‌هایی از چگونگی پذیرش این استاندارد برای شرایط داخل یک تابلو در پیوست ح ارائه شده است. سطح مقطع شینه‌های مسی بدون عایق باید مطابق پیوست د بوده یا آزمون شوند. در صورتی که سازنده وسیله یک هادی با سطح مقطع بزرگتر را تعیین کند، این باید مورد استفاده قرار گیرد.

یادآوری ۴ - ضریب ۱۲۵٪ جهت اطمینان از اینکه هادی‌ها دستگاه را خراب نمی‌کنند، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

چ - هادی‌هایی که جریان‌های بیشتر از $200A$ را عبور می‌دهند و قسمت‌های ساختمانی مجاور به گونه‌ای چیدمان می‌شوند که جریان گردابی و تلفات هیستریزیس کمترین شوند.

تلفات توان موثر تمام مدارها شامل هادی‌های اتصال داخلی باید با فرض اینکه مدارها در جریان اسمی گروهی I_{ng} خودشان عمل می‌کنند، محاسبه شود. اتلاف توان کل تابلو توسط افزودن توان‌های تلفات مدارها با در نظر گرفتن اینکه جریان کل بار محدود به جریان اسمی تابلو است، محاسبه می‌شود. تلفات توان هادی‌ها با محاسبه تعیین می‌شود (به پیوست ح و د مراجعه شود)

یادآوری ۵ - وسایلی وجود دارند که اتلاف توان به طور قابل توجهی متناسب با I^2 می‌باشد. در برخی وسایل دیگر اتلاف توان متناسب با تلفات ثابت می‌باشد. برای مثال: درایو سرعت متغیر

مثال: یک تابلو تک‌خانه با جریان اسمی $(I_{nA}), 100A$ (محدود شده با شینه‌های توزیع) با ۲۰ مدار خروجی تجهیز می‌شود. جریان اسمی گروهی I_{ng} مفروض برای هر مدار $8A$ است. توصیه می‌شود اتلاف توان موثر کل برای ۱۲ مدار خروجی بارگذاری شده با $8A$ محاسبه شود.

۱-۱۰-۴-۲ تابلو تک‌خانه با خنک‌سازی طبیعی و جریان اسمی تا حداکثر $630A$

۱-۱۰-۴-۱ روش تصدیق

تصدیق افزایش دما می‌تواند توسط محاسبه انجام شود اگر تمام شرایط عمومی فهرست شده در زیربند ۱-۱۰-۴-۱ و با استفاده از موارد زیر انجام پذیرد:

الف - افزایش دمای هوای داخل محفظه توسط اتلاف توان در محفظه برای روش نصب کاربردی مورد توجه (مثال: نصب توکار، نصب روکار):

- از سازنده محفظه قابل دسترس باشد، یا

- مطابق با زیربند ۱-۱۰-۴-۲ تعیین شود.

ب - اتلاف توان کل داخل محفظه بر اساس جزئیات زیربند ۱-۱۰-۴-۱ محاسبه می‌شود.

حداکثر افزایش دمای هوای مجاز داخل محفظه توسط وسیله با کمترین حداکثر دمای هوای عملیاتی تعیین می‌شود و به عنوان حداکثر دمای کارکرد آن دستگاه منهای میانگین روزانه دمای هوای محیط (خارج از محفظه) در نظر گرفته می‌شود.

هنگامی که وسایل الکترونیکی با تهویه اجباری کامل گنجانده می‌شوند، محفظه باید بدون تهویه طبیعی در نظر گرفته شود صرف‌نظر از وجود یا عدم وجود سوراخ در محفظه.

۱۰-۱-۱۰-۴-۲-۲ تعیین توانایی اتلاف توان یک محفظه توسط آزمون

اتلاف توان باید با استفاده از مقاومت‌های حرارتی که حرارتی معادل با قابلیت اتلاف توان محفظه تولید کرده، شبیه‌سازی شود. مقاومت‌های حرارتی باید به طور یکنواخت در ارتفاع محفظه پخش شده و در محل‌های مناسب داخل محفظه نصب شوند.

سطح مقطع هادی‌های تغذیه‌کننده این مقاومت‌ها باید به قدری باشد که حرارت قابل ملاحظه‌ای از طریق آنها از داخل محفظه به بیرون هدایت نشود.

این آزمون باید مطابق با زیربندهای ۱۰-۳-۳-۱۰ تا ۱۰-۳-۲-۱۰-۴ انجام گیرد و افزایش دما باید در بالای محفظه اندازه‌گیری شود. دماهای محفظه نباید از مقادیر داده‌شده در جدول ۶ بیشتر شود.

۱۰-۱-۱۰-۴-۳ نتایجی که باید حاصل شود

تابلو در صورتی تصدیق می‌شود که:

- محفظه قادر به از بین بردن تلفات توان معادل یا بیشتر از تلفات توان تولید شده توسط تابلو در حداکثر افزایش دمای هوای مجاز داخل محفظه باشد.

- تمام هادی‌های داخل تابلو به گونه‌ای انتخاب شوند که در حداکثر دمای هوای مجاز داخل تابلو عمل کنند.

۱۰-۱-۱۰-۴-۳ تابلو با خنک‌سازی طبیعی و جریان اسمی تا ۱۶۰۰A

۱۰-۱-۱۰-۴-۳-۱ روش تصدیق

تصدیق افزایش دما می‌تواند با محاسبه مطابق با روش استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۳۵ که الزامات اضافی زیربند ۱۰-۲ را برآورده می‌کند، انجام پذیرد.

افزایش دمای هوای داخل تابلو از اتلاف توان کل با استفاده از روش استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۳۵ تعیین می‌شود.

دمای هوای داخل تابلو با جمع کردن مقدار افزایش دما و میانگین روزانه دمای هوای محیط تابلو محاسبه می‌شود. هنگامی که وسایل الکترونیکی با تهویه اجباری متصل هستند، محفظه باید به عنوان بدون تهویه طبیعی در نظر گرفته شود صرف‌نظر از این که سوراخ در محفظه وجود داشته باشد یا نداشته باشد.

یادآوری- تهویه طبیعی به وسیله جریان هوا درون یا خارج از محفظه بدون تهویه اجباری می‌باشد.

۱۰-۱-۴-۲ نتایجی که باید به دست آید

اگر دمای هوای محاسبه شده در بالای سطح نصب هر یک اجزای داخلی (وسایل، هادی‌ها و غیره) از دمای هوای عملیاتی مجاز اجزای داخلی که توسط سازنده آنها اظهار شده، بیشتر نشود، تابلو تصدیق می‌شود.

۱۰-۱۱ قابلیت تحمل اتصال کوتاه

۱۰-۱۱-۱ کلیات

مقادیر مشخصه‌های جریان اتصال کوتاه اعلام شده، باید تصدیق شوند مگر اینکه مستثنی شده باشد (به زیربند ۱۰-۱۱-۲ مراجعه شود). تصدیق می‌تواند توسط مقایسه با طراحی مرجع (زیربند ۱۰-۱۱-۳ و ۱۰-۱۱-۴) یا توسط آزمون (زیربند ۱۰-۱۱-۵) انجام گیرد. برای تصدیق، موارد زیر کاربرد دارد:

الف- اگر سیستم تابلویی که باید تصدیق شود شامل تعدادی متغیر باشد، نامساعدترین نحوه استقرار و چیدمان‌های سیستم تابلو باید مطابق قواعد زیربند ۱۰-۱۱-۳ و ۱۰-۱۱-۴ انتخاب شود.
ب- متغیرهای انتخاب شده تابلو برای آزمون باید مطابق زیربند ۱۰-۱۱-۵ تصدیق شود.

پ- هرگاه تابلوهای آزمون‌شده، دشوارترین نوع از طیف وسیع‌تری از محصولات سیستم تابلو باشد، در این صورت نتایج آزمون می‌تواند برای تعیین مقادیر مشخصه‌های متغیرهای مشابه بدون آزمون اضافه، استفاده شود. قواعد مربوط به چنین استنتاج‌هایی در زیربندهای ۱۰-۱۱-۳ و ۱۰-۱۱-۴ ارائه شده است.

۱۰-۱۱-۲ مدارهایی از تابلوها که مستثنی از تصدیق قابلیت تحمل اتصال کوتاه هستند.

در موارد زیر، تصدیق تحمل در برابر اتصال کوتاه الزامی نمی‌باشد:

الف- تابلوهایی که جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی (به زیربند ۵-۳-۵ مراجعه شود) و جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی (به زیربند ۵-۳-۶ مراجعه شود) آنها از 10 kA r.m.s ، برای حالت AC و مقدار میانگین 10 kA برای حالت DC بیشتر نمی‌باشد؛

ب- تابلوها یا مدارهایی از تابلوها که به کمک وسایل محدودکننده جریان، حفاظت شده و حداکثر جریان قطع آنها را تا 17 kA با حداکثر جریان اتصال کوتاه محتمل در ترمینال‌های مدار ورودی تابلو محدود می‌کند؛

پ- برای مدارهای کمکی تابلوهایی که برای اتصال به ترانسفورماتورهای با قدرت اسمی 10 kVA یا کمتر و با ولتاژ اسمی ثانویه که از 110 V کمتر نباشد و یا با قدرت اسمی $1/6 \text{ kVA}$ و با ولتاژ ثانویه که کمتر از 110 V ولت نباشد، پیش‌بینی شده و امپدانس اتصال کوتاه آنها نیز کمتر از 4% نباشد؛

ت- مدارهایی که توسط مبدل‌های فرکانس حفاظت می‌شوند که در آن خروجی‌ها با حفاظت اتصال کوتاه الکترونیک حفاظت شده و جریان قطع را تا ۱۷ kA محدود می‌کند، همان‌طور که توسط سازنده اظهار شده است.

تمام مدارهای دیگر باید تصدیق شوند.

۱۰-۱۱-۳ تصدیق توسط مقایسه با طراحی مرجع - استفاده از فهرست کنترل

تصدیق توسط مقایسه تابلویی که باید تصدیق شود با طرح مرجع و با استفاده از فهرست کنترل جدول ۱۳ حاصل می‌شود.

بهتر است برای هر یک از مواردی که در فهرست کنترل تعریف شده‌اند و با الزامات فهرست کنترل مطابقت ندارند با نشانه «خیر» مشخص شوند. یکی از روش‌های تصدیق به شرح زیر باید به کار رود (به زیربندهای ۱۰-۱۱-۴ و ۱۰-۱۱-۵ مراجعه شود)

یک رابط فیوز استفاده شده در طراحی مرجع می‌تواند با رابط فیوزی با همان سری ساخت بدون آزمون اضافی دیگر جایگزین شود اگر:

- مقادیر و مشخصه‌های رابط‌های فیوز یکسان باشد؛
- رده بهره‌برداری یکسان باشد (برای مثال: gG)؛
- سیستم فیوز یکسان باشد (برای مثال NH)؛
- اتلاف توان یکسان یا کمتر باشد.

۱۰-۱۱-۴ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع - استفاده از محاسبه

ارزیابی جریان قابل تحمل کوتاه‌مدت اسمی یک تابلو و مدارهای آن توسط محاسبه، باید توسط مقایسه تابلو مورد ارزیابی با تابلویی که قبلاً توسط آزمون تصدیق شده است، انجام گیرد. ارزیابی برای تصدیق مدارهای اصلی یک تابلو باید مطابق پیوست ز انجام شود. علاوه بر این هر مدار تابلو که باید ارزیابی شود، باید الزامات موارد ۶، ۸، ۹ و ۱۰ جدول ۱۳ را تامین کند.

داده‌های استفاده شده، محاسبات انجام گرفته و مقایسه صورت گرفته برای تصدیق تابلوها باید در مستندات تصدیق ثبت شود.

اگر ارزیابی بر طبق پیوست ز با موفقیت قبول شود یا هر یک از اقلام فهرست شده در بالا تامین نشود، در این صورت تابلو و مدارهای آن باید توسط آزمون مطابق زیربند ۱۰-۱۱-۵ تصدیق شوند.

۱۰-۱۱-۵ تصدیق توسط آزمون

۱۰-۱۱-۵-۱ چیدمان و ترتیب انجام آزمون

تابلو یا قسمت‌هایی از آن که برای کامل شدن آزمون ضروری هستند، باید مانند استفاده عادی نصب شوند. آزمون بر روی یک واحد کارکردی کافی است به شرطی که سایر واحدهای کارکردی به نحو مشابهی ساخته شده باشند. به طور مشابه آزمون روی یک ترکیب‌بندی شینه کافی است مشروط به اینکه سایر ترکیب‌بندی‌های شینه‌ها ساختمان یکسانی داشته باشند. جدول ۱۳، مواردی را که الزامی به انجام آزمون‌های تکمیلی ندارند به وضوح مشخص می‌کند.

۱۰-۱۱-۵-۲ عملکرد آزمون

اگر مدار آزمون مجهز به فیوز باشد، باید از رابط فیوزهایی با جریان حدی حداکثر و در صورت لزوم از نوعی که به وسیله سازنده اولیه قابل قبول معرفی شده، استفاده شود. هادی‌های تغذیه و اتصالات لازم برای آزمون اتصال کوتاه تابلو باید دارای قابلیت تحمل کافی در برابر اتصال‌های کوتاه بوده و به نحوی ترتیب داده شوند که سبب ایجاد تنش‌های اضافی نشود. جز در مواردی که به نحو دیگر توافق شده باشد، مدار آزمون باید به ترمینال‌های ورودی تابلو وصل شود. تابلوهای سه فاز باید به صورت سه فاز وصل شوند. تمام قسمت‌های تجهیزاتی که به منظور اتصال به هادی حفاظتی در حال کار در نظر گرفته شده‌اند از جمله محفظه‌ها، باید به ترتیب زیر وصل شوند:

الف- درمورد تابلوهایی که برای استفاده در سیستم‌های سه فاز- چهار سیم با نقطه ستاره زمین شده مناسب بوده و به همین نحو مشخص و نشانه‌گذاری شده‌اند، اتصال باید به نقطه خنثی تغذیه یا به نقطه خنثی مصنوعی^۱ که اساساً اندوکتیو بوده و اجازه می‌دهد جریان اتصال کوتاه با حداقل شدت $A \pm 500$ از آن عبور کند، انجام شود.

ب- در مورد تابلوهایی که برای استفاده در سیستم‌های سه فاز- سه سیم و به همین ترتیب سیستم‌های سه فاز چهارسیم مناسب بوده و به همین اساس مشخص و نشانه‌گذاری شده‌اند، اتصال باید به هادی خط که احتمال جرقه زدن آن به زمین کمتر است، انجام شود.

به جز در مورد تابلوهای مطابق با زیربند ۸-۴-۴، اتصالات ذکر شده در ردیف الف و ب باید شامل یک عنصر قابل ذوب متشکل از یک سیم مسی با قطر 0.8 mm و طول حداقل 50 mm یا یک عنصری قابل ذوب معادل به منظور آشکارسازی جریان خطا باشد. جریان خطای محتمل در یک مدار دارای عنصر قابل ذوب باید $A \pm 150$ تا $A \pm 500$ باشد به جز در مواردی که در یادآوری‌های ۲ و ۳ ذکر شده است. در صورت لزوم باید از یک مقاومت جهت محدود کردن جریان به این مقدار استفاده کرد.

1- Artificial neutral

یادآوری ۱- سیم مسی با قطر 0.8 mm در جریان 1500 A ، تقریباً در یک نیم سیکل و در فرکانس 45 Hz ، 67 Hz (یا در مدت زمان 0.1 s برای حالت DC) ذوب می‌شود.

یادآوری ۲- جریان خطای محتمل ممکن است در مورد تجهیزات کوچک مطابق مقررات استاندارد ویژه وسیله کمتر از 500 A باشد. در این حالت از یک سیم مسی با قطر کمتر (به یادآوری ۴ مراجعه شود) مطابق با همان زمان ذوب شدن مذکور در یادآوری ۱ استفاده می‌شود.

یادآوری ۳- در حالتی که منبع تغذیه دارای یک نقطه خنثی مصنوعی باشد، ممکن است جریان خطای محتمل کمتری به شرط موافقت سازنده قابل قبول باشد. در این حالت از یک سیم مسی با قطر کمتر (به یادآوری ۴ مراجعه شود) مطابق با همان مدت زمان ذوب شدن مذکور در یادآوری ۱ استفاده می‌شود.

یادآوری ۴- رابطه بین جریان خطای محتمل در مدار دارای عنصر قابل ذوب و قطر سیم مسی در جدول ۱۴ ارائه شده است.

۱۰-۱۱-۵-۳ آزمون مدارهای اصلی

۱۰-۱۱-۵-۳-۱ کلیات

مدارها باید با بیشترین تنش‌های مکانیکی و حرارتی که ممکن است در اثر جریان‌های اتصال کوتاه تا مقادیر اسمی به وجود آیند برای یک یا چند مورد از شرایط زیر همان‌طور که توسط سازنده اولیه اظهار شده است، آزمون شوند.

الف- بدون داشتن SCPD؛ تابلو باید با جریان اسمی قله‌ای و جریان قابل تحمل کوتاه‌مدت اسمی برای

مدت زمان تعیین شده (به زیربند ۵-۳ و قسمت الف زیربند ۹-۳-۲ مراجعه شود) آزمون شود.

ب - با داشتن SCPD ورودی قرار گرفته در ورودی تابلو. تابلو باید با جریان اتصال کوتاه محتمل ورودی برای یک دوره زمانی توسط SCPD محدود می‌شود، آزمون شود.

پ - با داشتن SCPD در بالادست. تابلو باید با مقادیر جریان حدی مجاز شده توسط SCPD بالادست همان‌طور که سازنده اولیه اعلام کرده است، آزمون شود.

در مواردی که مدارهای ورودی و خروجی دارای SCPD هایی هستند که قله و یا مدت زمان جریان خطا را کاهش می‌دهند، در این حالت مدار باید با مجاز کردن SCPD برای عملکرد و قطع جریان خطا، مورد آزمون قرار گیرد. (به زیربند ۵-۳-۶ جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی I_{cc} مراجعه شود). چنانچه SCPD به یک رهاساز اتصال کوتاه قابل تنظیم مجهز باشد، در این صورت این رهاساز باید در حداکثر مقدار مجاز تنظیم شود (به پاراگراف دوم زیربند ۹-۳-۲ مراجعه شود).

یادآوری- در مواردی که عملکرد حفاظتی وسیله ممکن است غیرفعال شود، می‌تواند باعث ایجاد جریان‌های قله بالاتر و حداکثر انرژی عبوری شود.

یک مدار از هر نوع از مدارها باید تحت آزمون اتصال کوتاه مشخص شده در زیربندهای ۱۰-۱۱-۵-۳-۲ و ۱۰-۱۱-۵-۳-۵ قرار گیرد.

۱۰-۱۱-۵-۳ مدارهای خروجی

ترمینال‌های خروجی مدارهای خروجی باید مجهز به یک اتصال کوتاه کننده با استفاده از اتصالات پیچ و مهره‌ای باشد. وقتی که وسیله حفاظتی در مدار خروجی، یک قطع کننده مدار باشد، مدار آزمون می‌تواند شامل یک مقاومت شنت مطابق با ردیف b زیربند 9.3.4.1.2 استاندارد IEC 60947-1:2020 که به طور موازی با راکتور مورد استفاده برای تنظیم جریان اتصال کوتاه قرار گرفته، باشد.

برای قطع کننده‌های مدار با جریان اسمی تا حداکثر ۶۳۰ A، یک هادی به طول ۰/۷۵ m و سطح مقطع مطابق با جریان اسمی (به جداول ۱۱ و ۱۲ مراجعه شود) باید در مدار آزمون تعبیه شود. بنا به تشخیص سازنده اولیه یک اتصال کوتاه‌تر از ۰/۷۵ m ممکن است استفاده شود.

وسیله قطع و وصل باید در حالت وصل بوده و در همان حالت و به همان نحوی که در وضعیت عادی مورد استفاده قرار می‌گیرد نگهداشته شود. سپس ولتاژ آزمون برای یک بار برای اندازه و مدت ارائه شده در زیربند ۱۰-۱۱-۵-۴ اعمال می‌شود. در مورد مدارهای خروجی که دارای SCPD نمی‌باشند، اندازه و مدت زمان باید همانند مقادیر تعیین شده برای شینه‌های اصلی که توسط سازنده اولیه مشخص شده، باشد. آزمون مدارهای خروجی ممکن است منجر به عملکرد SCPD ورودی نیز شود.

۱۰-۱۱-۵-۳ مدار ورودی و شینه‌های اصلی

تابلوهایی که مجهز به شینه‌های اصلی می‌باشند باید تحت آزمون قرار گیرند تا استقامت در برابر اتصال کوتاه شینه‌های اصلی و مدار ورودی شامل حداقل یک محل اتصال جایی که شینه‌ها قابل توسعه در نظر گرفته شده‌اند، اثبات شود. اتصال کوتاه باید به گونه‌ای قرار گیرد که طول شینه اصلی آزمون (0.4 ± 2) m باشد. برای تصدیق جریان اتصال کوتاه قابل تحمل اسمی (به زیربند ۵-۳-۵ مراجعه شود) و جریان قله‌ای قابل تحمل اسمی (به زیربند ۵-۳-۴ مراجعه شود)، این فاصله می‌تواند افزایش یابد و آزمون در هر ولتاژ قراردادی که جریان آزمون را ارائه می‌کند، انجام می‌شود (به زیربند ۱۰-۱۱-۵-۴ مراجعه شود). در مواردی که طراحی تابلو به گونه‌ای است که طول شینه‌های تابلو کمتر از ۱/۶ m باشد و توسعه تابلو مد نظر نباشد، در این صورت طول کامل شینه باید آزمون شود و اتصال کوتاه باید در انتهای این شینه‌ها برقرار شود. اگر یک مجموعه شینه متشکل از چند قسمت (از نظر سطح مقطع، فاصله خط مرکزی هادی‌ها، نوع و تعداد نگهدارهای شینه در هر متر) باشد، هر قسمت باید به طور مجزا یا به طور هم‌زمان مورد آزمون قرار گیرند مشروط بر اینکه شرایط ذکر شده در بالا، برقرار باشد.

۱۰-۱۱-۵-۴ اتصالات طرف تغذیه واحدهای خروجی

در تابلوهای مجهز به هادی‌ها، که شامل شینه‌های توزیع، در بین شینه اصلی و طرف تغذیه واحدهای کارکردی خروجی می‌باشند الزامات زیربند ۸-۶-۴ را تامین می‌کنند، یک مدار از هر نوع آن باید تحت یک آزمون اضافه قرار گیرد.

یک اتصال کوتاه با استفاده از اتصالات پیچ و مهره‌ای، بر روی هادی‌هایی که شینه‌ها را به یک واحد خروجی وصل می‌کند و تا جای ممکن به ترمینال‌های سمت شینه واحد خروجی نزدیک است، ایجاد می‌شود. مقدار و مدت جریان اتصال کوتاه باید برابر با شدت جریان مربوط به شینه‌های اصلی باشد.

۱۰-۱۱-۵-۳-۵ هادی خنثی یا نقطه میانی

۱۰-۱۱-۵-۳-۵-۱ هادی خنثی

اگر یک هادی خنثی در یک مدار وجود داشته باشد، باید آن را تحت آزمونی که وجود استقامت در برابر اتصال کوتاه نسبت به نزدیکترین هادی خط مدار تحت آزمون شامل هر اتصال را اثبات کند، قرارداد. اتصالات خنثی به خط باید مطابق زیربند ۱۰-۱۱-۵-۳-۳ انجام شود.

به جز در مواردی که بین سازنده اولیه و کاربر توافق شده باشد، مقدار جریان آزمون در هادی خنثی باید ۶۰٪ جریان خط در حین آزمون سه فاز باشد.

اگر آزمون با ۶۰٪ جریان خط انجام شود و اگر هادی خنثی شرایط زیر را داشته باشد، نیازی به انجام آزمون نیست:

- شکل و سطح مقطع آن با هادی‌های خط یکسان باشد؛
- به همان نحوی که هادی‌های خط نگه‌داشته شده‌اند، نگهداری شود و مراکز پایه در امتداد طول هادی از مراکز پایه در امتداد طول فاز بزرگتر نباشد؛
- در فاصله از نزدیکترین فاز(ها) که از فاصله بین فازها کمتر نباشد، قرار داشته باشد؛
- در فاصله‌ای از قسمت فلزی زمین شده، که از هادی‌های خط کمتر نباشد، قرار داشته باشد.

اگر یک سیستم شینه چهار قطبی توسط یک وسیله سه‌قطبی قسمت شده باشد، آزمون جریان قابل تحمل کوتاه‌مدت شامل هادی خنثی نیازی به اجرا ندارد اگر آزمون با جریانی معادل ۶۰٪ جریان خط و شرایط زیر انجام شود:

الف- معیارهای فهرست‌شده در بالا برآورده شود؛ و

ب- قطب خنثی، قسمتی از سیستم شینه چهار قطبی است که شامل یک وسیله سه‌قطبی است؛ و

پ- عدم وجود وسیله سه‌قطبی، هیچ تغییری در سیستم پشتیبانی که برای هادی‌های خط و خنثی ضروری است ایجاد نمی‌کند.

۱۰-۱۱-۵-۳-۵-۲ هادی نقطه میانی

هادی نقطه میانی باید تحت یک آزمون که توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه را در رابطه با هادی خط مدار تحت آزمون شامل هر اتصالاتی اثبات کند، قرار گیرد. اتصالات نقطه میانی به خط باید مطابق زیربند ۱۰-۱۱-۵-۳-۳ انجام شود.

به جز در مواردی که بین سازنده اولیه و کاربر توافق شده باشد، مقدار جریان آزمون در هادی نقطه میانی باید ۱۰۰٪ جریان آزمون خط به خط باشد.

- اگر هادی نقطه میانی بین هادی‌های خط قرار نگیرد و موارد زیر انجام پذیرد، نیازی به انجام آزمون نیست:
 - شکل و سطح مقطع آن با هادی‌های خطوط یکسان باشد؛
 - به همان نحوی که هادی‌های خط نگه‌داشته شده‌اند، نگه‌داشته شود و مراکز پایه در امتداد طول هادی از مراکز پایه در امتداد طول هادی‌های خط بیشتر نباشد؛
 - در فاصله برابر یا بیشتر از فاصله بین هادی‌های خط قرار گیرد.
- در مورد جریان قابل تحمل کوتاه‌مدت، در صورت وجود شرایط زیر، آزمون نیاز نیست معیارهای ذکرشده در بالا برآورده شود:

الف- معیارهای فوق برآورده شود؛

- ب- قطب نقطه میانی یک قسمت از سیستم شینه سه قطبی است که شامل یک وسیله است؛
- پ - وسیله باعث تغییر در سیستم پشتیبانی که برای هادی‌های خط و نقطه میانی ضروری است نمی‌شود، اگر وسیله موجود نباشد.

۱۰-۱۱-۵-۴ مقدار و مدت جریان اتصال کوتاه

برای تمام مقادیر تحمل در برابر اتصال کوتاه، باید تنش‌های دینامیکی و حرارتی توسط یک جریان محتمل در طرف تغذیه وسیله حفاظتی تعیین شده، در صورت وجود، تصدیق شود. مقدار این جریان برابر با مقدار جریان تحمل کوتاه‌مدت اسمی، مقدار قله‌ای جریان تحمل اسمی یا جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی می‌باشد.

برای تصدیق مقادیر و مشخصه‌های اسمیتحمل در برابر اتصال کوتاه (به زیربندهای ۵-۳-۴ تا ۵-۳-۶ مراجعه شود)، مقدار جریان اتصال کوتاه محتمل در ولتاژی که برابر با ۱/۰۵ برابر ولتاژ بهره‌برداری اسمی U_e مدار است، باید در رواداری ۰٪ تا ۵٪ + باشد. مقدار جریان اتصال کوتاه باید از یک اسیلوگرام کالیبره‌کننده تعیین شود که در آن هادی‌های تغذیه تابلو با امپدانس قابل گذشت، در نزدیک‌ترین نقطه ممکن به تغذیه ورودی تابلو، اتصال کوتاه شده است. اسیلوگرام باید نشان دهد که عبور جریان ثابتی تا لحظه عمل وسیله حفاظتی نصب شده در تابلو یا به مدت تعیین شده برقرار می‌باشد (به ردیف الف از زیربند ۹-۳-۲ مراجعه شود)

مقدار جریان در حین کالیبراسیون به صورت زیر است:

- برای آزمون در حالت AC، مقدار موثر اجزاء AC و میانگین جریان‌های تمام فازها در یک سیستم چند فاز؛
- برای آزمون در حالت DC، مقدار میانگین در شرایط پایدار.

هنگام انجام آزمون در حداکثر ولتاژ بهره‌برداری، جریان کالیبراسیون باید معادل با جریان اتصال کوتاه اسمی با رواداری $\pm 5\%$ باشد. در سیستم‌های چندفاز، این رواداری به میانگین تمام جریان‌های خط اعمال می‌شود در حالی که هر جریان خط مستقل می‌تواند دارای رواداری $\pm 5\%$ مقدار اسمی باشد. ضریب توان برای آزمون‌های AC، باید در رواداری 0.9 و 0.95 باشد.

جریان قله‌ای و ضریب توان در مورد آزمون در حالت AC باید مطابق با زیربند ۹-۳-۳ باشد. تمام آزمون‌ها برای کاربردهای AC باید در فرکانس اسمی تابلو با رواداری $\pm 25\%$ انجام شود. به استثنای موارد زیر، آزمون‌ها برای کاربرد DC، باید با حالت DC انجام شود.

یک آزمون جریان کوتاه مدت AC ممکن است جهت تصدیق یک جریان تحمل کوتاه‌مدت اسمی DC به کار رود و جریان تحمل قله‌ای اسمی DC که آزمون AC را ارائه می‌کند دارای جریان قله‌ای برابر با جریان تحمل قله‌ای اسمی DC و مقدار موثر جریان کوتاه‌مدت حداقل برابر با جریان تحمل کوتاه‌مدت اسمی DC می‌باشد. در صورت جایگزینی آزمون DC توسط یک آزمون AC، باید آگاه بود که تنش‌های حرارتی و دینامیکی آزمون AC از آزمون DC بیشتر است.

الف- برای آزمون در جریان اتصال کوتاه مشروطه اسمی I_{cc} ، اگر چه وسایل حفاظتی در مدار ورودی تابلو باشد یا نباشد، ولتاژ آزمون باید به مدت زمان کافی تا مادامی که SCPD عمل کرده و جریان اتصالی را قطع نماید، اعمال شود. در هر صورت، مدت زمان برقراری ولتاژ آزمون نباید از ۱۰ چرخه برای حالت AC و ۲۰۰ ms برای حالت DC کمتر باشد. آزمون باید در ولتاژی که برابر با 1.05 برابر ولتاژ بهره‌برداری اسمی است و در حالی که جریان‌های اتصال کوتاه محتمل در طرف تغذیه وسیله حفاظتی مشخص شده، برابر با مقدار جریان اتصال کوتاه مشروط اسمی است، انجام گیرد. آزمون‌ها در ولتاژهای کمتر مجاز نیست.

ب- برای آزمون در جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی و در جریان قابل تحمل اسمی قله‌ای، باید تنش‌های دینامیکی و حرارتی توسط یک جریان محتمل برابر با مقدار جریان قابل تحمل کوتاه مدت اسمی و جریان قابل تحمل اسمی قله‌ای اعلام شده، تصدیق شود. جریان باید در مدت زمان مشخص شده که در طی آن مقدار موثر اجزا AC در موارد آزمون در حالت AC و مقدار DC در موارد آزمون در حالت DC، مقدار ثابت بماند، اعمال شود.

در موارد بروز مشکل در انجام آزمون‌های قابلیت تحمل کوتاه مدت یا قابلیت تحمل جریان قله‌ای در حداکثر ولتاژ بهره‌برداری ایستگاه آزمون، آزمون‌ها را می‌توان مطابق زیربندهای ۱۰-۱۱-۵-۳، ۱۰-۱۱-۵-۳-۴ و ۱۰-۱۱-۵-۲-۵ در هر مقدار ولتاژ مناسب با توافق سازنده اولیه انجام داد. در این صورت مقدار واقعی جریان آزمون برابر با جریان تحمل کوتاه مدت اسمی یا جریان تحمل قله‌ای اسمی خواهد بود. این موضوع باید در گزارش آزمون قید شود. با این حال در صورتی که هنگام آزمون، جدایی لحظه‌ای کنتاکت در چیدمان کنتاکت‌ها (برای مثال: در یک وسیله قطع و وصل یا یک کنتاکت وصل شده به برق)، پیش آید، باید آزمون را در حداکثر ولتاژ بهره‌برداری تکرار کرد.

در صورت لزوم و به علت وجود محدودیت‌ها در آزمون، استفاده از مدت زمان دیگری مجاز خواهد بود به طوری که بهتر است جریان آزمون مطابق با فرمول (مقدار ثابت I^2t) تصحیح شود مشروط به اینکه مقدار قله آن از جریان تحمل قله‌ای اسمی بدون موافقت سازنده اولیه تجاوز نکند و مقدار موثر جریان کوتاه مدت در حالت آزمون AC یا مقدار DC در حالت آزمون DC کمتر از مقدار اسمی در حالت تک‌فاز و حداقل به مدت ۰/۱ s بعد از برقراری جریان، نباشد.

می‌توان آزمون تحمل جریان قله‌ای آزمون جریان کوتاه‌مدت را به صورت مجزا انجام داد. در این حالت، مدت زمان اتصال کوتاه برای آزمون مقدار قله‌ای جریان تحمل باید به قدری باشد که مقدار I^2t از مقدار معادل برای آزمون جریان کوتاه مدت بیشتر نباشد اما باید کمتر از ۶۰ ms نباشد.

هرگاه جریان الزام شده برای آزمون در هر فاز حاصل نشود، در این حالت رواداری مثبت را می‌توان با توافق سازنده اولیه افزایش داد.

۱۰-۱۱-۵-۵ نتایجی که باید حاصل شود

بعد از آزمون، تغییر شکل شینه‌ها و هادی‌ها به شرطی مجاز خواهد بود که فواصل هوایی و خزشی مشخص شده در زیربند ۸-۳ همچنان پابرجا باشند. در صورت هرگونه تردید، فواصل هوایی و خزشی باید اندازه‌گیری شوند (به زیربند ۱۰-۴ مراجعه شود).

مشخصه‌های عایق‌بندی باید به حدی برقرار مانده باشد که خواص مکانیکی و دی‌الکتریکی تجهیزات، الزامات استاندارد مربوط به تابلو را برآورده سازد. یک نگهدارنده شینه یا مهارکننده کابل نباید دو یا چند تکه شده باشد. همچنین هیچ‌گونه ترکی بر روی طرف مخالف نگهدارنده و هیچ‌گونه ترکی شامل ترک‌های سطحی نباید در تمام طول یا پهنای نگهدارنده به وجود آمده باشد. در صورت هرگونه تردید در مورد برقراری ویژگی‌های عایقی تابلو، یک آزمون با فرکانس شبکه در دو برابر U_e با حداقل ۱۰۰۰ V باید طبق زیربند ۱۰-۹-۲ انجام گیرد.

در قطعات به کار رفته برای اتصالات هادی‌ها نباید هیچ نوع سستی و لقی به وجود آمده باشد و هادی‌ها از ترمینال‌های خروجی جدا شده باشند.

وجود اعوجاج شینه‌ها یا قاب‌های نگهدار تابلو که استفاده عادی تابلو را مختل کند، خرابی تلقی می‌شود. هرگونه اعوجاج شینه‌ها یا قاب‌های نگهدار تابلو که جاگذاری یا جداسدن قسمت‌های جدا شدنی را مختل نماید، شکست خورده تلقی می‌شود.

تغییر شکل محفظه یا جداکننده‌های داخلی، حصارها و موانع به علت اتصال کوتاه تا حدی که به درجه حفاظت خللی وارد نشود و فواصل هوایی یا خزشی به کمتر از مقادیر مشخص شده در زیربند ۸-۳ کاهش نیافته باشند، قابل قبول خواهد بود.

علاوه بر این پس از انجام آزمون‌های زیربند ۱۰-۱۱-۵-۳ با توجه به وسایل حفاظتی اتصال کوتاه، تجهیزات آزمون شده باید قادر به تحمل آزمون ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه زیربند ۱۰-۹-۲ باشند، مقدار ولتاژ

برای شرایط «پس از آزمون» تشریح شده در استاندارد مربوط به وسیله حفاظت اتصال کوتاه برای آزمون اتصال کوتاه به شرح زیر اعمال می گردد.

الف- بین تمام قسمت های برق دار و قسمت های رسانای در دسترس تابلو، و

ب- بین هر قطب و تمام قطب های دیگر متصل به قسمت های رسانای در دسترس تابلو.

اگر آزمون های ردیف الف و ب فوق انجام گیرد، باید این آزمون ها درحالی انجام شود که همه فیوزها تعویض شده باشند و هرگونه وسیله قطع و وصل بسته باشد.

در صورت وجود هرگونه تردید، لازم است وضعیت تجهیزات نصب شده در تابلو از نظر مطابقت با استانداردهای مربوط به محصول و اطلاعات سازنده وسیله بررسی شود. به عنوان مثال: می تواند به صورت دستی باز یا بسته شوند. یک عنصر قابل ذوب (به زیربند ۱۰-۱۱-۵-۲ مراجعه شود) در صورت وجود، نباید هیچ گونه جریان خطایی را نشان دهد. هیچ گونه چشمک زدن و جرقه زدن بین قطب های وسیله حفاظتی یا بین قطب ها و محفظه نباید وجود داشته باشد.

۱۰-۱۱-۵-۶ آزمون مدار حفاظتی

۱۰-۱۱-۵-۶-۱ کلیات

این آزمون در مورد مدارهای مطابق با زیربند ۱۰-۱۱-۲ اعمال نمی شود.

یک منبع آزمون تک فاز باید بین ترمینال ورودی یک فاز و ترمینال هادی حفاظتی ورودی وصل شود. در مواردی که تابلو مجهز به یک هادی حفاظتی مجزا باشد، نزدیکترین هادی خط باید مورد استفاده قرار گیرد. در مواردی که تابلو قابل توسعه باشد، مدار حفاظتی آزمون شده باید حداقل شامل یک اتصال باشد. برای هر واحد خروجی معرف، یک آزمون مستقل به کمک اتصال با پیچ و مهره که بین ترمینال فاز خروجی واحد و ترمینال هادی حفاظتی خروجی مربوط برقرار می شود، انجام شود.

هریک از واحدهای خروجی مورد آزمون باید با وسیله حفاظتی مورد نظر تجهیز شوند. در مواردی که وسایل حفاظتی جایگزین می تواند در واحد خروجی متصل شود، وسیله حفاظتی که حداکثر مقدار جریان قله و I^2t را عبور می دهد باید مورد استفاده قرار گیرد.

برای انجام این آزمون، قاب تابلو باید نسبت به زمین عایق شده باشد. ولتاژ آزمون باید ۱٫۰۵ برابر مقدار تک فاز ولتاژ بهره برداری اسمی باشد. به جز در مواردی که بین سازنده اولیه و کاربر به طور دیگری توافق شده باشد، مقدار جریان آزمون در هادی حفاظتی باید حداقل ۶۰٪ جریان خط در حالت آزمون سه فاز تابلو باشد.

تمام شرایط دیگر این آزمون باید مشابه زیربندهای ۱۰-۱۱-۲ تا ۱۰-۱۱-۵-۴ باشد.

۱۰-۱۱-۵-۶-۲ نتایجی که باید حاصل شود

در پیوستگی و قابلیت تحمل در برابر اتصال کوتاه مدار حفاظتی، صرف نظر از اینکه مدار متشکل از یک هادی مجزا یا قاب یا محفظه تابلو باشد، نباید آسیب قابل توجهی بوجود آید. علاوه بر بازرسی ظاهری، این مسئله را می توان با اندازه گیری جریان که در حدود جریان اسمی واحد خروجی مربوط باشد، تصدیق کرد. پیوستگی زمین بین قسمت های رسانای در دسترس تابلو طبقه I و مدار حفاظتی باید به طور موثر حفظ شود. در صورت تردید، اندازه گیری ها مطابق با زیربند ۱۰-۵-۲ باید انجام پذیرد. تغییر شکل محفظه یا جداکننده های داخلی، حصارها و موانع به علت جریان اتصال کوتاه تا حدی که به درجه حفاظت خللی وارد نشود و فواصل هوایی یا خزشی به کمتر از مقادیر مشخص شده در زیربند ۸-۳ کاهش نیابد، قابل قبول خواهد بود.

در مواردی که از قاب یا محفظه تابلو به عنوان هادی حفاظتی استفاده شود، وجود جرقه ها و افزایش دمای موضعی در محل اتصالات قابل قبول خواهد بود به شرطی که در پیوستگی الکتریکی خللی وارد نشده و قسمت های قابل اشتعال مجاور، آتش نگرفته باشد.

یادآوری - مقایسه مقادیر مقاومت های اندازه گیری شده بین ترمینال هادی حفاظتی ورودی و ترمینال هادی حفاظتی خروجی مربوط در قبل و بعد از انجام آزمون، نشانه مطابقت با این شرط خواهد بود.

۱۰-۱۲ سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)

برای آزمون های EMC به پیوست د مراجعه شود.

۱۱ تصدیق تک به تک

۱-۱۱ کلیات

تحت مسئولیت سازنده تابلو، تمام تصدیق های تک به تک شامل آزمون، نصب و راه اندازی باید توسط یک شخص شایسته انجام یا تحت نظارت قرار گیرد.

هدف از انجام تصدیق های تک به تک، تشخیص نقص و خرابی در مواد به کار رفته و نحوه ساخت و اثبات عملیات صحیح تابلو ساخته شده می باشد. این تصدیق بر روی هر تابلو انجام می شود. سازنده تابلو باید تعیین کند که آیا تصدیق تک به تک در طی و یا پس از ساخت انجام گیرد. تصدیق معمول باید تایید کند که دستورالعمل ساخت تابلو رعایت شده است.

تصدیق تک به تک در مورد وسایل و تجهیزات مستقل به کار رفته در تابلو ضروری نیست اگر مطابق با زیربند ۸-۵-۳ انتخاب و مطابق با زیربند ۸-۵-۴ نصب شده باشند.

تصدیق باید شامل دسته های زیر باشد:

الف - ساختمان (به زیربند ۱۱-۲ تا ۱۱-۵ مراجعه شود)

۱- درجه حفاظت در برابر تماس با قسمت های برقدار خطرناک، ورود اجسام خارجی صلب و آب به محفظه؛

۲- فواصل هوایی و خزشی؛

۳- حفاظت در برابر شوک الکتریکی و یکپارچگی مدارهای حفاظتی؛

۴- تعبیه اجزاء داخلی؛

۵- مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات؛

۶- ترمینال هادی‌های خارجی؛

۷- عملکرد مکانیکی؛

ب- عملکرد (به زیربندهای ۹-۱۱ تا ۱۰-۱۱ مراجعه شود)

۱- ویژگی‌های دی‌الکتریکی؛

۲- سیم‌کشی، عملکرد و طرز کار در هنگام بهره‌برداری؛

یادآوری- این تصدیق شامل اتصال و عملکرد مناسب هر وسیله اتصال‌دهنده می‌باشد.

پ- تایید اینکه اسنادی که باید به همراه تابلو ارائه شوند، تامین شده و شامل موارد الزام‌شده در زیربند ۶-۲-۱ می‌باشد.

۱۱-۲ درجه حفاظت در برابر تماس با قسمت‌های برق‌دار خطرناک، ورود اجسام خارجی صلب و آب به محفظه‌ها

بازرسی چشمی برای تایید دستیابی تابلو به درجه حفاظت اختصاص داده شده با اقدامات تشریح شده، ضروری است.

۱۱-۳ فواصل هوایی و خزشی

در مواردی که فواصل هوایی به شرح زیر باشند:

- کمتر از مقادیر تعیین شده در جدول ۱، یک آزمون ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای مطابق زیربند ۱۰-۹-۳ باید انجام گیرد؛

- اگر هیچ شاهده‌ای در بازرسی چشمی در مورد وجود مقادیر بزرگتر از مقادیر تعیین شده در جدول ۱ (به زیربند ۱۰-۹-۳-۵ مراجعه شود) وجود نداشته باشد، تصدیق باید با اندازه‌گیری فیزیکی یا با آزمون ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای مطابق با زیربند ۱۰-۹-۳ انجام شود؛

- با بازرسی چشمی بیشتر نسبت به مقادیر ارائه شده در جدول ۱، ممکن است تصدیق با بازرسی چشمی انجام شود.

اقدامات توضیح داده شده از نظر فواصل خزشی (به زیربند ۸-۳-۳ مراجعه شود) باید مورد بازرسی چشمی قرار گیرند. اگر هیچ شاهده‌ای در بازرسی چشمی مشاهده نشود، تصدیق باید با اندازه‌گیری فیزیکی انجام پذیرد. کاهش مقادیر ارائه شده در جدول ۲ قابل قبول نخواهد بود.

۱۱-۴ حفاظت در برابر شوک الکتریکی و یکپارچگی مدارهای حفاظتی

اقدامات حفاظتی تشریح شده با توجه به حفاظت پایه و حفاظت در حالت خطا (به زیربند ۸-۴-۲ و ۸-۴-۳ مراجعه شود) باید با بازرسی چشمی بررسی شود.

مدارهای حفاظتی باید توسط بازرسی چشمی بررسی شود تا اطمینان حاصل شود که اقدامات تشریح شده در دستورالعمل‌های سازنده رعایت و تصدیق شده است. اگر در بازرسی، پیوستگی زمین مدارهای حفاظتی مطابق با الزامات زیربند ۸-۴-۳-۲ آشکار نباشد، آنگاه یک آزمون پیوستگی مطابق با زیربند ۱۰-۵-۲ باید انجام گیرد.

اتصالات پیچ و مهره‌ای باید از نظر استحکام صحیح به صورت تصادفی بررسی شوند.

۱۱-۵ تعبیه اجزاء داخلی

نصب و شناسایی اجزاء داخلی باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده تابلو باشد.

۱۱-۶ مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات

اتصالات به خصوص اتصالات پیچ و مهره‌ای باید از نظر استحکام صحیح به روش تصادفی بررسی شود. هادی‌ها باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده تابلو بررسی شوند.

۱۱-۷ ترمینال هادی‌های خارجی

تعداد، نوع و شناسایی ترمینال‌ها باید مطابق با دستورالعمل‌های سازنده تابلو بررسی شود.

۱۱-۸ عملکرد مکانیکی

موثر بودن عناصر کاراندازی مکانیکی، قفل هم‌بندی، قفل‌ها، شامل اجزای مربوط به قسمت‌های جداشدنی باید بررسی شود.

در مواردی که دسته عملیاتی وسیله برای نشان دادن وضعیت قطع و وصل وسیله مورد استفاده قرار گرفته است، و وقتی در باز باشد از وسیله جدا می‌شود، باید تایید شود که وقتی در بسته می‌باشد، دستگیره، نشان واقعی و بدون ابهامی را از وضعیت باز یا بسته بودن ارائه می‌دهد.

۱۱-۹ ویژگی‌های دی‌الکتریکی

آزمون قابلیت تحمل با فرکانس شبکه باید روی تمام مدارها مطابق با زیربندهای ۱۰-۹-۱ و ۱۰-۹-۲ اما به

مدت ۱ s و با یک جریان قطع که کمتر از ۳/۵ mA نیست، انجام گیرد.

نیازی نیست این آزمون بر روی مدارهای کمکی به شرح زیر انجام گیرد:

- در مورد مدارهای کمکی که توسط یک وسیله حفاظتی اتصال کوتاه با جریان اسمی حداکثر $A\ 16$ حفاظت می‌شود؛

- در صورتی که آزمون عملکرد الکتریکی فوق‌الذکر در ولتاژ بهره‌برداری اسمی برای مدارهای کمکی که برای آن در نظر گرفته شده، قبلاً انجام گرفته باشد.

به عنوان یک گزینه دیگر برای تابلوهای دارای حفاظت ورودی اسمی تا $A\ 630$ و ولتاژ اسمی U_n تا $V\ 500$ ، تصدیق مقاومت عایقی می‌تواند با اندازه‌گیری توسط وسیله اندازه‌گیری عایق در ولتاژ حداقل $V\ DC\ 500$ انجام شود.

در این مورد، آزمون در صورتی رضایت‌بخش خواهد بود که مقاومت عایقی بین مدارها و قسمت‌های رسانای در دسترس حداقل $M\Omega\ 1$ باشد.

۱۱-۱۰ سیم‌کشی، عملکرد و طرز کار در هنگام بهره‌برداری

باید بررسی و تایید شود که اطلاعات و نشانه‌گذاری‌های تعیین شده در بند ۶ کامل هستند.

متناسب با وجود پیچیدگی در ساختمان تابلو ممکن است لازم باشد سیم‌کشی‌ها بازرسی شده و یک آزمون عملکرد الکتریکی انجام پذیرد. روش آزمون و تعداد آزمون‌ها بستگی به این خواهد داشت که تابلو دارای قفل و بست‌های کامل و یا امکانات کنترل است یا خیر.

وسایل ارتباط‌دهنده که در سیستم داخلی تابلو وجود دارند یا متصل شده‌اند ممکن است بر اساس توافق بین سازنده و کاربر، نیاز به بررسی برای عملکرد پایه و اصلی داشته باشند.

در بعضی موارد ممکن است انجام یا تکرار این آزمون‌ها قبل از راه‌اندازی تاسیساتی که تابلو برای آن در نظر گرفته شده است در محل ضروری باشد.

جدول ۱- حداقل فاصله هوایی در هوا (زیربند ۸-۳-۲)

ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی U_{imp}	حداقل فاصله هوایی ^{الف} mm
$\leq 2,5\ kV$	۱,۵
$4,0\ kV$	۳,۰
$6,0\ kV$	۵,۵
$8,0\ kV$	۸,۰
$12,0\ kV$	۱۴,۰
الف - بر اساس شرایط میدان غیرهمگن و درجه آلودگی ۳	

جدول ۲- حداقل فواصل خزشی (زیربند ۸-۳-۳)

حداقل فاصله خزشی mm								ولتاژ عایق بندی اسمی U_i V
درجه آلودگی								
۳				۲			۱	
گروه مواد ۳				گروه مواد ۲			گروه مواد ۱	
IIIb	IIIa	II	I	IIIb و IIIa	II	I	همه گروه مواد	
۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۳۲
۱٫۸	۱٫۸	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۴۰
۱٫۹	۱٫۹	۱٫۷	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۵۰
۲	۲	۱٫۸	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۶۳
۲٫۱	۲٫۱	۱٫۹	۱٫۷	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۸۰
۲٫۲	۲٫۲	۲	۱٫۸	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱۰۰
۲٫۴	۲٫۴	۲٫۱	۱٫۹	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱۲۵
۲٫۵	۲٫۵	۲٫۲	۲	۱٫۶	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۱۶۰
۳٫۲	۳٫۲	۲٫۸	۲٫۵	۲	۱٫۵	۱٫۵	۱٫۵	۲۰۰
۴	۴	۳٫۶	۳٫۲	۲٫۵	۱٫۸	۱٫۵	۱٫۵	۲۵۰
۵	۵	۴٫۵	۴	۳٫۲	۲٫۲	۱٫۶	۱٫۵	۳۲۰
۶٫۳	۶٫۳	۵٫۶	۵	۴	۲٫۸	۲	۱٫۵	۴۰۰
۸	۸	۷٫۱	۶٫۳	۵	۳٫۶	۲٫۵	۱٫۵	۵۰۰
۱۰	۱۰	۹	۸	۶٫۳	۴٫۵	۳٫۲	۱٫۸	۶۳۰
الف	۱۲٫۵	۱۱	۱۰	۸	۵٫۶	۴	۲٫۴	۸۰۰
	۱۶	۱۴	۱۲٫۵	۱۰	۷٫۱	۵	۳٫۲	۱۰۰۰
	۲۰	۱۸	۱۶	۱۲٫۵	۹	۶٫۳	۴٫۲	۱۲۵۰
	۲۵	۲۲	۲۰	۱۶	۱۱	۸	۵٫۶	۱۶۰۰

یادآوری ۱- مقادیر CT1 در قسمت پ پانوش به مقادیر ارائه شده در استاندارد IEC 60112:2003 و استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۴۳۳ دلالت دارد و روش A برای مواد عایق اشاره دارد.

یادآوری ۲- مقادیر از استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ گرفته شده است، اما حداقل مقدار ۱٫۵ mm حفظ شده است.

الف- عایق مواد گروه IIIb برای استفاده در درجه آلودگی ۳ بالای ۶۳۰V توصیه نمی‌شود.

ب- به عنوان استثنا، برای ولتاژهای عایق‌بندی اسمی ۱۲۷V، ۲۰۸V، ۴۱۵V، ۴۴۰V، ۶۶۰V، ۶۹۰V، ۸۳۰V و فواصل خزشی متناسب با مقادیر پایین‌تر ۱۲۵V، ۲۰۰V، ۴۰۰V، ۶۳۰V، ۸۰۰V ممکن است استفاده شود.

پ- گروه‌های مواد به صورت زیر مطابق با گستره مقادیر شاخص ردیابی مقایسه‌ای (CTI) طبقه‌بندی می‌شوند (به زیربند ۳-۶-۱۶ مراجعه شود)

- گروه مواد I $CTI \geq 600$

- گروه مواد II $600 > CTI \geq 400$

- گروه مواد IIIa $400 > CTI \geq 175$

- گروه مواد IIIb $175 > CTI \geq 100$

جدول ۳- سطح مقطع هادی حفاظتی مسی (زیربند ۸-۴-۳-۲)

حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی mm^2	جریان بهره‌بردار اسمی I_e A
S الف	$I_e \leq 20$
۲,۵	$25 \geq I_e > 20$
۴	$32 \geq I_e > 25$
۶	$63 \geq I_e > 32$
۱۰	$63 < I_e$
الف- S سطح مقطع هادی خط بر حسب mm^2 است.	

جدول ۴- انتخاب هادی و الزامات نصب (زیربند ۸-۶-۴)

نوع هادی	الزامات
هادی‌های بدون پوشش، یا هادی‌های تک‌رشته‌ای دارای عایق‌بندی پایه برای مثال کابل‌های مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶۰۷	باید از تماس متقابل یا تماس مستقیم با قسمت‌های رسانا پرهیز شود. برای مثال: با استفاده از فاصله‌اندازها
هادی‌های تک‌رشته‌ای دارای عایق‌بندی پایه و دمای مجاز برای عملکرد بیشتر از 90°C ، برای مثال: کابل‌های مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳-۱۹۲۶ یا کابل‌های با عایق PVC مقاوم در برابر حرارت مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶۰۷	هادی با عایق‌بندی پایه باید با الزامات زیربند ۸-۶-۳ مطابقت داشته باشند. در مواردی که هیچ فشار خارجی به عنوان نتیجه ساخت یا پیش‌بینی در حین یا بعد از نصب، وجود ندارد، تماس متقابل یا تماس با قسمت‌های رسانا مجاز است. از تماس با لبه‌های تیز باید ممانعت شود. هادی‌های با عایق‌بندی پایه فقط می‌تواند طوری بارگذاری شوند که دمای عملکرد از ۸۰٪ حداکثر دمای عملکرد مجاز هادی بیشتر نشود.
هادی‌های دارای عایق‌بندی پایه، مثال کابل‌های مطابق با استاندارد ملی ایران ۳-۶۰۷، دارای عایق‌بندی اضافی ثانویه، برای مثال کابل‌هایی که فقط با یک آستر پوشانده شده یا از مجرای پلاستیکی گذرانده شده‌اند.	فاقد الزامات اضافی
هادی‌های عایق‌شده از موادی با مقاومت مکانیکی خیلی زیاد برای مثال عایق FTFE، یا هادی‌های با عایق‌بندی مضاعف با غلاف بیرونی مناسب برای استفاده تا ۳ kV. برای مثال کابل‌های مطابق با استاندارد IEC 60502	
کابل‌های غلاف‌دار تک رشته‌ای یا چند رشته‌ای، برای مثال کابل‌های مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۴-۱۹۲۶ یا شماره ۴-۶۰۷	

جدول ۵- حداقل ظرفیت ترمینال برای هادی‌های حفاظتی مسی (PE) (زیربند ۸-۸)

حداقل سطح مقطع هادی حفاظتی مسی (PE) ، S_p mm^2	سطح مقطع هادی‌های خط ، S mm^2
S	$16 \geq S$
۱۶	$35 \geq S > 16$
S/۲	$400 \geq S > 35$
۲۰۰	$800 \geq S > 400$
S/۴	$800 < S$

جدول ۶- حدود افزایش دما (زیربند ۹-۲)

قسمت‌های تابلو	افزایش دما K
اجزا داخلی تابلوها ^{الف}	مطابق با الزامات استاندارد ویژه محصول برای اجزاء مستقل یا مطابق با دستورالعمل‌های سازنده ^ج با احتساب دمای داخل تابلو
ترمینال‌های هادی‌های عایق‌دار خارجی	۷۰ ^ب
شینه‌ها و هادی‌ها	با توجه به عوامل زیر محدود می‌شوند: ^ج - استقامت مکانیکی مواد رسانا ^ج - تأثیرات ممکن تجهیزات مجاور - حد مجاز دمای مواد عایقی در تماس با هادی - تأثیر دمای هادی بر روی دستگاه متصل به آن - در مورد کنتاکت‌های جازدنی، ماهیت و سطح مربوط به مواد سطح تماس
وسایل عمل‌کننده دستی	
- از جنس فلز	۱۵ ^{ب، ح}
- از جنس عایق	۲۵ ^{ب، ح}
محفظه‌ها و پوشش‌های خارجی در دسترس:	
- سطوح فلزی	۳۰ ^{ح، ت}
- سطوح از جنس عایق	۴۰ ^{ح، ت}
چیدمان مجزا اتصالات دوشاخه و پریز	به وسیله حد مقرر برای اجزای مربوط به تجهیزات که خود جزئی از آن قسمت می‌باشند، تعیین می‌شود. ^ث
حدود افزایش دما در این جدول برای دمای هوای محیط با میانگین روزانه تا ۳۵° C تحت شرایط کار عادی (به زیربند ۷-۱ مراجعه شود) معتبر است. در این حین، تصدیق یک دمای هوای متفاوت مجاز است (به زیربند ۱۰-۱-۲-۳-۴ مراجعه شود)	
الف- اصطلاح «اجزا داخلی تابلو» یعنی: - وسایل قطع و وصل و فرمان قراردادی - زیرمجموعه‌های الکترونیکی (برای مثال پل یکسوکننده و مدارچاپی)؛ - قسمت‌هایی از تجهیزات (برای مثال رگولاتور، واحد منبع تغذیه یا خروجی تثبیت شده، تقویت کننده عملیاتی). ب- K ۷۰ حد افزایش دما، مقداری است که بر مبنای آزمون قراردادی زیربند ۱۰-۱۰ انتخاب شده است. تابلویی که در شرایط محل نصب خود آزمایش شده یا مورد استفاده قرار می‌گیرد ممکن است مجهز به اتصالاتی باشد که نوع، جنس یا طرز استقرار آنها با اتصالات انتخاب شده در هنگام آزمون تفاوت داشته و در نتیجه افزایش دمای متفاوت در ترمینال‌ها حاصل شود که ممکن است همان مقدار خواسته شده یا قابل قبول باشد. هرگاه ترمینال‌های اجزا داخل تابلو به عنوان ترمینال‌های عایق‌دار خارجی نیز باشند، حدود پایین‌تر افزایش دما باید اعمال شود. حد افزایش دما کمتر از حداکثر افزایش دمای تعیین شده توسط سازنده تجهیزات و K ۷۰ است. در صورتی که سازنده در این موارد دستورالعملی ارائه نکرده باشد، این مقدار عبارت است از حد مشخص شده در استاندارد ویژه اجزا داخل تابلو اما از K ۷۰ بیشتر نمی‌باشد. برای ترمینال‌های اجزا داخلی که ترمینال‌های عایق شده خارجی نیز می‌باشند، ترموکوپل برای آزمون افزایش دما نباید روی عایق هادی آزمون قرار گیرد. پ- وسایل عمل‌کننده دستی داخل تابلوها که فقط پس از باز کردن تابلو در دسترس قرار می‌گیرند، مانند دسته‌های اضطراری یا دسته‌های بیرون کشیدنی که در زمان فعال بودن تابلو در سرویس عملکردی ندارند، مجاز به داشتن دمای K ۲۵ بیشتر از حدود افزایش دما هستند. ت- جز در مواردی که به نحوه دیگری مشخص شده باشد، محفظه‌ها و پوشش‌هایی که در دسترس بوده ولی در هنگام بهره برداری عادی نیازی به دست زدن به آنها نیست، می‌توانند تا K ۱۰ افزایش دمای بیشتری داشته باشند. سطوح بیرونی و قسمت‌هایی که بیش از ۲ m از پایه تابلو ارتفاع دارند به عنوان غیر در دسترس محسوب می‌شوند. ث- درجه انعطاف‌پذیری را در مورد تجهیزاتی (مثلاً دستگاه‌های الکترونیکی) مجاز می‌داند که در معرض محدوده‌های افزایش دمایی متفاوت از محدوده‌های افزایش دمای معمولی در مورد تجهیزات یکپارچه با وسایل قطع و وصل و فرمان می‌باشند. ج- برای آزمون‌های افزایش دما مطابق با زیربند ۱۰-۱۰، حدود افزایش دما باید توسط سازنده اولیه مشخص شود. در نظر گرفتن هرگونه نقاط اندازه‌گیری اضافه و حدود مقرر شده توسط سازنده اجزا جزو مسئولیت سازنده اولیه می‌باشد. چ- با فرض برآورده شدن تمام معیارهای ذکر شده، درحداکثر افزایش برای شینه‌های مسی، دمای هادی‌ها نباید از K ۱۰۵ تجاوز کند. K ۱۰۵ مربوط به دمای بالا است که احتمال دارد در آنیل مس رخ دهد. در صورت عدم اظهار سازنده اولیه، در مورد قابلیت اطمینان و پایداری کهنگی کنتاکت‌های الکتریکی یا اتصالات، حداکثر افزایش دمای K ۵۵ برای شینه‌های آلومینیومی لخت (بدون پوشش) و هادی‌ها کاربرد دارد. ح- در صورتی که یک تابلو در محیطی نصب شود که دمای هوا از میانگین روزانه C ۳۵° تجاوز کند، یک دمای بالاتر مطلق ممکن است مجاز باشد. افزایش دما نباید از مقادیر ارائه شده در جدول تجاوز کند. به زیربند ۹-۳ مراجعه شود. در این حالت، برچسب هشداردهنده مطابق با استاندارد ISO 7010 W017 باید ارائه شود.	

جدول ۷ - مقادیر ضریب n الف (زیربند ۹-۳-۳)

n	$\cos \theta$	مقدار موثر جریان اتصال کوتاه Ka
۱٫۵	۰٫۷	$I \leq 5$
۱٫۷	۰٫۵	$5 < I \leq 10$
۲	۰٫۳	$10 < I \leq 20$
۲٫۱	۰٫۲۵	$20 < I \leq 50$
۲٫۲	۰٫۲	$I > 50$

الف- مقادیر این جدول برای اکثر کاربردها ملاک می‌باشد. در محل‌های خاصی برای مثال مجاورت ترانسفورماتورها یا ژنراتورها، ممکن است ضرایب توان کوچک‌تری وجود داشته باشد. در این حالت ممکن است حداکثر مقدار قله‌ای جریان محتمل به جای مقدار موثر جریان اتصال کوتاه، عامل محدودکننده باشد.

جدول ۸ - ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه برای مدارهای اصلی (زیربند ۱۰-۹-۲)

ولتاژ آزمون دی‌الکتریکی DC V	ولتاژ آزمون دی‌الکتریکی AC RMS V	ولتاژ عایق‌بندی اسمی U_i (خط به خط AC یا DC) V
۱۴۱۵	۱۰۰۰	$U_i \leq 60$
۲۱۲۰	۱۵۰۰	$60 < U_i \leq 300$
۲۶۷۰	۱۸۹۰	$300 < U_i \leq 690$
۲۸۳۰	۲۰۰۰	$690 < U_i \leq 800$
۳۱۱۰	۲۲۰۰	$800 < U_i \leq 1000$
۳۸۲۰	۲۷۰۰	$1000 < U_i \leq 1500$ الف

الف- فقط برای حالت DC

جدول ۹ - ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه برای مدارهای کمکی (زیربند ۱۰-۹-۲)

ولتاژ آزمون دی‌الکتریکی DC V	ولتاژ موثر آزمون دی‌الکتریکی AC RMS V	ولتاژ عایق‌بندی اسمی U_i (خط به خط) V
۳۵۵	۲۵۰	$U_i \leq 12$
۷۱۰	۵۰۰	$12 < U_i \leq 60$
به جدول ۸ مراجعه شود	به جدول ۸ مراجعه شود	$60 < U_i$

جدول ۱۰- ولتاژهای آزمون قابل تحمل ضربه‌ای (زیربند ۱۰-۹-۳)

ولتاژهای آزمون و دامنه مربوط در حین آزمون										ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی U_{imp} kV
AC RMS kV					مقدار قله‌ای ولتاژ AC و ولتاژ مستقیم ، $U_{1,2/50}$ Kv					
۲۰۰۰ m	۱۰۰۰ m	۵۰۰ m	۲۰۰ m	سطح دریا	۲۰۰۰ m	۱۰۰۰ m	۵۰۰ m	۲۰۰ m	سطح دریا	
۱٫۸	۱٫۹	۲٫۰	۲٫۰	۱/۲	۲٫۵	۲٫۷	۲٫۸	۲٫۸	۲٫۹۵	۲٫۵
۲٫۸	۳٫۱	۳٫۳	۳٫۴	۳٫۴	۴٫۰	۴٫۴	۴٫۷	۴٫۸	۴٫۸	۴٫۰
۴٫۲	۴٫۷	۵٫۰	۵٫۱	۵٫۱	۶٫۰	۶٫۷	۷٫۰	۷٫۲	۷٫۳	۶٫۰
۵٫۷	۶٫۴	۶٫۶	۶٫۸	۶٫۹	۸٫۰	۹٫۰	۹٫۳	۹٫۶	۹٫۸	۸٫۰
۸٫۵	۹٫۴	۹٫۹	۱۰٫۳	۱۰٫۵	۱۲٫۰	۱۳٫۳	۱۴	۱۴٫۵	۱۴٫۸	۱۲٫۰

جدول ۱۱- هادی‌های مسی آزمون برای جریان‌های اسمی تا و خود ۴۰۰A

سطح مقطع هادی ^{ب،پ}		گستره جریان اسمی ^{الف} A
AWG/MCM	mm ²	
۱۸	۱٫۰	۰
۱۶	۱٫۵	۸
۱۴	۲٫۵	۱۲
۱۲	۲٫۵	۱۵
۱۰	۴٫۰	۲۰
۱۰	۶٫۰	۲۵
۸	۱۰	۳۲
۶	۱۶	۵۰
۴	۲۵	۶۵
۳	۳۵	۸۵
۲	۳۵	۱۰۰
۱	۵۰	۱۱۵
۰	۵۰	۱۳۰
۰۰	۷۰	۱۵۰
۰۰۰	۹۵	۱۷۵
۰۰۰۰	۹۵	۲۰۰
۲۵۰	۱۲۰	۲۲۵
۳۰۰	۱۵۰	۲۵۰
۳۵۰	۱۸۵	۲۷۵
۴۰۰	۱۸۵	۳۰۰
۵۰۰	۲۴۰	۳۵۰

الف- مقدار جریان اسمی باید بزرگ‌تر از اولین مقدار در ستون اول و کمتر یا برابر با دومین مقدار در همان ستون باشد.

ب- برای سهولت انجام آزمون و با موافقت سازنده می‌توان از هادی با سطح مقطع کوچک‌تر از مقادیر داده شده برای یک جریان آزمون معین استفاده کرد.

پ- می‌توان از هر یک از دو هادی تعیین شده برای یک گستره جریان آزمون استفاده کرد.

جدول ۱۲- هادی‌های مسی برای جریان‌های اسمی از ۴۰۰ A تا ۷۰۰۰ A (زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۲)

هادی‌های آزمون ^پ				گستره جریان اسمی ^{الف} A
میل‌های مسی ^پ		کابل‌ها ^پ		
ابعاد (عمق × پهنا) mm	تعداد	سطح مقطع mm ²	مقدار	
۳۰ × ۵	۲	۱۵۰	۲	۴۰۰ < I ≤ ۵۰۰
۴۰ × ۵	۲	۱۸۵	۲	۵۰۰ < I ≤ ۶۳۰
۵۰ × ۵	۲	۲۴۰	۲	۶۳۰ < I ≤ ۸۰۰
۶۰ × ۵	۲	۱۸۵	۳	۸۰۰ < I ≤ ۱۰۰۰
۸۰ × ۵	۲	۲۴۰	۳	۱۰۰۰ < I ≤ ۱۲۵۰
۱۰۰ × ۵	۲	۲۴۰ ۳۰۰	۴ یا ۳	۱۲۵۰ < I ≤ ۱۶۰۰
۱۰۰ × ۵	۳			۱۶۰۰ < I ≤ ۲۰۰۰
۱۰۰ × ۵	۴			۲۰۰۰ < I ≤ ۲۵۰۰
۱۰۰ × ۱۰	۳			۲۵۰۰ < I ≤ ۳۱۵۰
۱۰۰ × ۱۰	۴			۳۱۵۰ < I ≤ ۴۰۰۰
۱۰۰ × ۱۰	۵			۴۰۰۰ < I ≤ ۵۰۰۰
۱۰۰ × ۱۰	۶			۵۰۰۰ < I ≤ ۶۰۰۰
۱۰۰ × ۱۰	۷			۶۰۰۰ < I ≤ ۷۰۰۰

الف- مقدار جریان اسمی باید بزرگ‌تر از اولین مقدار در ستون اول و کمتر یا برابر با دومین مقدار در همان ستون باشد.

ب- فرض می‌شود که شینه‌ها طوری قرار گرفته‌اند که سطوح بزرگ‌تر آنها به صورت عمودی باشد. در صورتی که توسط سازنده تعیین شده باشد، می‌توان سطوح بزرگ‌تر را به صورت افقی قرار داد. میل‌ها ممکن است رنگ شده باشند.

پ- برای جریان‌های اسمی بزرگ‌تر از ۱۶۰۰ A و در مواردی که ترمینال‌ها برای اتصال به کابل طراحی شده‌اند، کابل‌های به صورت موازی و با سطح مقطع کل کوچک‌تر از مقادیر میل‌های مسی این جدول، می‌تواند به عنوان هادی‌های آزمون استفاده شوند.

جدول ۱۳- تصدیق اتصال کوتاه توسط مقایسه با طرح‌های مرجع: فهرست کنترل (زیربندهای ۱۰-۵-۳-۳، ۱۰-۱۱-۳ و ۱۰-۱۱-۴)

ردیف	الزامات مورد نظر	بلی	خبر
۱	آیا مقادیر و مشخصه اسمی تحمل در برابر اتصال کوتاه در هر مدار از تابلوی مورد ارزیابی، کمتر یا برابر با طرح مرجع است؟		
۲	آیا سطح مقطع شینه‌ها و هادی‌های مدار تابلو که باید ارزیابی شود، بزرگ‌تر یا برابر است با آنچه که در طرح مرجع است؟		
۳	آیا خط مرکزی فضای شینه‌ها و هادی‌ها در هر مدار تابلو که باید ارزیابی شود، بزرگ‌تر یا برابر با طرح مرجع است؟		
۴	آیا شینه و وسایل تثبیت‌کننده هادی در هر مدار از تابلویی که باید ارزیابی شود، از یک نوع، شکل و جنس مشابه هستند و خط مرکزی در امتداد شینه و هادی کوچک‌تر یا مساوی با آنچه در طرح مرجع است؟ و اسکلت نصب شینه وسایل تثبیت‌کننده هادی، طراحی و استقامت مکانیکی یکسانی دارند؟		
۵	آیا مواد و ویژگی‌های مواد هادی‌های هر مدار تابلو که می‌باید ارزیابی شود، با آنچه در طرح مرجع است یکسان می‌باشد؟		
۶	آیا وسایل حفاظتی اتصال کوتاه هر مدار تابلو که باید ارزیابی شود، معادل هستند و از همان مارک و سری ساخت می‌باشد؟ ^{الف} علاوه بر این، آیا وسایل حفاظت اتصال کوتاه هر مدار تابلو که باید ارزیابی شود: - دارای ظرفیت قطع کمتر از مقادیر اتصال کوتاه در ولتاژ بهره‌برداری اسمی تابلو است؟ - در مورد وسیله حفاظتی محدودکننده جریان: آیا دارای قله جریان عبوری و انرژی عبوری برابر یا کوچک‌تر نسبت به طرح مرجع در مقادیر اتصال کوتاه و ولتاژ بهره‌برداری اسمی می‌باشد؟ - در مورد وسیله بدون محدودکننده جریان: آیا دارای جریان قابل تحمل کوتاه‌مدت اسمی I_{cw} برابر یا بزرگ‌تر از آنچه در طرح مرجع است می‌باشد؟ - آیا در صورت وجود، الزامات هماهنگی با وسیله‌های بالادست و پایین دست را برآورده می‌کند؟ (به زیربند ۹-۳-۴ مراجعه شود) - آیا دارای چیدمان یکسان با طرح مرجع می‌باشد؟		
۷	آیا طول حفاظت نشده هادی‌های برق‌دار مطابق با زیربند ۸-۶-۴ از هر مدار حفاظت‌نشده تابلو که باید ارزیابی شود، کمتر یا برابر است با آنچه در طرح مرجع می‌باشد؟		
۸	اگر تابلو مورد ارزیابی دارای محفظه باشد، آیا طرح مرجع وقتی توسط آزمون تصدیق می‌شود، شامل یک محفظه می‌باشد؟		
۹	آیا محفظه تابلو از یک نوع و طرح که باید ارزیابی شود، حداقل دارای ابعاد یکسان با طرح مرجع می‌باشد؟		
۱۰	آیا خانه‌های هر مدار تابلو که باید ارزیابی شود، طرح مکانیکی یکسانی دارند؟ و حداقل دارای ابعاد یکسان با آنچه در طرح مرجع است می‌باشد؟		
«بلی» برای تمام الزامات - تصدیق بیشتری نیاز نیست. «خیر» برای هر الزام - تصدیق بیشتری مورد نیاز است.			
الف- وسایل حفاظت اتصال کوتاه از سازنده یکسان، اما از سری‌های مختلف ممکن است به عنوان معادل در نظر گرفته شود در صورتی که سازنده وسیله مشخصه‌های عملکردی یکسان یا بهتر را در تمام جنبه‌ها مربوط توسط مقایسه با سری‌های مورد استفاده برای تصدیق اعلام کند. برای مثال: مشخصه‌های محدوده I_{lt} و I^2t، و فواصل بحرانی			

جدول ۱۴ - رابطه بین جریان خطای محتمل و قطر سیم مسی

قطر سیم مسی mm	جریان خطای محتمل در مدار دارای عنصر قابل ذوب شدن A
۰/۱	۵۰
۰/۲	۱۵۰
۰/۳	۳۰۰
۰/۴	۵۰۰
۰/۵	۸۰۰
۰/۸	۱۵۰۰

جدول ۱۵ - شرایط آب و هوایی

پارامتر محیطی	واحد	تاسیسات فضای بسته		تاسیسات فضای باز	
		حد پایین	حد بالا	حد پایین	حد بالا
(۱) دمای هوای محیط	° C	-۵ الف	+۴۰ الف	-۲۵	+۴۰ ب (میانگین در یک دوره ۲۴ ساعته از ۳۵°C تجاوز نمی کند)
(۲) رطوبت نسبی	%	۵ ب، پ	۹۵ ب، پ	۱۵ ب	۱۰۰ ب
(۳) نرخ تغییر دما (میانگین در یک بازه ۵ min)	° C/min	۰/۵			
(۴) ارتفاع چ	m	تعیین نشده	۲۰۰۰ (مرتبط با فشار هوای محل نصب حداقل ۸۰ kPa) ت، ث	تعیین نشده	۲۰۰۰ (مرتبط با فشار هوای محل نصب حداقل ۸۰ kPa) ت، ث
(۵) چگالش		بلی - ممکن است گاهی به دلیل تغییرات دما، تراکم متوسطی رخ دهد		بلی	
(۶) بارش ناشی از باد (باران، برف، تگرگ و غیره) و/یا گرد و غبار		خیر		بلی	
(۷) آب از منابعی به غیر از باران		مطابق با الزامات کاربر: هیچ/ آب به صورت عمودی چکه می کند/ آب با زاویه ۶۰° در دو طرف به صورت عمودی پاشیده می شود/ پاشش آب از هر جهت/ فوران آب از یک نازل از هر جهت/ فوران آب از نازل های قوی از هر جهت			
(۸) شکل یخ		خیر		بلی	

الف- معادل با طبقه AA4 استاندارد ملی ایران شماره ۵۱-۵-۱۹۳۷

ب- رابطه بین دمای هوا و رطوبت در استاندارد IEC 60721-3-3:2019 شکل A.1 ارائه شده است.

پ- معادل با طبقه AB4 استاندارد ملی ایران شماره ۵۱-۵-۱۹۳۷

ت- به جدول الف-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ مراجعه شود. در مورد تجهیزات مورد استفاده در ارتفاع های بالاتر، توجه به کاهش استقامت دی الکتریکی، قابلیت قطع و وصل وسایل و قابلیت تاثیرات خنک سازی هوا ضروری می باشد.

ث- معادل با طبقه AC1 استاندارد ملی ایران شماره ۵۱-۵-۱۹۳۷

ج- اکثریت وسایل برای استفاده تا ارتفاع ۲۰۰۰ m مناسب هستند. برای برخی تجهیزات الکترونیکی مورد استفاده در ارتفاع بالای ۱۰۰۰ m، در نظر گرفتن کاهش تاثیرات خنک سازی هوا ضروری می باشد.

پیوست الف

(الزامی)

حداقل و حداکثر سطح مقطع کابل‌های مسی مناسب برای اتصال به ترمینال‌های کابل‌های خارجی

(به زیربند ۸-۸ مراجعه شود)

جدول الف-۱ زیر در مورد اتصال یک کابل مسی به هر ترمینال معتبر است.

جدول الف-۱- سطح مقطع کابل‌های مسی مناسب برای اتصال به ترمینال‌های کابل‌های خارجی

کابل‌های قابل انعطاف		کابل‌های مفتولی یا بهم‌تابیده		جریان اسمی
سطح مقطع	حداقل	سطح مقطع	حداکثر	
mm ²		mm ²		A
۱/۵	۰/۵	۱/۵	۰/۷۵	۶
۲/۵	۰/۷۵	۲/۵	۱	۸
۲/۵	۰/۷۵	۲/۵	۱	۱۰
۲/۵	۰/۷۵	۲/۵	۱	۱۳
۴	۱	۴	۱/۵	۱۶
۴	۱	۶	۱/۵	۲۰
۴	۱/۵	۶	۲/۵	۲۵
۶	۱/۵	۱۰	۲/۵	۳۲
۱۰	۲/۵	۱۶	۴	۴۰
۱۶	۶	۲۵	۶	۶۳
۲۵	۱۰	۳۵	۱۰	۸۰
۳۵	۱۶	۵۰	۱۶	۱۰۰
۵۰	۲۵	۷۰	۲۵	۱۲۵
۷۵	۳۵	۹۵	۳۵	۱۶۰
۹۵	۵۰	۱۲۰	۵۰	۲۰۰
۱۲۰	۷۰	۱۵۰	۷۰	۲۵۰
۱۸۵	۹۵	۲۴۰	۹۵	۳۱۵

اگر کابل‌های خارجی مستقیماً به دستگاه‌های نصب شده در داخل تابلو متصل شوند، سطح مقطع‌های ارائه شده در ویژگی‌های مرتبط معتبر خواهد بود.

در مواردی که لازم است سطح مقطعی به غیر از موارد ذکر شده در جدول الف-۱ برای کابل‌ها ارائه شود، باید توافقی خاص بین سازنده و کاربر به عمل آید.

پیوست ب

(الزامی)

روش محاسبه سطح مقطع هادی‌های حفاظتی با توجه به تنش‌های حرارتی در اثر جریان‌های کوتاه‌مدت

باید از رابطه زیر برای محاسبه سطح مقطع هادی‌های حفاظتی لازم برای تحمل تنش‌های حرارتی ناشی از عبور جریان‌های به مدت 0.2 s و 5 s استفاده شود.

$$S_p = \frac{\sqrt{I^2 t}}{k}$$

که در آن:

S_p : سطح مقطع است بر حسب (mm^2) ؛

I : مقدار موثر حالت AC یا مقدار میانگین DC جریان خطا برای یک اتصال کوتاه با امپدانس قابل اغماض که ممکن است در وسیله حفاظتی جریان یابد (A)؛

t : زمان عملکرد وسیله قطع‌کننده (S)؛

k : ضریب وابسته به مواد هادی حفاظتی، عایق‌بندی و دمای اولیه و نهایی. به جدول ب-۱ مراجعه شود.

یادآوری ۱- مدت زمان 5 s به عنوان حداکثر برای محاسبه رفتار حرارتی بی در رو^۱ در نظر گرفته می‌شود.

توصیه می‌شود که اثرات محدودکننده جریان امپدانس‌های مدار و قابلیت محدودکردن (انتگرال ژول) وسیله حفاظتی در نظر گرفته شود.

جدول ب-۱ - مقادیر k برای هادی‌های حفاظتی عایق‌دار که جز رشته‌های کابل نیستند یا هادی‌های حفاظتی بدون عایق که در تماس با غلاف کابل می‌باشد.

عایق‌بندی هادی حفاظتی یا غلاف کابل			
لاستیک بوتیل	XLPE- EPR هادی‌های بدون عایق	ترموپلاستیک (PVC)	
220°C	250°C	160°C	حداکثر دمای هادی تحت شرایط جریان اتصال کوتاه الف
ضریب k			
مواد هادی:			
مس			
آلومینیوم			
فولاد			
۱۶۶	۱۷۶	۱۴۳	
۱۱۰	۱۱۶	۹۵	
۶۰	۶۴	۵۲	

الف- فرض بر این است که دمای اولیه هادی 30°C می‌باشد.

جزئیات بیشتر در استاندارد ملی ایران شماره ۵۴-۵-۱۹۳۷ و IEC60724:2000 و IEC 60724:2000/AMD1:2008 داده شده است.

یادآوری ۲- اطلاعات دماهای محدود کننده برای دیگر انواع کابل‌ها در استاندارد EN 50565-2 ارائه شده است.

پیوست پ
(آگاهی دهنده)

الگوی اطلاعاتی کاربر

جدول پ-۱ به عنوان الگویی برای شناسایی اقلام ضروری برای سازنده تابلو است که باید توسط کاربر ارائه شود. این جدول باید در استانداردهای ویژه تابلو استفاده شده و توسعه یابد.

جدول پ-۱- الگوی اطلاعات کاربر

مشخصه ها	مرجع	آرایش پیش فرض ^{الف}	گزینه های داده شده این استاندارد ^ب	الزامات کاربر ^پ
سیستم الکتریکی				
نوع زمین سیستم	۵-۶، ۸-۴-۱، ۸-۴-۲، ۸-۴-۳	استاندارد سازنده، انتخاب شده برای تطبیق با الزامات محلی	TT/TN-C/TN-C-S/ IT/ TN-S	
ولتاژ نامی (V)	۳-۵-۸، ۱-۲-۵، ۱-۹-۸-۳	محلی، مطابق با شرایط نصب	حداکثر ۱۰۰۰ V AC یا ۵۰۰ V DC	
اضافه ولتاژهای گذرا	۵-۴-۲، ۸-۴-۱، ۹-۳، ۱-۹-پیوست چ	تعیین با سیستم الکتریکی	رده اضافه ولتاژ I/ II / III / IV	
اضافه ولتاژ موقت	۹-۱	ولتاژ نامی سیستم ۲۰۰ V	هیچ	
فرکانس اسمی f_n (Hz)	۳-۸-۱۲، ۵-۵، ۸-۳-۵، ۱۰-۱۰-۳-۱۰، ۱۱-۵-۴	مطابق شرایط محل نصب	DC/50 Hz/60Hz	
الزامات اضافی آزمون در محل: سیم کشی، عملکرد در بهره برداری	۱۱-۱۰	استاندارد سازنده، مطابق کاربرد	هیچ	
قابلیت تحمل اتصال کوتاه				
جریان اتصال کوتاه محتمل در ترمینالهای I_{CP}	۳-۸-۷	تعیین با سیستم الکتریکی	هیچ	
جریان اتصال کوتاه محتمل در هادی خنثی	۱۰-۱۱-۵-۳	حداکثر ۶۰٪ مقادیر فاز	هیچ	
جریان اتصال کوتاه محتمل در مدار حفاظتی	۱۰-۱۱-۶	حداکثر ۶۰٪ مقادیر فاز	هیچ	
الزامات SCPD در واحد کارکردی ورودی	۹-۳-۲	مطابق شرایط محل نصب	بلی/خیر	
هماهنگی وسایل حفاظت اتصال کوتاه شامل جزئیات وسیله حفاظتی اتصال کوتاه خارجی	۹-۳-۴	مطابق شرایط محل نصب	هیچ	
داده های مربوط به بارهای محتمل برای ایجاد جریان اتصال کوتاه	۹-۳-۲	باری که احتمالاً سهم قابل توجهی داشته باشد مجاز نیست.	هیچ	
حفاظت در برابر شوک الکتریکی مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۴۱-۴-۱۹۳۷ و IEC60364-4-41:2005/AMD1:2017				
نوع حفاظت در برابر شوک الکتریکی- حفاظت پایه (حفاظت اولیه در برابر تماس مستقیم)	۸-۴-۲	حفاظت پایه	مطابق ضوابط نصب محلی	
نوع حفاظت در برابر شوک الکتریکی- حفاظت در شرایط خطا (حفاظت اولیه در برابر تماس غیرمستقیم)	۸-۴-۳	مطابق شرایط محل نصب	قطع خودکار تغذیه/ جداسازی الکتریکی/ عایق بندی مضاعف یا تقویت شده	

جدول پ-۱- الگوی اطلاعات کاربر - ادامه

مشخصه‌ها	مرجع	آرایش پیش فرض ^{الف}	گزینه‌های داده شده این استاندارد ^ب	الزامات کاربر ^پ
محیط نصب				
نوع محل	۲-۸، ۴-۱-۸، ۵-۳	استاندارد سازنده، مطابق کاربرد	فضای بسته/ فضای باز	
حفاظت در برابر ورود اجسام جامد خارجی و آب	۳-۲-۸، ۲-۲-۸	فضای بسته (محصور شده): IP2X فضای باز (حداقل): IP23	پس از برداشتن قسمت‌های جداشدنی: برای وضعیت متصل شده/حفاظت کاهش یافته نسبت به استاندارد سازنده	
ضربه مکانیکی خارجی (کد IK)	۶-۲-۱۰، ۱-۲-۸	هیچ	هیچ	
مقاومت در برابر تابش UV (به جز در موارد مشخص شده، فقط برای تابلو فضای بیرونی)	۴-۲-۱۰	فضای بسته: کاربرد ندارد فضای باز: هوای معتدل	هیچ	
مقاومت در برابر خوردگی	۲-۲-۱۰	شرایط عادی فضای بسته/ فضای باز	هیچ	
دمای هوای محیط - حد پایین	۱-۱-۷	فضای بسته: -5°C فضای باز: -25°C	هیچ	
دمای هوای محیط - حد بالا	۱-۱-۷	40°C	هیچ	
دمای هوای محیط - حداکثر متوسط روزانه	۲-۹، ۱-۱-۷	35°C	هیچ	
حداکثر رطوبت نسبی	۱-۱-۷	فضای بسته: ۹۵٪ در -5°C تا 30°C ۷۰٪ در 35°C ۵۷٪ در 40°C فضای باز: ۱۰۰٪ در 25°C تا 27°C ۶۰٪ در 35°C ۴۶٪ در 40°C	هیچ	
درجه آلودگی محیطی (در مورد محل نصب)	۲-۱-۷	صنعتی: ۳	۴، ۳، ۲، ۱	
ارتفاع	۱-۱-۷	≤ 2000	هیچ	
محیط سازگاری الکترومغناطیسی (A یا B)	۴-۹، ۱۰-۱۲، پیوست د	A/B	A/B	
شرایط خاص استفاده (مثال ارتعاش، تجمع غیرعادی، آلودگی شدید، محیط خورنده، میدان الکتریکی یا مغناطیسی قوی، قارچ، جانوران ریز، خطر انفجار، ارتعاش و شوک شدید، زمین لرزه)	۲-۷، ۸-۵-۴، ۹-۳-۳، جدول ۷	شرایط خاصی وجود ندارد.	هیچ	

جدول پ-۱- الگوی اطلاعات کاربر - ادامه

مشخصه ها	مرجع	آرایش پیش فرض ^{الف}	گزینه های داده شده این استاندارد ^ب	الزامات کاربر ^پ
روش نصب				
نوع	۳-۳، ۵-۶	استاندارد سازنده	متفاوت. مثال: ایستاده / نصب روی دیوار	
ساکن / قابل حمل	۳-۵	ساکن	ساکن / قابل حمل	
حداکثر ابعاد بیرونی و وزن	۵-۶، ۶-۶، ۱-۲	استاندارد سازنده، مطابق کاربرد	هیچ	
نوع(های) هادی خارجی	۸-۸	استاندارد سازنده	کابل / سیستم مجرای شینه	
جهت(های) هادی های خارجی	۸-۸	استاندارد سازنده	هیچ	
مواد هادی خارجی	۸-۸	مس	مس / آلومینیوم	
سطح مقطع و قسمت پایانی هادی خط	۸-۸	مطابق این استاندارد	هیچ	
سطح مقطع و قسمت پایانی هادی حفاظتی، خنثی، نقطه میانی، PEL, PEN, PEM	۸-۸	مطابق این استاندارد	هیچ	
الزامات ویژه شناسایی ترمینال	۸-۸	استاندارد سازنده	هیچ	
انبارش و جابجایی				
حداکثر ابعاد و وزن واحدهای حمل و نقل	۵-۲-۱۰، ۲-۲-۶	استاندارد سازنده	هیچ	
روش حمل و نقل (مثال: لیفتراک، جرثقیل)	۶-۱-۸، ۲-۲-۶	استاندارد سازنده	هیچ	
شرایط محیطی	۳-۷	مانند شرایط استفاده	هیچ	
جزئیات بسته بندی	۲-۲-۶	استاندارد سازنده	هیچ	
چیدمان های عملکرد				
دسترسی به وسایل با کاراندازی دستی	۴-۸		افراد مجاز / افراد معمولی	
محل قرارگیری وسایل با کاراندازی دستی	۵-۵-۸	دسترسی آسان	هیچ	
جداسازی اقلام تجهیزات نصب بار	۲-۶-۴-۳، ۸-۳-۴-۲، ۸-۴-۸	استاندارد سازنده	منفرداً / گروهی / همه	
تعمیر و نگهداری و قابلیت به روز بودن				
الزامات مربوط به دسترسی افراد معمولی در حین کار، الزامات راه اندازی تجهیزات یا تغییر اجزا هنگام برق دار بودن تابلو	۱-۶-۴-۸	حفاظت پایه	هیچ	
الزامات مربوط به دسترسی برای بازرسی و عملیات مشابه	۲-۲-۶-۴-۸	الزاماتی برای قابلیت دسترسی نیست	هیچ	
الزامات مربوط به دسترسی برای تعمیر و نگهداری در هنگام بهره برداری توسط افراد مجاز	۳-۲-۶-۴-۸	الزاماتی برای قابلیت دسترسی نیست	هیچ	

جدول پ-۱- الگوی اطلاعات کاربر - ادامه

مشخصه‌ها	مرجع	آرایش پیش فرض ^{الف}	گزینه‌های داده شده این استاندارد ^ب	الزامات کاربر ^پ
الزامات مربوط به دسترسی برای توسعه در هنگام بهره‌برداری توسط افراد مجاز	۴-۲-۶-۴-۸	الزاماتی برای قابلیت دسترسی نیست	هیچ	
روش اتصال واحدهای کارکردی	۲-۵-۸، ۱-۵-۸	استاندارد سازنده	هیچ	
حفاظت در برابر تماس مستقیم با قسمت‌های داخلی برق‌دار خطرناک در حین تعمیر و نگهداری یا به روز نگهداشتن (برای مثال: واحدهای کارکردی، شینه‌های اصلی، شینه‌های توزیع)	۴-۸	الزاماتی برای حفاظت در حین تعمیر و نگهداری یا ارتقا نیست.	هیچ	
ظرفیت عبور جریان				
حداکثر جریان بار کل که توسط تابلو تامین می‌شود (که از آن طریق جریان اسمی تابلو I_{NA} بر حسب A تعیین می‌شود).	۳-۸-۱۰-۱، ۳-۵، ۲-۳-۴-۸-۳، ۳-۵-۳، ۸-۸، ۲-۱۰-۱۰، ۳-۱۰-۱۰، ۵-۱۱-۱۰	استاندارد سازنده، مطابق کاربرد	هیچ	
جریان طراحی I_B و ماهیت هر بار برای مدار: همچنین I_n وسایل و ماهیت بار (در این موارد ضرایب بارگذاری مفروض بر اساس قسمت مربوط از سری استاندارد ۱۲۱۰۳ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد).	۳-۸-۱۰-۸	هیچ	هیچ	
نسبت سطح مقطع هادی خنثی به هادی‌های خط: هادی‌های خط تا و خود 16 mm^2	۱-۶-۸	۱۰۰٪	هیچ	
نسبت سطح مقطع هادی خنثی به هادی‌های خط: هادی‌های خط بیشتر از 16 mm^2	۱-۶-۸	٪ ۵۰ (حداقل 16 mm^2)	هیچ	
الف- در برخی موارد، اطلاعات ارائه‌شده توسط سازنده تابلو می‌تواند جایگزین چنین آرایشی باشد. ب- «هیچ» در این ستون به این معنا است که هیچ گزینه‌ای نسبت به وضعیت مقادیر و شرایط پیش‌فرض وجود ندارد. پ- جهت کاربردهایی که به طور استثنایی دشوار هستند، کاربر ممکن است نیاز به الزامات سخت‌گیرانه‌تر دیگری علاوه بر این استاندارد داشته باشد.				

پیوست ت
(آگاهی دهنده)

تصدیق طراحی

جدول ت-۱ فهرستی از تصدیق‌های طراحی که باید برای مشخصه‌های مختلف انجام شود را ارائه می‌کند.

جدول ت-۱- فهرست تصدیق‌های طراحی که باید انجام شود.

ردیف	مشخصه‌هایی که باید تصدیق شوند	زیربند	موارد مورد تصدیق قابل دسترس		
			آزمون ^{الف}	مقایسه با طرح مرجع	ارزیابی
۱	استقامت مواد و قطعات: مقاومت در برابر خوردگی ویژگی‌های مواد عایقی پایداری حرارتی مقاومت در برابر گرمای غیرعادی و آتش ناشی از اثرات الکتریکی داخلی مقاومت در برابر تابش فرابنفش بالابری ضربه مکانیکی نشانه‌گذاری عملکرد مکانیکی	۲-۱۰ ۲-۲-۱۰ ۳-۲-۱۰ ۱-۳-۲-۱۰ ۲-۳-۲-۱۰ ۴-۲-۱۰ ۵-۲-۱۰ ۶-۲-۱۰ ۷-۲-۱۰ ۸-۲-۱۰	بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی	بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی بلی	خیر خیر بلی بلی خیر خیر خیر خیر خیر خیر
۲	درجه حفاظت محفظه‌ها (IP)	۳-۱۰	بلی	خیر	بلی
۳	فواصل هوایی	۴-۱۰	بلی	خیر	خیر
۴	فواصل خزشی	۴-۱۰	بلی	خیر	خیر
۵	حفاظت در برابر شوک الکتریکی و یکپارچگی مدارهای حفاظتی پیوستگی موثر بین قسمت‌های رسانای در دسترس از تابلو طبقه I و مدار حفاظتی توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه مدار حفاظتی	۵-۱۰ ۲-۵-۱۰ ۳-۵-۱۰	بلی بلی بلی	خیر بلی بلی	خیر خیر خیر
۶	تعبیه کردن وسایل قطع و وصل و اجزا	۶-۱۰	خیر	خیر	بلی
۷	مدارهای الکتریکی داخلی و اتصالات	۷-۱۰	خیر	خیر	بلی
۸	ترمینال‌ها برای هادی‌های خارجی	۸-۱۰	خیر	خیر	بلی
۹	خواص دی‌الکتریکی ولتاژ قابل تحمل با فرکانس شبکه ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای محفظه‌های ساخته شده از مواد عایقی دسته‌های عمل‌کننده خارجی مواد عایقی هادی‌های پوشیده شده با مواد عایقی جهت تامین حفاظت در برابر شوک الکتریکی	۹-۱۰ ۲-۹-۱۰ ۳-۹-۱۰ ۴-۹-۱۰ ۵-۹-۱۰ ۶-۹-۱۰	بلی بلی بلی بلی بلی بلی	خیر خیر خیر خیر خیر خیر	خیر بلی بلی خیر خیر خیر
۱۰	حدود افزایش دما	۱۰-۱۰	بلی	بلی	بلی
۱۱	توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه	۱۱-۱۰	بلی	بلی	خیر
۱۲	سازگاری الکترومغناطیسی	۱۲-۱۰	بلی	خیر	بلی

الف- آزمون ممکن است روی نمونه معرف انجام شود اگر در بند مربوط به آزمون مجاز باشد.

پیوست ث (آگاهی‌دهنده)

ضریب هم‌زمانی اسمی

ث-۱ کلیات

ممکن است سازنده بنا به تشخیص خود یک ضریب هم‌زمانی اسمی را برای تمام مدارهای خروجی یک تابلو یا گروه‌ها یا مدارهای خروجی مستقل داخل تابلو اعلام کنند. این پیوست برخی راهنمایی‌ها را در این خصوص ارائه می‌کند.

تمام مدارهای داخل تابلو به طور مستقل قادر به عبور جریان‌های اسمی خود I_{nc} مطابق زیربند ۵-۳-۲ به طور پیوسته می‌باشند، اما ظرفیت عبور جریان ممکن است تحت تأثیر مدارهای مجاور قرار گیرد. برهم‌کنش‌های دمایی می‌تواند منجر به انتقال حرارت به درون یا بیرون مدارهای مجاور هم شود. هوای خنک‌کننده موجود در مدار ممکن است ناشی از تأثیر سایر مدارها در دمای بیش از دمای هوای محیط باشد.

در عمل، الزامی نیست همه مدارهای خروجی داخل تابلو به طور پیوسته و هم‌زمان جریان‌های اسمی I_{nc} را عبور دهند. در کاربردهای یکسان، نوع و ماهیت بارها به طور محسوسی با هم متفاوت هستند. مقادیر اسمی برخی مدارها بر مبنای جریان‌های هجومی بارهای کوتاه‌مدت یا متناوب می‌باشند. تعدادی از مدارها ممکن است به طور شدید تحت بار باشند در حالی که سایر مدارها تحت بار سبک بوده یا قطع می‌باشند.

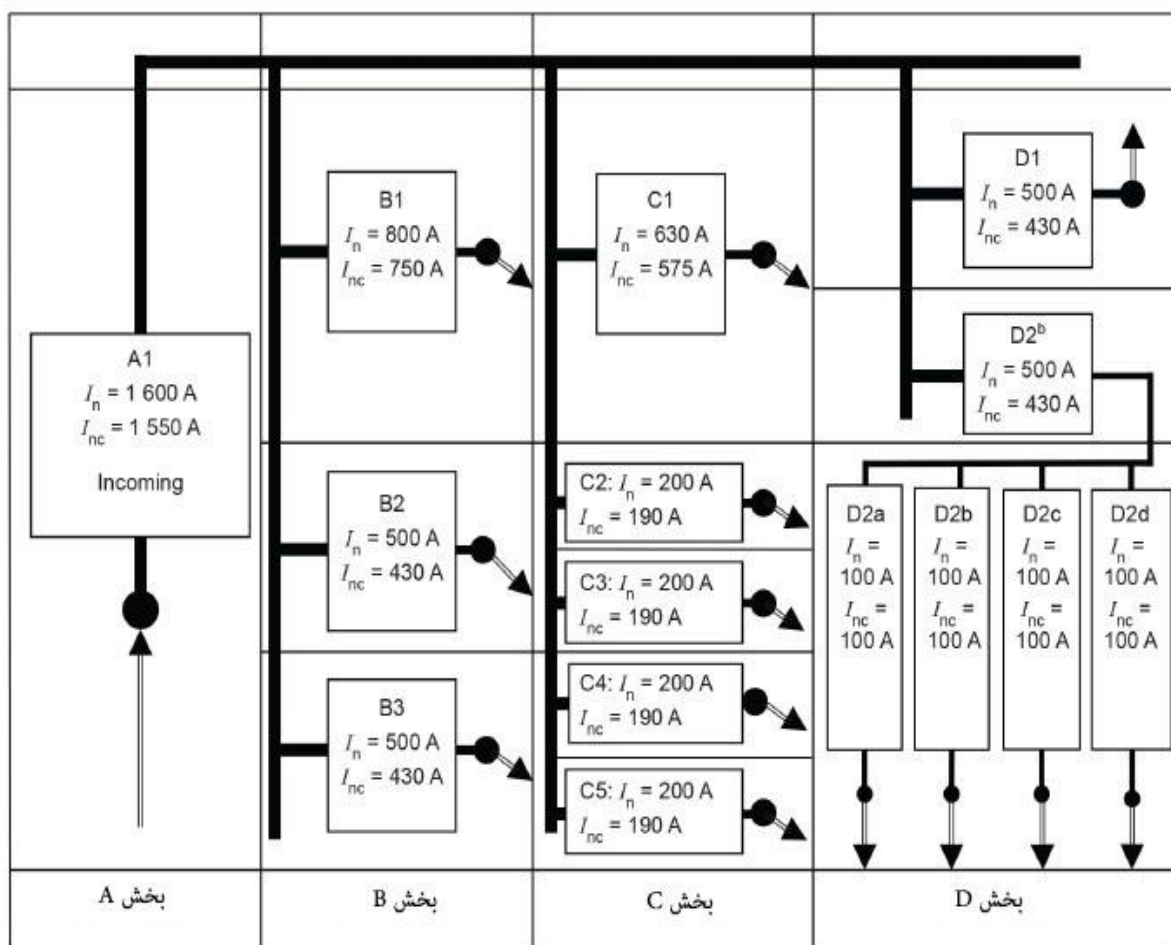
تأمین تابلوهایی که در آنها تمام مدارهای خروجی بتوانند به طور پیوسته در جریان اسمی I_{nc} به کار انداخته شوند، غیر ضروری است و استفاده بی‌رویه از مواد و منابع می‌باشد. این استاندارد الزامات عملی را در مورد تابلوهایی که ضریب هم‌زمانی اسمی مطابق زیربند ۳-۸-۱۱ دارند را مشخص می‌کند.

با تعیین یک ضریب هم‌زمانی اسمی، سازنده تابلو شرایط بارگذاری «میانگین» که تابلو برای آن طراحی شده است را مشخص می‌کند. ضریب هم‌زمانی اسمی، مقدار جریان اسمی I_{nc} را که مدارهای خروجی درون تابلو می‌توانند به طور پیوسته و هم‌زمان تحت آن بارگذاری شوند را تایید می‌کند. در تابلوهایی که کل جریان‌های اسمی مدارهای خروجی که با ضریب اسمی هم‌زمانی به کار انداخته می‌شوند، از ظرفیت مدارهای ورودی بیشتر باشد، ضریب هم‌زمانی فقط برای هر ترکیب از مدارهای خروجی که برای توزیع جریان ورودی استفاده می‌شود، اعمال می‌گردد.

ث-۲ ضریب همزمانی اسمی برای مدارهای خروجی داخل تابلو

ث-۲-۱ کلیات

ضریب همزمانی اسمی در زیربند ۴-۵ مشخص شده است. برای تابلو نوعی نشان داده شده در شکل ث-۱، مثال‌های چیدمان بارگذاری برای جدول همزمانی در جدول ث-۱ ارائه شده است و در شکل ث-۲ و ث-۳ نشان داده شده است.



الف برای هر واحد کارکردی (A1 و B1 و غیره)، جریان اسمی مدار I_{nc} نشان داده شده است.

الف- جریان اسمی یک مدار از تابلو ممکن است از جریان اسمی وسیله کمتر باشد.

ب- اگر جریان اسمی D2 کمتر از مجموع جریان‌های اسمی مدارهای D2a تا D2b باشد، به علاوه با عملکرد خوب مهندسی، آنگاه D2 از حفاظت اضافه جریان مناسب برخوردار است.

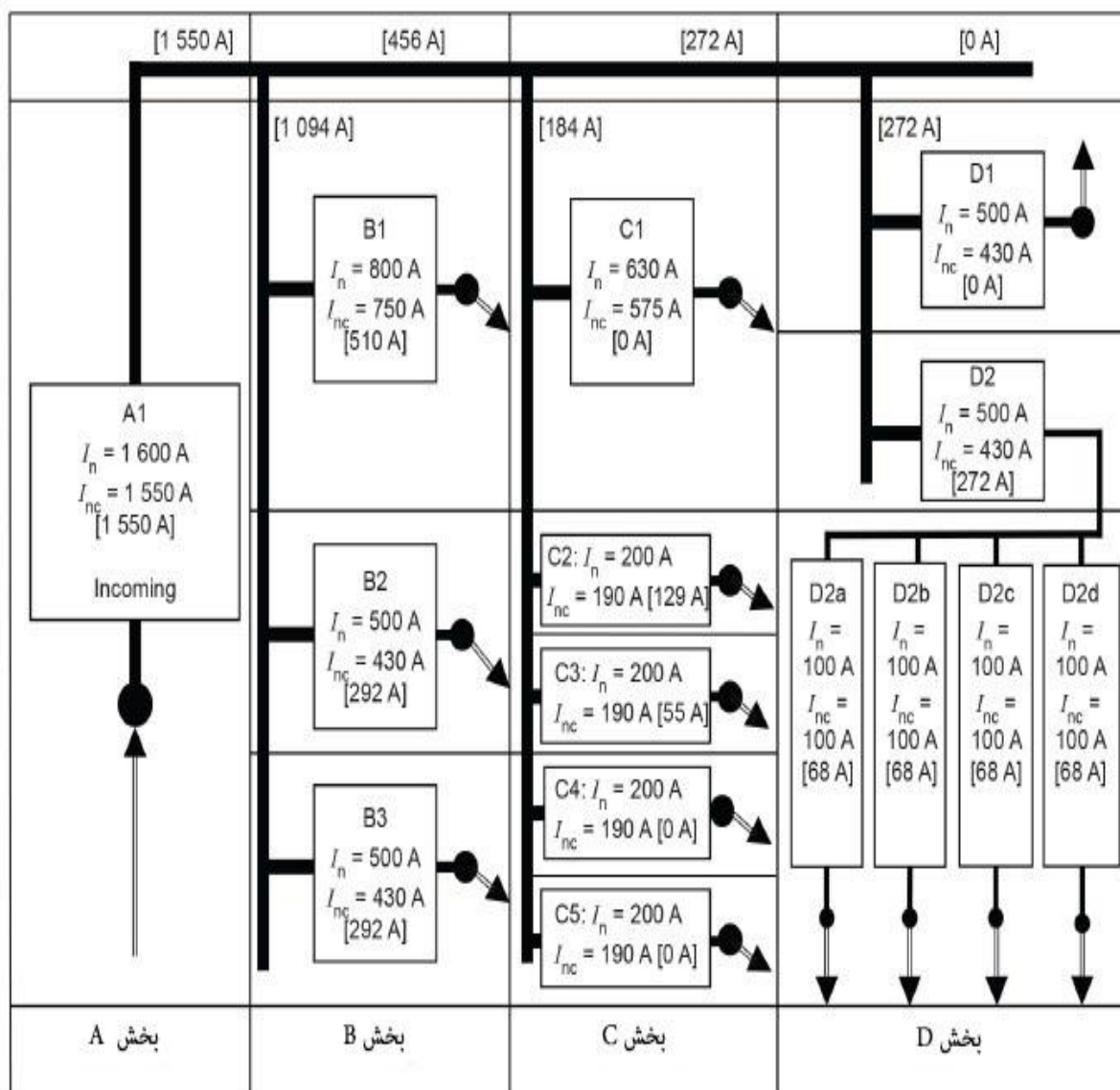
شکل ث-۱- تابلو رایج

جدول ث-۱ - مثال‌های بارگذاری تابلو

D2d	D2c	D2b	D2a	D2	D1	C5	C4	C3	C2	C1	B3	B2	B1	A1	واحد کارکردی
جریان (A)															
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۵۰۰	۵۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۲۰۰	۶۳۰	۵۰۰	۵۰۰	۸۰۰	۱۶۰۰	مقادیر جریان وسیله I_n
۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۱۰۰	۴۳۰	۴۳۰	۱۹۰	۱۹۰	۱۹۰	۱۹۰	۵۷۵	۴۳۰	۴۳۰	۷۵۰	۱۵۵۰	واحد کارکردی - جریان اسمی وسیله I_{nc} (به شکل ث-۱) مراجعه شود)
۶۸	۶۸	۶۸	۶۸	۲۷۲ ^پ	۰	۰	۰	۵۵ ^{الف}	۱۲۹	۰	۲۹۲	۲۹۲	۵۱۰	۱۵۵۰	مثال ۱ شکل ث-۲ ضریب همزمانی تابلو ۰/۶۸
۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۰	۶۴ ^{الف}	۱۲۹	۳۹۱	۲۵۸	۲۵۸	۴۵۰	۱۵۵۰	مثال ۲ شکل ث-۳ ضریب همزمانی: ۰/۶ = بخش B ۰/۶۸ = بخش C
الف- جریان تعادل به مدار ورودی بار به جریان اسمی آن ب- جریان اسمی واحد کارکردی (مدار) در تابلو ممکن است از جریان اسمی وسیله کمتر باشد. پ- حداکثر بار از تابلو توزیع با ضریب همزمانی ۰/۶۸															

ث-۲-۲ مثال یک تابلو با ضریب همزمانی ۰/۶۸

شکل ث-۲ مثالی از بارگذاری تابلو را با ضریب همزمانی برابر با ۰/۶۸ نشان می‌دهد.

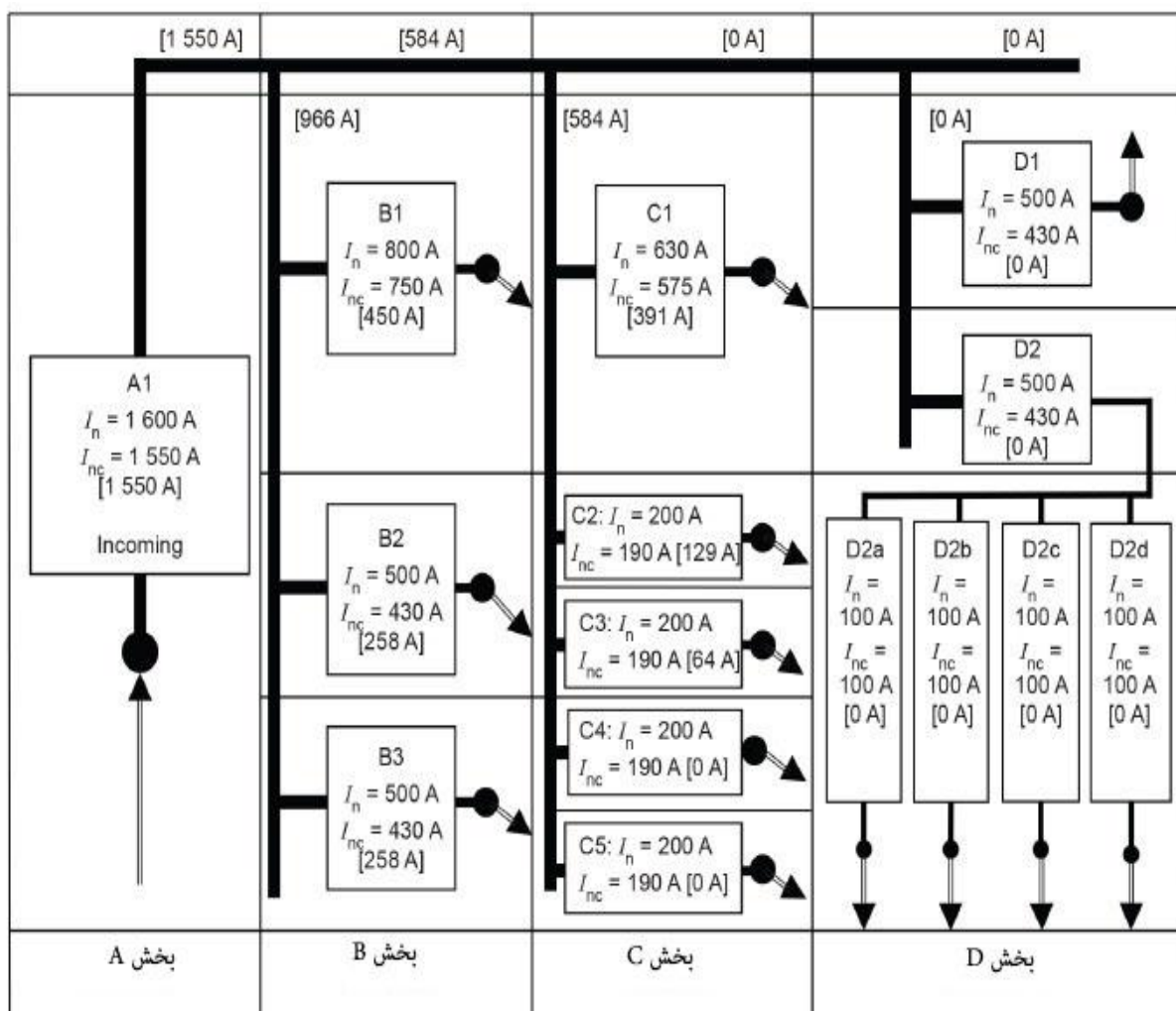


بارگذاری واقعی توسط اعداد داخل کروشه مشخص شده است. برای مثال $[292\text{ A}]$
 بارگذاری بخش شینه توسط اعداد داخل کروشه مشخص شده است. برای مثال $[1094\text{ A}]$

شکل ث-۲: مثال ۱: جدول ث-۱ بارگذاری واحد کارکرد برای تابلو با ضریب همزمانی اسمی ۰/۶۸

ث-۲-۳ مثال یک تابلو با ضریب همزمانی اعلام شده برای هر بخش

شکل ث-۳ مثالی از بارگذاری تابلو را با ضرایب همزمانی ۰/۶ و ۰/۶۸ در بخش‌های متفاوت نشان می‌دهد.



بارگذاری واقعی توسط اعداد داخل کروشه نشان داده شده است. برای مثال [450A]
بارگذاری شینه توسط اعداد داخل کروشه مشخص شده است. برای مثال [584 A]

شکل ث-۳ - مثال ۲: جدول ث-۱ بارگذاری واحدهای کارکرد برای تابلو با ضریب همزمانی ۰/۶ در بخش B
و ضریب همزمانی ۰/۶۸ در بخش C

پیوست ج

(الزامی)

اندازه‌گیری فواصل هوایی و خزشی

ج-۱ اصول پایه

پهنای شیارها که از مثال‌های ۱ تا ۱۱ با حروف X مشخص شده است، اصولاً بر حسب تابعی از آلودگی به شرح جدول ج-۱ در مورد همه مثال‌ها معتبر می‌باشد.

جدول ج-۱ حداقل پهنای شیارها

درجه آلودگی	X حداقل مقادیر پهنای شیارها mm
۱	۰٫۲۵
۲	۱٫۰
۳	۱٫۵
۴	۲٫۵

در صورتی که فاصله هوایی مربوط کمتر از ۳ mm باشد، حداقل پهنای شیار می‌تواند به یک سوم این فاصله کاهش یابد.

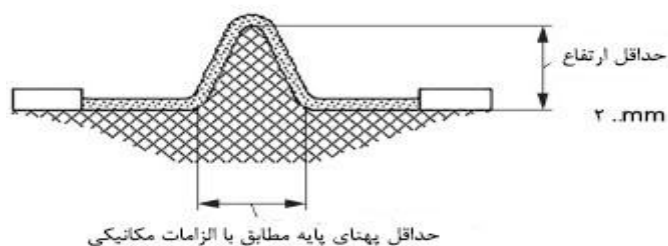
روش‌های اندازه‌گیری فاصله هوایی و خزشی در مثال‌های ۱ تا ۱۱ نشان داده شده است. در این مثال‌ها، تمایزی بین شکاف‌های هوایی و شیارها یا بین انواع عایق‌ها وجود ندارد.

علاوه براین:

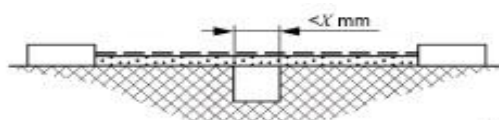
- در مورد گوشه‌های فرو رفته موجود در مسیر اندازه‌گیری، فرض بر این است که این گوشه‌ها در نامساعدترین محل با پهنای X (برحسب mm) از مواد عایقی پر شده‌اند (به مثال ۳ مراجعه شود).
- در صورتی که فاصله بین دو شیار در قسمت بالایی آن برابر یا بیشتر از X (برحسب mm) باشد، فاصله خزشی در طول انحنا شیار اندازه‌گیری می‌شود (به مثال ۲ مراجعه شود).
- فاصله هوایی و خزشی بین قطعاتی که نسبت به یکدیگر حرکت می‌کنند، در حالتی اندازه‌گیری می‌شود که این قطعات در نامساعدترین وضعیت خود می‌باشد.

ج-۲ استفاده از برآمدگی

با توجه به تاثیر برآمدگی‌ها در آلودگی و اثر خشک‌کنندگی بهتر آنها، برآمدگی‌ها جریان نشنی را به طور قابل ملاحظه‌ای کاهش می‌دهند. بنابراین فواصل خزشی می‌تواند به ۰٫۸ مقدار مقرر شده کاهش داده شود به شرطی که حداقل ارتفاع برآمدگی ۲ mm باشد (به قسمت الف از شکل ج-۱ مراجعه شود).

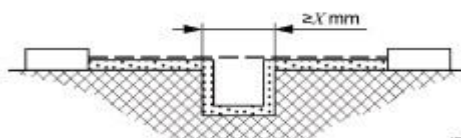


شکل ج-۱ الف) اندازه‌گیری برآمدگی‌ها: مثال‌ها



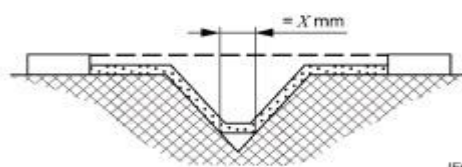
شرایط: این فاصله خزشی شامل شیار با کناره‌های موازی یا همگرا با هر عمق و پهنای کمتر از X mm است.
قواعد: فاصله خزشی و هوایی همان‌طور که نشان داده شده است، مستقیماً در سراسر شیار اندازه‌گیری می‌شود.

شکل ج-۲ ب) مثال ۱



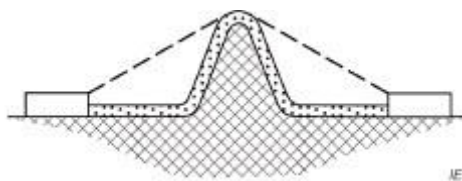
شرایط: مسیر فاصله خزشی شامل یک شیار با کناره‌های موازی با هر عمق و پهنای برابر یا بیشتر از X mm است.
قواعد: فاصله هوایی برابر با فاصله خط دید است. مسیر فاصله خزشی از خط شیار پیروی می‌کنند.

شکل ج-۱ ب) مثال ۲



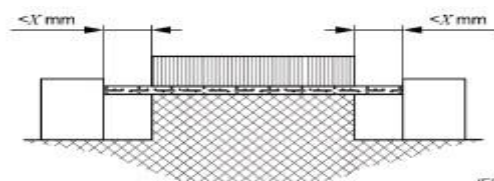
شرایط: مسیر فاصله خزشی شامل یک شیار V شکل با پهنای بیشتر از X mm است.
قواعد: فاصله هوایی برابر با «فاصله خط دید» است. مسیر فاصله خزشی از خط شیار پیروی می‌کند اما با خط رابط به طول X mm در ته شیار کوتاه تر می‌شود.

شکل ج-۱ ت) مثال ۳



شرایط: مسیر فاصله خزشی شامل یک برآمدگی است.
قواعد: فاصله هوایی برابر با کوتاهترین فاصله هوایی مستقیم از بالای برآمدگی است. مسیر فاصله خزشی از برآمدگی پیروی می‌کند.

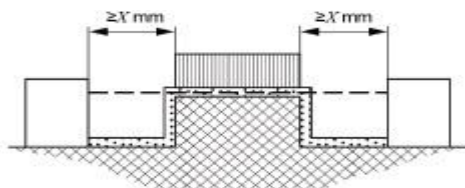
شکل ج-۱ (ث) مثال ۴



شرایط: مسیر فاصله خزشی شامل محل اتصال بین دو قطعه به هم چسبانده نشده، می‌باشد و در هر طرف آن شیارهایی با پهنای کمتر از X mm وجود دارد.

قواعد: مسیرهای فاصله خزشی و فاصله هوایی، فاصله خط دید مستقیم مطابق شکل می‌باشد.

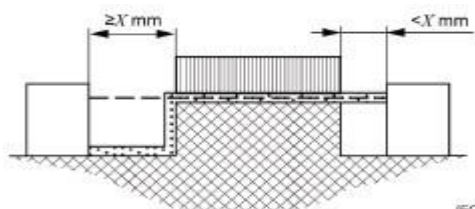
شکل ج-۱ (ج) مثال ۵



شرایط: مسیر فاصله خزشی شامل محل اتصال بین دو قطعه به هم چسبانده نشده، می‌باشد و در هر طرف آن شیارهایی با پهنای برابر یا بیشتر از X mm وجود دارد.

قواعد: فاصله هوایی، فاصله خط دید مستقیم است. مسیر فاصله خزشی از شیارها پیروی می‌کند.

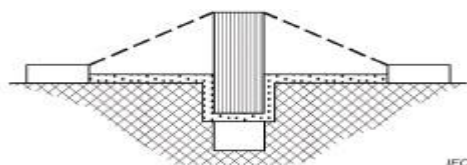
شکل ج-۱ (چ) مثال ۶



شرایط: مسیر فاصله خزشی شامل محل اتصال بین دو قطعه به هم چسبانده نشده، می‌باشد و دارای شیار با پهنای کمتر از X mm در یک طرف و شیار با پهنای برابر یا بیشتر از X mm در طرف دیگر است.

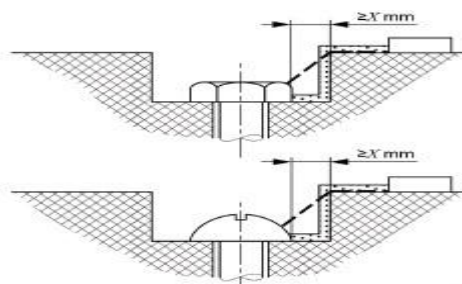
قواعد: مسیر فواصل هوایی و خزشی مطابق شکل می‌باشد.

شکل ج-۱ (ح) مثال ۷



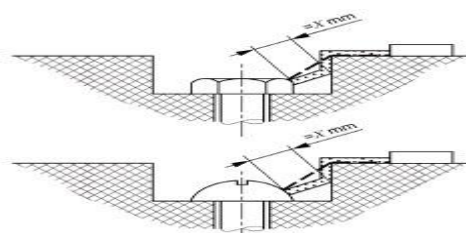
شرایط: فاصله خزشی از طریق محل اتصال دو قطعه به هم چسبانده نشده، کمتر از فاصله خزشی بر روی مانع است.
قواعد: فاصله هوایی، کمترین فاصله هوایی مستقیم از بالای مانع است.

شکل ج-۱ (خ) مثال ۸



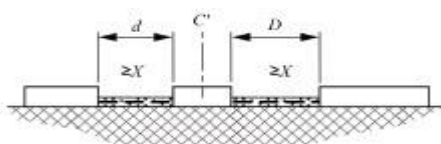
شرایط: شکاف بین سر پیچ و دیواره فرورفتگی به حد کافی زیاد می‌باشد و در نظر گرفته می‌شود.
قواعد: مسیرهای فاصله هوایی و فاصله خزشی مطابق شکل نشان داده شده است.

شکل ج-۱ (د) مثال ۹



شرایط: شکاف هوایی بین سر پیچ و دیواره فرورفتگی خیلی کم است و از این جهت در نظر گرفته نمی‌شود.
قواعد: اگر فاصله برابر با $X \text{ mm}$ باشد، فاصله خزشی از پیچ تا دیواره اندازه‌گیری می‌شود.

شکل ج-۱ (ذ) مثال ۱۰



فاصله هوایی برابر با $d + D$ می‌باشد.
فاصله خزشی برابر با $d + D$ می‌باشد
راهنما:

فواصل هوایی

فواصل خزشی

شکل ج-۱- اندازه‌گیری فواصل هوایی و خزشی

پیوست چ (الزامی)

رابطه بین ولتاژ نامی سیستم تغذیه و ولتاژ ضربه‌ای قابل تحمل اسمی تجهیزات

در این پیوست، اطلاعات لازم مربوط به انتخاب تجهیزات برای استفاده در یک مدار داخل سیستم الکتریکی یا بخشی از آن ارائه می‌شود. جدول چ-۱ مثال‌هایی از ارتباط بین ولتاژهای نامی سیستم تغذیه و ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی تجهیزات مربوط به آنها را ارائه می‌دهد.

مقادیر ولتاژ ضربه‌ای اسمی داده شده در جدول چ-۱ مطابق با زیربند ۳-۳-۴ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۰۵ می‌باشند. اطلاعات بیشتر در مورد معیار انتخاب یک رده اضافه ولتاژ مناسب برای حفاظت اضافه ولتاژ (در صورت لزوم) در استاندارد IEC 60364-4-44:2007/AMD1:2015 و IEC 60364-4-44:2007/AMD2:2018 بند 443 داده شده است. کنترل اضافه‌ولتاژها در رابطه با مقادیر جدول چ-۱ می‌تواند با وجود شرایطی در سیستم تغذیه مثل وجود یک امپدانس یا کابل تغذیه مناسب، حاصل شود.

جدول چ-۱- ارتباط بین ولتاژ نامی منبع تغذیه و ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی تجهیزات

مقادیر ترجیحی ولتاژ قابل تحمل ضربه‌ای اسمی (۱/۲/۵۰ μ S در ۲۰۰۰ m kV)				ولتاژ نامی منبع تغذیه ($\geq$ از ولتاژ عایق‌بندی اسمی تجهیزات)				حداکثر مقدار ولتاژ بهره‌برداری اسمی نسبت به زمین، موثر AC RMS or DC V
I	III	II	IV	AC RMS or DC	AC RMS or DC	AC RMS	AC RMS	V
۰٫۳۳	۰٫۵	۰٫۸	۱٫۵		۲۴٫۲۵، ۱۲٫۵ ۳۰٫۴۲، ۴۸	-	-	۵۰
۰٫۵	۰٫۸	۱٫۵	۲٫۵	-	۶۰	۶۶	۶۶/۱۱۵	۱۰۰
۰٫۸	۱٫۵	۲٫۵	۴	۱۱۰-۲۲۰ ۱۲۰-۲۴۰	۱۱۰، ۱۲۰	۱۱۵، ۱۲۰ ۱۲۷	۱۲۰/۲۰۸ ۱۲۷/۲۲۰	۱۵۰
۱٫۵	۲٫۵	۴	۶	۲۲۰-۴۴۰	۲۲۰	۲۳۰، ۲۲۰ ۲۶۰، ۲۴۰ ۲۷۷	۲۳۰/۴۰۰، ۲۲۰/۳۸۰ ۲۶۰/۴۴۰، ۲۴۰/۴۱۵ ۲۷۷/۴۸۰	۳۰۰
۲٫۵	۴	۶	۸	۴۸۰-۹۶۰	۴۸۰	۳۴۷، ۳۸۰، ۴۰۰ ۴۱۵، ۴۴۰، ۴۸۰ ۵۰۰، ۵۷۷، ۶۰۰	۳۸۰/۳۴۷، ۶۶۰/۶۰۰ ۴۱۵/۴۰۰، ۷۲۰/۶۹۰ ۴۸۰/۸۳۰	۶۰۰
۴	۶	۸	۱۲	-	۱۰۰۰	۶۶۰ ۶۹۰، ۷۲۰، ۸۳۰، ۱۰۰۰	-	۱۰۰۰

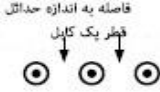
پیوست ح
(آگاهی‌دهنده)

جریان عملکرد و اتلاف توان کابل‌های مسی

جدول ح-۱ و ح-۲ مقادیر راهنما را برای جریان‌های عملکردی کابل تکرشته‌ای مسی و تلفات توان در شرایط ایده آل در داخل تابلو ارائه می‌کند. روش‌های محاسبه به کار رفته برای تعیین این مقادیر ارائه شده تا بتوان این مقادیر را در سایر شرایط محاسبه کرد.

جدول ح-۱ - جریان عملکرد و اتلاف توان کابل های تک رشته ای مسی با دمای مجاز هادی

۷۰ °C (دمای هوای داخل تابلو ۵۵ °C)

آرایش هادی							
کابل تک رشته در مجرای کابل روی دیوار، افقی و عمودی.		کابل های تک رشته، در هوا یا روی سینی مشبک		کابل تک رشته، به صورت افقی در هوای آزاد قرار گرفته اند.			
۶ کابل (۲ مدار سه فاز به مداوم بارگذاری می شود).		۶ کابل (۲ مدار سه فاز به صورت مداوم بارگذاری می شود).					
سطح مقطع هادی mm ²	مقاومت هادی در ۲۰ °C R_{20}^f mΩ/m	حداکثر جریان بهره برداری I_{max}^P A	تلفات توان در هادی P_V W/m	حداکثر جریان بهره برداری I_{max}^P A	تلفات توان در هادی P_V W/m	حداکثر جریان بهره برداری I_{max}^P A	تلفات توان در هادی P_V W/m
۰.۵	۳۶	۳.۵	۰.۶	---	---	---	---
۰.۷۵	۲۴.۵	۵	۰.۷	---	---	---	---
۱	۱۸.۱	۶	۰.۷	---	---	---	---
۱.۵	۱۲.۱	۷.۵	۰.۸	۹	۱.۳	۱۵	۳.۲
۲.۵	۷.۴۱	۱۰	۰.۹	۱۳	۱.۵	۲۱	۳.۷
۴	۴.۶۱	۱۴	۱	۱۸	۱.۷	۲۸	۴.۲
۶	۳.۰۸	۱۸	۱.۱	۲۳	۲	۳۶	۴.۷
۱۰	۱.۸۳	۲۴	۱.۳	۳۲	۲.۳	۵۰	۵.۴
۱۶	۱.۱۵	۳۳	۱.۵	۴۴	۲.۷	۶۷	۶.۲
۲۵	۰.۷۲۷	۴۳	۱.۶	۵۹	۳	۸۹	۶.۹
۳۵	۰.۵۲۴	۵۴	۱.۸	۷۴	۳.۴	۱۱۰	۷.۷
۵۰	۰.۳۸۷	۶۵	۲	۹۰	۳.۷	۱۳۴	۸.۳
۷۰	۰.۲۶۸	۸۳	۲.۲	۱۱۶	۴.۳	۱۷۱	۹.۴
۹۵	۰.۱۹۳	۱۰۱	۲.۴	۱۴۲	۴.۷	۲۰۸	۱۰
۱۲۰	۰.۱۵۳	۱۱۷	۲.۵	۱۶۵	۵	۲۴۲	۱۰.۷
۱۵۰	۰.۱۲۴			۱۹۱	۵.۴	۲۷۸	۱۱.۵
۱۸۵	۰.۰۹۹۱			۲۲۰	۵.۷	۳۱۸	۱۲
۲۴۰	۰.۰۷۵۴			۲۶۰	۶.۱	۳۷۵	۱۲.۷
۳۰۰	۰.۰۶۰۱			۳۰۱	۶.۶	۴۳۲	۱۳.۵

الف- مقادیر از جدول ۲، ستون ۸، استاندارد ملی ایران شماره ۳۰۸۴ گرفته شده است (هادی های مسی به هم تابیده شده)

ب- ظرفیت عبور جریان I_{30} برای مدار سه فاز از استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۱۹۳۷ جدول ب-۵۲-۴ (روش مرجع نصب: مورد B₁ در جدول ب-۵۲) $k_2 = ۰.۸$ (مورد در جدول ب-۵۲، دو مدار)

پ- ظرفیت عبور جریان I_{30} برای یک مدار سه فاز از استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۱۹۳۷ جدول ب-۵۲-۱۰ ستون ۵ (روش نصب: مورد f در ستون اول از جدول ب-۵۲). مقادیر برای سطح مقطع کمتر از ۲۵ mm² با استفاده از پیوست ت استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۱۹۳۷ محاسبه شده است. $k_2 = ۰.۸۸$ (براساس تجربه مورد ۴ جدول ب-۵۲، دو مدار، بر اساس جدول ب-۵۲-۲۱ مورد استفاده قرار گرفته است).

ت- ظرفیت عبور جریان I_{30} برای یک مدار سه فاز از استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۱۹۳۷ جدول ب-۵۲-۱۰ ستون ۷ (روش نصب: مورد G در ستون اول از جدول ب-۵۲). مقادیر برای سطح مقطع کمتر از ۲۵ mm² با استفاده از پیوست ت استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۱۹۳۷ محاسبه شده است. $k_2 = ۱$

ث- ضرایب بر اساس کابلهای اجرا شده به صورت افقی می باشند زیرا تاثیر ناچیزی بر کابل های عمومی داخل تابلو دارند.

$$I_{max} = I_{30} \times k_1 \times k_2$$

$$P_V = I_{max}^2 \times R_{20} \times [1 + a \times (T_c - 20^\circ C)]$$

که در آن:

k_1 : ضریب کاهشی برای دمای هوای داخل محفظه اطراف هادی‌ها است (جدول ب-۵۲-۱۴ استاندارد ملی ایران شماره ۵۲-۵-۱۹۳۷)

$k_1 = 0.61$ برای دمای هادی $70^\circ C$ و دمای هوای محیط $55^\circ C$

k_1 برای سایر دماهای هوا: به جدول ح-۲ مراجعه شود.

k_2 : ضریب کاهشی برای گروهی بیش از یک مدار (به پانوش‌ت ب، پ، ث از جدول ح-۱ مراجعه شود)

α : ضریب دمایی مقاومت $a = 0.004 K^{-1}$

T_c : دمای هادی

I_{30} : حداکثر جریان عملکرد یک هادی برای دمای هوا اطراف هادی $30^\circ C$

جدول ح-۲ ضریب کاهشی برای کابل‌ها با دمای هادی مجاز $70^\circ C$

(اقتباس از جدول ب-۵۲-۱۴ استاندارد ملی ایران ۵۲-۵-۱۹۳۷)

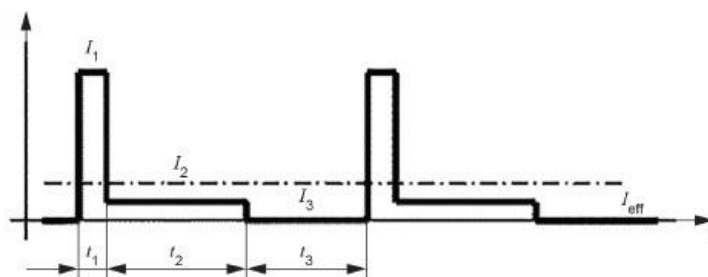
دمای هوای داخل محفظه اطراف هادی‌ها $^\circ C$	ضریب کاهشی k_1
۲۰	۱/۱۲
۲۵	۱/۰۶
۳۰	۱/۰۰
۳۵	۰/۹۴
۴۰	۰/۸۷
۴۵	۰/۷۹
۵۰	۰/۷۱
۵۵	۰/۶۱
۶۰	۰/۵۰

چنانچه جریان عملکرد در جدول ح-۱ با استفاده از ضریب کاهشی k_1 برای سایر دماها تغییر کند، در این صورت تلفات توان مربوط به آن باید با استفاده از رابطه فوق محاسبه گردد.

پیوست خ (آگاهی دهنده)

تعادل حرارتی یک جریان متناوب

حرارت تلف شده در مدارها ناشی از اجزا با تلفات ژول متناسب با مقدار موثر جریان است. یک جریان موثر معادل، که بیانگر تاثیرات حرارتی جریان متناوب واقعی می باشد، می تواند با استفاده از فرمول ارائه شده در شکل خ-۱ محاسبه شود. با این رابطه می توان جریان موثر حقیقی معادل حرارتی (I_{eff}) را در حالت کار تناوبی تعیین کرد. و در نتیجه الگوی بار مجاز را تعیین کرد. به جز در مواردی که اطلاعات خاصی در مورد ثابت های زمان حرارتی در دسترس باشد، بهتر است زمان های روشن بودن کمتر از 30 min باشد و این زمان کمتر از زمان خاموش شدن باشد زیرا وسایل کوچک می توانند از قبل به تعادل حرارتی خود برسند. برای کاربردهای DC، ملاحظات یکسان با استفاده از مقدار میانگین جریان به جای مقدار موثر کاربرد دارد. جریان معادل حرارتی برای بارهای متناوب متغیر قابل پیش بینی نباید از جریان اسمی گروه مدار تابلو I_{ng} بیشتر شود. مگر اینکه اطلاعات دقیق برای بارگذاری مدارهای مجاور در دسترس باشد.



$$I_{eff} = \sqrt{\frac{I_1^2 \times t_1 + I_2^2 \times t_2 + I_3^2 \times t_3}{t_1 + t_2 + t_3}}$$

راهنما:

I_1	زمان شروع در جریان	t_1
I_2	زمان اجرا در جریان	t_2
$I_3 = 0$	زمان فاصله در	t_3
	زمان چرخه	$t_1 + t_2 + t_3$

شکل خ-۱ مثال محاسبه اثر گرمایش میانگین

پیوست د

(الزامی)

سازگاری الکترومغناطیسی (EMC)

د-۱ کلیات

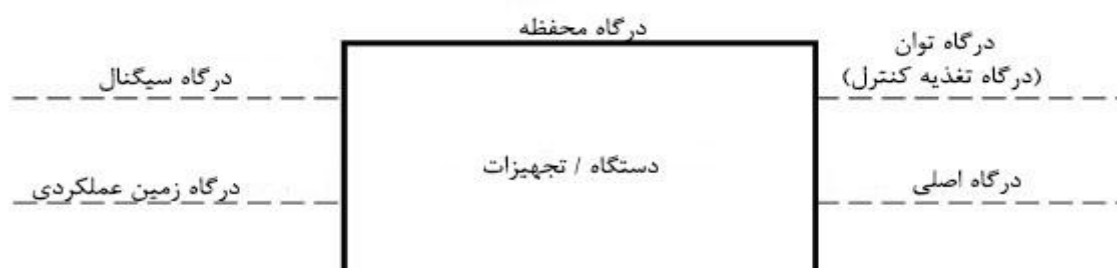
شماره زیربندهای این پیوست با شماره بندهای اصلی متن این استاندارد هم ردیف است.

د-۳ اصطلاحات و تعاریف

در این پیوست، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود (به شکل د-۱ مراجعه شود).

د-۳-۸-۱۳-۱ درگاه

یک واسط خاص مربوط به وسیله‌ای معین دارای محیط الکترومغناطیسی خارجی



شکل د-۱ مثال‌هایی از درگاه‌ها

د-۳-۸-۱۳-۲ ورودی محفظه

مرز فیزیکی دستگاه که میدان‌های الکترومغناطیسی می‌توانند از آن تابش کرده یا به آن بخورند.

د-۳-۸-۱۳-۳ درگاه زمین عملکردی

درگاه به غیر از سیگنال؛ درگاه تغذیه یا درگاه کنترل که برای اتصال به زمین برای مقاصد غیر از ایمنی الکتریکی در نظر گرفته شده است.

د-۳-۸-۱۳-۴ درگاه سیگنال

درگاهی که در آن یک هادی یا کابل حامل اطلاعات برای انتقال داده‌ها به دستگاه متصل می‌شود.

یادآوری - مثال‌هایی در این مورد، ورودی‌های آنالوگ، خط‌های کنترل و خروجی، گذرگاه‌های داده، شبکه‌های ارتباطی می‌باشد.

د-۳-۸-۱۳-۵ درگاه توان

درگاه تغذیه کنترل

درگاهی که در آن یک هادی یا کابل حامل توان الکتریکی اولیه، برای عمل (کارکرد) دستگاه یا دستگاه‌های وابسته مورد نیاز، به دستگاه متصل می‌شود.

[منبع: برگرفته از زیربند 3-9-3 استاندارد IEC 60947-1:2020]

د-۳-۸-۱۳-۶ درگاه اصلی

درگاهی که یک هادی یا کابل را به یک قطب مدار اصلی یا تجهیزات متصل می‌کند.

د-۹-۴ الزامات عملکردی

د-۹-۴-۱ کلیات

در مورد اکثر تابلوهای مشمول دامنه کاربرد این استاندارد، دو شرایط محیطی در نظر گرفته شده است و به عنوان شرایط محیطی A و شرایط محیطی B ارجاع می‌شود.

الف - محیط A

محیط A مربوط به شبکه تغذیه از طریق یک ترانسفورماتور با ولتاژ بالا یا متوسط است که به تغذیه تاسیسات صنعتی یا مکان‌های مشابه متصل می‌شود و در نظر است در مکان‌های صنعتی یا نزدیک به آن کار کند، همان‌طور که در زیر توضیح داده می‌شود. این استاندارد همچنین در مورد دستگاه‌هایی که با باتری کار می‌کنند و برای استفاده در محیط صنعتی می‌باشند نیز کاربرد دارد.

محیط‌های صنعتی هم فضای بسته و هم فضای باز را شامل می‌شود.

مکان‌های صنعتی علاوه بر این توسط وجود یک یا چند مثال زیر نیز مشخص می‌شوند:

- دستگاه‌های صنعتی، علمی و پزشکی (ISM) (همان‌طور که در استاندارد

CISPR 11:20155.AMD1:2016 مشخص شده است)؛

- بارهای القایی و خازنی شدید که به طور مکرر قطع و وصل می‌شوند؛

- جریان‌ها و میدان‌های مغناطیسی مربوط به آنها بالا باشد.

یادآوری ۱- استانداردهای EMC عمومی برای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در محیط‌های صنعتی، استاندارد ملی ایران شماره ۶-۲-۷۲۶۰ در مورد ایمنی و استاندارد IEC 61000-6-4:2018 در مورد انتشار می‌باشد. الزامات EMC برای تابلوها در محیط‌های صنعتی در این استاندارد، در راستای همین استاندارد هستند.

ب- محیط B

مربوط به شبکه اصلی عمومی با ولتاژ پایین یا دستگاهی است که به یک منبع DC اختصاصی متصل می‌شوند و واسطی هستند بین دستگاه و شبکه تغذیه عمومی فشار ضعیف. این محیط همچنین در مورد دستگاه‌هایی که با باتری کار می‌کنند یا توسط شبکه توزیع فشار ضعیف غیرعمومی اما غیرصنعتی تغذیه می‌شوند و برای استفاده در محیط‌های صنعتی است، کاربرد دارد، اگر دستگاه برای کار در عمل‌های زیر در نظر گرفته شده باشد.

محیط‌های B سنگین شامل مناطق مسکونی، تجاری، صنعتی سبک هم در فضای بسته و هم در فضای باز می‌باشد. موارد زیر اگرچه جامع نیست اما مشخصات مکان‌هایی که در گروه B قرار می‌گیرند را مشخص می‌کند.

- املاک مسکونی برای مثال، خانه‌ها- آپارتمان‌ها؛

- خرده فروشی‌ها برای مثال فروشگاه‌ها، سوپر مارکت‌ها؛

- مکان‌های تجاری برای مثال ادارات، بانک‌ها؛

- مناطق تفریحات عمومی برای مثال سینماها، مکان‌های عمومی و سالن‌های ورزشی؛

- مکان‌های در فضای باز مثل پمپ بنزین‌ها- پارکینگ‌ها، مراکز سرگرمی و ورزشی؛

- مکان‌های صنایع سبک برای مثال کارگاه‌ها، آزمایشگاه‌ها، مراکز خدماتی؛

مکان‌هایی که باید به صورت مستقیم از طریق شبکه اصلی عمومی ولتاژ ضعیف تغذیه شوند به عنوان مسکونی، تجاری یا صنایع سبک در نظر گرفته می‌شوند.

یادآوری ۲- استانداردهای EMC عمومی برای تجهیزات الکتریکی و الکترونیکی در محیط‌های مسکونی، تجاری و صنایع سبک استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶-۷۲۶۰ در مورد ایمنی و استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶-۷۲۶۰ در ارتباط با انتشار می‌باشد. الزامات EMC برای تابلوها در محیط‌های صنعتی ارائه شده در این استاندارد هم راستا با این استاندارد می‌باشد.

شرایط محیطی (محیط A و یا محیط B) که تابلو مناسب آن است، باید توسط سازنده تابلو تعیین شود.

د- ۹-۴-۲ الزامات آزمون

در بیشتر موارد تابلوها بر پایه تولید تکی، ساخته می‌شوند و مجهز به چند ترکیب تصادفی از وسایل و تجهیزات می‌باشند.

چنانچه شرایط زیر تعیین شده باشد، هیچ آزمون مصونیت یا انتشار در مورد EMC بر روی تابلوهای نهایی الزامی نیست.

الف - وسایل و تجهیزات تعبیه شده با الزامات مربوط به EMC برای محیط‌های تعیین شده (به زیربند د-۹-۴-۱ مراجعه شود) که در استاندارد ویژه محصول یا استانداردهای عمومی EMC الزامی است، مطابقت داشته باشند.

ب- نصب و سیم‌کشی داخلی بر طبق دستورالعمل‌های سازنده وسایل و تجهیزات انجام گیرد (چیدمان و استقرار از لحاظ اثرات متقابل، کابل، غلاف، اتصال به زمین و غیره).
در سایر موارد، الزامات EMC توسط آزمون‌های زیربند د-۱۰-۱۲ تصدیق می‌شود.

د-۹-۴-۳ مصونیت

د-۹-۴-۳-۱ تابلوهای بدون مدارهای الکترونیکی

در شرایط بهره‌برداری عادی، تابلوهایی که مجهز به مدارهای الکترونیکی نمی‌باشند نسبت به اختلال‌های الکترومغناطیسی حساس نیستند و از این رو هیچ آزمون مصونیت لازم نیست.

د-۹-۴-۳-۲ تابلوهای مجهز به مدارهای الکترونیکی

تجهیزات الکترونیکی به کار رفته در تابلوها باید با الزامات مصونیت استاندارد ویژه محصول یا استانداردهای عمومی EMC مطابقت داشته باشند و باید برای محیط EMC مشخص سازنده تابلو مناسب باشند.

در تمام سایر موارد، الزامات EMC باید توسط آزمون‌ها مانند د-۱۰-۱۲ تصدیق شوند.

تجهیزات دارای مدارهای الکترونیکی که در آنها تمام اجزا غیرفعال هستند (برای مثال دیودها، مقاومت‌ها، و وریستورها، خازن‌ها، حذف‌کننده فراتاخت^۱ و سلف‌ها) نیازی به آزمون ندارند.

سازنده تابلو باید معیار عملکرد محصول را مطابق استاندارد مربوط تابلو از سازنده وسیله یا تجهیزات به دست آورد.

د-۹-۴-۴ انتشار

د-۹-۴-۴-۱ تابلوهای بدون مدارهای الکترونیکی

تابلوهایی که به مدارهای الکترونیکی مجهز نیستند، فقط در حین قطع و وصل گاه‌به‌گاه می‌توانند اختلالات الکترومغناطیسی ایجاد کنند. مدت زمان اختلال در حد چند میلی‌ثانیه می‌باشد. تواتر، سطح و پیامدهای انتشارها به عنوان مثال بخشی از محیط الکترومغناطیسی عادی تاسیسات فشار ضعیف می‌باشد. بنابراین فرض می‌شود که الزامات مربوط به انتشار الکترومغناطیسی تامین شده است و تصدیق ضروری نیست.

1-Surge suppressor

د-۹-۴-۲ تابلوهای مجهز به مدارهای الکترونیکی

تجهیزات الکترونیکی به کار رفته در تابلوها باید با الزامات انتشار ویژه محصول یا استانداردهای عمومی EMC مطابقت داشته باشد و باید برای محیط EMC مشخص شده توسط سازنده تابلو مناسب باشند.

تابلوهای مجهز به مدارهای الکترونیکی که تمام اجزا آن غیرفعال هستند (برای مثال دیودها، مقاومتها، وریستورها، خازنها، حذف کننده فراتاخت و سلفها) نیازی به آزمون ندارند.

تابلوهای مجهز به مدارهای الکترونیکی (برای مثال منابع تغذیه متغیر، مدارهای مجهز به میکروپروسسور با زمانهای تناوب تکرار بالا) ممکن است اختلالات الکترومغناطیسی پیوسته‌ای را ایجاد کنند.

در مورد چنین انتشارهایی، مقادیر نباید از حدود تعیین شده در استاندارد ویژه محصول بیشتر شود یا الزامات بند ۹ به همراه جداول ۳ تا ۵ از استاندارد IEC 61000-6-4:2018 در مورد محیط A و/یا بند ۷ به همراه جداول ۱ تا ۴ استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶-۷۲۶۰ در مورد محیط B باید اعمال شود. بدون در نظر گرفتن روش‌های آماری (در صورت وجود) آزمون‌ها باید همان‌طور که در استاندارد ویژه محصول تشریح شده است (در صورت وجود) انجام گیرند و در غیر این صورت مطابق با زیربند د-۱۰-۱۲ انجام می‌شوند.

د-۱۰-۱۲ آزمون‌های سازگاری الکترومغناطیسی EMC

د-۱۰-۱۲-۱ عمومی

واحدهای کارکردی داخل تابلو که الزامات ردیف الف و ب زیربند د-۹-۴-۲ را تامین نمی‌کنند باید در صورت کاربرد، تحت آزمون‌های زیر قرار گیرند.

آزمون‌های انتشار و مصونیت باید مطابق استانداردهای مربوط به EMC انجام گیرند. با این حال، سازنده تابلو باید هرگونه اقدامات تکمیلی ضروری برای تصدیق معیار عملکرد تابلو را در صورت لزوم (برای مثال اعمال زمان‌های توقف- بازگشت- استقرار) مشخص کند.

د-۱۰-۱۲-۲ آزمون‌های مصونیت

د-۱۰-۱۲-۲-۱ تابلوهای بدون مدارهای الکترونیکی

هیچ آزمونی لازم نیست. به زیربند د-۹-۴-۳-۱ مراجعه شود.

د-۱۰-۱۲-۲-۲ تابلوهای مجهز به مدارهای الکترونیکی

آزمون باید مطابق محیط A و B مربوط انجام گیرد. مقادیر در جدول د-۱ و یا د-۲ تعیین شده است، به جز در مواردی که یک سطح آزمون متفاوت در استاندارد ویژه محصول ارائه شده است.

معیار عملکرد باید توسط سازنده تابلو و بر مبنای معیار پذیرش جدول د-۳ تعیین شود.

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۲۱۰۳ (تجدیدنظر دوم): سال ۱۴۰۰

د-۱۰-۱۲-۳ آزمونهای انتشار

د-۱۰-۱۲-۳-۱ تابلوهای بدون مدارهای الکترونیکی

هیچ آزمونی لازم نیست. به زیربند د-۹-۴-۴-۱ مراجعه شود.

د-۱۰-۱۲-۳-۲ تابلوهای مجهز به مدارهای الکترونیکی

سازنده تابلو باید روشهای آزمون به کار رفته را مشخص کند. به زیربند د-۹-۴-۴-۲ مراجعه شود.

حدود انتشار برای محیط B در جداول ۱ تا ۳ از استاندارد IEC 61000-6-3:2006 و استاندارد ملی ایران شماره ۳-۶-۷۲۶۰ ارائه شده است.

اگر تابلو دارای پورتهای ارتباطی باشد، الزامات انتشار استاندارد CISPR 32:2015 مربوط به آن پورت و محیط انتخاب شده باید اعمال شود.

جدول د-۱- آزمون های مربوط به مصونیت EMC برای محیط A (به زیربند د-۱۰-۱۲-۲ مراجعه شود)

نوع آزمون	سطح آزمون الزام شده	معیار عملکرد ^۳
آزمون مصونیت تخلیه الکترومغناطیسی ساکن استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۲	$\pm 4 \text{ kV}$ تخلیه تماسی یا در صورت عدم وجود تخلیه تماسی $\pm 8 \text{ kV}$ / تخلیه از طریق هوا	B
آزمون مصونیت میدان الکترومغناطیسی تابشی با فرکانس رادیویی ۱ GHz تا ۸۰ MHz استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۳ IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007 IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010	۱۰ V/m	A
آزمون مصونیت میدان الکترومغناطیسی تابشی با فرکانس رادیویی ۶ GHz تا ۱/۴ GHz استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۳ IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007	۳ V/m	A
آزمون مصونیت گذارهای سریع/رگبار الکتریکی استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۴	$\pm 2 \text{ kV} / \Delta \text{KHz}$ روی درگاه توان $\pm 1 \text{ kV} / \Delta \text{KHz}$ روی درگاه سیگنال	B
آزمون مصونیت فراتاخت $1.2/50 \mu\text{s}$ - $8/20 \mu\text{s}$ الف IEC 61000-4-5	$\pm 2 \text{ kV}$ (خط به زمین) روی درگاه های توان $\pm 1 \text{ kV}$ (خط به خط) روی درگاه های توان $\pm 1 \text{ kV}$ (خط به زمین) روی درگاه های سیگنال	B
آزمون مصونیت میدان های هدایتی با فرکانس رادیویی ۸۰ MHz تا ۱۵۰ kHz استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۶	۱۰ V (درگاه های توان) ۱۰ V ^ج (درگاه های سیگنال)	A
آزمون مصونیت میدان مغناطیسی با فرکانس شبکه ^۳ استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۸	۳۰ A/m ^ب	A
آزمون مصونیت کاهش ولتاژ (۵۰ Hz/۶۰ Hz) IEC 61000-4-11:2004 استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۱۱	کلاس ۲ پ،ت،ث ۰٪ در حین ۰/۵ چرخه و ۱ چرخه ۴۰٪ در حین ۱۰/۱۲ چرخه ۷۰٪ در حین ۲۵/۳۰ چرخه ۸۰٪ در حین ۲۵۰/۳۰۰ چرخه	کلاس ۳ پ،ت،ث ۰٪ در حین ۰/۵ چرخه و ۱ چرخه ۴۰٪ در حین ۱۰/۱۲ چرخه ۷۰٪ در حین ۲۵/۳۰ چرخه ۸۰٪ در حین ۲۵۰/۳۰۰ چرخه
آزمون مصونیت قطع های کوتاه مدت IEC 61000-4-11:2004 استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۱۱	کلاس ۲ ۰٪ در حین ۲۵۰/۳۰۰ چرخه	کلاس ۳ ۰٪ در حین ۲۵۰/۳۰۰ چرخه

یادآوری - برای معیار عملکردی به جدول د-۳ مراجعه شود.

الف - با توجه به قابلیت کاربرد، به زیربندهای ۲-۷ و ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۵ مراجعه شود (برای درگاه های ورودی/خروجی ولتاژ پایین DC (V) ≤ 60) قابل کاربرد نیست، هنگامی که مدارهای ثانویه (جدا شده از برق AC اصلی) در معرض اضافه ولتاژهای گذرا قرار نمی گیرند.)
ب - فقط در مورد دستگاه های مجهز به وسایل آسیب پذیر نسبت به میدان مغناطیسی معتبر است.
پ - درصد ارائه شده به معنای درصد ولتاژ بهره برداری اسمی می باشد. برای مثال ۰٪ یعنی صفر ولت
ت - طبقه ۲ برای نقاط اتصال مشترک و نقاط داخل اتصال مشترک در محیط های صنعتی کاربرد دارد. طبقه ۳ فقط برای نقاط داخل اتصال مشترک در محیط های صنعتی کاربرد دارد. هنگامی که قسمت اکثریت بار از طریق مبدل ها تغذیه می شود، ماشین های جوشکاری موجود باشند، موتورهای بزرگ به طور مکرر روشن شوند و بارها به سرعت تغییر می کنند، این طبقه ها باید در نظر گرفته شوند. استاندارد محصول باید موارد قابل کاربرد را بیان کند.
ث - مقادیر قبل از علامت/ برای فرکانس ۵۰ Hz و مقادیر بعد از علامت / برای فرکانس ۶۰ Hz می باشد.
ج - فقط برای پورتهای متصل به کابل که طول کلی آن مطابق با ویژگی عملکرد سازنده ممکن است از ۳ m بیشتر شود، کاربرد دارد.

جدول د-۲ - آزمون های مربوط به مصونیت EMC برای محیط B (به زیربند د-۱۰-۱۲-۲ مراجعه شود)

نوع آزمون	سطح آزمون الزام شده	معیار عملکرد ^پ
آزمون مصونیت تخلیه الکترومغناطیسی ساکن استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۲	$\pm 4 \text{ kV}$ تخلیه تماسی یا در صورت عدم وجود تخلیه تماسی $\pm 8 \text{ kV}$ / تخلیه از طریق هوا	B
آزمون مصونیت میدان الکترومغناطیسی تابشی با فرکانس رادیویی ۱ GHz تا ۸۰ MHz استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۳ IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007 IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010	۳ V/m	A
آزمون مصونیت میدان الکترومغناطیسی تابشی با فرکانس رادیویی استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۳ IEC 61000-4-3:2006/AMD1:2007 IEC 61000-4-3:2006/AMD2:2010	۳ V/m	A
آزمون مصونیت گذارهای سریع/رگبار الکتریکی استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۴	$\pm 1 \text{ kV} / 5 \text{ kHz}$ روی درگاه توان $\pm 0.5 \text{ kV} / 5 \text{ kHz}$ روی درگاه سیگنال	B
آزمون مصونیت فراتاخت $1.2/50 \mu\text{s} - 8/20 \mu\text{s}$ استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۵ و IEC 61000-4-5:2014/AMD1:2017 ^{الف}	$\pm 2 \text{ kV}$ (خط به زمین) روی درگاه توان $\pm 1 \text{ kV}$ (خط به زمین) روی درگاه سیگنال	B
آزمون مصونیت میدان های هدایتی با فرکانس رادیویی ۸۰ MHz تا ۱۵۰ kHz استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۶	۳ V (درگاه توان و درگاه سیگنال)	A
آزمون مصونیت میدان مغناطیسی با فرکانس شبکه ^ب استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۸	۳ A/m ^ب	A
آزمون مصونیت کاهش ولتاژ (۵۰ Hz/۶۰ Hz) استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۱۱ IEC 61000-4-11:2004/AMD1:2017 ^ت	۰٪ در حین ۰٫۵ چرخه و ۱ چرخه ۷۰٪ در حین ۲۵/۳۰ چرخه ^{پت}	C C
آزمون مصونیت قطع های کوتاه مدت استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۱۱ IEC 61000-4-11:2004/AMD1:2017	۰٪ در حین ۲۵۰/۳۰۰ چرخه ^{پت}	C

یادآوری - برای معیار عملکردی به جدول د-۳ مراجعه شود.

الف- با توجه به قابلیت کاربرد، به زیربندهای ۷-۲ و ۸-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۷۲۶۰-۴-۵ مراجعه شود (برای درگاه های ورودی/خروجی ولتاژ پایین DC ($\leq 60 \text{ V}$) قابل کاربرد نیست، هنگامی که مدارهای ثانویه (جداشده از برق AC اصلی) در معرض اضافه ولتاژهای گذرا قرار نمی گیرند).

ب- فقط در مورد دستگاه های مجهز به وسایل آسیب پذیر نسبت به میدان مغناطیسی معتبر است.

پ- درصد ارائه شده به معنای درصد ولتاژ بهره برداری اسمی می باشد. برای مثال ۰٪ یعنی صفر ولت

ت- مقادیر قبل از علامت/ برای فرکانس ۵۰ Hz و مقادیر بعد از علامت / برای فرکانس ۶۰ Hz می باشد.

جدول د-۳ - معیارهای قابل قبول در زمان وجود اختلالات الکترومغناطیسی

موضوع	معیارهای قابل قبول (معیارهای عملکردی در طی آزمون ها)		
	A	B	C
عملکرد کلی	هیچ تغییر قابل ملاحظه‌ای در مشخصات بهره‌برداری وجود ندارد. عملکرد همان‌طور که در نظر است انجام می‌شود.	تغییرات موقت یا از بین رفتن عملکرد وجود دارد که خود به خود به حالت اولیه بر می‌گردد.	تغییرات موقت یا از بین رفتن عملکرد وجود دارد که نیاز به دخالت کارور یا وصل مجدد سیستم دارد. الف
عملکرد مدارهای قدرت و کمکی	عملکرد نامناسب وجود ندارد	تغییرات موقت یا از بین رفتن عملکرد وجود دارد که خود به خود به حالت اولیه بر می‌گردد. الف	تغییرات موقت یا از بین رفتن عملکرد وجود دارد که نیاز به دخالت کارور یا وصل مجدد سیستم دارد. الف
عملکرد پانل‌های زمان و نمایش	هیچ تغییری در اطلاعات قابل رویت در نشان دهنده‌ها وجود ندارد. - فقط کم سو شدن جزئی نور در LED ها یا حرکت جزئی کاراکترها وجود دارد	تغییرات قابل رویت موقت یا از بین رفتن اطلاعات کار ناخواسته LED	قطع یا از بین رفتن دائم نمایش. اطلاعات اشتباه و یا/حالت کار غیرمجاز که باید آشکار باشد یا نشانه ای برای آن ارائه شود.
فرایند اطلاعات و نقش حسگرها	ارتباطات مغشوش نشده و تغییر داده ها به وسایل خارجی	ارتباطات مغشوش موقتی که آشکار شده با امکان گزارش اشتباه در مورد وسایل داخلی و خارجی	- فرایندهای غلط اطلاعاتی - از بین رفتن داده و یا اطلاعات - خطا در ارتباطات - خود به خود به حالت اولیه بر نمی‌گردد.
الف- الزامات خاص باید در استاندارد ویژه محصول ارائه شود.			

پیوست ذ

(الزامی)

جریان عملکرد و اتلاف توان میله‌های مسی بدون عایق

جدول ذ-۱ و جدول ذ-۲ مقادیر جریان‌های عملکردی هادی و تلفات توان را تحت شرایط ایده‌آل در داخل تابلو ارائه می‌کند (به زیربندهای ۱۰-۱۰-۲-۳، ۱۰-۱۰-۴-۲ و ۱۰-۱۰-۴-۱-۳-۱ مراجعه شود). این پیوست در مورد هادی‌هایی که توسط آزمون تصدیق شده‌اند اعمال نمی‌شود. روش محاسباتی به کار گرفته برای تعیین این مقادیر، ارائه شده تا بتوان در سایر شرایط مقادیر را محاسبه کرد.

جدول ذ-۱: جریان عملکرد و اتلاف توان هادی مسی بدون عایق با سطح مقطع راست گوشه، که به طور افقی قرار می‌گیرد و در بزرگ‌ترین سطح قائم آنها نصب می‌شود، فرکانس ۵۰Hz تا ۶۰Hz (دمای هوای محیط داخلی تابلو: ۵۵°C، دمای هادی ۷۰°C)

دو میله در هر خط (فاصله بین دو میله برابر با ضخامت یک میله است)			یک میله در هر خط			سطح مقطع میله	ارتفاع × ضخامت میله‌ها
تلفات توان در هادی خط W/m	جریان عملکردی A	k ₃	تلفات توان در هادی خط W/m	جریان عملکردی A	k ₃	mm ²	mm × mm
۶٫۴	۱۱۸	۱٫۰۱	۴٫۵	۷۰	۱	۲۳٫۵	۱۲ × ۲
۷	۱۳۸	۱٫۰۱	۵	۸۳	۱	۲۹٫۵	۱۵ × ۲
۸٫۳	۱۸۳	۱٫۰۲	۵٫۴	۱۰۵	۱٫۰۱	۴۴٫۵	۱۵ × ۳
۸٫۱	۱۷۲	۱٫۰۱	۶٫۱	۱۰۵	۱٫۰۱	۳۹٫۵	۲۰ × ۲
۹٫۴	۲۲۶	۱٫۰۲	۶٫۴	۱۳۳	۱٫۰۱	۵۹٫۵	۲۰ × ۳
۱۱٫۹	۳۲۵	۱٫۰۴	۷	۱۷۸	۱٫۰۲	۹۹٫۱	۲۰ × ۵
۱۶٫۶	۵۳۶	۱٫۰۷	۸٫۵	۲۷۸	۱٫۰۳	۱۹۹	۲۰ × ۱۰
۱۳٫۲	۳۸۱	۱٫۰۵	۸	۲۱۳	۱٫۰۲	۱۲۴	۲۵ × ۵
۱۴٫۵	۴۳۷	۱٫۰۶	۹	۲۴۶	۱٫۰۳	۱۴۹	۳۰ × ۵
۱۸٫۹	۶۸۹	۱٫۱۱	۱۰٫۴	۳۷۲	۱٫۰۵	۲۹۹	۳۰ × ۱۰
۱۷	۵۴۳	۱٫۰۷	۱۰٫۹	۳۱۳	۱٫۰۳	۱۹۹	۴۰ × ۵
۲۱٫۷	۸۳۹	۱٫۱۵	۱۲٫۴	۴۶۵	۱٫۰۷	۳۹۹	۴۰ × ۱۰
۱۹٫۶	۶۴۶	۱٫۰۹	۱۲٫۹	۳۷۹	۱٫۰۴	۲۴۹	۵۰ × ۵
۲۴٫۴	۹۸۲	۱٫۱۸	۱۴٫۲	۵۵۴	۱٫۰۸	۴۹۹	۵۰ × ۱۰
۲۲	۷۴۸	۱٫۱۰	۱۵	۴۴۷	۱٫۰۵	۲۹۹	۶۰ × ۵
۲۷٫۱	۱۱۱۸	۱٫۲۱	۱۶٫۱	۶۴۰	۱٫۱۰	۵۹۹	۶۰ × ۱۰
۲۷	۹۴۳	۱٫۱۳	۱۹	۵۷۵	۱٫۰۷	۳۹۹	۸۰ × ۵
۳۲	۱۳۷۲	۱٫۲۷	۱۹٫۷	۸۰۶	۱٫۱۳	۷۹۹	۸۰ × ۱۰
۳۱٫۸	۱۱۲۵	۱٫۱۷	۲۳٫۳	۷۰۲	۱٫۱۰	۴۹۹	۱۰۰ × ۵
۳۷٫۱	۱۶۱۲	۱٫۳۳	۲۳٫۵	۹۶۹	۱٫۱۷	۹۹۹	۱۰۰ × ۱۰
۴۳٫۵	۱۸۵۹	۱٫۴۱	۲۷٫۶	۱۱۳۱	۱٫۲۱	۱۲۰۰	۱۲۰ × ۱۰

مقادیر جریان ارائه شده در جدول ذ-۱ باید برای شینه‌هایی که به صورت افقی قرار می‌گیرند و با بزرگ‌ترین سطح افقی آن نصب می‌شود یا به صورت عمودی بیشتر از ۲ m قرار می‌گیرند، به مقدار ٪ ۲۰ کاهش یابد. یادآوری ۱- مقادیر جریان عملکردی ارائه شده در جدول ژ-۱ فقط برای پیکربندی خاص ارائه شده میله‌ها کاربرد دارد.

$$P_V = \frac{I^2 \times k_3}{K \times A} \times [1 + \theta \times (T_c - 20^\circ\text{C})]$$

که در آن:

P_V اتلاف توان در هر متر

I جریان عملکردی

k_3 ضریب جابجایی جریان

k رسانایی مس، $k = 56 \frac{m}{\Omega \times mm^2}$

A سطح مقطعه میله

θ ضریب دمایی مقاومت $\theta = 0.004 \text{ K}^{-1}$

T_c دمای هادی ($^\circ\text{C}$)

برای یک هادی که به وسیله محاسبه تصدیق شده است، دمای طراحی هادی نباید از 90°C بیشتر شود. دماهای بالاتر شینه‌ها اگر قبلاً در طرح مرجع مورد آزمون قرار گرفته باشند، می‌تواند مورد قبول واقع شود.

یادآوری ۲- حداکثر دمای طراحی 90°C تنظیم می‌شود تا تغییراتی که در عمل به دلیل دماهای عملکردی وسایل ویژه می‌تواند حاصل شود، در نظر گرفته شود.

جریان‌های عملکرد ممکن است برای سایر دماهای هوای محیط داخل تابلو و یا برای دمای هوای 90°C با ضرب کردن مقادیر جدول ذ-۱ در ضریب مربوط از جدول ذ-۲ حاصل شود. در این صورت تلفات توان باید با استفاده از رابطه فوق محاسبه شود.

جدول ذ-۲ - ضریب k_4 برای دماهای مختلف هوا داخل تابلو و یا برای هادی‌ها

دمای هوای داخل محفظه در اطراف هادی‌ها		ضریب k_4	
$^\circ\text{C}$		دمای هادی 70°C	دمای هادی 90°C
۲۰		۲٫۰۸	۲٫۴۹
۲۵		۱٫۹۴	۲٫۳۷
۳۰		۱٫۸۲	۲٫۲۶
۳۵		۱٫۶۹	۲٫۱۴
۴۰		۱٫۵۴	۲٫۰۳
۴۵		۱٫۳۵	۱٫۹۱
۵۰		۱٫۱۸	۱٫۷۷
۵۵		۱	۱٫۶۲
۶۰		۰٫۷۷	۱٫۴۸

باید در نظر داشت که متناسب با طراحی تابلو، دماهای هادی و محیط کاملاً متفاوتی ممکن است رخ دهد به خصوص در جریان‌های عملکردی بالاتر.

تصدیق افزایش دما واقعی تحت این شرایط باید با آزمون تعیین شود. در این حالت می‌توان تلفات توان را با استفاده از روش‌های یکسان که برای جدول ذ-۲ استفاده شده، محاسبه کرد.

یادآوری ۳- در جریان‌های بالاتر، تلفات جریان گردابی اضافه می‌تواند قابل توجه باشد. این جریان‌ها در مقادیر جدول ذ-۱ گنجانده شده است.

یادآوری ۴- مثال‌هایی برای تعیین یک بخش هادی پارامترها:

- مقادیر جریان مورد نیاز شینه A ۲۰۰ می‌باشد.

- دمای هوای داخل محفظه C ۶۰° می‌باشد.

- دمای مجاز هادی C ۹۰° می‌باشد.

از جدول ذ-۱، حداقل سطح مقطع شینه بر اساس جریان A ۲۰۰ می‌باشد (از آنجایی که شینه بخشی از واحد کارکردی (مدار) نیست، یک هادی با مقدار ۱۲۵٪ جریان از روی مدار مورد نیاز نیست)

برای تغییر مجدد به دمای داخلی C ۶۰° و دمای هادی C ۹۰°، مقدار عددی A ۲۰۰ بر عدد ۴۸/۱ (از جدول ذ-۲) تقسیم می‌شود که جریانی معادل با مقدار A ۱۳۵/۱ را ارائه می‌کند.

نزدیک‌ترین مقدار جریان (از جدول ذ-۲) با استفاده از یک میله تکی در هر خط ۵ mm × ۲۰ mm مقدار A ۱۷۸ یا با استفاده از ۲ میله فاصله‌دار در هر خط ۵ mm × ۲۰ mm، مقدار A ۱۷۲ می‌باشد.

پیوست ر
(آگاهی‌دهنده)

راهنما در مورد تصویب افزایش دما

ر-۱ کلیات

ر-۱-۱ اصول

تمام تابلوها در حین بهره‌برداری گرما ایجاد می‌کنند. زمانی که توانایی اتلاف حرارتی با گرمای تولید شده برابر باشد، تعادل حرارتی برقرار می‌شود و دما در افزایش دمای بیش از دمای محیط اطراف تابلو ثابت می‌ماند. هدف از تصدیق افزایش دما اطمینان از این موضوع است که دماها در مقداری پایدار شوند که منجر به شرایط زیر نگردد:

الف- تخریب یا کهنگی قابل ملاحظه تابلو، یا

ب- گرمای بیش از اندازه به هادی‌های خارجی منتقل شود طوری که توانایی بهره‌برداری از هادی‌های خارجی یا هر تجهیزاتی که به آن متصل است، مختل شود.

پ- مردم، اپراتورها یا حیوانات در نزدیکی تابلو در اثر کار عادی دچار سوختگی شوند.

ر-۱-۲ مقادیر جریان تابلوها

ر-۱-۲-۱ کلیات

چندین مقدار جریان که برای کاربر تابلو ضروری می‌باشند در حین تصدیق افزایش دما تایید می‌شوند. به زیربند ر-۱-۲-۱ تا ر-۱-۲-۵ مراجعه شود.

ر-۱-۲-۲ جریان اسمی گروه مدارهای اصلی (I_{ng})

در حالت بهره‌برداری عادی اکثر مدارهای اصلی داخل تابلو جریان بار را عبور می‌دهند که منجر به گرمایش متقابل بین مدارها شده و در بیشتر این موارد باعث کاهش توانایی عبور جریان در مقایسه با مقادیر نامی وسایل می‌شود.

این کاهش توانایی عبور جریان توسط مقادیر گروه تعریف می‌شود اما از آنجایی که پیش‌بینی تغییرات الگوی بار در هنگام طراحی تابلو ممکن نمی‌باشد فقط برای شرایط فرض‌شده تعیین شده است، برای مثال: بارگذاری پیوسته و هم‌زمان مدارها داخل گروه تعیین شده در داخل تابلو.

مقادیر گروه می‌تواند به مدارهای ورودی، اصلی و شینه‌های توزیع و مدارهای خروجی اختصاص یابند. بدون آگاهی کامل از توانایی تغییرپذیری بارهای مختلف از یک تابلو، مقادیر گروه از یک مدار خروجی نباید از جریان طراحی I_B برای یک مدار همان‌گونه که در سری استاندارد IEC 60364 تعریف شده، کمتر باشد.

ر-۱-۲-۳ مقادیر جریان یک تابلو (I_{nA})

مقادیر جریان یک تابلو، حداکثر جریان بار را که از طریق مدارهای ورودی تغذیه می‌شود و از طریق شینه‌های اصلی توزیع می‌شود را تعریف می‌کند. این مقدار می‌تواند توسط ظرفیت مدارهای ورودی یا شینه‌های اصلی تعیین شود.

جریان اسمی تابلو I_{nA} کمتر از (الف) مجموعه جریان‌های اسمی گروهی مدارهای ورودی و (ب) جریان اسمی گروهی شینه‌های اصلی می‌باشد.

یادآوری این نکته ضروری است که مقادیر مدارهای ورودی ممکن است کمتر از مقادیر نامی I_n وسایل مورد استفاده در مدارهای ورودی باشد.

ر-۱-۲-۴ جریان اسمی یک مدار از تابلو (I_{nc})

بنا به تشخیص سازنده ممکن است جریان اسمی مدارهای خروجی یک تابلو I_{nc} را اعلام کند. این مقدار جریانی است که مدار خروجی می‌تواند تحویل دهد در هنگامی که تنها مدار خروجی است که در تابلو یا بخشی از تابلو بارگذاری شده است. تحت این شرایط، تاثیرات حرارتی حداقل از سایر مدارها وجود دارد.

به طور کلی، وقتی فقط یک مدار خروجی در یک بخش وجود داشته باشد، I_{nc} برای مدار حداقل برابر I_{ng} است اما خیلی بزرگتر از آن نخواهد بود. در صورت وجود چندین مدار در یک بخش، I_{nc} می‌تواند به طور قابل ملاحظه‌ای بزرگتر از I_{ng} باشد زیرا تاثیرات حرارتی متقابل بین مدارهای مجاور وجود دارد.

دانستن بارها (I_B ، زمان، مدت زمان و غیره) می‌تواند I_{ng} و I_{nc} را تعیین کند. زیرا جریان طراحی I_B می‌تواند از جریان I_{ng} فراتر رود. با این حال، مقدار I_B بهتر است هرگز بزرگتر از I_{nc} نباشد.

اگر جریان از یک بار عبور کند یا در یک بازه زمانی کوتاه تغییر کند (زمان روشن بودن کمتر از زمان خاموش شدن باشد و حداکثر زمان روشن بودن ۳۰ min باشد)، آنگاه جریان معادل حرارتی حالت پایدار می‌تواند مطابق جزئیات پیوست خ حاصل شود. این جریان می‌تواند به جای جریان طراحی I_B مورد استفاده قرار گیرد تا مقادیر لازم مدار خروجی تعیین شود.

جریان اسمی I_{nc} یک مدار ورودی یا شینه می‌تواند تعیین شود اما این مقدار عملی نمی‌باشد. بنابراین، به طور عادی توسط سازنده‌ها ارائه نمی‌شود. تنها توانایی عبور جریان قابل استفاده مدارهای ورودی و شینه‌ها، آن‌هایی است که تابلو در بار کامل عمل می‌کند؛ جریان اسمی گروه I_{ng}

ر-۱-۲-۵ جریان اسمی یک وسیله (I_n)

جریان اسمی یک وسیله I_n ، مقادیر وسیله مطابق با استاندارد ویژه محصول می‌باشد. این مقادیر در شرایط تعریف شده، به طور معمول در هوای آزاد و با هادی‌های آزمونی خاص کاربرد دارد. به طور کلی، مقادیر یک وسیله هنگام نصب در تابلو کاهش می‌یابد. مقادیر وسیله در حین آزمون‌های تابلو مطابق با سری استاندارد

IEC 61439 اثبات نمی‌شود اما مقادیر یک وسیله I_n و مشخصه‌های حفاظت مرتبط با آن در تضمین حفاظت کافی از مدار بار بسیار حیاتی می‌باشد.

ر-۲ حدود افزایش دما

انتخاب روش مناسب برای تصدیق افزایش دما، تحت مسئولیت سازنده می‌باشد.

تمام حدود افزایش دمای ارائه‌شده در این استاندارد با این فرض است که تابلو در محیطی قرار می‌گیرد که متوسط دمای روزانه محیط و مقدار قله‌ای به ترتیب از 35°C و 40°C بیشتر نخواهد بود.

در این استاندارد همچنین فرض بر این است که تمام مدارهای خروجی داخل تابلو، هم‌زمان در جریان اصلی خود بارگذاری نمی‌شوند. این تشخیص موقعیت عملی توسط «مقادیر گروه» که برای هر مدار خروجی ارائه شده، تعریف می‌شود.

تعیین حدود افزایش دما داخل تابلو جزء مسئولیت سازنده می‌باشد. این حدود ضرورتاً بر مبنای دمای عملکردی که از توانایی بلند مدت مواد مورد استفاده در تابلو بیشتر نخواهد شد، تعیین می‌شود. واسطه‌های بین تابلو و «محیط خارجی» برای مثال، ترمینال‌های کابل و دستگاه‌های عمل کننده، حدود افزایش دما را در این استاندارد مشخص می‌کند (به جدول ۶ مراجعه شود).

در محدوده تعیین‌شده در این استاندارد، تصدیق افزایش دما می‌تواند توسط آزمون، مقایسه یا ارزیابی انجام گیرد. به شکل ر-۱ مراجعه شود. استفاده از یک یا چند ترکیب از روش‌های تصدیق ذکر شده در این استاندارد برای تصدیق عملکرد افزایش دمای یک تابلو مجاز می‌باشد. این امر سازنده را مجاز می‌سازد تا مناسب‌ترین روش برای تابلو یا قسمتی از تابلو با توجه به حجم، ساختمان و انعطاف‌پذیری طراحی، جریان اسمی و اندازه تابلو را انتخاب کند.

در کاربردهای نوعی مرتبط با پذیرش یک طرح استاندارد، به احتمال زیاد بیشتر از یک روش برای پوشش دادن اجزای مختلف طراحی تابلو به کار می‌رود.

ر-۳ آزمون

ر-۳-۱ کلیات

به منظور اجتناب از آزمون‌های غیرضروری، استاندارد راهنمایی برای انتخاب گروه‌های قابل‌مقایسه از واحدهای کارکردی را ارائه می‌دهد. در این راهنماها جزئیات چگونگی انتخاب متغیرهای بحرانی از گروه برای آزمون را مشخص می‌کند. سپس قواعد طراحی برای اختصاص مقادیر و مشخصه‌های اسمی سایر مدارهایی که از نظر حرارتی یکسان برای گزینه‌های بحرانی آزمون شده هستند، اعمال می‌شود.

سه شاخص برای تصدیق توسط آزمون در این استاندارد پیشنهاد می‌شود.

ر-۳-۲ روش الف) تصدیق تابلو کامل (زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۵)

اگر چندین یا تمام مدارهای یک تابلو به طور همزمان برگزار می‌شوند، در این صورت همان مدار به دلیل تأثیرات حرارتی دیگر مدارها تنها قادر به عبور جریان اسمی گروه خود I_{ng} (به زیربند ۳-۸-۱۰-۶ مراجعه شود) خواهد بود. جهت تصدیق جریان اسمی گروه مدارها، I_{ng} داخل تابلو، آزمون‌ها به همراه مدارهای بارگذاری شده به صورت همزمان ضروری خواهد بود (به زیربند ر-۳-۳ روش ب و زیربند ر-۳-۴ روش پ مراجعه شود). اگر یک سازنده جریان اسمی را برای مدار I_{nc} اعلام کند، آزمون‌های جداگانه روی هر نوع از مدار خروجی انجام خواهد شد.

جهت جلوگیری از آزمون‌های زیاد که ممکن است ضروری نباشند، زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۵ یک روش تصدیق را که در آن فقط یک آزمون با بار اعمال شده همزمان به تمام مدارها انجام می‌شود، تشریح می‌کند. از آنجایی که مدارهای خروجی مستقل مورد آزمون قرار نمی‌گیرند، فقط جریان I_{ng} می‌تواند برای هر مدار تعیین شود.

اگر مجموعه آزمون واحدهای کارکردی آزمون شده شامل یکی از انواع مختلف مدار خروجی مرتبط با تابلو نباشد، آزمون‌های دیگری برای در نظر گرفتن گروه‌های متفاوتی از مدارهای خروجی تا مادامی‌که هر یک از آن نوع مورد آزمون قرار گیرد، انجام می‌پذیرد.

ر-۳-۳ روش ب) تصدیق با در نظر گرفتن واحدهای کارکردی مستقل به طور جداگانه و تابلوی کامل (زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۶)

چیدمان و استقرار آزمون، هر گزینه بحرانی مدار خروجی به منظور تایید جریان اسمی آن به طور جداگانه آزمون می‌شود و سپس تابلو به عنوان یک کل با مدارهای ورودی بارگذاری شده با جریان اسمی گروهی آزمون می‌شود. مجموعه‌های آزمون مدارهای خروجی که برای توزیع جریان ورودی الزامی می‌باشد، با جریان اسمی گروهی I_{ng} بارگذاری می‌شوند. مجموعه آزمون‌ها بهتر است شامل یک مدار خروجی از هر گزینه بحرانی مرتبط در تابلو باشد. در مواردی که این موضوع عملی نباشد، گروه‌های دیگری تا مادامی‌که تمام انواع گزینه‌های بحرانی از مدارهای خروجی لحاظ شوند، آزمون می‌شوند.

برنامه آزمون، بارگذاری گروه مدارهای خروجی که در اکثر کاربردها قابل اعمال باشد را در نظر می‌گیرد. با این حال مانند روش الف) فوق، نتایج فقط در مورد یک چیدمان و استقرار قابل اعمال است.

ر-۳-۴ روش پ) تصدیق با در نظر گرفتن واحدهای کارکردی مستقل و شینه‌های توزیع و اصلی به طور جداگانه و نیز تابلوی کامل (زیربند ۱۰-۱۰-۲-۳-۷)

این روش آزمون، سیستم‌های مدولار را قادر می‌سازد که افزایش دما بدون نیاز به هر ترکیب ممکن از مدارها تصدیق شود. آزمون‌های افزایش دما به طور جداگانه انجام می‌گیرند تا مقادیر و مشخصه‌های مربوط به موارد زیر اثبات شود.

الف - شینه‌های اصلی؛

ب - شینه‌های توزیع؛

پ - واحدهای کارکردی (اختیاری)؛

ت - تابلوی کامل.

به منظور تصدیق عملکرد تابلو کامل، روش‌های الف) و ب) و پ) فوق، بوسیله یک آزمون قسمت ت) روی یک تابلو معرف که مدارهای ورودی و خروجی با جریان‌های اسمی گروه I_{ng} خود بارگذاری شده‌اند، انجام می‌شود.

با توجه به اینکه این روش، آزمون‌های بیشتری نسبت به روش الف زیربند ر-۳-۲ و روش ب زیربند ر-۳-۳ را نیاز دارد، این مزیت را دارد که سیستم مدولار نسبت به چیدمان و استقرار خاصی از تابلو تصدیق می‌شود.

ر-۴ ارزیابی تصدیق

ر-۴-۱ کلیات

روش‌های متفاوتی برای تصدیق عملکرد افزایش دما توسط محاسبه در این استاندارد ارائه شده است.

ر-۴-۲ تابلو دارای یک خانه با جریان اسمی (I_{nA}) تا حداکثر 630 A

یک روش خیلی ساده برای تصدیق افزایش دما است که لازم است در آن تایید شود که اتلاف توان کل مربوط به اجزا و هادی‌های داخل تابلو از قابلیت اتلاف توان مشخص شده برای محفظه بیشتر نمی‌باشند. دامنه کاربرد این روش خیلی محدود است و برای اینکه مشکلی با نقاط داغ وجود نداشته باشد، مقادیر مشخصه‌های تمام اجزا و تجهیزات باید در٪ ۸۰ مقدار جریان اسمی یا کمتر از آن در هوای آزاد، مجدداً تعیین شود.

ر-۴-۳ تابلو دارای یک خانه با جریان اسمی (I_{nA}) تا حداکثر 1600 A

تصدیق افزایش دما توسط محاسبه مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱۵۴۳۵ با بازه‌های بیشتر انجام می‌شود. دامنه کاربرد این روش به مقادیر تابلو I_{nA} تا 1600 A محدود می‌شود. اجزا و تجهیزات باید در٪ ۸۰ یا کمتر نسبت به مقدار جریان اسمی آن در هوای آزاد، تعیین شود و هرگونه جداکننده‌های افقی بهتر است حداقل دارای٪ ۵۰ ناحیه باز باشد.

ر-۵ تصدیق توسط مقایسه با طرح مرجع

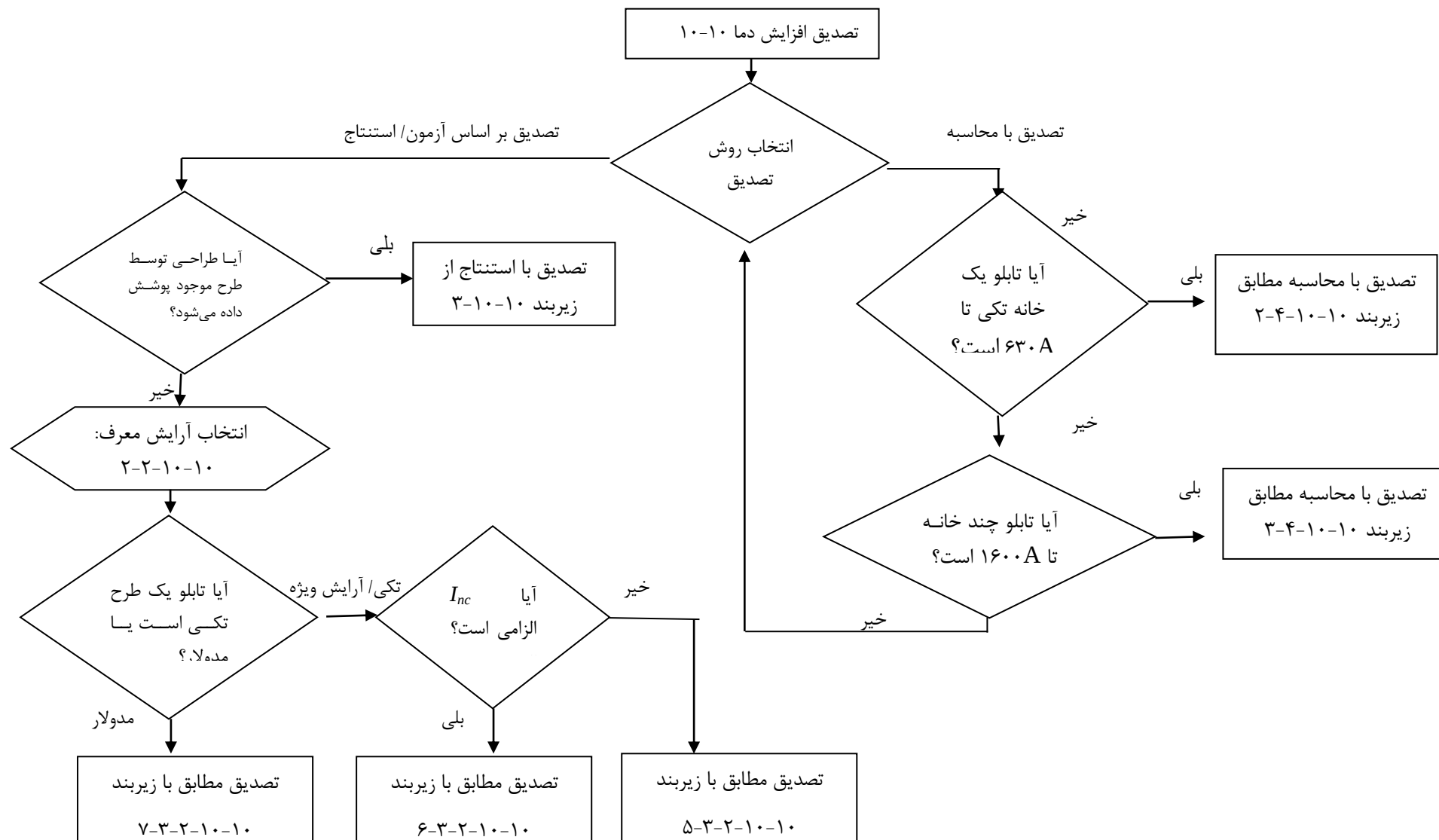
این استاندارد، شرایط تعریف شده‌ای را برای استنتاج مقادیر و مشخصه‌های اسمی از متغیرهای مشابه که توسط آزمون تصدیق شده‌اند، ارائه می‌دهد. برای مثال: اگر جریان مربوط به یک شینه دولایه توسط آزمون تعیین شده باشد، تخصیص یک مقدار و مشخصه معادل با٪ ۵۰ چیدمان آزمون شده برای یک شینه که

شامل یک لایه با همان پهنا و ضخامت لایه‌های آزمون شده باشد (چنانچه سایر ملاحظات نیز یکسان باشد) قابل قبول است.

مقادیر و مشخصه‌های تمام مدارهای داخل یک گروه از واحدهای کارکردی قابل مقایسه (تمام وسایل باید دارای یک اندازه قاب و به یک سری تعلق داشته باشند) می‌تواند از یک آزمون افزایش دمای منفرد بر روی متغیر بحرانی داخل گروه استنتاج شود. مثال در این مورد می‌تواند آزمون یک قطع‌کننده مدار خروجی با جریان نامی $250A$ و تعیین یک مقدار اسمی برای آن در تابلو باشد. در این صورت با فرض اندازه یکسان قاب قطع‌کننده مدار و تامین سایر شرایط مشخص‌شده، با محاسبه مقدار اسمی قطع‌کننده مدار با جریان نامی $160A$ در همان محفظه، تصدیق می‌شود.

در رابطه با افزایش دما، قواعد محکم طراحی وجود دارد که تعویض یک وسیله را با وسیله مشابه از یک سری دیگر یا حتی از یک تولید دیگر بدون آزمون مجدد، مجاز می‌دارد. در این حالت علاوه بر این که حتماً باید استقرار فیزیکی یکسان باشد، اتلاف توان و افزایش دما ترمینال وسیله جایگزین، هنگامی که مطابق با استاندارد مربوط به محصولات آزمون می‌شود بهتر است از مقادیر مربوط به سازنده اولیه بیشتر نباشد.

در بررسی وسیله جایگزین، تمام معیارهای عملکردی دیگر به خصوص آنهایی که به قدرت اتصال کوتاه مربوط می‌شوند، بهتر است در نظر گرفته شود و مطابق با این استاندارد به طور رضایت بخشی تامین گردد، قبل از اینکه تابلو تصدیق شود.



شکل س-۱ - تصدیق افزایش دما

پیوست ز

(الزامی)

تصدیق قابلیت اتصال کوتاه ساختمان شینه توسط مقایسه با طرح مرجع با استفاده از محاسبه

ز-۱ عمومی

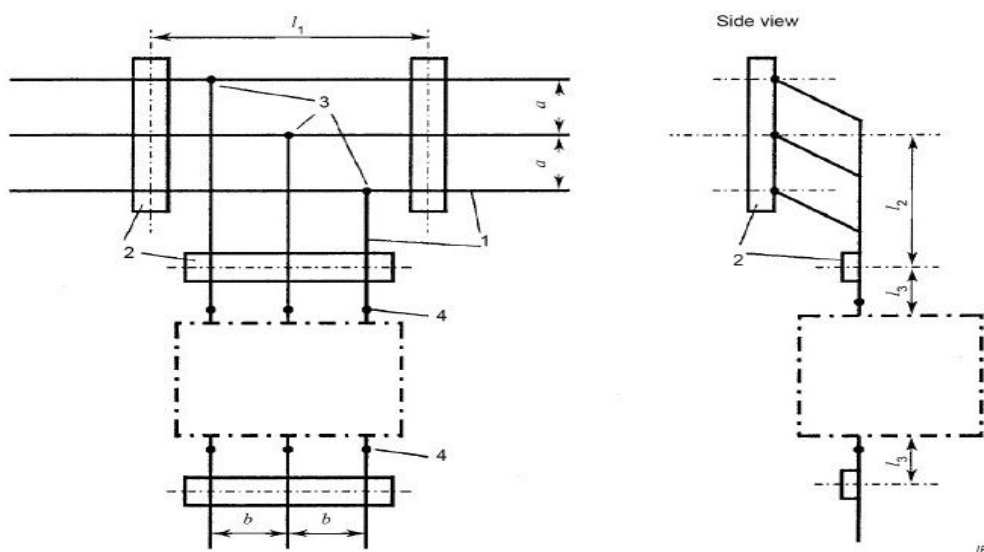
این پیوست، روشی را برای ارزیابی قابلیت تحمل اتصال کوتاه ساختمان شینه یک تابلو توسط مقایسه تابلو تحت ارزیابی با تابلویی که قبلاً توسط آزمون تصدیق شده است (زیربند ۱۰-۱۱-۵) تشریح می‌کند.

ز-۲ اصطلاحات و تعاریف

در این پیوست، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌رود:

ز-۲-۱ ساختمان شینه آزمون شده (TS)

ساختمانی که در آن چیدمان و استقرار از طریق نقشه طراحی، فهرست قسمت‌ها و توضیحات گواهی آزمون (شکل ز-۱) مستند می‌شود.



راهنما:

۱ شینه

۲ پایه نگهدارنده

۳ اتصال شینه

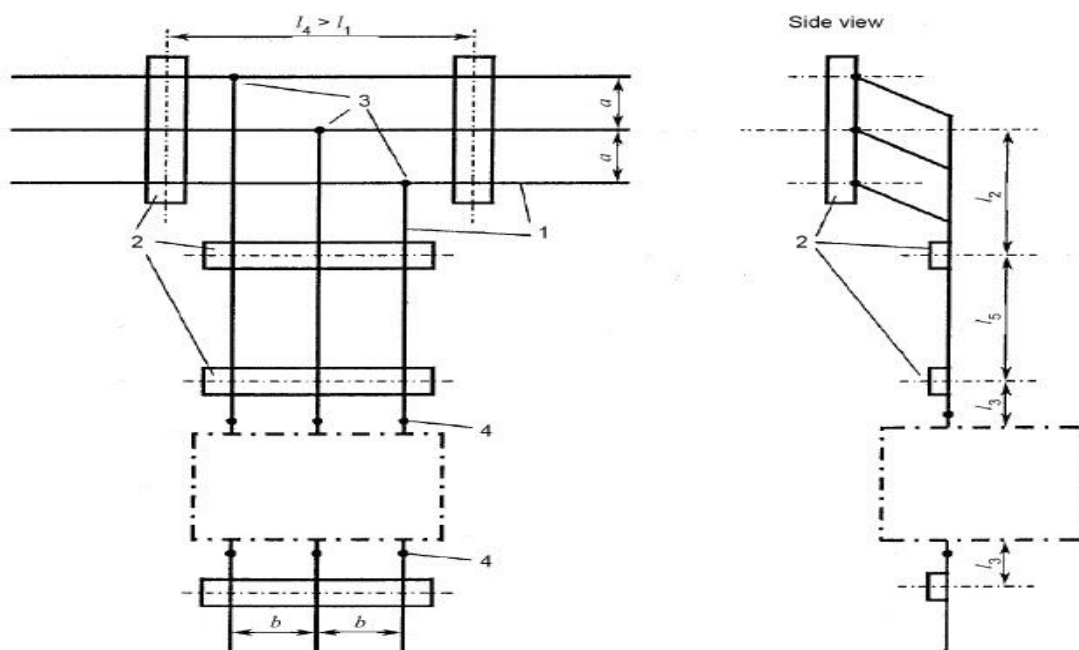
۴ اتصالات تجهیزات

a, b, l فواصل

شکل ز-۱ ساختمان شینه آزمون شده

ز-۲-۲ ساختمان شینه آزمون نشده (NTS)

ساختمانی که به تصدیق قابلیت تحمل اتصال کوتاه نیاز دارد (به شکل ز-۲ مراجعه شود)



راهنما:

۱ شینه

۲ پایه نگه‌دارنده

۳ اتصال شینه

۴ اتصالات تجهیزات

a, b, l فواصل

شکل ز-۱ ساختمان شینه آزمون نشده (NTS)

ز-۳ روش تصدیق

توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه یک ساختمان شینه یعنی یک NTS، از یک ساختمان شینه آزمون شده (TS) با محاسبه مطابق با استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۸۲۶۷ برای هر دو ساختمان تصدیق می‌شود. توانایی تحمل در برابر اتصال کوتاه NTS در صورتی تصدیق شده محسوب می‌شود که محاسبات نشان دهد NTS، تنش‌های مکانیکی و حرارتی بیشتر از ساختمان آزمون شده را تحمل نمی‌کند.

ز-۴ شرایط اعمال

ز-۴-۱ عمومی

تغییر پارامترها مانند فواصل هوایی شینه، سطح مقطع شینه و ترکیب‌بندی شینه فقط تا جایی مجاز می‌باشد که شرایط زیربندهای ز-۴-۲ تا ز-۴-۷ رعایت شود.

ز-۴-۲ جریان اتصال کوتاه قله

جریان اتصال کوتاه ممکن است فقط در مقادیر پایین تر تغییر کند.

ز-۴-۳ تحمل حرارتی در اتصال کوتاه

تحمل حرارتی اتصال کوتاه یک NTS باید توسط محاسبه مطابق با استاندارد IEC 60865-1:2011 تصدیق شود. افزایش دمای محاسبه شده NTS نباید از مقادیر مربوط برای TS بیشتر باشد.

ز-۴-۴ نگه دارنده های شیشه

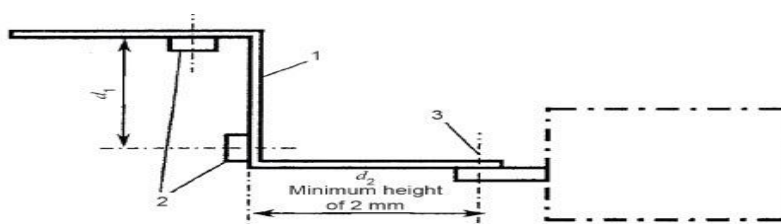
تغییر در مواد یا شکل نگه دارنده های شیشه تابلویی که توسط آزمون تصدیق شده است، مجاز نیست. با این حال نگه دارنده های دیگری می تواند استفاده شود اما این نگه دارنده ها باید قبلاً برای استقامت مکانیکی الزام شده توسط آزمون اتصال کوتاه در چیدمان معرف آزمون شده باشند.

ز-۴-۵ اتصالات شیشه، اتصالات تجهیزات

نوع اتصالات شیشه و تجهیزات باید قبلاً توسط آزمون تصدیق شده باشد.

ز-۴-۶ ترکیب بندی شیشه های گوشه دار

استاندارد IEC 60865-1:2011 فقط در مورد ترکیب بندی شیشه های مستقیم اعمال می شود. ترکیب بندی شیشه های گوشه دار می تواند هنگامی که نگه دارنده ها در گوشه ها ارائه می شوند، مانند یک سری ترکیب بندی مستقیم در نظر گرفته شود (به شکل ز-۳ مراجعه شود).



راهنما:

۱ شیشه

۲ نگه دارنده

۳ اتصالات تجهیزات

d فاصله نگه دارنده

شکل ز-۳ ترکیب بندی شیشه ای با نگه دارنده در گوشه ها

ز-۴-۷ محاسبه با توجه خاص به نوسان هادی

برای انجام محاسبات در مورد یک ساختمان آزمون شده (TS) مطابق با استاندارد ملی ایران ۱-۱۸۲۶۷، ضریب V_{σ} ، $V_{\sigma S}$ و V_F باید به کار رود.

$$V_{\sigma} = V_F = V_{\sigma S} = 1$$

که در آن:

V_{σ} : نسبت بین تنش استاتیکی و دینامیکی هادی اصلی است.

$V_{\sigma S}$: نسبت بین تنش استاتیکی و دینامیکی هادی اصلی است.

V_F : نسبت بین نیروی استاتیکی و دینامیکی وارد بر نگه دارنده است.

در مورد NTS:

$$V_{\sigma} = V_{\sigma S} = 1 \text{ و}$$

V_F از محاسبات مطابق با استاندارد IEC 60865-1:2011 تعیین می شود اما $V_F < 1$ باید جایگزین $V_F = 1$ شود.

کتابنامه

- [۱] استاندارد ملی ایران ۳-۶۰۷: سال ۱۳۸۱، سیم و کابل‌های با عایق پلی وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا ۷۵۰/۴۵۰ ولت-ق ۳- سیم‌ها برای سیم‌کشی نصب ثابت
- [۲] استاندارد ملی ایران ۴-۶۰۷: سال ۱۳۸۱، سیم و کابل با عایق و غلاف پلی وینیل کلراید با ولتاژ اسمی تا ۷۵۰/۴۵۰ ولت- قسمت چهارم- کابل‌ها برای سیم‌کشی نصب ثابت
- [۳] استاندارد ملی ایران ۳-۱۹۲۶: سال ۱۳۹۴، کابل‌های با عایق لاستیکی با ولتاژ اسمی تا ۷۵۰/۴۵۰ قسمت ۳- کابل‌های مقاوم در برابر حرارت با عایق سیلیکون
- [۴] استاندارد ملی ایران ۵۴-۵-۱۹۳۷: سال ۱۳۹۴، تاسیسات الکتریکی فشار ضعیف- قسمت ۵-۵۴: انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی- آرایش‌های اتصال زمین و هادی‌های حفاظتی
- [۵] استاندارد ملی ایران ۳۰۸۴: سال ۱۳۸۷، هادی‌های کابل‌های عایق شده
- [۶] مجموعه استاندارد ملی ایران ۲-۷-۴۸۳۵: سال ۱۳۸۹، مجموعه وسایل قطع و وصل و فرمان فشار ضعیف- قسمت ۷-۲: تجهیزات کمکی- بلوک‌های ترمینال هادی حفاظتی برای هادی‌های مسی
- [۷] استاندارد ملی ایران ۱-۶۲۰۵: سال ۱۳۸۸، هماهنگی عایق بندی برای تجهیزات در سیستم‌های ولتاژ پایین- قسمت ۱- اصول- الزامات و آزمون‌ها
- [۸] استاندارد ملی ایران ۱-۲-۶۲۰۵: سال ۱۳۹۴، هماهنگی عایق بندی برای تجهیزات در سیستم‌های ولتاژ پایین- قسمت ۲-۱- راهنمای کاربردی- شرح به کارگیری مجموعه استاندارد ملی ایران شماره ۶۲۰۵، مثال‌های اندازه‌گذاری و آزمون دی‌الکتریکی
- [۹] استاندارد ملی ایران ۲-۲-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۸، سازگاری الکترومغناطیسی- (EMC) قسمت ۲-۲: شرایط محیطی- سطوح سازگاری برای اختلالات هدایتی با بسامد پایین و سیگنال‌دهی در سامانه‌های با منبع تغذیه عمومی ولتاژ پایین
- [۱۰] استاندارد ملی ایران ۱۳-۴-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۶، سازگاری الکترومغناطیسی- (EMC) قسمت ۴-۱۳: فنون انجام آزمون و اندازه‌گیری- هارمونیک‌ها و میان هارمونیک‌ها شامل سیگنال‌دهی برق شهر در درگاه تغذیه A.C، آزمون‌های مصونیت بسامد پایین
- [۱۱] استاندارد ملی ایران ۱-۶-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۶، سازگاری الکترومغناطیسی- (EMC) قسمت ۶-۱: استانداردهای عام- استاندارد مصونیت برای محیط‌های مسکونی، تجاری و صنعتی- سبک
- [۱۲] استاندارد ملی ایران ۲-۶-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۶، سازگاری الکترومغناطیسی- (EMC) قسمت ۶-۲: استانداردهای عام- استاندارد مصونیت برای محیط‌های صنعتی
- [۱۳] استاندارد ملی ایران ۳-۶-۷۲۶۰: سال ۱۳۹۴، سازگاری الکترومغناطیسی- (EMC) قسمت ۳-۶: استانداردهای کلی (عام)- استاندارد گسیل برای محیط‌های مسکونی، تجاری و صنعتی سبک

- [۱۴] مجموعه استاندارد ملی ایران ۷۵۹۹، تاسیسات الکتریکی در کشتی‌ها
- [۱۵] استاندارد ملی ایران ۳-۳-۹۲۳۶: سال ۱۳۹۶، طبقه‌بندی شرایط محیطی - قسمت ۳-۳: طبقه‌بندی گروه‌های پارامترهای محیطی و شدت‌های مربوط - استفاده به‌طور ساکن در مکان‌های محافظت شده در برابر شرایط آب و هوایی
- [۱۶] استاندارد ملی ایران ۸۲۶-۱۰۴۲۵: سال ۱۳۸۶ واژگان الکتروتکنیک - قسمت ۸۲۶ - تاسیسات الکتریکی
- [۱۷] مجموعه استاندارد ملی ایران ۱۲۰۳۹، مواد عایق الکتریکی - خواص دوام حرارتی
- [۱۸] مجموعه استاندارد ملی ایران ۱۲۳۶۹، آماده‌سازی مدارک مورد استفاده در فناوری برق
- [۱۹] استاندارد ملی ایران ۱۴۴۳۳: سال ۱۳۹۰، روش تعیین شاخص مقایسه‌ای و شاخص مقاومت در برابر ایجاد مسیر جریان خزشی مواد عایقی جامد
- [۲۰] مجموعه استاندارد ملی ایران ۶۰۲۰۴، ایمنی ماشین آلات - تجهیزات الکتریکی ماشین‌ها
- [21] IEC 60038:2009, IEC standard voltages
- [22] IEC 60050-151:2001, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 151: Electrical and magnetic devices
IEC 60050-151:2001/AMD1:2013
IEC 60050-151:2001/AMD2:2014
IEC 60050-151:2001/AMD3:2019
- [23] IEC 60050-161:1990, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 161:
- [24] Electromagnetic compatibility
- [25] IEC 60050-195:1998, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 195: Earthing and protection against electric shock
- [26] IEC 60050-426:2008, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) –Part 426: Equipment for explosive atmospheres
- [27] IEC 60050-441:1984, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 441: Switchgear, controlgear and fuses
- [28] IEC 60050-442:1998, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 442: Electrical Accessories
- [29] IEC 60050-581:2008, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 581: Electromechanical components for electronic equipment
- [30] IEC 60050-601:1985, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 601: Generation, transmission and distribution of electricity – General
- [31] IEC 60050-614:2016, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 614: Generation, transmission and distribution of electricity – Operation
- [32] IEC 60050-851:2008, International Electrotechnical Vocabulary (IEV) – Part 851: Electric Welding

- [33] IEC 60092 (all parts), Electrical installations in ships
- [34] IEC 60112:2003, Method for the determination of the proof and the comparative tracking indices of solid insulating materials
- [35] IEC 60204-1:2016, Safety of machinery – Electrical equipment of machines – Part 1: General Requirements
- [36] IEC 60245-4:2011, Rubber insulated cables – Rated voltages up to and including 450/750 V –Part 4: Cords and flexible cables
- [37] IEC 60269-2, Low-voltage fuses – Part 2: Supplementary requirements for fuses for use by authorized persons (fuses mainly for industrial application) – Examples of standardized systems of fuses A to K
- [38] IEC 60364-4-44:2007, Low-voltage electrical installations – Part 4-44: Protection for safety – Protection against voltage disturbances and electromagnetic disturbances 13
IEC 60364-4-44:2007/AMD1:2015
IEC 60364-4-44:2007/AMD2:2018
- [39] IEC 60364-5-53:2001, Electrical installations of buildings – Part 5-53: Selection and erection of electrical equipment – Isolation, switching and control 14
IEC 60364-5-53:2001/AMD1:2002
IEC 60364-5-53:2001/AMD2:2015
- [40] IEC 60364-5-55:2011, Electrical installations of buildings – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment
IEC 60364-5-55:2011/AMD1:2012
IEC 60364-5-55:2011/AMD2:2016
- [41] IEC 60417, Graphical symbols for use on equipment (available at <http://www.graphical-symbols.info/equipment>)
- [42] IEC 60502-1:2004, Power cables with extruded insulation and their accessories for rated voltages from 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) up to 30 kV ($U_m = 36$ kV) – Part 1: Cables for rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)
- [43] IEC 60502-1: 2004/AMD1: 2009
- [44] IEC 60724:2000, Short-circuit temperature limits of electric cables with rated voltages of 1 kV ($U_m = 1,2$ kV) and 3 kV ($U_m = 3,6$ kV)
- [45] IEC 60724:2000/AMD1:2008
- [46] IEC 60947-1:2020, Low-voltage switchgear and controlgear – Part 1: General rules
- [47] IEC 60947-2, Low-voltage switchgear and controlgear – Part 2: Circuit-breakers
- [48] IEC 61140: 2016, Protection against electric shock – Common aspects for installation and Equipment
- [49] IEC TR 61641, Enclosed low-voltage switchgear and controlgear assemblies – Guide for testing under conditions of arcing due to internal fault
- [50] IEC TR 61912-1:2007, Low-voltage switchgear and controlgear – Overcurrent protective devices – Part 1: Application of short-circuit ratings

- [51] IEC TR 61912-2:2009, Low-voltage switchgear and controlgear – Over-current protective devices – Part 2: Selectivity under over-current conditions
- [52] Copper Development Association Publication No. 22:1996, European Copper Institute
- [53] Publication No. Cu0201, Copper for Busbars – Guidance for Design and Installation
- [54] UL 746B, Standard for polymeric materials – long term property evaluations
- [55] EN 50565-2:2014, Electric cables – Guide to use for cables with a rated voltage not exceeding 450/750 V (U0/U) – Specific guidance related to EN 50525 cable types
- [56] NEMA 250:2018, Enclosures for Electrical Equipment (1000 Volts Maximum)
- [57] C22.2 NO. 94.1-15, Enclosures for electrical equipment, non-environmental considerations
- [58] NMX-J-235/1-ANCE:2015, Enclosures for electrical equipment, non-environmental Considerations
- [59] NMX-J-235/2-ANCE:2015, Enclosures for electrical equipment, environmental considerations
- [60] NFPA 70:2020, National Electrical Code (NEC)
- [61] NOM-001-SEDE-2018, Electrical Installations (Use)