ISIRI
6461-2
1st. edition
MAR. 2003

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

قطعات فتوولتائیک –

قسمت دوم: الزامات برای سلولهای خورشیدی مرجع

Photovoltaic devices -

Part 2: Requirements for reference solar cells

لغایت تیر ۱۳۸۸

سازمان استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران
دفتر امور تدوین استاندارد
اعتبار دارد

نشانی مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران : کرج ـ شهر صنعتی، صندوق پستی ۱۶۳-۳۱۵۸۵
دفتر مرکزی : تهران ـ بالاتر از میدان ولیعصر، کوچه شهید شهامتی، پلاک ۱۴، صندوق پستی ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵
تلفن مؤسسه در کرج: ۸-۲۸۰۶۰۳۱-۰۲۶۱
تلفن مؤسسه در تهران: ۹-۸۹۰۹۳۰۸-۰۲۱
دورنگار: کرج ۲۸۰۸۱۱۴-۰۲۶۱ ـ تهران ۸۸۰۲۲۷۶ - ۰۲۱
بخش فروش ـ تلفن: ۲۸۰۷۰۴۵-۰۲۶۱ دورنگار: ۲۸۰۷۰۴۵-۰۲۶۱
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
Cenral 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

بسمه تعالی

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 درکمیته 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 درکمیته ملی مربوط و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی چاپ و منتشر می‌گردد. بدین‌ترتیب استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مفاد مندرج در استاندارد ملی شماره «۵» تدوین و درکمیته 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.

کمسیون تدوین استاندارد قطعات فتوولتائیک -
قسمت ۲: الزامات برای سلولهای خورشیدی مرجع

نمایندگی	
دانشگاه زنجان	

رئیس	
صرافی ، محسن (دکترای فیزیک)	

اعضاء	
عابدینی ، یوسفعلی (دکترای فیزیک)	دانشگاه زنجان
کریمیان ، مجتبی (مهندس برق)	شرکت مخابرات زنجان
محمدی ، فرهاد (مهندس برق الکترونیک)	شرکت تحقیقاتی تسهیل گستران
یوسفی اصل ، صمد (لیسانس فیزیک)	سازمان صنایع و معادن زنجان

دبیر	
اشرفی ، محمد رضا (فوق لیسانس فیزیک الکترونیک)	استاندارد زنجان

پیشگفتار

استاندارد قطعات فتوولتائیک – قسمت ۲ : الزامات برای سلولهای خورشیدی مرجع که توسط کمسیون 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 وهماهنگی 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 استانداردملی 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 ، نشانه‌گذاری ، 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 می‌شود .و بر دو نوع می باشند :

- **اولیه** : یک سلول مرجع که بر پایه آن رادیومتر کالیبره شده یا آشکار ساز استاندارد با مرجع رادیومتریک جهانی (W.R.R)[1] 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 ۱± 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 باشندکه : مشخصات فتوولتائیک آنها بیشتر از ۵ درصد مقدار حساب شده اولیه (بند ۱۰را ببینید) تغییر نکند.

---

[1] - World Radiometric Reference

۴ اندازه گیری دما

برای اندازه گیری دمای پیوند سلول خورشیدی مرجع باید روشی با دقت ۱ ± درصد درجه سلسیوس مهیا شود .

۵ اتصالات الکتریکی

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

۶ کالیبراسیون

هرسلول 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 جائیکه کاربرد دارد)
- مشخصه سلول مرجع اولیه (در جائیکه کاربرد دارد)
- مشخصات شبیه ساز (در جائیکه کاربرد دارد)
- نوع حسگر دمائی (در جائیکه کاربرد دارد)
- پاسخ طیفی مربوطه
- ضریب دمائی جریان اتصال کوتاه
- مقادیر کالیبراسیون بر حسب $[AW\text{-}1.m^2]$ در شرایط آزمون استاندارد S.T.C[1]
- 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 نورخورشید , یا نزدیک به آن انجام می گیرد , مجموعه سلولها باید به صورت یکپارچه بسته بندی شوند. (شکل ۱ را ببینید).

[1] - 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.

۹-۲ اندازه گیری تحت شبیه سازها

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

۹-۲-۲ 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 درجرارت نمونه باید کنترل شود.

به هر حال ، مقررات برای سلولهای مرجع برای استفاده در نور طبیعی خورشید به صورت زیر است.

۹-۳ بسته تک سلول

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

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

۹-۳-۲ 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.

۹-۳-۳ 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 .

۹-۳-٤استفاده از یک پنجره محافظ توصیه می شود . اگر سلول برای کالیبراسیون یا استفاده در نور خورشید است ، فضای پنجره و سلول باید کاملا با یک ماده پایدار و شفاف پوشیده شده

باشد . ضریب انعکاس پوشش باید مشابه (حدود ۱۰ درصد) بـرای کمـترین خطـای پنجـره در انعکاس داخلی نور در بیشترین زاویـــه مـورب باشـد . همچنیـن توصیـه مـی شـود , شـفافیت , 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.
درمواردی که از سلولهای مرجع زیاد استفاده می شود , کالیبراسیون آنها باید در بـازه ای از زمـان کـه بیشتر از یک ماه نباشد با مقایسه جریانهای اتصال کوتاه تحت تـابش یکسـان بررسـی شـود . اگـر در ضرایب جریان بیش از ۱± 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 ±n درصـد (کـه ±n درصد باید تعیین شود) انجام گیرد .

یادآوری – کلمه "**درستی**[1]" (در مطابقت با استاندار ISO استفاده شده اسـت) وابسـته بـه روش انتخاب شده برای کالیبراسیون است . به هر حال تکرار پذیری در محدوده ۱± درصـد قابل دست یابی باشد.

۱۲ کالیبراسیون سلولهای مرجع ثانویه

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

[1] -Accuracy

تحت تابش استفاده شده برای کالیبراسیون کمتر از ۱ ± در صد تعیین شده با روشهای بیان شده در قسمتهای بعدی این استاندارد (تحت بررسی) مطابقت داشته باشد .

۱-۱۲ تابش طبیعی

کالیبراسیون درتابش طبیعی باید تحت شرایط زیر انجام شود :

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

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

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

۱۲-۱-٤ توده هوا[1] بین AM1 و AM2 باشد.

۱۲-۱-۵ 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

۱۲-۳-۱ 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 .

۱۲-۳-۲ سلولهای مرجع اولیه و ثانویه را هم‌صفحه 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 (۲± ۲۵) 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)

۱۲-۳-۳ بعد از نصب، باریکه نورخورشید یا مرکز خط باریکه شبیه ساز را عمود بر سطح سلول در محدوده ۵ ± درجه تنظیم کنید .

---

[1] - Air Mass

۱۲-۳-٤ همزمان جریان اتصال کوتاه و دمای سلول مرجع خوانده و ثبت گردد.

۱۲-۳-٥ مرحله ۱۲-۳-٤ را برای برای پنج بار متوالی انجام دهید , اعداد بدست آمده و نسبت آنها به حالت اتصال کوتاه جریان نباید در دمای۲۵ درجه سلسیوس بیش از ۱ ± درصدتغییرات داشته باشد .

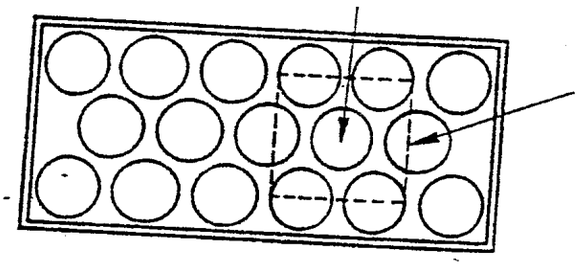
۱۲-۳-٦ وقتی که کالیبراسیون در تابش طبیعی انجام می گیرد مراحل۱۲-۳-۲ تا ۱۲-۳-٥ را تکرار کرده و با محاسبه کمینه از پنج بار که در سه روز مجزا اندازه‌گیری شده است ، جریان اتصال کوتاه و دما را بدست آورید .

۱۲-۳-۷ از داده های قابل قبول ، نسبت میانگین را حساب کنید :

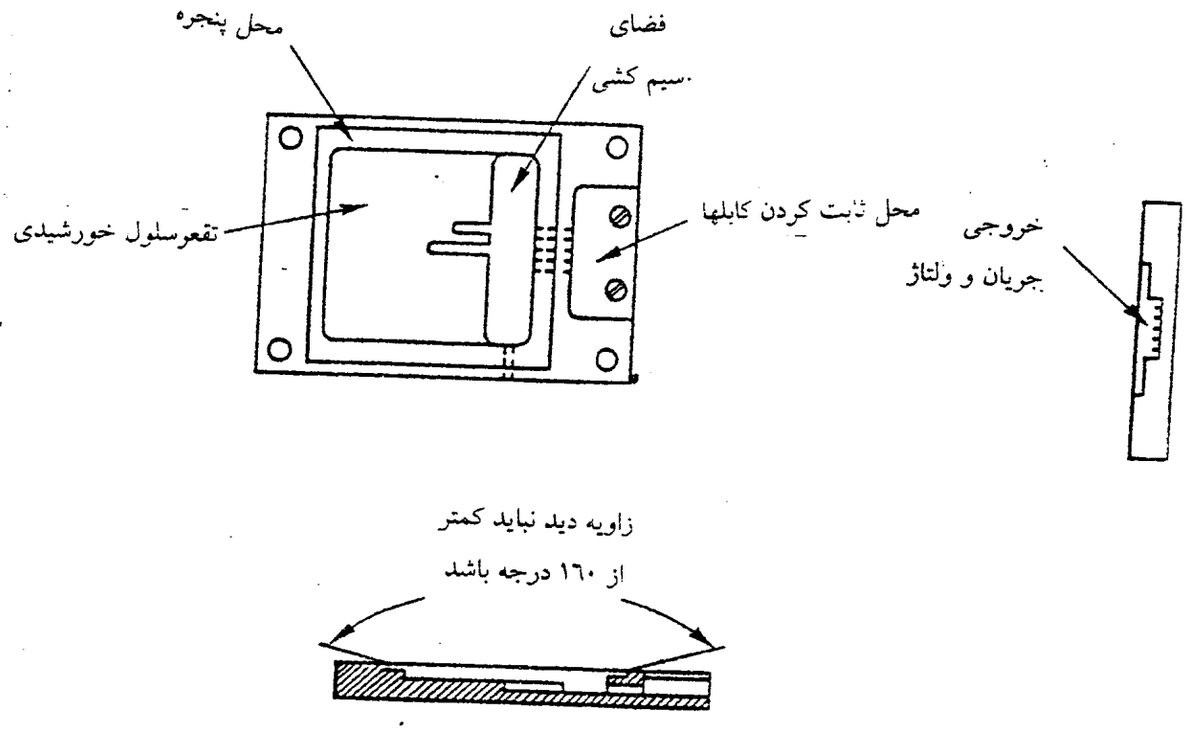
(جریان اتصال کوتاه سلول مرجع اولیه در ۲۵ درجه سلسیوس)/(جریان اتصال کوتاه سلول مرجع ثانویه در ۲۵ درجه سلسیوس)

۱۲-۳-۸ 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



شکل –۱ :بسته چند سلولی برای سلول مرجع



شکل ۲– بسته تک سلولی