



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۷۴۶۰

چاپ اول

۱۳۹۲

INSO

17460

1st. Edition

2014

مشخصات شبیه ساز خورشیدی برای
آزمون فتوولتاییک

**Standard Specification For Solar
Simulation For Photovoltaic Testing**

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 مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۰۶/۲۹ 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 واردکنندگان، 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 و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای 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)^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 نماید. سازمان می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد 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 عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2 - International Electrotechnical Commission

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

4 - Contact point

5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
« مشخصات شبیه ساز خورشیدی برای آزمون فتوولتاییک »

رئیس:

لیاقتی، مجید
(کارشناس ارشد مکانیک)

دبیر:

تجری، علی رضا
(کارشناس مکانیک)

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

امان بائی، محمد
(کارشناس ارشد شیمی)

رئیس اداره امور آزمایشگاه های اداره کل
استاندارد گلستان

سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

شاهنواز، محمدرضا
(کارشناس ارشد مهندس شیمی)

شرکت تولیدی صنایع دلند
الکترونیک (سهامی خاص)

ثامنی، بهروز
(کارشناس برق)

اداره کل استاندارد زنجان

خدائی فرد، شراره
(کارشناس ارشد فیزیک)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد
ت	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ج	پیش گفتار
۱	هدف ودامنه کاربرد
۲	مراجع الزامی
۳	اصطلاحات وتعاریف
۵	اهمیت و کاربرد
۶	طبقه بندی
۸	خطرات
۸	الزامات عملکردی
۹	پارامترهای طبقه بندی
۱۲	الزامات گزارش
۱۲	لغات کلیدی

پیش گفتار

استاندارد " مشخصات شبیه ساز خورشیدی برای آزمایش فتوولتاییک " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان ملی استاندارد ایران تهیه و تدوین شده است و در هفتصد و چهل و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق والکترونیک مورخ ۹۲/۱۲/۱۴ مورد تصویب قرار گرفته است ، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران ، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود .

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 تجدید نظر استانداردهای ملی استفاده کرد .

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

ASTM E927:2010 Standard Specification For Solar Simulation For Photovoltaic Testing

مشخصات شبیه ساز خوردشیدی برای آزمون فتولتاییک

۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد فراهم آوردن تمهیداتی برای طبقه بندی شبیه سازهای خوردشیدی که به منظور آزمون قطعات (سلولها یا مدول های خوردشیدی) در فضای بسته بر طبق هماهنگی طیفی شان نسبت به یک تابش طیفی مرجع، غیریکنواختی تابش فضایی، ناپایداری موقتی تابش می باشد.

۱-۲ برای آزمون قطعات فتولتاییک ممکن است نیاز به استفاده از شبیه سازهای خوردشیدی باشد. روشهای آزمونی که برای طبقه بندی شبیه سازها در این استاندارد ملی مشخص شده است شامل استاندارد ASTM E1036، ASTM E1036 و ASTM E1362 نیز می باشد.

۱-۳ این استاندارد برای شبیه سازهای حالت پایدار و شبیه سازهای پالسی کاربرد دارد و شامل آزمون های مورد نیاز پیشنهادی برای طبقه بندی الزامات آزمون برای چنین شبیه سازهایی می باشد.

۱-۴ یک شبیه ساز خوردشیدی شامل ۳ بخش اصلی می باشد

۱- چشمه های نوری و منبع تغذیه آن

۲- فیلترها و ابزارهای اپتیکی مورد نیاز برای اصلاح و پرتو خروجی برای رسیدن به الزامات طبقه بندی در بخش ۴

۳- کنترل های لازم برای بهره برداری شبیه ساز، تنظیم تابش و غیره.

۱-۵ یک چشمه نوری که با همه الزامات تعیین شده برای طبقه بندی که در این استاندارد ارائه شده است مطابقت نداشته باشد نمی تواند بعنوان یک شبیه ساز خوردشیدی ارجاع داده شود.

۱-۶ طبقه بندی های تابش طیفی برای توده هوای مستقیم ۱/۵ وکل (بصورتی که در استاندارد ASTM G173 تعریف شده است) و یا توده هوای صفر (AM0 بصورتیکه در استاندارد ASTM E490 تعریف شده است) ارائه شده است.

۱-۷ طبقه بندی شبیه سازهای خوردشیدی بر پایه اندازه صفحه آزمون می باشد. شبیه سازهای با سطوح صفحه آزمون کوچکتر ویژگی های دقیق تری برای غیریکنواختی تابش کلی دارند.

۱-۸ ممکن است سامانه جمع آوری داده بر قابلیت همزمانی اندازه گیری الکتریکی با تغییرات در تابش تاثیر گذار باشد و بنابراین می تواند مشمول این استاندارد باشد. در همه این موارد سازنده باید طبقه بندی ناپایداری موقتی را با توجه به ۱- طبقه بندی چگونه تعیین شده است و ۲- شرایطی که در آن طبقه بندی تعیین شده است را مشخص نماید.

۱-۹ طبقه بندی یک شبیه ساز خوردشیدی هیچگونه اطلاعاتی در مورد خطاهای اندازه گیری الکتریکی مربوط به اندازه گیری های کارکردی فتولتاییک با یک شبیه ساز خوردشیدی طبقه بندی شده را ارائه نمی کند. نظیر خطاهایی که به ابزار دقیق واقعی و روش های اجرایی مورد استفاده وابسته می باشند.

۱-۱۰ مقادیر بیان شده در این استاندارد در یکای SI می باشد. این استاندارد شامل سایر یکاهای اندازه گیری نمی باشد.

۱-۱۱ هشدارهای احتیاطی دربخش خطرات بند ۶ این استاندارد بیان شده است. این استاندارد تمام موارد مرتبط با ایمنی را بیان نمی کند ولی بر بکارگیری آن تاکید دارد. رعایت تمام موارد مربوط به ایمنی ، محدودیت های قانونی و کاربردی بر عهده استفاده کننده این استاندارد می باشد.

۲ مراجع الزامی

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

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

استفاده از مراجع الزامی زیر برای این استاندارد الزامی است:

2-1 ASTM E772 Terminology Relating To Solar Energy Conversion

2-2 ASTM E948 Test Method For Electrical Performance Of Photovoltaic Cells Using Reference Cells Under Simlated Sunlight

2-3 ASTM E1036 Test Methods For Electrical Performance of Nonconcentrator Terrestrial Photovoltaic Modules and Arrays Using Reference Cells.

2-4 ASTM E1328 Terminology Relating to Photovoltaic Solar Energy Conversion.

2-5 ASTM E1362 Test Method for Calibration of Non-Concentrator Photovoltaic Secondary Reference Cells.

2-6 ASTM G138 Test Method for Calibration of a Spectroradiometer Using a Standard Source of Irradiance.

2-7 ASTM G173 Tables for Reference Solar Spectral Irradiance :Direct Normal and Hemispherical on 37⁰ Tilted Surface .

2-8 IEC 60904-9 Photovoltaic Devices-Part 9:Solar Simulator Performance Requirements.

2-9 ASTM E490 Standard Solar Constant and Zero Air Mass Solar Spectral Irradiance Tables.

۳ اصطلاحات و تعاریف:

۱-۳ تعاریف و اصطلاحات به کار برده شده در این مشخصات ممکن است در اصطلاحات استاندارد ASTM E772 و ASTM E1328 وجود داشته باشد.

۱-۲-۳ شبیه ساز خورشیدی:

وسیله ای که برای شبیه سازی تابش خورشیدی بکار می رود. شبیه سازها بواسطه حالت عملکردشان در طی یک چرخه آزمون (حالت پایدار - تک پالسی یا چند پالسی می باشند) و با اندازه مساحت صفحه آزمون باید برچسب گذاری شوند. یک شبیه ساز خورشیدی باید حداقل در طبقه C باشد.

۲-۲-۳ طبقه بندی شبیه ساز:

یک شبیه ساز خورشیدی می تواند یک از سه طبقه بندی (A, B, و یا C) برای هر یک از سه طبقه بندی هماهنگی طیفی-غیریکنواختی فضایی و ناپایداری موقتی باشد. شبیه ساز با سه حرف مربوط به طبقه هماهنگی طیفی-غیریکنواختی فضایی و ناپایداری موقتی درجه بندی می شود (برای مثال طبقه ABA). شبیه سازهای با سطح بزرگ و کوچک بر طبق جداول مربوطه شان طبقه بندی می شوند. طبقه بندی شبیه ساز می تواند با یک مشخصه تک حرفی به اختصار مشخص شود. در صورتیکه یک شبیه ساز توسط یک تک حرف مشخص گردد نمایانگر یک شبیه ساز با تمام سه طبقه بندی مشابه می باشد (برای مثال یک شبیه ساز طبقه A همان شبیه ساز طبقه AAA می باشد).

۳-۲-۳ مساحت صفحه آزمون (A):

مساحت سطحی است که قطعه تحت آزمون در آن قرار می گیرد.

۴-۲-۳ شبیه ساز خورشیدی با سطح کوچک:

یک شبیه ساز خورشیدی که صفحه آزمون آن برابر یا کمتر از ۳۰ سانتی متر در ۳۰ سانتی متر است یا در صورتیکه صفحه آزمون بشکل دایره باشد قطر آن کمتر از ۳۰ سانتی متر باشد.

۵-۲-۳ شبیه ساز خورشیدی با سطح بزرگ:

یک شبیه ساز که صفحه آزمون آن بزرگتر از ۳۰ سانتی متر در ۳۰ سانتی متر است یا در صورتیکه صفحه آزمون بشکل دایره باشد قطر آن بیشتر از ۳۰ سانتی متر باشد.

۶-۲-۳ شبیه ساز حالت ثابت:

یک شبیه ساز که خروجی تابشی آن در سطح صفحه آزمون نباید بیشتر از ۵٪ برای دوره های زمانی بزرگتر از ۱۰۰ میلی ثانیه تغییر کند.

۷-۲-۳ شبیه ساز تک پالسی:

یک شبیه ساز که خروجی تابشی آن در سطح صفحه آزمون شامل یک پالس نوری کوتاه مدت در محدوده ۱۰۰ میلی ثانیه ای یا کمتر باشد.

۳-۲-۸ شبیه ساز چند پالسی:

یک شبیه ساز که خروجی تابش آن در سطح صفحه آزمون شامل یک سری از پالس های کوتاه مدت تناوبی نوری است. نکته اینکه پالس های نوری الزاما نباید به تابش صفر برسند. شبیه ساز حالت ثابت در صورتیکه ۵٪ الزامات مندرج در بند ۳-۲-۶ را محقق نسازد می تواند بعنوان شبیه ساز چند پالسی طبقه بندی شود.

۳-۲-۹ زمان جمع آوری داده:

زمان مورد نیاز برای بدست آوردن یک نقطه داده (تابش-جریان و ولتاژ) می باشد در صورتیکه یک اندازه گیری همزمان از تابش در هر نقطه داده ولتاژ-جریان وجود داشته باشد. اگر هیچگونه اندازه گیری همزمانی از تابش در حین آزمون وجود نداشته باشد زمان جمع آوری داده، زمان بدست آوردن منحنی کامل I-V می باشد.

۳-۲-۱۰ طیف خورشیدی:

توزیع طیفی نور خورشید در توده هوای مستقیم ۱/۵ و توده هوای کلی ۱/۵ (به استاندارد ASTM G173 مراجعه شود) یا توده هوای صفر (به استاندارد ASTM E490 مراجعه شود) می باشد.

جدول ۱. طبقه بندی عملکرد شبیه ساز سطح کوچک

مشخصات			طبقه بندی
ناپایداری موقتی تابش	غیر یکنواختی تابش فضایی	هماهنگی طیفی به همه بازه ها	
۲٪	۲٪	۱/۲۵ تا ۰/۷۵	طبقه A
۵٪	۵٪	۱/۴ تا ۰/۶	طبقه B
۱۰٪	۱۰٪	۲ تا ۰/۴	طبقه C

۳-۲-۱۱ هماهنگی طیفی :

نسبت درصد واقعی تابش کل به درصد مورد نیاز مشخص شده در جدول ۳ برای هر بازه طول موج می باشد.

۳-۲-۱۲ غیر یکنواختی تابش فضایی (بر حسب درصد):

$$S_{NE} = 100\% \times \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}}$$

E_{\min} و E_{\max} بوسیله دتکتورهای روی سطح صفحه آزمون اندازه گیری می شوند.

۳-۲-۱۳ ناپایداری موقتی تابش (بر حسب درصد) :

$$T_{IE} = 100\% \times \frac{E_{\max} - E_{\min}}{E_{\max} + E_{\min}}$$

E_{\min} و E_{\max} بوسیله دتکتورهای در هر نقطه خاصی روی سطح آزمون در حین زمان جمع آوری داده اندازه گیری می شوند.

۳-۲-۱۴ میدان دید:

بیشترین زاویه بین هر دو اشعه تابشی برخوردی از شبیه ساز بر یک نقطه دلخواه در صفحه آزمون می باشد.

۴ اهمیت و کاربرد

۴-۱ در هر اندازه گیری فتوولتاییک، انتخاب طبقه شبیه ساز باید بر اساس نیازهای خاص آن اندازه گیری باشد. برای مثال ضرورتی برای انتخاب دقیق وسختگیرانه الزامات توزیع طیفی نمی باشد در صورتیکه قطعات با پاسخ طیفی مشابه از یک خط تولید بر طبق جریان در توان بیشینه دسته بندی شده باشند که تابعی قوی از توزیع طیفی نمی باشد.

۴-۲ طبقه بندی شبیه سازها بر پایه اندازه سطح آزمون و اندازه احتمالی قطعه تحت اندازه گیری می باشد. نشان داده شده است وقتیکه مدول ها و دیگر قطعات بزرگتر اندازه گیری می شوند، گیریکنواختی تابش فضایی دارای اهمیت کمتری می باشد و گیریکنواختی تا ۳٪ نمی تواند خطای غیرقابل قبولی را برای برخی رویه های کالیبراسیون نشان دهد. اندازه گیری های دقیق با سطح کوچکتر نظیر سلولها ممکن است به مشخصه محکم تری در گیریکنواختی یا مشخصه گیریکنواختی توسط کاربر نیاز داشته باشد. هنگام اندازه گیری محصول پیشنهاد شده است که تابش با یک قطعه مرجع مشابه با قطعاتی که روی شبیه ساز آزمون خواهد شد اندازه گیری شود تا خطاهای غیر یکنواختی تابش فضایی به حداقل برسد.

۴-۳ هدف از این استاندارد، ارائه راهنما برای اخذ داده ها و مکان های لازم برای این داده ها است که باید اخذ شود. ضمناً هدف این استاندارد ارائه روشهای امکان پذیر برای اندازه گیری طیف شبیه ساز یا تابش در هر مکان بر روی صفحه آزمون نمی باشد.

۴-۴ نکته اینکه طرح طبقه بندی با حروف (به بند ۳-۲-۲ مراجعه شود) تعدادی از خواص مهم، خصوصاً اندازه صفحه آزمون، میدان دید و مشخصه های حالت ثابت یا طبقه بندی های پالسی را شامل نمی شود (به بندهای ۳-۲-۳ و ۳-۲-۸ و ۳-۲-۱۴ مراجعه شود). این خواص اضافی در گزارش الزامات (بخش ۹ را ببینید) ارائه می شود. همچنین توصیه می شود که این موارد در برگه های مشخصات و یا تبلیغات محصول درج شوند.

۴-۵ بخاطر ناپایداری طبیعی شبیه سازهای خورشیدی پالسی، باید به مشکلات احتمالی نظیر زمان پاسخ قطعه تحت آزمون در مقابل زمان جمع آوری داده و زمان افزایشی تابش پالسی توجه شود. چنانچه یک شبیه ساز خورشیدی ضربانی شده شامل یک سامانه جمع آوری داده باشد سازنده شبیه ساز باید دستورالعملی را درباره چنین مشکلات احتمالی که ممکن است برنتایج اندازه گیری در قطعات آزمون معینی بوجود بیاید را ارائه نماید.

۴-۶ سازنده شبیه ساز باید داده های I-V نشان دهنده قابلیت تکرار پذیری برای اندازه گیری های چندگانه یک قطعه تکی را ارائه دهد. این داده باید شامل شرحی از چگونگی تعیین تکرارپذیری باشد.

۵ طبقه بندی

۱-۵ یک شبیه ساز خورشیدی می تواند یکی از دو نوع حالت پایدار یا پالسی باشد و عملکردش برای هر سه طبقه تعیین شده (هماهنگی طیفی - غیریکنواختی فضایی - ناپایداری موقتی) می تواند یکی از سه طبقه (A، B یا C) باشد. یک شبیه ساز ممکن است به گروه های چندگانه بسته به مشخصه های آن در هر یک از طبقه های عملکردی طبقه بندی شده باشد. برای مثال، یک شبیه ساز ممکن است در طبقه A مرتبط با غیریکنواختی تابش فضایی و به طبقه B مرتبط با توزیع طیفی باشد. طبقه بندی شبیه ساز برای هر سه مشخصه عملکردی باید بوسیله سازنده مشخص و ارائه شود.

۲-۵ سازنده باید اطلاعات سطح آزمون را برای کمک به استفاده صحیح شبیه ساز ارائه کند. جداول ۱ و ۲ الزامات عملکردی را برای شبیه سازهای صفحه بزرگ و کوچک برای سه طبقه عملکردی: هماهنگی طیفی نسبت به طیف مرجع در تمام بازه ها، غیریکنواختی تابش، و ناپایداری موقتی تابش ارائه کرده است. جدول ۳ الزامات هماهنگی طیفی برای توزیع طیفی تابش برای AM_{1.5} مستقیم، AM_{1.5} GLOBAL و AM₀ را ارائه کرده است. تابش شبیه ساز به بازه های طول موج یکسان تقسیم بندی شده و با طیف مرجع مقایسه شده است. همه بازه ها باید با نسبت هماهنگی طیفی مندرج در جدول ۱ برای بدست آوردن طبقه مربوط موافق باشند.

۳-۵ از یک قطعه مرجع برای تعیین غیریکنواختی تابش شبیه ساز باید استفاده گردد. قطعه مرجع باید دارای یک پاسخ طیفی مناسبی برای شبیه ساز باشد، یک وسیله سیلیکونی عمدتاً انتخاب خوبی است. نقشه ای از یکنواختی تابش فضایی شبیه ساز باید به همراه شبیه ساز تامین شود تا به استفاده کننده در بهره برداری شبیه ساز کمک نماید و بطور واضحی سطوح مختلف در صفحه آزمون که ممکن است دارای طبقه بندیهای مختلفی باشند را مشخص نماید.

۴-۵ برای ارزیابی ناپایداری موقتی، سامانه جمع آوری داده ممکن است بخش یکپارچه ای از شبیه ساز خورشیدی را در نظر بگیرد. هنگامیکه سامانه جمع آوری داده شبیه ساز خورشیدی بطور همزمان داده های تابش، ولتاژ را در بازه های زمانی ۱۰ نانوثانیه از یکدیگر بطور همزمان اندازه گیری می کند در نتیجه ناپایداری موقتی ممکن است برای این طبقه بندی در طبقه A قرار گیرد، اما محدوده تغییر تابش در مدت یک اندازه گیری کامل I-V، شامل زمانهای بین نقاط، باید گزارش شده باشد و کمتر از ۵٪ باشد. چنانچه یک شبیه ساز خورشیدی شامل سامانه جمع آوری داده نباشد، سازنده شبیه ساز باید زمان جمع آوری داده مربوط به طبقه بندی ناپایداری موقتی گزارش شده را مشخص نماید.

جدول ۲. طبقه بندی عملکرد شبیه ساز صفحه بزرگ

مشخصه ها			طبقه بندی
ناپایداری موقتی تابش	غیر یکنواختی تابش فضایی	هماهنگی طیفی به همه بازه ها	
۲٪	۳٪	۱/۲۵ تا ۰/۷۵	طبقه A
۵٪	۵٪	۱/۴ تا ۰/۶	طبقه B
۱۰٪	۱۰٪	۲ تا ۰/۴	طبقه C

جدول ۳. الزامات توزیع طیفی عملکرد تابشی (شبیه سازهای صفحه بزرگ و کوچک)

درصد تابش کل			بازه طول موج، میکرومتر
AM ۰	AM ۱/۵ کلی	AM ۱/۵ مستقیم	
۸	مشخص نشده است	مشخص نشده است	۰/۴ تا ۰/۳
۱۶/۴	۱۸/۴	۱۶/۹	۰/۵ تا ۰/۴
۱۶/۳	۱۹/۹	۱۹/۷	۰/۶ تا ۰/۵
۱۳/۹	۱۸/۴	۱۸/۵	۰/۷ تا ۰/۶
۱۱/۲	۱۴/۹	۱۵/۲	۰/۸ تا ۰/۷
۹	۱۲/۵	۱۲/۹	۰/۹ تا ۰/۸
۱۳/۱	۱۵/۹	۱۶/۸	۱/۱ تا ۰/۹
۱۲/۲	مشخص نشده است	مشخص نشده است	۱/۴ تا ۱/۱

۱-۴-۵ برای یک شبیه ساز حالت ثابت بدون سامانه جمع آوری داده یکپارچه این درجه بندی باید برای یک دوره یک ثانیه ای داده شده باشد و داده ناپایداری واقعی باید برای ۱۰۰ میلی ثانیه ، یک دقیقه و یک ساعت گزارش شده باشد.

۲-۴-۵ در حالتیکه یک شبیه ساز خورشیدی پالسی با یک سامانه جمع آوری داده ای که تابش، جریان و ولتاژ را بصورت متوالی اندازه گیری می نماید، ناپایداری موقتی باید سنجیده شود.

۳-۴-۵ کاربر شبیه ساز جریانی باید تصدیق نماید که قطعه تحت آزمون به سطح خروجی الکتریکی نهایی درهنگامی که داده برداری شروع شده ، رسیده است و قطعه تحت آزمون پاسخی به حد کافی سریعی به تغییرات سریع تابشی دارد.

۴-۴-۵ آزمون نهایی پایداری شبیه ساز و سیستم، اندازه گیری واقعی از داده ها در کل سیستم است . برای شبیه سازهایی که شامل یک سامانه جمع آوری داده یکپارچه می باشند، اندازه گیری تکرارپذیر در پارامترهای مهم از جمله ولتاژ ، فاکتور انباشتن و جریان باید انجام شود تا تایید شود که تصحیح اعمال شده بر روی هر جفت داده از اندازه گیری به اندازه گیری دیگر تکرارپذیر است . سازنده باید مشخص نماید تکرار پذیری چگونه اندازه گیری شده و نتایج را گزارش نماید.

۶ خطرات

۱-۶ استفاده از شبیه سازهی خورشیدی خطرات بالقوه ای را بدنبال دارد. آنچه در زیر آمده است توضیحی از خطرات بالقوه می باشد:

۱-۱-۶ خطرات الکتریکی ناشی از ولتاژهای بالا در حین شروع بکار ، درخشش یا کارکرد لامپهای قوس الکتریکی زنون می باشد.

۲-۱-۶ تشعشع فرا بنفش از لامپ قوس الکتریکی زنون برای پوست به خصوص چشمها می تواند خیلی خطرناک باشد.

۳-۱-۶ دمای بسیار بالای حباب

۴-۱-۶ بسیاری از حبابها ممکن است تحت فشار باشند. حتی تحت شرایطی که کار نمی کنند، حباب ممکن است تا چند اتمسفر تحت فشار باشد.

۵-۱-۶ تولید ازون احتمالی که ناشی از اشعه های فرا بنفش نوری می باشد.

۷ الزامات عملکردی

۱-۷ هماهنگی طیفی

۱-۱-۷ مقایسه داده باید نشان دهنده طبقه بندی هماهنگی طیفی مطابق زیر باشد:

۱-۱-۱-۷ طبقه A- هماهنگی طیفی بین ۰/۷۵ تا ۱/۲۵ برای هر بازه طول موج همانگونه که در جدول ۳ مشخص شده است.

۲-۱-۱-۷ طبقه B- هماهنگی طیفی بین ۰/۶ تا ۱/۴ برای هر بازه طول موج همانگونه که در جدول ۳ مشخص شده است.

۳-۱-۱-۷ طبقه C- هماهنگی طیفی بین ۰/۴ تا ۲ برای هر بازه طول موج همانگونه که در جدول ۳ مشخص شده است.

۲-۱-۷ همه بازه های مشخص شده در جدول ۳ باید در محدوده نسبت ها برای هماهنگی طیفی لیست شده در جدول ۱ و ۲ برای شبیه ساز به منظور طبقه بندی هماهنگی طیفی قرار گیرند.

۲-۷ غیریکنواختی تابش فضایی

۱-۲-۷ نقشه ای از غیر یکنواختی شبیه ساز باید با شبیه ساز ارائه شود تا به استفاده کننده در آزمون کمک نماید و به وضوح سطح های مختلف با طبقه بندی های مختلف را مشخص نماید.

۲-۲-۷ طبقه غیریکنواختی فضایی شبیه ساز در جدول ۱ یا جدول ۲ داده شده است به سائز شبیه ساز وابسته است.

۱-۲-۲-۷ طبقه A- غیریکنواختی فضایی ۲٪ یا ۳٪ همانگونه که در جدول ۱ یا جدول ۲ مشخص شده است.

۲-۲-۲-۷ طبقه B- غیریکنواختی فضایی ۵٪ همانگونه که در جدول ۱ یا جدول ۲ مشخص شده است.

۳-۲-۲-۷ طبقه C- غیریکنواختی فضایی ۱۰٪ همانگونه که در جدول ۱ یا جدول ۲ مشخص شده است.

۳-۷ ناپایداری موقتی تابش

۱-۳-۷ طبقه ناپایداری موقتی شبیه ساز در زیر داده شده است:

۱-۱-۳-۷ طبقه A- ناپایداری موقتی ۲٪ همانگونه که در جدول ۱ یا جدول ۲ مشخص شده است.

۲-۱-۳-۷ طبقه B- ناپایداری موقتی ۵٪ همانگونه که در جدول ۱ یا جدول ۲ مشخص شده است.

۳-۱-۳-۷ طبقه C- ناپایداری موقتی ۱۰٪ همانگونه که در جدول ۱ یا جدول ۲ مشخص شده است.

۸ پارامترهای طبقه بندی

۱-۸ الزامات زیر پارامترهایی که برای طبقه بندی یک شبیه ساز خورشیدی نیاز می باشد را مشخص می نماید:

۱-۱-۸ به دلیل تعدد زیاد روشهای آزمون ممکن و تنوع ساختارهای متفاوت شبیه ساز های خورشیدی و کاربردهای آنها ، این موارد فراتر از مشخصات معین شده در دامنه این استاندارد است که روشهای آزمون مشخصی را برای اندازه گیریهای لازم برای طبقه بندی شبیه ساز ارائه نماید. این وظیفه سازنده شبیه ساز است که اطلاعات مورد نیاز را برای روشهای آزمون کارکرد در هر طبقه بندی ارائه نماید. منبع دیگری از روشهای آزمون را می توان در بخش رویه های پیشنهاد شده استاندارد IEC60904-9 پیدا کرد .

۲-۸ تابش طیفی

۱-۲-۸ یک شعاع سنج طیفی کالیبره شده مطابق با روش آزمون استاندارد ASTM G138 یک ابزار قابل قبولی برای اندازه گیری تابش طیفی شبیه ساز می باشد .

۲-۲-۸ داده های تابش طیفی در بازه های پیوسته طول موج در جدول ۳ تعریف شده است و همه بازه های طول موج یکپارچه تمام تابشها را برای دستیابی به تابش کل در بر می گیرند. نتایج یکپارچه در هر یک از باندهای طول موج توسط تابش کل بصورت نرمالیزه در می آید و با درصدهای مندرج در جدول ۳ مقایسه می گردد. محدودیت های انحراف تابش طیفی برای طبقه های A، B، و C در جداول ۱ و ۲ داده شده اند.

۳-۸ غیریکنواختی تابش فضایی:

۱-۳-۸ یک وسیله غیریکنواخت برای تعیین غیریکنواختی تابش فضایی شبیه ساز بوسیله اندازه گیری تابش استفاده می گردد. زمان پاسخ غیریکنواختی وسیله باید مناسب برای مشخصات و ویژگیهای شبیه سازیکه مورد اندازه گیری قرار می گیرد باشد.

۲-۳-۸ سطح آزمون حداقل به ۳۶ قسمت مساوی (با سطوح یکسان) موقعیت آزمون تقسیم گردد. از وسیله یکنواختی استفاده شود، تابش را در همه موقعیت های آزمون تعیین نمایید.

۱-۲-۳-۸ وسیله یکنواختی نباید از سطح بخشهای آزمون تقسیم بندی شده بزرگتر باشد.

۲-۲-۳-۸ وسیله یکنواختی باید حداقل به اندازه کافی بزرگ باشد بنحویکه بیش از ۲۵٪ از سطح منطقه آزمایش تعیین شده باشد.

۳-۲-۳-۸ پیشنهاد می گردد یک سلول تکی برای دستگاه غیر یکنواختی استفاده گردد.

۳-۳-۸ وسیله غیریکنواختی ممکن است در مرکز محیط پیرامون سطح آزمون قرار گرفته باشد که باید در لبه بیرونی تر سطح آزمون برای این آزمون قرار داده شود.

۴-۳-۸ حداقل یک اندازه گیری تابش در هر مکان باید انجام گیرد، غیر یکنواختی تابش فضایی بر طبق بند ۱۲-۲-۳ تعیین گردد.

۵-۳-۸ سازندگان شبیه ساز باید ترتیبی اتخاذ نمایند تا بیش از ۳۶ اندازه گیری بعنوان تعداد حداقلی در این رویه انجام شود.

۶-۳-۸ وسیله یکنواختی باید دارای پاسخ طیفی مناسبی برای شبیه ساز باشد، یک وسیله سیلیکونی عمدتاً انتخاب خوبی است.

۴-۸ ناپایداری موقتی تابش

موارد جداگانه ای برای شبیه سازهای پالسی و حالت پایدار ارائه شده است. توجه داشته باشید ناپایداری موقتی تابش برای یک شبیه ساز پالسی بدون یک سیستم جمع آوری داده نمی تواند تعیین شود.

۱-۴-۸ شبیه ساز پالسی با سامانه جمع آوری:

۱-۱-۴-۸ داده برداری همزمان

چنانچه بطور همزمان ۳ مقدار ورودی داده جداگانه تابش، جریان و ولتاژ در فواصل ۱۰ نانوثانیه از یکدیگر اندازه گیری شود و تابش بیش از ۵٪ تغییر نداشته باشد ناپایداری موقتی در طبقه A قرار می گیرد. چنانچه این شرایط برقرار نباشد ناپایداری موقتی باید توسط بند ۲-۱-۴-۸ تعیین شود.

۱- شبیه ساز چند پالسی

در اندازه گیریهای تابش در هر پالس برای تعدادی از پالسها در یک نمونه اندازه گیری منحنی I-V باید در محدوده ۵٪ باشد.

۱- شبیه ساز تک پالسی

اندازه گیری های چندگانه تابش در طول مدت جمع آوری داده های منحنی I-V یک پالس تکی باید در محدوده ۵٪ باشد.

۸-۴-۱-۲ تداوم نمونه گیری داده

چنانچه سامانه جمع آوری داده تابش، جریان و ولتاژ را بصورت متوالی اندازه گیری نماید ناپایداری موقتی مطابق بندهای زیر تعیین می گردد:

- ۱- دست کم ۱۰ نقطه داده تابشی را با بازه های زمانی مساوی در طی بخشی از ضربان که برای اندازه گیری I-V استفاده شده است اندازه گیری نمایید.
- ۲- حداکثر و حداقل تابش را برای این داده اندازه گیری شده در بند ۸-۴-۱-۱ تعیین نمایید.
- ۳- ناپایداری موقتی را بر طبق بند ۳-۲-۱۳ محاسبه نمایید.

۸-۴-۲ شبیه ساز حالت پایدار

۸-۴-۲-۱ همزمانی نمونه گیری داده

چنانچه سه داده ورودی تابش، جریان و ولتاژ بطور همزمان در بازه های زمانی ۱۰ نانوثانیه از یکدیگر اندازه گیری شود، و تغییرات تابش در دوره اندازه گیری منحنی I-V شامل زمانهای بین تابش، جریان و ولتاژ بیش از ۵٪ تغییرات نباشد، در نتیجه ناپایداری موقتی در طبقه A قرار می گیرد. چنانچه این شرایط برقرار نباشد ناپایداری موقتی تابش باید از بند ۸-۴-۲-۲ تعیین شود.

۸-۴-۲-۲ برای شبیه سازهای حالت پایدار که سامانه جمع آوری داده را ندارند یا بدون اندازه گیری همزمان تابش، جریان و ولتاژ می باشند و تغییرات تابش بیش از ۵٪ نمی باشد رویه زیر برای تعیین ناپایداری موقتی استفاده می گردد:

- ۱- تابش شبیه ساز را در طول یک دوره زمانی یک ثانیه ای اندازه گیری نمایید، دست کم ۲۰ اندازه گیری به بازه های زمانی مساوی در طول یک دوره زمانی انجام دهید. دستگاههای استفاده شده برای اندازه گیری تابش باید پهنای باند فرکانسی حداقل ۱۰۰ کیلو هرتز داشته باشد تا فرکانس بالای فیلتر شده مربوط به ناپایداری شبیه ساز حداقل شود.
- ۲- حداکثر و حداقل تابش از داده های ثبت شده در قسمت ۱ از بند ۸-۴-۲-۲ تعیین نمایید.
- ۳- ناپایداری موقتی را بر طبق بند ۳-۲-۱۳ محاسبه نمایید.
- ۴- برای گزارش کردن اهداف، همچنین ثبت تغییرات تابش برای دوره های اضافی مورد نیاز باتوجه به بند ۵-۴-۱ اقدام گردد.

۹ الزامات گزارش

- ۹-۱ حداقل اطلاعات زیر باید توسط سازنده شبیه ساز تهیه شده باشد:
 - ۹-۱-۱ تاریخ ساخت
 - ۹-۱-۲ سازنده شبیه ساز
 - ۹-۱-۳ نوع شبیه ساز (تک پالسی - چند پالسی یا پایدار)
 - ۹-۱-۴ تاریخ اندازه گیریهای انجام شده برای تعیین طبقه بندی شبیه ساز
 - ۹-۱-۵ اندازه سطح آزمون معین شده
 - ۹-۱-۶ فاصله بین صفحه آزمون و منبع نوری
 - ۹-۱-۷ عمق صفحه آزمون (فاصله مجاز از صفحه آزمون)
 - ۹-۱-۸ طبقه بندیها برای هر ۳ نوع مشخصه: هماهنگی طیفی - غیریکنواختی فضایی و ناپایداری موقتی
 - ۹-۱-۹ حداقل و حداکثر تابش استفاده شده برای بند ۳-۲-۱۲
 - ۹-۱-۱۰ داده های توزیع طیفی
 - ۹-۱-۱۱ داده های تکرارپذیری
 - ۹-۱-۱۲ نقشه غیریکنواختی تابش اندازه گیری شده بر روی صفحه آزمون مشخص شده
 - ۹-۱-۱۳ مختصری از تعیین ناپایداری موقتی ، شامل:
 - ۹-۱-۱۳-۱ موارد استفاده شده برای تعیین بندهای ۸-۱-۴-۱ ، ۸-۱-۴-۲ ، ۸-۱-۴-۳ یا ۸-۱-۴-۴
 - ۹-۱-۱۳-۲ حداقل و حداکثر تابشهای استفاده شده برای بند ۳-۲-۱۳
 - ۹-۱-۱۳-۳ تغییرات تابش در دوره های زمانی اضافی مشخص شده در بند ۵-۴-۱ ، در صورتیکه در قسمت ۴ از بند ۸-۲-۴ الزام شده باشد
 - ۹-۱-۱۴ روشهای اندازه گیری استفاده شده برای تعیین طبقه بندی قسمتها
 - ۹-۱-۱۵ درصد تابش کل شبیه ساز که در یک زاویه دید ۳۰ درجه می افتد
 - ۹-۱-۱۶ بازه زمانی توصیه شده برای تایید طبقه بندی