



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۸۴۹۵

تجدید نظر اول

۱۳۹۴

INSO

8495

1st. Revision

2016

یکپارچگی عایق و پیوستگی مسیر اتصال  
زمین مدول‌های فتوولتاییک -  
روش‌های آزمون

**Standard Test Methods for  
Insulation Integrity and Ground  
Path Continuity of  
Photovoltaic Modules**

ICS: 27.160

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است. تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود. 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 و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه بندی آن را اجباری نماید. 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 کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آن ها نظارت می کند. ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) و وسایل سنجش، تعیین عبار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

3- International Organization of Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legale)

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد  
" یکپارچگی عایق و پیوستگی مسیر اتصال زمین مدول‌های فتوولتاییک -  
روش‌های آزمون "

رئیس:

عابدینی، یوسفعلی  
(دکتری فیزیک)

سمت و / یا نمایندگی

عضو هیئت علمی  
دانشگاه زنجان

دبیر:

خدائی فرد، شراره  
(کارشناسی ارشد فیزیک)

رئیس اداره امور آزمایشگاه‌ها  
اداره کل استاندارد استان زنجان

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

بهادری فرد، مهدی  
(کارشناسی مهندسی عمران)

کارشناس اوزان و مقیاس‌ها  
اداره کل استاندارد استان زنجان

خرم، بهرام  
(کارشناسی ارشد مهندسی برق)

کارشناس امور صادرات و واردات  
اداره کل استاندارد استان زنجان

سهیلی، عبدالکریم  
(کارشناسی فیزیک)

مدیر کنترل کیفیت  
شرکت کابل کمان

شهنواز، محمدرضا  
(کارشناسی ارشد مهندسی شیمی)

کارشناس  
سازمان انرژی‌های نو ایران (سانا)

فرهادی، سمانه  
(کارشناسی مهندسی برق)

مدیر آزمایشگاه  
شرکت آروین الکترونیک پارس

عباسی، رقیه  
(کارشناسی ارشد فیزیک)

مدیر کنترل کیفیت  
شرکت سیم و کابل الوان زنجان

کارشناس اوزان و مقیاس‌ها  
اداره کل استاندارد استان زنجان

مقدمی، محمدحسین  
(کارشناسی مهندسی برق)

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۴ روش آزمون
۳	۵ اهمیت و کاربرد
۳	۶ دستگاهها
۴	۷ روشهای اجرایی
۶	۸ گزارش آزمون
۷	۹ دقت و اریبی
۷	۱۰ کلید واژهها

## پیش گفتار

استاندارد " یکپارچگی عایق و پیوستگی مسیر اتصال زمین مدول‌های فتوولتائیک- روش‌های آزمون " نخستین بار در سال ۱۳۸۴ تدوین شد. این استاندارد بر اساس پیشنهادهای رسیده و بررسی توسط سازمان ملی استاندارد ایران و تایید کمیسیون‌های مربوط برای اولین بار مورد تجدیدنظر قرار گرفت و در سی و چهارمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۹۴/۱۰/۱۵ تصویب شد. اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود .

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

این استاندارد جایگزین استاندارد ملی ایران شماره ۸۴۹۵ سال ۱۳۸۴ است.

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

ASTM E1462: 2012 Standard Test Methods for Insulation Integrity and Ground Path  
Continuity of Photovoltaic Modules

# یکپارچگی عایق و پیوستگی مسیر اتصال زمین مدول های فتوولتاییک - روش های آزمون

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روش های اجرایی زیر می باشد:

۱-۱ الف- آزمون نشتی جریان بین مدار الکتریکی مدول فتوولتاییک و اجزاء خارجی آن در حالی که ولتاژ مشخص شده توسط کاربر اعمال می شود. ب- آزمون شکست عایقی احتمالی مدول ها (آزمون استقامت ولتاژ دی الکتریک).

۱-۲ روش اجرایی اندازه گیری مقاومت عایق بندی بین مدار الکتریکی مدول فتوولتاییک و اجزاء خارجی آن (آزمون مقاومت عایقی) را بیان می نماید.

۱-۳ روش اجرایی تصدیق وجود پیوستگی الکتریکی بین سطوح رسانای خارجی بدون پوشش مدول نظیر قاب، اجزای ساختمانی یا بستارهای لبه<sup>۱</sup> و نقطه زمین شدن آن (آزمون پیوستگی مسیر اتصال زمین) ارائه می کند.

۱-۴ این استاندارد سطوح رد یا قبول را تعیین نمی کند. تعیین نتایج مورد قبول یا غیر قابل قبول خارج از دامنه این استاندارد می باشد.

۱-۵ مقادیر بیان شده بر حسب یکاهای SI به عنوان استاندارد قلمداد می شود. هیچ یکای اندازه گیری دیگری در این استاندارد وجود ندارد.

۱-۶ این استاندارد، تمام موارد مرتبط با ایمنی را بیان نمی کند ولی بر به کارگیری آن تاکید دارد. رعایت تمام موارد مربوط به ایمنی، محدودیت های قانونی و کاربردی پیش از استفاده بر عهده کاربر این استاندارد می باشد.

## ۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۹۰۸ : سال ۱۳۹۳، تبدیل انرژی خورشیدی - واژه نامه

2-2 ANSI/UL 1703 Standard for Safety for Flat-Plate Photovoltaic Modules and Panels

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد ملی ۱۷۹۰۸، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

۱-۳

#### پیوستگی مسیر اتصال زمین

پیوستگی الکتریکی بین سطوح رسانا و بیرونی مدول فتوولتائیک و نقطه اتصال زمین مورد نظر مدول است.

۲-۳

#### مقاومت عایقی

مقاومت الکتریکی عایق مدول فتوولتائیک که در یک ولتاژ اعمال شده ویژه بین مدار داخلی مدول و نقطه اتصال زمین آن یا پایه نگهدارنده آن اندازه‌گیری می‌شود.

### ۴ روش آزمون

#### ۱-۴ یکپارچگی عایق

دو روش اجرایی برای آزمون عایق‌بندی بخش‌های برق‌دار مدول‌ها از بخش‌های رساناهای قابل دسترس و سطوح نارسانای بدون پوشش ارائه می‌شود. این عایق‌بندی برای فراهم سازی ایمنی عایق، کاربرد و ارائه خدمات مدول یا سامانه فتوولتائیک ضروری است.

#### ۱-۱-۴ روش اجرایی استقامت ولتاژ دی الکتریک

ولتاژ پلکانی بین مدار فتوولتائیک و قسمت‌های قابل دسترسی و سطوح بیرونی مدول‌های مدار فتوولتائیک اعمال می‌شود و این درحالی صورت می‌گیرد که جریان پایش می‌شود یا با تعیین اینکه آیا جریان نشتی بیش از حد تعیین شده است یا خیر. سپس مدول برای اثر ممکن از قوس الکتریکی بازرسی می‌شود.

#### ۲-۱-۴ روش اجرایی مقاومت عایقی

مقاومت عایقی بین مدار فتوولتائیک و قسمت‌های قابل دسترسی و سطوح بیرونی مدول‌های مدار فتوولتائیک با استفاده از یک اهم‌متر با امپدانس بالا، اندازه‌گیری می‌شود.

#### ۲-۴ روش اجرایی پیوستگی مسیر اتصال زمین

این روش اجرایی به منظور تصدیق وجود پیوستگی الکتریکی بین تمام اجزاء خارجی رسانا و نقطه اتصال به زمین مدول که توسط شرکت سازنده مشخص شده است، می‌باشد. در این روش اجرایی با عبور دادن جریان بین ترمینال یا سیم زمین و قسمت‌های رسانای مورد تردید و محاسبه مقاومت بین این دو نقطه انجام می‌شود.



## ۵ اهمیت و کاربرد

۱-۵ طراحی یک مدول یا سامانه فتوولتائیک به منظور تامین تبدیل ایمن انرژی تابشی خورشیدی به الکتریسیته مفید باید با ملاحظاتی درباره احتمال خطر تماس کاربر با اتصال پتانسیل الکتریکی مدول همراه باشد. این روش‌های آزمون، روش‌های اجرایی جهت تصدیق طراحی و ساخت مدول‌ها یا سامانه‌ها در توانایی تامین حفاظت از شوک، طی مرحله نصب و استفاده عادی را شرح می‌دهد. بهتر است در هیچ کجای مدول به غیر از سیم‌های خروجی، پتانسیل الکتریکی در دسترس نباشد.

۲-۵ این روش‌های آزمون، روش‌های اجرایی جهت تعیین توانایی مدول برای تامین حفاظت در برابر خطرات الکتریکی را شرح می‌دهد.

۳-۵ این روش‌های اجرایی می‌تواند به عنوان بخشی از سری آزمون‌های صلاحیت مربوط به نوردهی محیطی، تنش‌های مکانیکی، اضافه بار الکتریکی یا سرعت بخشیدن به آزمون عمر تعیین شود.

۴-۵ این روش‌های اجرایی به طور معمول به منظور استفاده در مدول‌های خشک می‌باشد. ولی مدول‌های آزمون همانگونه که توسط پروتکل‌های مربوط مشخص شده است ممکن است مرطوب یا خشک باشد.

۵-۵ از این روش‌های اجرایی می‌توان برای تصدیق مدول نصب شده در یک خط تولید استفاده نمود.

۶-۵ مقاومت عایقی و جریان نشتی، توابع قوی از ابعاد مدول، رطوبت نسبی محیط و بخار آب جذب شده می‌باشند و روش اجرایی پیوستگی مسیر اتصال زمین به شدت از محل اتصالات و سیم‌های آزمون به قاب مدول و نقاط زمین شده تاثیر می‌پذیرد.

۱-۶-۵ به همین دلیل وظیفه کاربر این روش‌های آزمون می‌باشد که بیشینه جریان نشتی قابل قبول برای آزمون استقامت ولتاژ دی الکتریک و بیشینه مقاومت قابل قبول برای روش اجرایی پیوستگی مسیر اتصال زمین را مشخص نماید.

۲-۶-۵ به طور معمول  $50 \mu A$  به عنوان بیشینه جریان نشتی قابل قبول (به ANSI/UL 1703 بخش ۲۶.۱ مراجعه کنید) و  $0.1 \Omega$  به عنوان بیشینه مقاومت پیوستگی مسیر اتصال زمین قابل قبول مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۷-۵ برخی از مدول‌های طراحی شده ممکن است از هیچ جزء فلزی خارجی استفاده نکنند و بنابراین فاقد نقطه زمین طراحی شده توسط شرکت سازنده مدول باشند. در این حالت‌ها، آزمون پیوستگی مسیر اتصال زمین کاربرد ندارد.

## ۶ دستگاه‌ها

### ۱-۶ منبع تغذیه ولتاژ d-c قابل تغییر

برای آزمون استقامت ولتاژ دی الکتریک، یک منبع تغذیه ولتاژ dc که قادر به تامین ولتاژ آزمون مشخص شده (به بند ۵-۶ مراجعه کنید) بصورت تدریجی و ملایم باشد، مورد نیاز است. ولتاژ به کار رفته نباید گذرا باشد چون در این صورت ممکن است ولتاژ لحظه‌ای بیش از ولتاژ آزمون تعیین شده بوده و امکان شارش جریان خازنی در اثر شارژ شدن به وجود آید و جریان نشتی نادرستی را نشان دهد.

۱-۱-۶ منبع تغذیه باید شامل وسیله‌ای برای نشان دادن ولتاژ آزمون مورد استفاده برای مدول باشد.

۲-۱-۶ ولتاژ خروجی منبع تغذیه باید به طور پیوسته قابل تنظیم باشد و ممکن است دارای نرخ افزایشی کنترل شده خودکار باشد.

۳-۱-۶ منبع تغذیه باید حداقل، توانایی تشخیص جریان نشتی  $1\mu A$  را داشته باشد.

۴-۱-۶ منبع تغذیه می تواند به طور انتخابی دارای یک نقطه تنظیم حد جریان نشتی باشد که وقتی که جریان نشتی از نقطه تنظیم بیشتر شد، منبع تغذیه را خاموش کند. آژیر دیداری یا شنیداری که نشان دهد جریان نشتی از نقطه تنظیم فراتر رفته است نیز قابل قبول است.

#### ۲-۶ دستگاه آزمون پیوستگی مسیر اتصال زمین

برای اندازه گیری مقاومت بین هر قاب رسانای قابل دسترس یا اجزاء پشتیبانی و نقطه زمین مدول با کمینه تفکیک پذیری  $0.1\Omega$  استفاده می شود.

۱-۲-۶ دستگاه آزمون باید توانایی عبور جریانی معادل دو برابر جریان اتصال کوتاه مدول را از میان مسیر اتصال زمین مدول مورد آزمون را داشته باشد.

۲-۲-۶ دستگاه آزمون باید قادر به محدود کردن توان اعمال شده به مسیر اتصال زمین تا  $500W$  باشد.

#### ۳-۶ اهم متر

اهم متر امپدانس بالا یا دستگاه مشابه که قادر به اندازه گیری حداقل  $1000M\Omega$  بوده و بتواند ولتاژ مناسب برای اندازه گیری مقاومت های بالا را تامین کند .

#### ۴-۶ اتصال گر(های) فلزی

ورق نازک آلومینیومی یا فلزی دیگر، یا صفحه فلزی سختی است که بر روی سطوح مدول های بدون قاب فلزی قرار داده شده است. اتصال گر(های) فلزی به عنوان جایگزینی برای قاب فلزی عمل می کند.

#### ۵-۶ پایه آزمون

پایه آزمون برای نگهداشتن مدول ها در طول آزمون به کار می رود.

#### ۷ روش های اجرایی

##### ۱-۷ روش اجرایی الف- یکپارچگی عایق، استقامت ولتاژ دی الکتریک:

۱-۱-۷ مدول مورد آزمون را در پایه آزمون قرار دهید و اطمینان حاصل کنید که مدول در معرض نوردهی نیست. برای این منظور می توان از قرار دادن رو به پایین مدول در پایه آزمون یا سایه انداختن روی مدول توسط یک ماده کدر با اندازه مناسب استفاده کرد.

۲-۱-۷ سیم های خروجی مدول را هم وصل کنید.

۳-۱-۷ اطمینان حاصل کنید که منبع تغذیه پیش از هر اتصال الکتریکی خاموش باشد.

۴-۱-۷ خروجی ولتاژ بالا را توسط سیم های خروجی مدول به منبع ولتاژ متصل کنید.

۵-۱-۷ خروجی زمین شده منبع تغذیه را به نقطه زمین مدول یا جزء ویژه مورد آزمون متصل کنید.

۱-۵-۱-۷ مدول ممکن است شامل اجزای فلزی متصل نشده و مجزا باشد که در اینصورت روش اجرایی برای هر جزء فلزی باید تکرار شود. برای مثال جعبه تقسیمی که به قاب متصل نشده است، باید به صورت

مجزا مورد آزمون قرار گیرد.

۷-۱-۵-۲ هر اتصال به اجزای فلزی باید در نقاط عایق نشده، انجام شود تا روش اجرایی قابل قبول باشد.

برای مثال، قاب آلومینیومی آب کاری شده واجد شرایط نیست مگر آنکه نقطه آزمون، آب کاری زدایی شود.

۷-۱-۵-۳ اگر مدول بدون اجزاء فلزی خارجی باشد، اتصال جریان نشتی با سطح عایقی مثل قاب غیر فلزی مدول باید برقرار شود. یک اتصال گر فلزی (به بند ۶-۴ مراجعه کنید) باید متصل به سطح قرار داده شده و سپس ارتباط با اتصال گر فلزی برقرار شود. اتصال گر باید دست کم به همان اندازه سطح مورد آزمون باشد. در این صورت بانی یا کاربر این روش اجرایی باید اتصالات قابل قبول را مشخص نماید.

۷-۱-۶ ولتاژ آزمون را برای آزمون استقامت ولتاژ دی الکتریک تعیین کنید. بیشینه ولتاژ سامانه (به استاندارد ملی ۱۷۹۰۸ مراجعه کنید) که برای مدول مناسب می باشد توسط شرکت سازنده مدول مشخص شده باشد. ولتاژ آزمون باید دو برابر بیشینه ولتاژ سامانه به اضافه  $V 1000$  باشد. برای مدولی با بیشینه ولتاژ سامانه  $30$  ولت یا کمتر، ولتاژ آزمون باید  $V 500$  باشد.

۷-۱-۷ ولتاژ را افزایش دهید تا زمانی که به ولتاژ آزمون دست پیدا کنید. نرخ افزایش ولتاژ از  $V/s 200$  بیشتر نشود.

یادآوری ۱- ظرفیت خازنی مدولها ممکن است به قدری بزرگ باشد که باعث جاری شدن جریانهای بزرگی در هنگام شارژ شدن خازن عایقی شود. متصدی باید از چنین شرایطی آگاه بوده و اجازه دهد تا جریان ثابت شود.

۷-۱-۸ ولتاژ منبع تغذیه را به مدت یک دقیقه در ولتاژ آزمون نگهدارید.

۷-۱-۹ بیشینه جریان نشتی یا ولتاژی را که در آن جریان نشتی از نقطه تنظیم بیشتر نشده است را ثبت کنید.

۷-۱-۹-۱ چنانچه این تجهیز توانایی محدود کردن جریان در نقطه تنظیم را که در بند ۶-۱-۴ تعریف شده است، داشته باشند و منبع تغذیه خاموش شود یا آژیر فعال شود، بیشینه جریان نشتی بیشتر از حد شده است.

۷-۱-۱۰ در طول آزمون برای یافتن اثری از جرقه یا قوس الکتریکی به مدول نگاه کنید و گوش کنید.

۷-۱-۱۱ منبع تغذیه را خاموش کنید.

۷-۱-۱۲ قطبهای اتصال منبع تغذیه به مدول را معکوس کرده (به بندهای ۷-۱-۴ و ۷-۱-۵ مراجعه کنید) و بندهای ۷-۱-۷ تا ۷-۱-۱۱ را تکرار کنید.

۷-۱-۱۳ اتصال مدول آزمون را قطع کنید.

۷-۱-۱۴ مدول را برای هر اثر قابل مشاهده از جرقه یا قوس الکتریکی بازرسی کنید.

## ۷-۲ روش اجرایی ب- یکپارچگی عایق، مقاومت عایقی:

۷-۲-۱ مدول را همانطوری که در بند ۷-۱-۱ و بند ۷-۱-۲ مشخص شده است، نصب کنید.

۷-۲-۲ اهم متر را همانطوری که در بندهای ۷-۱-۳ تا ۷-۱-۵ مشخص شده است، با اشاره به جایگزین کردن منبع تغذیه با اهم متر به مدول وصل کنید.

۷-۲-۳ مقاومت عایقی نشان داده شده توسط اهم متر را اندازه گیری و ثبت کنید.

## ۳-۷ روش اجرایی پ - پیوستگی مسیر اتصال زمین :

۱-۳-۷ جریان لازم برای عبور از میان هر مسیر اتصال زمین مدول را تعیین کنید. این جریان مساوی با دو برابر جریان اتصال کوتاه مدول می‌باشد.

۲-۳-۷ محل نقطه زمین شده و همه قسمت‌های رسانای قابل دسترس مدول را تعیین کنید. اندازه اتصال‌گر، محل و روش الصاق که برای انجام آزمون پیوستگی مسیر اتصال زمین لازم است را برقرار کنید.

۱-۲-۳-۷ قسمت رسانا، قابل دسترس در نظر گرفته می‌شود مگر اینکه با ماده‌ای که خواص عایقی آن در کاربرد مورد نظر یا به طور فیزیکی بر اساس بخش ۱۴ از ANSI/UL 1703، غیر قابل دسترسی ارزیابی شده باشد.

۲-۲-۳-۷ اگر مدول بیش از یک قسمت رسانای قابل دسترس داشته باشد، هر کدام باید به طور جداگانه آزمون شود.

۳-۳-۷ سیم زمین شده دستگاه آزمون پیوستگی را به نقطه زمین مدول که توسط شرکت سازنده مدول مشخص شده است، متصل کنید.

۴-۳-۷ سیم ولتاژ بالای دستگاه آزمون پیوستگی را به قسمت رسانای قابل دسترس مدول متصل کنید.

۵-۳-۷ ولتاژ اعمال شده توسط دستگاه آزمون پیوستگی را از صفر تا زمانی که جریانی معادل دو برابر جریان اتصال کوتاه مدول از میان مسیر اتصال زمین تحت آزمون بگذرد یا تا زمانی که به بیشینه وات نشان داده شده در بند ۲-۲-۶ برسد، افزایش دهید.

۶-۳-۷ مقاومت را از افت ولتاژ دو سر سیم‌های دستگاه آزمون پیوستگی در نقاطی که به مدول متصل شده‌اند، محاسبه و ثبت کنید.

۷-۳-۷ بندهای ۴-۳-۷ تا ۶-۳-۷ را برای هر مسیر اتصال زمین نشان داده شده در بند ۲-۳-۷ تکرار کنید.

## ۸ گزارش آزمون

۱-۸ گزارش آزمون باید حداقل دارای موارد زیر باشد:

۱-۱-۸ شرکت سازنده و شناسه کامل آزمون؛

۲-۱-۸ شرحی از ساختمان مدول؛

۳-۱-۸ شرحی از تجهیز اندازه‌گیری و شرایط یا پارامترهای اندازه‌گیری؛

۴-۱-۸ شرحی از هر گونه تغییرات ظاهری در اثر آزمون همراه با هر طرح یا عکسی که به وضوح آن را نشان دهد؛

۵-۱-۸ بیشینه جریان ناشی واقعی مشاهده شده (بند ۷-۱-۹) یا ولتاژ اعمال شده که در آن نشت جریان بیشینه بیش از حد شده باشد (بند ۷-۱-۹-۱)؛

۶-۱-۸ مشاهدات یا نشانه‌های جرقه یا قوس الکتریکی؛

۷-۱-۸ مقاومت عایقی ثبت شده در بند ۷-۲-۳؛

۸-۱-۸ نتایج روش اجرایی پیوستگی مسیر اتصال زمین در بند ۷-۳-۶؛

## ۹ دقت و اریبی ۱

۹-۱ چندین عامل، تعیین دقت و اریبی نتایج مطالعه بین آزمایشگاهی را برای این روش‌های اجرایی، غیر عملی می‌سازد.

۹-۱-۱ مقاومت عایقی و نشتی جریان عایق، توابعی قوی از رطوبت نسبی محیط و بخار آب جذب شده می‌باشند.

۹-۱-۲ روش اجرایی پیوستگی مسیر اتصال زمین به شدت تحت تاثیر محل، اندازه، شکل و روش‌های متصل کردن اتصال‌گرها و سیم‌های آزمون به قاب مدول و نقاط زمین می‌باشد.

۹-۱-۳ به این دلایل، کاربر این روش‌های آزمون، سطوح آستانه قابل قبول برای استقامت ولتاژ دی الکتریک و روش‌های اجرایی پیوستگی مسیر اتصال زمین (به بند ۵-۶-۱ مراجعه کنید) را مشخص می‌کند.

۹-۲ دقت و اریبی، تابعی از حدود دقت و اریبی ابزار اندازه‌گیری الکتریکی خواهند بود. بنابراین بهتر است اندازه‌گیری‌های الکتریکی مطابق با روش‌های دقیق مهندسی و با استفاده از ابزار اندازه‌گیری که قابلیت ردیابی کالیبراسیون به استانداردهای ملی و بین‌المللی را دارند صورت گیرد.

## ۱۰ کلید واژه‌ها

۱۰-۱ استقامت ولتاژ دی الکتریک، آزمون الکتریکی، پیوستگی مسیر اتصال زمین، یکپارچگی عایق، مقاومت عایقی، مدول‌ها، فتوولتائیک‌ها، انرژی خورشیدی