



سیستم مدیریت ایزو  
www.isomanagement.ir

تماس تلفنی جهت دریافت مشاوره:

۱. مشاور دفتر تهران (آقای محسن ممیز)

☎ ۰۹۱۲ ۹۶۳ ۹۳۳۶

۲. مشاور دفتر اصفهان (سرکار خانم لیلا ممیز)

☎ ۰۹۱۳ ۳۲۲ ۸۲۵۹

مجموعه سیستم مدیریت ایزو با هدف بهبود مستمر عملکرد خود و افزایش رضایت مشتریان سعی بر آن داشته، کلیه استانداردهای ملی و بین المللی را در فضای مجازی نشر داده و اطلاع رسانی کند، که تمام مردم ایران از حقوق اولیه شهروندی خود آگاهی لازم را کسب نمایند و از طرف دیگر کلیه مراکز و کارخانه جات بتوانند به راحتی به استانداردهای مورد نیاز دسترسی داشته باشند.

این موسسه اعلام می دارد در کلیه گرایشهای سیستم های بین المللی ISO پیشگام بوده و کلیه مشاوره های ایزو به صورت رایگان و صدور گواهینامه ها تحت اعتبارات بین المللی سازمان جهانی IAF و تامین صلاحیت ایران می باشد.

هم اکنون سیستم خود را با معیارهای جهانی سازگار کنید...





جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran  
سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران  
۱-۱۵۹۲۴  
چاپ اول  
۱۳۹۷

INSO  
15924-1  
1st Edition  
2019

Identical with  
IEC 62805-1:  
2017

روش اندازه‌گیری  
شیشه فتوولتائیک (PV) –  
قسمت ۱: اندازه‌گیری غبار کامل و  
توزیع طیفی غبار

Method for measuring  
photovoltaic (PV) glass –  
Part 1 : Measurement of total haze and  
spectral distribution of haze

ICS: 27.160

استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۵۹۲۴ (چاپ اول): سال ۱۳۹۷

## 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.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.ir)

وبگاه: <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.gov.ir](mailto:standard@isiri.gov.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 پیشنهادهای 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 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)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و به عنوان 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 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) و سایل 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 پایش می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، واسنجی و سایل 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

«روش اندازه‌گیری شیشه فتوولتائیک (PV) - قسمت ۱: اندازه‌گیری غبار کامل و

توزیع طیفی غبار»

رئیس:

نجفی، حمید رضا

(دکتری مهندسی برق)

سمت و/یا محل اشتغال:

نیروگاه فتوولتائیک دانشگاه بیرجند

دبیر:

بذری، مصطفی

(کارشناسی مهندسی صنایع)

اداره کل استاندارد استان خراسان جنوبی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

احمدی بروغنی، زهرا

(کارشناسی ارشد مهندسی رایانه)

دانشگاه بیرجند

احمدی بروغنی، سید یوسف

(دکتری مکانیک)

دانشگاه بیرجند

بهار، شیرین

(کارشناسی ارشد مهندسی طراحی محیط)

سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی

برق (ساتبا)

پورحمیدی، علیرضا

(کارشناسی مهندسی مکانیک - نیروگاه)

سازمان ملی استاندارد ایران

خدایی فرد، شراره

(کارشناسی ارشد فیزیک)

اداره کل استاندارد استان زنجان

شریفیان، حمیدرضا

(کارشناسی ارشد مهندسی سیستم‌های انرژی)

سازمان ملی استاندارد ایران

صالحی، علی

(کارشناسی ارشد فیزیک)

اداره کل استاندارد استان خراسان جنوبی

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

گنجی مهنه، مهدی

(کارشناسی ارشد مهندسی انرژی تجدیدپذیر)

میربزرگی، سید علی

(دکتری مهندسی مکانیک)

ویراستار:

خدایی فرد، شراره

(کارشناسی ارشد فیزیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

دانشگاه بین المللی امام رضا (ع)

دانشگاه بیرجند

اداره کل استاندارد استان زنجان

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ز	پیش‌گفتار
ح	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۱-۳ شیشه PV
۲	۲-۳ شیشه پوشانده شده با اکسید رسانای شفاف
۲	۳-۳ غبار کلی
۲	۴-۳ توزیع طیفی غبار
۳	۵-۳ طیف‌سنج تک‌پرتو
۳	۶-۳ طیف‌سنج دوپرتو
۳	۴ دستگاه
۳	۱-۴ کلیات
۴	۲-۴ عملکرد ابزار اندازه‌گیری آزمون
۵	۵ آزمون
۵	۶ آماده‌سازی
۶	۷ روش اجرایی
۶	۱-۷ کلیات
۶	۲-۷ اندازه‌گیری توزیع طیفی غبار
۷	۸ محاسبه نتایج
۷	۱-۸ توزیع طیفی غبار
۸	۲-۸ غبار کل
۸	۹ گزارش آزمون
۹	کتاب‌نامه

## پیش‌گفتار

استاندارد «روش اندازه‌گیری شیشه فتوولتائیک (PV) - قسمت ۱: اندازه‌گیری غبار کامل و توزیع طیفی غبار» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در یکصد و سیزدهمین اجلاس کمیته ملی استاندارد انرژی مورخ ۱۳۹۷/۱۲/۲۰ 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.

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 یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی 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 62805-1: 2017, Method for measuring photovoltaic (PV) glass -Part 1 : Measurement of total haze and spectral distribution of haze

## مقدمه

این استاندارد از سایر استانداردهای مربوط به بررسی گذردهی و بازتاب به شرح زیر متفاوت است:

- دامنه این استاندارد مرتبط با اندازه‌گیری میزان گذردهی و بازتاب شیشه‌های PV است.
- محدوده طول‌موج آن به طور معمول بین ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm است که در این بازه سلول‌های خورشیدی به این طیف واکنش نشان می‌دهند.
- به منظور هماهنگی محاسبات گذردهی و بازتاب از شیشه‌های PV، از تابش فوتونی به جای تابش نور خورشید استفاده شد.
- الزامات دستگاه مانند یکپارچه‌سازی نوع کره و ضخامت تعیین شده است.

این قسمت از استاندارد ملی الزامات را برای ارائه روش و راه‌های محاسبه برای اندازه‌گیری گذردهی و بازتاب شیشه‌های مورد استفاده در مدول‌های فتوولتائیک PV تعیین می‌کند.

انواع شیشه‌های PV شامل شیشه‌های با شفافیت بالا، شیشه ضد بازتاب، اکسیدهای رسانای شفاف (TCO) و دیگر انواع شیشه در مدول‌های PV استفاده می‌شوند. با پیشرفت جهانی صنعت PV، استفاده از شیشه‌های PV به طور فوق‌العاده‌ای در حال افزایش است. گذردهی و بازتاب خصوصیات نوری شیشه‌های PV هستند که مهمترین نقش را در تعیین عملکرد مدول‌های PV دارند.

در حال حاضر، روش‌های مورد استفاده برای اندازه‌گیری گذردهی و بازتاب شیشه‌های PV توسط آزمایشگاه‌های مختلف و تولیدکنندگان می‌تواند به گونه‌های متفاوتی باشد چرا که هیچ روش استانداردی برای انجام این امر وجود ندارد. در حالی که استانداردهای دیگری برای اندازه‌گیری گذردهی و بازتاب شیشه‌ها یا سایر مواد شفاف موجود می‌باشد. تابش طیف برای انجام محاسبات استفاده می‌شود، و محدوده طول‌موج طیف مرئی یا طیف خورشید که مربوط به کاربردهای مختلف شیشه‌های تحت آزمون است را شامل می‌شود. برای نمونه به استانداردهای ISO 9050 و ISO 13837 مراجعه شود. همانطور که شار فوتون در تعیین تعداد حامل‌های تولید شده و از این رو جریان تولید شده توسط یک سلول خورشیدی مهم است. طیف شار فوتون (فوتون تابشی) برای اندازه‌گیری گذردهی و بازتاب شیشه‌های PV در این استاندارد استفاده می‌شود. بازه طول‌موج بین ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm پاسخ طیفی سلول خورشیدی است. گذردهی از شیشه‌هایی با شفافیت بالا از تولیدی‌های مختلف می‌توانند بسته به اینکه آیا طیف تابش خورشید یا طیف تابش فوتون در محاسبات آن مورد استفاده قرار گرفته است، حتی اگر همان دستگاه و روش آزمون اعمال شود. علاوه بر شرایط اندازه‌گیری، الزامات دستگاه و روش آماده‌سازی نمونه برای اندازه‌گیری صحیح شیشه‌های PV اصلاح شده‌اند.

هدف این استاندارد:

- تعیین روش ویژه‌ای برای اندازه‌گیری گذردهی و بازتاب شیشه‌های PV، مخصوصاً شیشه‌های PV که دارای هر دو خصوصیات نوری انتشار منظم و پراکنده هستند. برای توسعه روش اندازه‌گیری گذردهی و بازتاب در سلول خورشیدی بازه پاسخ طیفی، که معمولاً بین ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm است.
- تعیین روشی برای محاسبه گذردهی و بازتاب با استفاده از طیف تابش فوتونی در بازه پاسخ طیفی سلول خورشیدی، که معمولاً بین ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm است.

## روش اندازه‌گیری شیشه فتوولتائیک (PV) - قسمت ۱: اندازه‌گیری غبار کامل و توزیع طیفی غبار

### ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تعیین روشی برای اندازه‌گیری و محاسبه غبار کلی و توزیع طیفی غبار شیشه مورد استفاده در مدول‌های فتوولتائیک (PV)<sup>۱</sup> می‌باشد.

این استاندارد برای شیشه مورد استفاده در مدول فتولتائیک، از جمله شیشه پوشیده شده با اکسیدهای رسانای شفاف (TCO)<sup>۲</sup> و انواع دیگر شیشه مورد استفاده در مدول فتولتائیک، کاربرد دارد.

### ۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به‌صورت 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:

#### 2-1 IEC 60904-3: 2016, Photovoltaic devices – Part 3: Measurement principles for terrestrial photovoltaic (PV) solar devices with reference spectral irradiance data

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

#### 2-2 IEC TS 61836, Solar photovoltaic energy systems – Terms, definitions and symbols

### ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه شده در استاندارد IEC TS 61836:1999، اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

---

1- Photovoltaic

2- Transparent Conductive Oxide Coated

۱-۳

شیشه PV

### PV glass

شیشه‌ای که در مدول‌های PV استفاده می‌شود، که شامل پوشش یا شیشه جلو، شیشه عقب و شیشه زیرلایه است.

۲-۳

شیشه پوشانده شده با اکسید رسانای شفاف

### transparent conductive oxide coated (TCO) glass

شیشه صاف پوشیده شده با یک لایه نازک اکسید رسانا که به عنوان یک لایه رسانا استفاده می‌شود.

۳-۳

غبار کلی

### total haze

نسبت شار فوتونی پراکنده شده به شار کل فوتون منتقل شده از طریق شیشه PV در گستره طول موج ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm، هنگامی که جهت نور پراکنده شده بیش از  $2/5^\circ$  از جهت پرتو برخوردی منحرف است.

یادآوری - در این استاندارد گستره طول موج ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm به عنوان طیف واکنش متداول سلول‌های خورشیدی انتخاب شده است. اگر از شیشه PV که در آن پاسخ طیفی سلول خورشیدی خارج از بازه ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm باشد، در یک مدول PV استفاده شود، دامنه طول موج مختلفی می‌تواند برای اندازه‌گیری استفاده شود.

۴-۳

توزیع طیفی غبار

### spectral distribution of haze

یک طرح یا جدول از غبار در برابر طول موج است.

یادآوری - غبار شیشه PV در یک مجموعه مشخص از طول موج (۸)، برای این استاندارد در گستره طول موج ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm اندازه‌گیری می‌شود.

۵-۳

طیف‌سنج تک‌پرتو

### single beam spectrometer

نوعی طیف‌سنج، که در آن تمام نور یک منبع تابش، از نمونه تحت آزمون عبور می‌کند سپس برای اندازه‌گیری شدت نور برخوردی نمونه باید برداشته شده و تمام نور را می‌توان به طور مستقیم اندازه‌گیری کرد.

۶-۳

طیف‌سنج دوپرتو

### double beam spectrometer

نوع پیشرفته طیف‌سنج، که در آن منبع نور قبل از رسیدن به نمونه تحت آزمون به دو ستون مجزا تقسیم می‌شود، به طوری که یک پرتو از میان نمونه عبور می‌کند و دومی برای مرجع استفاده می‌شود.

یادآوری - مزیت این طیف‌سنج این است که خواندن مرجع و نمونه، هم زمان انجام می‌شود.

## ۴ دستگاه

### ۱-۴ کلیات

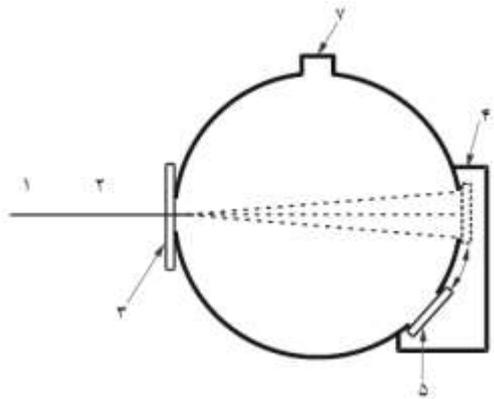
هر دو ابزار اندازه‌گیری دوپرتو و تک‌پرتو می‌تواند برای اندازه‌گیری غبار مورد استفاده قرار گیرد. این دستگاه باید شامل موارد زیر باشد:

- یک منبع نور تثبیت شده. گستره طول موج منبع نور باید شامل ۲۸۰ nm تا ۲۵۰ nm باشد. برای ابزار تک‌پرتو، ولتاژ منبع نور باید در  $\pm 1\%$  ثابت باشد؛
- برای ابزار اندازه‌گیری دوپرتو، یک سامانه نوری، که دوپرتو موازی تابش تک‌فام طول‌موج یکسان و تقریباً شار تابشی برابر با خروجی تک‌فام را تشکیل می‌دهد.
- یک کره‌ی یکپارچه با درگاه‌ها و آشکارساز نوری<sup>۱</sup>. توصیه می‌شود قطر کره یکپارچه حداقل ۱۵۰ mm باشد. (اگر یک کره یکپارچه با قطر کمتر از ۱۵۰ mm استفاده شود، مساحت کل درگاه‌های کره نباید از ۴٪ سطح درونی کره یکپارچه فراتر رود. درگاه‌های خالی که بسته هستند و با پوشش مشابه با بقیه دیوارهای داخلی کره پوشش داده شده‌اند، به حساب نمی‌آیند)؛
- چیدمان‌های نموداری از کره یکپارچه تک-پرتو و کره یکپارچه دوپرتو استفاده شده برای اندازه‌گیری به ترتیب در شکل‌های ۱-الف و ۱-ب نشان داده شده است. آشکارساز نوری در درگاه آشکارساز

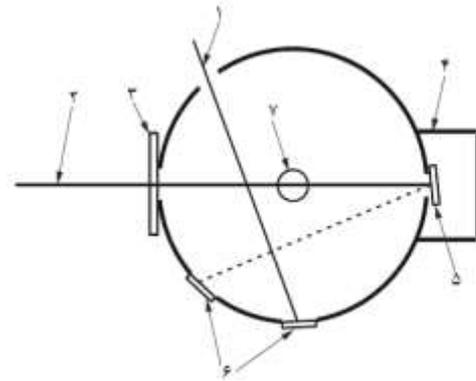
---

1- Photodetector

نوری به گونه‌ای نصب می‌شود که به آن اجازه می‌دهد تا کارایی برابر تمام قسمت‌های کره را مشاهده نماید. از ورود نور خارجی پراکنده به کره‌ی یکپارچه باید جلوگیری شود.



ب- تک پرتو



الف- دوپرتو

راهنما:

۱	پرتوی مرجع	۵	صفحه سفید استاندارد
۲	پرتوی نمونه	۶	درگاه مرجع
۳	نمونه	۷	آشکارساز (در قسمت پایین یا در بالای کره یکپارچه)
۴	تله نوری		

توصیه می‌شود که یک استاندارد کالیبره با یک ابزار اندازه‌گیری دوپرتو برای یک ابزار اندازه‌گیری تک پرتو برای به دست آوردن بیش‌ترین درستی در اندازه‌گیری عبور استفاده شود. یادآوری- معمولاً صفحه سفید استاندارد دارای همان ویژگی بازتابندگی مانند وجه داخلی کره یکپارچه است.

### شکل ۱ - طرح‌واره کلی کره یکپارچه

شکل ۱ و متن، پیکربندی را با عنصر تعیین طول موج توصیف می‌کند، (به عنوان مثال: تک‌فام‌ساز<sup>۱</sup>) مقابل کره‌ی یکپارچه و آشکارساز غیرمخرب در خروجی کره‌ی یکپارچه است. در عمل، پیکربندی با استفاده از نور سفید در ورودی کره‌ی یکپارچه و عنصر انتخاب طول موج با آشکارساز در خروجی کره‌ی یکپارچه نیز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. روش‌های توصیف شده در این استاندارد برای هر دو پیکربندی کاربرد دارد.

### ۲-۴ عملکرد ابزار اندازه‌گیری آزمون

گستره طول موج ابزار اندازه‌گیری باید  $280 \text{ nm}$  تا  $1250 \text{ nm}$  باشد. پهنای باند طیفی باید با کم‌تر از فاصله طول موج مورد نیاز تنظیم شود.

درستی طول موج ابزار اندازه‌گیری در بازه ۲۸۰ nm تا ۹۰۰ nm باید  $\pm 0.5$  nm و در بازه ۹۰۰ nm تا ۱۲۵۰ nm باید  $\pm 1$  nm باشد.

در گستره طول موج ۲۸۰ nm تا ۱۲۵۰ nm، درستی اندازه‌گیری عبور باید در حدود  $\pm 0.3\%$  و تکرارپذیری اندازه‌گیری عبور باید در حدود  $\pm 0.1\%$  باشد.

شرایط هندسی برای روشنایی و آشکارسازی: زاویه بین محور عمود بر نمونه و محور نوری پرتوی روشن برای اندازه‌گیری بهتر است کوچک‌تر یا مساوی  $1^\circ$  باشد. زاویه‌ای که هر شعاعی از پرتوی روشن می‌تواند با محور پرتو بسازد بهتر است که کوچک‌تر یا  $3^\circ$  باشد.

یادآوری- صحت، تنها به خود دستگاه مربوط می‌شود و شامل عدم قطعیت صفحه استاندارد سفید مورد استفاده نمی‌باشد.

## ۵ آزمون‌ها

آزمون‌ها باید شرایط زیر را داشته باشند:

- آزمون‌ها باید از نمونه شیشه‌ای PV جدا شوند.
- آزمون‌ها باید عاری از گرد و غبار، روغن یا آلودگی دیگر باشند.
- آزمون‌ها باید در برابر درگاه کره بصورت «نصب شده بر دیوار» قرار گیرند به جای اینکه بصورت نصب در مرکز و یا با فاصله از کره نصب شوند.
- آزمون‌ها باید به اندازه کافی بزرگ باشند تا به طور کامل دهانه ورودی فضای یکپارچه را پوشش دهند.
- سه آزمون جداگانه که هر آزمون نشان‌دهنده مناطق مختلف شیشه PV است، در محدوده برداشته شوند.

یادآوری- با آنکه برش دادن شیشه PV حرارت داده شده امکان‌پذیر است، ولی این کار بسیار دشوار است و به تجهیزات خاصی نیاز دارد. بنابراین آزمون‌ها از نمونه‌های شیشه PV حرارت ندیده انتخاب می‌شود.

## ۶ شرایطدهی<sup>۱</sup>

آزمون باید در محیطی انجام شود که در دمای  $(23 \pm 2)^\circ\text{C}$  و رطوبت نسبی  $(40 \pm 15)\%$  نگهداشته می‌شود. آزمون‌ها باید در همان محیط برای بیشتر از ۴h قبل از اندازه‌گیری نگهداری شود مگر اینکه، طور دیگری بین مشتری یا تامین کننده توافق شده باشد.

## ۷ روش اجرایی

### ۱-۷ کلیات

گستره طول موج اندازه گیری باید حداقل در گستره ۲۸۰ nm تا ۲۵۰ nm، با فاصله‌های طول موج ترجیحی ۱ nm باشد، اما فاصله بیشتر تا ۵ nm مجاز است اگر غبار حاصل در مقابل منحنی طول موج در گستره مورد نظر همسان باشد.

زمان مجاز مناسب برای رسیدن به تعادل لامپ ابزار اندازه گیری (به طور معمول ۱۵ min تا ۳۰ min از زمان گرم کردن) خواهد بود.

قبل از انجام هر اندازه گیری، طول موج روبشی از گستره ۲۸۰ nm تا ۲۵۰ nm، باید برای ابزار اندازه گیری تنظیم شود.

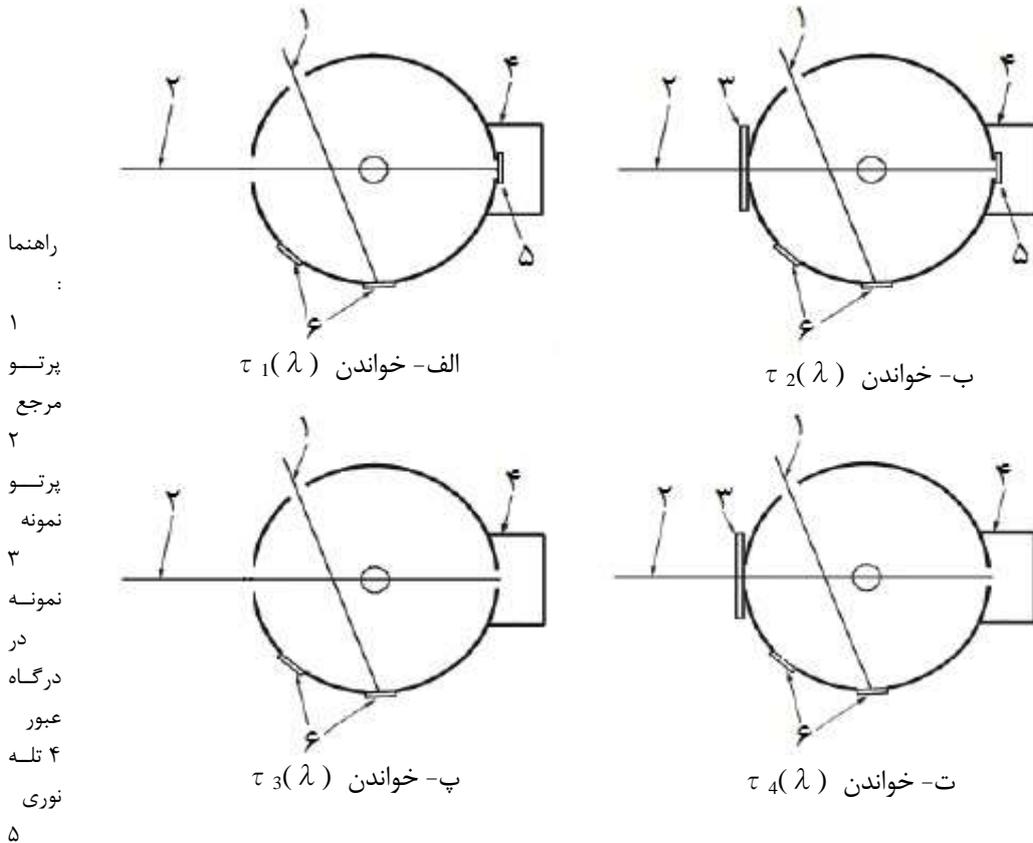
### ۲-۷ اندازه گیری توزیع طیفی غبار

یک طیف‌سنج با فضای کروی یکپارچه که در شکل ۱ نشان داده شده است، باید مورد استفاده قرار گیرد. چهار مقدار طیفی  $\tau_1(\lambda)$ ،  $\tau_2(\lambda)$ ،  $\tau_3(\lambda)$  و  $\tau_4(\lambda)$  را به ترتیب طبق روش در جدول ۱ بدست آورید. شکل ۲ موقعیت نمونه، تله نوری و صفحه سفید استاندارد را در ابزار دوپرتو برای اندازه گیری هر یک از مقادیر طیفی نشان می‌دهد. موقعیت نمونه، تله نور و صفحه سفید استاندارد برای ابزار اندازه گیری تک‌پرتو همانند ابزار دوپرتو به جز تفاوت ساختاری این دو نوع کره است. نمونه باید بر روی درگاه انتقالی کره‌ی یکپارچه نصب شود. سطح رو به (هوا) بیرون شیشه PV در حین دوره اندازه گیری باید با پرتو برخوردی مواجه باشد. برای نمونه شیشه TCO، وجه<sup>۱</sup> بدون پوشش باید با پرتو برخوردی مواجه شود. در مورد شیشه فلوت، وجه غنی از قلع باید با پرتو برخوردی مواجه شود.

جدول ۱ - روش خواندن

مقادیر طیفی	نمونه در موقعیت	تله نوری در موقعیت	صفحه سفید استاندارد در موقعیت	مقدار اندازه گیری شده	شکل ارجاعی
$\tau_1(\lambda)$	خیر	بلی	بلی	شار برخوردی نور	شکل ۲-الف
$\tau_2(\lambda)$	بلی	بلی	بلی	مجموع شار نور عبوری از طریق آزمون	شکل ۲-ب
$\tau_3(\lambda)$	خیر	بلی	خیر	شار پراکنده شده نور توسط دستگاه	شکل ۲-پ
$\tau_4(\lambda)$	بلی	بلی	خیر	شار پراکنده شده نور توسط دستگاه و آزمون	شکل ۲-ت

در حین اندازه‌گیری  $\tau_1(\lambda)$  و  $\tau_2(\lambda)$  تله نوری باید در موقعیت خود باشد، تا از خطاهای اندازه‌گیری ناشی از نفوذ نور خارجی به داخل کره جلوگیری شود.



صفحه سفید استاندارد  
۶ درگاه مرجع

شکل ۲- طرح‌واره کلی موقعیت نمونه برای اندازه‌گیری غبار

## ۸ محاسبه نتایج

### ۸-۱ توزیع طیفی غبار

غبار در هر طول موج باید با استفاده از فرمول ۱ محاسبه شود:

$$H(\lambda) = \left( \frac{\tau_r(\lambda)}{\tau_r(\lambda)} - \frac{\tau_r(\lambda)}{\tau_1(\lambda)} \right) \times 100 \quad (1)$$

که در آن:

$H(\lambda)$  غبار طیفی در طول موج  $\lambda$  بر حسب (%) است.

- $\tau_1(\lambda)$  شار فوتون رخداد طیفی در طول موج  $\lambda$  بر حسب (/) است؛
- $\tau_2(\lambda)$  شار فوتون طیفی عبوری توسط نمونه طول موج  $\lambda$  بر حسب (/) است؛
- $\tau_3(\lambda)$  شار فوتون پراکنده شده طیفی دستگاه در طول موج  $\lambda$  بر حسب (/) است؛
- $\tau_4(\lambda)$  طیف فوتون پراکنده دستگاه و نمونه در طول موج  $\lambda$  بر حسب (/) است.

یادآوری- فرمول ۱ برای غبار را می‌توان در استاندارد ASTM D 1003-13:2013 یافت.

باید اندازه‌گیری از سه نمونه با میانگین هر افزایش طول موج، تکرار شود. گستره (اختلاف مقدار حداکثر و حداقل) نیز در هر افزایش طول موج مشخص باشد.

## ۲-۸ غبار کل

غبار کلی باید با استفاده از فرمول ۲ محاسبه شود که در آن  $H(\lambda)$  باید با استفاده از فرمول ۱ محاسبه شود،  $E_{p\lambda} \cdot \Delta\lambda$  با مقادیر داده شده در جدول ۱، ستون ۳، از استاندارد IEC 60904-3: 2016، ضرب در فاصله طول موج اندازه‌گیری، مطابق با قاعده دوزنقه‌ای محاسبه خواهد شد.

$$H = \frac{\int_{\lambda=280nm}^{1250nm} H(\lambda)E_{p\lambda}d(\lambda)}{\int_{\lambda=280nm}^{1250nm} E_{p\lambda}d(\lambda)} \approx \frac{\sum_{\lambda=280nm}^{1250nm} H(\lambda)E_{p\lambda}\Delta\lambda}{\sum_{\lambda=280nm}^{1250nm} E_{p\lambda}\Delta\lambda} \quad (2)$$

که در آن:

- $H$  غبار کل بر حسب (/) است؛
- $H(\lambda)$  غبار طیفی در طول موج بر حسب (/) است؛
- $E_{p\lambda}$  تابش فوتون نوری مرجع در طول موج  $\lambda$  است که در استاندارد IEC 60904-3:2016 نشان داده شده است.
- $\Delta\lambda$  طول موجی است که برای اندازه‌گیری‌ها استفاده می‌شود (نه بیشتر از ۵ nm)؛
- $\lambda$  طول موج است.

در صورتی که پیکربندی واقعی از پیکربندی نشان داده شده در شکل ۱، انحراف پیدا کند، ممکن است نیاز به وفق دادن فرمول ۲ در بند ۸ باشد.

## ۹ گزارش آزمون

گزارش آزمون باید توسط آزمایشگاه آماده شود. این گزارش باید شامل مشخصات دقیق نمونه‌ها باشد. گزارش آزمون باید اطلاعات زیر را ارائه نماید:

الف- نام و نشانی آزمایشگاه آزمون و محل انجام آزمون‌ها؛

ب- نام و نشانی مشتری، در صورت لزوم؛

پ- توصیف و شناسایی اقلام مورد آزمون، از جمله مشخصات نمونه، نوع نمونه، ضخامت نمونه، اندازه نمونه و وجه مورد آزمون نمونه؛

ت- شرح روش آزمون مورد استفاده؛ از جمله شماره استاندارد و عنوان استاندارد، ساخت و مدل ابزار اندازه-گیری آزمون، اندازه کره‌ی یکپارچه و گستره طول موج اندازه‌گیری شده؛

ث- اندازه‌گیری و نتایج استخراج شده از جداول، نمودارها، طرح‌ها و داده‌های مشخص شامل مجموعه کاملی از غبار کل در مقابل مقادیر طول موج و گستره طول موج متناظر مقادیر میانگین، نمودار مربوطه توزیع طیفی غبار با طول موج  $\lambda$  به عنوان محور  $x$  و میانگین  $H(\lambda)$  به عنوان محور  $y$  است؛ عدم قطعیت برآورد شده ابزار اندازه‌گیری با یک فاصله اطمینان داده شده ( $k=2$ ) است؛

ج- تاریخ دریافت اقلام مورد آزمون و تاریخ (های) آزمون، در صورت لزوم؛

چ- عنوان و امضا یا شناسه معادل شخص (اشخاص) پذیرنده مسئولیت محتوای گزارش و تاریخ صدور.

### کتابنامه

- [1] ASTM D1003-13: 2013, Standard test method for haze and luminous transmittance of transparent plastics

