

تاریخ: ۱۳۹۳/۳/۲۱

شماره: ۱۱/۱۳۵۹

پیوست: دارد



شرکت مدیریت تولید، انتقال و توزیع نیروی برق ایران  
توانیر



بسمه تعالی

«سال ۹۳ سال اقتصاد و فرهنگ با عزم ملی و مدیریت جهادی»

(مقام معظم رهبری)

شرکت های توزیع نیروی برق

موضوع: ابلاغ حداقل الزامات برای مستندسازی، آزمون های راه اندازی و بازرسی سامانه برق خورشیدی (فتوولتائیک)

با سلام،

به پیوست حداقل الزامات برای مستندسازی، آزمون های راه اندازی و بازرسی سامانه برق خورشیدی (فتوولتائیک) تهیه شده توسط سازمان ملی استاندارد ایران به شماره ICS: 27.160 جهت بهره برداری ارسال می گردد. مقتضی است دستور فرمائید در اتصال سیستم های برق خورشیدی به شبکه، الزامات فوق رعایت گردد.

  
همایون حائری  
رئیس هیئت مدیره و مدیرعامل



جمهوری اسلامی ایران  
Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

**Iranian National Standardization Organization**



استاندارد ملی ایران

چاپ اول

(تاریخ)

INSO

1st. Edition

(date)

سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه – حداقل  
الزامات برای مستندسازی، آزمون‌های راه‌اندازی و  
بازرسی سامانه

**Grid connected photovoltaic systems –  
Minimum requirements for system  
documentation, commissioning tests and  
inspection**

**ICS: 27.160**

## به نام خدا

### آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱ تنها مرجع رسمی کشور است که وظیفه تعیین، تدوین و نشر استانداردهای ملی (رسمی) ایران را به عهده دارد.

نام موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران به موجب یکصد و پنجاه و دومین جلسه شورای عالی اداری مورخ ۹۰/۶/۲۹ به سازمان ملی استاندارد ایران تغییر و طی نامه شماره ۲۰۶/۳۵۸۳۸ مورخ ۹۰/۷/۲۴ جهت اجرا ابلاغ شده است.

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب نظران مراکز و موسسات 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. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های فنی 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.

پیش نویس استانداردهایی که موسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح و بررسی و در صورت تصویب، به عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که براساس مفاد نوشته شده در استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌دهد به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)<sup>۱</sup>، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)<sup>۲</sup> و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)<sup>۳</sup> است و 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 نماید. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استاندارد کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری نماید. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و موسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سامانه‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست محیطی، آزمون‌گاه‌ها و مراکز کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد ایران این گونه سازمان‌ها و موسسات 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 نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، کالیبراسیون (واسنجی) وسایل سنجش، تعیین عیار فلزات گرانبها و انجام تحقیقات کاربردی برای ارتقای سطح استانداردهای ملی ایران از دیگر وظایف این سازمان است.

1- International Organization for Standardization

2- International Electrotechnical Commission

3- International Organization for Legal Metrology (Organization International de Metrologie Legal)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

## کمیسیون فنی تدوین استاندارد

" سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه - حداقل الزامات برای مستندسازی، آزمون‌های راه‌اندازی و

بازرسی سامانه "

### رئیس:

ذبیحی، محمدصادق

(دکترای مدیریت استراتژیک)

### سمت و / یا نمایندگی:

قائم مقام مدیر عامل و عضو هیئت مدیره مرکز ملی

علوم و فنون لیزر ایران

### دبیران:

عجمی، عاطفه

(کارشناسی ارشد صنایع-مهندسی سیستم های اقتصادی شریف

اجتماعی)

مدیر آزمایشگاه اپتیک جهاد دانشگاهی صنعتی

کارشناس جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

بهنود، عارف

(کارشناسی ارشد برق-قدرت)

کارشناس سازمان ملی استاندارد ایران

رثائی، حامد

(کارشناسی برق-قدرت)

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

ادیبی‌نگار، احسان

(کارشناسی ارشد برق-قدرت)

کارشناس جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

مدیر بخش انرژی خورشیدی و زیست توده شرکت

آترین پارسیان

افشاری، روح‌الله

(کارشناسی ارشد برق-الکترونیک)

کارشناس جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

خاوری، فرشاد

(کارشناسی ارشد سیستم قدرت)

عضو هیئت علمی دانشکده برق دانشگاه صنعتی

شریف

ذوالقدری، محمدرضا

(دکترای برق - قدرت)

کارشناس گروه برق و الکترونیک سازمان ملی

استاندارد ایران

رحمتیان ماسوله، زهرا

(کارشناسی ارشد فیزیک حالت جامد)

کارشناس جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

شجاعی اردکانی، اختر

(کارشناسی ارشد فیزیک ماده چگال)

کارشناس جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

شمس، محمدحسین

(کارشناسی ارشد برق-قدرت)

دبیر انجمن علمی انرژی خورشیدی ایران

شوری، کورش

(دکترای انرژی تجدیدپذیر)

کارشناس جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

شیرازی، معین

(کارشناسی ارشد الکترونیک قدرت)

مدیر اجرایی گروه مهندسی پارسه‌ابتکار

طایفه حسنلو، علی

(کارشناسی مکانیک-ساخت و تولید)

کارشناس فنی بخش انرژی خورشیدی و زیست

متین‌فر، احسان

توده شرکت آترین پارسیان

(کارشناسی ارشد مکانیک)

کارشناس جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

محمدی، مسعود

(کارشناسی ارشد هوافضا)

رئیس گروه مطالعات برق انرژی روستایی-

منشی پور، سمیرا

فتوولتائیک سازمان انرژی‌های نو ایران

(کارشناسی ارشد صنایع)

مدیر دفتر برق و انرژی روستایی و فتوولتائیک

میرهادی، سامان

سازمان انرژی‌های نو ایران

(کارشناسی ارشد صنایع - سیستم و بهره‌وری)

عضو هیئت علمی جهاد دانشگاهی صنعتی شریف

نوری، جلال

(کارشناسی ارشد هوافضا)

## فهرست مندرجات

أ	آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران
ب	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
و	پیش‌گفتار
ز	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۱	۳ اصطلاحات و تعاریف
۲	۱-۳ تصدیق
۲	۲-۳ بازرسی
۲	۳-۳ آزمون
۲	۴-۳ گزارش‌دهی
۲	۵-۳ داده‌برگ‌ها
۲	۴ الزامات مستندسازی سامانه
۲	۱-۴ کلیات
۲	۲-۴ داده‌های سامانه
۲	۱-۲-۴ اطلاعات اصلی سامانه
۲	۲-۲-۴ اطلاعات طراح سامانه
۴	۳-۲-۴ اطلاعات نصب‌کننده سامانه
۴	۳-۴ نقشه سیم‌کشی
۴	۱-۳-۴ کلیات
۴	۲-۳-۴ آرایه - مشخصات کلی
۴	۳-۳-۴ اطلاعات رشته فتوولتائیک
۴	۴-۳-۴ جزئیات الکتریکی آرایه
۵	۵-۳-۴ زمین کردن و حفاظت اضافه ولتاژ
۵	۶-۳-۴ سامانه AC
۵	۴-۴ داده‌برگ‌ها
۵	۵-۴ اطلاعات طراحی مکانیکی
۵	۶-۴ اطلاعات بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری
۶	۷-۴ نتایج آزمون و داده‌های راه‌اندازی
۶	۵ تصدیق
۶	۱-۵ کلیات

۶	۲-۵ کلیات
۷	۳-۵ بازرسی
۷	۱-۳-۵ کلیات
۷	۲-۳-۵ بازرسی سامانه DC
۸	۳-۳-۵ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ / شوک الکتریکی
۹	۴-۳-۵ سامانه AC
۹	۵-۳-۵ برچسب‌زنی و شناسایی
۹	۴-۵ آزمون
۹	۱-۴-۵ کلیات
۱۰	۲-۴-۵ پیوستگی رساناهای زمین حفاظتی و/یا رساناهای همبند هم‌پتانسیل
۱۰	۳-۴-۵ آزمون قطبیت
۱۱	۴-۴-۵ رشته فتوولتائیک - اندازه‌گیری ولتاژ مدار باز
۱۱	۵-۴-۵ رشته فتوولتائیک - اندازه‌گیری جریان
۱۳	۶-۴-۵ آزمون‌های عملیاتی
۱۳	۷-۴-۵ آزمون مقاومت عایقی آرایه فتوولتائیک
۱۶	۵-۵ گزارش‌های تصدیق
۱۶	۱-۵-۵ کلیات
۱۶	۲-۵-۵ تصدیق اولیه
۱۶	۳-۵-۵ بازبینی دوره‌ای
۱۷	پیوست الف (اطلاعاتی) نمونه گواهی تصدیق
۱۸	پیوست ب (اطلاعاتی) نمونه گزارش بازرسی
۲۱	پیوست پ (اطلاعاتی) نمونه گزارش آزمون آرایه فتوولتائیک
۲۳	پیوست ت (اطلاعاتی) دستورالعمل بازرسی آرایه فتوولتائیک با استفاد از دوربین مادون قرمز

## پیش گفتار

استاندارد " سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه - حداقل الزامات برای مستندسازی، آزمون‌های راه‌اندازی و بازرسی سامانه " که پیش نویس آن در کمیسیون‌های مربوط توسط جهاددانشگاهی صنعتی شریف تهیه و تدوین شده است و در ..... اجلاس کمیته ملی استاندارد مورخ ..... مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات موسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به عنوان 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 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 تهیه این استاندارد مورد استفاده قرار گرفته به شرح زیر است :

IEC 62446: 2009, Grid connected photovoltaic systems – Minimum requirements for system documentation, commissioning tests and inspection



## مقدمه

در بعضی مواقع انتظار می رود تا سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه، با نگهداری یا اصلاحات محتمل ، طول عمری برابر چند دهه داشته باشند. ساخت و ساز یا انجام کارهای الکتریکی در مجاورت آرایه‌های<sup>۱</sup> فتوولتائیک بسیار محتمل است، برای مثال کار روی سقفی که در نزدیکی آرایه‌ها قرار دارد یا تغییرات (ساختاری یا الکتریکی) در خانه‌ای که دارای سامانه فتوولتائیک است. ممکن است مالکیت یک سامانه نیز، به‌خصوص سامانه‌های نصب شده روی ساختمان، در طول زمان تغییر کند. فقط با ارائه‌ی اسناد و مدارک کافی در ابتدا می‌توان عملکرد بلند مدت و ایمنی، و کار روی سامانه فتوولتائیک یا مجاور آن را تضمین کرد.

این استاندارد به ۲ بخش تقسیم می‌شود:

الزامات مستندسازی سامانه (بند ۴) - این بند، حداقل اطلاعاتی که باید از طریق مستندسازی آماده و در اختیار مشتری قرار گیرد، شامل نصب یک سیستم فتوولتائیک متصل به شبکه را شرح می‌دهد.

فرایند تصدیق (بند ۵) - این بند، اطلاعات مورد انتظار برای تصدیق اولیه (دوره‌ای) یک سامانه نصب شده را فراهم می‌کند. این اطلاعات شامل الزامات بازرسی و آزمون است.

# سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه - حداقل الزامات برای مستندسازی، آزمون‌های راه‌اندازی و بازرسی سامانه

## ۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد تعریف حداقل اطلاعات و مستندات است که باید پس از نصب یک سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه در اختیار مشتری قرار گیرد.

## ۲ مراجع الزامی

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

۱-۲ استاندارد ایران- آی ای سی تی آر ۶۰۷۵۵: سال ۱۳۹۰، الزامات عمومی برای افزار حفاظتی فعال شونده با جریان پسماند

۲-۲ استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۲۷۴: سال ۱۳۸۷، احراز شرایط ایمنی مدول فتوولتائیک- قسمت اول: الزامات ساختمان مدول

- 2-3 IEC 60364-6(all parts), Low-voltage electrical installations<sup>1</sup>
- 2-4 IEC 60364-6, Low-voltage electrical installations – Part 6: Verification.
- 2-5 IEC 60364-7-712:2002, Electrical installations of buildings– Part 7-712: Requirements for special installation or locations –Solar photovoltaic power supply systems.
- 2-6 IEC 61557 (all parts), Electrical safety in low voltage distribution systems up to 1000 V AC and 1500 V DC – Equipment for testing, measuring or monitoring of protective measures.

## ۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، اصطلاحات و تعاریف زیر به کار می‌روند:

---

۱ - قسمت هایی از این استاندارد با شماره ملی ۴۹۶۷ و ۱۹۳۷ تدوین شده اند.

۱-۳

### تصدیق<sup>۱</sup>

تمام اقداماتی که به وسیله آن تطبیق منصوبات الکتریکی با استانداردهای مربوطه بررسی می شود. یادآوری - این اقدامات شامل: نظارت، آزمون و گزارش دهی است.

۲-۳

### بازرسی<sup>۲</sup>

بررسی منصوب الکتریکی با استفاده از تمام حواس، تا اثبات شود تجهیزات الکتریکی درست انتخاب و به طور صحیح نصب شده اند.

۳-۳

### آزمون

انجام اقداماتی که توسط آنها کارایی منصوب الکتریکی اثبات شود. یادآوری - این اقدامات شامل تعیین مقادیر توسط دستگاه های مناسب اندازه گیری است؛ مقادیر مذکور با بازرسی قابل شناسایی نیستند.

۴-۳

### گزارش دهی<sup>۳</sup>

ثبت نتایج بازرسی و آزمون.

۵-۳

### داده برگ ها<sup>۴</sup>

شرح و مشخصات اصلی محصول.

یادآوری - داده برگ به طور معمول یک یا دو صفحه است و کتابچه راهنمای کاملی از محصول نیست.

---

1 - Verification

2 - Inspection

3 - Reporting

4 - Data sheet

## ۴ الزامات مستندسازی سامانه

### ۴-۱ کلیات

هدف از این بند، فهرست کردن حداقل مستندات است که لازم است به دنبال نصب سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه فراهم شود. این اطلاعات، تضمین می‌کند که داده‌های کلیدی سامانه به سهولت در دسترس مشتری، بازرس یا مهندس تعمیر و نگهداری قرار می‌گیرد. این مستندات شامل داده‌های اساسی سامانه و اطلاعاتی است که انتظار می‌رود در کتابچه راهنمای بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری ارائه شود.

### ۴-۲ داده‌های سامانه

#### ۴-۲-۱ اطلاعات اصلی سامانه

حداقل، باید اطلاعات اصلی سامانه که در زیر به آنها اشاره شده است فراهم شوند. به طور معمول، این اطلاعات «پلاک مشخصه»<sup>۱</sup> بر روی جلد مجموعه مستندات سامانه ارائه می‌شوند.

الف) مرجع شناسایی طرح (جایی که کاربرد دارد).

ب) توان نامی سامانه (kW DC یا kVA AC)

پ) مدول‌های فتوولتائیک و اینورترها<sup>۲</sup> - سازنده، مدل و تعداد.

ت) تاریخ نصب.

ث) تاریخ راه‌اندازی.

ج) نام مشتری.

چ) نشانی محل سامانه.

#### ۴-۲-۲ اطلاعات طراح سامانه

حداقل، اطلاعات زیر باید برای همه اشخاص مسئول طراحی سامانه، تهیه شود. در جایی که بیش از یک شرکت در طراحی سامانه مسئولیت دارد، باید اطلاعات زیر برای همه شرکت‌ها، همراه با نقش آن‌ها در طرح تهیه شود.

الف) طراح سامانه، شرکت.

ب) طراح سامانه، شخص رابط.

پ) طراح سامانه، نشانی پستی، شماره تلفن و آدرس پست الکترونیکی.

---

1- Nameplate  
2- Inverter

#### ۴-۲-۳ اطلاعات نصب‌کننده سامانه

حداقل، اطلاعات زیر باید برای همه افراد مسئول نصب‌کننده سامانه، تهیه شود. درجایی که بیش از یک شرکت در نصب سامانه مسئولیت دارد، باید این اطلاعات برای همه شرکت‌ها همراه با نقش آن‌ها در طرح تهیه شود.

الف) نصب‌کننده سامانه، شرکت.

ب) نصب‌کننده سامانه، شخص رابط.

پ) نصب‌کننده سامانه، نشانی پستی، شماره تلفن و آدرس پست الکترونیکی.

#### ۴-۳ نقشه سیم‌کشی

##### ۴-۳-۱ کلیات

حداقل، باید یک نقشه سیم‌کشی تک‌خطی تهیه شود. باید در این نقشه اطلاعات زیر درج شود.

یادآوری - به طور کلی، انتظار می‌رود که این اطلاعات در نقشه سیم‌کشی تک‌خطی نشان داده شود. در بعضی مواقع، به طور معمول برای سامانه‌های بزرگتر که ممکن است فضای نقشه محدود باشد، مجاز است که این اطلاعات به صورت جدول ارائه شود.

##### ۴-۳-۲ آرایه - مشخصات کلی

نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات طراحی زیر برای آرایه باشد:

الف) نوع (انواع) مدول

ب) تعداد کل مدول‌ها

پ) تعداد رشته‌ها

ت) تعداد مدول‌ها در هر رشته

##### ۴-۳-۳ اطلاعات رشته فتوولتائیک

نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات زیر برای رشته فتوولتائیک باشد:

الف) مشخصات کابل رشته - اندازه و نوع.

ب) مشخصات وسیله حفاظتی اضافه جریان رشته (در جایی که نصب شده باشد) - نوع و مقدار اسمی نامی ولتاژ/جریان.

پ) نوع دیود سدکننده<sup>۱</sup> (اگر مربوط باشد).

##### ۴-۳-۴ جزئیات الکتریکی آرایه

نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات الکتریکی زیر برای آرایه باشد:

---

1- Blocking diode

- الف) مشخصات کابل اصلی آرایه - اندازه و نوع.  
ب) محل‌های جعبه اتصال آرایه (جایی که کاربرد دارد).  
پ) نوع جداکننده DC، محل و مقدار نامی (ولتاژ/جریان).  
ت) وسایل حفاظتی اضافه جریان آرایه (جایی که کاربرد دارد) - نوع، محل و مقدار نامی (ولتاژ/جریان).

#### ۴-۳-۵ زمین کردن و حفاظت اضافه ولتاژ

- نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات زیر برای زمین کردن و حفاظت اضافه ولتاژ باشد:  
الف) جزئیات کل رساناهای زمین / همبند - اندازه و نقاط اتصال. شامل جزئیات کابل همبند هم‌پتانسیل قاب آرایه، جایی که نصب شده است.  
ب) جزئیات هر یک از اتصالات، به سامانه حفاظت صاعقه<sup>۱</sup> (LPS) موجود.  
پ) جزئیات هر وسیله نصب‌شده حفاظت ضربه ولتاژ<sup>۲</sup> (روی هر دو خط AC و DC) که شامل محل، نوع و مقدار نامی است.

#### ۴-۳-۶ سامانه AC

- نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات زیر برای سامانه AC باشد:  
الف) محل، نوع و مقدار نامی جدا کننده AC.  
ب) محل، نوع و مقدار نامی وسیله حفاظتی اضافه جریان AC.  
پ) محل، نوع و مقدار نامی وسیله جریان نشتی (RCD) (جایی که نصب شده).

#### ۴-۴ داده‌برگ‌ها

- حداقل، باید برای اجزای سامانه زیر، داده‌برگ تهیه شود:  
الف) داده‌برگ مدول برای همه انواع مدول استفاده‌شده در سامانه - مطابق با الزامات استاندارد ملی ۱-۱۱۲۷۴  
ب) داده‌برگ اینورتر برای همه انواع اینورترهای استفاده‌شده در سامانه.  
یادآوری - تهیه داده‌برگ‌ها برای دیگر اجزای مهم سامانه نیز توصیه می‌شود.

#### ۴-۵ اطلاعات طراحی مکانیکی

- یک داده‌برگ باید برای سامانه استقرار آرایه تهیه شود.

#### ۴-۶ اطلاعات بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری

- اطلاعات بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری باید تهیه شود و حداقل، باید شامل بخش‌های زیر باشد:

---

1- Lightning Protection System  
2- Surge

- الف) رویه‌هایی برای تصدیق بهره‌برداری صحیح سامانه.
- ب) فهرستی از آنچه می‌باید هنگام خرابی سامانه انجام شود.
- پ) رویه‌های خاموش کردن / جداسازی اضطراری.
- ت) توصیه‌های تعمیر و نگهداری و تمیز کردن (در صورت وجود).
- ث) ملاحظات هر گونه کار ساختمانی آتی در ارتباط با آرایه فتوولتائیک (مثل کارهای مربوط به بام).
- ج) مستندسازی ضمانت برای مدول‌ها و اینورترهای فتوولتائیک – شامل تاریخ شروع ضمانت و مدت ضمانت.
- چ) مستندسازی هر گونه ضمانت قابل اجرا در ارتباط با طرز کار یا بدی آب و هوا<sup>۱</sup>.

#### ۴-۷ نتایج آزمون و داده‌های راه‌اندازی

باید نسخه‌هایی از همه داده‌های آزمون و راه‌اندازی تهیه شود. حداقل، این داده‌ها باید شامل نتایج حاصل از آزمون‌های تصدیق باشد که در بند ۵ این استاندارد تشریح شده است.

#### ۵ تصدیق

##### ۵-۱ کلیات

توصیه می‌شود بیشتر تصدیق‌های سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه با رجوع به استاندارد IEC 60364-6 انجام شود که الزامات اولیه و دوره‌ای تصدیق هر منصوب الکتریکی را فراهم می‌کند. این بند به‌طور خاص، الزامات تصدیق اولیه و دوره‌ای یک منصوب الکتریکی فتوولتائیک متصل به شبکه را فراهم می‌کند. هر جا اقتضا کند، به استاندارد IEC 60364-6 ارجاع می‌دهد و همچنین، الزامات و ملاحظات بیشتر برای تصدیق یک سامانه فتوولتائیک را تشریح می‌کند. تصدیق اولیه به‌محض تکمیل یک منصوب جدید یا تکمیل ضمایم یا تغییرات در منصوبات موجود انجام می‌شود. تصدیق دوره‌ای، تا آنجا که به‌طور منطقی عملی باشد، تعیین می‌کند که آیا منصوب و اجزای آن در شرایط رضایت‌بخشی برای استفاده باقی مانده‌اند.

یادآوری - نمونه برگه‌های آزمون تصدیق در پیوست‌های این استاندارد ارائه شده است.

##### ۵-۲ کلیات

هرگونه نصب زیرسامانه‌ها و اجزا باید در طول زمان نصب، تا آنجا که به‌طور منطقی عملی است، پس از تکمیل و پیش از آنکه توسط کاربر مورد استفاده قرار گیرد، با توجه به استاندارد IEC 60364-6 تصدیق شود. تصدیق اولیه باید شامل مقایسه نتایج با معیارهای مربوطه باشد تا مسجّل شود که الزامات استانداردهای IEC 60364 برآورده شده‌اند.

برای افزودن به یا تغییر در یک منصوب موجود، باید تصدیق شود که این افزودن یا تغییر مطابق با استاندارد IEC 60364 و به ایمنی منصوبات موجود آسیب نمی‌زند. تصدیق‌های اولیه و دوره‌ای باید توسط یک شخص ماهر و باتجربه که در امر تصدیق تخصص دارد، انجام شود.

### ۳-۵ بازرسی

#### ۱-۳-۵ کلیات

بازرسی باید مقدم بر آزمون باشد و به‌طور معمول باید پیش از برقرار کردن منصوب انجام شود. بازرسی باید مطابق الزامات IEC 60364-6 انجام شود. باید اطمینان حاصل کرد که بخش‌های زیر، به ویژه برای سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه، در فرآیند بازرسی گنجانده شوند:

#### ۲-۳-۵ بازرسی سامانه DC

بازرسی منصوب DC باید حداقل شامل تصدیق موارد زیر باشد:

الف) سامانه DC با توجه به الزامات استاندارد IEC 60364 به‌طور کلی، و IEC 60364-7-712 به‌طور خاص، طراحی، تعیین و نصب شده است.

ب) همه اجزای DC برای بهره‌برداری پیوسته در DC و بیشترین ولتاژ ممکن سامانه DC و بیشترین جریان خطای ممکن DC ارزیابی و تنظیم شده‌اند ( $V_{oc\ stc}$  تصحیح‌شده بر اساس محدوده دمای محلی و نوع مدول؛ و جریان در  $1/25$  برابر  $I_{sc\ stc}$  مطابق با IEC 60364-7-712.433:2002).

پ) حفاظت در سمت DC با استفاده از عایق‌بندی کلاس II یا معادل آن انجام شده است - بلی/خیر (کلاس II ارجح است - IEC 60364-7-712.413.2:2002).

ت) کابل‌های رشته فتوولتائیک، کابل‌های آرایه فتوولتائیک و کابل‌های اصلی DC فتوولتائیک به‌گونه‌ای انتخاب و نصب شده باشند که خطر ناشی از خطاهای زمین و اتصال کوتاه‌ها را به حداقل برسانند (IEC 60364-7-712.522.8.1:2002). به‌طور معمول، این هدف با استفاده از کابل‌هایی با عایق حفاظتی و تقویت‌شده حاصل می‌شود (که اغلب «عایق‌بندی مضاعف»<sup>۱</sup> نامیده می‌شود).

ث) سامانه‌های سیم‌کشی طوری انتخاب و نصب شده‌اند که در برابر تأثیرات مورد انتظار خارجی از قبیل باد، یخ‌زدگی، دما و تابش خورشید مقاومت کنند (IEC 60364-7-712.522.8.3:2002).

---

1- Double insulated



ج) برای سامانه‌های فاقد وسیله حفاظتی اضافه جریان رشته: تأیید شود که جریان نامی معکوس مدول ( $I_r$ ) بزرگتر از جریان معکوس ممکن، باشد؛ همچنین، تأیید شود که کابل‌های رشته به اندازه‌ای هستند که با بیشترین جریان خطای ترکیبی حاصل از رشته‌های موازی، مطابقت داشته باشد (IEC 60364-7-712.433:2002).

چ) برای سامانه‌های دارای وسیله حفاظتی اضافه جریان رشته: تأیید شود که وسیله‌های حفاظتی اضافه جریان رشته نصب هستند و به‌درستی بر طبق مقررات وزارت نیرو و برق منطقه‌ای یا دستورالعمل‌های سازنده برای حفاظت مدول‌های فتوولتائیک مطابق با یادآوری IEC 60364-7-712.433.2:2002 تعیین شده‌اند.

ح) تأیید شود که یک کلید قطع‌کننده DC در سمت DC اینورتر نصب شده باشد (IEC 60364-7-712.536.2.2.5:2002).

خ) اگر دیودهای سدکننده درست نصب شده‌اند، تصدیق شود که ولتاژ نامی معکوس آنها حداقل دو برابر  $V_{oc\ stc}$  رشته فتوولتائیکی باشد که دیودها به آن وصل شده‌اند (IEC 60364-7-712.512.1.1:2002).

د) اگر یکی از رساناهای DC به زمین متصل شده باشد، تصدیق شود که حداقل جدایی ساده بین بخش‌های AC و DC وجود دارد و این که اتصالات زمین طوری ساخته شده‌اند که مانع خوردگی است (IEC 60364-7-712.312.2:2002).

**یادآوری ۱- بازرسی سامانه DC نیازمند آگاهی از بیشترین ولتاژ و جریان سامانه است.**

- بیشترین ولتاژ سامانه تابعی از طراحی رشته / آرایه، ولتاژ مدار باز مدول‌ها ( $V_{oc}$ ) و یک ضریب برای لحاظ کردن تغییرات دما و تابش است.

- بیشترین جریان خطای ممکن، تابعی از طراحی رشته / آرایه، جریان اتصال کوتاه ( $I_{sc}$ ) مدول‌ها و یک ضریب برای لحاظ کردن تغییرات دما و تابش است (IEC 60364-7-712.433:2002).

**یادآوری ۲- در جایی که جریان نامی معکوس مدول ( $I_r$ ) توسط سازنده ارائه نشده، بهتر است مقدار آن  $1/35$  برابر مقدار نامی حفاظت اضافه جریان مدول‌ها در نظر گرفته شود.**

**یادآوری ۳- بهتر است حفاظت نامی اضافه جریان مدول همان مقداری اتخاذ شود که توسط سازنده بر طبق الزامات استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۱۲۷۴ ارائه شده است.**

### ۳-۳-۵ حفاظت در برابر اضافه ولتاژ / شوک الکتریکی

بازرسی سامانه فتوولتائیک باید حداقل، موارد زیر را تصدیق کند:

الف) تصدیق RCD<sup>۲</sup> نوع B: یک RCD نصب شده و اینورتر فتوولتائیک فاقد حداقل جدایی ساده بین بخش AC و DC است - طبق IEC 60755 (IEC 60364-7-712.413.1.1.1.2:2002) و شکل 712.1).

ب) برای کمینه‌کردن ولتاژهای القاء شده توسط صاعقه، تأیید شود که سطح همه حلقه‌های سیم‌کشی تا حد امکان کوچک نگه داشته شده‌اند (IEC 60364-7-712.444.4:2002).

---

1- corrosion  
2- Residual Current Device

پ) اگر مقررات وزارت نیرو و برق منطقه‌ای ملزم کرده باشد، تصدیق شود که رساناهای محافظ زمین قاب آرایه و/یا قاب مدول به‌درستی نصب و به زمین متصل شده‌اند. در جایی که رساناهای محافظ زمین و/یا رساناهای همبند هم‌پتانسیل نصب شده‌اند، تصدیق شود که این رساناها با کابل‌های DC، موازی و یک‌دسته شده‌اند (IEC 60364-7-712.54:2002).

#### ۵-۳-۴ سامانه AC

بازرسی سامانه فتوولتائیک باید حداقل، موارد زیر را تصدیق کند:  
الف) یک وسیله جداسازی اینورتر در سمت AC فراهم شده باشد.  
ب) همه وسایل جداسازی و کلیدزنی به‌نحوی متصل شده‌اند که منصوب فتوولتائیک به سمت «بار»، و تغذیه عمومی به سمت «منبع»، سیم‌کشی شده است (IEC 60364-7-712.536.2.2.1:2002).  
پ) پارامترهای عملیاتی اینورتر طبق مقررات وزارت نیرو و برق منطقه‌ای برنامه‌ریزی شده‌اند.

#### ۵-۳-۵ برچسب‌زنی و شناسایی

بازرسی سامانه فتوولتائیک باید حداقل، موارد زیر را تصدیق کند:  
الف) همه مدارها، وسایل حفاظتی، کلیدها و پایانه‌ها به‌صورت مناسبی برچسب زده شده‌اند.  
ب) همه جعبه‌اتصال‌های DC (جعبه‌های مولد فتوولتائیک و آرایه فتوولتائیک) دارای یک برچسب هشدار هستند که نشان می‌دهد بخش‌های فعال داخل جعبه‌ها از یک آرایه فتوولتائیک تغذیه می‌شوند و ممکن است هنوز بعد از جدا شدن از اینورتر فتوولتائیک و تغذیه عمومی، برقرار باشند.  
پ) کلید جداکننده AC اصلی به‌صورت واضح برچسب زده شده است.  
ت) برچسب‌های هشدار منبع تغذیه دوتایی در محل اتصال آنها نصب شده‌اند.  
ث) یک نقشه سیم‌کشی تک‌خطی در محل نصب، نمایش داده شده است.  
ج) تنظیمات حفاظتی اینورتر و مشخصات نصاب آن در محل نصب، نمایش داده شده است.  
چ) رویه‌های خاموش کردن اضطراری در محل نصب، نمایش داده شده است.  
ح) همه علائم و برچسب‌ها به‌صورت مناسب چسبانده شده و با دوام هستند.

#### ۵-۴ آزمون

#### ۵-۴-۱ کلیات

آزمون منصوبات الکتریکی باید بر طبق الزامات IEC 60364-6 انجام پذیرد.  
ابزارهای اندازه‌گیری و تجهیزات و روش‌های پایش باید مطابق بخش‌های مرتبط با IEC 61557 انتخاب شوند. اگر از تجهیزات اندازه‌گیری دیگری استفاده می‌شود، باید کارایی و ایمنی آن‌ها از درجه هم‌ارز باشند. روش‌های آزمون شرح داده‌شده در این بند، به‌عنوان روش‌های مرجع ارائه می‌شوند؛ روش‌های دیگری وجود دارد که در اینجا عنوان نشده‌اند، در حالی که اعتبار کمتری ندارند.

در صورتی که آزمونی مشخص کننده یک خطا باشد: هنگامی که آن خطا برطرف شد، باید همه آزمون‌های قبلی، در مواردی که این خطا روی نتایج آنها تأثیر می‌گذارد، تکرار شوند.

آزمون‌های زیر، در موارد مرتبط، باید انجام شود و بهتر است به ترتیب زیر صورت پذیرند:

الف) آزمون‌ها بر روی همه مدار(های) AC مطابق با الزامات IEC 60364-6.

پس از تکمیل آزمون‌های مدار(های) AC، باید آزمون‌های زیر روی مدار(های) DC که آرایه فتوولتائیک را شکل می‌دهند، انجام شود.

ب) پیوستگی رساناهای زمین حفاظتی و/یا رساناهای همبند هم‌پتانسیل، جایی که نصب شده است (بند ۴-۵-۲ را ببینید).

پ) آزمون قطبیت<sup>۱</sup> (بند ۴-۵-۳ را ببینید).

ت) آزمون ولتاژ مدار باز رشته (بند ۴-۵-۴ را ببینید).

ث) آزمون جریان اتصال کوتاه رشته (بند ۴-۵-۵ را ببینید).

ج) آزمون‌های عملکردی<sup>۲</sup> (بند ۴-۵-۶ را ببینید).

چ) مقاومت عایقی مدارهای DC (بند ۴-۵-۷ را ببینید).

در صورتی که هر آزمون مشخص کننده نقصی در تطابق با الزامات باشد، باید آن آزمون و هر یک از آزمون‌های قبلی که ممکن است تحت تأثیر این خطا قرار گرفته باشند، تکرار شوند.

#### ۴-۵-۲ پیوستگی رساناهای زمین حفاظتی و/یا رساناهای همبند هم‌پتانسیل

در جایی که رساناهای همبند یا حفاظتی، در سمت DC نصب شده‌اند، مانند همبند قاب آرایه، باید آزمون اتصال الکتریکی روی همه این رساناها انجام شود. همچنین، باید اتصال با پایانه اصلی زمین تأیید شود.

#### ۴-۵-۳ آزمون قطبیت

قطبیت همه کابل‌های DC باید با استفاده از دستگاه‌های آزمون مناسب تأیید شود. پس از اینکه قطبیت تأیید شد، کابل‌ها باید برای اطمینان از اینکه به‌درستی شناسایی شده‌اند و به‌درستی به وسایل سامانه مانند وسایل کلیدزنی یا اینورترها متصل شده‌اند، بررسی شوند.

یادآوری - به منظور ایمنی و جلوگیری از آسیب زدن به تجهیزات متصل، بسیار مهم است که بررسی قطبیت قبل از آزمون‌های دیگر و قبل از بستن کلیدها یا نصب وسایل حفاظتی اضافه جریان رشته، صورت پذیرد. اگر سامانه‌ای که از قبل متصل است بررسی شود و قطبیت معکوس یک رشته تشخیص داده شود، مهم است که مدول‌ها و دیودهای کنارگذر<sup>۳</sup> برای هر گونه صدمه ناشی از این خطا بررسی شوند.

---

1- Polarity  
2- Functional tests  
3- Bypass

#### ۴-۴-۵ رشته فتوولتائیک - اندازه‌گیری ولتاژ مدار باز

ولتاژ مدار باز هر رشته فتوولتائیک باید با استفاده از دستگاه‌های مناسب اندازه‌گیری شود. توصیه می‌شود قبل از بستن هر کلید یا نصب وسایل حفاظتی اضافه جریان رشته (در صورت وجود)، این اندازه‌گیری انجام شود. مقادیر اندازه‌گیری شده باید با مقادیر مورد انتظار مقایسه شوند. مقایسه با مقادیر مورد انتظار برای بررسی صحت نصب است، و معیاری برای عملکرد مدول یا آرایه نیست. تصدیق عملکرد مدول آرایه خارج از اهداف این استاندارد است.

برای سامانه‌هایی با چندین رشته یکسان و جایی که شرایط تابش پایدار وجود دارد، باید ولتاژهای بین رشته‌ها مقایسه شوند. این مقادیر باید یکسان (معمولاً حدود ۵٪ برای شرایط تابش پایدار) باشند. برای شرایط تابش ناپایدار، روش‌های زیر می‌تواند اتخاذ شود:

- مجاز است که آزمون به تأخیر بیفتد.
- آزمون‌ها می‌توانند با استفاده از چند وسیله اندازه‌گیری که یک وسیله اندازه‌گیری روی رشته مرجع باشد، انجام شوند.
- مجاز است که برای تنظیم مقایر خوانده‌شده، از یک وسیله اندازه‌گیری تابش استفاده شود.

**یادآوری -** ولتاژهای کمتر از مقدار مورد انتظار، ممکن است نشان‌دهنده اتصال یک یا چند مدول با قطبیت اشتباه، یا خطاهای ناشی از عایق‌بندی ضعیف، آسیب‌های بعدی و/یا انباشتگی آب در مجاری یا جعبه‌های اتصال باشد. قرائت ولتاژهای بالا معمولاً نتیجه اشتباهات سیم‌کشی است.

#### ۵-۴-۵ رشته فتوولتائیک - اندازه‌گیری جریان

##### ۱-۵-۴-۵ کلیات

همانند اندازه‌گیری‌های ولتاژ مدار باز، هدف از آزمون اندازه‌گیری جریان رشته فتوولتائیک، تأیید این است که خطاهای عمده در سیم‌کشی آرایه فتوولتائیک وجود ندارد. این آزمون‌ها نباید معیاری برای عملکرد مدول آرایه قرار گیرد.

دو روش آزمون امکان‌پذیر است و هر دو روش، اطلاعاتی از عملکرد رشته ارائه خواهد کرد. هر جا ممکن باشد، آزمون اتصال کوتاه ارجحیت دارد؛ چراکه این آزمون از هرگونه تأثیر اینورترها جلوگیری می‌کند.

##### ۲-۵-۴-۵ رشته فتوولتائیک - آزمون اتصال کوتاه

جریان اتصال کوتاه هر رشته فتوولتائیک باید با استفاده از دستگاه‌های آزمون مناسب سنجیده شود. ایجاد / قطع جریان‌های اتصال کوتاه رشته، بالقوه پر خطر است و باید از یک رویه آزمون مناسب، از قبیل آنچه در زیر تشریح شده است، پیروی شود.

مقادیر اندازه‌گیری شده باید با مقادیر مورد انتظار مقایسه شوند. برای سامانه‌هایی با رشته‌های متعدد کاملاً یکسان و جایی که شرایط تابش پایدار وجود دارد، باید اندازه جریان‌ها در تک‌تک رشته‌ها مقایسه شوند. این مقادیر باید یکسان باشند (معمولاً حدود ۵٪ برای شرایط تابش پایدار).

برای شرایط تابش ناپایدار، روش‌های زیر می‌تواند اتخاذ شود:

- مجاز است که آزمون به تأخیر بیفتد.
- آزمون‌ها می‌توانند با استفاده از چند وسیله اندازه‌گیری که یک وسیله اندازه‌گیری روی رشته مرجع باشد، انجام شوند.
- مجاز است که برای تنظیم مقایر خوانده‌شده، از یک وسیله اندازه‌گیری تابش استفاده شود.

#### ۵-۴-۵-۱ رویه آزمون اتصال کوتاه

اطمینان حاصل شود که همه رشته‌های فتوولتائیک از یکدیگر جدا شده‌اند و اینکه همه وسایل کلیدزنی و تجهیزات قطع، باز هستند.

باید یک اتصال کوتاه موقت به رشته تحت آزمون اعمال شود. این عمل می‌تواند با یکی از روش‌های زیر انجام شود:

الف) یک کابل اتصال کوتاه به‌طور موقت به وسیله کلیدزنی قطع بار که از قبل در مدار رشته وجود دارد، متصل شود.

ب) استفاده از «جعبه آزمون کلید اتصال کوتاه» - یک وسیله مجاز قطع بار است که می‌توان آن را به‌طور موقت، برای ایجاد یک اتصال کوتاه قابل قطع و وصل، به مدار اعمال کرد.

در هر یک از دو حالت، مقادیر اسمی تجهیزات کلیدزنی و رسانای اتصال کوتاه باید بزرگتر از مقادیر بالقوه جریان اتصال کوتاه و ولتاژ مدار باز باشند.

سپس جریان اتصال کوتاه می‌تواند با استفاده از آمپر متر انبری یا آمپر متر درون خط اندازه‌گیری شود. یادآوری - یک «جعبه کلید اتصال کوتاه»، قطعه‌ای از دستگاه آزمون است که می‌تواند برای آزمون‌های اتصال کوتاه و همچنین آزمون‌های عایقی آرایه استفاده شود (بند ۵-۴-۷ را ببینید).

#### ۵-۴-۵-۳ رشته فتوولتائیک - آزمون بهره‌برداری

وقتی که سامانه روشن است و در حالت بهره‌برداری عادی است (ردیابی نقطه توان حداکثر<sup>۲</sup> توسط اینورترها)، باید جریان هر رشته فتوولتائیک با استفاده از آمپر متر انبری مناسب که در دور کابل همان رشته قرار می‌گیرد، اندازه‌گیری شود.

---

1- Short circuit switch test box  
2- Maximum power point tracking

مقادیر اندازه‌گیری شده باید با مقادیر مورد انتظار مقایسه شوند. برای سامانه‌هایی با رشته‌های متعدد کاملاً یکسان و جایی که شرایط تابش پایدار وجود دارد، باید اندازه جریان‌ها در تک‌تک رشته‌ها مقایسه شوند. این مقادیر باید یکسان باشند (معمولاً حدود ۵٪ برای شرایط تابش پایدار).

برای شرایط تابش ناپایدار، روش‌های زیر می‌تواند اتخاذ شود:

- مجاز است که آزمون به تأخیر بیفتد.
- آزمون‌ها می‌توانند با استفاده از چند وسیله اندازه‌گیری که یک وسیله اندازه‌گیری روی رشته مرجع باشد، انجام شوند.
- مجاز است که برای تنظیم مقایر خوانده‌شده، از یک وسیله اندازه‌گیری تابش استفاده شود.

#### ۶-۴-۵ آزمون‌های عملیاتی

باید آزمون‌های عملیاتی زیر انجام شود:

الف) باید وسایل قطع<sup>۱</sup> و وصل و دستگاه‌های کنترلی دیگر که برای اطمینان از عملکرد صحیح و نصب و مناسب شده‌اند، مورد آزمون قرار گیرند.

ب) همه اینورترهای موجود در سامانه فتوولتائیک باید آزمون شوند تا از کارکرد صحیح آن اطمینان حاصل شود. رویه آزمون باید همان رویه تعریف شده توسط سازنده اینورتر باشد.

پ) یک آزمون قطع شبکه باید انجام شود: باید جداکننده<sup>۲</sup> اصلی AC، هنگامی که سامانه در حال بهره‌برداری می‌باشد باز شود - باید مشاهده شود که سامانه فتوولتائیک فوراً تولید را متوقف می‌کند (برای مثال روی صفحه نمایش دستگاه اندازه‌گیری). در ادامه، جداکننده AC باید دوباره بسته شود و مشاهده شود که سامانه به بهره‌برداری عادی باز می‌گردد.

یادآوری - آزمون قطع شبکه می‌تواند در شرایط تابش پایدار اصلاح شود. در چنین مواردی، قبل از باز کردن جداکننده AC اصلی، تا آنجا که در عمل ممکن است، بارهای داخل ساختمان، برای تطبیق با توان تولید شده توسط سامانه فتوولتائیک، می‌توانند انتخاب شوند.

#### ۷-۴-۵ آزمون مقاومت عایقی آرایه فتوولتائیک

##### ۱-۷-۴-۵ کلیات

مدارهای DC آرایه فتوولتائیک در طول روشنی روز برقدار هستند و بر خلاف یک مدار AC مرسوم نمی‌توانند قبل از انجام این آزمون جدا شوند.

انجام این آزمون به صورت بالقوه خطر شوک الکتریکی دارد، بنابراین بسیار مهم است که قبل از شروع به انجام هر کاری، دستورالعمل آن به طور کامل فهمیده شود. توصیه می‌شود که از اقدامات ایمنی اولیه زیر پیروی شود:

---

1- Switchgear  
2- Isolator

- دسترسی به ناحیه در حال کار را محدود کنید.
- هنگامی که آزمون عایقی را انجام می‌دهید هیچ سطح فلزی را لمس نکنید و اقدامات لازم برای ممانعت از برخورد هر بخش از بدن اشخاص با سطح فلزی را انجام دهید.
- هنگامی که آزمون عایقی را انجام می‌دهید پشت مدول/ صفحه<sup>۱</sup> یا پایه‌های مدول/ صفحه را لمس نکنید و اقدامات لازم برای ممانعت از برخورد هر بخش از بدن با این قسمت‌ها خود را انجام دهید.
- هر زمان که وسیله آزمون مقاومت عایقی برقرار شود، ولتاژ در منطقه آزمون وجود دارد. دستگاه باید قابلیت تخلیه خودکار داشته باشند.
- توصیه می‌شود لباس/ تجهیزات محافظ شخصی مناسب، در هنگام آزمون پوشیده شود.

**یادآوری** - برای بعضی از منصوبات، برای مثال سامانه‌های بزرگتر یا جایی که احتمال وجود خطاهای عایقی ناشی از نقص در نصب یا ساخت وجود دارد یا جایی که نتایج آزمون خشک مشکوک هستند، ممکن است آزمون عایقی مرطوب برای آرایه مناسب باشد. دستورالعمل آزمون عایقی مرطوب برای آرایه‌ها را می‌توان در استاندارد ASTM Std E 2047 در بخش روش آزمون برای آزمون یکپارچگی عایق مرطوب آرایه‌های فتوولتائیک پیدا کرد.

#### ۵-۴-۷-۲ آزمون مقاومت عایقی آرایه فتوولتائیک - روش آزمون

توصیه می‌شود این آزمون به عنوان کمینه بر روی تمام آرایه‌های فتوولتائیک تکرار شود. همچنین اگر نیاز باشد، تک تک رشته‌ها نیز آزمون شوند. دو روش آزمون امکان‌پذیر است:

روش آزمون ۱ - آزمون بین منفی آرایه و زمین و به دنبال آن آزمون بین مثبت آرایه و زمین.

روش آزمون ۲ - آزمون بین زمین و مثبت - منفی آرایه اتصال کوتاه شده.

در جایی که سازه/ قاب به زمین همبند شده است، ممکن است اتصال به زمین، از طریق هر زمین مناسب یا قاب آرایه برقرار شود (جایی که از قاب آرایه برای اتصال به زمین استفاده شده است، از وجود یک تماس خوب و نیز پیوستگی در سراسر قاب فلزی اطمینان حاصل کنید).

برای سامانه‌هایی که در آن‌ها قاب آرایه به زمین همبند نشده است (برای مثال جایی که منصوبات کلاس II وجود دارد) یک مهندس نصب و راه‌اندازی ممکن است دو آزمون را انجام دهد: الف) بین کابل‌های آرایه و زمین و علاوه بر آن، ب) بین کابل‌های آرایه و قاب.

برای آرایه‌هایی که بخش‌های رسانای قابل دسترس ندارند (برای مثال فتوولتائیک‌های بامی<sup>۲</sup>) آزمون باید بین کابل‌های آرایه و زمین ساختمان صورت پذیرد.

**یادآوری ۱** - جایی که روش آزمون ۲ اتخاذ می‌شود، برای حداقل کردن خطرات ناشی از قوس‌های الکتریکی توصیه می‌شود، کابل‌های مثبت و منفی آرایه به شیوه‌ای امن اتصال کوتاه شوند. معمولاً این کار با استفاده از یک جعبه کلید اتصال کوتاه مناسب حاصل می‌شود. چنین وسیله‌ای شامل کلید قطع‌کننده بار DC مجاز می‌باشد که می‌تواند به طور ایمن مدار اتصال کوتاه را قطع و وصل کند - بعد از این که کابل‌های آرایه به‌طور ایمن به جعبه کلید متصل شدند.

1- Laminate  
2- PV roof tiles

یادآوری ۲- رویه آزمون باید طوری طراحی شود که اطمینان حاصل شود، ولتاژ اوج یا قله از مقدار نامی مدول یا کابل فراتر نمی‌رود.

#### ۵-۴-۷-۳ مقاومت عایقی آرایه فتوولتائیک - رویه آزمون

قبل از شروع آزمون: دسترسی پرسنل غیرمجاز را محدود کنید. آرایه فتوولتائیک را از اینورتر جدا کنید (به طور معمول در کلید قطع کننده آرایه). هر قطعه‌ای از تجهیزات در جعبه‌های اتصال یا جمع‌کننده<sup>۱</sup> را که می‌تواند بر اندازه‌گیری عایق (برای مثال محافظ اضافه ولتاژ) تاثیر بگذارد، قطع کنید. جایی که از یک جعبه کلید اتصال کوتاه برای آزمون به روش ۲ استفاده می‌شود، توصیه می‌شود کابل‌های آرایه قبل از اینکه کلید اتصال کوتاه فعال شود، به‌طور ایمن به دستگاه اتصال کوتاه متصل شوند. دستگاه آزمون مقاومت عایقی، باید متناسب با روش آزمون انتخاب شده، بین زمین و کابل (های) آرایه متصل شود. توصیه می‌شود رابط برق آزمون<sup>۲</sup> قبل از انجام آزمون ایمن شود. دستورالعمل‌های دستگاه آزمون مقاومت عایقی را دنبال کنید تا مطمئن شوید که ولتاژ آزمون بر طبق جدول ۱ و قرائت بر حسب  $M\Omega$  است. مقاومت عایقی اندازه‌گیری شده با ولتاژ آزمون نشان داده شده در جدول ۱ وقتی قابل قبول است که در هر مدار، مقاومت عایقی کمتر از مقدار مناسب داده شده در جدول ۱ نباشد. مطمئن شوید که سامانه قبل از جدا کردن کابل‌های آزمون یا تماس با هر یک از بخش‌های رسانا، تخلیه الکتریکی<sup>۳</sup> شده است.

جدول ۱- مقادیر کمینه مقاومت عایقی

کمینه مقاومت عایقی $M\Omega$	ولتاژ آزمون V	ولتاژ سامانه $(V_{oc\ stc} \times 1.25)$ V	روش آزمون
۰٫۵	۲۵۰	< ۱۲۰	روش آزمون ۱
۱	۵۰۰	۱۲۰ - ۵۰۰	آزمون‌های جداگانه روی مثبت آرایه و منفی آرایه
۱	۱۰۰۰	> ۵۰۰	
۰٫۵	۲۵۰	< ۱۲۰	روش آزمون ۲
۱	۵۰۰	۱۲۰ - ۵۰۰	مثبت و منفی آرایه به هم اتصال کوتاه شده‌اند
۱	۱۰۰۰	> ۵۰۰	

- 
- 1- Combiner
  - 2- Test lead
  - 3- De energised



## ۵-۵ گزارش‌های تصدیق

### ۱-۵-۵ کلیات

باید پس از اتمام فرآیند تصدیق یک گزارش تهیه شود. این گزارش باید شامل اطلاعات زیر باشد:

- خلاصه اطلاعاتی که سامانه را شرح می‌دهد (اسم، آدرس و غیره).
  - لیستی از مدارهایی که مورد بازرسی و آزمون قرار گرفته‌اند.
  - یادداشتی از بازرسی.
  - یادداشتی از نتایج آزمون برای هر مدار آزمایش شده.
  - فاصله زمانی توصیه شده تا تصدیق بعدی.
  - امضای شخصی (اشخاصی) که تصدیق را به عهده گرفته است (اند).
- نمونه گزارش‌های تصدیق در پیوست‌های این استاندارد ارائه شده است.

### ۲-۵-۵ تصدیق اولیه

باید تصدیق یک منصوب جدید بر طبق الزامات بند ۵ این استاندارد انجام شود. گزارش تصدیق اولیه باید شامل اطلاعات تکمیلی درباره شخصی (اشخاصی) که مسئول طراحی، ساخت و تصدیق سامانه است (هستند) و محدوده مسئولیت‌های مربوط به آن (ها) باشد.

گزارش تصدیق اولیه باید برای فاصله زمانی بین بازرسی‌های دوره‌ای، پیشنهادی ارائه کند. این فاصله زمانی باید با توجه به نوع منصوبات و تجهیزات، نحوه استفاده و بهره‌برداری، تناوب و کیفیت تعمیر و نگهداری و تاثیرات خارجی که ممکن است در معرض آنها قرار گیرد، تعیین شود.

یادآوری - فاصله زمانی بین تصدیق‌ها با توجه به قوانین ملی، در صورت وجود، تعیین می‌شود.

### ۳-۵-۵ تصدیق دوره‌ای

تصدیق دوره‌ای منصوبات موجود باید با توجه به الزامات بند ۵ این استاندارد صورت پذیرد. باید نتایج و پیشنهادات تصدیق‌های دوره‌ای قبلی، در جایی که مقتضی است، در نظر گرفته شود.

باید یک گزارش تصدیق دوره‌ای تهیه شود و شامل لیستی از همه خطاها و پیشنهادات برای تعمیرات یا بهبود باشد (از قبیل ارتقاء سامانه به منظور برآورده کردن استانداردهای جاری).

پیوست الف  
(اطلاعاتی)

نمونه گواهی تصدیق

تصدیق اولیه تصدیق دوره‌ای	گواهی تصدیق سامانه فتوولتائیک
------------------------------	-------------------------------

شرح منصوب	
kWDC - توان نامی	
محل	
مدارهای آزمایش شده	

مشتری	
آدرس منصوب	
تاریخ آزمون	

شماره گزارش بازرسی بر اساس IEC 60364-6	
شماره گزارش آزمون بر اساس IEC 60364-6	
شماره گزارش بازرسی آرایه فتوولتائیک	
شماره گزارش آزمون آرایه فتوولتائیک	

نام و آدرس پیمانکاران	
-----------------------	--

طراحی، ساخت، بازرسی و آزمون	
<p>من/ما شخصی (اشخاصی) هستیم (هستیم) که مسئولیت طراحی، ساخت، بازرسی و آزمایش کردن منصوبات الکتریکی که ویژگی‌های آن در بالا شرح داده شده است را با استناد به امضا(های) به‌عهده گرفته و همه مهارت و دقت خود را هنگام انجام دادن طراحی، ساخت، بازرسی و آزمون به خدمت گرفته‌ام (ایم). بدین وسیله گواهی می‌شود که کار ذکر شده، که من/ما مسئول آن بودم(بودیم) با استفاده از همه دانش و اطلاعات خود(مان)، مطابق با ..... است.</p>	
<p>توصیه می‌شود بازرسی بعدی دیرتر از ..... نباشد.</p>	
<p>امضا (ها) نام و نام خانوادگی (ها) تاریخ</p>	<p>نظرات:</p> <p>(مسئولیت امضاء(ها) به کار شرح داده شده در بالا محدود می‌شود)</p>

پیوست ب  
(اطلاعاتی)

نمونه گزارش بازرسی

گزارش بازرسی سامانه فتوولتائیک		تصدیق اولیه تصدیق دوره‌ای
آدرس منصوب:	شماره:	
	تاریخ:	
مدارهای بازرسی شده:	بازرس:	

کلیات

تمام سامانه با توجه به الزامات IEC 60364-6 بررسی شده و یک گزارش بازرسی برای برآورده کردن الزامات IEC 60364-6 به آن پیوست شده است.

نصب و طراحی آرایه فتوولتائیک

سامانه DC به طور کلی طبق الزامات استاندارد IEC 60364 و به طور خاص طبق IEC 60364-7-712 طراحی، تعیین و نصب شده است.

اجزای DC برای کار پیوسته DC در نظر گرفته شده‌اند.

اجزای DC برای جریان و ولتاژ حداکثر در نظر گرفته شده‌اند  $V_{oc\ stc}$  براساس مقدار محدوده دمای محلی و نوع مدول تصحیح شده و مقدار جریان ۲۵٪ برابر  $I_{sc\ stc}$  است. طبق - (IEC 60364-7-712.433:2002)

حفاظت با استفاده از عایق کلاس II یا عایق معادل آن در سمت DC انجام شده است. - بلی / خیر  
(کلاس II ارجحیت دارد - IEC 60364-7-712.413.2:2002)

کابل‌های رشته فتوولتائیک، کابل‌های آرایه فتوولتائیک و کابل‌های DC اصلی فتوولتائیک به گونه‌ای انتخاب و نصب شده‌اند تا خطرات ناشی از خطاهای زمین و اتصال کوتاه‌ها را حداقل کنند (- IEC 60364-7-712.522.8.1:2002).

سامانه‌های سیم‌کشی به گونه‌ای انتخاب و نصب شده‌اند تا در برابر تاثیرات مورد انتظار خارجی از قبیل باد، یخ‌زدگی، دما و تابش خورشید مقاوم باشند (IEC 60364-7-712.522.8.3:2002).

سامانه‌های فاقد وسیله حفاظتی اضافه جریان رشته: ابعاد کابل‌های رشته برای پذیرش بیشترین جریان خطای جمع شده از رشته‌های موازی در نظر گرفته شده‌اند (IEC 60364-7-712.433.2:2002)

سامانه‌های دارای وسیله حفاظتی اضافه جریان رشته: وسیله‌های حفاظتی اضافه جریان رشته بر طبق نظامنامه‌های وزارت نیرو و برق منطقه‌ای یا دستورالعمل‌های سازنده مدول فتوولتائیک بر طبق یادآوری IEC 60364-7-712.433.2:2002، به‌طور صحیح، تعیین شده‌اند.

کلید قطع کننده DC در سمت DC اینورتر نصب شده‌است (IEC 60364-7-712.536.2.2.5:2002).

در صورت نصب بودن دیودهای سدکننده، تأیید شود که ولتاژ نامی معکوس آنها حداقل ۲ برابر  $V_{oc\ stc}$  رشته فتوولتائیکی است که در آن نصب شده‌اند، (IEC 60364-7-712.512.1.1:2002).

در صورت متصل بودن یکی از رساناهای DC به زمین، تأیید شود که حداقل یک جدایی ساده بین بخش‌های AC و DC وجود دارد و آن اتصالات زمین به گونه‌ای ساخته شده‌اند که مانع از خوردگی است (IEC 60364-7-712.312.2:2002).

#### سامانه فتوولتائیک - حفاظت در برابر اضافه ولتاژ/شوک الکتریکی

در صورت نصب بودن یک RCD (وسیله تشخیص جریان نشتی) و عدم وجود حداقل یک جدایی ساده بین بخش AC و بخش DC اینورتر فتوولتائیک:

آیا RCD نوع B بر طبق استاندارد ایران-آی ای سی تی آر ۶۰۷۵۵ (IEC 60364-7-712.413.1.1.1.2:2002) و شکل 712.1) است؟ سطح همه حلقه‌های ناشی از سیم‌کشی تا آنجا که ممکن است کوچک نگاه داشته شده‌است (IEC 60364-7-712.444.4:2002).

همبند هم‌پتانسیل برای قاب آرایه نصب شده است (برابر دستورالعمل‌های وزارت نیرو و برق منطقه‌ای) رساناهای همبند هم‌پتانسیل در جایی که نصب شده‌اند، موازی با کابل‌های DC قرار گرفته و با آنها دسته‌بندی شده‌اند.

#### سامانه فتوولتائیک - ملاحظات خاص مدار AC

تجهیزات جداسازی اینورتر در سمت AC فراهم شده‌است.

تجهیزات جداسازی و کلیدزنی به گونه‌ای متصل شده‌اند که منصوب فتوولتائیک در سمت بار و تغذیه عمومی در سمت منبع سیم‌کشی شده است (IEC 60364-7-712.536.2.2.1:2002).

تنظیمات جهت حفاظت اینورتر بر طبق مقررات وزارت نیرو و برق منطقه‌ای برنامه‌ریزی انجام شده‌است.

#### سامانه فتوولتائیک - برچسب‌زنی و شناسایی

همه مدارها، وسایل حفاظتی، کلیدها و پایانه‌ها به‌طور مناسب برچسب زده شده‌اند.

همه جعبه‌های اتصال DC (جعبه‌های اتصال ژنراتور فتوولتائیک و آرایه فتوولتائیک) شامل یک برچسب هشدار هستند و نشان می‌دهند قطعات فعال داخل جعبه‌ها از یک آرایه فتوولتائیک تغذیه می‌شوند و ممکن است همچنان بعد از جداسازی از اینورتر فتوولتائیک و تغذیه عمومی برقرار باشند. جدا کننده اصلی AC به طور مشخص برچسب زده شده است. برچسب‌های هشدار دهنده تغذیه دوتایی (از دو منبع)، در نقطه اتصال داخلی نصب شده‌اند. نقشه سیم‌کشی تک‌خطی در محل نمایش داده شده است. تنظیمات حفاظتی اینورتر و مشخصات نصب کننده در محل نمایش داده شده است. روش‌های خاموش کردن اضطراری در محل نمایش داده شده است. همه علامت‌ها و برچسب‌ها به طور مناسبی چسبانده شده و با دوام هستند.

#### سامانه فتوولتائیک - نصب و راه‌اندازی کلی (مکانیکی)

گردش هوا، برای جلوگیری از گرم شدن بیش از حد/خطر آتش‌سوزی در پشت آرایه فراهم شده است. مواد و قاب آرایه ضد خوردگی هستند. قاب آرایه به طور صحیح تثبیت شده و پایدار است. تثبیت‌کنندگان بام در برابر تغییرات آب و هوایی مقاوم هستند. کابل ورودی در برابر تغییرات آب و هوایی مقاوم باشد.

پیوست پ  
(اطلاعاتی)

نمونه گزارش آزمون آرایه فتوولتائیک

تصدیق تصدیق دوره‌ای	گزارش آزمون آرایه فتوولتائیک
------------------------	------------------------------

شماره:	آدرس منصوب:
تاریخ:	
بازرس:	شرح کار تحت آزمون:
تجهیزات آزمون:	

n	۴	۳	۲	۱	رشته	
					مدول	آرایه
					تعداد	
					Voc (stc)	مشخصات آرایه (همانگونه که تعیین شده)
					Isc (stc)	
					نوع	وسیله حفاظتی اضافه جریان رشته
					جریان نامی (A)	
					ولتاژ نامی (V)DC	
					ظرفیت (kA)	
					نوع	سیم‌کشی
					فاز (mm <sup>2</sup> )	
					زمین (mm <sup>2</sup> )	
					Voc (V)	آزمون رشته
					Isc (A)	
					تابش	
						بررسی قطبیت

						ولتاژ آزمون (V)	مقاومت عایقی آرایه
						مثبت-زمین (MΩ)	
						منفی-زمین (MΩ)	
							پیوستگی زمین (جایی که اتصال زمین وجود دارد)
							صحت عملکرد وسایل قطع و وصل
							سازنده/مدل <sup>۱</sup> اینورتر
							شماره سریال اینورتر
							صحت عملیات اینورتر
							آزمون قطع شبکه

نظرات
-------

## پیوست ت (اطلاعاتی)

### رویه بازرسی آرایه فتوولتائیک با استفاد از دوربین مادون قرمز

#### ت-۱ کلیات

هدف از بازرسی با دوربین مادون قرمز<sup>۱</sup> (IR) تشخیص تغییرات دمای غیر معمول در مدول‌های فتوولتائیک در حال کار در محوطه است. چنین تغییرات دمایی ممکن است نشان‌دهنده مشکلات در مدول‌ها و/یا آرایه از قبیل سلول‌های بایاس معکوس، خرابی دیود کنارگذر، خرابی لحیم‌کاری اتصالات، اتصالات ضعیف و شرایط دیگری که منجر به دمای موضعی بالا در حین کار، باشد. این بازرسی می‌تواند به عنوان بخشی از یک فرآیند تصدیق اولیه یا دوره‌ای گنجانده شود. همچنین ممکن است برای حل مشکلات مشکوک در یک مدول، رشته یا آرایه، مورد استفاده قرار گیرد.

#### ت-۲ رویه

برای بازرسی به‌وسیله دوربین مادون قرمز، آرایه باید در حالت کار عادی باشد (ردیابی توان بیشینه). تابش در سطح آرایه باید بیشتر از  $400 \text{ W/m}^2$  و شرایط جوی پایدار باشد. به طور ایده‌آل، برای اطمینان از وجود جریان کافی به منظور ایجاد اختلاف دمای قابل تشخیص، تابش باید نسبتاً ثابت و بیشتر از  $600 \text{ W/m}^2$  در سطح آرایه باشد.

بسته به ساختمان مدول و پیکربندی استقرار آن، تعیین کنید که کدام سمت مدول بیشترین تصویر حرارتی قابل تشخیص را تولید می‌کند (ممکن است نیاز باشد که رویه برای هر سمت تکرار شود). هر مدول موجود در آرایه یا زیرآرایه را بررسی کنید و توجه ویژه‌ای به دیودهای سدکننده، جعبه‌های اتصال، اتصالات الکتریکی یا هر مشکل آرایه‌ای ویژه که شناسایی شده و اختلاف دمای محسوسی با محیط مجاور خود دارند، معطوف کنید.

باید توجه شود که در جایی که بررسی از روبه‌روی آرایه انجام می‌شود، اطمینان حاصل شود که دوربین و کاربر به روی ناحیه تحت بررسی سایه ایجاد نمی‌کنند.

**یادآوری:** مشاهده آرایه از پشت، تداخل نور منعکس شده از شیشه مدول را حداقل می‌کند ولی مشاهده آن از روبه‌رو معمولاً به دلیل رسانایی حرارتی شیشه تصاویر قابل تشخیص بهتری ایجاد می‌کند.

---

1- Infrared camera



### ت-۳ تفسیر نتایج

#### ت-۳-۱ کلیات

این آزمون در درجه اول به دنبال تغییرات دمای غیرعادی در آرایه است. بنابراین توصیه می‌شود، تغییرات طبیعی درجه حرارت ناشی از نقاط استقرار، کاغذهای برچسب و بخش‌های دیگر برای اجتناب از ثبت تغییرات طبیعی دما شناسایی شوند.

در طول یک روز، دمای متوسط یک آرایه فتوولتائیک به‌طور کاملاً چشم‌گیری تغییر خواهد کرد. بنابراین یک استاندارد دمایی مطلق، برای شناسایی ناهنجاری‌ها به تنهایی مفید نیست. اختلاف دمای بین نقطه داغ و آرایه‌ای که به صورت عادی کار می‌کند، بیشترین اهمیت را دارد. باید توجه شود که دمای آرایه تابعی از تابش، سرعت باد و دمای محیط است که به‌مقدار قابل توجهی در طول ساعات روشنی روز تغییر می‌کند.

محل‌هایی که دمای بالایی دارند را، در محل آنها یا خود قطعه مشکوک، یا روی نقشه‌های چیدمان آرایه / رشته به‌طور واضح علامت‌گذاری کنید. هرگونه گرمای غیرمعتاد را برای تعیین علت (علل) ممکن، بررسی کنید. از بازرسی دیداری (در سطح رشته و مدول) و آزمون‌های الکتریکی برای بررسی استفاده کنید. ممکن است در بعضی موارد مقایسه منحنی I-V یک یا چند مدول که دارای تغییرات دمایی نامتعارف است با منحنی I-V یک مدول که فاقد تغییرات دمایی غیرمعتاد می‌باشد، یک ابزار مفید باشد.

در بعضی شرایط تکرار کردن بررسی روی بخشی از آرایه که مدار باز شده است ممکن است حاوی اطلاعات مفیدی باشد. جهت تعادل دمایی، حداقل ۱۵ دقیقه بعد از باز کردن مدار آرایه منتظر بمانید. رشته‌های مدول که تصویر مادون قرمز آن‌ها تغییر نمی‌کند قادر نیستند جریان تحت شرایط بار تولید کنند.

#### ت-۳-۲ نقاط داغ مدول

باید دمای مدول نسبتاً یکنواخت و فاقد مناطقی با اختلاف دمای عمده باشد. اگرچه انتظار می‌رود به دلیل عدم هدایت مطلوب گرما به محیط مجاور، اطراف جعبه اتصال داغ‌تر از بخش‌های دیگر مدول باشد. همچنین تغییر درجه حرارت برای مدول‌های فتوولتائیک در لبه‌ها و تکیه‌گاه‌ها، طبیعی است.

وجود یک نقطه داغ در هر جای دیگر مدول معمولاً نشان دهنده یک مشکل الکتریکی، احتمالاً عدم تطابق مقاومت سری، مقاومت موازی یا سلول فتوولتائیک است. در هر حالت، عملکرد همه مدول‌هایی که نقطه (نقاط) با داغی قابل توجه نشان می‌دهند را بررسی کنید. ممکن است بازرسی چشمی علائم گرمای بیش از حد مانند یک منطقه قهوه‌ای رنگ یا تغییر رنگ داده شده را نشان دهند.

#### ت-۳-۳ دیوده‌های کنارگذر

اگر هر یک از دیوده‌های کنارگذر داغ هستند، برای یافتن دلایل واضح مانند سایه یا خاک و شن به‌روی مدول حفاظت شده با دیود، آرایه را بررسی کنید. اگر دلیل واضحی وجود ندارد، به یک مدول خراب مظنون شوید.

### ت-۳-۴ اتصالات کابل

اتصالات در سیم‌های بین مدول‌ها نبایستی به میزان قابل توجهی داغ‌تر از خود سیم باشد. اگر اتصالات داغ‌تر شدند بررسی شود که اتصالات شل نشده یا خوردگی نداشته باشند.