



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۴۱۵-۷

چاپ اول

اردیبهشت ۱۳۹۲

INSO

14115-7

1st. Edition

Apr.2013

افزارهای فتوولتائیک -

قسمت ۷: محاسبه تصحیح عدم انطباق طیفی

برای اندازه گیری افزارهای فتوولتائیک

**Photovoltaic devices –  
Part 7: Computation of the spectral  
mismatch correction for measurements of  
photovoltaic devices**

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 حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران 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 منصفانه‌ی صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیر دولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته‌ی ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه مند و ذی صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته‌ی ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شوند که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته‌ی ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به‌عنوان تنها رابط<sup>۴</sup> کمیسیون کدکس غذایی (CAC)<sup>۵</sup> 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 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 می‌تواند به‌منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه‌ی مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهی‌نامه‌ی تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

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

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

### «افزارهای فتوولتائیک -

### قسمت ۷: محاسبه تصحیح عدم انطباق طیفی برای اندازه‌گیری افزارهای فتوولتائیک»

#### رئیس:

شریعتمدار، سید محمد  
(دکترای مهندسی برق، قدرت)

#### سمت و / یا نمایندگی

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد نراق

#### دبیر:

عبدی، جواد  
(دکترای مهندسی برق، کنترل)

کارشناس مؤسسه ارتباط پژوهان البرز

#### اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

ابراهیم‌پور، سید مجید  
(لیسانس مهندسی برق الکترونیک)

کارشناس قرارگاه خاتم الانبیاء

جزواحدی، محمدرضا  
(لیسانس مهندسی برق، کنترل)

کارشناس شرکت کیاتل (سهامی خاص)

حافظ عقیلی، حمیدرضا  
(فوق لیسانس مهندسی برق، مخابرات-سیستم)

مسئول آزمایشگاه مرجع مخابرات پژوهشگاه نیرو (سهامی عام)

حقدادی، نوید  
(فوق لیسانس مهندسی برق، قدرت)

شرکت مشاوران راه انرژی دنیا (سهامی خاص)

عابدی، سعید  
(لیسانس مهندسی برق، مخابرات)

مدیر پروژه‌های مخابراتی شرکت بهین ارتباط مهر (سهامی خاص)

عرفانی، علی  
(فوق لیسانس مهندسی برق، مهندسی پزشکی)

عضو هیات علمی دانشگاه آزاد اسلامی - واحد کرج

کمانکش، سیما  
(فوق لیسانس مهندسی برق، قدرت)

کارشناس پژوهشکده برق پژوهشگاه نیرو (سهامی عام)

فامیل خلیلی، اعظم  
(فوق لیسانس مهندسی کامپیوتر، فناوری اطلاعات)

مسرور تهرانی، حسین  
(فوق لیسانس مهندسی برق، قدرت)

مظفری، بهروز  
(فوق لیسانس مکترونیک)

یوسفزاده فعال دقتی، بهاره  
(لیسانس مهندسی برق، الکترونیک)

کارشناس مؤسسه ارتباط پژوهان البرز

کارشناس ارشد تحقیق، شرکت برق منطقه‌ای استان تهران

مدیر تحقیق و توسعه شرکت نیمه هادی عماد (سهامی خاص)

کارشناس سازمان ملی استاندارد ایران

## فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ب	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ج	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ شرح روش
۴	۴ دستگاه‌ها
۴	۵ تعیین پاسخ طیفی
۴	۶ تعیین طیف آزمون
۵	۷ تعیین ضریب عدم انطباق طیفی
۶	۸ گزارش
۷	کتاب‌نامه (اطلاعاتی)

## پیش‌گفتار

استاندارد "افزارهای فتوولتائیک - قسمت ۷: محاسبه تصحیح عدم انطباق طیفی برای اندازه‌گیری افزارهای فتوولتائیک"، که توسط کمیسیون‌های مربوط تهیه و تدوین شده و در ششصد و پنجاه و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۱۳۹۱/۱۲/۰۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات سازمان ملی استاندارد 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 هر گونه پیشنهادی که برای اصلاح و 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 تجدید نظر آنها استفاده گردد. 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 مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC 60904-7: 2008, Photovoltaic devices - Photovoltaic devices - Part 7: Computation of the spectral mismatch correction for measurements of photovoltaic devices

## افزارهای فتوولتائیک -

### قسمت ۷: محاسبه تصحیح عدم انطباق طیفی برای اندازه‌گیری افزارهای فتوولتائیک

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین رویه تصحیح خطای بایاس<sup>۱</sup> ایجاد شده در آزمون افزار فتوولتائیک (PV)<sup>۲</sup>، ناشی از عدم انطباق بین طیف آزمون و طیف مرجع و عدم انطباق بین پاسخ‌های طیفی (SR)<sup>۳</sup> سلول مرجع و پاسخ‌های طیفی آزمون<sup>۴</sup> آزمون، می‌باشد. رویه تنها برای افزارهای فتوولتائیک با SR خطی، همان‌گونه که در استاندارد بین‌المللی IEC 60904-10 کاربرد دارد. این رویه برای افزارهای تک‌پیوندی معتبر است اما این اصول می‌توانند برای پوشش افزارهای چندپیوندی تعمیم داده شوند.

این استاندارد، رهنمودهایی درباره تصحیح بایاس اندازه‌گیری، که باید یک عدم انطباق بین طیف آزمون و طیف مرجع و بین SR افزار مرجع و SR آزمون وجود داشته باشد، ارائه می‌نماید.

از آنجایی که افزار PV دارای پاسخ وابسته به طول موج است، عملکرد آن به‌طور عمده تحت تأثیر توزیع تابش فرودی<sup>۴</sup> می‌باشد، که در نور آفتاب طبیعی با توجه به عوامل متعددی از قبیل مکان، آب و هوا، زمان سال، زمان روز، جهت سطح دریافت‌کننده و غیره و در نور شبیه‌سازی شده با توجه به نوع و شرایط آن تغییر می‌کند.

در صورتی که تابش با یک رادیومتر<sup>۵</sup> نوع ترموپیل (که به‌طور طیفی انتخابی نیست) یا با یک سلول خورشیدی مرجع اندازه‌گیری می‌شود، توزیع تابش طیفی نور وارده<sup>۶</sup> باید برای انجام تصحیح‌های ضروری به‌منظور به‌دست آوردن عملکرد افزار PV تحت توزیع طیفی خورشیدی مرجع تعریف شده در استاندارد بین‌المللی IEC 60904-3، معلوم باشد.

در صورتی که از یک افزار PV مرجع یا یک آشکارساز<sup>۷</sup> نوع ترموپیل برای اندازه‌گیری تابش استفاده می‌شود، آن‌گاه پیروی از رویه ارائه شده در این استاندارد، محاسبه تصحیح عدم انطباق طیفی ضروری برای به‌دست آوردن جریان اتصال کوتاه افزار PV آزمون تحت توزیع تابش طیفی خورشیدی مرجع در جدول ۱ استاندارد بین‌المللی IEC 60904-3 یا هر طیف مرجع دیگر، امکان‌پذیر می‌باشد. اگر افزار PV مرجع دارای پاسخ طیفی نسبی مشابه با افزار PV آزمون است، آن‌گاه افزار مرجع به‌طور خودکار انحراف‌های توزیع طیفی نور واقعی از توزیع طیفی استاندارد را منظور می‌نماید، و دیگر تصحیح خطاهای بایاس طیفی ضروری نیست. در این حالت، مکان و شرایط آب و هوا، زمانی که از روش افزار مرجع برای اندازه‌گیری‌های عملکرد برون‌ساختمانی<sup>۸</sup> استفاده می‌شود، بحرانی نیست مشروط براین‌که سلول مرجع و افزار PV آزمون هر دو دارای

- 
- 1- Bias error
  - 2- Photovoltaic devices
  - 3- Spectral responses
  - 4- Incident radiation
  - 5- Radiometer
  - 6- Incoming light
  - 7- Detector
  - 8- Outdoor

دارای پاسخ طیفی نسبی یکسان باشند. همچنین، برای پاسخ طیفی نسبی مشابه، طبقه‌بندی طیفی شبیه‌ساز، برای اندازه‌گیری‌های درون‌ساختمانی<sup>۱</sup> بحرانی نمی‌باشد. در صورتی که عملکرد افزار PV با استفاده از یک توزیع تابش طیفی معلوم اندازه‌گیری می‌شود، جریان اتصال کوتاه آن در هر توزیع تابش طیفی دیگری می‌تواند با استفاده از پاسخ طیفی افزار PV آزمون محاسبه شود.

## ۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد ملی ایران به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد محسوب می‌شود. در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها 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 تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی آن‌ها مورد نظر است. استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- 2-1 IEC 60891, Procedures for temperature and irradiance corrections to measured I-V characteristics of crystalline silicon photovoltaic devices
- 2-2 IEC 60904-1, Photovoltaic devices – Part 1: Measurement of photovoltaic current-voltage characteristics
- 2-3 IEC 60904-2, Photovoltaic devices – Part 2: Requirements for reference solar devices
- 2-4 IEC 60904-3, Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data
- 2-5 IEC 60904-8, Photovoltaic devices – Part 8: Measurement of spectral response of a photovoltaic (PV) device
- 2-6 IEC 60904-9, Photovoltaic devices – Part 9: Solar simulator performance requirements
- 2-7 IEC 60904-10<sup>2</sup>, Photovoltaic devices – Part 10 Methods of linearity measurement
- 2-8 IEC 61215<sup>3</sup>, Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval
- 2-9 IEC 61646<sup>4</sup>, Thin film terrestrial photovoltaic (PV) modules – Design qualification and type approval

## ۳ شرح روش

برای بسیاری از افزارهای PV، شکل مشخصه I-V به جریان اتصال کوتاه و دمای افزار و نه به طیف مورد استفاده برای ایجاد جریان اتصال کوتاه، بستگی دارد. برای این افزارها، تصحیح عدم‌انطباق طیف یا

---

### 1- Indoor

۲- استاندارد ملی ایران شماره ۱۵-۱۴۱۵۵:۱۳۸۹، مدول فتوولتائیک - قسمت ۱۰: روش‌های اندازه‌گیری خطی. مرجع این استاندارد ملی ایران، استاندارد بین‌المللی IEC 60904-10: 2009 است.

۳- استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۸۱:۱۳۸۸، مدول‌های فتوولتائیک (PV) زمینی سیلیکون کریستال - احراز شرایط طراحی و تایید نوع. مرجع این استاندارد ملی ایران، استاندارد بین‌المللی IEC 61215: 2005 است.

۴- استاندارد ملی ایران-آی اس سی شماره ۶۱۶۴۶:۱۳۹۰، مدول‌های فتوولتائیک (PV) زمینی غشای نازک - صلاحیت طرح و تأیید نوع. مرجع این استاندارد ملی ایران، استاندارد بین‌المللی IEC 61646: 2008 است.



عدم انطباق پاسخ طیفی با استفاده از رویه زیر امکان پذیر می باشد. برای سایر افزارها، اندازه گیری مشخصه I-V باید با استفاده از یک منبع نور با طیف مناسب انجام شود.

تصحیح در صورتی که طیف آزمون مشابه طیف مرجع است (به استاندارد بین المللی IEC 60904-3 مراجعه شود) یا در صورتی که پاسخ طیفی نسبی آزمون مشابه پاسخ طیفی نسبی سلول مرجع است، ضروری نمی باشد. در این حالت، مقدار خوانده شده که از سلول مرجع به دست می آید، مشخص می کند که کدام شدت<sup>۱</sup> در طیف مرجع، جریان اتصال کوتاهی مشابه با طیف آزمون در افزار آزمون ایجاد خواهد کرد.

اگر بین طیف و پاسخ های طیفی هر دو عدم انطباق وجود دارد، بهتر است تصحیح عدم انطباق محاسبه شود. به دلیل عدم انطباق در طیف و پاسخ های طیفی، خواندن مقدار سلول مرجع (به استاندارد بین المللی IEC 60904-3 مراجعه شود)، شدت طیف مرجعی که جریان اتصال کوتاه اندازه گیری شده برای افزار آزمون را ایجاد می کند، ارائه نمی کند. باید تابش مؤثر طیف مرجع که در افزار آزمون، جریان اتصال کوتاهی مشابه با جریان اتصال کوتاه ایجاد شده توسط طیف آزمون در تابش اندازه گیری شده  $G_{meas}$  ایجاد می کند، تعیین شود.

$$G_{eff \text{ at ref spectrum}} = MM \times G_{meas} \quad (1)$$

که در آن  $G_{meas}$ ، تابش اندازه گیری شده توسط افزار مرجع با پاسخ طیفی خاص آن  $S_{ref}(\lambda)$  می باشد و  $MM$ ، عامل عدم انطباق طیفی است که در بند ۷ تعیین می شود. برای اندازه گیری که باید به عنوان تابش طیفی مرجع مورد ارجاع قرار گیرد، دو روش تصحیح امکان پذیر است:

الف- در صورت امکان، شدت شبیه ساز را به گونه ای تنظیم کنید که تابش مؤثر تعیین شده به وسیله معادله (۱) با تابش مرجع  $G_{ref}$  برابر باشد (مثلاً  $1000 \text{ W/m}^2$  (STC))<sup>۲</sup>، همان گونه که در استانداردهای بین المللی IEC 61215 و IEC 61646 تعریف شده است. یعنی شدت شبیه ساز که به وسیله سلول مرجع با استفاده از مقدار کالیبره شده ارائه شده آن برای طیف مرجع اندازه گیری شده باید به صورت زیر تنظیم شود:

$$G_{meas} = \frac{G_{ref}}{MM} \quad (2)$$

بنابراین اگر افزار خطی است، وارون عامل عدم انطباق  $\frac{1}{MM}$ ، درجه ای را که شدت شبیه ساز باید روی آن تنظیم شود، می دهد (به استاندارد ملی ایران شماره ۱۰-۱۴۱۱۵ مراجعه شود). حال، طیف شبیه ساز در این تابش همراه با طیف شبیه ساز واقعی آن، جریان اتصال کوتاهی مشابه طیف مرجع در شدت مرجع را ایجاد می کند. برای اندازه گیری مشخصه I-V به وسیله استاندارد بین المللی IEC 60904-1 اقدام شود.

ب- در غیر این صورت، مشخصه I-V را با استفاده از شدت شبیه ساز ارائه شده اندازه گیری کنید. تابش مؤثر در طیف مرجع با استفاده از معادله (۱) تعیین کنید. سپس مشخصه I-V را با استفاده از استاندارد بین المللی IEC 60891 همراه با تابش مؤثر تعیین شده از معادله (۱)، به تابش مرجع منتقل کنید.

1- Intensity  
2- Standard Test Condition

روش (الف) برای نور آفتاب شبیه‌سازی شده ترجیح داده می‌شود (به استاندارد بین‌المللی IEC 60904-9 مراجعه شود)، در حالی که اندازه‌گیری واقعی در جریان اتصال کوتاه صحیح انجام می‌شود و خطاهای غیرخطی بودن را کمینه می‌کند. در صورتی که شدت نور را نمی‌توان به راحتی کنترل کرد، معمولاً روش (ب) برای اندازه‌گیری‌های برون‌ساختمانی انتخاب می‌شود.

#### ۴ دستگاه‌ها

۱-۴ چیدمان اندازه‌گیری پاسخ طیفی مطابق با استاندارد بین‌المللی IEC 60904-8.  
۲-۴ دستگاه‌های اندازه‌گیری مشخصه‌های ولتاژ جریان PV مطابق با استاندارد بین‌المللی IEC 60904-1

۳-۴ رادیومتر طیفی<sup>۱</sup> با قابلیت اندازه‌گیری تابش طیفی در صفحه‌آزمون در یک گستره طیفی متجاوز از گستره طیفی پاسخ‌های طیفی افزارهای آزمون و مرجع.

یادآوری ۱- برای مثال اندازه‌گیری‌های رادیومتر طیفی در استاندارد بین‌المللی CIE 63: 1984 شرح داده شده است.

یادآوری ۲- بهتر است میدان دید هد<sup>۲</sup> ورودی رادیومتر طیفی و افزار آزمون مشابه با وابستگی زاویه فضایی<sup>۳</sup> باشد.

#### ۵ تعیین پاسخ طیفی

۱-۵ پاسخ طیفی نسبی آزمون<sup>۴</sup> آزمون باید مطابق با استاندارد بین‌المللی IEC 60904-8 اندازه‌گیری شود.  
۲-۵ در صورتی که در مستندات کالیبره کردن ذکر نشده باشد، پاسخ طیفی نسبی افزار مرجع باید مطابق با استاندارد بین‌المللی IEC 60904-8 اندازه‌گیری شود.

#### ۶ تعیین طیف آزمون

۱-۶ هد ورودی رادیومتر طیفی را در وضعیتی که افزار آزمون متعاقباً نصب خواهد شد یا تاحد امکان نزدیک به آن محل نصب کنید. هد ورودی باید با رواداری<sup>۵</sup>  $\pm 2^\circ$  هم‌سطح<sup>۴</sup> با آزمون<sup>۴</sup> نصب شود.

۲-۶ طیف منبع نور را ثبت کنید. برای اندازه‌گیری‌های شبیه‌ساز، گام‌های ۲ nm یا کمتر با پهنای باند ۲ nm تا ۵ nm توصیه می‌شود. برای طیف برون‌ساختمانی، گام‌ها و پهنای باند تا ۱۰ nm مجاز می‌باشد. بازبینی کنید حین این اندازه‌گیری، تابش کل بیش از  $\pm 2^\circ$  تغییر نکند. در صورت لزوم، تصحیح شدت خطی را برای تمام نقاط اندازه‌گیری با توجه به تابش کل واقعی اعمال کنید. متعاقباً، پیمایش‌های<sup>۵</sup> متعددی می‌تواند انجام شود و باید در محدوده  $\pm 2\%$  مطابقت داشته باشند. سپس میانگین طیف نسبی را تعیین کنید.

1- Spectroradiometer

2- Head

3- Dependency of the solid angle

4- Coplanar

5- Scans

۳-۶ در صورتی که زمان مورد نیاز برای به دست آوردن یک طیف کامل از زمان مورد نیاز برای به دست آوردن مشخصه I-V بیشتر است، یا در صورتی که منبع نور طی زمان از نظر طیفی پایدار نیست (مثلاً شبیه‌سازهای چشمک‌نور<sup>۱</sup> یا نور آفتاب طبیعی)، باید به ویژه مراقب تعیین طیف آزمون صحیح بود.

**یادآوری ۱-** شبیه‌ساز پالس‌دار می‌تواند از نظر طیفی حین دوره اندازه‌گیری I-V پایدار باشد. همچنین در لبه بالارونده و پایین‌رونده پالس، طیف ممکن است با طیف حین زمان اندازه‌گیری شناسه‌گذاری شده تفاوت داشته باشد. بنابراین ممکن است برای اندازه‌گیری طیف با یک زمان یکپارچه‌سازی شامل صعود و دنباله پالس، صحیح نباشد.

**یادآوری ۲-** طیف برون‌ساختمانی ممکن است به دلیل تغییرات شرایط جوی، پایدار نباشد.

## ۷ تعیین عامل عدم انطباق طیفی

عامل عدم انطباق طیفی را از معادله زیر به دست آورید:

$$MM = \frac{\int E_{ref}(\lambda) S_{ref}(\lambda) d\lambda \int E_{meas}(\lambda) S_{sample}(\lambda) d\lambda}{\int E_{meas}(\lambda) S_{ref}(\lambda) d\lambda \int E_{ref}(\lambda) S_{sample}(\lambda) d\lambda} \quad (3)$$

که در آن

تابش در پهنای باند واحد در یک طول موج خاص  $\lambda$ ، از توزیع تابش طیفی مرجع می‌باشد، که به عنوان مثال در استاندارد بین‌المللی IEC 60904-3 ارائه شده است؛  $E_{ref}(\lambda)$

تابش در پهنای باند واحد در یک طول موج خاص  $\lambda$ ، از توزیع تابش طیفی نور وارده در زمان اندازه‌گیری می‌باشد؛  $E_{meas}(\lambda)$

پاسخ طیفی افزار PV مرجع می‌باشد؛  $S_{ref}(\lambda)$

پاسخ طیفی افزار PV آزمون می‌باشد؛  $S_{sample}(\lambda)$

تمام انتگرال‌ها باید در گستره طیفی کامل که در آن افزار مرجع و نمونه به‌طور طیفی حساس هستند، انجام شود.

**یادآوری ۱-** توزیع‌های تابش طیفی و پاسخ‌های طیفی می‌توانند در مقیاس کامل یا نسبی ارائه شوند.

**یادآوری ۲-** به دلیل شکل نامنظم طیف شبیه‌ساز و طیف خورشیدی، بهتر است پاسخ‌های طیفی در نقاط طول موج اندازه‌گیری‌های تابش طیفی جا داده شوند، عکس آن امکان‌پذیر نیست.

**یادآوری ۳-** معادله (۳) برای افزارهای تک پیوندی معتبر است، اما می‌تواند برای افزارهای چندپیوندی مورد استفاده قرار گیرد. برای افزارهای چندپیوندی، محاسبه باید برای هر اتصال در افزار، با استفاده از پاسخ طیفی آن شامل فیلتر کردن طیفی ناشی از اتصالات بالای اتصال مورد بررسی، انجام شود. بهتر است در گزارش آزمون عوامل عدم انطباق و ایجاد جریان اتصالات مجزا مشخص شود.

**یادآوری ۴-** حدود انتگرال بهتر است طول موج‌های مرزی SR باشند.

در حالتی که، طیف مطلق و پاسخ‌های طیفی مطلق برای تحلیل استفاده می‌شود، معادله (۳) می‌تواند به صورت زیر تعبیر شود:

$$MM = \frac{I_{sc,ref,E_{ref}} I_{sc,smaple,E_{meas}}}{I_{sc,ref,E_{meas}} I_{sc,smaple,E_{ref}}} \quad (۴)$$

که در آن:

جریان اتصال کوتاه نمونه آزمون تحت طیف مرجع می‌باشد؛	$I_{sc,smaple,E_{ref}}$
جریان اتصال کوتاه افزار مرجع تحت طیف مرجع می‌باشد؛	$I_{sc,ref,E_{ref}}$
جریان اتصال کوتاه نمونه آزمون تحت طیف اندازه‌گیری شده می‌باشد؛	$I_{sc,sample,E_{meas}}$
جریان اتصال کوتاه افزار مرجع تحت طیف اندازه‌گیری شده می‌باشد.	$I_{sc,ref,E_{meas}}$

زیرا  $I_{sc} = \int E(\lambda)S(\lambda)d\lambda$  است.

## ۸ گزارش

اطلاعات زیر باید مطابق با استاندارد بین‌المللی IEC 60904-1 در گزارش آزمون ارائه شود:

الف- در صورتی که از عدم انطباق طیفی برای تصحیح تابش اندازه‌گیری براساس استاندارد بین‌المللی IEC 60904-1 یا استاندارد مربوطه دیگر استفاده می‌شود، بهتر است عامل عدم انطباق طیفی محاسبه شده، شناسه افزار آزمون و افزار مرجع و نیز پاسخ‌های طیفی آن‌ها طبق گزارش آزمون آن‌ها (استاندارد بین‌المللی IEC 60904-8)، طیف آزمون و طیف مرجع همگی در گزارش آزمون همراه با روش مورد استفاده برای محاسبه انتگرال‌ها گنجانده شوند.

اگر افزار مرجع و افزار تحت آزمون دارای ابعاد (سطح) متفاوتی هستند، بهتر است ابعاد در گزارش آزمون مشخص شود.

ب- اگر از افزار مرجع منطبق شده استفاده می‌شود و هیچ تصحیح عدم انطباقی اعمال نمی‌شود، بهتر است شناسه افزار آزمون و افزار مرجع و نیز پاسخ‌های طیفی افزارهای مرجع و آزمون مطابق با گزارش آزمون آن‌ها (استاندارد بین‌المللی IEC 60904-8) در گزارش آزمون گنجانده شود.

اگر افزار مرجع و افزار تحت آزمون دارای ابعاد (سطح) متفاوتی هستند، بهتر است در گزارش آزمون مشخص شود.

اگر پاسخ طیفی افزار تحت آزمون نمی‌تواند اندازه‌گیری شود، بهتر است گزارش آزمون شامل معیارهای مورد استفاده برای تعریف تعادل<sup>۱</sup> پاسخ‌های طیفی باشد.

کتاب نامه

(اطلاعاتی)

**1** CIE 63: 1984, The Spectrodiometer Measurement of Light Sources