



جمهوری اسلامی ایران

Islamic Republic of Iran

سازمان ملی استاندارد ایران

Iranian National Standardization Organization



استاندارد ملی ایران

۱۱۸۵۸-۲

چاپ اول

۱۳۹۶

INSO

11858-2

1st Edition

2018

Identical with
IEC TS 61724-2:
2016

عملکرد سامانه فتوولتائیک -

قسمت ۲: روش ارزیابی ظرفیت

Photovoltaic system performance-

Part 2: Capacity evaluation method

ICS: 27.160

استاندارد ملی ایران شماره ۲-۱۱۸۵۸ (چاپ اول): سال ۱۳۹۶

سازمان ملی استاندارد ایران

تهران، ضلع جنوب غربی میدان ونک، خیابان ولیعصر، پلاک ۲۵۹۲

صندوق پستی: ۶۱۳۹-۱۴۱۵۵ تهران- ایران

تلفن: ۵-۸۸۸۷۹۴۶۱

دورنگار: ۸۸۸۸۷۰۸۰ و ۸۸۸۸۷۱۰۳

کرج، شهر صنعتی، میدان استاندارد

صندوق پستی: ۱۶۳-۳۱۵۸۵ کرج - ایران

تلفن: ۸-۳۲۸۰۶۰۳۱ (۰۲۶)

دورنگار: ۳۲۸۰۸۱۱۴ (۰۲۶)

رایانامه: standard@isiri.gov.ir

وبگاه: <http://www.isiri.gov.ir>

Iranian National Standardization Organization (INSO)

No. 2592 Valiasr Ave., South western corner of Vanak Sq., Tehran, Iran

P. O. Box: 14155-6139, Tehran, Iran

Tel: + 98 (21) 88879461-5

Fax: + 98 (21) 88887080, 88887103

Standard Square, Karaj, Iran

P.O. Box: 31585-163, Karaj, Iran

Tel: + 98 (26) 32806031-8

Fax: + 98 (26) 32808114

Email: standard@isiri.gov.ir

Website: <http://www.isiri.gov.ir>

به نام خدا

آشنایی با سازمان ملی استاندارد ایران

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

تدوین استاندارد در حوزه‌های مختلف در کمیسیون‌های فنی مرکب از کارشناسان سازمان، صاحب‌نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می‌شود و کوششی همگام با مصالح ملی و با توجه به شرایط تولیدی، فناوری و تجاری است که از مشارکت آگاهانه و منصفانه صاحبان حق و نفع، شامل تولیدکنندگان، مصرف‌کنندگان، صادرکنندگان و واردکنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان‌های دولتی و غیردولتی حاصل می‌شود. پیش‌نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی‌نفع و اعضای کمیسیون‌های مربوط ارسال می‌شود و پس از دریافت نظرها و پیشنهادهای در کمیته ملی مرتبط با آن رشته طرح و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی (رسمی) ایران چاپ و منتشر می‌شود.

پیش‌نویس استانداردهایی که مؤسسات و سازمان‌های علاقه‌مند و ذی‌صلاح نیز با رعایت ضوابط تعیین شده تهیه می‌کنند در کمیته ملی طرح، بررسی و در صورت تصویب، به‌عنوان استاندارد ملی ایران چاپ و منتشر می‌شود. بدین ترتیب، استانداردهایی ملی تلقی می‌شود که بر اساس مقررات استاندارد ملی ایران شماره ۵ تدوین و در کمیته ملی استاندارد مربوط که در سازمان ملی استاندارد ایران تشکیل می‌شود به تصویب رسیده باشد.

سازمان ملی استاندارد ایران از اعضای اصلی سازمان بین‌المللی استاندارد (ISO)^۱، کمیسیون بین‌المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین‌المللی اندازه‌شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به‌عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می‌کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی‌های خاص کشور، از آخرین پیشرفت‌های علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین‌المللی بهره‌گیری می‌شود.

سازمان ملی استاندارد ایران می‌تواند با رعایت موازین پیش‌بینی شده در قانون، برای حمایت از مصرف‌کنندگان، حفظ سلامت و ایمنی فردی و عمومی، حصول اطمینان از کیفیت محصولات و ملاحظات زیست‌محیطی و اقتصادی، اجرای بعضی از استانداردهای ملی ایران را برای محصولات تولیدی داخل کشور و/یا اقلام وارداتی، با تصویب شورای عالی استاندارد، اجباری کند. سازمان می‌تواند به منظور حفظ بازارهای بین‌المللی برای محصولات کشور، اجرای استانداردهای کالاهای صادراتی و درجه‌بندی آن را اجباری کند. همچنین برای اطمینان بخشیدن به استفاده‌کنندگان از خدمات سازمان‌ها و مؤسسات فعال در زمینه مشاوره، آموزش، بازرسی، ممیزی و صدور گواهی سیستم‌های مدیریت کیفیت و مدیریت زیست‌محیطی، آزمایشگاه‌ها و مراکز واسنجی (کالیبراسیون) وسایل سنجش، سازمان ملی استاندارد این‌گونه سازمان‌ها و مؤسسات را بر اساس ضوابط نظام تأیید صلاحیت ایران ارزیابی می‌کند و در صورت احراز شرایط لازم، گواهینامه تأیید صلاحیت به آن‌ها اعطا و بر عملکرد آن‌ها نظارت می‌کند. ترویج دستگاه بین‌المللی یکاها، 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 (Organisation Internationale de Metrologie Legals)

4- Contact point

5- Codex Alimentarius Commission

کمیسیون فنی تدوین استاندارد

«عملکرد سامانه فتوولتائیک - قسمت ۲: روش ارزیابی ظرفیت»

(چاپ اول)

رئیس:

شربت، سمانه
(دکتری مهندسی برق - الکترونیک)

سمت و/یا محل اشتغال:

عضو هیات علمی گروه مهندسی برق دانشگاه سمنان

دبیر:

طاهری، فاطمه
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

کارشناس استاندارد - اداره کل استاندارد استان سمنان

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

آل بویه، حسن
(کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - سیستم‌های اقتصادی)

نماینده سازمان صنعت، معدن و تجارت استان سمنان

افتخاری ممقانی، عباس
(دکتری مهندسی برق - الکترونیک)

مدیر عامل - شرکت الکترونیک سازان

بخشی، علی
(دکتری مهندسی برق - کنترل)

مجری طرح کنترل - پژوهشگاه نیرو

بصیری، علی اکبر
(کارشناسی مهندسی برق - قدرت)

مدیر دفتر تحقیقات - شرکت توزیع نیروی برق استان مرکزی

پیرزادی، مهران
(کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت)

عضو مستقل

خالصی، حمیدرضا
(کارشناسی مهندسی برق - الکترونیک)

عضو شورای راهبردی گروه پایش و کنترل نیروگاه -
پژوهشگاه نیرو

دائیان، محمدعلی
(کارشناسی مهندسی برق - کنترل)

کارشناس استاندارد - اداره کل استاندارد استان سمنان

رستگار، مهدی
(کارشناسی مهندسی کامپیوتر - سخت افزار)

مدیر فنی - شرکت فراز پنداران آریا موج

اعضا: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

کارشناس مطالعات شبکه- شرکت توزیع برق استان سمنان	شفیعی، محمدرضا (کارشناسی ارشد مهندسی برق- کنترل)
مدیر کنترل کیفیت- شرکت سامان لامپ	علی‌زاده آوینی، حسین (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)
مدیر ارشد برنامه‌ریزی فنی- شرکت برق منطقه‌ای استان سمنان	فخاریان، مجید (کارشناسی مهندسی برق- مخابرات)
دانشیار و عضو هیات علمی گروه مهندسی برق- دانشگاه اراک	قدیمی، علی اصغر (دکتری مهندسی برق- قدرت)
مسئول آزمایشگاه تست میدانی خورشیدی- پژوهشگاه نیرو	محقق دولت‌آبادی، سعید (کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک)
رئیس گروه هماهنگی استانداردهای بین‌المللی برق، الکترونیک و مخابرات- سازمان ملی استاندارد ایران	مرتضوی، سید مهدی (دکتری مهندسی برق- الکترونیک)
رئیس گروه مطالعات ارزیابی و فن‌آوری‌های انرژی خورشیدی- سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا)	منشی پور، سمیرا (کارشناسی ارشد مهندسی صنایع- سیستم‌ها و بهره‌وری)

ویراستار:

کارشناس استاندارد- بازنشسته سازمان ملی استاندارد ایران	دیانت شعار، نوشین (کارشناسی ارشد مهندسی برق- الکترونیک)
--	--

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ح	پیش‌گفتار
ط	مقدمه
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۲	۲ مراجع الزامی
۲	۳ اصطلاحات و تعاریف
۶	۴ دامنه، برنامه زمانی و مدت زمان آزمون
۷	۵ تجهیزات و اندازه‌گیری
۹	۶ رویه
۹	۱-۶ مستندسازی اهداف عملکرد تحت شرایط کارکرد نامحدود و محدود
۹	۱-۱-۶ کلیات
۹	۲-۱-۶ تعریف محدوده آزمون هم‌سو با محدوده سامانه موردنظر
۹	۳-۱-۶ تعریف شرایط مرجع برای کارکرد نامحدود
۱۰	۴-۱-۶ تعریف عملکرد هدف تحت شرایط کارکرد نامحدود و محدود
۱۱	۵-۱-۶ تعریف وابستگی دمایی خروجی نیروگاه تحت شرایط نامحدود
۱۱	۶-۱-۶ تعریف وابستگی میزان تابش
۱۲	۷-۱-۶ تعریف عملکرد هدف در شرایط کارکرد محدود
۱۲	۸-۱-۶ تعریف عدم قطعیت
۱۳	۲-۶ اندازه‌گیری داده‌ها
۱۳	۱-۲-۶ کلیات
۱۳	۲-۲-۶ بررسی داده‌ها برای هر رشته داده
۱۶	۳-۲-۶ سایه‌اندازی حسگر تابشی
۱۶	۴-۲-۶ دقت کالیبراسیون
۱۶	۵-۲-۶ استفاده از داده‌های حسگرهای چندگانه
۱۷	۶-۲-۶ کارکرد نامحدود و کارکرد محدود هنگامی که حد خروجی اینورتر به دست آید
۱۷	۳-۶ محاسبه ضریب تصحیح
۱۷	۱-۳-۶ کلیات
۱۷	۲-۳-۶ اندازه‌گیری ورودی‌ها
۱۷	۳-۳-۶ بررسی کیفیت داده‌ها

صفحه	عنوان
۱۷	۴-۳-۶ محاسبات ضریب تصحیح برای هر نقطه اندازه‌گیری
۱۸	۵-۳-۶ اصلاح توان خروجی اندازه‌گیری شده
۱۸	۶-۳-۶ میانگین مقادیر توان تصحیح شده
۱۸	۷-۳-۶ تجزیه و تحلیل اختلافات
۱۸	۴-۶ مقایسه توان اندازه‌گیری شده با عملکرد هدف
۱۹	۵-۶ تحلیل عدم قطعیت
۲۱	۷ مستندسازی روند آزمون
۲۲	۸ گزارش آزمون
۲۴	پیوست الف (آگاهی‌دهنده) یک نمونه مدل برای محاسبات دمای مدول
۲۸	پیوست ب (آگاهی‌دهنده) یک نمونه مدل برای توان سامانه
۳۰	پیوست پ (آگاهی‌دهنده) جهت‌گیری ناسازگار آرایه
۳۱	کتاب‌نامه

پیش‌گفتار

استاندارد «عملکرد سامانه فتوولتائیک-قسمت ۲: روش ارزیابی ظرفیت» که پیش‌نویس آن در کمیسیون‌های مربوط بر مبنای پذیرش استانداردهای بین‌المللی به‌عنوان استاندارد ملی ایران به روش اشاره شده در مورد الف، بند ۷، استاندارد ملی ایران شماره ۵ تهیه و تدوین شده، در نود و ششمین اجلاس کمیته ملی انرژی مورخ ۱۳۹۶/۱۱/۰۳ تصویب شد. اینک این استاندارد به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران، مصوب بهمن ماه ۱۳۷۱، به‌عنوان استاندارد ملی ایران منتشر می‌شود.

این استاندارد یکی از استانداردهای تفکیک شده از استاندارد ملی ایران شماره ۱۱۸۵۸ : سال ۱۳۸۸، پایش عملکرد سامانه فتوولتائیک- رهنمودهایی برای اندازه‌گیری، تبادل و تجزیه و تحلیل داده‌ها است که با انتشار تمامی مجموعه استانداردهای تفکیک شده از استاندارد مزبور، آن استاندارد باطل خواهد شد و استانداردهای تفکیک شده جایگزین آن می‌شوند.

استانداردهای ملی ایران بر اساس استاندارد ملی ایران شماره ۵ (استانداردهای ملی ایران- ساختار و شیوه نگارش) تدوین می‌شوند. برای حفظ همگامی و هماهنگی با تحولات و پیشرفت‌های ملی و جهانی در زمینه صنایع، علوم و خدمات، استانداردهای ملی ایران در صورت لزوم تجدیدنظر خواهند شد و هر پیشنهادی که برای اصلاح یا تکمیل این استانداردها ارائه شود، در هنگام تجدیدنظر در کمیسیون فنی مربوط، مورد توجه قرار خواهد گرفت. بنابراین، باید همواره از آخرین تجدیدنظر استانداردهای ملی ایران استفاده کرد.

این استاندارد ملی بر مبنای پذیرش استاندارد بین‌المللی زیر به روش «معادل یکسان» تهیه و تدوین شده و شامل ترجمه تخصصی کامل متن آن به زبان فارسی می‌باشد و معادل یکسان استاندارد بین‌المللی مزبور است:

IEC TS 61724-2: 2016, Photovoltaic system performance – Part 2: Capacity evaluation method

مقدمه

این استاندارد یک قسمت از مجموعه استانداردهای ملی ایران شماره ۱۱۸۵۸ است. سایر قسمت‌های این مجموعه عبارتند از:

- Part 1: monitoring
- Part 3: energy evaluation method

عملکرد یک سامانه فتوولتائیک (PV)^۱ به آب‌وهوا، اثرات فصلی و سایر عوامل دوره‌ای بستگی دارد، بنابراین انتظار می‌رود که اندازه‌گیری عملکرد یک سامانه PV نتایج متغیری در برداشته باشد استاندارد IEC 62446-1 روندی برای اطمینان از اینکه مجموعه به درستی بنا شده است را شرح می‌دهد، اما سعی بر تایید ویژگی‌های طراحی خروجی مجموعه را ندارد. استاندارد IEC 61724-1، تعریفی از داده‌های مبتنی بر عملکرد را که ممکن است جمع‌آوری شوند ارائه می‌کند، اما نحوه تجزیه و تحلیل آن داده‌ها را نسبت به عملکرد پیش‌بینی شده مشخص نمی‌کند. استاندارد ASTM E2848-13 روشی برای تعیین خروجی توان یک سامانه فتوولتائیک را بر اساس روش خطی‌سازی^۲ بیان می‌کند. استاندارد IEC TS 61724-3 یک آزمون یک ساله که عملکرد سامانه را در طیف وسیعی از شرایط عملیاتی ارزیابی می‌کند و روشی ارجح برای ارزیابی عملکرد سامانه است، بیان می‌کند. با این حال ضروری است که عملکرد مجموعه را بتوان با یک آزمون کوتاه‌تر تعیین نمود حتی اگر عدم اطمینان بیشتری در مورد آن آزمون وجود داشته باشد. این قسمت از استاندارد برای تکمیل ارزیابی در زمان کوتاه به‌عنوان مکمل استاندارد IEC TS 61724-3 طراحی شده است. به‌عنوان یک آزمون ظرفیت در یک مجموعه مشخص از شرایط مرجع (که می‌تواند از شرایط آزمون استاندارد که برای تسهیل اندازه‌گیری‌های داخلی طراحی شده است متفاوت باشد) توان اندازه‌گیری می‌شود (نه انرژی). روش آزمون تعیین توان خروجی در استاندارد IEC TS 61724-2 بر اساس روش غیرخطی می‌باشد.

این روش با استفاده از پارامترهای طراحی مجموعه، یک ضریب تصحیح برای مقایسه عملکرد اندازه‌گیری شده مجموعه مورد نظر با عملکرد هدف تحت شرایط مرجع تعیین می‌کند. به عبارت دیگر عملکرد اندازه‌گیری شده با استفاده از ضریب تصحیح تنظیم شده سپس با عملکرد هدف مجموعه مقایسه می‌شود تا مشخص شود که مجموعه بالاتر یا پایین‌تر از انتظارات شرایط مرجع عمل می‌کند.

جنبه‌های متعدد کیفیت سامانه PV به شرایط آب‌وهوا و کیفیت سامانه بستگی دارد، بنابراین لازم است درک روشنی از سامانه مورد آزمون داشته باشیم. به‌عنوان مثال، درجه حرارت مدول عمدتاً تابع میزان تابش، دمای محیط و سرعت باد است که همه آن‌ها اثرات آب‌وهوایی است که می‌تواند برای شبیه‌سازی دقیق دشوار باشد. با این حال، تنظیم پیکربندی مدول نیز بر دمای مدول تاثیر می‌گذارد، و نصب یک جنبه از

1- Photovoltaic system

2- Regression

سامانه است که آزمون می‌شود. این استاندارد فرآیندی را برای توسعه آزمون ارائه می‌دهد و توضیح می‌دهد که چگونه انتخاب‌های اندازه‌گیری می‌توانند بر نتایج آزمون تأثیر بگذارند تا کاربران بتوانند از طراحی آزمون ساده با تعاریف سازگار بهره ببرند و در عین حال امکان انعطاف‌پذیری در استفاده از آزمون را برای تعداد زیادی از تاسیسات منحصربه‌فرد فراهم می‌آورد.

لازم به ذکر است که هنگامی که خروجی یک سامانه PV از ظرفیت اینورتر فراتر می‌رود، خروجی سامانه بیشتر توسط کارکرد اینورتر تعریف می‌شود تا مدول‌های PV. در این حالت که اینورتر اشباع شده است، اندازه‌گیری ظرفیت مجموعه برای تولید الکتریسیته، پیچیده است. برای مجموعه‌های PV با نسبت‌های توان DC به AC بالا، مجموعه می‌تواند توانایی اینورترها را برای اکثر روز با توانایی آرایه DC که فقط برای مدت کوتاهی در صبح و در بعدازظهر قابل اندازه‌گیری می‌باشند منعکس کند. در این مورد، می‌تواند بخش‌هایی از آرایه DC را قطع کند تا نسبت قدرت DC به AC در طول دوره اندازه‌گیری کاهش یابد.

این استاندارد برای زمانی که سامانه به‌طور کامل در دسترس است، قابل استفاده است.

روش‌های ارائه شده در این استاندارد می‌تواند به جای استاندارد ASTM E2848-13 برای تعیین عملکرد سامانه فتوولتائیک استفاده شود.

عملکرد سامانه فتوولتائیک - قسمت ۲: روش ارزیابی ظرفیت

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، ارائه روشی برای اندازه‌گیری و تجزیه و تحلیل تولید برق از یک سامانه فتوولتائیک مشخص با هدف ارزیابی کیفیت عملکرد سامانه PV، می‌باشد. آزمون برای اعمال در طول یک دوره نسبتاً کوتاه مدت (چند روز نسبتاً آفتابی) در نظر گرفته شده است.

در این فرآیند، توان تولیدی واقعی سامانه فتوولتائیک اندازه‌گیری شده و با توان مورد انتظار باتوجه به شرایط آب‌وهوایی، براساس پارامترهای طراحی سامانه مقایسه می‌شود. توان مورد انتظار تحت شرایط مرجع و شرایط اندازه‌گیری، به طور معمول از پارامترهای طراحی شده، به دست می‌آید و به منظور به دست آوردن عملکرد هدف برای نیروگاه استفاده می‌شود که پیش از آغاز آزمون، در مورد آن توافق شده است. در مواردی که یک مدل توان در طول طراحی نیروگاه توسعه نیافته باشد، یک مدل ساده که باعث افزایش شفافیت می‌شود، در پیوست‌ها به عنوان یک رویکرد احتمالی ارائه شده است.

هدف از این استاندارد، مشخص کردن یک چارچوب برای مقایسه توان تولیدی اندازه‌گیری شده در برابر توان مورد انتظار از یک سامانه PV در روزهای آفتابی است. این روش آزمون برای استفاده در سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه که شامل حداقل یک اینورتر و سخت‌افزار مرتبط است، در نظر گرفته شده است.

عملکرد سامانه برای دو دوره زمانی تعیین می‌شود: یکی زمانی که اینورترها در وضعیت ردیابی نقطه بیشینه توان هستند و دیگری زمانی که توان خروجی سامانه توسط توان خروجی اینورتر یا اتصالات داخلی محدود می‌شود، که در مورد دوم کاهش خروجی سامانه مربوط به یک اینورتر با میزان تابش مناسب می‌باشد.

این روش می‌تواند برای هر سامانه PV، از جمله سامانه‌های فتوولتائیک متمرکزکننده^۱، با استفاده از تابش (مستقیم یا عمومی^۲) که مربوط به عملکرد سامانه است، اعمال شود.

مراحل این آزمون به منظور تسهیل مستندسازی عملکرد هدف، طراحی و آماده شده است همچنین می‌تواند برای تایید یک مدل، ردیابی کارکرد (مانند تنزل کارکرد) یک سامانه در طول چندین سال به کار رود یا کیفیت سامانه را برای هر هدف دیگری مستند کند. اصطلاحات برای به کارگیری در همه شرایط ایجاد نشده است. اما مقصود نهایی، ایجاد یک روشی است که هر زمان هدف، تایید عملکرد سامانه در یک شرایط مرجع مشخصی باشد که بارها مشاهده شده است، بتواند مورد استفاده قرار گیرد. ارزیابی کاملتر عملکرد نیروگاه می‌تواند با استفاده از مشخصات فنی تکمیلی استاندارد IEC TS 61724-3، انجام گیرد.

1 - Concentrator photovoltaic systems

2 - Global

۲ مراجع الزامی

در مراجع زیر ضوابطی وجود دارد که در متن این استاندارد به صورت الزامی به آن‌ها ارجاع داده شده است. بدین ترتیب، آن ضوابط جزئی از این استاندارد محسوب می‌شوند.

در صورتی که به مرجعی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه‌ها و تجدیدنظرهای بعدی آن برای این استاندارد الزام‌آور نیست. در مورد مراجعی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آن‌ها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه‌های بعدی برای این استاندارد الزام‌آور است.

استفاده از مراجع زیر برای کاربرد این استاندارد الزامی است:

2-1 IEC 61724-1, Photovoltaic system performance – Part 1: Monitoring.

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

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۲۰۸۵۲: سال ۱۳۹۵، سامانه‌های انرژی فتوولتائیک خورشیدی – اصطلاحات، تعاریف و نمادها با استفاده از استاندارد IEC TS 61836 تدوین شده است.

2-3 ISO/IEC Guide 98-1, Uncertainty of measurement – Part 1: Introduction to the expression of uncertainty in measurement

یادآوری – استاندارد ملی ایران شماره ۱-۱۹۷۰۶: سال ۱۳۸۲، عدم قطعیت اندازه‌گیری – قسمت ۱: مقدمه‌ای بر بیان عدم قطعیت اندازه‌گیری با استفاده از استاندارد ISO/IEC Guide 98-1 تدوین شده است.

2-4 ASME, Performance test code 19.1

۳ اصطلاحات و تعاریف

در این استاندارد، علاوه بر اصطلاحات و تعاریف ارائه‌شده در استانداردهای IEC TS 61836، IEC 61724-1 و ASME Performance Test Code 19.1 اصطلاحات و تعاریف زیر نیز به کار می‌رود:

یادآوری – سازمان‌های ISO و IEC پایگاه داده اصطلاحات را برای استفاده در استانداردسازی در آدرس‌های زیر حفظ و نگهداری می‌کنند:

الکتروپدیای IEC موجود در وبسایت: <http://www.electropedia.org>

پایگاه آنلاین ISO موجود در وبسایت: <http://www.iso.org/obp>

۱-۳

کارکرد محدود

constrained operation

کارکرد یک نیروگاه در شرایطی که تمام اینورترها به جای خروجی آرایه PV، توسط ظرفیت اینورترها (به طریق دیگر به اشباع اینورتر اشاره می‌شود) محدود می‌شود، همان‌طور که برای یک سامانه با ظرفیت نامی DC بالاتر نسبت به ظرفیت نامی AC و زمانی که میزان تابش شدید است، مشاهده می‌شود.

۲-۳

ضریب تصحیح

correction factor

نسبت توان مورد انتظار در شرایط مرجع به توان مورد انتظار در شرایط اندازه‌گیری.

۳-۳

کارکرد مختصر

curtailed operation

محدود شدن خروجی اینورتر(ها) به خاطر عوامل بیرونی مانند عدم توانایی شبکه محلی برای دریافت توان یا شرایط قراردادی.

۴-۳

توان مورد انتظار

expected power

تولید توان مورد انتظار از یک سامانه PV با توجه به داده‌های آب‌وهوایی جمع‌آوری شده در منطقه فعالیت سامانه بر پایه پارامترهای طراحی سامانه.

۵-۳

توان اندازه‌گیری شده

measured power

توان الکتریکی تولید شده توسط سامانه PV.

یادآوری - همچنین برای تعریف مکان اندازه‌گیری به زیربند ۳-۱۴ مراجعه شود.

۶-۳

مدل

model

مدل شبیه‌سازی شده مورد استفاده برای محاسبه‌ی تولید توان PV پیش‌بینی شده یا توان مورد انتظار بر پایه پارامترهای طراحی سامانه.

۷-۳

کاربران آزمون

parties to the test

افراد یا شرکت‌هایی که آزمون را به کار می‌برند.

یادآوری- معمولاً، ممکن است این گروه‌ها مشتری PV یا نصاب آن باشند، که با روش آزمون اعمال شده (به کاررفته) قرارداد را تکمیل کنند، اما روش آزمون ممکن است در شرایط مختلفی اعمال گردد و گروه آزمون کننده ممکن است یک شخص یا یک شرکت باشد.

۸-۳

هدف عملکرد

performance target

تولید توان مورد انتظار توسط یک سامانه PV تحت شرایط مرجع بر پایه پارامترهای طراحی سامانه.

۹-۳

سطح آرایه (POA)

plan of array (POA)

صفحه فیزیکی که مدول‌ها با توجه به جهت‌گیری سامانه تحت آزمون، در آن قرار می‌گیرند.

۱۰-۳

کارکرد سامانه

system operation

ویژگی‌های کارکرد سامانه که می‌تواند کیفیت کارکرد و سرویس نگهداری را بیان کند.

یادآوری ۱- به‌عنوان مثال، دسترسی ضعیف به سامانه ممکن است نتیجه پاسخ آهسته به اختلال باشد.

یادآوری ۲- اگر نهادهای مختلف، مسئول نصب و عملیات باشند، بهتر است بین پارامترهای کارکردی که به نصب اولیه مربوط هستند و آن‌هایی که بر فعالیت تاثیر می‌گذارند، تمایز قائل شوند.

۱۱-۳

کیفیت سامانه

system quality

ویژگی‌های عملکرد سامانه می‌تواند کیفیت طراحی، اجزا و نصب سامانه را تعیین کند.

یادآوری - به طور کلی نصاب^۱ مسئولیت کیفیت سامانه را برعهده دارد. (به یادآوری ۲ زیربند ۳-۱۰ مراجعه شود)

۱۲-۳

توان هدف

target power

تولید توان مورد انتظار از یک سامانه PV در شرایط مرجع هدف (TRC) براساس پارامترهای طراحی سامانه.

۱۳-۳

شرایط مرجع هدف (TRC)

target reference conditions (TRC)

شرایط مرجع، شرایطی است که در آن توان مورد انتظار، توان هدف است، شامل میزان تابش، دمای محیط، سرعت باد و هر پارامتر دیگر که برای تعیین عملکرد هدف، مورد استفاده قرار می‌گیرد.

یادآوری - به زیربند ۶-۱-۳ مراجعه شود.

۱۴-۳

محدوده آزمون

test boundary

تمایز فیزیکی بین آنچه به‌عنوان بخشی از سامانه تحت آزمون در نظر گرفته شده و آنچه خارج از سامانه است.

یادآوری ۱- علاوه بر تعریف محدوده‌های فیزیکی و وسایل اندازه‌گیری برقی که تولید برق را اندازه‌گیری می‌کند، تعریف محدوده آزمون شامل مکان، نوع و class دقت تمام دستگاه‌های اندازه‌گیری می‌شود.

یادآوری ۲- برای تسهیل توصیف روش آزمون، این استاندارد یک محدوده آزمون پیش فرض را تعیین می‌کند. دمای محیط و سرعت باد در خارج از این محدوده آزمون پیش فرض قرار دارد. هنگامی که این استاندارد با استفاده از اندازه‌گیرهای class A (دقت بالا) که در استاندارد IEC 61724-1 تعریف شده است، انجام شود، لکه‌ها و گرد و خاک در داخل محدوده آزمون پیش فرض قرار می‌گیرد، مطابق با استاندارد IEC 61724-1 الزامات class A که حسگرها تمیز می‌شوند، میزان تابش بدون دخالت گرد و خاک تعیین می‌شود. هنگامی که این استاندارد با استفاده از class B (دقت متوسط) اعمال شود، اندازه‌گیری‌ها مطابق استاندارد IEC 61724-1 تعریف می‌شود، گرد و خاک خارج از محدوده آزمون قرار می‌گیرند و انتظار می‌رود که حسگرها تمیز نشود، به این ترتیب گرد و خاک به‌عنوان بخشی از آب‌وهوا در نظر گرفته می‌شود. ردیف کردن آرایه با تایید ردیف‌بندی صفحات حسگر آرایه در داخل محدوده آزمون قرار می‌گیرد. گروه‌های آزمون کننده ممکن است محدوده آزمون را

1- Installer

هرطور که می‌خواهند، مشخص کنند، محدوده پیش‌فرض آزمون فقط به‌عنوان یک ابزار برای روشن شدن کاربرد روش آزمون شرح داده شده و در اینجا به‌عنوان مثال برای چگونگی تعریف محدوده آزمون تعریف می‌شود. با این حال، اگر هدف استفاده از آزمون، اندازه‌گیری میزان تنزل در سامانه‌های کوچک باشد، بهتر است برای اندازه‌گیری دمای مدول در مکان‌های ثابت بر روی آن‌ها، اندازه‌گیری انجام شود.

۱۵-۳

کارکرد نامحدود

unconstrained operation

خروجی‌های تمامی اینورترها آزادانه کارکرد آرایه DC را دنبال می‌کنند تا به جای محدود شدن توسط اینورترها یا اثرات کارکرد مختصر، به میزان تابش آفتاب عکس‌العمل نشان دهند.

۱۶-۳

ردیابی نقطه بیشینه توان

maximum – power – point tracking

اینورتر خروجی آرایه DC را با دقت افزایش می‌دهد.

۴ دامنه، برنامه زمانی و مدت زمان آزمون

این آزمون ممکن است در یکی از سطوح مختلف نیروگاه PV استفاده شود. کاربران آزمون باید بر سطحی (هایی) که در آن‌ها آزمون انجام می‌شود، توافق داشته باشند. کوچکترین سطح آزمون که ممکن است انجام شود، کوچکترین سطح مولفه تولید برق AC است که قادر به انجام عملی مستقل در حالت متصل به شبکه است.

هنگامی که ساخت و ساز نیروگاه PV به چند فاز تقسیم می‌شود، توصیه می‌شود که آزمون در بالاترین سطح، که شامل کل پروژه PV است، انجام شود. با این حال، آزمون ممکن است به زیرمجموعه‌های کوچک نیروگاه اعمال شود در صورتی که امکان دسترسی به اتصالات داخلی وجود داشته باشد، در صورت تمایل، پس از تکمیل کامل نیروگاه، آزمون می‌تواند دوباره به طریقی که تمام نیروگاه را شامل شود، انجام گیرد. البته با در نظر گرفتن افت قابل انتظار مطابق با مدلی که توسط کاربران آزمون پذیرفته شده است همچنین اگر امکان تمیز کردن کل آرایه قبل از آزمون وجود نداشته باشد باید درجه کثیفی در آزمون لحاظ گردد. در تمام موارد، محدوده سامانه و محدوده آزمون باید صریحا تعریف گردد.

برخی از مدول‌های PV در عرض چند ساعت یا چند روز پس از نصب در میدان، تغییرات عملکرد قابل اندازه‌گیری را نشان می‌دهند. مدت زمان آزمون برای تعداد روزهای قرارگیری در معرض تابش مورد نیاز نیروگاه برای رسیدن به عملکرد هدف همراه با جزئیات دقیق زمان نصب و اتصال با استفاده از راهنمایی

سازنده باید بین طرفین توافق شود. هرگونه ناپایداری (تغییرات در عملکرد مدول که بستگی به شرایط عملیاتی قبل دارد) و فرضیات افت (شامل ثابت‌های زمانی کوتاه و طولانی) باید توسط همه گروه‌ها مورد توافق قرار گیرد و به‌عنوان بخشی از توصیف هدف مستند شود.

یادآوری ۱- مدول‌های جدید نصب شده می‌توانند تحت تاثیر نور تابشی دچار فرسودگی شوند (LID)^۱، یک اثر گذرا بازده تبدیل فتوولتائیک مدول‌ها را وقتی که در معرض نور قرار می‌گیرند، کاهش می‌دهد.

یادآوری ۲- راندمان برخی از مدول‌ها می‌تواند در طول یک سال بسته به میزان تابش و سابقه دمایی به علت ناپایداری تغییر کند.

توصیه می‌شود که آزمون، شامل حداقل داده‌های دو روز باشد که امکان دسترسی به داده‌های پایدار و کافی وجود داشته باشد. در صورت تمایل برای تکرار، یا اگر آب‌وهوا متغیر باشد، آزمون ممکن است به ۷ روز یا بیشتر ادامه یابد. ضوابط فیلتر کردن برای انتخاب زمان نسبتاً پایدار در بند ۶ آمده است.

آزمون ممکن است در هر زمان سال انجام شود، هرچند انحراف از شرایط مرجع و اثرات زاویه متغیر ممکن است عدم قطعیت را در برخی مواقع سال افزایش دهد.

تمام طرفین (ذی‌نفعان) آزمون باید قبل از شروع آزمون روی جزئیات روند آزمون به توافق برسند، همان‌طور که در بندهای ۵ و ۶ توضیح داده شده است.

۵. تجهیزات و اندازه‌گیری

توصیه می‌شود تجهیزات و رویه‌های اندازه‌گیری برای تمام پارامترهای اندازه‌گیری شده، مطابق با الزامات class A مندرج در استاندارد IEC 61724-1 باشد. با این حال، ارزیابی توسط تجهیزات class B یا class C نیز می‌تواند در گزارش نهایی کامل و مستند شود.

با استفاده از محدوده آزمون پیش‌فرض، شرایط آب‌وهوایی توسط موارد زیر مشخص می‌شود:

- میزان تابش صفحات آرایه (تابش عمومی برای صفحه تخت و تابش مستقیم برای سامانه‌های متمرکزکننده، برای سامانه‌های دارای جهت‌های چندگانه، به پیوست پ مراجعه شود)؛
- دمای محیط؛
- سرعت باد.

اگر مشخصه‌های اضافی آب‌وهوا برای پیاده‌سازی مدل توافق شده مورد نیاز باشد، این داده‌ها باید به شیوه‌ای جمع‌آوری شود که دقیقاً منطبق با اصل عملکرد هدف بوده و در روند آزمون مستند شده باشند.

خروجی سامانه با مشخصات زیر بیان می‌شود:

- توان AC واقعی تحویل داده شده به شبکه یا بار در محدوده سامانه؛
- توان AC راکتیو یا ضریب توان اگر توان واقعی وابسته به تغییرات ضریب توان باشد؛
- وضعیت اینورتر (چه اینورتر بیشینه توان را دنبال کند و چه به خاطر ظرفیت خروجی در حالت کارکرد محدود باشد).

تعریف توان AC، به همراه نقطه اندازه‌گیری (مانند یک مقیاس بهره‌برداری در نقطه اتصال) به‌عنوان بخشی از تعریف «محدوده آزمون» (زیربند ۳-۱۴) مستند می‌شود. اگر بارهای پارازیتی در خارج از محدوده سامانه وجود داشته باشد (به‌عنوان مثال، ردیاب‌ها)، تعریف قرارداد یا آزمون مشخص می‌کند که آیا تنظیمات برای آن‌ها ساخته شده است یا خیر، و اگر چنین باشد، چگونه این تنظیمات مشخص می‌شود.

تمام جزئیات داده‌های جمع‌آوری شده (از جمله شماره حسگر، کالیبراسیون، محل نصب و تمیز کردن) باید مطابق با class اندازه‌گیری انتخاب شده از استاندارد IEC 61724-1، باشد به جز موارد زیر:

- نوع حسگر و موقعیت قرارگیری آن باید با مدل عملکرد توان که برای آزمون استفاده شده است (که ممکن است با مدل عملکرد انرژی متفاوت باشد) سازگار باشد. حسگرهای دما باید دمای محیط را اندازه‌گیری کنند تا اثرات نصب مدول را محاسبه کنند. با این حال، مدلسازی دمای مدول ممکن است روزانه با توجه به تغییر دمای هوا و شرایط دیگر تغییر کند. تغییر دمای مدول، عدم قطعیت در اندازه‌گیری را افزایش می‌دهد و انگیزه استفاده مجدد از دمای مدول به منظور گرفتن نتایج یکسان را ایجاد می‌کند. اگر دمای مدول اندازه‌گیری شود، محل اندازه‌گیری باید قبلاً توسط طرفین آزمون توافق شود؛

یادآوری - اغلب عدم قطعیت اندازه‌گیری نهایی، کاملاً تحت تاثیر عدم قطعیت اندازه‌گیری میزان تابش می‌باشد، بنابراین استفاده از حسگرهای با دقت بالا مطلوب است.

- ثبت زمان برای بازرسی چشمی و تمیز کردن دستی حسگرهای تابشی در طول آزمون باید مستند شود؛
- حسگر (های) تابشی در سطح آرایه با دقت همترازی مطابق با class A، class B یا class C در استاندارد IEC 61724-1 نصب می‌شود. برای مواردی از آرایه‌ها که همگی مدول‌ها درون یک صفحه نیستند، به پیوست پ مراجعه شود؛
- هنگامی که حسگرهای تابش در یک سطح شیب‌دار قرار می‌گیرند، ضریب بازتاب نور از زمین در مناطق نزدیک حسگر، باید بیانگر ضریب بازتاب نور از زمین در سرتاسر آرایه باشد. هر چیز غیرعادی در ضریب بازتاب نور از زمین باید در تجزیه و تحلیل عدم قطعیت آزمون مورد بررسی قرار گیرد؛
- در آزمون‌های class A، به دلیل اینکه اندازه‌گیری میزان تابش برای آزمون بسیار حیاتی است، کالیبراسیون باید به طور مستقل با استفاده از حسگرهای کالیبره شده در مکان‌های مختلف آزمون یا در زمان‌های مختلف، به منظور جلوگیری از بایاس سیستماتیک، بررسی شود؛

- داده‌ها باید برای شناسایی زمان‌های کارکرد پایدار تحت تابش کامل خورشید فیلتر شوند، همان‌طور که در بند ۶ آمده است؛
- در صورت لزوم، داده‌ها هم برای «کارکرد نامحدود» و هم «کارکرد محدود» گردآوری می‌شوند. هر دوره‌ای که تحت تاثیر اختلالات شبکه یا سایر وضعیت‌های غیرعادی قرار بگیرد، باید از تجزیه و تحلیل کنار گذاشته شود.

۶ رویه

۱-۶ مستندسازی هدف عملکرد تحت شرایط کارکرد «نامحدود» و «محدود»

۱-۱-۶ کلیات

توان خروجی مورد انتظار و شرایط مرجع مرتبط، باید برای هر دو کارکرد «نامحدود» و کارکرد «محدود» در صورت لزوم تعریف گردد همان‌طور که در زیر بندهای ۶-۱-۲ تا ۶-۱-۸ شرح داده شده است.

۶-۱-۲ تعریف محدوده آزمون هم‌سو با محدوده سامانه مورد نظر

این روش آزمون برای اندازه‌گیری عملکرد یک سامانه در نظر گرفته شده، اما نتیجه آزمون وابسته به چیزی است که به‌عنوان بخشی از سامانه در نظر گرفته شده است. طرفین آزمون (ذی‌نفعان آزمون) باید روی تعریف سامانه توافق کنند، از جمله:

- سنجه(هایی) که خروجی سامانه را تعیین می‌کنند؛
- جنبه‌های طراحی سامانه که مورد آزمون قرار می‌گیرند از قبیل اینکه آیا مدول‌ها براساس طرح (شیب، سمت^۱، ارتفاع، طرح چیدمان) قرار گرفته‌اند، به‌طوری که خنکی مورد انتظار و دریافت نور خورشید اجازه دهد؛
- جنبه‌های کارکرد سامانه که مورد آزمون قرار می‌گیرند از جمله اینکه آیا گرد و خاک سطح آرایه به‌عنوان بخشی از آزمون در نظر گرفته می‌شود یا نه.

محدوده آزمون باید با محدوده سامانه هم‌سو باشد تا نتایج حاصل از آزمون منعکس کننده عملکرد کل سامانه تحت آزمون باشد.

۶-۱-۳ تعریف شرایط مرجع برای کارکرد «نامحدود»

شرایط مرجع هدف (TRC) برای کارکرد نامحدود برای هدف عملکرد تعریف شده است (به زیربند ۶-۱-۴ مراجعه کنید). TRC باید طوری انتخاب شود که منجر به کارکرد «نامحدود» (یعنی در محدوده ظرفیت اینورتر) شود و اگر نیروگاه طراحی شده است که توان اینورتر در میزان تابش 1000 W/m^2 محدود شود،

(زاویه هر نقطه بر روی صفحه افق از امتداد شمال که به صورت ساعتگرد سنجیده می‌شود) 1- Azimuth

شرایط تابشی ممکن است از 1000 W/m^2 متفاوت باشد. ترجیحا این TRC در کمترین دمای مورد انتظار در آزمون، برای بازتاب دمای محیط و سرعت باد که پیوسته در میدان مشاهده می‌شود و بالاترین میزان تابش که احتمالا باعث کارکرد محدود می‌شود (زمانی که اینورتر به حد توان خود رسیده) انتخاب می‌گردد. انتخاب مطلوب TRC ممکن است به شرایط آب‌وهوایی در طول آزمون بستگی داشته باشد. با این حال، استفاده از پارامترهای طراحی برای نیروگاه به‌عنوان پایه و اساس مدل، باید خطای تصحیح برای تغییرات تحت شرایط مرجع را کاهش دهد، به این ترتیب نیاز به تنظیم دقیق TRC هم‌سو با شرایط در طول اندازه‌گیری کاهش می‌یابد. TRC باید قبل از آغاز آزمون توسط تمام طرفین آزمون توافق شود. منابع تابش، دمای محیط، سرعت باد و سایر داده‌های هواشناسی باید به نحوی تشریح شود که تعریف TRC واضح باشد.

الزامات جمع‌آوری داده‌های تعریف شده در استاندارد IEC 61724-1 باید مطابق با نظارت موردنظر class A، class B یا class C باشد به جز موارد مندرج در بند ۵. قبل از آغاز آزمون، این موارد باید تا حد امکان به‌طور روشن در جزئیات روند آزمون مستند باشد. (به‌عنوان مثال نوع حسگر، محل قرارگیری، تمیز کردن و کالیبراسیون و هرگونه اطلاعات مرتبط دیگر)

۴-۱-۶ تعریف هدف عملکرد تحت شرایط کارکرد «نامحدود» و «محدود»

خروجی سامانه هدف‌گذاری شده برای کارکرد «نامحدود» تحت شرایط زیر تعیین می‌شود: TRC که در زیربند ۳-۱-۶ تعریف شده است و یک مدل که با استفاده از پارامترهای طراحی نیروگاه، چگونگی تغییر توان با میزان تابش نور، دما و سرعت باد را تعیین می‌کند. پایه و اساس منطقی برای هدف عملکرد باید توسط تمام طرفین آزمون توافق شود. در مواقعی که طراحی نیروگاه بر مبنای یک مدل با هدف تولید انرژی توسعه داده شده، تبدیل مدل انرژی به مدل توان و یا به‌دست آوردن مدل توان از داده‌های اندازه‌گیری شده در یک نیروگاه مشابه می‌تواند ناهنجاری‌ها را در مدل توان نشان دهد. برای مثال، استفاده از رگرسیون خطی در زیر مجموعه داده‌ها در طول زمان‌های مختلف سال ممکن است منجر به ایجاد ضرایب دمایی متغیر شود. در این مورد، توصیه می‌شود در جایی که یک مدل توانی در طراحی اولیه سامانه نباشد پایه و اساس اصلی را با استفاده از یک مدل ساده که با مقدار اسمی آغاز می‌شود، توصیف کرده و عوامل تلفات مانند عامل تلفات برای بازدهی اینورتر، تلفات کابل کشی، تلفات ناسازگاری و ... را که می‌توان به وضوح فهمید، به کار گرفت و از یک ضریب دمایی که می‌تواند به طور مستقیم به کارکرد مدول مرتبط باشد، استفاده کرد. لازم به ذکر است که مدلی که شامل تلفات سایه‌ای باشد برای پیش‌بینی انرژی در نیروگاه مهم است، اما این آزمون ظرفیت جهت مستندسازی عملکرد برای زمانی در نظر گرفته شده که سایه وجود نداشته باشد، بنابراین یک مدل ساده برای افزایش شفافیت روند آزمون می‌تواند جایگزین مدل پیچیده‌تر شود.

به طور معمول، فرض بر این است که این نیروگاه در وضعیت «بعد از نصب» سنجیده می‌شود که تمیز تلقی می‌شود. اگر ارزیابی در زمانی که نیروگاه ممکن است به همراه گرد و خاک باشد، انجام گیرد، می‌توان تلفات کثیف بودن (گرد و خاک) را به‌عنوان یکی از عوامل تلفات در نظر گرفت یا اینکه باید نیروگاه قبل از ارزیابی تمیز شود.

اگر یک مدل پیچیده استفاده شود، مدل می‌تواند مطابق استاندارد IEC TS 61724-3 تعریف شود و آزمون انجام شده باید تضمین کند که مدل به طور هماهنگ برای شرایط هدف و شرایط اندازه‌گیری استفاده می‌شود.

هدف عملکرد تحت شرایط «محدود» به طور معمول توسط توان اینورتر تعریف می‌شود. اگر این مقدار مستقل از شرایط کارکرد باشد، تأیید کارکرد در حالت «محدود» بسیار ساده است و نمی‌تواند برای طرفین آزمون جای نگرانی باشد. با این حال، اگر یک سامانه برای کار در حالت «محدود» برای بیشتر ساعات سال در نظر گرفته شده باشد، به شدت توصیه می‌شود که کارکرد صحیح در حالت «محدود» تأیید شود.

۵-۱-۶ تعریف وابستگی دمایی خروجی نیروگاه در کارکرد «نامحدود»

اگر یک مدل دمایی برای نیروگاه تعریف شود، ترجیحاً باید مورد استفاده قرار گیرد. اگر مدل از سرعت باد به‌عنوان یک ورودی استفاده می‌کند، موقعیت (شامل ارتفاع) حسگر سرعت باد باید مشخص شود.

اگر یک مدل دمایی تعریف نشده باشد، یک مدل نمونه در پیوست الف ارائه شده است. بهتر است از یک مدل دمایی بر مبنای دمای محیط و سرعت باد به جای اندازه‌گیری دمای پشت مدول استفاده شود، زیرا ارزیابی پس از آن برخی از جنبه‌های نصب مدول که باعث داغ شدن مدول‌ها می‌شود را دربر می‌گیرد ضمناً از چالش تعیین دمای مدول که در سراسر نیروگاه متفاوت می‌باشد، جلوگیری می‌شود. با این وجود، اگر چه این مدل که در پیوست الف نشان داده شده است برای به‌دست آوردن یک مدل دقیق از دمای متوسط سلول ارایه شده است، اما ممکن است روزانه به علت تغییرات آب‌وهوا یا سایر شرایط منجر به تغییر دقت شود. طرفین آزمون باید روشی را انتخاب کنند که بهترین نتیجه را برای وضعیت داده شده فراهم کند. اگر اندازه‌گیری دمای مدول به جای دمای محیط انتخاب شده باشد، یک تأیید جداگانه باید وجود داشته باشد تا تضمین کند که مدول‌ها در یک درجه حرارت کار می‌کنند و با مشخصات طراحی نیروگاه سازگار است. برای مشاهده پیشنهادات در مورد چگونگی اندازه‌گیری دقیق دمای پشت مدول می‌توان به پیوست ب از استاندارد IEC 61724-1: 2016 مراجعه کرد.

در هر صورت، مدل باید توسط طرفین آزمون قبل از انجام آن توافق شود و در گزارش آزمون ثبت شود؛ استاندارد IEC TS 61724-3 راهنمایی در مورد مستند سازی یک مدل پیچیده را ارائه می‌دهد.

۶-۱-۶ تعریف وابستگی میزان تابش

خروجی نیروگاه باید به‌عنوان تابعی از میزان تابش به وسیله‌ی مدل توان تعیین شده توسط طرفین آزمون تعریف شود. کاربران باید یک مدل توان را بر اساس پارامترهای طراحی سامانه انتخاب کنند. اگر یک برنامه

مرکب^۱ کامپیوتری به عنوان مدل توان استفاده شود، مدل توان باید همان طور که در استاندارد IEC TS 61724-3 شرح داده شده مطابق با هدف عملکرد مستند شود. فیلتر تابش مورد استفاده در جدول ۱ باید تایید شود تا با محدوده کارکردی مدل مورد استفاده برای تعیین معادلات تصحیح متناسب باشد. به عنوان مثال، خروجی نیروگاه می تواند به صورت خطی با میزان تابش در یک گستره تابش محدود، مانند $\pm 20\%$ درصد فرض شود. هر گونه عدم قطعیت اضافه نیز باید مستند باشد. یک نمونه از یک مدل ساده در پیوست ب آمده است.

۶-۱-۷ تعریف هدف عملکرد در شرایط کارکرد «محدود»

عملکرد تحت شرایط «کارکرد محدود» ممکن است معادل با مقدار نامی AC اینورتر باشد که برای هرگونه تلفات بین اینورتر و محل اندازه گیری نیروی برق AC تنظیم شده است و به طور مشابه مستندسازی می شود. اگر عملکرد تحت کارکرد «محدود» به دمای محیط و یا شرایط دیگر بستگی داشته باشد، این نیز باید مستند شود.

اگر عملکرد تحت شرایط کارکرد «مختصر» توسط یک بخش خارجی کنترل شود، در چنین شرایطی ممکن است با موافقت طرفین آزمون از ارزیابی حذف شود.

اندازه گیری تحت شرایط «محدود» ممکن است با صلاح دید کسانی که درخواست آزمون دارند، حذف شود.

۶-۱-۸ تعریف عدم قطعیت

عدم قطعیت آزمون باید همان طور که در زیربند ۶-۵ توضیح داده شده است، محاسبه شود. تعریف عدم قطعیت و نقش آن در تعریف نتیجه موفقیت یا شکست آزمون در مقایسه توان مطلوب با توان اندازه گیری شده باید مورد توافق قرار گیرد. توصیه می شود که این توافق نامه قبل از آزمون ثبت شود.

یادآوری - به طور معمول، عدم قطعیت که توسط طرفین توافق شده است، معمولاً یک محدوده مرده^۲ را در اطراف هر هدف تشکیل می دهد. این محدوده مرده منجر به ضرر تمام طرف های آزمون می شود، بنابراین باید در حداقل ممکن باشد. یک فاصله اطمینان ۹۵٪، در صنعت معمول است.

راهبردهای کاهش عدم قطعیت عبارتند از:

- استفاده از حسگرهای تابشی با کیفیت بالاتر و/یا دریافت داده ها از حسگرهای چندگانه در هر ایستگاه هواشناسی مستقر شده، نخست حذف داده های اشتباه از حسگرهای ناکارآمد یا حسگرهای واقع در سایه، سپس گرفتن میانگین داده های باقیمانده برای هر اندازه گیری؛
- استفاده از حسگرهای چندگانه برای اضافه کردن افزونگی یا ثبت کردن تغییرات آن پارامتر؛
- توجه ویژه به سایه اندازها و کثیف شدن های احتمالی حسگرهای تابش، و همچنین تنظیم صفحات پانل؛

1- Complex
2- Dead band

- مقایسه داده‌ها با سایر اندازه‌گیری‌های مشابه به دست آمده در نقاط نزدیک جهت آشکارسازی و حل سریع مشکلات؛ توضیح اینکه در روزهای نسبتاً آفتابی، داده‌ها ممکن است به طور مستقیم مقایسه شوند؛ در روزهای ابری، مقایسه داده‌های جمع‌آوری شده می‌تواند با توجه به فاصله بین حسگرها باعث شناسایی بهتر مشکلات شود.

۲-۶ اندازه‌گیری داده‌ها

۱-۲-۶ کلیات

توان خروجی، میزان تابش، درجه حرارت، سرعت باد، وضعیت تمیزی حسگرها و سامانه‌های PV، و هر گونه اطلاعات دیگر در طی چند روز جمع‌آوری می‌شود.

۲-۲-۶ بررسی داده‌ها برای هر رشته داده

همان‌طور که در استاندارد IEC 61724-1 آمده است هر رشته داده باید برای داده‌های خارج از محدوده یا روند غیرمنطقی مورد بررسی قرار گیرد. در جدول شماره ۱ توصیه‌ای برای استفاده از این فرآیند برای این کاربرد با جزئیات بیشتر داده شده است، با مقادیر پیشنهادی برای زمانیکه داده‌های جمع‌آوری شده در دوره‌های زمانی ۱۵ دقیقه‌ای میانگین گرفته می‌شود. بسته به شرایط محلی، جزئیات طراحی نیروگاه، افزودن رشته داده‌های دیگر و دوره‌ی جمع‌آوری داده‌ها، معیارهای فیلتر کردن ممکن است اصلاح شود، اما هر چهار نوع فیلتر (محدوده، مقدار مرده، تغییر ناگهانی یا پایداری و وضعیت اینورتر، همان‌طور که در جدول ۱ نشان داده شده است) باید به‌عنوان بخشی از گزارش نهایی، اعمال شده و مستند شود.

توان خروجی یا اعلام وضعیت که توسط خود اینورتر گزارش می‌شود، زمانی که کارکرد اینورتر محدود می‌شود، برای شناسایی استفاده می‌شود. اگر اعلام وضعیت موجود نباشد، برای گزارش مقادیر داده‌ها امکان دارد مقادیر نزدیک به بیشینه توان اینورتر نمایش داده شود. رکوردها با توجه به اینکه آیا اینورتر محدود نشده است، یا اینکه همه اینورترها محدود شده‌اند یا فقط برخی از آن‌ها (محدود شده‌اند)، طبقه‌بندی می‌شوند. در مورد اول، ثبت داده‌ها را می‌توان بدون قید تلقی کرد. در مورد دوم، سوابق داده‌ها را می‌توان به‌عنوان شرایط محدود تلقی کرد. در مورد سوم، سوابق داده‌ها نمی‌تواند برای ارزیابی عملکرد سامانه استفاده شود. اگر وضعیت هر اینورتر در طول دوره ضبط تغییر کند، آن نقطه داده باید از تجزیه و تحلیل حذف شود.

جدول ۱- اعتبارسنجی داده‌ها و معیارهای فیلتر کردن

شروط پیشنهادی برای علامت‌دار کردن داده‌های پذیرفته نشده (داده‌های ۱۵ دقیقه‌ای)					
نوع علامت	شرح	میزان تابش (W/m ²)	دمای محیط (°C)	سرعت باد (m/s)	توان (حد مجاز توان AC)
محدوده	مقادیر خارج از محدوده قابل قبول	TRC < ۵ _l تابش TRC ^b > ۱۲ یا	-۱۰ ^a یا > ۵۰	< ۰٫۵ یا > ۱۵	ضریب > ۱٫۰۲ یا < -۰٫۰۱
داده مرده	مقادیری که در طول زمان به یک مقدار واحد اشاره دارند. شناسایی شده با استفاده از مشتق	مشتق < ۰٫۰۰۰۱ زمانیکه مقدار > ۵	و < ۰٫۰۰۰۱ > -۰٫۰۰۰۱	حساسیت حسگر <	< ۰٫۱٪ تغییر در سه بار قرائت
تغییر ناگهانی و پایداری	مقادیری که بین نقاط داده‌ها بطور غیر قابل قبولی تغییر می‌کنند. شناسایی شده با استفاده از مشتق دما و سرعت باد	با فرض اخذ ۱۵min اطلاعات از کمینه داده‌های ۱ min انحراف معیار < ۵٪ از میانگین	> ۴	> ۱۰	با فرض اخذ ۱۵min اطلاعات از کمینه داده‌های ۱ min انحراف معیار < ۵٪ از میانگین
وضعیت اینورتر	حالت‌های اینورترها متناقض هستند (همه آن‌ها محدود نیستند - متن را ببینید)	غیر قابل اجرا	غیر قابل اجرا	غیر قابل اجرا	غیر قابل اجرا

یادآوری ۱- فیلتراسیون تابش ممکن است با طیف وسیعی از کارکرد سامانه خطی با تابش هماهنگ شود. داده‌های علامت‌گذاری شده برای خروج در نظر گرفته می‌شوند و در گزارش آزمون مربوطه ثبت می‌شوند.

یادآوری ۲- اثرات تخریب ناشی از پتانسیل (PID) ممکن است بدون اثر قابل اندازه‌گیری در میزان تابش شدید شروع به کاهش قدرت خروجی در شرایط تابش ضعیف کند. تشخیص زود هنگام شواهدی از PID، خارج از دامنه این آزمون است.

^a می‌تواند بر اساس فصل جمع‌آوری داده‌ها، تنظیم شود.

^b بیشینه تابش موجود در تجزیه و تحلیل می‌تواند برای محاسبه‌ی احتمال اثرات مرز سایه تنظیم شود، به این ترتیب نور توسط یک ابر نزدیک پراکنده می‌شود و می‌تواند خواندن میزان تابش اشعه را تا تقریباً ۵۰۰ w/m² ممکن سازد. برای اکثر سامانه‌ها، این شرایط باعث اشباع اینورتر می‌شود و معمولاً از داده‌های ارزیابی شده توسط فیلتر پایداری حذف می‌شوند.

فیلتر پایداری توصیه شده در اینجا، میانگین حداقل ۱۵ نقطه داده را محاسبه می‌کند (حداقل در طی ۱۵ min هر دقیقه اندازه‌گیری می‌شود) و تأیید می‌کند که انحراف معیار برای آن نقاط داده کمتر از ۵٪ میانگین داده‌های مشابه است. استفاده از فیلتر پایداری، هم برای داده‌های میزان تابش و هم توان توصیه می‌شود.

تعداد نقاط داده مشخص شده به‌عنوان نقاط تلاقی در جدول ۱ بر عدم قطعیت آزمون تاثیر خواهد گذاشت. به‌عنوان یک راهنمایی برای تعیین تعداد نقاط داده کافی و در عین حال منطقی، جدول ۲ می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. تعداد نقاط داده بیشتر در طول تابستان نشان دهنده سهولت جمع‌آوری داده‌های بیشتر در طول روزهای طولانی است و در نتیجه انتظار می‌رود که بسته به آب‌وهوای محلی، دقت اندازه‌گیری بالاتر باشد. مکان‌هایی که به ندرت آب‌وهوای صاف و روزهای آفتابی تجربه می‌کنند، نیاز به زمان بیشتری برای جمع‌آوری داده‌ها یا کاهش تعدادی از نقاط داده هدف دارند، که باعث افزایش عدم قطعیت آزمون می‌شود. برای کاربردهای CPV^۱، جدول ۲ مستقیماً مرتبط نیست. اگر برای CPV مقادیر متوسط برای یک دوره زمانی متفاوت استفاده شود، پس از فیلتر کردن برای شرایط پایدار، داده‌های جمع‌آوری شده باید شامل حداقل ۳۰ نقطه داده (با فرض مقادیر میانگین ۱۵ min) یا حداقل ۷٫۵ h از داده‌های فیلتر شده باشد.

برای سامانه‌های با نسبت توان DC به AC بالا، تعداد نقاط به‌دست آمده برای کارکرد «نامحدود» ممکن است اندازه‌ی نمونه کافی نباشد. اگر آزمون به این دلیل نتواند کامل شود، و یا نگرانی وجود داشته باشد که مشخصه سامانه فقط صبح زود و غروب منجر به بایاس در نتایج شود، تعریف محدوده سامانه و نیز TRC‌ها باید به سمتی سوق داده شوند که بخشی از رشته‌های PV به طور موقت قطع شوند، تا نسبت توان DC به AC کاهش پیدا کند.

جدول ۲- نمونه راهنمایی برای کمینه میزان تابش پایدار مورد نیاز فصلی در کاربردهای صفحات مسطح

فصل (نیمکره شمالی)	تاریخ‌ها به میلادی (dd/mm)	کمینه میزان تابش POA (W/m ²)	تعداد مورد نیاز از میانگین نقاط داده‌ها برای ۱۵ min
زمستان	۲۲/۱۱ تا ۲۱/۰۱	۴۵۰	۲۰
بهار	۲۲/۰۱ تا ۲۳/۰۳	۵۵۰	۳۰
تابستان	۲۴/۰۳ تا ۲۱/۰۹	۶۵۰	۶۰
پاییز	۲۲/۰۹ تا ۲۲/۱۱	۵۵۰	۴۰

همچنین داده‌ها می‌توانند بر اساس کارکرد عادی سامانه نمایش داده شوند. دوره‌های زمانی که نقص کارکرد ردیاب یا کثیف شدن سامانه مشخصاً بر روی نتایج آزمون تأثیر می‌گذارند، می‌تواند بسته به هدف استفاده از

آزمون حذف و یا شامل آن شود. این موارد مشمول یا محذوف باید به‌عنوان بخشی از گزارش آزمون ارائه شود (به بند ۸ ماده ۸ مراجعه شود).

۳-۲-۶ سایه‌اندازی حسگر تابشی

به علت حساسیت آزمون به داده‌های تابشی، باید به داده‌های تابشی توجه ویژه شود. به طور خاص، داده‌های تابشی که ناشی از سایه‌اندازی اتفاقی از یک حسگر یا سوء کارکرد یک حسگر باشد، باید قبل از گرفتن میانگین داده‌ها از مابقی حسگرها حذف شود. استفاده از حسگرهای چندگانه در هر ایستگاه آب‌وهوا مخصوصاً برای شناسایی مسائل مرتبط با سایه‌اندازی برخی از حسگرها مفید است.

علاوه بر این، اگر یک حسگر تابشی به درستی جهت‌دار نشده باشد (به‌عنوان مثال اگر روی ردیاب نصب شده باشد و ردیاب متوقف شود)، داده‌های این حسگر باید رد شود.

۴-۲-۶ دقت کالیبراسیون

تمامی حسگرها باید کالیبراسیون دقیقی داشته باشند تا یک نتیجه آزمون با عدم قطعیت پایین، مطابق با الزامات مندرج در استاندارد IEC 61724-1 برای class مورد نظر اندازه‌گیری، ارائه شود.

۵-۲-۶ استفاده از داده‌های حسگرهای چندگانه

۱-۵-۲-۶ کلیات

در مواردی که حسگرهای چندگانه استفاده شده‌اند، اگر ارزیابی داده‌ها در خروجی حسگر خطا را شناسایی کند، آن داده‌ها باید قبل از به‌دست آوردن میانگین مجموعه داده‌ها، حذف شوند. این اقدام باید تنها با توافق متقابل طرفین انجام شود.

۲-۵-۲-۶ حسگرهای تابشی چندگانه

میزان تابشی که به‌عنوان ورودی در مدل توان مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید میانگین اندازه‌گیری‌های موجود باشد، به جز مواردی که مشخص شود اندازه‌گیری دارای خطا است، در این صورت همان‌طور که قبلاً شرح داده شده است، ورودی مدل باید میانگین بقیه اندازه‌گیری‌ها باشد.

۳-۵-۲-۶ حسگرهای دمایی چندگانه محیط

دمای محیط مورد استفاده به‌عنوان ورودی به مدل باید میانگین اندازه‌گیری‌های موجود باشد، مگر آنکه مشخص شود اندازه‌گیری دارای خطا است، که در این صورت ورودی مدل باید میانگین/میان‌بقیه اندازه‌گیری‌ها باشد.

۴-۵-۲-۶ حسگرهای چندگانه دمای مدول PV

هر دمای مدول PV که به عنوان ورودی به مدل مورد استفاده قرار می‌گیرد، باید میانگین اندازه‌گیری‌های موجود باشد، به جز مواردی که مشخص شود اندازه‌گیری دارای خطا است، در این صورت ورودی مدول باید متوسط / میانه بقیه اندازه‌گیری‌ها باشد.

۶-۲-۶ کارکرد نامحدود و کارکرد محدود هنگامی که حد خروجی اینورتر به دست آید

همان‌طور که در زیربند ۶-۱ توضیح داده شد، داده‌ها باید بسته به اینکه آیا همه اینورترها در نقطه ردیابی بیشینه توان هستند یا اینورترها خروجی را به علت رسیدن به توان خروجی آن‌ها محدود کرده‌اند، علامت‌گذاری شوند. تمام داده‌های دیگر کنار گذاشته می‌شوند.

اگر اینورترها به طرق مختلف بسته به شرایط کارکردی، خروجی را محدود کنند، داده‌ها باید برای شناسایی آن‌هایی که همگی تحت شرایط مطلوب کارکردی هستند، کنار گذاشته شوند.

۳-۶ محاسبه ضریب تصحیح

۱-۳-۶ کلیات

ضریب تصحیح برای سازگار کردن توان اندازه‌گیری شده با شرایط استفاده شده مناسب با هدف عملکرد محاسبه می‌شود. زیر بندهای ۶-۳-۲ تا ۶-۳-۷ یک روش گام به گام را ارائه می‌دهد.

۲-۳-۶ اندازه‌گیری ورودی‌ها

اندازه‌گیری تمام متغیرهای ورودی، از جمله داده‌های هواشناسی و پارامترهای خاص نیروگاه، نیازمند تعریف شرایط اندازه‌گیری می‌باشد.

۳-۳-۶ تایید کیفیت داده‌ها

در صورت لزوم، داده‌های ورودی متغیرهای اندازه‌گیری شده به صورتی که در زیربند ۶-۲ آورده شده است، تایید می‌شود.

۴-۳-۶ محاسبات ضریب تصحیح برای هر نقطه اندازه‌گیری

داده‌های ورودی اندازه‌گیری هواشناسی در مدل سامانه و محاسبه ضریب تصحیح، برای تبدیل داده‌های اندازه‌گیری به دما، سرعت باد و شرایط تابشی مشخص شده توسط شرایط TRC برای تمام نقاط اندازه‌گیری شده در شرایط کارکرد پایدار «نامحدود» مورد نیاز است.

محاسبه ضریب تصحیح برای هر نقطه با استفاده از مدل توان و معادله (۱):

$$CF = P_{\text{predtarg}} / P_{\text{predmeas}} \quad (1)$$

که در آن:

CF ضریب تصحیح؛

P_{Predtarg} توان پیش‌بینی شده در شرایط هدف؛

P_{Predmeas} توان پیش‌بینی شده در شرایط اندازه‌گیری است.

هر دو توان پیش‌بینی شده از روی مدل، توسط طرفین مورد توافق قرار گرفته است. پیوست‌ها را برای یک مدل نمونه مشاهده کنید.

۵-۳-۶ اصلاح توان خروجی اندازه‌گیری شده

اصلاح توان اندازه‌گیری شده توسط ضریب تصحیح برای تمام نقاط اندازه‌گیری شده در طی حالت کارکرد پایدار «نامحدود» به‌عنوان مدل توانی محاسبه می‌شود که با استفاده از معادله زیر نیروگاه را توصیف می‌کند:

$$P_{\text{corr}} = P_{\text{meas}} CF \quad (2)$$

۶-۳-۶ میانگین مقادیر توان تصحیح شده

با توجه به اینکه تنها داده‌های بعد از فیلتر کردن اطلاعات در نظر گرفته می‌شوند (به زیربند ۲-۲-۶ مراجعه شود)، میانگین تمام مقادیر توان خروجی تصحیح شده تحت شرایط کارکرد «نامحدود» را محاسبه کرده و میانگین کلیه مقادیر توان اندازه‌گیری شده تحت شرایط کارکرد «محدود» را به طور جداگانه محاسبه کنید.

۷-۳-۶ تجزیه و تحلیل اختلافات

اگر یک توان اصلاح شده میانگین خاص، بیش از ۵٪ از میانگین منحرف شود، تشخیص علت اصلی باید برای نقاط داده کامل شود تا مشخص گردد که آیا یک موقعیت خارجی تاثیرگذار بوده که با فیلتر کردن داده‌ها رفع نشده است.

در صورتی که مقادیر میانگین توان به‌طور قابل ملاحظه‌ای از مقادیر هدف عملکرد منحرف شده باشد، (همان‌طور که توسط طرفین آزمون تعیین شده است) شناسایی و تشخیص علت اصلی باید انجام گیرد. گزارش آزمون باید در مورد اینکه آیا آزمون هنوز هم می‌تواند معتبر تلقی شود یا نه، اظهار نظر کند.

۴-۶ مقایسه توان اندازه‌گیری شده با هدف عملکرد

توان تصحیح شده اندازه‌گیری شده میانگین (به زیربند ۳-۶ مراجعه شود) و هدف عملکرد را می‌توان به صورت یک تفاضل ساده، درصد تفاضل یا محاسبه نسبت مقایسه کرد.

محاسبه تفاضل:

$$P_{\text{corr}} - P_{\text{target}} \quad (۳)$$

محاسبه درصد تفاضل:

$$[P_{\text{corr}} - P_{\text{target}}] \times 100 / P_{\text{target}} \quad (۴)$$

نسبت (شاخص عملکرد توان):

$$P_{\text{corr}} / P_{\text{target}} \quad (۵)$$

نسبت (بر حسب درصد):

$$(P_{\text{corr}} \times 100) / P_{\text{target}} \quad (۶)$$

مقایسه مشابهی متشکل از توان میانگین تولید شده در طول زمان‌های «کارکرد محدود» نسبت به توان مورد انتظار تولید شده از هدف عملکرد در طول زمان‌های «کارکرد محدود» انجام گیرد. اگر ظرفیت خروجی اینورتر بستگی به دمای اینورتر یا عوامل دیگر داشته باشد، عملکرد در این زمینه باید مورد ارزیابی قرار بگیرد.

برای سامانه‌هایی که اغلب دارای «کارکرد محدود» هستند و هنگامی که طرفین آزمون با توافق هم آن را در نظر بگیرند، گزارش آزمون باید شامل نتایج دو آزمون باشد تا منعکس کننده هم کارکرد «نامحدود» و هم کارکرد «محدود» باشد. استفاده از نتایج این دو آزمون که توسط کاربر آزمون انتخاب شده، باید قبل از به‌کارگیری آزمون تعریف شود. اگر یک عدد واحد، مورد نظر باشد، یک روش، استفاده از داده‌های آب‌وهوایی نوعی برای شناسایی میزان انرژی مورد انتظار تولید شده در کارکرد نامحدود و محدود و سپس استنتاج و نتیجه ترکیبی مورد استفاده در مقادیر انرژی نوعی است تا میانگین وزنی نتایج دو آزمون به دست آید.

مقایسه P_{corr} و هدف عملکرد باید با در نظر گرفتن عدم قطعیت محاسبه شده در زیربند ۶-۵ باشد، که توسط توافق اولیه راهنمایی شده است.

۵-۶ تحلیل عدم قطعیت

به‌عنوان بخشی از هدف عملکرد یا طرح آزمون، توافق‌نامه باید چگونگی عدم قطعیت در اندازه‌گیری را تعیین کند. بنابراین، مشخص شدن عدم قطعیت در اندازه‌گیری، به‌عنوان بخشی که تعیین می‌کند آیا عملکرد اندازه‌گیری مطابق انتظارات بوده یا نه، ضروری است. صرف نظر از این که آیا عدم قطعیت، به‌عنوان تعیین کننده نتیجه آزمون استفاده شده است یا خیر، تجزیه و تحلیل عدم قطعیت باید در بخشی از ارزیابی قرار گیرد.

داده‌ها با یک دقتی که مطابق با، یا حتی بهتر از توصیف‌های مندرج در استاندارد IEC 61724-1 برای class انتخاب شده اندازه‌گیری می‌باشند، جمع‌آوری می‌شوند. در حالی که دقت اندازه‌گیری، class اندازه‌گیری را تعریف می‌کند، همچنین عدم قطعیت نهایی مربوط به نتیجه آزمون، وابسته به بخشی از داده‌هایی خواهد بود

که حذف شده‌اند و عوامل دیگری که در استاندارد IEC 61724-1 تعریف نشده است. این زیرفصل راهنمایی‌های بیشتری را در مورد تحلیل عدم قطعیت ارائه می‌دهد.

عدم قطعیت برای P_{corr} تعیین می‌شود، نه برای هدف عملکرد. عدم قطعیت مربوط به مدل مورد استفاده برای پیش‌بینی اصلی، نادیده گرفته می‌شود. با این حال، عدم قطعیت مربوط به داده‌های آب‌وهوایی اندازه‌گیری شده، عدم قطعیت را در P_{corr} نشان خواهد داد.

عدم قطعیت سیستماتیک (بایاس) و تصادفی (دقت) در تجزیه و تحلیل گنجانده می‌شود. مشارکت در عدم قطعیت، بستگی به مدل مورد استفاده دارد، اما معمولاً شامل عدم قطعیت در اندازه‌گیری میزان تابش، دما، سرعت باد و تولید برق و همچنین عدم قطعیت در مقادیر تصحیح شده آن‌ها می‌باشد.

تمام اندازه‌گیری‌ها و عدم قطعیت مرتبط با آن‌ها، با استفاده از استاندارد انتشار خطاها، جدول بندی و ترکیب می‌شوند، که عبارتند از:

- ASME Performance Test Code 19.1;
- ISO 5725;
- ISO/IEC Guide 98-1.

عدم قطعیت مربوط به هر حسگر، از مشخصات تولید کننده و/یا گزارش کالیبراسیون ارائه شده توسط آزمایشگاه کالیبراسیون گرفته می‌شود.

همچنین تجزیه و تحلیل عدم قطعیت باید شامل خطاهای سیستماتیک باشد که ممکن است ناشی از مکان‌یابی اشتباه یا نصب نامناسب حسگرها باشد شامل:

- قرارگیری حسگر تابش (شیب، سمت و ارتفاع)؛
- موقعیت حسگرهای دما با توجه به مدل توان؛
- موقعیت حسگر سرعت باد متناسب با مدل توان؛
- کیفی که مورد شناسایی قرار نگرفته است؛
- تغییرات فضایی، زمانی که اندازه‌گیری نقاط نمی‌تواند شامل داده‌های فله‌ای صحیح باشد (مانند سرعت باد).

عدم قطعیت دستگاه‌های اکتساب داده نیز باید در نظر گرفته شود.

ارزیابی عدم قطعیت باید شامل خلاصه‌ای از محدوده شرایطی باشد که در طی آزمون با موفقیت نمونه‌برداری شده‌اند. به‌عنوان مثال، بایاس مربوط به طیف، زاویه برخورد و غیره ممکن است معرفی شود اگر اندازه‌گیری به یک زمان کوتاه در صبح و یک زمان کوتاه در بعد از ظهر منحصر شود، یعنی زمانی که خروجی DC در محدوده ظرفیت اینورتر باشد.

مدل حرارتی توصیف شده در پیوست الف و دیگر مدل‌های حرارتی به‌طور معمول طراحی شده‌اند تا تخمین‌هایی را فراهم سازند که با دمای متوسط در طی یک دوره طولانی مطابقت داشته باشد. از آنجا که این آزمون اطلاعات را در مدت زمان نسبتاً کوتاه جمع‌آوری می‌کند، درجه حرارت محاسبه شده برای درجه حرارت مدول ممکن است با دمای واقعی متفاوت باشد. تجزیه و تحلیل عدم قطعیت باید شامل ارزیابی حساسیت نتیجه نهایی به مدل دمایی انتخاب شده باشد.

خروجی یک سامانه همیشه خطی نیست. جدول ۱ یک فیلتر تابشی را تعریف می‌کند که $\pm 20\%$ تابش TRC است. تجزیه و تحلیل عدم قطعیت باید شامل مستندسازی خطی بودن عملکرد سامانه در محدوده $\pm 20\%$ حول تابش TRC باشد و/یا باید تأثیر آن را روی نتایج مرتبط با اصلاح فیلتر تابشی در جدول ۱ بررسی کند.

یادآوری - خروجی سامانه‌های غیرخطی می‌تواند برای یک تکنولوژی خاص، مشخص باشد و یا حاصل علت‌هایی چون تضعیف مقاومت‌های موازی و یا حالت شبه پایدار فیلم نازک سامانه PV باشد.

۷ مستندسازی روند آزمون

این استاندارد تلاش می‌کند تا بین ارائه یک نسخه و راهنمای مشخصی برای آزمون تعادل ایجاد کند و انعطاف‌پذیری مورد نیاز را برای انطباق با هر کدام از سامانه‌های خاص و منحصر به فرد ایجاد کند. در نتیجه، لازم است قبل از شروع آزمون، یک برنامه آزمایشی دقیق، ویژه سامانه برای کاربرد این روش آزمون تعریف شود. این روند آزمون شامل تمام الزامات مشخص و توافق‌های لازم برای انجام آزمون و کاهش داده‌ها می‌باشد. تمام طرفین آزمون باید فرصت کافی برای بررسی و تایید این روش آزمون داشته باشند. توصیه می‌شود که مستندسازی روش آزمون حاوی بخش‌های زیر باشد:

الف- هدف؛

ب- مقادیر هدف و پایه شامل تعریف محدوده سامانه مورد نظر و محدوده آزمون مربوطه؛

پ- برنامه زمانی آزمون؛

ت- طرفین آزمون و نقش‌ها و مسئولیت‌های مربوط به آن‌ها در جزئیات نصب، کارکرد و تجزیه و تحلیل داده‌ها، شامل مسئولیت‌های:

- I. کالیبراسیون؛
- II. تمیز کردن حسگرها؛
- III. تمیز کردن آرایه‌ها؛
- IV. تشخیص مشکلات سامانه؛
- V. حل مشکلات سامانه؛

- VI. تعیین کارکرد محدود (در صورت امکان)؛
- VII. تجزیه و تحلیل داده‌ها؛
- VIII. نوشتن/بررسی گزارش نهایی؛
- IX. هر نقش مربوطه دیگر؛

ث- الزامات عملیاتی نیروگاه از جمله تمیز کردن، بازرسی مدارک مربوط به ملاحظات حیات وحش، جمع‌آوری ضایعات و غیره؛

ج- تجهیز کردن ابزار؛

چ- تجزیه و تحلیل عدم قطعیت پیش از آزمون؛

ح- روش‌های دقیق پردازش و کاهش داده‌ها؛

خ- معیارهای آزمون موفق؛

د- برگه‌های دقت ابزار و گواهی‌نامه‌های کالیبراسیون؛

ذ- سوابق داده‌های هواشناسی به‌عنوان یک مرجع و/یا فایل الکترونیکی.

۸. گزارش آزمون

گزارش نهایی آزمون باید شامل روند آزمون (به صورت صریح یا به همراه مرجع) و نیز شامل موارد زیر باشد:

۱- شرح گروه انجام دهنده آزمون؛

۲- شرح محل آزمون، از جمله عرض جغرافیایی، طول جغرافیایی و ارتفاع؛

۳- شرح سامانه تحت آزمون؛ باید توجه ویژه داشت که آیا بارهای پارازیتی وجود دارد یا خیر، و اینکه چگونه این‌ها همراه آزمون مستند شده‌اند؛

۴- خلاصه‌ای از هدف عملکرد ایجاد شده برای کارکرد «نامحدود» و کارکرد «محدود»، از جمله تعریف TRC و مدل توان مرتبط؛

۵- شرح مختصری از داده‌های آب‌وهوای منطقه در طول آزمون، شامل داده‌های کالیبراسیون برای تمام حسگرها (شناسایی حسگر، آزمایشگاه آزمون، تاریخ آزمون) و موقعیت حسگر، از جمله عکس‌ها برای مستندسازی موقعیت حسگر و شرایط سطح زمین از جمله زمین دارای پوشش گیاهی زبر یا نرم و یا زمین پوشیده از برف و گزارشات مربوط به تمیزکاری حسگرها؛

۶- خلاصه‌ای از تعریف داده‌های جمع‌آوری شده خروجی سامانه در طول آزمون، از جمله سوابق کالیبراسیون‌های تکمیل شده؛

۷- داده‌های خامی که در طول آزمون جمع‌آوری شده، از جمله یادداشت داده‌هایی که پایداری را برآورده می‌کنند و نیز ضوابط دیگر؛

۸- دلیل حذف داده‌هایی که معیارهای فیلتر کردن را برآورده می‌کنند (در صورت وجود)؛

۹- برای آزمون‌های CPV، میانگین (وزن‌دار شده با مقدار تابش) توده هوا که در طول آزمون تجربه شده است، باید گزارش شود؛

۱۰- یک فهرست از هرگونه انحراف از روند آزمون و دلایل اتفاق آن‌ها؛

۱۱- خلاصه‌ای از ضرایب تصحیح که برای داده‌های فیلتر شده محاسبه شده است؛

۱۲- یک مقایسه مختصر از اهداف عملکرد و میانگین مقادیر توان اندازه‌گیری شده و تصحیح شده همان‌طور که در بخش ۳-۶ برای کارکرد «نامحدود» و کارکرد «محدود» محاسبه شده است، در صورت لزوم؛

۱۳- شرح تجزیه و تحلیل عدم قطعیت و بیان عدم قطعیت مرتبط با ضرایب تصحیح، بر اساس عدم قطعیت سنجش‌های آب‌وهوایی (به زیربند ۵-۶ مراجعه شود) و عدم قطعیت فرضیات مدل مانند مدل دمایی و فرضیات پاسخ خطی به میزان تابش؛

۱۴- شرح تجزیه و تحلیل عدم قطعیت و بیان عدم قطعیت مربوط به عمل اندازه‌گیری (به زیربند ۵-۶ مراجعه شود) شامل تجزیه و تحلیل هر عدم قطعیت بوجود آمده توسط برون‌یابی (تمام نقاط داده در یک طرف TRC قرار می‌گیرند)؛

۱۵- نسخه خلاصه شده از نتایج آزمون که ممکن است شامل موارد زیر باشد:

الف - P_{corr} تحت کارکرد «نامحدود»؛

ب - P_{corr} تحت کارکرد «محدود»؛

پ- شرایط مرجع برای کارکرد نامحدود (TRC) و توان هدف مرتبط با آن شرایط؛

ت- شاخص کارکرد تحت TRC (نسبت P_{corr} به توان هدف، بیان شده برحسب درصد).

برای مواردی که در هر دو فهرست تکرار می‌شوند، گزارش نهایی باید اطلاعات اولیه را تکرار کند، تایید شود که پروژه همان‌طور که اساساً برنامه‌ریزی شده بود، انجام و تایید شود، اصلاحاتی که در طول دوره آزمون رخ داده است، ذکر شود.

پیوست الف

(آگاهی‌دهنده)

یک نمونه مدل برای محاسبات دمای مدول

الف-۱ کلیات

به طور کلی، برای تعریف وابستگی دمایی خروجی توان یک سامانه PV، دو بخش وجود دارد: ۱- نسبت شرایط آب‌وهوایی به دمای مدول و ۲- توان خروجی به‌عنوان تابعی از دمای مدول.

دمای مدول می‌تواند به طور مستقیم با استفاده از یک حسگر در پشت مدول اندازه‌گیری شود، همان‌طور که در استاندارد IEC 61829 یا در پیوست ب از استاندارد IEC 61724-1: 2016 شرح داده شده است، یا یک دوربین مادون قرمز که به دقت برای تابش نور مدول کالیبره شده است، از آنجا که نصب نامناسب مدول‌ها و یا طراحی جانمایی ضعیف می‌تواند باعث شود مدول‌ها در قیاس با انتظارات طراحی، در دمای بالا کار کنند، لذا دمای مدول هم شرایط آب‌وهوایی و هم کیفیت نصب و یا طراحی را منعکس می‌کند. برای محاسبه دمای کارکرد مدول در آزمون، دمای محیط و سرعت باد، می‌تواند برای محاسبه دمای متوسط مورد انتظار مورد استفاده قرار گیرد. اگر اندازه‌گیری‌های استاندارد IEC 61853-2 در دسترس باشد، این مدل برای محاسبه دمای مدول از دمای محیط و سرعت باد استفاده می‌کند.

الف-۲ مثالی برای مدل انتقال حرارت برای محاسبه دمای مورد انتظار کارکرد سلول

این بخش یک مدل انتقال حرارت را ارائه می‌دهد که نتایج خوبی به همراه دارد. با این حال، مدل‌های دیگر وجود دارد، و کاربران باید مدلی را انتخاب کنند که بهترین تطبیق با شرایطشان را داشته باشد. اهمیت اصلی، استفاده از مدل‌های انتقال حرارت یکسان برای تنظیم قابلیت هدف عملکرد و همچنین شرایط مرجع هدف است.

دمای مدول و سلول‌ها می‌تواند توسط معادلات (الف-۱) و (الف-۳) شرح داده شود:

$$T_m = G_{\text{meas}} \times [e^{(a+b \times ws)}] [\text{C m}^2/\text{W}] + T_a \quad (\text{الف-۱})$$

که در آن:

T_m دمای محاسبه شده سطح پشتی مدول (برحسب °C)؛

G_{meas} میزان تابش POA اندازه‌گیری شده (برحسب W/m^2)؛

T_a دمای اندازه‌گیری شده محیط (برحسب °C)؛

WS سرعت باد اصلاح شده در ارتفاع ۱۰ m (برحسب m/s)؛

- a* ضریب براقی مدول (به جدول الف-۱ مراجعه شود)؛
b ضریب براقی همرفت اجباری؛
e پایه لگاریتم طبیعی.

$$WS = WS_{\text{meas}} \times [H/H_{\text{meas}}]^\alpha \quad (\text{الف-۲})$$

که در آن:

WS سرعت باد اصلاح شده با ارتفاع ۱۰ m یا ارتفاعی که به مدل توان مربوط است؛
WS_{meas} سرعت باد اندازه‌گیری شده؛

H ارتفاع استفاده شده توسط مدل عملکرد (برحسب m) (معمولا ۱۰ m)؛

H_{meas} ارتفاع بادسنج با درجه بالا (برحسب m)؛

α ضریب مقاومت برای پوشش زمین و یا شاخص هلمن (به جدول الف-۲ مراجعه شود) (بدون واحد)
 افت دمای هدایت شده بین سطح پشت مدول و سلول داخلی PV می‌تواند از معادله (الف-۳) محاسبه شود.

$$T_c = T_m + (G_{\text{meas}}/1000 \text{ W/m}^2) \times dT_{\text{cond}} \text{ [}^\circ\text{C]} \quad (\text{الف-۳})$$

که در آن:

T_c دمای محاسبه شده سلول (برحسب °C)؛

dT_{cond} ضریب هدایت حرارتی برای تعیین تفاوت بین سطح مدول و مرکز سلول (برحسب °C).

ضرایب *a*، *b* و *dT_{cond}* به‌عنوان بخشی از وابستگی دمایی تعریف می‌شود. این ضرایب می‌توانند از داده‌های اندازه‌گیری شده یا از مستندات برای پیکربندی‌های مشابه استخراج شوند مانند داده‌های جدول الف-۱. اگر داده‌های سرعت باد اندازه‌گیری شده و ورودی مدل در ارتفاع یکسان گرفته شوند، ضریب تصحیح سرعت باد در معادله (الف-۲) می‌تواند حذف شود.

جدول الف-۱- ضرایب تجربی مشخص شده مورد استفاده برای پیش‌بینی دمای مدول

نوع مدول	نحوه سوار کردن	a	b (s/m)	dT_{cond} (° C)
شیشه/سلول/شیشه	درب رک باز	-۳/۴۷	-۰/۰۵۹۴	۳
شیشه/سلول/شیشه	سقف رک بسته	-۲/۹۸	-۰/۰۴۷۱	۱
شیشه/سلول/ورق پلیمر	درب رک باز	-۳/۵۶	-۰/۰۷۵۰	۳
شیشه/سلول/ورق پلیمر	پشت رک عایق	-۲/۸۱	-۰/۰۴۵۵	۰
پلیمر/فیلم نازک/فولاد	درب رک باز	-۳/۵۸	-۰/۰۱۱۳	۳
۲۲ عدد کنترا تور خطی	ردیاب	-۳/۲۳	-۰/۰۱۳۰	۱۳

یادآوری- سرعت باد باید در ارتفاع استاندارد ۱۰ m اندازه‌گیری شود.

ضریب هلمن^۱ بستگی به پایداری هوا و شکل زمین دارد. مقادیر از روی جدول الف-۲ می‌تواند انتخاب شود. تجزیه و تحلیل عدم قطعیت باید شامل یک تخمین از حساسیت نتیجه نهایی به مقدار انتخاب شده از جدول الف-۲ یا دیگر فرضیات مدل باشد.

جدول الف-۲- ضریب هلمن α برای تصحیح سرعت باد با توجه به ارتفاع اندازه‌گیری، در صورت استفاده از جدول الف-۱

α	مکان یا موقعیت
۰/۱۱	هوای ناپایدار در بالای سواحل آزاد مسطح
۰/۱۶	هوای خنثی در بالای سواحل آزاد مسطح
۰/۲۷	هوای ناپایدار بالای مناطق مسکونی
۰/۳۴	هوای خنثی بالای مناطق مسکونی
۰/۴۰	هوای پایدار در بالای سواحل آزاد مسطح
۰/۶۰	هوای پایدار بالای مناطق مسکونی

برای برخی از طراحی‌ها، ضرایب دمایی ممکن است وابستگی شدیدی به جهت باد داشته باشد. در این صورت، اندازه‌گیری جهت باد و تنظیم مدل دمایی بر این اساس می‌تواند دقت آزمون را بهبود بخشد.

اگر سامانه و محدوده‌های آزمون به نحوی تعریف شوند که بتوان دمای پشت مدول را مستقیماً اندازه‌گیری کرد، فقط معادله (الف-۳) با قرار دادن مقدار اندازه‌گیری شده به جای T_m ، مورد نیاز است. در این مورد، دمای پشت مدول باید مطابق با استاندارد IEC 61829 و پیوست ب از استاندارد IEC 61724-1: 2016 اندازه‌گیری شود. همچنین امکان استفاده از استاندارد IEC 60904-5 برای تعیین دمای پیوند وجود دارد، اما معمولاً این کار در هنگام ارزیابی کارکرد یک سامانه پیوسته در حال کار، مشکل است زیرا استاندارد IEC 60904-5 از ولتاژ مدار باز اندازه‌گیری شده استفاده می‌کند. لازم به ذکر است که دمای پیوند که از ولتاژ مدار باز اندازه‌گیری شده، محاسبه می‌شود تغییرات سریع دمای سلول در طول تغییرات سریع تابشی ناشی از سرعت بالای باد و ابر در آسمان را منعکس می‌کند که مطابق با دمای مستقیم اندازه‌گیری شده در پشت صفحه نیست. بنابراین ارزیابی توان الکتریکی خروجی سامانه باید موقعی انجام گیرد که میزان تابش مانند توضیحات جدول شماره یک، پایدار باشد.

علاوه بر این، ضریب توان مربوط به دمای سلول به تغییرات نسبی در خروجی سامانه تعریف شده و توان مطابق معادله (الف-۴) اصلاح می‌شود.

$$CF_{T_{cell}} = 1 + \delta (T_c - T_{TRC}) \quad \text{(الف-۴)}$$

که در آن:

$CF_{T_{cell}}$ ضریب تصحیح دمای کارکرد سلول؛

δ توان PV است - ضریب دمای سلول از مستندات محصول گرفته شده است (توجه داشته باشید که این ضریب دارای ارزش منفی است $(1/^\circ\text{C})$ ؛

T_c دمای سلول می‌باشد که از روی شرایط آب‌وهوایی اندازه‌گیری شده، محاسبه می‌شود. برای محاسبه دمای سلول از یک مدل انتقال حرارت یا از دمای مدول استفاده می‌شود.

T_{TRC} دمای سلول در شرایط TRC است. این مقدار باید با همان مدل استفاده شده برای تعیین توان هدف در شرایط مرجع هدف (TRC) داده شده محاسبه گردد.

پیوست ب

(آگاهی‌دهنده)

یک نمونه مدل برای توان سامانه

ب-۱ کلیات

مدل توان الکتریکی خروجی یک سامانه می‌تواند نسبتاً ساده یا پیچیده باشد. یک مثال ساده در اینجا آمده است.

ب-۲ مثالی از یک مدل

به‌عنوان مثالی از پیاده‌سازی با فرض خطی بودن، اگر توان نیروگاه توسط معادله (ب-۱) تعریف شود، آنگاه ضریب تصحیح برای میزان تابش توسط معادله (ب-۲) به‌کارگرفته می‌شود که شامل اثرات دمایی مدول مطابق با فرض خطی بودن تصحیح دمایی است.

$$P_{\text{pred}} = (P_{\text{predTarg}}) \times (G_{\text{meas}}/G_{\text{TRC}}) + P_{\text{zero}} (1 - G_{\text{meas}}/G_{\text{TRC}}) \quad (\text{ب-۱})$$

که در آن:

P_{pred} توان پیش‌بینی شده؛

P_{predTarg} توان پیش‌بینی شده در شرایط هدف‌گذاری شده؛

G_{meas} میزان تابش اندازه‌گیری شده؛

G_{TRC} میزان تابش نامی استفاده شده برای تعیین توان هدف است؛

P_{zero} عرض از مبدأ (منفی) که اغلب موقع رسم توان خروجی به‌عنوان تابعی از میزان تابش، مشاهده می‌شود در شرایطی که اینورترها به کمینه توان ورودی برای کارکرد نیاز دارند.

افزودن اصلاحیه دمایی به معادله (ب-۱) و صرف نظر کردن از بخش P_{zero} ، منجر به رابطه زیر برای پیش‌بینی توان از میزان تابش اندازه‌گیری شده و دماهای سلول می‌شود:

$$P_{\text{pred}} = (P_{\text{predTarg}}) \times (G_{\text{meas}}/G_{\text{TRC}}) \times [1 + \delta (T_c - T_{\text{TRC}})] \quad (\text{ب-۲})$$

که در آن:

δ ضریب دمایی به‌دست آمده از مستندات تجهیز است؛

T_{TRC} دمای محاسبه شده سلول توسط مدل حرارتی در شرایط TRC است؛

T_C دمای محاسبه شده سلول برای هر نقطه اندازه‌گیری است (به‌عنوان مثال به پیوست الف برای ملاحظه چگونگی این محاسبه، مراجعه شود).

برای استفاده از معادله (ب-۲) در محاسبه ضریب تصحیح، به زیربند ۶-۳-۴ مراجعه شود.

پیوست پ

(آگاهی‌دهنده)

جهت‌گیری ناسازگار آرایه

جهت‌گیری آرایه ممکن است به دلایل زیر تغییر کند:

- تغییرات ناخواسته در کیفیت و نحوه ساخت؛
- تغییرات ناخواسته به علت نقص کارکرد ردياب یا ناهمترازی برای بخشی از آرایه؛
- تغییرات عمودی به منظور دنبال کردن ناحیه جغرافیایی به صورت کنترل نشده؛
- تغییرات عمودی به منظور جهت‌گیری‌های مشخص، به‌عنوان مثال روی یک سقف و با دو جهت متفاوت. تعریف روش‌های مواجهه با هر یک از این شرایط خارج از محدوده این سند است. هدف این پیوست ارائه راهنمایی به جای روش‌های خاص است.

اگر چه یک آزمون انرژی براساس یک جهت‌گیری مشخصی تعریف شده است، ولی آزمون انرژی باید در جهت‌گیری طراحی شده به کار رود، استفاده از این قابلیت آزمون برای نشان دادن جهت‌گیری طراحی شده به جای جهت‌گیری نصب شده می‌تواند منجر به ارزیابی اشتباه سامانه شود.

حسگر (های) تابشی باید در محل قرار داده شوند تا منعکس کننده هم‌راستایی آرایه باشند. اگر یک سامانه بزرگ باشد و هم‌راستایی به خوبی کنترل نشود، استفاده از حسگرهای تابشی برای هر بخش نیروگاه، می‌تواند مفید باشد. تعداد حسگرها، مکان‌ها (که برای نشان دادن جهت‌گیری‌های گوناگون انتخاب می‌شود) و وزن‌دهی داده‌های اندازه‌گیری شده از حسگرهای چندگانه (که برای منعکس کردن کسری از مدول‌ها برای هر جهت‌گیری انتخاب می‌شود) باید انتخاب شود تا بتوان متوسط تابش تجربه شده توسط آرایه تحت آزمون را تشخیص داد. این جزئیات باید توسط گروه‌های کاربر به توافق برسد.

به طور معمول، آزمون در زمانی که یک ردياب، ناقص عمل می‌کند، انجام نمی‌شود، اما مادامی که آرایه در یک ردیف (صف) نباشد، استراتژی تعریف شده در پاراگراف قبلی می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد.

در مواردی که بخش‌های مختلف یک سامانه به طور متفاوتی جهت‌دهی شده‌اند، اگر هر یک از آنان به یک اینورتر مجزا متصل باشد، بهتر است آزمون به‌طور جداگانه برای بخش‌های مختلف سامانه اعمال شود. اگر آرایه‌های چندگانه با جهت‌گیری‌های متفاوت باید به اینورتر یکسانی متصل شوند، سپس اندازه‌گیری‌های میزان تابش باید وزن‌دهی شوند تا بخشی از آرایه‌هایی که در هر جهت قرار دارند را منعکس کند.

کتابنامه

- [1] IEC 60904-5, Photovoltaic devices – part 5: Determination of the equivalent cell temperature (ECT) of photovoltaic (PV) devices by the open-circuit voltage method
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۵-۱۴۱۱۵، افزارهای فتوولتائیک افزارهای (ECT) قسمت ۵: تعیین معادل دمای سلول به روش ولتاژ مدارباز (PV) فتوولتائیک با استفاده از استاندارد IEC 60904-5 تدوین شده است.
- [2] IEC TS 61724-3, Photovoltaic system performance – Part 3: Energy evaluation method
- [3] IEC 61829, Photovoltaic (PV) array-On-site measurement of current-voltage characteristics
- [4] IEC 61853-2, Photovoltaic (PV) module performance testing and energy rating – Part 2: spectral response, incidence angle and module operating temperature measurements
- [5] IEC 66446-1, photovoltaic (PV) systems – Requirements for testing, documentation and maintenance – Part 1 Grid connected – Documentation, commissioning tests and inspection
- [6] ISO 5725, Accuracy (trueness and precision) of measurement methods and results
- [7] Photovoltaic Array performance Model, D.L. King, W.E. Boyson, J.A. Kratochvill, sandia Report SAND2004-3535, 2004. Prod.sandia.gov/techlib/access-control.cgi/2004/043535.pdf.
- [8] Sandia's pv performance Modeling Collaborative, <https://pvpmc.sandia.gov/>.
- [9] IEA PVPS (photovoltaic Power Systems Programme of the International Energy Agency)
Task 13 (performance and Reliability of Photovoltaic Systems), <http://iea-pvps.org/index.php?id=57>
- [10] ASTM E 2848-13, Standard test method for reporting photovoltaic non-concentrator system performance
- یادآوری - استاندارد ملی ایران شماره ۱۷۵۷۴، روش آزمون استاندارد برای گزارش کارایی سامانه غیرمتمرکز کننده فتوولتائیک با استفاده از استاندارد ASTM E 2848 تدوین شده است.
- [11] A Fundamentals Approach to (PV) Plant Capacity Testing, T.A. Dierauf, S. Kurtz, E. Riley, B. Bourne, EU PVSEC 2014 Paper 5AO_7_1_A.