



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۶۴۶۱-۲

چاپ اول

اسفند ماه ۱۳۸۱

ISIRI

6461-2

1st. edition

MAR. 2003

## قطعات فتوولتائیک -

قسمت دوم: الزامات برای سلولهای خورشیدی مرجع

*Photovoltaic devices -*

*Part 2: Requirements for reference solar cells*

تیر ۱۳۸۱



نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج - شهر صنعتی، صندوق پستی ۳۱۵۸۵-۱۶۳  
دفتر مرکزی : تهران - بالاتر از میدان ولیعصر، کوچه شهید شهابی، پلاک ۱۴، صندوق پستی ۱۴۱۵۵-۶۱۳۹

تلفن مؤسسه در کرج: ۰۲۶۱-۲۸۰۶۰۳۱-۸

تلفن مؤسسه در تهران: ۰۲۱-۸۹۰۹۳۰۸-۹

دورنگار: کرج ۰۲۶۱-۲۸۰۸۱۱۴ - تهران ۰۲۱-۸۸۰۲۲۷۶

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

پیام نگار: Standard @ isiri.or.iran

بهاء: ۱۰۰۰ ریال

**Headquarter : Institute Of Standards And Industrial Research Of Iran**

**P.O.Box:**

**Karaj - IRAN 31585-163**

**Central Office :**

**NO.14, Shahid Shahamati St. , Valiasr Ave. Tehran**

**P.O.Box:**

**14155-6139**

**Tel.(Karaj):**

**0098 261 2806031-8**

**Tel.(Tehran):**

**0098 21 8909308-9**

**Fax.(Karaj):**

**0098 261 2808114**

**Fax.(Tehran):**

**0098 21 8802276**

**Email:**

**Standard @ isiri.or.iran**

**Price:**

**1000 RLS**

## آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

تدوین استاندارد در رشته‌های مختلف توسط کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط با موضوع صورت می‌گیرد. سعی بر این است که استانداردهای ملی، در جهت مطلوبیت‌ها و مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فنی و فن‌آوری حاصل از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع شامل: تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، بازرگانان، مراکز علمی و تخصصی و نهادها و سازمان‌های دولتی باشد.

پیش‌نویس استانداردهای ملی جهت نظرخواهی برای مراجع ذینفع و اعضای کمیسیون‌های 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 می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که توسط مؤسسات و سازمان‌های علاقمند و ذیصلاح و با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌شود نیز پس از طرح و بررسی در کمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می‌گردد. بدین ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره «۵» 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 بین‌المللی 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 بین‌المللی استفاده می‌نماید.

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون به منظور حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردها را با تصویب شورای عالی استاندارد اجباری نماید. مؤسسه می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید.

همچنین به منظور اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و گواهی‌کنندگان سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و کالیبره‌کنندگان وسایل سنجش، مؤسسه استاندارد اینگونه سازمان‌ها و مؤسسات را براساس 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 می‌نماید. ترویج سیستم بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی از دیگر وظایف این مؤسسه می‌باشد.

کمیسیون تدوین استاندارد قطعات فتوولتائیک -  
قسمت ۲: الزامات برای سلولهای خورشیدی مربع

نمایندگی

دانشگاه زنجان

رئیس

صرافی ، محسن  
( دکترای فیزیک )

اعضاء

عابدینی ، یوسفعلی  
( دکترای فیزیک )

کریمیان ، مجتبی  
( مهندس برق )

محمدی ، فرهاد  
( مهندس برق الکترونیک )

یوسفی اصل ، صمد  
( لیسانس فیزیک )

دبیر

اشرفی ، محمد رضا  
( فوق لیسانس فیزیک الکترونیک )

استاندارد زنجان

شرکت مخابرات زنجان

شرکت تحقیقاتی تسهیل گستران

سازمان صنایع و معادن زنجان

## پیشگفتار

استاندارد قطعات فتوولتائیک - قسمت ۲ : الزامات برای سلولهای خورشیدی مرجع که توسط کمیسیون های مربوطه تهیه و تدوین شده و در دویست و بیست و نهمین جلسه کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۸۱/۱۱/۹ مورد تایید قرار گرفته است ، اینک به استناد بند ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ بعنوان استاندارد ملی ایران منتشر می شود.

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 تجدید نظر 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 استانداردهای کشورهای صنعتی و پیشرفته هماهنگی ایجاد شود .

منبع و مآخذی که برای تهیه استاندارد به کار رفته به شرح زیر است :

IEC 60904-2, 1989 : Photovoltaic devices - Part 2 : Requirements for reference solar cells

## قطعات فتوولتائیک - قسمت ۲ :

### الزامات برای سلولهای خورشیدی مرجع

#### ۱ هدف و دامنه کاربرد

این استاندارد الزامات دسته بندی، انتخاب، بسته بندی، نشانه گذاری، کالیبراسیون و مزایای سلولهای خورشیدی مرجع از جنس بلور سیلیکون را شرح می دهد.

#### ۲ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد اصطلاحات و / یا واژه ها با تعاریف زیر به کار می روند.

یک سلول خورشیدی مرجع سلولی مخصوص کالیبراسیون است، که برای اندازه گیری یا تنظیم سطوح تابش شبیه ساز در بخشهایی از یک توزیع طیف تابشی خورشیدی مرجع استفاده می شود. و بر دو نوع می باشند:

- **اولیه**: یک سلول مرجع که بر پایه آن رادیومتر کالیبره شده یا آشکار ساز استاندارد با مرجع رادیومتریکی جهانی (W.R.R)<sup>۱</sup> تطبیق داده می شود.
- **ثانویه**: یک سلول مرجع کالیبره شده در نور طبیعی یا شبیه سازی شده خورشید با یک سلول خورشیدی مرجع اولیه را سلول مرجع ثانویه گویند.

#### ۳ انتخاب

حداقل دو سلول خورشیدی باید برای کالیبراسیون سلولهای مرجع انتخاب شود. در اندازه گیری عملکرد (تحت تابش طبیعی یا شبیه ساز خاص) نتایج باید خطایی کمتر از  $\pm 1\%$  در صد داشته باشد. خطای عدم تطابق طیف به وسیله روش توضیح داده شده در قسمتهای بعدی این استاندارد (تحت بررسی) حساب می شود.

سلولهای مرجع باید قطعات پایداری باشند که: مشخصات فتوولتائیک آنها بیشتر از ۵ درصد مقدار حساب شده اولیه (بند ۱۰ را ببینید) تغییر نکند.

<sup>۱</sup> - World Radiometric Reference

## ۴ اندازه گیری دما

برای اندازه گیری دمای پیوند سلول خورشیدی مرجع باید روشی با دقت  $\pm 1$  درصد درجه سلسیوس مهیا شود .

## ۵ اتصالات الکتریکی

اتصالات الکتریکی برای سلول مرجع باید شامل سیستم اتصال چهار سیمه ( پروب کلومین ) باشد.

## ۶ کالیبراسیون

هر سلول مرجع باید بر حسب جریان اتصال کوتاه در شرایط متعارف محیط برحسب واحد تابش با توزیع طیف مرجع  $[AW^{-1}.m^2]$  کالیبره شود .  
روشهای استاندارد کالیبراسیون سلولهای مرجع اولیه و ثانویه در بندهای ۱۱ و ۱۲ توضیح داده شده است . پاسخ طیف مربوطه و ضریب دمایی جریان اتصال کوتاه از هر سلول مرجع باید مطابق بخشهای بعدی این استاندارد ( تحت بررسی ) اندازه گیری شود .

## ۷ لیست جزئیات

هر وقت که یک سلول کالیبره می شود ، اطلاعات زیر باید در لیست جزئیات ثبت شود :

- شماره سریال
- نوع ( اولیه یا ثانویه )
- سازنده سلول
- نوع مواد
- نوع بسته ( چند سلولی یا تک سلولی )
- سازمان کالیبره کننده

- محل و تاریخ کالیبراسیون
- روش کالیبراسیون (ارجاع به استاندارد)
- مشخصات لامپ استاندارد رادیومتر (در جاییکه کاربرد دارد)
- مشخصه سلول مرجع اولیه (در جاییکه کاربرد دارد)
- مشخصات شبیه ساز (در جاییکه کاربرد دارد)
- نوع حسگر دمائی (در جاییکه کاربرد دارد)
- پاسخ طیفی مربوطه
- ضریب دمائی جریان اتصال کوتاه
- مقادیر کالیبراسیون بر حسب  $[AW-1.m^2]$  در شرایط آزمون استاندارد<sup>1</sup> S.T.C.
- دقت مورد نظر

## ۸ نشانه گذاری

هر سلول مرجع باید دارای مشخصاتی واضح و پاک نشدنی و مقاوم باشد که از روی لیست جزئیات گرفته شده باشد.

## ۹ بسته چند سلولی

### ۹-۱ اندازه گیری در تابش طبیعی (نور خورشید)

استفاده از سلولهای مرجع برای اندازه گیریها در تابش طبیعی باید پاسخی برای تغییرات در توزیع هندسی در روش یکسان با نمونه ها (سلولها، مجموعه ای از سلولها و مدولها) داشته باشد.

بدین منظور، وقتی که اندازه گیریها روی مجموعه سلولهای تحت تابش عمودی باریکه مستقیم نور خورشید، یا نزدیک به آن انجام می گیرد، مجموعه سلولها باید به صورت یکپارچه بسته بندی شوند. (شکل ۱ را ببینید).

<sup>1</sup> - Standard Test Conditions



در این حالت ، چهارچوب ، مجموعه یک پارچه ، شکل ، اندازه و فضای محیطی سلولهای مرجع باید برابر مدول آزمون باشد . سلولهای جانبی ممکن است بطور حقیقی یا مجازی دارای خواص اپتیکی یکسان با سلول باشند .  
خطوط خط چین در شکل ۱ نشان دهنده حداقل اندازه پذیرفتنی بسته بندی مجموعه سلولها برای آزمایش در محیط باز است .

### ۲-۹ اندازه گیری تمت شبیه سازها

۱-۲-۹ در بعضی شبیه سازها که به انعکاسهای چندگانه نور به و / از آزمون اجازه می دهند ، بازتابش در صفحه آزمون ممکن است وابسته به آب و هوا یا نبودن آزمون تغییر کند .

۲-۲-۹ برای اینکه ، در اندازه گیریهای دقیق ، تابش موجود در محل اندازه گیری نمونه مورد آزمایش باشد ، سلولهای مرجع مورد استفاده در شبیه سازها باید بسته بندی یکسانی با نمونه آزمایشی داشته باشند ، بصورتیکه تغییر در تابش بعلت انعکاسهای چندگانه برای هر دو یکسان باشد .

سلولهای مرجع مورد استفاده برای اندازه گیری توسط شبیه ساز طوری طراحی می شوند که حداقل خطا را در تابش چندگانه داشته و بصورت تکی بسته بندی می شوند ، و اگر به صورت دائمی مورد استفاده قرار نگیرند احتیاجی به بسته بندی نیست در ضمن درجرات نمونه بسته اید کن ترل ش ود .  
به هر حال ، مقررات برای سلولهای مرجع برای استفاده در نور طبیعی خورشید به صورت زیر است .

### ۳-۹ بسته تک سلول

اگر بسته سلولی بصورت تکی مورد استفاده واقع می شود ، موارد زیر توصیه می شود :

۱-۳-۹ میدان دید کمتر از ۱۶۰ درجه نباشد .

۲-۳-۹ سطح کلی سلول ، واقع در بسته سلولی ، با میدان دید ، نباید دارای انعکاس بوده و دارای حداقل ضریب جذب ۹۵ درصدی در محدوده طول موجی باشد که می تواند پاسخ دهد .

۳-۳-۹ مواد مورد استفاده برای محیط اطراف سلول برای حفاظت آنها ، افت الکتریکی یا اپتیکی نداشته باشند ، همچنین مشخصات فیزیکی آنها در طی یک دوره کامل از زمان استفاده پایدار باقی بماند .

۴-۳-۹ استفاده از یک پنجره محافظ توصیه می شود . اگر سلول برای کالیبراسیون یا استفاده در نور خورشید است ، فضای پنجره و سلول باید کاملاً با یک ماده پایدار و شفاف پوشیده شده

باشد . ضریب انعکاس پوشش باید مشابه ( حدود ۱۰ درصد ) برای کمترین خطای پنجره در انعکاس داخلی نور در بیشترین زاویه مورب باشد . همچنین توصیه می شود ، شفافیت ، پیوستگی و چسبندگی مواد مورد استفاده ، تحت تاثیر UV و دما تغییر خاصیت ندهند .  
شکل ۲- یک مثال از بسته سلولی مناسب تک سلول را نشان می دهد .

## ۱۰ محافظت از سلولهای مرجع

پنجره بسته سلولی سلول خورشیدی مرجع باید تمیز و بدون خراش نگهداری شود . سلولهای بسته بندی نشده باید در برابر آسیب دیدگی ، آلودگی و تخریب محافظت شوند . در مواردی که از سلولهای مرجع زیاد استفاده می شود ، کالیبراسیون آنها باید در بازه ای از زمان که بیشتر از یک ماه نباشد با مقایسه جریانهای اتصال کوتاه تحت تابش یکسان بررسی شود . اگر در ضرایب جریان بیش از  $\pm 1\%$  درصد تغییر حاصل شده باشد سلولها باید مجددا کالیبره شوند . همه سلولهای مرجع باید در کمتر از ۱۲ ماه دوباره کالیبره شوند .

## ۱۱ کالیبراسیون سلولهای مرجع اولیه

روش کالیبراسیون و اجزای آن باید برای سطح بالایی از درستی در محدوده  $\pm n\%$  درصد ( که  $n\pm$  درصد باید تعیین شود ) انجام گیرد .  
**یادآوری -** کلمه "درستی" ( در مطابقت با استاندارد ISO استفاده شده است ) وابسته به روش انتخاب شده برای کالیبراسیون است . به هر حال تکرار پذیری در محدوده  $\pm 1\%$  درصد قابل دست یابی باشد .

## ۱۲ کالیبراسیون سلولهای مرجع ثانویه

سلولهای مرجع ثانویه باید در تابش طبیعی یا شبیه سازی شده در مقایسه با یک سلول مرجع اولیه کالیبره شوند . مطابقت پاسخ طیفی سلولهای مرجع اولیه و ثانویه باید همانند خطای عدم تطابق طیفی

<sup>1</sup>-Accuracy

تحت تابش استفاده شده برای کالیبراسیون کمتر از  $1 \pm$  در صد تعیین شده با روشهای بیان شده در قسمتهای بعدی این استاندارد ( تحت بررسی ) مطابقت داشته باشد .

### ۱-۱۲ تابش طبیعی

کالیبراسیون در تابش طبیعی باید تحت شرایط زیر انجام شود :

۱-۱-۱۲ هوا باید صاف ، آفتابی و بدون ابر باشد و تشعشع نفوذ کننده نباید بیش از ۲۵ درصد تشعشع کلی باشد.

۲-۱-۱۲ ابری در محدوده ۳۰ درجه از نیم زاویه فضایی خورشید مشاهده نشود .

۳-۱-۱۲ کل تابش ( خورشید + آسمان + انعکاس از زمین ) کمتر از ۸۰۰ وات بر متر مربع ، مطابق اندازه گیری سلول مرجع اولیه ، نباشد .

۴-۱-۱۲ توده هوا<sup>۱</sup> بین AM1 و AM2 باشد.

۵-۱-۱۲ تابش به حد کافی پایدار باشد . طوری که تغییرات در جریان اتصال کوتاه سلول مرجع کمتر از ۰/۵ درصد برای زمان اندازه گیری باشد .

### ۲-۱۲ شبیه ساز

اگر از شبیه ساز نور خورشید استفاده می شود ، شبیه ساز باید از کلاس A مطابق بخشهای بعدی این استاندارد باشد.

### ۳-۱۲ فرایند کالیبراسیون

۱-۳-۱۲ قبل از کالیبراسیون ، پاسخ طیفی و ضریب دمایی جریان اتصال کوتاه سلول مرجع ثانویه را اندازه گیری کنید ، از فرآیند ویژه بیان شده در قسمتهای بعدی این استانداردها ( تحت بررسی ) استفاده شود .

۲-۳-۱۲ سلولهای مرجع اولیه و ثانویه را هم صفحه و در نزدیک هم بطور یکسان نصب کنید . دستگاههای اندازه گیری دما و جریان را وصل کنید اگر امکان داشته باشد ، دمای سلول را در  $(25 \pm 2)$  درجه سلسیوس کنترل کنید . اگر کنترل دمای سلولها امکان پذیر نباشد ، با ایجاد سایه و حذف آن هنگام اندازه گیری جریان ، کنترل را انجام دهید . ( موقعی که از شبیه ساز پالسی استفاده شود ، احتیاجی به سایه نیست )

۳-۳-۱۲ بعد از نصب ، باریکه نور خورشید یا مرکز خط باریکه شبیه ساز را عمود بر سطح سلول در محدوده  $5 \pm$  درجه تنظیم کنید .

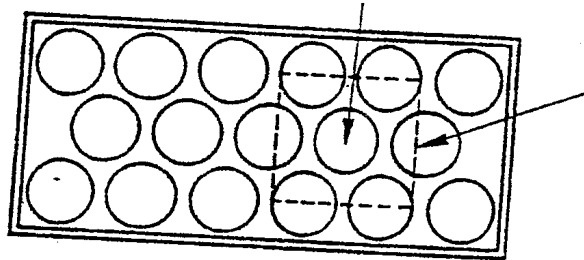
<sup>1</sup> - Air Mass

- ۴-۳-۱۲ همزمان جریان اتصال کوتاه و دمای سلول مرجع خوانده و ثبت گردد.
- ۵-۳-۱۲ مرحله ۴-۳-۱۲ را برای پنج بار متوالی انجام دهید ، اعداد بدست آمده و نسبت آنها به حالت اتصال کوتاه جریان نباید در دمای ۲۵ درجه سلسیوس بیش از  $1 \pm$  درصد تغییرات داشته باشد .
- ۶-۳-۱۲ وقتی که کالیبراسیون در تابش طبیعی انجام می گیرد مراحل ۲-۳-۱۲ تا ۵-۳-۱۲ را تکرار کرده و با محاسبه کمینه از پنج بار که در سه روز مجزا اندازه گیری شده است ، جریان اتصال کوتاه و دما را بدست آورید .
- ۷-۳-۱۲ از داده های قابل قبول ، نسبت میانگین را حساب کنید :

**(جریان اتصال کوتاه سلول مرجع اولیه در ۲۵ درجه سلسیوس) / (جریان اتصال کوتاه سلول مرجع ثانویه در ۲۵ درجه سلسیوس)**

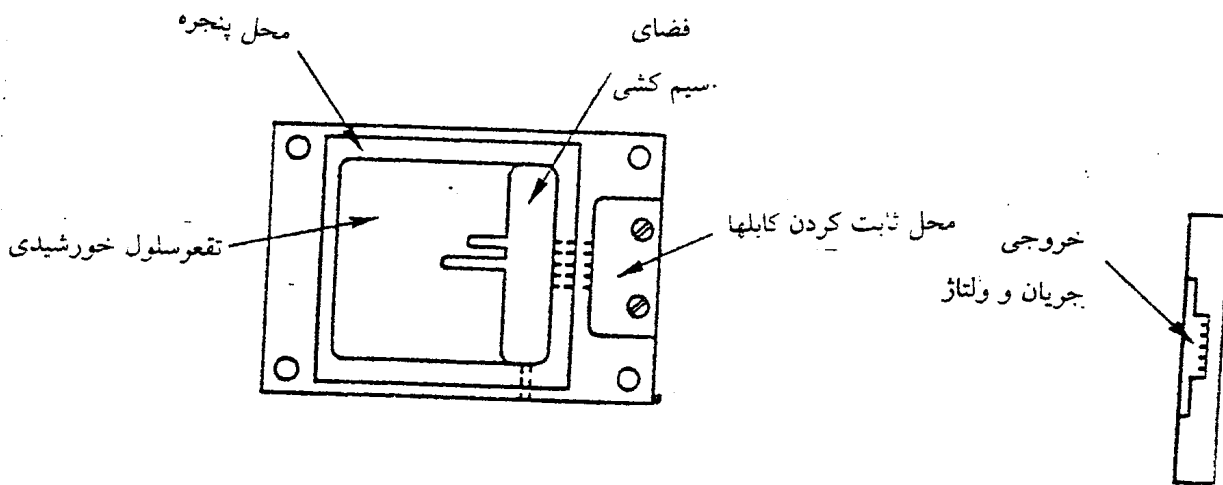
- ۸-۳-۱۲ با ضرب کردن مقدار کالیبراسیون سلول اولیه در نسبت میانگین حساب شده مقدار کالیبراسیون سلول ثانویه را بدست آورید .

سلول مرجع برای جذب تابش متوسط



ابعاد حداقل برای  
سلول مرجع در تابش  
طبیعی

شکل ۱- بسته بندی سلولی برای سلول مرجع



زاویه دید نباید کمتر  
از ۱۶۰ درجه باشد



شکل ۲- بسته تک سلولی