ISIRI
11882
1st. edition

جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran
مؤسسه استاندارد وتحقیقات صنعتی ایران
Institute of Standards and Industrial Research of Iran

استاندارد ملی ایران
۱۱۸۸۲
چاپ اول

سامانه های مستقل فتوولتائیک- تصدیق طراحی

Photovoltaic (PV) stand-alone systems – Design verification

ICS:27.160

به‌نام خدا

آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک مادهٔ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ 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 حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود وکوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانهٔ صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود .پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادها در کمیتهٔ ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب به عنوان استاندارد ملی(رسمی) ایران چاپ و منتشر می شود.

پیش نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان های علاقه مند و ذیصلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می کنند درکمیتهٔ ملی طرح و بررسی و درصورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می شود .بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می شود که بر اساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شمارهٔ ۵ تدوین و در کمیتهٔ ملی استاندارد مربوط که مؤسسه استاندارد تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)[1] کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)[2] و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)[3] است و به عنوان تنها رابط[4] کمیسیون کدکس غذایی (CAC)[5] در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره‌گیری می‌شود.

مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران می تواند با رعایت موازین پیش بینی شده در قانون، برای 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 استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشو ر و / یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری نماید. مؤسسه می تواند به منظور حفظ بازارهای بین المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده کنندگان از خدمات سا زمانها و مؤسسات فعال در زمینهٔ مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدورگواهی سیستم های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش ، مؤسسهٔ استاندارد این گونه سازمان ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامهٔ تأیید صلاحیت به آن ها اعطا و بر عملکرد آنها نظارت می کند .ترویج دستگاه بین المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این مؤسسه است.

---

* موسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

1- International organization for Standardization
2 - International Electro technical Commission
3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrology Legal)
4 - Contact point
5 - Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
" سامانه های مستقل فتوولتائیک- تصدیق طراحی "

رئیس:	**سمت و/ یا نمایندگی**
فرهنگی، شاهرخ (دکترای مهندسی برق)	عضو هیأت علمی دانشگاه تهران
دبیر:	
خدائی فرد، شراره (فوق لیسانس فیزیک)	اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان زنجان
اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)	
اسدی، ابراهیم (فوق لیسانس مهندسی برق)	شرکت مهندسین مشاور توسعه صنعت برق
ذبیحی، عطیه (فوق لیسانس فیزیک)	شرکت فیبر نوری و برق خورشیدی
شاهنواز، محمدرضا (فوق لیسانس مهندسی شیمی)	سازمان انرژهای نو ایران (سانا)
عبدالهی، ربابه (لیسانس مهندسی برق)	سازمان انرژهای نو ایران (سانا)
کیانی، سیدرضا (لیسانس مهندسی برق)	شرکت مهندسین مشاور توسعه صنعت برق
منشی پور، سمیرا (لیسانس مهندسی برق)	سازمان انرژی های نو ایران (سانا)
نظامی زاده، کاوه (دکترای برق- قدرت)	عضو هیات علمی دانشگاه زنجان

فهرست مندرجات

عنوان		صفحه
آشنایی با مؤسسهٔ استاندارد		ج
کمیسیون فنی تدوین استاندارد		د
پیش گفتار		ح
۱	هدف و دامنه کاربرد	۱
۲	مراجع الزامی	۱
۳	سرواژه ها	۲
۴	روش های آزمون	۳
۴-۱	روش ها	۳
۴-۲	نمونه برداری	۳
۵	نشانه گذاری	۳
۶	انجام آزمون	۴
۷	معیار قبولی	۵
۷-۱	جامعیت	۵
۷-۲	گواهی ها	۶
۷-۳	آزمون های عملکرد	۶
۷-۴	نقص دیداری عمده	۷
۷-۵	ویژگی های طرح	۷
۸	ویژگی های طرح	۷
۸-۱	جلوگیری از تخلیه باتری به داخل مدول(ها)	۷
۸-۲	پی و سازه نگهدارنده	۷
۸-۳	سیم کشی	۷
۸-۴	اتصالات	۸
۸-۵	فیوزها و قطع کننده های جریان	۸
۹	دفترچه راهنمای کاربر	۹
۱۰	دفترچه راهنمای تکنسین ها	۱۰
۱۱	نقص عمده	۱۰
۱۲	مشخصات بار	۱۱
۱۳	آزمون عملکرد	۱۱
۱۳-۱	دستگاه های اندازه گیری و تجهیزات	۱۱

۲-۱۳ مستندسازی آزمون ۱۱
۳-۱۳ نصب ۱۱
۱-۳-۱۳ کلیات ۱۱
۲-۳-۱۳ پیش آماده سازی سامانه ۱۲
۳-۳-۱۳ تصدیق کارکرد بار ۱۲
۴-۳-۱۳ یادداشت های نصب ۱۲
۵-۳-۱۳ نصب سامانه جمع آوری داده ۱۳
۶-۳-۱۳ عکس های سامانه ۱۳
۴-۱۳ بازرسی دیداری ۱۳
۵-۱۳ توالی آزمون ۱۴
۶-۱۳ نمودار خصوصیات سامانه ۱۵
۱۴ آزمون فضای باز ۱۵
۱-۱۴ شرایط آزمون، فضای باز ۱۵
۲-۱۴ آزمون ظرفیت اولیه، فضای بسته ۱۶
۳-۱۴ چرخه شارژ باتری، فضای باز ۱۶
۴-۱۴ آزمون کارکرد سامانه، فضای باز ۱۶
۵-۱۴ ظرفیت ثانویه، فضای باز ۱۷
۶-۱۴ آزمون بازیابی، فضای باز ۱۷
۷-۱۴ آزمون ظرفیت نهایی، فضای باز ۱۷
۸-۱۴ عملکرد در ولتاژ بیشینه ۱۸
۹-۱۴ بازرسی دیداری ۱۸
۱۰-۱۴ رخدادهای غیر عادی ۱۸
۱۵ آزمون فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۱۸
۱-۱۵ شرایط آزمون، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۱۸
۲-۱۵ آزمون ظرفیت اولیه، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۱۸
۳-۱۵ چرخه شارژ باتری، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۱۹
۴-۱۵ آزمون عملیاتی سامانه، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۱۹
۵-۱۵ آزمون ظرفیت ثانویه باضافه آزمون خودگردانی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۲۲
۶-۱۵ آزمون بازیابی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۲۲
۷-۱۵ آزمون ظرفیت نهایی، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی ۲۲
۸-۱۵ کار کردن در ولتاژ بیشینه ۲۳
۹-۱۵ بازرسی دیداری ۲۳
۱۰-۱۵ اتفاقات غیر عادی ۲۳

۱۶ آزمون فضای بسته با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۳
۱۶-۱ شرایط آزمون، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۳
۱۶-۲ آزمون ظرفیت اولیه، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۳
۱۶-۳ چرخه شارژ باتری، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۳
۱۶-۴ آزمون عملیاتی سامانه، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۳
۱۶-۵ آزمون ظرفیت ثانویه، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۳
۱۶-۶ آزمون بازیابی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۴
۱۶-۷ آزمون ظرفیت نهایی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک ۲۴
۱۶-۸ کارکرد در ولتاژ بیشینه ۲۴
۱۶-۹ بازرسی دیداری ۲۴
۱۶-۱۰ اتفاقات غیرعادی ۲۴
۱۷ تعیین نقطه تعادل سامانه ۲۴
۱۸ اصلاحات ۲۵
۱۹ گزارش ۲۵
پیوست الف (الزامی) طبقه بندی تابش و سامانه ها ۲۶
پیوست ب (الزامی) دستگاه های اندازه گیری و تجهیزات برای آزمون سامانه ۲۷
پیوست پ (الزامی) تعیین خروجی مدول برای آزمون فضای بسته با استفاده از یک شبیه ساز مدول PV ۲۹
کتابنامه ۳۶

پیش گفتار

استاندارد " سامانه های مستقل فتوولتائیک- تصدیق طراحی" که پیش نویس آن درکمیسیون های مربوط توسط سازمان انرژی های نو ایران (سانا) تهیه و تدوین شده و در چهارصد و هفتاد و هفتمین اجلاس کمیتهٔ ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۸۸/۵/۲۶ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک مادهٔ ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسهٔ استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ ، به عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

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

منبع و ماخذی که برای تهیهٔ این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است:

IEC 62124: 2004, Photovoltaic (PV) stand-alone systems – Design verification

سامانه های مستقل فتوولتائیک (PV)- تایید طراحی

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، تصدیق طراحی سامانه و عملکرد سامانه های فتوولتائیک مستقل است. با وجود اینکه اجزای جداگانه ممکن است استانداردهای محیطی و ایمنی را احراز کرده باشند، برای اطمینان از اینکه اجزای سامانه مونتاژ شده، همانطوریکه توسط سازنده سامانه مشخص شده است بطور صحیح با همدیگر کار می کنند نیاز به تصدیق مجدد دارد. آزمون عملکرد شامل بررسی نحوه کارکرد، خودگردانی[1] و توانایی بازیابی پس از مدت زمان وضعیت شارژ پایین باتری است و از این رو اطمینان منطقی می دهد که سامانه، خرابی نابهنگام نخواهد داشت.

ویژگی ها، روش های آزمون و روش های اجرایی این استاندارد برای سامانه های فتوولتائیک مستقل کاربرد دارد. این استاندارد برای سامانه هایی که شامل یک یا چند مدول فتوولتائیک، سازه نگهدارنده، باتری(های) انبارش، کنترل کننده شارژ و بارهای DC نوعی مانند لامپ ها، رادیو، تلویزیون و یخچال، کاربرد دارد. بارهای AC با مبدل های اختصاصی بعنوان بارهای DC در نظر گرفته می شوند. بار تعیین شده توسط سازنده بعنوان بخش مکمل سامانه فتوولتائیک در تصدیق طراحی در نظر گرفته می شود.

کانون توجه روش های آزمون و روش های اجرایی در این استاندارد به ارزیابی عملکرد سامانه ها محدود می شود. پایش زیر سامانه ها و اجزای جداگانه تنها برای ارزیابی عملکرد کل سامانه مجاز است.

نتایج این آزمون دقیقاً برای اجزایی که آزمون می شوند کاربرد دارد. هر گونه تغییرات در اجزا یا ویژگی های اجزا نیاز به تصدیق طراحی دارد.

یادآوری- بار از این قاعده مستثنی است. چنانچه توان اسمی بار و مشخصه های آن تغییر نمی کند، به شرطی که بارهای جدید همواره آزمون نوعی شده باشند (بشرط اینکه آزمون نوعی در دسترس باشد) و بسامد عملیاتی کنترل کننده های الکترونیکی بارها (اگر وجود داشته باشد) در بار جدید و باری که آزمون شده و جایگزین شده است بیش از ۵۰ درصد تغییر نکند، آزمون دوباره لازم نیست. از اینرو جایگزینی بار اهمی خالص با لامپ هایی که از بالاست های الکترونیکی بسامد بالا استفاده می کنند نیاز به آزمون دارد اما تغییر از محصول روشنایی الکترونیکی به محصول دیگر نیاز به آزمون ندارد.

این استاندارد برای آزمون های فضای باز در شرایط عمومی و فضای بسته تحت شرایط شبیه سازی شده معتبر است. این شرایط آزمون، نماینده اکثریت مناطق اقلیمی است که این سامانه ها برای آن طراحی می شوند.

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 ملی ایران محسوب می شود.

---

[1] - Autonomy

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای 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 اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

۲-۱ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۴۶۱: سال ۱۳۸۱، قطعات فتوولتائیک- قسمت اول: اندازه گیری مشخصه های جریان- ولتاژ قطعات فتوولتائیک

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۲-۶۴۶۱: سال ۱۳۸۱، قطعات فتوولتائیک- قسمت دوم: الزامات برای سلولهای خورشیدی مرجع

۲-۳ استاندارد ملی ایران شماره ۵-۶۴۶۱: سال ۱۳۸۱، قطعات فتوولتائیک- قسمت پنجم: تعیین دمای معادل سلول (ECT) قطعات فتوولتائیک به روش ولتاژ مدار باز

2-4 IEC 60364-7-712, Electrical installations of buildings- Part 7-712: Requirements for special installations or locations- Solar photovoltaic (PV) power systems

2-5 IEC 61215, Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules- Design qualification and type approval

2-6 IEC 61646, Thin-film silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules- Design qualification and type approval

2-7 IEC 61730-1, Photovoltaic (PV) module safety qualification- Part 1: Requirements for construction

2-8 IEC 61730-2, Photovoltaic (PV) module safety qualification- Part 2: Requirements for testing

2-9 IEC 62093, Balance-of-system components for photovoltaic systems- Design qualification

۳ سرواژه ها

جریان متناوب	(Alternating Current) AC
سامانه جمع آوری داده	(Data Acquisition System) DAS
جریان مستقیم	(Direct Current) DC
زمان کار روزانه (ی بار)	(Daily Run Time(of the load)) DRT
تمام صفحه	(Full Screen) FS
قطع اتصال در ولتاژ بالا(کنترل کننده شارژ)	(High Voltage Disconnect HVD (of the charge controller))
قطع اتصال در ولتاژ پایین(در کنترل کننده شارژ)	(Low Voltage Disconnect LVD (of the charge controller))
دمای نامی سلول در دست بهره برداری	(Nominal Operating Cell Temperature) NOCT
فتوولتائیک (ها)	(Photovoltaic(s)) PV
شرایط آزمون استاندارد	(Standard Testing Conditions) STC
ظرفیت باتری قابل استفاده	(Usable Battery Capacity) UBC
بازرسی دیداری	(Visual Inspection) VI

۴ روش های آزمون

۴-۱ روش ها

روش های اجرایی آزمون عملکرد به سه آزمون مختلف تقسیم بندی می شوند: آزمون عملیاتی، آزمون خودگردانی و آزمون بازیابی. آزمون های فضای باز و فضای بسته امکان پذیر می باشند.

توصیه می شود که آزمون فضای باز فقط در صورتیکه شرایط آزمون فضای باز محل آزمون شبیه به شرایط فضای باز شبیه سازی شده در این استاندارد باشد، انجام گیرد. چنانچه شرایط فضای باز محل آزمون بسیار متفاوت باشد، آزمون فضای بسته توصیه می شود.

آزمون های این استاندارد در شرایطی از تابش و دما انجام می شود که بخش بزرگی از جهان را که این سامانه ها در آن نصب می شوند پوشش می دهد. با این حال چنانچه این شرایط بطور قابل توجهی متفاوت از شرایط آزمون این استاندارد باشد این آزمون ها می توانند با شرایط اقلیمی خاص انطباق پیدا کنند.

۴-۲ نمونه برداری

دو سامانه کامل (باضافه اقلام یدکی که توسط تامین کننده مشخص شده است) برای آزمون تصدیق باید بصورت تصادفی از بهر[1] یا بهرهای محصول برداشته شود. این سامانه ها باید از مواد و اجزای مشخص و مطابق با نقشه ها و دستورات مربوط ساخته شده باشند و تحت بازرسی معمول سازنده، کنترل کیفیت و روش های اجرایی قابل قبول ساخت سازنده قرار گرفته باشند. سامانه ها باید از نظر هر جزئیاتی کامل بوده و با دستورالعمل های جابجایی، نصب و اتصال از جمله دستورالعمل های ایمنی، همراه باشند.

همچنین ضروری است که باتری های موجود در سامانه های مورد آزمون که بخشی از تصدیق طراحی هستند، همانند باتری هایی باشند که بعداً در میدان عرضه خواهند شد.

نسخه ای از گواهی آزمون مربوط به مدول های فتوولتائیک، کنترل کننده های شارژ، باتری ها و لامپ ها باید ضمیمه باشد.

هنگامی که سامانه های مورد آزمون، نمونه های آزمایشی از طراحی جدید باشند و نه از تولید، این موضوع باید در گزارش آزمون درج شود (به بند ۱۹ مراجعه کنید).

۵ نشانه گذاری

سازنده باید تجهیزات، واحدهای فرعی[2] و بخش های قابل اتصال[3] سامانه را با نشانه گذاری واضح و پاک نشدنی زیر عرضه کند:

- نام، علامت تجاری[4] یا نماد سازنده/ تامین کننده؛
- نوع یا شماره مدل؛
- ولتاژ منبع، نوع ولتاژ و بسامد؛

---

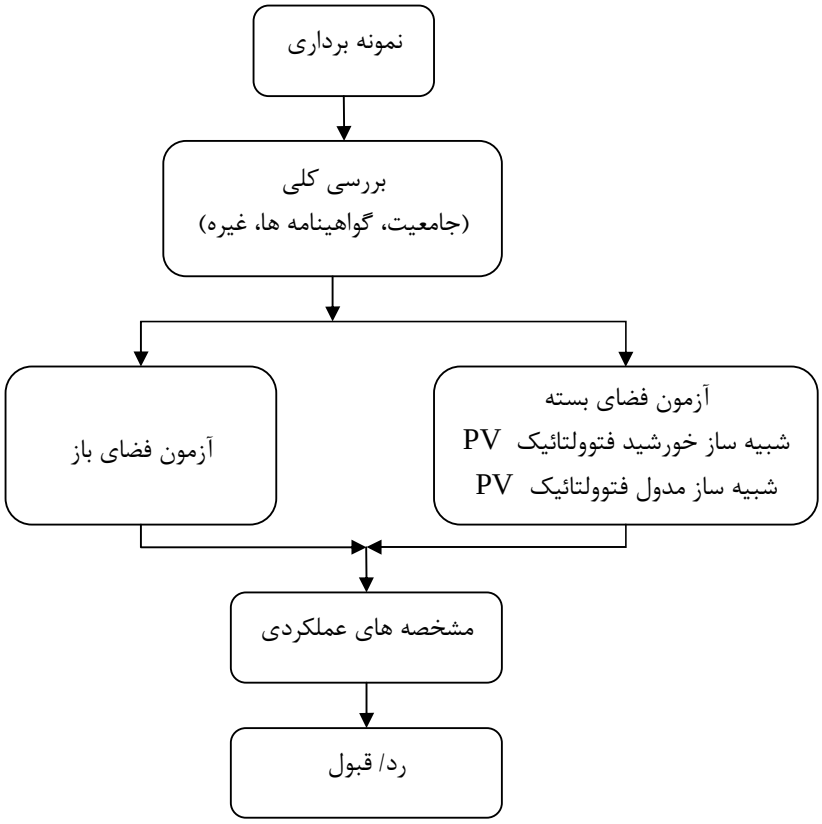
[1]- Batch
[2] - Sub-units
[3] - Plug-in
[4] - Monogram

- شماره سریال یا دسته؛
- پلاریته ترمینال ها یا خروجی ها؛
- نقاط اتصال برای رساناهای ورودی؛
- هشدار احتیاطی در خصوص الزامات خاص انبارش یا جابجایی.

تاریخ و محل ساخت باید بر روی اجزا نشان گذاری شود یا توسط شماره سریال قابل ردیابی باشد.
همه اجزا باید با مستندات مربوطه در خصوص درجه بندی، گواهینامه ها و مشخصات آنها به زبان کاربر و/یا تکنسین عرضه شود. استفاده از تصویر به جای کتابچه نوشتاری راهنمای کاربر، مجاز است.
برچسب گذاری بر روی تجهیزات باید مطابق با اصول ارگونومیکی کالا باشد بطوریکه هشدار، اخطارها، کنترل ها، نشانه ها، امکانات آزمون، فیوزها و غیره بطور نمایان جای داده شده و بطور منطقی گروه بندی شود تا شناسایی صحیح و واضح را تسهیل کند.

۶ انجام آزمون

سامانه باید در معرض توالی آزمون به ترتیب مطرح شده در این استاندارد قرار گیرد.
برای انجام آزمون ها، آزمون کننده باید دقیقاً دستورالعمل های جابجایی، نصب و اتصال سازنده را مشاهده کند.
چنانچه یکی از دو سامانه نمونه گیری شده قبلی در هر آزمونی مردود شود سامانه دیگر که مطابق با الزامات بند ۴-۲ است باید از ابتدا در معرض همه مراحل آزمون مربوط قرار گیرد. اگر این سامانه هم مردود شود، طرح باید نامطابق با الزامات تصدیق در نظر گرفته شود.
شکل ۱، فرایند تصدیق را نمایش می دهد.



شکل ۱- نمودار گردشی نمایانگر فرآیند تصدیق

۷ معیار قبولی

طرح سامانه باید در آزمون تصدیق، قبول تلقی شود چنانچه نمونه آزمون با تمام معیارهای زیر مطابقت نماید:

۷-۱ جامعیت سامانه

سامانه باید کامل، یعنی شامل موارد زیر باشد

- تمام سخت افزارهای ضروری.
- ویژگی های سازنده در خصوص زمان کار روزانه (DRT)[1] تحت شرایط آزمون. پارامتر مهم طرح عبارت است از اندازه بار و تعداد ساعات روزانه (DRT) که سامانه می تواند تحت شرایط آزمون به بار سرویس دهد. برای کلاس تابش II به پیوست الف مراجعه کنید. زمان کار روزانه تحت شرایط آزمون باید توسط سازنده تعیین شود. علاوه بر آن سازنده باید رده بندی سامانه تحت شرایط آزمون را مشخص نماید (به پیوست الف مراجعه کنید).

[1] - Daily Run Time

- ویژگی های سازنده در خصوص بار طرح (Wh)، اندازه تابشی که می تواند این بار توسط سامانه تغذیه شود، خودگردانی و رده بندی تحت شرایط طراحی (به پیوست الف مراجعه کنید). این ویژگی ها آزمایشگاه آزمون را قادر می سازد تا محاسبات سازنده را تصدیق کند.
- ویژگی های سازنده در خصوص روزهای خودگردانی تحت شرایط آزمون.
- گواهی ها (به بند ۷-۲ مراجعه کنید).
- دفترچه راهنمای کاربر، شامل فهرستی از قسمت های یدکی و ابزار همانطوریکه در بند ۹ مشخص شده است.
- دفترچه راهنمای تکنسین، همانطوریکه در بند ۱۰ مشخص شده است باید برای نصب، بهره برداری و نگهداری تهیه شده باشد.

۷-۲ گواهی ها

مدول های فتوولتائیک، کنترل کننده های شارژ، باتری و بارهای مربوطه مانند روشنایی ها یا موارد دیگر که توسط سازنده مشخص شده است و در دستگاه است باید گواهی تایید نوع از سیستم کیفیت فتوولتائیک شناخته شده بین المللی را داشته باشد.

مدول های فتوولتائیک سیلیکون کریستالی باید مطابق با IEC 61215، IEC 61730-1 و IEC 61730-2 و مدول های فتوولتائیک فیلم نازک مطابق با IEC 61646، IEC 61730-1 و IEC 61739-2 احراز شرایط شده باشند.

سیستم تعادل (BOS)[1] اجزا باید مطابق با IEC 62093 احراز شرایط شده باشد.

۷-۳ آزمون های عملکردی

سامانه باید در آزمون های عملکردی مشخص شده در بند ۱۳ قبول شود.

معیار قبول/رد زیر اعمال می شود:

۱) بار باید در همه مراحل آزمون عمل کند مگر اینکه کنترل کننده شارژ، بار را به دلیل وضعیت پایین شارژ باتری قطع کرده باشد. (اگر LVD رخ دهد، این داده باید یادداشت شود)؛

۲) ظرفیت باتری در مدت زمان آزمون نباید بیش از ٪ ۱۰ کاهش یابد که به صورت $(UBC_0-UBC_2)/UBC_0<10\%$ بیان می شود (برای مفهوم UBC به شکل ۲ مراجعه کنید)؛

۳) بازیابی: "آزمون بازیابی" بهتر است روند رو به بالایی در ولتاژ سامانه ارائه دهد. در طول آزمون بازیابی، Ah خالص کل به باتری بهتر است بزرگتر یا مساوی ٪ ۵۰، UBC_1 باشد؛

۴) پس از آزمون ظرفیت UBC_1، بار باید پیش از چرخه "آزمون بازیابی" سوم یا در آن دوباره شروع به کار کند.

۵) نقطه تعادل سامانه (به نقشه توصیف سامانه مراجعه کنید) باید با کلاس تابش کمینه تعریف شده یا کمتر از آن، مطابقت داشته باشد.

[1]- Balance Of System

۶) روزهای اندازه گیری شده خودگردان باید مطابق با روزهای خودگردان کمینه تعریف شده توسط سازنده یا بیشتر از آن باشد.
۷) بار باید مطابق با ویژگی های سازنده در بیشینه ولتاژ باتری که در طول مدت زمان تابش بالا و در وضعیت بالای شارژ رخ می دهد، بدون خرابی کار کند؛
۸) در طول آزمون ها، هیچ نمونه ای نباید مدار باز یا اتصال کوتاه غیرعادی نشان دهد.

۷-۴ نقص عمده دیداری

- نباید هیچ نقص عمده ی دیداری که در بند ۱۱ تعریف شده است، پیش و پس از آزمون عملکرد مشخص شده در بند ۱۳ وجود داشته باشد.

۷-۵ ویژگی های طرح

ویژگی های طرح باید مطابق با آنچه در بند ۸ مشخص شده است، باشد.

۸ ویژگی های طرح

۸-۱ جلوگیری از تخلیه باتری به داخل مدول(ها)

تخلیه باتری به داخل مدول (ها) باید کمترین مقدار باشد. وسیله ای که توسط آن، این موضوع محقق می شود باید مستند شود. چنانچه دیودهای مسدود کننده استفاده می شود، ظرفیت جریان باید ٪ ۵۰ بیشتر از جریان اتصال کوتاه (در STC) باشد. اوج ولتاژ معکوس دیود باید حداقل دو برابر ولتاژ مدار باز باتری باشد.

در هر حال توصیه می شود تخلیه باتری از اتلاف انرژی مربوط به دیود مسدود کننده بیشتر نشود.

۸-۲ پی[1] و سازه نگهدارنده

سازنده باید محاسبات/شواهدی ارائه کند که نشان دهد سازه های نگهدارنده با مدول های فتوولتائیک نصب شده، قادر به ایستادگی در برابر سرعت باد طراحی می باشند.

هر سازه فضای باز، شامل سخت افزار برای تمام اتصالات خارجی، باید در برابر خوردگی مقاوم باشند. سازنده باید دلایل (محاسبات/ شواهد) از مناسب بودن مقاومت در برابر خوردگی ارائه نماید.

۸-۳ سیم کشی

طراحی اتصالات الکتریکی باید طوری باشد تا از نظر مکانیکی محکم باشد و شل شدگی توسط چرخه حرارتی حداقل شده و رفع تنش کافی را تامین نماید.

بین مدول های خورشیدی و کنترل کننده شارژ، باید فقط از کابل های مقاوم در برابر آب، از نظر مکانیکی محکم و مقاوم در برابر UV استفاده شود.

[1] - Foundation

میزان جریان بیشینه پیوسته رساناها (پس از نرخ گذاری مجدد آن برای دما یا شرایط نصب) در منبع فتوولتائیک و مدارهای خروجی باید حداقل ٪ ۱۲۵ جریان اتصال کوتاه (I_{SC}) باشد و نباید از جریان دستگاه محافظ اضافه جریان آن رساناها کمتر باشد.

- افت ولتاژ از مدول(ها) به باتری، بدون افت ولتاژ دیودها را محاسبه یا اندازه گیری کنید و آن را در گزارش آزمون فهرست کنید. عمدتاً این مقدار باید کمتر از ٪ ۵ ولتاژ اسمی سامانه در جریان بار کامل باشد.
- افت ولتاژ از باتری به بار را محاسبه یا اندازه گیری کنید و آن را در گزارش آزمون فهرست کنید. عمدتاً این مقدار باید کمتر از ٪ ۵ ولتاژ اسمی سامانه در جریان بار کامل باشد.

تمام سیم کشی ها باید با رنگ کدبندی شده و/یا برچسب گذاری شود.

۸-۴ اتصالات

پیوندها و اتصالات در سیم کشی مدول باید با استفاده از قطعات و ابزارهایی که توسط سازنده تایید شده است، برقرار شود و با استفاده از دستورالعمل های تهیه شده برای قطعه نصب شود. قطعات باید مناسب محیط بوده، حفاظت فیزیکی مناسبی برای آنها شامل رفع تنش سیم تمهید شود و پیوندها یا اتصالات رسانا باید حداقل همان خواص رسانایی و عایقی الکتریکی و مکانیکی سیم غیر پیوندی را داشته باشند.

تمام اتصالات باید قطبی باشد و قادر به ایستادگی در برابر ٪ ۱۵۶ جریان اتصال کوتاه در STC باشد.

ظرفیت حمل جریان اسمی پیوندها نباید کمتر از میزان جریان مدار باشد.

۸-۵ فیوزها و قطع کننده های جریان

باتری باید در برابر اتصال کوتاه توسط فیوز(ها)، تا حد امکان نزدیک به پایانه (های) باتری، حفاظت شود.

در جایی که فیوزهایی با ظرفیت های مختلف نصب می شوند فیوزها باید دارای کدگذاری رنگی واضح یا برچسب گذاری بوده یا در اندازه های فیزیکی مختلف باشند.

فیوزها باید:

- با اندازه رسانا و هر جزئی که مطابق تعریف سازنده توسط فیوز محافظت می شود، متناسب باشند.
- برای محیطی که قرار است مورد استفاده واقع شوند، مجاز باشند (بابت جلوگیری از خوردگی یا انفجار ناشی ازگازهای باتری اطمینان حاصل کنید).
- برای جریان، ولتاژ اسمی و استفاده (AC یا DC) نشانه گذاری شوند؛
- برای بهره برداری DC در کاربردهای DC، مجاز باشند؛
- دارای میزان ولتاژ مناسب برای مدارهایی که محافظت می شوند، باشند.

وسایل حفاظت کننده از اضافه جریان منبع فتوولتائیک و مدارهای خروجی، و حامل های جریان از مدول های فتوولتائیک باید برای ٪ ۱۵۶ مقدار I_{SC} (جریان اتصال کوتاه) مجاز بوده و ولتاژ مجازی برابر با ٪۱۲۵ مقدار V_{OC} (ولتاژ مدار باز) داشته باشند.

قطع کننده های مدار باید:

- در صورت استفاده در مدار DC، برای بهره برداری DC مجاز باشند.

- برای محیطی که قرار است مورد استفاده واقع شود، مجاز باشند (بابت جلوگیری از خوردگی یا انفجار ناشی ازگازهای باتری اطمینان حاصل کنید).
- برای جریان، ولتاژ اسمی و استفاده (AC یا DC) نشانه گذاری شوند.
- دارای ولتاژ مجازی بزرگتر از ولتاژ بیشینه مدار بوده و
- برای حفاظت مدار همانطور که در IEC 60364-7-712 مشخص شده است باید مناسب باشند.

در صورتی که جریان های سریع گذر عادی پیش بینی شده باشند، فیوزها یا قطع کننده های مدار باید دارای زمان تاخیر مناسبی پیش از عمل کردن باشند.

۹ دفترچه راهنمای کاربر

دفترچه راهنمای کاربر باید به زبان انگلیسی و زبان کاربر نوشته شود و باید شامل موارد زیر باشد:

- توصیه های ایمنی الکتریکی.
- الزامات ایمنی باتری.
- الزامات نگهداری باتری.
- الزامات تعویض باتری.
- دستورالعملی برای اینکه همواره به هنگام نصب مدارهای اضافی از تابلوهای توزیع استفاده شده و از اتصال مستقیم به باتری اجتناب شود.
- شرحی از تمام سخت افزارهایی که مورد استفاده کاربر قرار می گیرد.
- روش های اجرایی برای عملکرد مناسب سامانه شامل فهرستی از محدودیت های بار و بارهای مشکل زا. این روش های اجرایی باید شامل بهره برداری پیشنهادی از جمله صرفه جویی بار در دوره زمانی هوای نامساعد، و/یا رویداد قطع در ولتاژ پایین باشند. همچنین روش های اجرایی باید فهرست بررسی[1] شامل آنچه در حالت خرابی سامانه انجام می شود، در بر داشته باشد. روش های اجرایی باید توضیحاتی برای بررسی اینکه آرایه فتوولتائیک در سایه نباشد و نحوه جلوگیری از ایجاد سایه ارائه نماید.
- دستورالعمل های نگهداری.
- روش های اجرایی خاموش کردن اضطراری.
- دستورالعمل های نصب و بهره برداری کنترل کننده شارژ (شرایط محیطی، تنظیمات آستانه).
- نمودار بلوکی عملیاتی.

عملکرد سامانه باید در موارد زیر مشخص شود:

- مقدار متوسط اسمی منبع انرژی.
- خودگردانی.
- ساعات استفاده تجهیزات.
- شرایط آزمون.

[1] - Checklist

۱۰ دفترچه راهنمای تکنسین ها

دفترچه راهنمای تکنسین ها باید به زبان انگلیسی و زبان تکنسین نوشته شده و شامل موارد زیر باشد:

- نسخه ای از دفترچه راهنمای کاربر.
- فهرست کاملی از تمام اجزای سامانه و قطعات یدکی به همراه نوشته ها، مشخصات و ضمانت نامه های مربوط به سازنده.
- مجموعه کاملی از نمودارها و ترسیمات تشکیل دهنده طرح نهایی سامانه (طرح کلی الکتریکی، ترکیب و ترتیب مکانیکی و جانمایی و غیره).
- توصیفی از ابزار ضروری و تجهیزات لازم برای نصب.
- دستورالعمل های نصب.
- روش های انجام آزمون پذیرفته شده پس از نصب، شامل تمام نقاط تنظیم مناسب و روش های انجام آزمون که شامل موارد زیر خواهد بود:
  - روش های اجرایی برای تصدیق نقاط تنظیم ولتاژ کنترل کننده، اگر مربوط باشد.
  - روش های اجرایی برای اندازه گیری جریان از آرایه در شرایط شارژ شدن
  - روش های اجرایی آزمون عملکرد بار مناسب
  - روش های اجرایی برای چرخه گذاری باتری جهت بررسی ظرفیت
  - روش های اجرایی برای اندازه گیره های افت ولتاژ به جهت بررسی الزامات افت ولتاژ بیشینه.
- برنامه زمانبندی نگهداری توصیه شده بهمراه دستورالعمل های نگهداری
- راهنمای عیب یابی با ارجاع به اجزای سیستم. این راهنما باید شامل روش های اجرایی تعمیرات و تشخیص عیبی باشد که می تواند توسط تامین کننده انجام شود.
- نمودار بلوکی عملیاتی
- روش های اجرایی خاموش کردن اضطراری
- ممکن است شامل دستورالعمل های حفاظت زمین کردن و صاعقه باشد.

تمام اطلاعات مربوط به نصب، بهره برداری و نگهداری باید داخل دفترچه راهنمای تکنسین باشد و حتی اگر این اطلاعات در مشخصات محصول یا دستورالعمل های سازنده اجزای جداگانه در دسترس باشند نباید به آنها ارجاع داده شود.

۱۱ نقص های عمده

به منظور تصدیق طراحی، موارد زیر نقص های عمده در نظر گرفته می شوند.

- خرابی هر جزء سامانه، از جمله بار.
- شکستگی، ترک، خمیدگی، تراز نبودن یا پارگی سطح خارجی هر جزء (مدول فتوولتائیک، باتری، کنترل کننده شارژ، دیگر اجزای تعادل سیستم (BOS)).
- قهوه ای شدگی هر برد مدار چاپی.
- فقدان یکپارچگی مکانیکی تا حدی که نصب و/یا بهره برداری سامانه دچار اشکال شود.

- زوال عایق سیم کشی.
- نشت الکترولیت از باتری ها.
- نشانه های گرم شدن بیش از حد یا خوردگی.

۱۲ مشخصات بار

سازنده باید سامانه، به اضافه ی بارهای واقعی که سامانه برای آن طراحی شده است را ارائه کند. در حالت بارهای چندگانه، سازنده باید ترتیب کلیدزنی را، اگر مصداق داشته باشد، مشخص نماید. در چنین حالتی ترتیب کلیدزنی مورد نیاز نیز باید بر روی برچسب قابل دید در تابلوی کلید برق یا در هر مکان مناسبی که توسط کاربر نهایی به سادگی قابل دید باشد، نشان داده شود. همه بارها در تمام آزمون ها باید به طور همزمان مورد بهره برداری قرار گیرند.

سازنده باید تعداد ساعات در شبانه روز را که سامانه می تواند در شرایط آزمون شرح داده شده در این استاندارد باردهی کند، مشخص نماید. این تعداد ساعت باید با استفاده از کلاس تابش II تعریف شده در پیوست الف، بدست آید.

به منظور آزمون و در حالی که مدول های فتوولتائیک متصل هستند، هیچگاه در طول روشنی روز یا در ساعاتی که تابش خورشید بالای ۵۰ W/m^2 می باشد بار مورد بهره برداری قرار نمی گیرد.

۱۳ آزمون عملکرد

۱۳-۱ دستگاه های اندازه گیری و تجهیزات

پیوست ب شامل شرحی از دستگاه های اندازه گیری و تجهیزات برای آزمون های سامانه است.

۱۳-۲مستندسازی آزمون

علاوه بر ثبت تمام داده های سامانه ی مربوطه، آزمون کننده باید داده های آزمون مربوطه، محاسبات و توضیحات مناسب را نگهداری کند. یک نسخه الکترونیکی از داده های سامانه باید برای ارجاعات آینده نگهداری شود.

۱۳-۳ نصب

۱۳-۳-۱ کلیات

سامانه را مطابق با دستورالعمل سازنده نصب کنید.

برای آزمون فضای باز، از مسدود نشدن تابش خورشیدی اطمینان حاصل کنید. مثلاً در طول دوره آزمون، آرایه فتوولتائیک نباید توسط اشیا، ساختمان ها یا پوشش گیاهی در سایه قرار گیرد.

برای آزمون فضای بسته، شبیه ساز خورشیدی کلاس C یا منبع توان الکترونیکی شبیه سازی کننده مدول می تواند استفاده شود.

بسته به پیکربندی سامانه، ممکن است نصب سامانه جمع آوری داده در طول مونتاژ سامانه ساده تر باشد.

آزمون کننده نباید سامانه را تغییر دهد یا چیزی به آن اضافه کند: سامانه باید همانطوریکه دریافت شده و در مستندات مشخص شده است فقط نصب شده و آزمون شود.
چنانچه کابل برای نصب سامانه قبلاً بریده شده است، آزمون کننده باید طول کامل کابل دریافت شده همراه سامانه را مورد استفاده قرار دهد.

یادآوری- بهنگام نصب کنترل کننده شارژ دقت کنید چون برخی از آنها نیاز به اتصال با ترتیب مشخص برای جلوگیری از آسیب دیدگی دارند. برای آگاهی به دستورالعمل سازنده مراجعه کنید.

۱۳-۳-۲ پیش آماده سازی سامانه

دستورالعمل های سازنده را برای اضافه کردن الکترولیت و پیش آماده سازی باتری برای بهره برداری سامانه دنبال کنید.
چنانچه پیش آماده سازی باتری برای مستندسازی سامانه ارائه نشده باشد سامانه باید در معرض موارد زیر قرار گیرد:

- حداقل پنج چرخه از HVD تا LVD در آزمون فضای باز یا
- حداقل پنج چرخه در C_{10} برای آزمون فضای بسته

کنترل کننده های شارژ پیشرفته خاص، نیاز به چند روز/چرخه برای یافتن تنظیمات بهینه منطبق با طراحی سامانه دارند. سازنده باید این موضوع را بیان کند و آزمون عملکرد باید با تعداد چرخه های تعیین شده انجام شود.
مدول های فتوولتائیک با تنزل رتبه در اثر تابش نور (برای مثال سیلیکون آمورف) باید در معرض تابش متعادل نور اولیه مطابق با IEC 61646 قرار گیرند.

۱۳-۳-۳ تصدیق کارکرد بار

بار بخش مجتمعی از سامانه است و اندازه ی بار پارامتر مهم طراحی است. به منظور انجام این آزمون، تمام بارها باید نصب شده و همزمان کار کنند.
تصدیق کنید که بار شروع به کار کرده و به درستی کار می کند.
در سامانه های با بار چندگانه تصدیق کنید که هر بار منفرد می تواند شروع به کار کرده و در حالیکه تمام بارهای دیگر کار می کنند، کار کند.
برای این آزمون ضروری است که بارها به قدر کافی طولانی کار کنند تا تعیین شود که آنها به طور صحیح عمل می کنند. برای مثال لامپ سدیم کم فشار تا زمانی که به درخشندگی کامل برسد، حدود ۱۵ دقیقه، طول می کشد.
بعد از تصدیق اینکه بارها به درستی عمل می کنند تمام آنها را خاموش کنید.

۱۳-۳-۴ یادداشت های نصب

هر مرحله جا افتاده یا مشکلات دنبال کردن روش های اجرایی نصب ارائه شده توسط سازنده را یادداشت کنید.

۱۳-۳-۵ نصب سامانه جمع آوری داده

حسگر تابش صفحه آرایه (وسیله مرجع) را نصب کنید. حسگر تابش باید تا حد ممکن نزدیک به آرایه بدون سایه کردن آرایه و در همان صفحه و درحدود ۵ ± درجه زاویه انحراف از آرایه سوار شود.

سامانه جمع آوری داده را به منظور پایش پارامترهای اندازه گیری برنامه ریزی کنید و میانگین های ۵ min ذخیره کنید.

حسگرهای دما را نصب کنید:

- حسگر دمای محیط را باید در یک غلاف سایه بان با قابلیت عبور هوا[1] یا دوجداره نصب کنید.
- حسگر دمایی پشت مدول باید در وسط سلول خورشیدی حدوداً مرکز مدول با استفاده از خمیر حرارتی و پوشاندن حسگر با مواد عایق و ورقه نازک فلزی نصب کنید.

حسگر دمای باتری باید تا حد امکان نزدیک به حسگر جبران سازی دمای باتری سوار شود. اگر جبران سازی دما برای کنترل کننده شارژ داخلی باشد یک حسگر دمایی علاوه بر حسگر دمای باتری به منظور حس کردن دمای کنترل کننده شارژ باید نصب شود.

حسگرهای ولتاژ را برای آرایه فتوولتائیک و بارها نصب کنید.

حسگرهای ولتاژ را برای باتری در ترمینال های باتری نصب کنید.

بیشترین و کمترین مقدار سیگنال های مشخص شده در جدول ب-۱ نیز باید جمع آوری و ذخیره شوند.

حسگرهای جریان را برای آرایه فتوولتائیک، باتری و بارها نصب کنید.

توان DC آرایه و بار را محاسبه کنید. توان DC را می توان با ضرب کردن ولتاژDC متوسط و جریان DC متوسط محاسبه کرد.

یک حسگر به منظور تشخیص درستی عمل بار، برای مثال یک حسگر نوری در مقابل لامپ، نصب کنید.

یادآوری- در صورت استفاده از لامپ فلوروسنت، کافی نیست فقط به جریان بار به عنوان نشانگر بهره برداری از بار نگاه کنید چون نقص فنی حباب لامپ می تواند موجب ادامه جریان کشیدن بالاست شود.

روش بهره برداری بار را یادداشت کنید.

نسخه ای از طرح کلی را برای نشان دادن محل های حسگر سامانه جمع آوری داده، تهیه کنید.

این طرح کلی اصلاح شده باید در گزارش بند ۱۹ گنجانیده شود.

۱۳-۳-۶ عکس های سامانه

پس از اینکه سامانه نصب و وسایل اندازه گیری به آن نصب شد از سامانه فتوولتائیک و بار عکس برداری کنید. عکس ها را همراه مستندات قرار دهید.

۱۳-۴بازرسی دیداری

سامانه و اجزای آن باید جهت آسیب دیدگی و طرز ساخت (برای مثال مناسب بودن عناصر ساختاری) بررسی شوند.

[1] - Aspirated

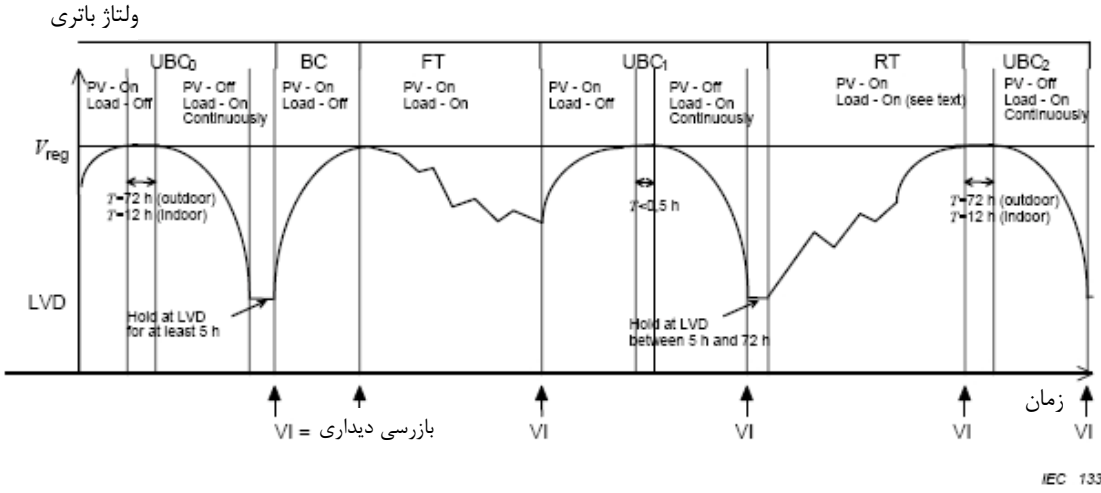
پس از هر آزمون، تمام رساناها را در امتداد سرتاسر طول آنها خم کنید و هر گونه رنگ رفتگی یا شکنندگی عایق را یادداشت کنید. رساناهای کوچکتر از اندازه معمول و اتصالات ضعیف تمایل به افـزایش بـیش از حـد دما، شکنندگی و رنگ رفتگی عایق دارند.

هر خصوصیت ویژه مشاهده شده باید با دقت در گزارش و در صورت لزوم بوسیله عکس برداری، مستند شود (بند ۱۹).

تصدیق کنید که همه بخش های فهرست شده در فهرست بخش ها موجود هستند. فقدان هر بخش سـامانه را که بهتر است وجود داشته باشد یادداشت کنید. سامانه ای که بخش بسیار ضروری در آن وجود ندارد مثلاً بخش هایی که بدون آن سامانه نمی تواند روش انجام آزمون را سپری کند، در آزمون مردود شده و باید بـه سازنده عودت گردد.

۱۳-۵ توالی آزمون

شکل ۲ مراحل مختلف آزمون عملکرد سامانه را نشان می دهد :



IEC 1334/04

راهنما:

UBC_0 ظرفیت اولیه قابل استفاده باتری: آزمون ظرفیت اولیه- پس از نصب سامانه، باتری را شارژ و تخلیه کنیـد و ظرفیـت قابل استفاده باتری (UBC) را اندازه گیری کنید.

V_{reg} سطح ولتاژی که کنترل کننده، سطح باتری را پر تشخیص می دهد.

BC شارژ شدن باتری: پیش از انجام دادن آزمون کارکرد، باتری را مجدداً شارژ کنید.

FT آزمون کارکرد: انجام آزمون کارکرد به جهت تصدیق اینکه سامانه و بار به درستی کار می کنند.

UBC_1 ظرفیت اولیه قابل استفاده باتری: آزمون ظرفیت ثانویه و آزمون خودگردان- باتری را شـارژ و تخلیـه کنیـد. ظرفیـت قابل استفاده باتری را اندازه گیری کنید. خودگردانی سامانه را تعیین کنید.

RT آزمون بازیابی: توانایی سامانه فتوولتائیک به شارژ مجدد باتری تخلیه شده را تعیین کنید.

UBC_2 ظرفیت ثانویه قابل استفاده باتری: آزمون ظرفیت نهایی- باتری را شارژ و تخلیه کنید. ظرفیت قابل استفاده بـاتری را اندازه گیری کنید.

شکل ۲- پروفیل آزمون نمونه برای آزمون عملکرد سامانه فتوولتائیک مستقل

توالی آزمون مختلف در طول آزمون برای تصدیق عملکرد در شارژ پایین، بازیابی باتری، بهره برداری عملیاتی و توانایی رسیدن به HVD در شرایط عادی بهره برداری حتی پس از تخلیه کامل،آب و هوای آفتابی پیش بینی شده، اعمال می شود.

آزمون عملکرد سامانه می تواند در فضای بسته یا باز انجام شود.

۱۳-۶ نمودار خصوصیات سامانه

مقادیر بدست آمده در آزمون ها را رسم کنید و نمودار خصوصیات سامانه را همانطوریکه در بند ۱۷ شرح داده شده است ترسیم کنید.

نقطه تعادل سامانه را تعیین کنید.

۱۴ آزمون فضای باز

۱۴-۱ شرایط آزمون، فضای باز

باتری ها و کنترل کننده شارژ باید در دمای $۳۰°C \pm ۳°C$ نگه داشته شود.

در طول آزمون، دمای مدول باید پایش شود. بر یک پایه روزانه، مقادیر میانگین باید بطور ساعتی محاسبه شده و در مقابل مقادیر تابش میانگین در همان دوره زمانی ترسیم شود. در پایان هر روز، این مقادیر باید با مقادیر جدول ۱ مقایسه شود. مقادیر مابین مقادیر موجود در جدول را می توان با استفاده از درون یابی خطی محاسبه کرد.

یادآوری- این روش اجرایی سازگاری انرژی خروجی آرایه مدول، حداکثر ٪ ۵± در مقایسه با روش های اندازه گیری فضای بسته در بدترین حالت (سلول های سیلیکون کریستالی) را تضمین می کند.

چنانچه هر کدام از دماهای میانگین ساعتی مدول خارج از بازه قرار گیرد آزمون کامل باید تکرار شود.

جدول ۱- بازه های قابل قبول دمای مدول مربوط به تابش

تابش W/m^2	بازه دمایی قابل قبول مدول °C
۱۰۰	۱۴ تا ۳۴
۲۰۰	۱۸ تا ۳۸
۳۰۰	۲۱ تا ۴۱
۴۰۰	۲۸ تا ۴۸
۵۰۰	۳۲ تا ۵۲
۶۰۰	۴۰ تا ۶۰
۷۰۰	۴۳ تا ۶۳
۸۰۰	۵۰ تا ۷۰
۹۰۰	۵۴ تا ۷۴
۱۰۰۰	۵۸ تا ۷۸

چنانچه لازم باشد روزی با تابش خورشیدی پایین شبیه سازی شود، برای مثال در آزمون عملکرد، تنها کاری که می توان انجام داد کج کردن آرایه فتوولتائیک به منظور کاهش انرژی ورودی مورد نیاز برای شبیه سازی شرایط نامساعد آب و هوایی است. اما قطع کردن PV پس از رسیدن به انرژی ورودی لازم در شرایط توان کامل به منظور شبیه سازی شرایط فوق قابل قبول نیست.

۱۴-۲ آزمون ظرفیت اولیه، فضای باز

مطمئن شوید که سامانه به خوبی مطابق با ۱۳-۳-۲ پیش آماده سازی شده است.

با PV روشن و بار خاموش به سامانه اجازه دهید باتری را شارژ کند. هر گاه که سامانه به وضعیت تنظیم رسید اجازه دهید سامانه در این وضعیت به مدت ۷۲h (انباشته) باقی بماند. در اینصورت باتری می تواند به عنوان شارژ شده برای اهداف این آزمون مورد ملاحظه قرار گیرد.

با PV خاموش و بار بطور پیوسته روشن، اجازه دهید که سامانه باتری را تا LVD تخلیه کند. وقتی که باتری به LVD می رسد خالی در نظر گرفته می شود. اجازه دهید باتری در LVD به مدت حداقل ۵ h باقی بماند. عدد آمپر ساعت تخلیه شده از باتری و بازه دمایی باتری را ثبت کنید. این مقدار، ظرفیت قابل استفاده اولیه باتری (UBC_0) است.

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۴-۳ چرخه شارژ باتری، فضای باز

بار را قطع کنید. با PV روشن و بار خاموش، بگذارید سامانه باتری را مجدداً شارژ کند تا به تنظیم (HVD) برسد. اجازه دهید سامانه در این وضعیت برای حداکثر ۰/۵ h باقی بماند.

۱۴-۴ آزمون کارکرد سامانه، فضای باز

این آزمون تصدیق می کند سامانه می تواند انرژی مورد نظر را تامین کند.

با PV روشن و بار روشن همانطوریکه توسط سازنده مطابق با بند ۱۲مشخص شده است، اجازه دهید سامانه بطور عادی به مدت ۱۰ روز کار کند. دوره اندازه گیری بهتر است شامل حداقل دو روز متوالی تابش پایین (کمتر از ۲ $kWh/m^2.day$) و دست کم سه مقدار تابش روزانه مختلف قابل توجه باشد. این سه مقدار تابش برای رسم نمودار مشخصات سامانه از آنجائیکه می توان "نقطه تعادل سامانه" را از آن به دست آورد، لازم هستند. بنابراین دو مقدار تابش برابر با مقادیر تابش بالاتر از "نقطه تعادل سامانه" که در بند ۱۷ توضیح داده شده است، مورد نیاز می باشند. میانگین تابش روزانه در ۱۰ روز باید ۴ $kWh/m^2.day \pm$ ۰/۳ $kWh/m^2.day$ باشد.

اگر شرط دو روز نامساعد و سطح میانگین ۴ $kWh/m^2.day$ پس از این ۱۰ روز برقرار نباشد، دوره می تواند تا حداکثر ۲۰ روز تداوم یابد تا در ۱۰ روز آخر دوره اندازه گیری این شرط برآورده شود. در غیر این صورت این آزمون را از ابتدای بند ۱۴-۳ تکرار کنید.

بازرسی دیداری را مطابق با بند ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۴-۵ آزمون ظرفیت ثانویه، فضای باز

بار را پس از آزمون کارکرد قطع کنید. با PV روشن و بار خاموش، باتری را تا رسیدن بـه تنظـیم (HVD) شارژ کنید و در آن به مدت حداکثر h ۰/۵ بمانید. آرایه فتوولتائیک را قطع کرده و بار را وصل کنیـد. اجـازه دهید سامانه باتری را تا رسیدن به LVD تخلیه کند.

عدد آمپر ساعت تخلیه شده از باتری و زمان کل تخلیه را تعیین کنید. این عدد، ظرفیت ثانویه قابل استفاده باتری (UBC_1) است.

سامانه را حداقل به مدت h ۵ و حداکثر به مدت h ۷۲ در LVD نگه دارید.

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۴-۶ آزمون بازیابی، فضای باز

آرایه PV را وصل و بار را قطع کنید. منتظر شوید تا سامانه در معرض انرژی تابشی kWh/m^2 ۵ قرار گیرد سپس بار را مطابق با بند ۱۲ همانطوریکه توسط سازنده مشخص شده است، وصل کنید.

یادآوری ۱- سامانه ممکن است هنوز حفاظت در ولتاژ پایین را در این زمان داشته باشد.

یادآوری ۲- لزوماً سامانه نباید در معرض kWh/m^2 ۵ در یک روز قرار گیرد.

ترکیبی از مرحله شارژ کردن با انرژی تابشی کلی kWh/m^2 ۵ و مرحله بارگذاری بعدی با بار مشخص شده توسط سازنده مطابق با بند ۱۲، "چرخه آزمون بازیابی" نامیده می شود.

چرخه های آزمون بازیابی را تا زمانیکه سامانه در معرض انرژی تابشی کلی kWh/m^2 ۳۵ قرار گیرد، تکـرار کنید. چنانچه سامانه به HVD رسید ثبت کنید که پس از چند چرخه آزمـون بازیـابی بـه HVD رسـیده است.

ثبت کنید که در مدت کدام "چرخه آزمون بازیابی" بار شروع به کار می کند.

آمپر ساعت خالص در باتری و در بار را در طول هفت چرخه آزمون بازیابی اندازه گیری کنید.

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۴-۷ آزمون ظرفیت نهایی، فضای باز

پس از چرخه های آزمون بازیابی، بار را قطع کنید و صبر کنید تا سامانه به وضعیت تنظـیم برسـد. هـر گـاه سامانه به وضعیت تنظیم رسید اجازه دهید به مدت h ۷۲ (متوالی) در این وضعیت باقی بماند. در اینصـورت باتری را می توان شارژ شده تلقی نمود.

با PV خاموش و بار بطور پیوسته روشن، اجازه دهید سامانه بطور کامل باتری را تخلیه کند. وقتی باتری بـه LVD برسـد خـالی شـده تلقـی خواهـد شـد. اجـازه دهیـد بـاتری در LVD دسـت کـم بـه مـدت h ۵ باقی بماند. عدد آمپر ساعت تخلیه شده از باتری و بازه دمایی را ثبت کنید. این عدد، ظرفیت نهایی قابل استفاده باتری (UBC_2) است.

۱۴-۸ عملکرد در ولتاژ بیشینه

مناسب بودن عملکرد بار را در ولتاژ بیشینه باتری که در طول دوره تابش بیشینه و در وضعیت بالای شارژ روی می دهد، تصدیق کنید. بار باید به مدت h ۱ در این شرایط و بدون صدمه دیدگی کار کند.

۱۴-۹ بازرسی دیداری

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۴-۱۰ رخدادهای غیر عادی

هر گونه رخداد غیرعادی را در طول دوره آزمون یادداشت کنید. اینها ممکن است شامل اتصال کوتاه یا مدار باز برنامه ریزی نشده، نقص سامانه جمع آوری داده و غیره باشند.

۱۵ آزمون فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

۱۵-۱ شرایط آزمون، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

باتری ها باید در دمای $30\,^{\circ}C \pm 3\,^{\circ}C$ نگه داشته شود.

دمای محیط در طول آزمون باید در محدوده $25\,^{\circ}C \pm 5\,^{\circ}C$ باشد.

فعلاً فقط باید از شبیه ساز خورشیدیی استفاده شود که توانایی شبیه سازی روز خورشیدی مرجع را به صورت تعریف شده در این استاندارد داشته باشد. شبیه ساز خورشیدی باید کلاس B یا بهتر باشد. اما به هر حال برای روزهایی با تابش خورشیدی بالا، پروفیل سه مرحله ای مجاز است. برای روزهایی با تابش خورشیدی پایین، یک مقدار ثابت از تابش مجاز است. در صورت انتشار رسمی IEC 61853[1] این استاندارد ممکن است اصلاح شود تا اجازه استفاده از شبیه سازهای غیرخورشیدی را بدهد.

۱۵-۲ آزمون ظرفیت اولیه، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

اطمینان حاصل کنید که سامانه بطور صحیح مطابق با ۱۳-۳-۲ پیش آماده سازی شده است.

با PV روشن و بار خاموش، اجازه دهید سامانه با اعمال حداقل $700\ W/m^2$ باتری را شارژ نماید. هر گاه که سامانه به وضعیت تنظیم رسید سامانه را در این وضعیت به مدت h ۱۲ نگهدارید. در اینصورت باتری شارژ شده در نظر گرفته خواهد شد.

با PV خاموش و بار بطور پیوسته روشن، اجازه دهید سامانه بطور کامل باتری را تخلیه کند. باتری وقتی به LVD می رسد بطور کامل تخلیه می شود. اجازه دهید باتری در LVD به مدت h ۵ باقی بماند. عدد آمپر ساعت تخلیه باتری را ثبت کنید. این عدد، ظرفیت اولیه قابل استفاده باتری (UBC_0) است.

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

[1] - استاندارد IEC 61853 – آزمون عملکرد و ارزیابی انرژی مدول های فتوولتائیک (PV) زمینی (تحت بررسی)

۱۵-۳چرخه شارژ باتری، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

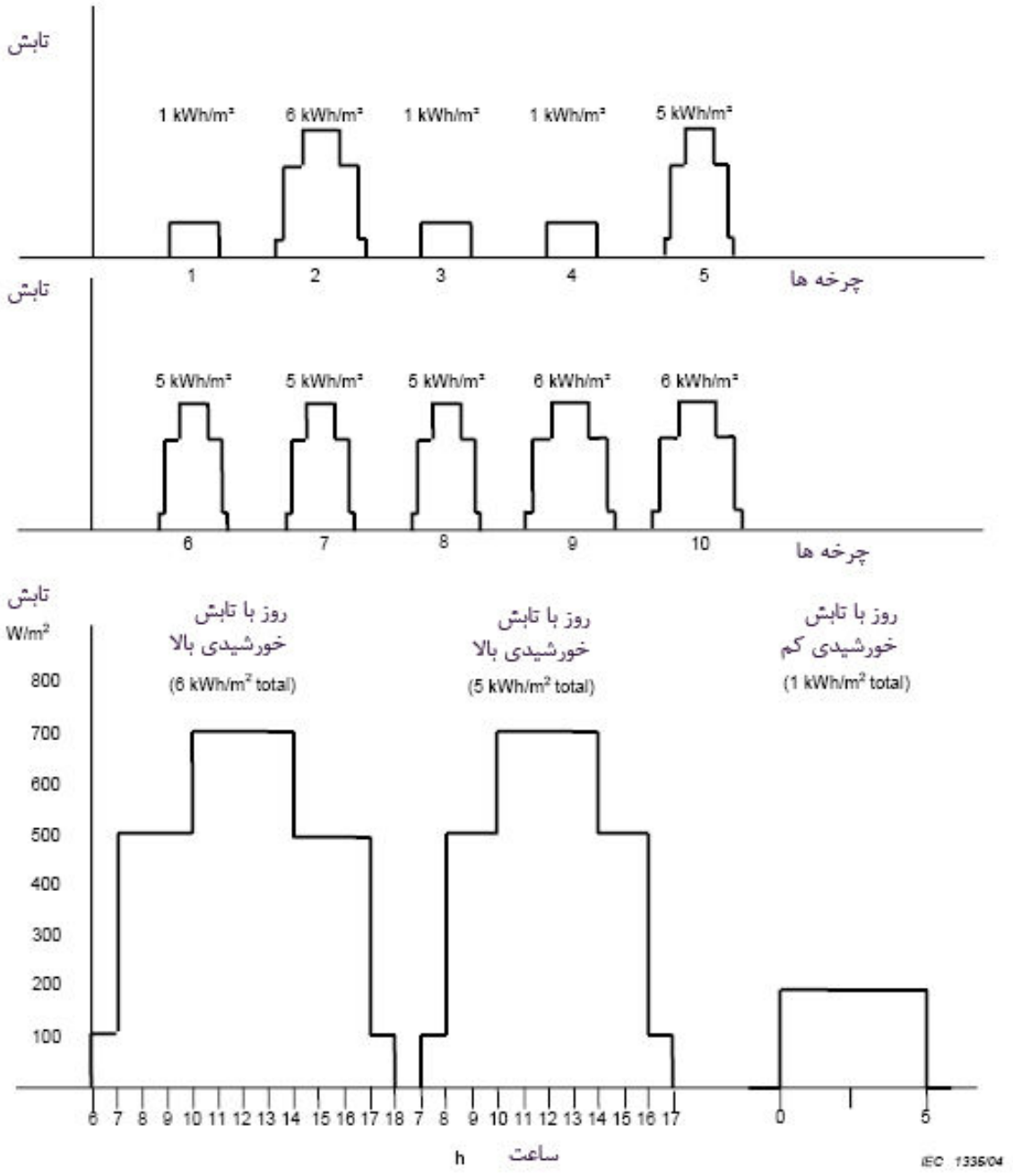
بار را قطع کنید. شبیه ساز را در $۷۰۰\ W/m^2 \pm ۵۰\ W/m^2$ تنظیم کنید. با PV روشن و بار خاموش بگذارید سامانه باتری را شارژ کند تا به تنظیم (HVD) برسد. اجازه دهید سامانه در آنجا برای حداکثر $۰/۵\ h$ بماند. عدد آمپر ساعت شارژ مجدد باتری را ثبت کنید.

۱۵-۴آزمون عملیاتی سامانه، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

این آزمون تصدیق می کند که سامانه می تواند بار مورد درخواست را تامین کند.

با PV روشن و بار روشن همانطور که مطابق با بند ۱۲ توسط سازنده مشخص می شود، اجازه دهید سامانه بطور عادی به مدت ۱۰ روز کار کند.

شکل ۳، شمای کلی از پروفیل های تابش توصیه شده برای آزمون را ارائه می دهد:



شکل ۳- پروفیل های تابش روزانه برای آزمون عملیاتی، ۱۰ روزه

جدول ۲- چرخه های آزمون عملکردی

شماره چرخه	پروفیل تابش
چرخه ۱	روز با تابش پایین ($۱kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه ۲	روز با تابش بالا ($۶kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه ۳	روز با تابش پایین ($۱kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه۴	روز با تابش پایین ($۱kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه۵	روز با تابش بالا ($۵kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه ۶	روز با تابش بالا ($۵kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه ۷	روز با تابش بالا ($۵kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه ۸	روز با تابش بالا ($۵kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه ۹	روز با تابش بالا ($۶kWh/m^2$)، بهره برداری از بار
چرخه ۱۰	روز با تابش بالا ($۶kWh/m^2$)، بهره برداری از بار

جدول ۲ شامل ترتیب چرخه های روزانه آزمون عملکردی است.

چرخه ها لزوماً نباید $24\ h$ را پوشش دهد زیرا بین بهره برداری از بار و شارژ شدن فتوولتائیک زمان استراحت لازم نیست.

پروفیل های تابش زیر (به جدول ۳ مراجعه نمایید) حداقل الزاماتی است که باید اعمال شود. پروفیل های بهتر (هموارتر)[۱] با جمع انرژی تابشی روزانه مشابه مجاز هستند:

جدول ۳- پروفیل های مرحله ای نوعی برای چرخه های تابش روزانه

روز با تابش خورشیدی بالا ($۶kWh/m^2.day \pm ۰/۳kWh/m^2$)
$۱۰۰W/m^2$ در $1\ h$
$۵۰۰W/m^2$ در $۳\ h$
$۷۰۰W/m^2$ در $۴\ h$
$۵۰۰W/m^2$ در $۳\ h$
$۱۰۰W/m^2$ در $1\ h$
روز با تابش خورشیدی بالا ($۵kWh/m^2.day \pm ۰/۳kWh/m^2$)
$۱۰۰W/m^2$ در $1\ h$
$۵۰۰W/m^2$ در $۲\ h$
$۷۰۰W/m^2$ در $۴\ h$
$۵۰۰W/m^2$ در $۲\ h$
$۱۰۰W/m^2$ در $1\ h$
روز با تابش خورشیدی پایین ($۱kWh/m^2.day \pm ۰/۳kWh/m^2$)
$۲۰۰W/m^2$ در $۵\ h$

[۱] - منظور از پروفیل های بهتر، پروفیل هایی است که به منحنی تابش واقعی خورشید، نزدیکتر است.

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۵-۵آزمون ظرفیت ثانویه باضافه آزمون خودگردانی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

بار را پس از آزمون عملیاتی قطع کنید. شبیه ساز را در $۷۰۰W/m^2 \pm ۵۰W/m^2$ تنظیم کنید. با فتوولتائیک روشن و بار خاموش، باتری را تا رسیدن به تنظیم (HVD) مجدداً شارژ کنید و به مدت حداکثر $۰/۵\ h$ در آن نگهدارید. آرایه فتوولتائیک را قطع و بار را وصل کنید. اجازه دهید سامانه، باتری را تا رسیدن به LVD تخلیه کند.

خودگردانی سامانه را تعیین کنید.

عدد آمپر ساعت تخلیه باتری و زمان کل تخلیه را تعیین کنید. این عدد، ظرفیت قابل استفاده ثانویه باتری (UBC_1)است.

اجازه دهید باتری در LVD به مدت حداقل $۵\ h$ و حداکثر $۷۲\ h$ باقی بماند.

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۵-۶آزمون بازیابی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

آرایه فتوولتائیک (PV) را وصل و بار را قطع کنید. شبیه ساز خورشیدی را با پروفیل تابش روز با تابش خورشیدی بالا ($۵kWh/m^2$) مطابق با بند ۱۵-۴ به کار بیندازید. سپس بار را مطابق با بند ۱۲ همانگونه که توسط سازنده مشخص شده است، وصل کنید.

یادآوری- سامانه ممکن است هنوز در حفاظت ولتاژ پایین باشد. در آنصورت بار را مجدداً قطع و شبیه ساز خورشیدی را با پروفیل تابش روز با تابش خورشیدی بالا($۵kWh/m^2$) مطابق با بند ۱۵-۴ به کار بیندازید. سپس بار را همانگونه که مطابق با بند ۱۲ توسط سازنده مشخص شده است، وصل کنید.

هر گاه بار روشن شد، منتظر شوید تا سامانه به LVD برسد یا زمان کار روزانه را سپری کند.

این آزمون را تا زمانی که سامانه هفت چرخه آزمون بازیابی را سپری کند، تکرار کنید. سپس سامانه را در معرض انرژی تابشی کلی $۳۵kWh/m^2$ قرار دهید. اگر سامانه به HVD رسید، ثبت کنید که پس از چند چرخه آزمون بازیابی HVD حاصل شده است.

ثبت کنید که در کدام "چرخه آزمون بازیابی" بار شروع به کار کردن کرده است.

آمپر ساعت خالص به باتری و به بار را در طول هفت چرخه آزمون بازیابی اندازه گیری کنید.

پس از این چرخه های آزمون بازیابی، بار را قطع و شبیه ساز را در $۷۰۰W/m2 \pm ۵۰W/m^2$ تنظیم کنید و منتظر بمانید تا سامانه به وضعیت تنظیم برسد. هر گاه که سامانه به وضعیت تنظیم رسید آن را در این حالت به مدت $۱۲\ h$ نگه دارید. در اینصورت باتری می تواند بصورت پر در نظر گرفته شود.

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۵-۷آزمون ظرفیت نهایی، فضای بسته با استفاده از شبیه ساز خورشیدی

با فتوولتائیک (PV) خاموش و بار بطور پیوسته روشن، اجازه دهید سامانه بطور کامل باتری را تخلیه کند. باتری زمانی بطور کامل تخلیه است که به LVD برسد. اجازه دهید باتری در LVD به مدت $۵\ h$ باقی

بماند. عدد آمپر ساعت تخلیه شده باتری را ثبت کنید. این عدد، ظرفیت قابل استفاده نهایی باتری (UBC_2) است.

۱۵-۸ کار کردن در ولتاژ بیشینه

مناسب بودن عملکرد بار را در ولتاژ بیشینه باتری تصدیق کنید . این عملکرد در طول دوره های تابش بالا (بین $800 kWh/m^2$ تا $1000 kWh/m^2$) و در وضعیت شارژ بالا رخ می دهد.

بار باید برای یک دوره یک ساعته در این شرایط کار کند. بار نباید در هیچ نقطه ای در طول بهره برداری آسیب ببیند.

۱۵-۹ بازرسی دیداری

بازرسی دیداری را مطابق با ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۵-۱۰ اتفاقات غیر عادی

هر اتفاق غیرعادی در طول دوره آزمون را یادداشت کنید. این اتفاق ها ممکن است شامل اتصال کوتاه یا مدار باز برنامه ریزی نشده، نقص های سامانه جمع آوری داده و غیره باشند.

۱۶ آزمون فضای بسته با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

۱۶-۱ شرایط آزمون، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

منبع تغذیه الکترونیکی شبیه سازی کننده مشخصه های مدولی باید استفاده شود که توانایی شبیه سازی روز خورشیدی مرجع را مطابق با بند ۱۵-۴ داشته باشد.

پیوست پ محاسبات مربوط به مشخصه های جریان و ولتاژ شبیه سازی کننده مدول فتوولتائیک را در شرایط تعیین شده در این استاندارد شرح می دهد.

دمای باتری ها باید در $30 °C \pm 3 °C$ نگه داشته شود.

دمای کلی محیط در طول آزمون باید بین $25 °C \pm 5 °C$ باشد.

۱۶-۲ آزمون ظرفیت اولیه، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

این آزمون را مطابق با بند ۱۵-۲ انجام دهید.

۱۶-۳ چرخه شارژ باتری، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

این آزمون را مطابق با بند ۱۵-۳ انجام دهید.

۱۶-۴ آزمون عملیاتی سامانه، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

این آزمون را مطابق با بند ۱۵-۴ انجام دهید.

۱۶-۵ آزمون ظرفیت ثانویه، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

این آزمون را مطابق با بند ۱۵-۵ انجام دهید.

۱۶-۶ آزمون بازیابی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

این آزمون را مطابق با بند ۱۵-۶ انجام دهید.

۱۶-۷ آزمون ظرفیت نهایی، فضای بسته، با استفاده از شبیه ساز مدول فتوولتائیک

این آزمون را مطابق با بند ۱۵-۷ انجام دهید.

۱۶-۸ عملکرد در ولتاژ بیشینه

این آزمون را مطابق با بند ۱۵-۸ انجام دهید.

۱۶-۹ بازرسی دیداری

این آزمون را مطابق با بند ۱۳-۴ انجام دهید.

۱۶-۱۰ اتفاقات غیرعادی

هر اتفاق غیرعادی در طول دوره آزمون را یادداشت کنید. این اتفاق ها ممکن است شامل اتصال کوتاه یا مدار باز برنامه ریزی نشده، نقص های سامانه جمع آوری داده و غیره باشند.

۱۷ تعیین نقطه تعادل سامانه

نمودار توصیف عملکرد سامانه، نمایش گرافیکی از کمترین حد تابش میانگین را ارائه می دهد که محل مورد نظر باید داشته باشد تا سامانه درست کار کند.

آمپرساعت ورودی به باتری و انرژی تابشی برای هر روز در طول آزمون های عملکردی و بازیابی را جمع بزنید. منحنی آمپر ساعت باتری را در امتداد محور Y بر حسب تابش در امتداد محور X رسم کنید.

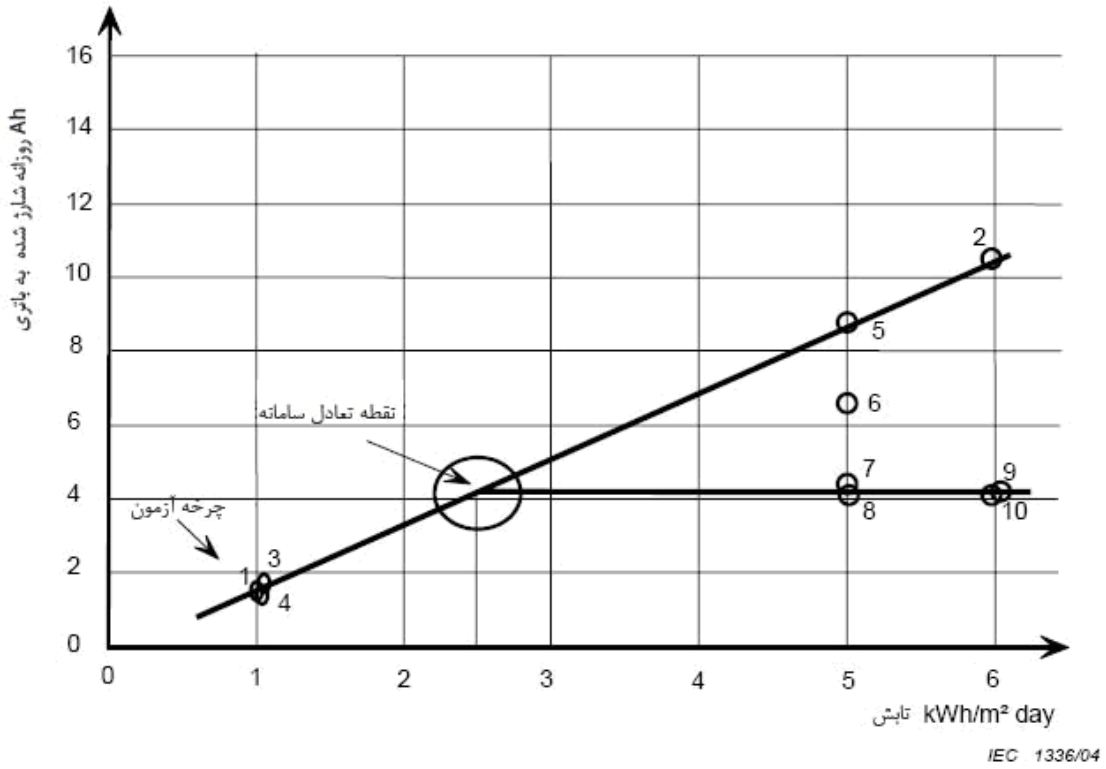
بهتر است داده در امتداد و بین دو خط مشابه آنچه در مثال شکل ۴ نشان داده شده است قرار گیرد.

خطی افقی از نقطه ای با کمترین مقدار آمپر ساعت برای روزهایی که کنترل کننده شارژ جریان آرایه به داخل باتری را محدود می کند، رسم می شود. خط شیب داری از مبدا و نقطه ی با بیشترین مقدار آمپر ساعت در روزهایی که هیچ گاه کنترل کننده، جریان جاری به داخل باتری را محدود نمی کند، رسم می شود. نقطه تعادل سامانه توسط تقاطع این خطوط تعریف می شود.

نقطه تعادل سامانه می تواند توسط محاسبه یا با روش ترسیمی تعیین شود.

برای مثال، همانگونه که در شکل ۴ نشان داده شده است، این سامانه برای مکان هایی مناسب است که دست کم ۲/۵ $kWh/m^2 .day$ بعنوان میانگین سالانه دارند. بنابراین سامانه برای تابش کلاس I (پیوست الف) و پروفیل بار روزانه تعیین شده (زمان کار روزانه)، که باید در گزارش آزمون نهایی بیان شود و بهتر است متناظر با اظهار نامه عملکرد سامانه سازندگان باشد، واجد شرایط خواهد بود.

یادآوری- پروفیل بار متفاوت، نمودار توصیف عملکرد متفاوتی را نتیجه خواهد داد.



شکل۴- نمودار توصیف عملکرد سامانه، توالی شارژ با سه منحنی تابش و ده چرخه. تخلیه: پروفیل بار ثابت

۱۸ اصلاحات

هر تغییری در طرح، مواد، اجزا یا فرآوری سامانه ممکن است نیاز به تکرار چند یا همه آزمون های تصدیق برای برقراری تصدیق طرح داشته باشد.

۱۹ گزارش

گزارشی از آزمون های تصدیق، به همراه مشخصات عملکردی اندازه گیری شده و جزئیات هر خرابی و آزمون های مجدد باید توسط کارگزار آزمون تهیه شود. به منظور ارجاع، سازنده باید نسخه ای از این گزارش را نگهداری کند.

پیوست الف

(الزامی)

طبقه بندی تابش و سامانه ها

الف-۱ تعیین کلاس تابش و تابش طراحی

میانگین سالیانه تابش افقی روزانه و گستره تابش را از ایستگاه هواشناسی نزدیک محل مورد نظر برای استفاده، استخراج کنید.

گستره تابش (H_{range}) اختلاف بین میانگین ماهیانه تابش افقی روزانه در ماه با بیشترین تابش و میانگین ماهیانه تابش افقی روزانه در ماه با کمترین تابش (بر حسب $kWh/m^2.day$) است.

جدول الف-۱ شامل رده بندی سامانه برای محل هایی با نمونه های تابش مختلف است.

بنابراین برای هر محل می توان یک کلاس تابش تخصیص داد.

جدول الف-۱ – کلاس های تابش

کلاس تابش	I	II	II	III	III	IV
میانگین سالیانه تابش افقی روزانه $[kWh/m^2.day]$	<۴/۵	<۴/۵	۴/۵ تا ۵/۵	۴/۵ تا ۵/۵	>۵/۵	>۵/۵
گستره$[kWh/m^2.day]$	>۱/۵	<۱/۵	>۱/۵	<۱/۵	>۱/۵	<۱/۵

یادآوری- محاسبه DRT بر اساس تابش کلاس II است.

الف-۲ دسته بندی سامانه ها

برای سامانه داده شده در محل مشخص، انرژی روزانه موثر قابل دسترس به بار می تواند محاسبه شود. سپس این انرژی به عنوان انرژی روزانه موثر قابل دسترس برای بار برای یک سامانه شبیه X در مکان Y و بر حسب Wh بیان شود. همان سامانه ممکن است در کشور دیگر یا حتی در محل دیگر در همان کشور بصورت متفاوتی طبقه بندی شود.

پیوست ب

(الزامی)

دستگاه های اندازه گیری و تجهیزات برای آزمون سامانه

ب-۱ کلیات

دستگاه های اندازه گیری و تجهیزات زیر برای اجرا کردن آزمون های سامانه ضروری هستند:

- دستگاه های اندازه گیری ولتاژ و جریان DC.
- آمپر ساعت سنج DC یا برخی دیگر از وسایل پایش.
- اندازه گیر مدت زمان سپری شده یا برخی دیگر از وسایل پایش.
- دستگاه مرجع فتوولتائیک که مطابق با IEC 60904-2 انتخاب و کالیبره می شود تا مدول های آرایه آزمون را در خصوص پاسخ طیفی هماهنگ کند.
- دستگاه های اندازه گیری مناسب برای بررسی اینکه دستگاه مرجع و آرایه در محدوده $\pm ۵\ ^{\circ}C$ هم صفحه هستند.
- حسگرهای دما
- وسیله ای برای شناسایی جهت
- سامانه خودکار جمع آوری داده برای تسهیل پایش سامانه در طول آزمون.

ب-۲ ویژگی های سامانه جمع آوری داده

دستگاه جمع آوری داده باید دست کم از یک مبدل آنالوگ به دیجیتال دوازده بیتی استفاده کند و گستره ورودی آن فراتر از ولتاژهای بیشینه مثبت و منفی پیش بینی شده، باشد. سامانه جمع آوری داده باید قابل اطمینان باشد: اگر داده های متناظر با زمانی بیش از $۴\ h$ از بین بروند یا اگر داده مهمی بعلت قطع برق در طول آزمونی از بین بروند، در اینصورت آزمون باید مجدداً از ابتدا انجام شود.

نرخ نمونه جمع آوری داده، به نوع کنترل کننده شارژ بستگی دارد. برای کنترل کننده های قطع و وصلی، نرخ نمونه جمع آوری داده باید دست کم دو برابر سریع تر از دوره کلیدزنی کنترل کننده باشد. بعنوان مثال، اگر کارکرد مدارات ولتاژ تنظیم هر $۱۰\ s$ باشد در اینصورت نرخ نمونه باید هر $۵\ s$ یکبار، یا سریع تر باشد.

برای کنترل کننده های شارژی که از ولتاژ ثابت یا مدارات مدولاسیون عرض پالس استفاده می کنند، دوره کلیدزنی ممکن است میلی ثانیه باشد، نه ثانیه. نرخ نمونه جمع آوری داده باید دست کم دو برابر بسامد کلیدزنی کنترل کننده شارژ باشد. اگر نرخ نمونه گیری جمع آوری داده استفاده شده بقدر کافی سریع نباشد در اینصورت یک روش، نمونه گیری یکبار در هر ثانیه با مدار انتگرالی/ فیلتر اضافه شده به ورودی سامانه جمع آوری داده می باشد. ثابت زمانی انتگرالی/ فیلتر لازم است دست کم دو برابر دوره نمونه گیری باشد.

برای تعیین نوع کنترل کننده و بسامد کلیدزنی آن ممکن است یک اسیلوسکوپ لازم باشد.

داده باید بطور متوسط هر min ۵ ذخیره شود تا برای هر آزمون مناسب باشد.
پارامترهای نشان داده شده در شکل ب-۱ باید اندازه گیری/ تعیین شوند.

جدول ب-۱ – پارامترهایی که اندازه گیری/ تعیین می شوند

پارامتر اندازه گیری شده	مقادیر ثبت شده	توضیحات
ولتاژ آرایه	حداقل، میانگین و حداکثر	ولتاژ در آرایه پیش از دیودهای مسدود کننده
ولتاژ بار	حداقل، میانگین و حداکثر	اندازه گیری شده در باتری
ولتاژ باتری	حداقل، میانگین و حداکثر	
جریان آرایه	حداقل، میانگین و حداکثر	
جریان بار	حداقل، میانگین و حداکثر	
جریان باتری	آمپر ساعت باتری در ورودی و خروجی	
دمای هوا	میانگین	IEC 60904-5 را به کار ببرید.
دمای مدول	میانگین	در حسگر جبران کننده دما یا پایانه منفی باتری
دمای باتری	میانگین	
تابش خورشیدی	تابش خورشیدی	وسیله مرجع، جریان اتصال کوتاه و دمای وسیله مرجع
عملکرد بار	زمان کار بار	

ب-۳مشخصات حسگر

حسگرهای ولتاژ باید دارای گستره ای فراتر از ولتاژ بیشینه مورد انتظار باشند و دستگاه های اندازه گیری باید تفکیک پذیری V ۰/۰۱ یا بهتر داشته باشد. حسگرهای جریان باید گستره ای فراتر از جریان مثبت ومنفی بیشینه مورد انتظار داشته و اندازه گیرها باید تفکیک پذیری A ۰/۰۱ یا بهتر داشته باشند.
دستگاه های اندازه گیری ولتاژ و جریان DC باید مطابق با IEC 60904-1 باشند به استثنای دقت آنها که باید در حدود FS ٪ ۱± باشد.
حسگرهای دما باید دارای گستره ای فراتر از مثبت ومنفی بیشینه مورد انتظار سامانه بوده و دمای محیط و تفکیک پذیری اندازه گیری K ۱ یا بهتر داشته باشد. دقت دستگاه اندازه گیری دما باید K ۲± یا بهتر باشد.
حسگر تابش باید دارای گستره مناسب و دقت دست کم ٪ ۵± مقدار خواندن باشد.

پیوست پ

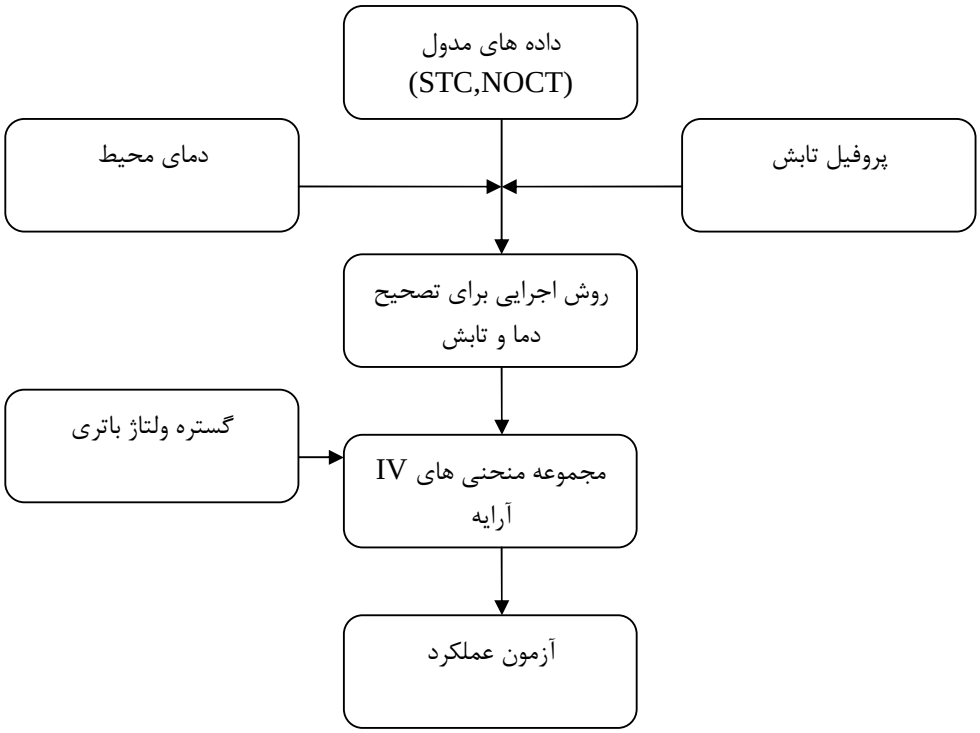
(الزامی)

تعیین خروجی مدول برای آزمون فضای بسته با استفاده از شبیه ساز مدول PV

یادآوری- بعضی شبیه سازهای مدول فتوولتائیک بعلت بسامد های کلیدزنی داخلی ممکن است با تمام انواع کنترل کننده های شارژ سازگار نباشند.

پ-۱ شبیه ساز منبع جریان ثابت

نمودار گردشی شکل پ-۱ ، مراحل رسیدن به تنظیمات مناسب برای شبیه سازی منبع جریان ثابت مدول فتوولتائیک را ارائه می دهد:



شکل پ-۱- نمودار گردشی به منظور رسیدن به تنظیمات مناسب برای شبیه سازی منبع جریان ثابت مدول فتوولتائیک

فرض کنید NOCT مدول تعیین شده است، فقط عملکرد مدول در STC باید اندازه گیری شود (به داده های عملکردی مدول مراجعه کنید).

خروجی متناظر با شرایطی که در روز خورشیدی مرجع تعریف شده باید بر اساس رابطه زیر درباره تصحیح دما و تابش مشخصه های جریان - ولتاژ محاسبه شود.

ضریب انتقال:

$$I_{SC,2} = I_{SC,1}.[1+\alpha(T_2 - T_1)].\frac{G_2}{G_1}$$

$$V_{OC,2} = V_{OC,1}.\left[1 + a.\ln\frac{G2}{G1} + b.(T2 - T1)\right]$$

معادلات انتقال برای نقاط داده IV:

$$\text{ولتاژ: } V_2 = V_1 + (V_{OC,2} - V_{OC,1}) + R_S.(I_2 - I_1) \qquad \text{جریان: } I_2 = I_1.\left(\frac{I_{SC,2}}{I_{SC,1}}\right)$$

پارامترهای مدول:

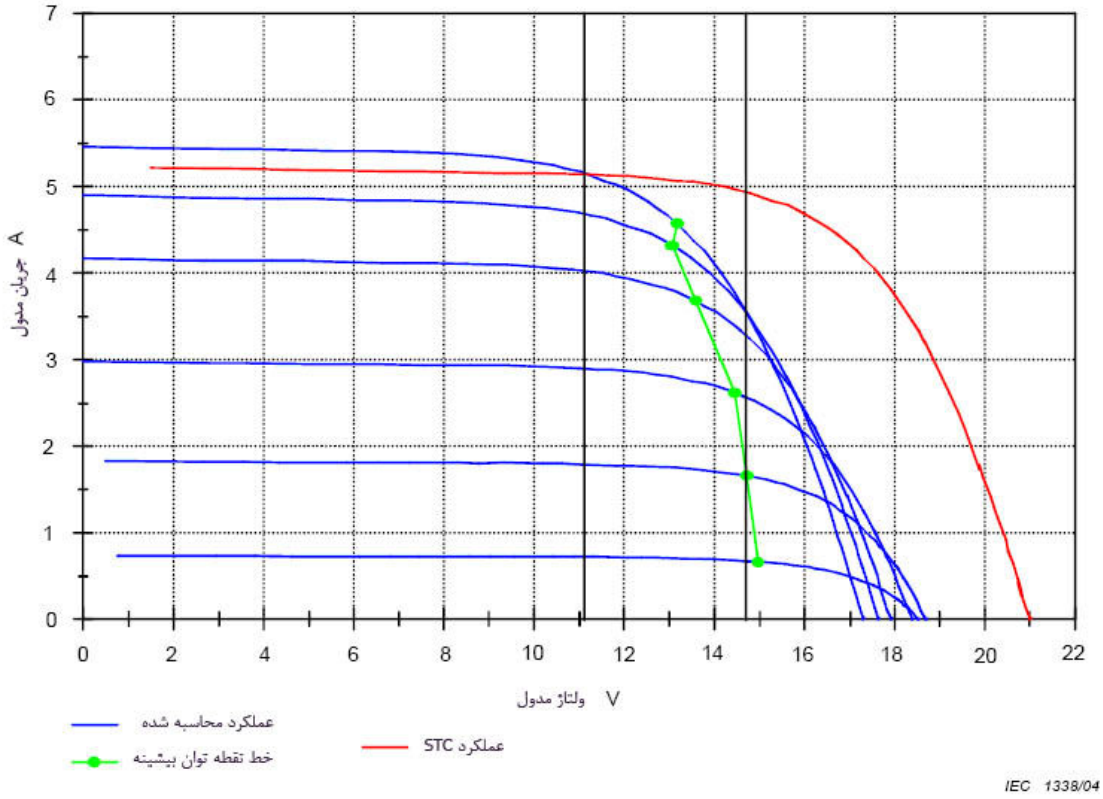
α عبارت است از ضریب دمایی I_{SC} (پیش فرض= ۰/۰۰۰۵/°C)

b عبارت است از ضریب دمایی V_{OC} (پیش فرض= ۰/۰۰۴/°C)

a عبارت است از ضریب تصحیح تابش بدون بعد V_{OC} (پیش فرض= ۰/۰۶)

R_S عبارت است از مقاومت سری مدول، آرایه فتوولتائیک (پیش فرض=۰)

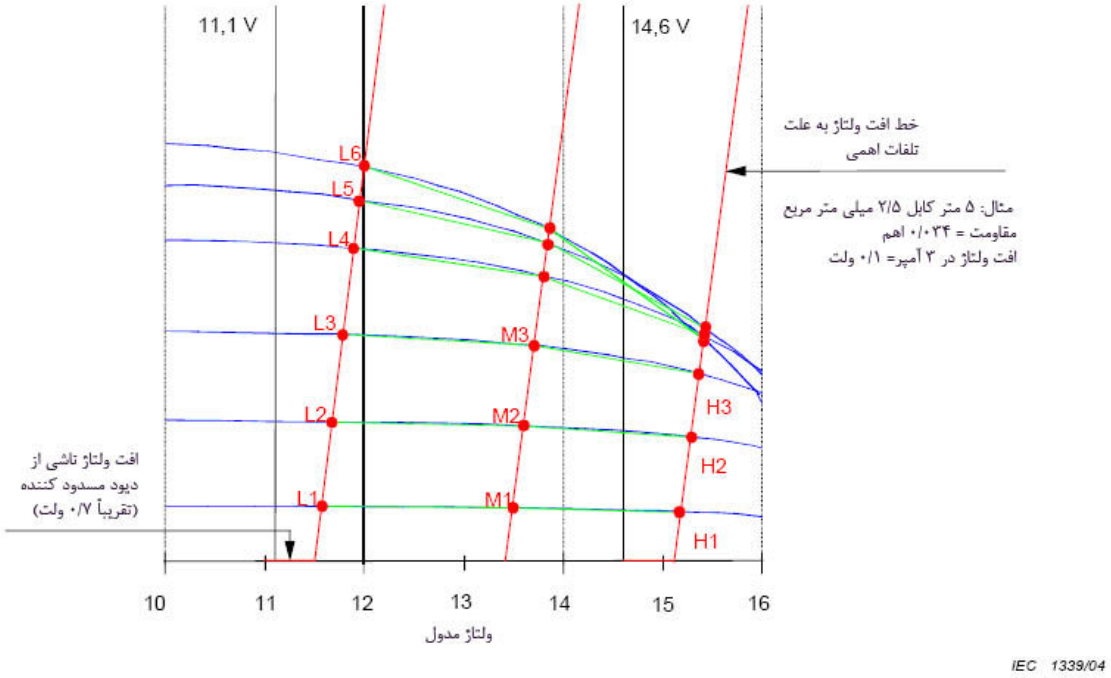
بعنوان نتیجه روش اجرایی برای تصحیح دما و تابش، مجموعه ای از منحنی های IV بر اساس روز خورشیدی مرجع مشخص شده (به شکل پ-۲ مراجعه کنید) تعیین می شود. یک منحنی برای هر مرحله از پروفیل روز برآورد می شود. این روش اجرایی باید برای هر پروفیل که در توالی آزمون عملکردی استفاده می شود، تکرار شود.



شکل پ-۲- مجموعه مشخصه های IV برای پروفیل تابش روزانه (نمونه)

ولتاژ سامانه را باتری تعیین می کند. از این رو مدول در گستره ولتاژ باتری کار می کند. پنجره گستره ی ولتاژ مدول با دو آستانه مشخص، محدود می شود. حد بالایی عبارت است از نقطه تنظیم (HVD) قطع ولتاژ بالا که مدول را در ولتاژ خاص قطع می کند. حد پایین عبارت از نقطه تخلیه عمیق است که باتری را حفاظت می کند و نمی تواند کارکرد عادی سامانه از آن فراتر رود.

منحنی های IV در پنجره می توانند بصورت خطی برآورد شوند. این خطوط خطی برآورد شده، خطوط عملیاتی نامیده می شوند (به شکل پ- ۳ مراجعه کنید). هر منحنی IV بین گستره ولتاژ باتری توسط دو خط عملیاتی تعریف می شود تا برآورد خوبی بدست آید. خطوط عملیاتی توسط سه نقطه بر روی منحنی IV تعریف می شوند. نقطه تقاطع بین منحنی IV مدول و حد ولتاژ پایینی، اولین نقطه (Lx) است. دومین نقطه (Mx) در وسط گستره ولتاژ تعریف شده است. نقطه تقاطع بین منحنی IV مدول و حد ولتاژ بالایی، سومین نقطه (Hx) است.



یادآوری- خط عمودی در ۱۱/۱V عبارت از نقطه تنظیم قطع ولتاژ پایین (LVD) و خط عمودی در ۱۴/۶ V نقطه تنظیم قطع ولتاژ بالای کنترل کننده شارژ است. کنترل کننده های شارژ متفاوت، نقاط تنظیم متفاوتی دارند.

شکل پ-۳- تقریب مشخصه های آرایه توسط مجموعه ای از خطوط عملیاتی آرایه

پ-۲روش اجرایی شبیه سازی آرایه

رفتار الکتریکی آرایه می تواند بوسیله منبع جریان ثابت قابل برنامه ریزی، شبیه سازی شود.

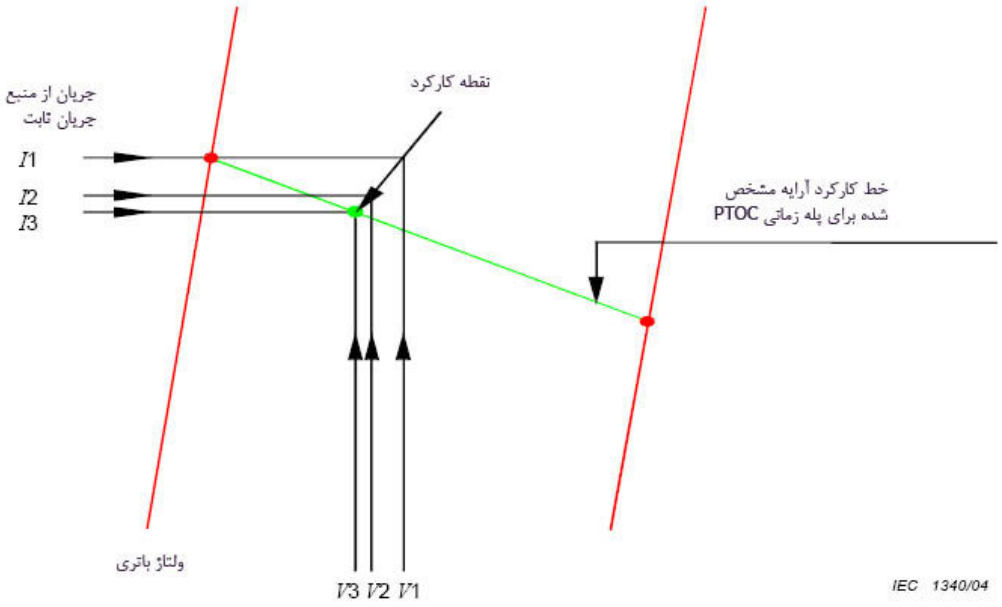
شارژ کردن باتری توسط واحد پردازش، کنترل می شود.

ورودی ها: - دستگاه مختصات جریان-ولتاژ برای تقریب خطی مشخصه های آرایه

- ولتاژ باتری

خروجی: - جریان آرایه

بسته به ولتاژ باتری اندازه گیری شده، جریان بطور پیوسته، توسط مراحل تقریب پشت سر هم تغییر داده می شود تا زمانیکه نقطه کارکرد جریان- ولتاژ مناسب با خط کارکرد آرایه شود (به شکل پ-۴ مراجعه کنید).



راهنما:

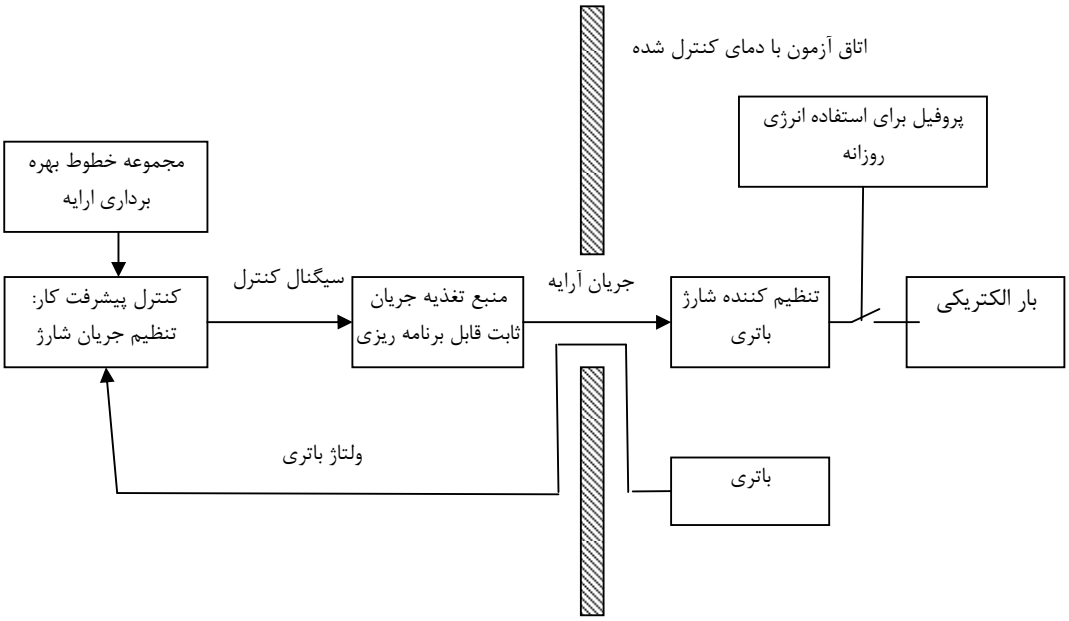
PTOC[1]: آزمون عملکرد در شرایط کارکردی

شکل پ-۴- فرایند تکرار برای تنظیم جریان

پ- ۳ برپایی تجهیزات برای آزمون

سامانه بدون مدول(ها) باید در اتاقک آب و هوایی (به شکل پ-۵ مراجعه کنید) نصب شود. (در شرایطی که کنترل کننده شارژ از حسگر دمایی مجزا استفاده کند، ممکن است فقط باتری یـا هـر دو را در اتاقـک آب و هوایی یا حمام قرار داد).

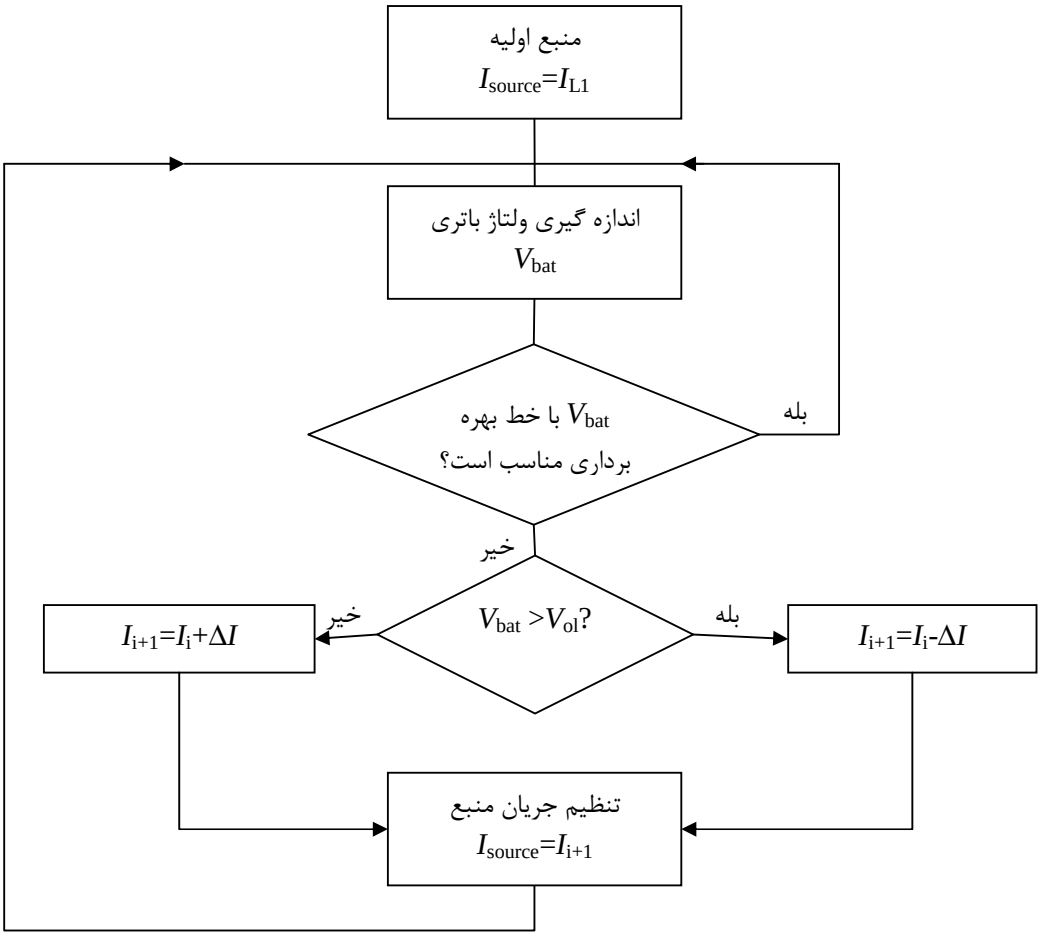
[1] - Performance Test Under Operation Conditions



شکل پ-۵- برپایی تجربی تجهیزات برای آزمون عملکردی سامانه فتوولتائیک

پ-۴ الگوریتم شبیه سازی عملکرد آرایه

شکل پ-۶ الگوریتمی را برای شبیه سازی عملکرد آرایه نشان می دهد.



راهنما:

V_{ol} ولتاژ در خط بهره برداری

I_{L1} جریان روی خط ۱

I_i جریان اندازه گیری شده پیش از بازخورد

شکل پ-۶- نمودار گردشی برای شبیه سازی عملکرد آرایه ارائه شده برای یک مرحله از پروفیل PTOC

کتابنامه

IEC 60721-2-1:1982, *Classification of environmental conditions – Part 2: Environmental conditions appearing in nature – Temperature and humidity*
Amendment 1 (1987)

IEC 60904-9, *Photovoltaic devices – Part 9: Solar simulator performance requirements*

IEC 61277, *Terrestrial photovoltaic (PV) power generating systems - General and guide*

IEC 61724, *Photovoltaic system performance monitoring – Guidelines for measurement, data exchange and analysis*

IEC 61725:1997, *Analytical expression for daily solar profiles*

IEC 61836:1997, *Solar photovoltaic energy systems – Terms and symbols*

ISO/IEC 17025:1999, *General requirements for the competence of testing and calibration laboratories*