



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۸۸۱-۱

چاپ اول

۱۳۹۵

INSO

11881-1

1st.Edition

2017

**Identical with
IEC 61215-1:
2016**

مدول‌های فتوولتاییک (PV) زمینی –

احراز شرایط طراحی و تایید نوع –

قسمت ۱: الزامات آزمون

**Terrestrial photovoltaic (PV) modules –
Design qualification and type approval –
Part 1: Test requirements**

ICS: 27.160

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: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.org.ir

وبگاه: [http:// www.isiri.gov.ir](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.org.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 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.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود 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، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی 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 می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی 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 for Legal Metrology (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«مدول های فتوولتاییک (PV) زمینی - احراز شرایط طراحی و تایید نوع -

قسمت ۱: الزامات آزمون»

سمت و/یا محل اشتغال:

رئیس:

رئیس اداره اندازه شناسی، اوزان و مقیاس ها- اداره کل استاندارد
استان زنجان

خدائی فرد، شراره
(کارشناسی ارشد فیزیک)

دبیر:

کارشناس مسئول صنایع برق، مکانیک و مصالح ساختمان- اداره
کل استاندارد استان زنجان

خرم، بهرام
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت برق آفتابی هدایت نور یزد

ربیعی، غلامرضا
(کارشناسی مهندسی برق - مخابرات)

مدیر کنترل کیفیت - شرکت سیم و کابل کمان

سهیلی، عبدالکریم
(کارشناسی فیزیک)

کارشناس استاندارد- انجمن مدیران کنترل کیفیت و مسئولین
فنی صنایع استان زنجان

عباسی، رقیه
(کارشناسی ارشد فیزیک)

رئیس گروه ارزیابی فناوری های خورشیدی - سازمان انرژی های نو
ایران (سانا)

منشی پور، سمیرا
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع و کارشناسی
برق - الکترونیک)

ویراستار:

رئیس اداره اندازه شناسی، اوزان و مقیاس ها- اداره کل استاندارد
استان زنجان

خدائی فرد، شراره
(کارشناسی ارشد فیزیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۳	۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه‌نوشت‌ها
۵	۴ نمونه‌های آزمون
۵	۵ نشانه‌گذاری و مستندسازی
۸	۶ انجام آزمون
۹	۷ معیار قبولی
۱۳	۸ نقص‌های عمده دیداری (چشمی)
۱۴	۹ گزارش
۱۶	۱۰ اصلاحات
۱۶	۱۱ نمودار گردشی و روش‌های انجام آزمون

پیش‌گفتار

استاندارد «مدول‌های فتوولتاییک (PV) زمینی- احراز شرایط طراحی و تایید نوع- قسمت ۱: الزامات آزمون» که پیش‌نویس آن بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده است، در شصت و ششمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۱۳۹۵/۱۱/۱۳ تصویب شد. اینک این استاندارد 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.

این استاندارد یکی از استانداردهای تفکیک شده از استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۸۱ : سال ۱۳۸۸، مدول- های فتوولتاییک (PV) زمینی سیلیکون کریستالی- احراز شرایط طراحی و تایید نوع است که با انتشار تمامی مجموعه استانداردهای تفکیک شده از استاندارد مزبور، آن استاندارد باطل خواهد شد و استانداردهای تفکیک شده جایگزین آن میشوند.

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 خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح و تکمیل این استانداردها ارائه شود، هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی تدوین مربوط مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

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 61215-1: 2016, Terrestrial photovoltaic (PV) modules- Design qualification and type approval- Part 1: Test requirements

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۸۸۱ است.

قسمت ۱ این مجموعه استاندارد ملی، الزامات (هم عمومی و هم خاص با توجه به فناوری افزاره) را توصیف می‌کند. قسمت ۱-۱ تغییرات فناوری و قسمت ۲ مجموعه روش‌های آزمون مورد نیاز برای احراز شرایط طراحی و تایید نوع را تعریف می‌کند. روش‌های آزمون توصیف شده در قسمت ۲، برای تمام فناوری‌های افزاره مجاز است.

مدول‌های فتوولتاییک (PV) زمینی - احراز شرایط طراحی و تایید نوع - قسمت ۱: الزامات آزمون

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین الزامات مورد نیاز برای احراز شرایط طراحی و تایید نوع مدول‌های فتوولتاییک زمینی است که برای کارکرد طولانی مدت در آب و هوای معمولی فضای باز، همان‌گونه که در استاندارد IEC 60721-2-1 تعریف شده است، مناسب می‌باشد. این استاندارد در تمام مواد مدول‌های صفحه تخت زمینی از جمله انواع مدول‌های سیلیکون بلورین و همچنین مدول‌های لایه نازک کاربرد دارد.

این استاندارد برای مدول‌های مورد استفاده با نور خورشید متمرکز شده کاربرد ندارد اگر چه ممکن است برای مدول‌های متمرکز کننده کم (۱ تا ۳ خورشید)^۱ سودمند باشد. برای مدول‌های با تمرکز کم، تمام آزمون‌ها با استفاده از سطوح جریان، ولتاژ و توان مورد انتظار در میزان تمرکز طراحی شده انجام می‌شوند.

این استاندارد به ویژگی‌های مدول‌های فتوولتاییک (PV)^۲ با مدارات الکترونیکی مجتمع نخواهد پرداخت، اما می‌تواند به عنوان مبنایی برای آزمون این گونه مدول‌های PV مورد استفاده قرار گیرد.

هدف از این توالی آزمون، تعیین مشخصه‌های الکتریکی و حرارتی مدول است و نشان دادن اینکه تا حد ممکن در محدوده‌های منطقی هزینه و زمان، مدول قادر به تحمل طولانی مدت قرار گرفتن در آب و هوای توصیف شده در دامنه کاربرد است. طول عمر واقعی مورد انتظار مدول‌های احراز شرایط شده به طراحی و محیط آنها و شرایطی که در آن مورد بهره‌برداری قرار خواهند گرفت بستگی خواهد داشت.

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:

1- 1 ti 3 Suns
2- Photovoltaic

2-1 IEC 60891, Photovoltaic devices- Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۶۲۰۵: ۱۳۹۲، افزارهای فتوولتاییک- رویه‌های تصحیح دما و تابش به مشخصه‌های I-V اندازه‌گیری شده، با استفاده از استاندارد IEC 60891: 2009 تدوین شده است.

2-2 IEC 60904-1, Photovoltaic devices- Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۱۵-۱: ۱۳۹۲، واژگان الکتروتکنیک، با استفاده از استاندارد IEC 60904-1: 2006 تدوین شده است.

2-3 IEC 60904-3, Photovoltaic devices- Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۱۵-۳: ۱۳۹۲، افزارهای فتوولتاییک- قسمت ۳- اصول اندازه‌گیری برای افزارهای خورشیدی فتوولتاییک (PV) زمینی با داده‌های تابش طیفی مرجع، با استفاده از استاندارد IEC 60904-3: 2008 تدوین شده است.

2-4 IEC 60904-10, Photovoltaic devices- Part 10: Methods of linearity measurement

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۴۱۱۵-۱۰: ۱۳۸۹، افزارهای فتوولتاییک- قسمت ۱۰- روش‌های اندازه‌گیری خطی، با استفاده از استاندارد IEC 60904-10: 2009 تدوین شده است.

2-5 IEC 61730-2, Photovoltaic (PV) module safety qualification- Part 2: Requirements for testing

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۳۰-۲: ۱۳۹۰، تایید صلاحیت ایمنی مدول فتوولتاییک (PV) قسمت ۲- الزامات آزمون، با استفاده از استاندارد IEC 61730-2: 2004 + Amd. 1: 2011 تدوین شده است.

2-6 IEC 61853-1, Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating- Part 1: Irradiance and temperature performance measurements and power rating

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۹۷۷۵-۱: ۱۳۹۴، آزمایش عملکرد مدول فتوولتاییک (PV) و مقدار مجاز انرژی- قسمت ۱- اندازه‌گیری‌های عملکرد شدت تابش و دما و مقدار مجاز توان، با استفاده از استاندارد IEC 61853-1: 2011 تدوین شده است.

2-7 ISO/IEC 17025, General requirements for the competence of testing and calibration Laboratories

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۰۲۵: ۱۳۸۶، الزامات عمومی برای احراز تایید صلاحیت آزمایشگاه‌های آزمون و واسنجی (کالیبراسیون)، با استفاده از استاندارد ISO/IEC 17025: 2005 تدوین شده است.

2-8 IEC 60050 (all parts), International Electrotechnical Vocabulary (available at <http://www.electropedia.org>)

یادآوری- استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۴۲۵، واژگان الکتروتکنیک، با استفاده از برخی قسمت‌های مجموعه استاندارد IEC 60050 تدوین شده است.

- 2-9 IEC 60269-6, Low-voltage fuses- Part 6: Supplementary requirements for fuse-links for the protection of solar photovoltaic energy systems
- 2-10 IEC 61215-2, Terrestrial photovoltaic (PV) modules- Design qualification and type approval- Part 2: Test procedures
- 2-11 IEC TS 61836, Solar photovoltaic energy systems- Terms, definitions and symbols
- 2-12 IEC 61853-2, Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating- Part 2: Spectral response, incidence angle, and module operating temperature measurements
- 2-13 IEC TS 62915, Photovoltaic (PV) modules- Retesting for type approval, design and safety qualification
- 2-14 ISO/IEC Guide 98-3, Uncertainty of measurement- Part 3: Guide to the expression of uncertainty in measurement (GUM:1995)
- 2-15 IEC 60721-2-1, Classification of environmental conditions- Part 2-1: Environmental conditions appearing in nature- Temperature and humidity

۳ اصطلاحات، تعاریف و کوتاه‌نوشت‌ها

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف تعیین شده در استاندارد IEC 60050 و IEC 61836 به‌صورت زیر به کار می‌رود:

۱-۳

محفظه‌های رده‌های توان

bins of power classes

معیار مرتب‌سازی توان (به طور معمول توان بیشینه) از سوی سازنده مدول PV.

۲-۳

رواداری‌ها (بر روی برچسب)

tolerances <on label>

گستره مقدار پارامترهای الکتریکی بر روی برچسب مدول PV ارائه شده توسط سازنده.

۳-۳

MQT

Module Quality Test

آزمون کیفیت مدول.

۴-۳

تأیید نوع

type approval

آزمون انطباق انجام شده بر روی یک یا چند نمونه به عنوان نماینده محصول.
[منبع: زیربند 581-21-08 استاندارد IEC 60050-581:2008 - آزمون نوعی]

۵-۳

تجدیدپذیری (اندازه‌گیری)

reproducibility <of measurements>

نزدیکی توافقی بین نتایج اندازه‌گیری‌های مقدار یکسان کمیت، زمانی که اندازه‌گیری‌های جداگانه تحت شرایط مختلف اندازه‌گیری:

- اصل اندازه‌گیری؛
 - روش اندازه‌گیری؛
 - ناظر؛
 - تجهیزات اندازه‌گیری؛
 - استانداردهای مرجع؛
 - آزمایشگاه؛
 - تحت شرایط استفاده متفاوت از استفاده مرسوم تجهیزات اندازه‌گیری؛
- بعد از فواصل زمانی نسبتاً طولانی در مقایسه با مدت زمان اندازه‌گیری تکی انجام می‌شوند
[VIM 3-7^۱].

یادآوری ۱- مفاهیم «اصل اندازه‌گیری» و «روش اندازه‌گیری» به ترتیب در VIM 3-2 و VIM 4-2 تعریف شده‌اند.

یادآوری ۲- همچنین اصطلاح «تجدیدپذیری» به‌طور مثال در جایی که فقط برخی از شرایط بالا در نظر گرفته می‌شوند به شرطی که بیان شوند، اطلاق می‌شود.

[منبع: زیربند 311-06-07 استاندارد IEC 60050-311:2001]

۴ نمونه‌های آزمون

نمونه‌های مدول PV باید از مواد و اجزای مشخص مطابق با نقشه‌های مربوط و برگه‌های فرآیند ساخته شده باشند و در معرض بازرسی عادی، کنترل کیفیت و روش‌های اجرایی پذیرش تولید سازندگان قرار گرفته باشند. مدول‌های PV باید در همه جزئیات کامل بوده و دارای دستورالعمل‌های حمل، نصب، و اتصال سازندگان باشند. در صورتی که مدول‌های PV مورد آزمون، پیش نمونه‌های طراحی جدید باشند نه از خط تولید، این موضوع باید در گزارش آزمون نوشته شود (به بند ۹ مراجعه شود).

تعداد نمونه‌های آزمون مورد نیاز از توالی‌های آزمون قابل اجرا به دست می‌آید (به بند ۱۱ مراجعه شود). ممکن است نمونه‌های آزمون ویژه‌ای برای آزمون‌هایی مانند آزمون دیود کنارگذر، MQT 18، مورد نیاز باشد (به استاندارد IEC 61215-2 مراجعه شود).

برای تایید صلاحیت محفظه‌های چندتایی رده‌های توان در داخل مرزهای تعیین شده در استاندارد IEC TS 62915 دست‌کم دو مدول، از هر رده توان پایین‌تر، متوسط و بالاتر باید برای آزمون استفاده شود. در صورت عدم وجود رده توان متوسط، رده بالاتر بعدی باید استفاده شود.

برای تعمیم تایید صلاحیت رده توان تکی به سایر رده‌های توان در محدوده تعیین شده در استاندارد IEC TS 62915 باید دست‌کم دو مدول از هر رده توان پایین، متوسط و بالا برای صحنه‌گذاری برچسب استفاده شود. (به Gate No. 1 در زیربند ۷-۲-۱ مراجعه شود).

توصیه می‌شود نمونه‌های یدکی مطابق با همان الزامات توان خروجی تهیه شود.

در صورت امکان، نمونه‌های آزمون باید برای معرفی گروه محصولات، یا تغییرات مواد، یا فرآیندهای تولید استفاده شده برای تولید مدول‌ها، مورد استفاده قرار گیرد. سپس نمونه‌های اضافی مورد نیاز برای برنامه آزمون از استاندارد IEC TS 62915 اقتباس می‌شوند.

۵ نشانه‌گذاری و مستندسازی

۵-۱ پلاک مشخصات

هر مدول باید دارای نشانه‌گذاری واضح و پاک نشدنی زیر باشد:

الف- نام، نام تجاری ثبت شده یا علامت تجاری ثبت شده سازنده؛

ب- شناسه نوع یا شماره مدل؛

پ- شماره سریال (مگر اینکه بر روی قسمت دیگری از محصول نشانه‌گذاری شده باشد)؛

ت- تاریخ و محل ساخت؛ یا به جای آن شماره سریال که امکان ردیابی تاریخی و محل ساخت را می‌دهد؛

ث - بیشینه ولتاژ سامانه؛

ج - رده حفاظت در برابر شوک الکتریکی؛

چ - ولتاژ در حالت مدار باز یا V_{oc} شامل رواداری‌ها؛

ح - جریان در حالت اتصال کوتاه یا I_{sc} شامل رواداری‌ها؛

خ - بیشینه توان مدول یا P_{max} شامل رواداری‌ها.

تمام داده‌های الکتریکی باید نسبت به شرایط آزمون استاندارد (1000 W/m^2 ، $1 \text{ }^\circ\text{C}$ ، $1/5 \text{ AM}$ مطابق با استاندارد IEC TC 61836) نشان داده شود.

در صورت کاربرد باید از نمادهای بین‌المللی استفاده شود.

انطباق نشانه‌گذاری توسط بازرسی و MQT 06-1 بررسی شود.

۲-۵ مستندات

۱-۲-۵ کمینه الزامات

مدول‌ها باید همراه با مستندات بیان‌کننده روش‌های نصب الکتریکی و مکانیکی و همچنین رتبه‌بندی‌های الکتریکی مدول عرضه شوند. مستندات باید بیان‌کننده رده حفاظت در برابر شوک الکتریکی که تحت آن مدول احراز صلاحیت شده است و حدود مورد نیاز برای آن رده باشد. مستندات باید نصاب‌ها و کارورها را مطمئن سازد که مستندات مناسب و کافی را برای نصب، استفاده و نگهداری ایمن مدول‌های PV دریافت می‌کنند.

یادآوری - باید در نظر داشت که عرضه یک مجموعه مستندات همراه واحد حمل مدول کافی است.

۲-۲-۵ اطلاعات ارائه شده در مستندات

الف - تمام اطلاعات مورد نیاز بخش ث تا خ زیربند ۵-۱؛

ب - جریان اسمی معکوس مطابق با استاندارد IEC 61730-2؛

نوع و مقدار مجاز افزاره حفاظت در برابر اضافه جریان، که به عنوان مثال در استاندارد IEC 60269-6 تعیین شده است. افزاره‌های حفاظت در برابر اضافه جریان با 1 h ، $1/35 I_n$ مقدار مجاز اضافه بار، که I_n مقدار اسمی افزاره حفاظت در برابر اضافه جریان است، توصیه می‌شود.

- بیشینه پیکربندی‌های مدول سری/موازی توصیه می‌شود؛

پ- رواداری اظهار شده سازندگان برای V_{oc} ، I_{sc} و بیشینه توان خروجی تحت شرایط آزمون استاندارد؛

ت- ضریب دمایی برای ولتاژ در حالت مدار باز؛

ث- ضریب دمایی برای بیشینه توان؛

ج- ضریب دمایی برای جریان اتصال کوتاه؛

تمام داده‌های الکتریکی بیان شده در بالا باید نسبت به شرایط آزمون استاندارد نشان داده شوند (1000 W/m^2 ، 25°C ، $1/5 \text{ AM}$ مطابق با استاندارد IEC TC 61836). علاوه بر این پارامترهای زیر باید مشخص شوند:

چ- دمای نامی عملیاتی مدول (NMOT)؛^۱

ح- عملکرد در NMOT (MQT 06-2)؛

خ- عملکرد در تابش کم (MQT 07)؛

در صورت کاربرد، نماد بین‌المللی باید استفاده شود.

انطباق توسط بازرسی و MQT 04 از طریق MQT 07 بررسی می‌شود.

مستندات الکتریکی باید شامل شرح تفصیلی روش سیم‌کشی نصب الکتریکی مورد استفاده باشد. این توصیف باید شامل:

د- کمینه قطر کابل مدول‌ها به منظور سیم‌کشی میدانی؛

ذ- هر گونه محدودیت‌هایی در روش‌های سیم‌کشی و مدیریت آن که به جعبه اتصالات یا جعبه تقسیم اعمال می‌شود؛

ر- اندازه، نوع، مواد و دمای اسمی رساناهای مورد استفاده؛

ز- نوع پایانه‌های سیم‌کشی میدانی؛

ژ- مشخصه مدل/نوع اتصال‌دهنده PV و سازنده که اتصال‌دهنده‌های مدول باید جفت شوند.

س- روش(های) هم‌بندی قابل استفاده (در صورت کاربرد)؛ تمام سخت‌افزارهای ارائه شده یا مشخص شده باید در مستندات شناسایی شوند،

ش- نوع و مقدار مجاز دیود کنارگذر استفاده شده (در صورت کاربرد)؛

ص- محدودیت‌های وضعیت نصب (به‌عنوان مثال، شیب، جهت، وسایل نصب، خنک‌کاری)؛

ض- توضیحی که نرخ ضد حریق بودن و استاندارد به کار برده شده و همچنین محدودیت‌های آن نرخ را بیان می‌کند (برای مثال، شیب نصب، زیر ساختار یا سایر اطلاعات نصب قابل اجرا)؛

ط- توضیحی که بار طراحی در هر وسیله مکانیکی برای ایمن سازی مدولی که در مدت آزمون بار مکانیکی ایستا مطابق با MQT 16 ارزیابی شده است را نشان می‌دهد. در صورت صلاح دید سازنده، بار آزمون و/یا ضریب ایمنی γ_m نیز می‌تواند نوشته شود.

برای اجازه دادن به افزایش خروجی مدول ناشی از شرایط خاص استفاده، دستورالعمل‌های نصب باید شامل پارامترهای مربوط مشخص شده توسط سازنده یا به شرح زیر یا معادل آن باشد:

«در شرایط عادی، مدول فتوولتاییک ممکن است شرایطی را تجربه کند که جریان و/یا ولتاژ بیشتر از آنچه که در شرایط آزمون استاندارد گزارش شده است، تولید شود. بر این اساس، در حین تعیین مولفه ولتاژ اسمی، جریان اسمی رسانی، و اندازه کنترل‌های متصل شده به خروجی PV، مقادیر V_{OC} و I_{SC} نشانه‌گذاری شده بر روی این مدول بهتر است به ضریب ۱/۲۵ ضرب شود.»

۵-۲-۳ دستورالعمل هم‌گذاری^۱

به منظور تسهیل هم‌گذاری کامل و ایمن محصول، باید به همراه محصولات که به صورت زیرمجموعه‌های هم‌گذاری ارسال می‌شوند، دستورالعمل‌های هم‌گذاری ارائه شود. این دستورالعمل‌ها باید تفصیلی و مناسب رده باشد.

۶ انجام آزمون

لازم است که آزمایشگاه آزمون کننده با استفاده از مدول کنترل، قادر به آشکارسازی رانش‌ها^۲ در نتایج اندازه‌گیری خود باشد.

مدول‌ها باید به چندگروه تقسیم شده و همان‌طوری که در شکل ۱ نشان داده شده است در معرض توالی-های آزمون تایید صلاحیت قرار گیرند. توالی‌های آزمون تایید صلاحیت، به ترتیب مشخص شده انجام می‌شوند. برای نام‌گذاری‌های MQT داخل کادرها، به تعاریف آزمون متناظر با قسمت ۲ این استاندارد مراجعه شده است. جزئیات آزمون فناوری خاص، در قسمت‌های مربوط این استاندارد فهرست شده‌اند. اندازه‌گیری‌های میانی بیشینه توان (MQT 02) و آزمون نصب (MQT 03) ضروری نیستند، اما می‌توانند برای تغییرات ردیابی استفاده شوند.

1- Assembly
2-Drifts

هر یک از آزمون‌های جداگانه که مستقل از توالی آزمون، به عنوان مثال، بر روی نمونه‌های آزمون خاص برای MQT 09 و MQT 18 اجرا شوند، باید به‌طور مناسب توسط آزمون‌های اولیه MQT 01، MQT 02، MQT 03 و MQT 15 اجرا شوند.

در انجام آزمون‌ها، آزمون‌کننده باید به‌طور دقیق حمل، نصب و دستورالعمل‌های اتصال سازنده را رعایت کند. در صورتی که نوع مدول مطابق با استاندارد IEC 61853-1 آزمون شده باشد توالی الف می‌تواند حذف شود. در این صورت نتایج آزمون مربوط از استاندارد IEC 61853-1 باید بیان شود و یا در گزارش نهایی ارجاع داده شود.

شرایط آزمون در جدول ۱ خلاصه شده‌اند. سطوح آزمون جدول ۱ کمینه سطوح مورد نیاز برای احراز شرایط هستند. در صورت توافق آزمایشگاه و سازنده مدول، آزمون‌ها می‌توانند با حساسیت بیشتری انجام شوند. در این صورت، این موضوع باید در گزارش آزمون نوشته شود.

۷ معیار قبولی

۱-۷ کلیات

اگر دو یا چند مدول موفق به برآوردن معیارهای آزمون زیر نشود، طرح نباید مطابق با الزامات احراز شرایط تلقی شود. چنانچه یک مدول در آزمون مردود شود، دو مدول دیگر مطابق با الزامات بند ۴ باید در معرض تمام مجموعه آزمون‌های توالی آزمون مربوط قرار گیرند.

اگر یک یا هر دو این مدول‌ها نیز مردود شوند، طرح باید نامطابق با الزامات احراز شرایط تلقی شود. ولی چنانچه هر دو مدول در توالی آزمون قبول شوند، طرح باید مطابق با الزامات احراز شرایط در نظر گرفته شود.

اگر هر نمونه آزمون تمام معیارهای زیر را برآورده نماید، طرح مدول باید در آزمون‌های احراز شرایط قبول در نظر گرفته شود و بنابراین مطابق با این استاندارد پذیرفته می‌شود.

۲-۷ خروجی توان و مدار الکتریکی

۱-۲-۷ تصدیق مقادیر اسمی برچسب ← Gate No.1

تمام مدول‌ها باید با پیروی از روش MQT 19-1 استاندارد IEC 61215-2 تثبیت شوند (برای الزامات خاص فن‌آوری به زیر بخش استاندارد IEC 61215-1 مراجعه شود). پس از تثبیت، مدول‌ها باید مطابق با $(P_{max}(Lab))$ MQT 6-1 اندازه‌گیری شوند. پس از روش اجرایی تثبیت، تمام مدول‌ها باید با لحاظ کردن عدم قطعیت اندازه‌گیری m_1 ، در محدوده توان اسمی پلاک مشخصات $(P_{max}(NP))$ باشند. بنابراین، معیار زیر باید برآورده شود:

تصدیق P_{max} :

هر کدام از مدول‌ها باید معیار زیر را برآورده کند:

$$P_{\max} (Lab) \cdot \left(1 + \frac{|m_1|[\%]}{100}\right) \geq P_{\max} (NP) \cdot \left(1 - \frac{|t_1|[\%]}{100}\right)$$

که در آن:

$P_{\max} (Lab)$ بیشینه توان STC اندازه‌گیری شده هر مدول در حالت تثبیت؛

$P_{\max} (NP)$ بیشینه توان اسمی پلاک مشخصات هر مدول بدون رواداری‌ها؛

m_1 عدم قطعیت اندازه‌گیری شده $P_{\max}$ آزمایشگاه برحسب درصد (عدم قطعیت بسط یافته ترکیبی ($k = 2$), استاندارد راهنمای ISO/IEC Guide 98-3؛

t_1 رواداری تولید شده کمتر از مقادیر مجاز سازنده برای $P_{\max}$ برحسب درصد.

برای $\bar{P}_{\max} (Lab)$ ، معیار زیر باید اعمال شود:

$$\bar{P}_{\max} (Lab) \cdot \left(1 + \frac{|m_1|[\%]}{100}\right) \geq P_{\max} (NP)$$

که در آن:

$\bar{P}_{\max} (Lab)$ میانگین حسابی بیشینه توان STC اندازه‌گیری شده مدول‌ها در شرایط تثبیت شده.

برای محفظه‌های چندتایی رده‌های توان، این رابطه باید به هر رده توان در دست بررسی اعمال شود.

تصدیق V_{OC} :

هر کدام از مدول‌ها باید معیار زیر را برآورده کند:

$$V_{OC} (Lab) \cdot \left(1 + \frac{|m_2|[\%]}{100}\right) \geq V_{OC} (NP) \cdot \left(1 - \frac{|t_2|[\%]}{100}\right)$$

که در آن:

$V_{OC} (Lab)$ بیشینه ولتاژ V_{OC} اندازه‌گیری شده هر مدول در حالت تثبیت؛

$V_{OC} (NP)$ بیشینه V_{OC} اسمی پلاک مشخصات هر مدول بدون رواداری‌ها؛

m_2 عدم قطعیت اندازه‌گیری آزمایشگاه برای V_{OC} برحسب درصد.

t_2 رواداری تولید شده بالاتر از مقادیر مجاز سازنده برای V_{OC} برحسب درصد.

تصدیق I_{SC} :

هر کدام از مدول‌ها باید معیار زیر را برآورده کند:

$$I_{sc} (Lab) . \left(1 + \frac{|m_3| [\%]}{100}\right) \leq I_{sc} (NP) . \left(1 + \frac{|t_3| [\%]}{100}\right)$$

که در آن:

$I_{sc} (Lab)$ بیشینه جریان I_{sc} اندازه گیری شده هر مدول در حالت تثبیت؛

$I_{sc} (NP)$ بیشینه I_{sc} اسمی پلاک مشخصات هر مدول بدون رواداری ها؛

m_3 عدم قطعیت اندازه گیری آزمایشگاه برای I_{sc} بر حسب درصد؛

t_3 رواداری تولید شده بالاتر از مقادیر اسمی سازنده برای I_{sc} بر حسب درصد.

تغییرات سامانه ای در هر دو توان خروجی بالاتر یا پایین تر در گزارش نهایی اعلام خواهد شد.

۷-۲-۲ بیشینه افت کیفی توان در طول آزمون تایید نوع ← Gate No.2

در پایان هر توالی آزمون یا برای توالی ب بعد از آزمون دیود کنار گذر، بیشینه افت توان خروجی هر مدول $P_{max} (Lab_Gate\ No.2)$ باید کمتر از ۵٪ باشد، به توان خروجی اندازه گیری شده اولیه مدول $P_{max} (Lab_Gate\ No. 1)$ مراجعه شود. هر نمونه آزمون باید معیارهای زیر را برآورده کند:

$$P_{max} (lab_GateNo\ .2) \geq 0.95 \times P_{max} (lab_GateNo\ .1) . \left(1 - \frac{r [\%]}{100}\right)$$

تجدیدپذیری برای P_{max} باید تعیین و در رابطه استفاده شود. تجدیدپذیری r باید از آنچه در قسمت های خاص فناوری این استاندارد مطرح شده کمتر باشد.

تجدیدپذیری r با مقایسه مدول (های) کنترل از توالی الف بعد از تثبیت اولیه (شروع آزمون) و بعد از تثبیت پایانی (پایان آزمون ها از توالی ب تا ث) تایید می شود. آزمون دوم باید بعد از اتمام همه آزمون ها انجام شود. موارد زیر اعمال می شود:

الف - تمام مدول های توالی های ب (بعد از MQT 18-1)، پ، ت و ث به همراه یک مدول کنترل توالی الف اندازه گیری می شوند.

ب - در صورتی که نتوان بند الف را در نمودار گردشی آزمون (دفعات انجام متفاوت توالی یا درخواست مشتری) استفاده کرد، محدودیت های زیر اعمال می شود:

برای هر توالی ب (بعد از MQT 18-1)، پ، ت و ث باید یک مدول کنترل از توالی الف تعیین شود. مدول کنترل تثبیت می شود و به همراه مدول های توالی قابل اجرای ب (بعد از MQT 18-1)، پ، ت یا ث اندازه گیری می شود. برای هر مقدار r تعیین شده، الزامات r باید برآورده شود.

تجدیدپذیری پارامتر r برابر با عدم قطعیت اندازه‌گیری کل MQT 06-1 نیست. بهتر است که شبیه‌ساز خورشیدی یکسان برای P_{max} (Lab_Gate No. 1) و P_{max} (Lab_Gate No. 2) استفاده شود.

اگر r بیشتر از حدود خاص فناوری کنترل مدول باشد، لازم است که آزمایشگاه با مدول(های) مرجع داخلی خودش بررسی نماید که آیا تجهیزات آزمون معیوب است، یا مدول در دست آزمون، موجب تجدیدپذیری ضعیف است، یا بعد از اعمال روش MQT 19-1 مدول در حالت پایدار نیست. اگر تمام بررسی‌ها تایید کنند که تجهیز اندازه‌گیری به‌درستی عمل کرده است، نشان دهنده آن است که مدول کنترل بیشتر از حدود خاص فناوری رانش داشته است. در این حالت، با استفاده از حدود خاص فناوری برای r اقدام می‌گردد.

۳-۲-۷ مداربندی الکتریکی

بروز مدار باز در نمونه‌ها در مدت آزمون‌ها مجاز نیست.

۳-۷ نقص‌های دیداری (چشمی)

همان‌طور که در بند ۸ تعریف شده است، شواهد دیداری از نقص عمده وجود ندارد.

۴-۷ ایمنی الکتریکی

الف- الزامات آزمون عایق‌بندی (MQT 03) بعد از آزمون‌ها برآورده می‌شوند.

ب- الزامات آزمون جریان نشتی تر^۱ (MQT 15) در شروع و پایان هر توالی، برآورده می‌شوند.

پ- الزامات خاص هر کدام از آزمون‌ها برآورده می‌شوند.

۸ نقص‌های عمده دیداری (چشمی)

هدف از بازرسی دیداری این است که هر گونه نقص دیداری که ممکن است سبب احتمال خطر از دست دادن قابلیت اطمینان، از جمله توان خروجی گردد، شناسایی شود.

در بعضی موارد برای تصمیم‌گیری نهایی در مورد وجود یا عدم وجود نقص‌های عمده دیداری، ممکن است آزمون بیشتری مورد نیاز باشد.

به منظور احراز شرایط طراحی و تایید نوع مشاهدات زیر، نقص‌های عمده دیداری در نظر گرفته می‌شوند:

الف- سطوح خارجی شکسته شده، ترک خورده، یا پاره شده.

ب- سطوح خارجی خم شده یا منحرف شده، شامل لایه‌های بالایی، لایه‌های زیرین، قاب‌ها و جعبه‌های اتصال به حدی که بهره‌برداری مدول PV دچار اختلال شود.

پ- حباب‌ها یا لایه لایه شدگی‌ها که تشکیل مسیر پیوسته‌ای بین مدار الکتریکی و لبه مدول می‌دهند.

ت- اگر یکپارچگی مکانیکی به لایه لایه شدن یا سایر وسایل چسبنده بستگی داشته باشد، مجموع نواحی کل حباب‌ها نباید از یک درصد کل سطح مدول فراتر رود.

ث- شواهدی از هر گونه ذوب شدگی یا سوختگی در مواد غشای محافظ، صفحه پشتی، صفحه جلویی، دیود یا اجزاء PV فعال.

ج- از بین رفتن یکپارچگی مکانیکی به حدی که نصب و بهره‌برداری مدول دچار اختلال شود.

چ- سلول‌های ترک خورده/شکسته شده که بتواند بیش از ۱۰٪ سطح فعال سلول‌های فتوولتاییک را از مدار الکتریکی مدول PV جدا کند.

ح- حفره‌های داخلی یا خوردگی قابل مشاهده هر یک از لایه‌های فعال (برق‌دار) مدار مدول که در بیش از ۱۰٪ هر سلول توسعه یافته باشد.

خ- اتصالات داخلی، پیوندها یا پایانه‌های شکسته شده.

د- هر گونه اتصال کوتاه شدن قسمت‌های برق‌دار یا قسمت‌های الکتریکی برق‌دار روباز.

ذ- نشانه‌گذاری‌های مدول (برچسب) که اطلاعات آنها قابل خواندن نیست یا از مدول جدا شده‌اند.

۹ گزارش

پس از تایید نوع، گزارش آزمون‌های تایید صلاحیت، با مشخصه‌های عملکردی اندازه‌گیری شده و جزئیات هر مردودی و آزمون‌های مجدد، باید مطابق با استاندارد ISO/IEC 17025 توسط عامل آزمون آماده شود. گزارش باید حاوی مشخصات تفصیلی مدول باشد. هر گزارش آزمون باید دست‌کم شامل اطلاعات زیر باشد:

الف- عنوان؛

ب- نام و نشانی آزمایشگاه و مکانی که آزمون‌ها انجام شده‌اند؛

پ- شناسایی منحصر به فرد گزارش و هر صفحه؛

ت- نام و نشانی مشتری، در محل مناسب؛

ث- توصیف و شناسایی اقلام آزمون شده؛

- ج - خصوصیات و شرایط اقلام آزمون؛
- چ - تاریخ دریافت اقلام آزمون و تاریخ(های) آزمون، در محل مناسب؛
- ح - شناسایی روش آزمون استفاده شده؛
- خ - مرجع روش نمونه‌سازی، در صورت نیاز؛
- د - هر گونه انحراف از، اضافه بر، یا استثنا از، روش آزمون و هر اطلاعات دیگری مربوط به آزمون‌های خاص، مانند شرایط محیطی، یا میزان تابش برحسب kWh/m^2 که در آن پایداری حاصل شده است؛
- ذ - اندازه‌گیری‌ها، بازبینی‌ها و نتایج به‌دست آمده که توسط برچسب‌ها، نمودارها، نگاره‌ها و عکس‌ها شامل موارد زیر به‌صورت مناسب پشتیبانی می‌شوند:
- ضرایب دمایی جریان اتصال کوتاه، ولتاژ مدار باز و توان اوج،
 - NMOT،
 - توان در NMOT، STC و تابش کم،
 - بیشینه دمای مشاهده شده سلول در سایه در طول آزمون دوام نقطه داغ،
 - پرتو لامپ مورد استفاده برای آزمون پیش‌آماده‌سازی UV^۱،
 - روش(های) نگهداری سودمند در آزمون بار مکانیکی ایستا و اندازه‌گیری NMOT،
 - بارهای آزمون مثبت/منفی و ضریب ایمنی γ_m استفاده شده در آزمون بار مکانیکی ایستا،
 - قطر و سرعت توپ تگرگ استفاده شده در آزمون تگرگ،
 - بیشینه تلفات توان مشاهده شده بعد از اتمام آزمون‌ها، و
- ر - هر گونه خرابی مشاهده شده؛
- ز - بازنمایش نشانه‌گذاری‌های نوع مدول شامل رواداری‌های توان سازنده؛
- ژ - خلاصه‌ای از تغییر مطلق و نسبی نتایج تمام معیارهای قبولی بیان شده در بند ۷. در صورت مشاهده گرایش به مقادیر بالاتر و پایین‌تر این موضوع باید در گزارش درج شود. لازم است که روش اجرایی تثبیت استفاده شده (تابش، دما، زمان) به تفصیل بیان شود؛
- س - توضیحی از تخمین عدم قطعیت نتایج آزمون (در صورت مربوط بودن)؛ حالت تجدیدپذیری r از مدول کنترل که برای Gate No.2 استفاده شده است؛
- ش - امضاء و عنوان، یا شناسه معادل شخص(اشخاص) پذیرنده مسئولیت محتوای گزارش، و تاریخ صدور؛

ص - در صورت مربوط بودن، توضیح این که نتایج فقط مربوط به اقلام آزمون شده می باشد؛

ض - توضیح این که گزارش به صورت ناقص و بدون تایید کتبی آزمایشگاه نباید بازنشر شود.

۱۰ اصلاحات

تغییرات در انتخاب مواد، اجزا و فرآیند ساخت می تواند در احراز شرایط محصول اصلاح شده تاثیرگذار باشد. موادی که در تماس مستقیم با یکدیگر هستند باید در تمام ترکیبات قابل کاربرد آزمون شود مگر اینکه کیفیت را بتوان اثبات کرد.

الزامات تفصیلی آزمون مجدد در استاندارد IEC TS 62915 بیان شده است. برای شناسایی تغییرات نامطلوب محصول اصلاح شده، توالی های آزمون توصیه شده انتخاب شده اند.

تعداد نمونه هایی که شامل برنامه آزمون مجدد می باشد و معیارهای قبول/مردود، برگرفته از بندها/زیربندهای مربوط این استاندارد است.

۱۱ نمودار گردشی و روش های انجام آزمون

برای تعیین احراز شرایط و تایید طراحی، نمودار گردشی و روش های انجام آزمون زیر اعمال می شود. جدول ۱ آزمون های مختلف را به طور خلاصه بیان می کند. نمودار گردشی آزمون کامل در شکل ۱ تعیین شده است. توصیفی از آزمون ها و روش های انجام آزمون در استاندارد IEC 61215-2 تعیین شده است. تفاوت های مربوط به فناوری در قسمت خاص فناوری مربوط به این استاندارد بیان خواهد شد.

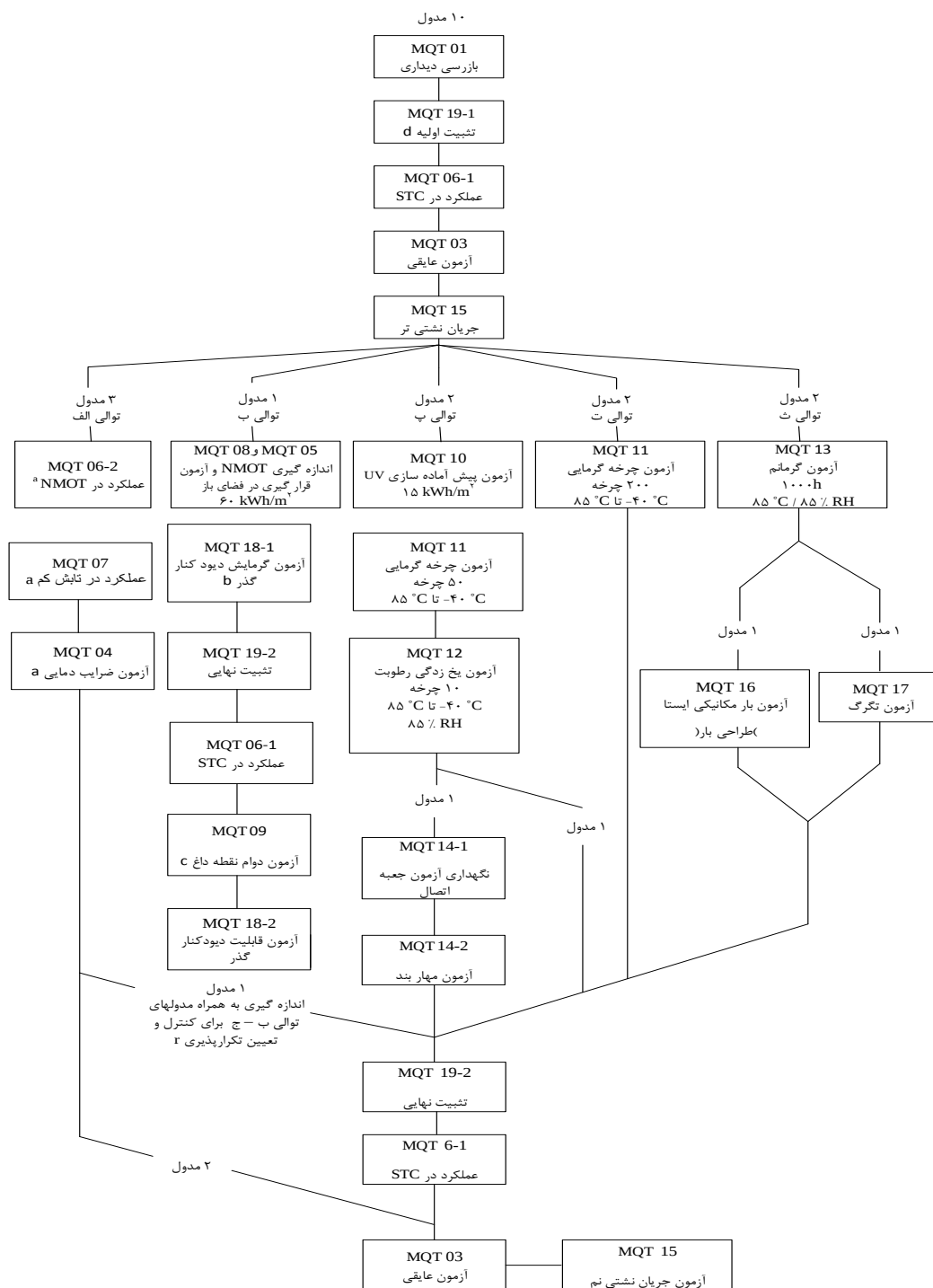
جدول ۱- خلاصه‌ای از سطوح آزمون

آزمون	استاندارد ۱۱۸۸۱-۲	عنوان	شرایط آزمون
MQT 01	۱-۴	بازرسی دیداری	به بازرسی تفصیلی فهرست شده در بند ۸ مراجعه شود.
MQT 02	۲-۴	تعیین بیشینه توان	به استاندارد IEC 60904-1 مراجعه شود.
MQT 03	۳-۴	آزمون عایق‌بندی	برای مدول‌های با ولتاژ سامانه بیشتر از ۵۰ V d.c، تحمل دی‌الکتریک در ۱۰۰۰ V d.c. به‌علاوه‌ی دو برابر بیشینه ولتاژ سامانه‌ها به مدت ۱ min، به‌دنبال آن اندازه‌گیری مقاومت عایق‌بندی در ۵۰۰ V d.c. یا بیشینه ولتاژ سامانه‌ها به مدت ۲ min. برای مدول‌های با ولتاژ سامانه کمتر از ۵۰ V d.c، ولتاژهای آزمون ۵۰۰ V d.c. هستند.
MQT 04	۴-۴	اندازه‌گیری ضرایب دمایی	به استاندارد IEC 60891 مراجعه شود. برای راهنمایی به استاندارد IEC 60904-10 مراجعه شود (به یادآوری ^a شکل ۱ مراجعه شود).
MQT 05	۵-۴	اندازه‌گیری NMOT	به استاندارد IEC 61853-2 مراجعه شود. عملکرد مدول در نزدیک نقطه بیشینه توان. کل تابش خورشید: ۸۰۰ W/m ^۲ . دمای محیط: ۲۰ °C. سرعت باد: ۱ m/s.
MQT 06	۶-۴	عملکرد در STC (MQT ۰۶-۱) و NMOT (MQT ۰۶-۲)	دمای سلول ۲۵ °C در STC و دمای مدول در NMOT. تابش: ۱۰۰۰ W/m ^۲ و ۸۰۰ W/m ^۲ مطابق با استاندارد IEC 60904-3 مرجع توزیع تابش طیفی خورشید. به بند ۷ مراجعه شود.
MQT 07	۷-۴	عملکرد در تابش کم (به یادآوری ^a شکل ۱ مراجعه شود)	دمای سلول: ۲۵ °C تابش: ۲۰۰ W/m ^۲ با استاندارد IEC 60904-3 مرجع توزیع تابش طیفی خورشید.
MQT 08	۸-۴	آزمون قرارگیری در معرض فضای باز	۶۰ kWh/m ^۲ کل تابش خورشید
MQT 09	۹-۴	آزمون دوام نقطه داغ	قرارگیری در معرض ۱۰۰۰ W/m ^۲ تابش در شرایط بدترین حالت نقطه داغ مطابق با قسمت مشخص فناوری و استاندارد IEC 61215-2
MQT 10	۱۰-۴	پیش‌آماده‌سازی UV	۱۵ W/m ^۲ تابش UV کل در محدوده طول موج ۲۸۰ nm تا ۴۰۰ nm با تابش UV، ۳٪ تا ۱۰٪ در محدود طول موج ۲۸۰ nm تا ۳۲۰ nm
MQT 11	۱۱-۴	آزمون چرخه حرارتی	۵۰ چرخه (توالی پ) تا ۲۰۰ چرخه (توالی ت) از

آزمون	استاندارد ۱۱۸۸۱-۲	عنوان	شرایط آزمون
			$^{\circ}\text{C}$ ۴۰- تا $^{\circ}\text{C}$ ۸۵+ با جریان مطابق با هر قسمت مشخص فناوری تا $^{\circ}\text{C}$ ۸۰+
MQT 12	۱۲-۴	آزمون یخزدگی رطوبت ^۱	۱۰ چرخه از $^{\circ}\text{C}$ ۸۵+، RH ۸۵٪ تا $^{\circ}\text{C}$ ۴۰- با نظارت بر پیوستگی مدار
MQT 13	۱۳-۴	آزمون گرمانم ^۲	۱۰۰۰ H در $^{\circ}\text{C}$ ۸۵+، RH ۸۵٪
MQT 14	۱۴-۴	استحکام پایان‌دهی	آزمون نگهداری جعبه اتصال‌گر و تکیه‌گاه کابل رابط
MQT 15	۱۵-۴	آزمون جریان نشستی تر	آزمون افزایش ولتاژ در نرخ کمتر از ۵۰۰ V/s تا ۵۰۰ V یا بیشینه ولتاژ سامانه برای مدول، هر کدام که بیشتر است. ولتاژ در این سطح به مدت ۱ min حفظ شود.
MQT 16	۱۶-۴	آزمون بار مکانیکی ایستا	سه چرخه بار یکنواخت مشخص شده توسط سازنده، به مدت ۱ h به‌نوبت به رویه‌های جلو و عقب اعمال شود. کمینه بار آزمون: ۲۴۰۰ Pa
MQT 17	۱۷-۴	آزمون نگرگ	توپ یخی به قطر ۲۵ mm، جهت‌دار در ۱۱ مکان ضربه
MQT 18	۱۸-۴	آزمون حرارتی دیود کنارگذر	MQT 18-1: آزمون گرمایی دیود کنارگذر: ۷۵ $^{\circ}\text{C}$ و I_{SC} در ۱ h ۱ h در ۱/۲۵ برابر I_{SC} و ۷۵ $^{\circ}\text{C}$ MQT 18-2: آزمون قابلیت دیود کنارگذر اندازه‌گیری‌های ولتاژ و جریان در $^{\circ}\text{C}$ ۲۵ انجام شود.
MQT 19	۱۹-۴	تثبیت	سه اندازه‌گیری توان خروجی P_1 ، P_2 و P_3 متوالی با استفاده از MQT 02. توان خروجی STC با استفاده از روش اجرایی MQT 06-1 تعیین می‌شود.

1- Humidity

2- Damp



راهنما

^a در صورت اجرای استاندارد IEC 61853 بر روی این نوع مدول، این آزمون‌ها می‌توانند حذف شوند. گزارش آزمون باید شامل گزارش احراز شرایط طراحی با استاندارد IEC 61215 باشد.

^b در صورت در دسترس نبودن دیود کنارگذر در مدول‌های استاندارد، نمونه خاصی می‌تواند برای آزمون گرمایش دیود کنارگذر آماده شود (MQT 18-1). دیود کنارگذر به لحاظ فیزیکی بهتر است به صورت مدول استاندارد، با اتصال سرسیم، همان‌طوری که در MQT 18 استاندارد IEC 61215-2 مورد نیاز است، نصب شود. انجام سایر آزمون‌های توالی برای این نمونه اجباری نیست.

^پ توالی آزمون MQT 01، MQT 19-1، MQT 03، MQT 15، MQT 09، MQT 18-2 بر روی مدول جداگانه برای آزمون دوام نقطه داغ مجاز است.

^ت تثبیت اولیه MQT 19-1 می‌تواند شامل تایید یک روش اجرایی تثبیت جایگزین (به استاندارد IEC 61215-2 مراجعه شود) برای مدول‌های توالی الف باشد.

شکل ۱- نمودار گردشی آزمون کامل احراز شرایط طراحی و تایید نوع مدول‌های فتوولتاییک