

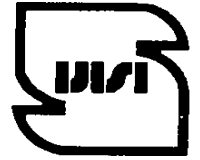


جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۸۴۸۵

چاپ اول

ISIRI

8485

1st.edition

مشخصات شبیه ساز خورشیدی برای آزمایش

فتوولتائیک زمینی

Specification for solar simulation for  
terrestrial photovoltaic testing

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب قانون، تنها مرجع رسمی کشور است که عهده دار وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (ر.ی) میباشد.

تدوین استاندارد در رشته های مختلف توسط کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت میگیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمانهای دولتی باشد. پیش نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال میشود و پس از دریافت نظرات و پیشنهادها در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی (رسمی) چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمانهای علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره (5) تدوین و در کمیته ملی مربوط که توسط مؤسسه تشکیل میگردد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد میباشد که در تدوین استانداردهای ملی ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندیهای خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی استفاده می نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون به منظور 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 استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه بندی آنها اجباری نماید.

همچنین بمنظور اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سازمانها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی کنندگان سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمایشگاهها و کالیبره کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمانها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران مورد ارزیابی قرار داده و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آنها اعطا نموده و بر عملکرد آنها نظارت می نماید. ترویج سیستم بین المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می باشد.

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳

دفتر مرکزی : تهران - ضلع جنوبی میدان ونک - صندوق پست : ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸ (

تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۱-۸۸۷۹۴۶۱-۵ (

دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۸۷۰۸۰-۸۸۸۷۱۰۳ )

بخش فروش - تلفن: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ - دورنگار: ۰۲۶۱-۲۸۰۷۰۴۵ ☆

پیام نگار: Standard @ isiri.or.ir :

بهاء: ۸۷۵ ریال

**Headquarters :Institute Of Standards And Industrial Research Of IRAN**

**31585-163 Karaj – IRAN P.O.Box:**  
0098 (261) 2806031-8 Tel.(Karaj): (

0098 (261) 2808114 Fax.(Karaj): )

**Central Office : Southern corner of Vanak square , Tehran**

14155-6139 Tehran - IRAN P.O.Box:  
0098(21)8879461-5 Tel.(Tehran): (

0098 (21) 8887080,8887103 Fax.(Tehran): )

Standard @ isiri.or.ir Email: :

875”RLS Price:

# کمیسیون استاندارد "مشخصات شبیه ساز فورشیدی برای آزمایش

## فتوولتائیک زمینی"

### رئیس

صرافی، محسن  
(دکترای فیزیک)

### اعضاء

سهیلی، عبدالکریم  
(لیسانس فیزیک)

شاهنواز، محمدرضا  
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

رهروی، مجید  
(فوق لیسانس انرژی)

زارعی، علی  
(لیسانس مهندسی برق)

عابدینی، یوسفعلی  
(دکترای فیزیک)

### دبیر

خدائی فرد، شراره  
(فوق لیسانس فیزیک)

### سمت یا نمایندگی

دانشگاه زنجان

شرکت کابل کمان

سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

شرکت برق منطقه ای زنجان

سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

دانشگاه زنجان

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان زنجان

# اعضای شرکت کننده در سیصد و چهل و هشتمین اجلاسیه کمیته ملی برق و

## الکترونیک مورخ ۸۴/۱۲/۱۴

### رئیس کمیته ملی

کاظمی، ناصر

(کارشناس اقتصاد)

### نمایندگی

سازمان حمایت مصرف کنندگان و تولیدکنندگان

### اعضاء

خدائی فرد، شراره

(فوق لیسانس فیزیک)

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان زنجان

رحمتیان، زهرا

(فوق لیسانس فیزیک)

اداره کل برق و الکترونیک مؤسسه استاندارد

رهروی، مجید

(فوق لیسانس انرژی)

شرکت برق منطقه ای زنجان

زارعی، علی

(لیسانس مهندسی برق)

سازمان انرژی های نو ایران

سهیلی، عبدالکریم

(لیسانس فیزیک)

شرکت کابل کمان

شاهنواز، محمدرضا

(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

سازمان انرژی های نو ایران

شیروانی، فهیمه

(دیپلم اقتصاد)

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

عابدینی، یوسفعلی

(دکتری فیزیک)

دانشگاه زنجان

نوروزی، سعید

نماینده ریاست مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

(دکترا)

هاشمی، مهدی

(فوق لیسانس)

دبیر کمیته ملی

طوماریان، سهیلا

(لیسانس مهندسی الکترونیک)

مرکز تحقیقات مخابرات ایران

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

## فهرست مندرجات ..... صفحه

ب	پیش گفتار .....
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد .....
۲	۲ مراجع الزامی .....
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف .....
۴	۴ اجزاء .....
۴	۵ الزامات عملکرد .....
۷	۶ خطرات .....
۷	۷ کلید واژه ها .....

## پیش‌گفتار

استاندارد “مشخصات شبیه ساز خورشیدی برای آزمایش فتوولتائیک زمینی” که پیش نویس آن توسط کمیسیونهای مربوط تهیه و تدوین شده و در سید و چهل و هشتمین جلسه کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۸۴/۱۲/۱۴ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

در تهیه و تدوین این استاندارد سعی شده است که ضمن توجه به شرایط موجود و نیازهای جامعه، در حد امکان بین این استاندارد و استاندارد ملی کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود. منبع و مأخذی که برای تهیه این استاندارد بکار رفته به شرح زیر است:

1. ASTM E 927:1991 Standard Specification for Solar Simulation for Terrestrial Photovoltaic Testing.



## مشخصات شبیه ساز خورشیدی برای آزمایش فتوولتائیک زمینی

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

۱-۱ هدف از تدوین این استاندارد، شرح شبیه ساز خورشیدی می باشد که برای آزمایش در فضای بسته قطعات فتوولتائیک صفحه تخت زمینی (غیرمتمرکز) در مقایسه با سلول مرجع هماهنگ شده طیفی بکار می رود. شبیه سازهای خورشیدی برای تأمین تابش بر قطعات فتوولتائیک در طول آزمون در فضای بسته کنترل شده مورد استفاده قرار می گیرد. خروجی یک سلول خورشیدی، شدت، تابع طول موج تابش فرودی می باشد. بنابراین بازه اندازه گیری شده برای سلول می تواند بصورت گستره طیفی با تغییرات تابش فرودی تغییر کند. برای کاهش اینگونه خطاهای اندازه گیری، چشمه نور برای شبیه ساز خورشیدی به مواردی محدود شده است که هماهنگی قابل قبولی با طیف خورشیدی تعریف شده در این استاندارد را داشته باشند. ویژگی های شبیه سازهای هماهنگ شده با طیف مستقیم (در استاندارد ASTM E891 تعریف شده است) یا یک طیف کلی (در استاندارد ASTM E892 تعریف شده است) مشمول این ویژگی هستند. این ویژگی، هم شبیه سازهای ثابت<sup>۱</sup> و هم شبیه سازهای ضربانی<sup>۲</sup> را پوشش می دهد.

۲-۱ هشدارهای احتیاطی در بخش خطرات، بخش ۶، این استاندارد بیان شده است. این استاندارد تمام موارد مرتبط با ایمنی را بیان نمی کند ولی بر بکارگیری آن تأکید دارد. رعایت تمام موارد مربوط به ایمنی، محدودیت های قانونی و کاربردی بر عهده استفاده کننده این استاندارد

---

Steady-state

Pulsed

می باشد.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن ها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می شود. در مورد مراجع دارای تاریخ چاپ و/یا تجدید نظر، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی این مدارک مورد نظر نیست. معهدا بهتر است کاربران ذینفع این استاندارد، امکان کاربرد آخرین اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای مدارک الزامی زیر را مورد بررسی قرار دهند. در مورد مراجع بدون تاریخ چاپ و/یا تجدیدنظر، آخرین چاپ و/یا تجدید نظر آن مدارک الزامی ارجاع داده شده مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

۱-۲ استاندارد ملی ایران ۸۴۹۳ : ۱۳۸۴- تبدیل انرژی خورشیدی فتوولتائیک - اصطلاحات و واژه ها.

2.2 ASTM E 491 Practice for Solar Simulation for Thermal Balance Testing of Spacecraft.

2.3 ASTM E 772 Terminology Relating to Solar Energy Conversion

2.4 ASTM E 891 Standard Tables for Terrestrial Direct Normal Solar Spectral Irradiance for Air Mass 1.5.

2.5 ASTM E 892 Standard Tables for Terrestrial Solar Spectral Irradiance at Air Mass 1.5 for a 37° Tilted Surface.

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

۱-۳ در این استاندارد اصطلاحات و/یا واژه ها با تعاریفی که در استاندارد ملی ایران ۸۴۹۳ و

واژه نامه ASTM E772 شرح داده شده است، بکار می رود.

۲-۳ شرح اصطلاحات ویژه در این استاندارد:

### ۱-۲-۳ میدان دید

بیشترین زاویه بین هر دو شعاع تابش فرودی از شبیه ساز به یک نقطه دلخواه در نمونه آزمون می‌باشد.

### ۲-۲-۳ دوره تناوب اندازه گیری

دوره تناوب عبارت از زمان مورد نیاز برای گرفتن تمام داده ها با استفاده از نور شبیه سازی شده برای یک آزمون ویژه می‌باشد.

### ۳-۲-۳ غیر یکنواختی تابش کل (به درصد)

(تابش حداقل + تابش حداکثر / تابش حداقل - تابش حداکثر)  $\pm 100$

که در آن تابش های حداقل و حداکثر در ناحیه نمونه آزمون وجود دارد.

### ۴-۲-۳ شبیه ساز ضربانی

شبیه سازی است که خروجی تابش آن در محدوده یک تک ضربان کوتاه مدت در ناحیه آزمون ۱۰۰ میلی ثانیه یا کمتر باشد.

### ۵-۲-۳ طیف خورشیدی

توزیع طیفی نور خورشید زمینی نوعی در توده هوای ۱/۵ بصورتی که در استاندارد ASTM E891 و ASTM E892 تعریف شده است (به شکل ۱ مراجعه کنید).

### ۶-۲-۳ شبیه ساز حالت ثابت

شبیه سازی است که خروجی تابشی آن به سطح نمونه برای مدت زمان یک ثانیه یا بیشتر پیوسته باشد.

### ۷-۲-۳ ناپایداری موقت تابشی (به درصد):

( تابش حداقل + تابش حداکثر / تابش حداقل - تابش حداکثر )  $\pm 100$

که در آن تابش های حداکثر و حداقل در محلی از نمونه آزمون با دامنه ایجاد شده بوسیله تغییر زمانی تابش در طول دوره ای مساوی با دوره تناوب اندازه گیری، مورد سنجش قرار می گیرند.

### ۸-۲-۳ مسامت صفحه آزمون، A

مساحت سطح مورد نظر که شامل قطعه تحت آزمون و نمایشگر تابش می باشد.

### ۴ اجزاء

۱-۴ یک شبیه ساز خورشیدی معمولاً شامل سه جزء اصلی زیر می باشد: (۱) چشمه نور و منبع تغذیه آن (۲) اپتیک و فیلترهای مورد نیاز برای اصلاح پرتو خروجی برای رسیدن به الزامات عملکردی در بخش ۵ و (۳) کنترل های ضروری برای بکار گیری شبیه ساز و تنظیم سطح تشعشع شبیه ساز و غیره.

### ۵ الزامات عملکرد

۱-۵ شبیه ساز خورشیدی می تواند یکی از دو نوع زیر باشد: (الف) حالت پایدار یا (ب) ضربانی. عملکرد آن نیز می تواند یکی از سه گروه (A, B, و یا C) باشد. شبیه ساز باید تمام الزامات یک گروه خاص که متعلق به آن گروه می باشد را برخوردار باشد. در جدول ۱ نیازهای عملکردی برای غیریکنواختی و ناپایداری تابش کل و میدان دید بیان شده است. جدول ۲ بیانگر نیازهای توزیع طیفی تابش مستقیم یا هماهنگ کلی می باشد. تابش شبیه سازی شده به محدوده های طول موج یکسان تفکیک شده و با نیازهای AM 1/5 مقایسه می شود. هر شش فاصله باید موافق با نسبت های معین در جدول ۱ حاصل از طبقه بندی های مربوطه باشد.

### جدول ۱- طبقه بندی عملکرد شبیه ساز

مشخصه	گروه شبیه ساز
-------	---------------

C	B	A	
$\pm 10 \leq$ درصد	$\pm 5 \leq$ درصد	$\pm 2 \leq$ درصد	غیر یکنواختی تابش کل
$\pm 10 \leq$ درصد	$\pm 5 \leq$ درصد	$\pm 2 \leq$ درصد	ناپایداری موقت تابش
$\pm 70 \geq$ درصد	$\pm 85 \geq$ درصد	$\pm 95 \geq$ درصد	تابش کل در محدوده ۳۰ درجه میدان دید
۰/۴ تا ۲/۰	۰/۶ تا ۱/۴	۰/۷۵ تا ۱/۲۵	همانگ طیفی مطابق با جدول ۲، تمام فواصل

### جدول ۲- نیازهای عملکرد تابش توزیع طیفی

درصد تابش کل بین $0.4 \mu m$ و $1.1 \mu m$ از $Am$ ۱/۵		
انحنای ۱/۱۵ در فواصل طول موجی مختلف		
درصد انحنای $Am$ ۱/۵ (بهنجارشده برای فواصل $0.4 \mu m$ تا $1.1 \mu m$ )		فواصل طول موج
کلی	مستقیم	$\mu m$
۱۸/۵	۱۵/۶	۰/۴ تا ۰/۵
۲۰/۱	۱۹/۹	۰/۵ تا ۰/۶
۱۸/۳	۱۷/۴	۰/۶ تا ۰/۷
۱۴/۸	۱۵/۹	۰/۷ تا ۰/۸
۱۲/۲	۱۳/۳	۰/۸ تا ۰/۹
۱۶/۱	۱۷/۹	۰/۹ تا ۱

**۲-۵** در هر اندازه گیری فتوولتائیک، انتخاب گروه شبیه ساز باید بر اساس نیازهای خاص آن اندازه گیری باشد. برای مثال اگر سلول های مشابه خط تولید به منظور مرتب سازی بر حسب ولتاژ مورد اندازه گیری قرار می گیرند، الزامات توزیع طیفی ضروری نیست.

**۳-۵** یک شبیه ساز مشخص، بسته به شرایط خاص آزمایش ممکن است طبقه بندی های عملکرد متفاوتی را بخود بگیرد. برای مثال یکنواختی تابش ممکن است برای آزمایش خود سلول

مناسب باشد اما برای آزمایش مدول کاملاً نامناسب باشد.

**۴-۵** روش کار ASTM E491 توضیح کلی سودمندی از روش های اندازه گیری عملکرد شبیه ساز را می دهد. برای کاربردهای فتوولتائیک، برای اندازه آشکارساز استفاده شده در اندازه گیری های تابشی محدودیت وجود دارد. مساحت آشکارساز در صورت امکان باید کمتر از یک چهارم مساحت سلول آزمون باشد یا برای حالت مستطیلی شکل با نسبت ابعاد زیاد، بزرگترین ابعاد آشکارساز باید کمتر از یک دوم کوچکترین ابعاد سلول مورد اندازه گیری باشد.

### **۵-۵ شبیه سازهای ضربانی**

شبیه سازهای ضربانی در مدت زمان خیلی کوتاه، سلول، مدول و آرایه را تحت تابش و اندازه گیری قرار می دهند. عموماً، کل زمانی که از شروع درخشش نور از آغاز تا انتهای بخش درخشش ثابت برای تکمیل داده گیری و سپس از بین رفتن درخشش در دسترس می باشد مدت دو یا سه میلی ثانیه می باشد. نقاط داده ی I-V عموماً در حدود ۱/۵ میلی ثانیه و با فواصل حدود ۲۰ میکرو ثانیه گرفته می شود. استفاده کننده شبیه ساز ضربانی باید تأیید نماید که موارد آزمون پس از اینکه سطوح خروجی الکتریکی به نهایت رسیده است، داده گیری شروع شده و اجزاء آزمون جهت دنبال کردن سیستم داده گیری، سرعت پاسخ دهی به حد کافی سریعی دارد.

### **۶ خطرات**

**۱-۶** استفاده از شبیه سازهای خورشیدی خطرات بالقوه ای را دنبال دارد. استاندارد کامل ایمنی در استاندارد ASTM E491 ارائه شده است. آنچه در زیر می آید توضیحی از خطرات بالقوه می باشد.

**۱-۱-۶** خطرات الکتریکی که ناشی از ولتاژهای بالا در حین شروع بکار، درخشش یا بهره برداری لامپهای قوس الکتریکی گزنون می باشد.

۶-۱-۲ تشعشع ماوراء بنفش از لامپ قوس الکتریکی گزنون که برای پوست و مخصوصا چشمها می تواند خیلی خطرناک باشد.

۶-۲-۲ دمای حباب فیلامنت تنگستن، حباب هالوژن کوارتز که خیلی بالا (۵۰۰ درجه سلسیوس) می باشد.

۶-۲-۱ لامپ گزنون با قوس الکتریکی کوتاه، یک لامپ قوس الکتریکی فشار بالا می باشد. حتی تحت شرایطی که کار نمی کند فشار حباب تا چندین اتمسفر می باشد.

۶-۲-۲ تولید ازون که ناشی از اشعه های ماوراء بنفش شبیه ساز می باشد.

## ۷ کلید واژه ها

۷-۱ فتولتائیک، شبیه سازی، خورشیدی، آزمایش.

---

ICS:27.160

صفحه: ۱۱

---