



جمهوری اسلامی ایران
Islamic Republic of Iran

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

Institute of Standards and Industrial Research of Iran



استاندارد ملی ایران

۱۱۸۵۹

چاپ اول

ISIRI

11859

1st. edition

سامانه های فتوولتائیک (PV) - ویژگی های
اتصال به شبکه

**Photovoltaic (PV) systems – Characteristics
of the utility interface**

ICS:27.160

به نام خدا

آشنایی با مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

مؤسسه 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.

تدوین استاندارد در حوزه های مختلف در کمیسیون های فنی مرکب از کارشناسان مؤسسه* صاحب نظران مراکز و مؤسسات علمی، پژوهشی، تولیدی و اقتصادی آگاه و مرتبط انجام می شود 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، مصرف کنندگان، صادرکنندگان و وارد کنندگان، مراکز علمی و تخصصی، نهادها، سازمان های دولتی و غیر دولتی حاصل می شود. پیش نویس استانداردهای ملی ایران برای نظرخواهی به مراجع ذی نفع و اعضای کمیسیون های فنی مربوط ارسال می شود 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 می شود.

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

مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران از اعضای اصلی سازمان بین المللی استاندارد (ISO)^۱ کمیسیون بین المللی الکتروتکنیک (IEC)^۲ و سازمان بین المللی اندازه شناسی قانونی (OIML)^۳ است و به عنوان تنها رابط^۴ کمیسیون کدکس غذایی (CAC)^۵ در کشور فعالیت می کند. در تدوین استانداردهای ملی ایران ضمن توجه به شرایط کلی و نیازمندی های خاص کشور، از آخرین پیشرفتهای علمی، فنی و صنعتی جهان و استانداردهای بین المللی بهره گیری می شود.

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

* مؤسسه استاندارد و تحقیقات صنعتی ایران

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

کمیسیون فنی تدوین استاندارد
" سامانه های فتوولتائیک (PV) - ویژگی های اتصال به شبکه "

سمت و/ یا نمایندگی

عضو هیأت علمی دانشگاه تهران

رئیس:

فرهنگی، شاهرخ
(دکترای مهندسی برق)

دبیر:

اداره کل استاندارد و تحقیقات صنعتی استان زنجان

خدائی فرد، شراره
(فوق لیسانس فیزیک)

اعضاء: (اسامی به ترتیب حروف الفبا)

شرکت مهندسين مشاور توسعه صنعت برق

اسدی، ابراهیم
(فوق لیسانس مهندسی برق)

شرکت فیبر نوری و برق خورشیدی

ذبیحی، عطیه
(فوق لیسانس فیزیک)

شرکت فیبر نوری و برق خورشیدی

ربیعی، غلامرضا
(لیسانس مهندسی برق)

سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

زارعی، علی
(لیسانس مهندسی برق)

سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

شاهنواز، محمدرضا
(فوق لیسانس مهندسی شیمی)

سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

عبداللهی، ربابه
(لیسانس مهندسی برق)

شرکت مهندسين مشاور توسعه صنعت برق

کیانی، سیدرضا
(لیسانس مهندسی برق)

سازمان انرژی های نو ایران (سانا)

منشی پور، سمیرا
(لیسانس مهندسی برق)

فهرست مندرجات

صفحه	عنوان
ج	آشنایی با مؤسسه استاندارد
د	کمیسیون فنی تدوین استاندارد
ز	پیش گفتار
۱	۱ هدف و دامنه کاربرد
۱	۲ مراجع الزامی
۲	۳ تعاریف و اصطلاحات
۴	۴ سازگاری شبکه
۴	۱-۴ ولتاژ، جریان و بسامد
۴	۲-۴ گستره بهره برداری ولتاژ عادی
۴	۳-۴ فلیکر
۴	۴-۴ تزریق DC
۴	۵-۴ گستره بسامد بهره برداری عادی
۵	۶-۴ هارمونیک ها و اعوجاج شکل موج
۵	۷-۴ ضریب توان
۵	۵ ایمنی کارکنان و تجهیزات حفاظتی
۶	۱-۴ اتلاف ولتاژ شبکه
۶	۲-۴ اضافه/کمبود ولتاژ و بسامد
۶	۳-۴ حفاظت جزیره ای
۷	۴-۴ پاسخ به بازیابی شبکه
۷	۵-۴ زمین کردن
۸	۶-۴ حفاظت اتصال کوتاه
۸	۷-۴ عایق بندی و کلیدزنی
۹	کتابنامه

پیش گفتار

استاندارد " سامانه های فتوولتائیک (PV) - ویژگی های اتصال به شبکه " که پیش نویس آن در کمیسیون های مربوط توسط سازمان انرژی های نو ایران (سانا) تهیه و تدوین شده و در چهارصد و هفتاد و پنجمین اجلاس کمیته ملی استاندارد برق و الکترونیک مورخ ۸۸/۴/۱۰ مورد تصویب قرار گرفته است، اینک به استناد بند یک ماده ۳ قانون اصلاح قوانین و مقررات مؤسسه 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 پیشرفت های 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 61727: 2004, Photovoltaic (PV) systems – Characteristics of the utility interface.

سامانه های فتوولتائیک (PV) - ویژگی های اتصال به شبکه

۱ هدف و دامنه کاربرد

هدف از تدوین این استاندارد، مشخص کردن الزامات برای اتصال سامانه های فتوولتائیک به سامانه شبکه توزیع است.

این استاندارد برای سامانه های توان فتوولتائیک (PV)^۱ متصل به شبکه که موازی با شبکه بوده و از اینورترهای ساکن (نیمه هادی)^۲ غیر جزیره ای برای تبدیل DC به AC استفاده می کنند، کاربرد دارد. این استاندارد توصیه های ویژه ای برای سامانه های اسمی ۱۰ kVA یا کمتر، از قبیل سامانه های بهره برداری خانگی تک فاز یا سه فاز را شرح می دهد. این استاندارد برای اتصال به سامانه ی شبکه توزیع فشار ضعیف، کاربرد دارد.

یادآوری ۱- توصیه می شود اینورتری که گواهینامه نوع آن مطابق با استانداردهایی است که در این استاندارد به تفصیل بیان شده است بدون هیچ آزمون دیگری جهت نصب پذیرفته شود.

این استاندارد به سازگاری الکترومغناطیسی یا ساز و کارهای حفاظت در برابر جزیره ای شدن نمی پردازد.

یادآوری ۲- تغییر الزامات واسط وقتی که باتری به کار می رود یا سیگنال های کنترل برای بهره برداری سامانه فتوولتائیک توسط شبکه تامین می شوند، مجاز است.

۲ مراجع الزامی

مدارک الزامی زیر حاوی مقرراتی است که در متن این استاندارد به آن ها ارجاع شده است. بدین ترتیب آن مقررات جزئی از این استاندارد ملی ایران محسوب می شود.

در صورتی که به مدرکی با ذکر تاریخ انتشار ارجاع داده شده باشد، اصلاحیه ها و تجدیدنظرهای بعدی آن مورد نظر این استاندارد ملی ایران نیست. در مورد مدارکی که بدون ذکر تاریخ انتشار به آنها ارجاع داده شده است، همواره آخرین تجدیدنظر و اصلاحیه های بعدی آنها مورد نظر است.

استفاده از مراجع زیر برای این استاندارد الزامی است:

- 2-1 IEC 60364-7-712:2002, Electrical installation of building- Part 7-712: Requirements for special installations or location- Solar photovoltaic (PV) power supply systems.
- 2-2 IEC 61000-3-3:1994, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3-3: Limits – Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in public low-voltage supply systems, for equipment with rated current ≤ 16 A per phase and not subject to conditional connection 1.
- 2-3 IEC 61000-3-5:1994, Electromagnetic compatibility (EMC) – Part 3: Limits – Section 5: Limitation of voltage changes, voltage fluctuations and flicker in low-voltage power supply systems, for equipment with rated current greater than 16 A.

¹ Photovoltaic

² Solid-state

- 2-4 IEC 61277:1995, Terrestrial photovoltaic (PV) power generating systems- General and guide.
 2-5 IEC 61836:1997, Solar photovoltaic energy systems- Terms and symbols.

۳ تعاریف و اصطلاحات

اصطلاحات و تعاریف زیر در این استاندارد به کار می رود:

۱-۳

Power factor

ضریب توان

ضریب توان (PF)^۱ با تقسیم کیلووات ساعت (kWh) بر ریشه دوم مجموع مجذورهای کیلووات ساعت (kWh) و کیلوواریساعت (kVARh) در یک دوره زمانی محاسبه می شود.
 ضریب توان (PF) در یک دوره زمانی

$$PF = \frac{E_{REAL}}{\sqrt{E^2_{REAL} + E^2_{REACTIVE}}}$$

که در آن E_{REAL} انرژی بر حسب kWh و $E_{REACTIVE}$ انرژی راکتیو بر حسب kVARh است.

۲-۳

Array field

میدان آرایه

مجموعه ی آرایه های فتوولتائیک خورشیدی در داخل سامانه ارائه شده (به IEC 61277 مراجعه کنید).

۳-۳

Direct current (DC) interface

واسط جریان مستقیم (DC)

اتصالات بین میدان آرایه و ورودی اینورتر / سامانه پردازشگر توان.

۴-۳

Electric utility

شبکه الکتریکی (شبکه توزیع)

بطور کلی سازمان مسئول برای نصب، بهره برداری و نگهداری منبع انرژی الکتریکی و سامانه های توزیع فشار ضعیف (به IEC 61277 مراجعه کنید)

۵-۳

Safety disconnect control and monitoring subsystem

زیرسامانه کنترل و پایش قطع اتصال ایمنی AC اینورتر را در خارج از شرایط مرزی از شبکه جدا می کند.

۶-۳

Total harmonic distortion

اعوجاج هارمونیک کل

اعوجاج به صورت زیر تعریف می شود:

¹ Power Factor

$$THD_x = \frac{\sqrt{\sum_{n=2}^{\infty} X_n^2}}{X_1}$$

که در آن:

X_1 عبارت است از ولتاژ یا جریان اصلی r.m.s

X_n عبارت است از ولتاژ یا جریان هارمونیک r.m.s مرتبه n ام

۷-۳

Potovoltaic system

سامانه ی فتوولتائیک

PV system

سامانه ی PV

سامانه ای متشکل از کل اینورترها (یک یا چندتایی) و اجزای تعادل سامانه (BOS)^۱ و آرایه ها با یک نقطه پیوند مشترک که در IEC 61836 بعنوان نیروگاه فتوولتائیک تعریف شده است.

۸-۳

Inverter

اینورتر

مبدل توان ساکن (SPC)^۲ (به یادآوری ۱ مراجعه کنید)

دستگاهی که انرژی الکتریکی DC را به انرژی الکتریکی AC تبدیل می کند. تجهیزاتی که جریان مستقیم حاصل از میدان آرایه را به جریان متناوب تبدیل می کند. تجهیزات الکتریکی مورد استفاده برای تبدیل توان الکتریکی به شکل یا شکل های توان الکتریکی مناسب برای کاربردهای بعدی توسط شبکه توزیع

یادآوری ۱- هر مبدل توان ساکن با کنترل، حفاظت و فیلترسازی برای واسط منبع انرژی الکتریکی با سامانه شبکه توزیع. گاهی اوقات زیرسامانه پردازشگر توان، سامانه های مبدل توان، مبدل های نیمه هادی، یا واحدهای پردازشگر توان نامیده می شود.

یادآوری ۲- بدلیل ماهیت یکپارچه آن، اینورتر فقط هنگام نیاز به تعمیر یا نگهداری بطور کامل از شبکه قطع می شود. در تمام اوقات دیگر، خواه اینورتر انرژی PV را به شبکه منتقل کند یا نکند، مدارات کنترل برای پایش شرایط شبکه به آن متصل باقی می ماند. عبارت "قطع تزریق انرژی به شبکه" در سراسر این استاندارد به کار می رود. واضح است وقتی که خطایی از قبیل قطع اضافه ولتاژ رخ می دهد اینورتر بطور کامل از شبکه قطع نمی شود. اینورتر را می توان برای تعمیر و نگهداری با باز کردن کلید قطع AC شبکه، بطور کامل از شبکه جدا کرد.

۱-۸-۳

Non- islanding inverter

اینورتر غیر جزیره ای

اینورتری که انرژی دادن به سامانه شبکه توزیع را هنگامی که خارج از ویژگی های بهره برداری عادی از نظر ولتاژ و/یا بسامد قرار دارد، متوقف می کند.

یادآوری- تعریف در IEC 61836 آمده است.

¹ Balance-Of-System component

² Static Power Converter

Utility interface

اتصال بین سامانه PV و سامانه شبکه توزیع که نقطه پیوند مشترک^۱ نام دارد

۴ سازگاری شبکه

کیفیت توان فراهم شده توسط سامانه PV برای بارهای AC جایگاهی و توان تحویلی به شبکه با روش ها و استانداردهای ولتاژ، فلیکر^۲، بسامد، هارمونیک ها و ضریب توان مقرر می شود. انحراف از این استانداردها بیانگر شرایط خارج از مرزها می باشد و امکان دارد لازم باشد سامانه PV انحراف را حس کرده و به صورت مناسب از سامانه شبکه جدا شود.

تمام پارامترهای کیفیت توان (ولتاژ، فلیکر، بسامد، هارمونیک ها و ضریب توان) باید در واسط شبکه/نقطه پیوند مشترک اندازه گیری شود مگر اینکه طور دیگری مشخص شده باشد.

یادآوری- متعادل کننده جریان های فاز در سامانه های چند فاز، مطلوب است.

۱-۴ ولتاژ، جریان و بسامد

ولتاژ AC، جریان و بسامد سامانه PV باید سازگار با سامانه شبکه توزیع باشد.

۲-۴ گستره بهره برداری ولتاژ عادی

سامانه های PV متصل به شبکه معمولاً ولتاژ را تنظیم نمی کنند، آنها جریان را به داخل شبکه تزریق می کنند. بنابراین گستره ولتاژ بهره برداری برای اینورترهای PV به عنوان عملیات حفاظتی که به شرایط غیر عادی شبکه پاسخ می دهد، انتخاب می شود. نه بعنوان عملیات تنظیم ولتاژ.

۳-۴ فلیکر

بهره برداری سامانه PV نباید باعث فلیکر ولتاژ فراتر از حدود بیان شده در بخش مربوط IEC 61000-3-3 برای سامانه های کمتر از ۱۶ A یا IEC 61000-3-5 برای سامانه های با جریان ۱۶ A و بالاتر شود.

۴-۴ تزریق DC

سامانه PV نباید جریان DC بیشتر از ۱٪ جریان اسمی خروجی اینورتر را به واسط AC شبکه تحت هر شرایط بهره برداری تزریق کند.

۵-۴ گستره بسامد بهره برداری عادی

سامانه PV باید همزمان (بطور سنکرون) با سامانه شبکه توزیع و در داخل محدوده قطع بسامد تعریف شده در ۲-۲-۵ بهره برداری شود.

¹ Point of common coupling (PCC)

² Flicker

۴-۶ هامونیک ها و اعوجاج شکل موج

سطوح پایین هامونیک های جریان و ولتاژ مطلوب است؛ سطوح هامونیک بالاتر، پتانسیل اثرات مضر بر روی تجهیزات متصل شده را افزایش می دهد. سطوح قابل قبول ولتاژ و جریان هامونیک به مشخصات سامانه توزیع، نوع خدمت، بار/دستگاه های متصل شده و شیوه های استقرار یافته شبکه بستگی دارد. خروجی سامانه PV باید سطوح اعوجاج جریان پایینی داشته باشد تا اطمینان حاصل شود که اثرات مضر بر دیگر تجهیزات متصل شده به سامانه شبکه توزیع ندارد. اعوجاج جریان هامونیک کل باید کمتر از ۵٪ در خروجی اسمی اینورتر باشد. هر یک از هامونیک ها باید به درصدهای فهرست شده در جدول ۱ محدود شود. هامونیک های زوج در این گستره باید از ۲۵٪ حدود هامونیک فرد پایینی فهرست شده در جدول زیر کمتر باشد.

جدول ۱- حدود اعوجاج جریان

حدود اعوجاج	هامونیک های فرد
کمتر از ۴۱۰٪	۳ام تا ۹ام
کمتر از ۲۱۰٪	۱۱ام تا ۱۵ام
کمتر از ۱۱۵٪	۱۷ام تا ۲۱ام
کمتر از ۰۶٪	۲۳ام تا ۳۳ام

حدود اعوجاج	هامونیک های زوج
کمتر از ۱۱۰٪	۲ام تا ۸ام
کمتر از ۰۵٪	۱۰ام تا ۳۲ام

یادآوری- آزمون هامونیک ها خیلی پیچیده است، چون اعوجاج ولتاژ ممکن است باعث افزایش اعوجاج جریان شود. تزریق جریان هامونیک بهتر است بدون در نظر گرفتن هر جریان هامونیک به علت اعوجاج ولتاژ هامونیک موجود در شبکه توزیع بدون سامانه PV متصل شده، باشد. اینورترهای آزمون نوعی شده، که الزامات بالا را برآورده کند بهتر است بدون هر آزمون دیگری، مطابق پنداشته شود.

۴-۷ ضریب توان

وقتی که خروجی بزرگتر از ۵۰٪ توان اسمی خروجی اینورتر است سامانه PV باید ضریب توان پس فازی بیشتر از ۰٫۹ داشته باشد.

یادآوری ۱- سامانه ای که به صورت ویژه برای جبران سازی توان راکتیو طراحی شده است با تایید شبکه توزیع می تواند در خارج از محدوده فوق کار کند.

یادآوری ۲- اغلب اینورترهای PV که برای کاربرد متصل به شبکه طراحی شده اند با ضریب توان نزدیک به واحد کار می کنند.

۵ ایمنی کارکنان و تجهیزات حفاظتی

این بند، اطلاعات و ملاحظات برای بهره برداری ایمن و مناسب سامانه های PV متصل به شبکه ارائه می دهد.

یادآوری ۱- تامین عملیات حفاظتی با وسایل داخلی یا خارجی در سامانه مجاز است.

یادآوری ۲- کاربرد IEC 60364-5-55 یا کدهای بین المللی یا محلی مجاز است.

۵-۱ از دست رفتن ولتاژ شبکه

برای جلوگیری از جزیره شدگی، سامانه ی PV متصل به شبکه باید تزریق انرژی به سامانه شبکه توزیع بی برق را صرف نظر از بارهای متصل یا دیگر مولدها در داخل محدوده زمانی مشخص شده متوقف کند. شبکه توزیع به دلایل متعددی می تواند بدون برق شود. برای مثال باز شدن کلید قطع پست بعلت شرایط خطا یا قطع خط توزیع در طول تعمیر و نگهداری.

اگر اینورترها (تکی یا چندتایی) ورودی DC ولتاژ خیلی ضعیف ایمن (SELV)^۱ و توان مجموع زیر ۱ kW داشته باشد در اینصورت قطع اتصال مکانیکی (رله) لازم نیست.

۵-۲ اضافه/کمبود ولتاژ و بسامد

شرایط غیرعادی می تواند در سامانه شبکه ای که نیاز به پاسخی از سوی سامانه فتوولتائیک متصل شده، دارد رخ دهد. این پاسخ برای اطمینان از ایمنی کارکنان نگهداری شبکه و عامه مردم و همچنین جلوگیری از آسیب دیدن تجهیزات متصل شده، شامل سامانه فتوولتائیک است. شرایط کار غیرعادی شبکه عبارت است از خارج شدن ولتاژ و بسامد از محدوده بالا و پایین مقادیر بیان شده در این بند و قطع کامل شبکه که امکان ایجاد یک جزیره با منابع تولید پراکنده را فراهم می آورد.

۵-۲-۱ اضافه/کمبود ولتاژ

هنگامی که ولتاژ واسط به خارج از شرایط تعریف شده در جدول ۲ منحرف شود سامانه فتوولتائیک باید تزریق انرژی به سامانه شبکه توزیع را متوقف کند. این قطع به تمام فازهای سامانه چند فاز اعمال می شود. تمام بحث ها راجع به ولتاژ سامانه اشاره به ولتاژ نامی محلی دارد. سامانه باید ولتاژ غیرعادی را حس کرده و به آن پاسخ دهد. شرایط زیر باید با ولتاژ rms و اندازه گیری شده در نقطه اتصال شبکه برقرار شود.

^۱ - Safety Extra Low Voltage

جدول ۲- پاسخ به ولتاژ های غیرعادی

ولتاژ (در نقطه اتصال به شبکه)	بیشینه زمان قطع*
$V < 0.95 \times V_{nominal}$	۰.۱s
$50\% \leq V \leq 85\%$	۲.۰s
$85\% \leq V \leq 110\%$	بهره برداری پیوسته
$110\% \leq V \leq 135\%$	۲.۰s
$V \leq 135\%$	۰.۰۵s

* زمان قطع به زمان بین رخ دادن شرایط غیرعادی و توقف اینورتر از تزریق انرژی به شبکه اطلاق می شود. مدارات کنترل سامانه PV باید عملاً متصل به شبکه باقی بماند تا اجازه احساس شرایط الکتریکی شبکه را برای استفاده با ویژگی "اتصال مجدد" بدهد.

منظور از زمان تاخیر مجاز، غلبه بر اختلال های کوتاه مدت برای جلوگیری از قطعی زیاد است. اگر ولتاژ به شرایط عادی بهره برداری پیوسته شبکه در مدت زمان مشخص قطع بازگردد، واحد مجبور نیست تزریق انرژی را متوقف کند.

یادآوری- بهتر است افت ولتاژ بین پایانه های اینورتر و نقطه اتصال با شبکه مورد ملاحظه قرار گیرد.

۲-۲-۵ اضافه/کمبود بسامد

هنگامی که بسامد شبکه به خارج از شرایط تعریف شده منحرف شود سامانه فتوولتائیک باید تزریق انرژی به شبکه را متوقف کند. اگر بسامد به شرایط عادی بهره برداری پیوسته شبکه در مدت زمان مشخص قطع بازگردد، واحد مجبور نیست تزریق انرژی را متوقف کند.

هنگامی که بسامد شبکه خارج از گستره $\pm 1\text{Hz}$ باشد، سامانه باید تزریق انرژی به شبکه را در مدت ۰.۲ s متوقف کند. منظور از گستره و زمان تاخیر مجاز، اجازه بهره برداری پیوسته برای اختلال کوتاه مدت و جلوگیری از قطع زیاد در شرایط سامانه شبکه ضعیف است.

۳-۵ حفاظت جزیره ای

سامانه PV باید تزریق انرژی به شبکه توزیع را ظرف مدت ۲ s قطع شبکه متوقف کند.

یادآوری- مسئله اینورتر غیر جزیره ای موضوع استاندارد دیگر در دست بررسی است.

۴-۵ پاسخ به بازیابی شبکه

به دنبال شرایط خارج از گستره شبکه که باعث می شود سامانه فتوولتائیک تزریق انرژی را متوقف کند، سامانه فتوولتائیک نباید به شبکه توزیع به مدت ۲۰ ثانیه تا ۵ دقیقه پس از اینکه ولتاژ و بسامد سرویس شبکه داخل گستره های مشخص شده برگشت، انرژی دهد.

یادآوری- تاخیر تزریق انرژی به شرایط محلی بستگی دارد.

۵-۵ زمین کردن

تجهیزات واسط شبکه باید مطابق با IEC 60364-7-712 زمین شود.

۶-۵ حفاظت اتصال کوتاه

سامانه فتوولتائیک باید حفاظت اتصال کوتاه مطابق با IEC 60364-7-712 داشته باشد.

۷-۵ جداسازی و کلیدزنی

روشی از جداسازی و کلیدزنی مطابق با IEC 60364-7-712 باید اعمال شود.

کتابنامه

IEC 60038:1983, *IEC Standard Voltages* 2

IEC 60364-5-55:2001, *Electrical installations of buildings – Part 5-55: Selection and erection of electrical equipment – Other equipment* 3

IEC 61173:1992, *Overvoltage protection for photovoltaic (PV) power generating systems – Guide*

CIGRE 123:1992, *Equipment producing harmonics and conditions governing their connection to the main power supply*

IEEE 929, *Recommended Practice for the Utility Interface of Residential and Intermediate Photovoltaic (PV) Systems*