

بسمه تعالی

کارفرما: شرکت توانیر

معاونت برنامه ریزی و توسعه شبکه

بند "ز" تبصره ۹ قانون بودجه سال ۱۳۹۳

استانداردهای لازم الاجرا

در

"سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه"

تهیه کننده:

سازمان انرژی های نو ایران

تابستان ۱۳۹۳

مقدمه:

تدوین، تنظیم و رعایت استانداردهای ملی و بین المللی از جمله دستاوردهای استانداردهای استانداردسازی، برای موثر بودن و بهینه سازی فعالیت ها در عرصه های مختلف صنعت می باشد. استانداردها موافقت نامه هایی هستند، شامل ویژگیهای فنی و یا معیار دقیق که به عنوان قوانین، دستورالعمل ها و یا تعاریف و ویژگیها مورد استفاده قرار می گیرند و مواد، محصولات، فرایندها و خدمات متناسب تعریف شده با اهداف را تضمین می نمایند. لذا توسعه بدون رعایت استاندارد ممکن نیست.

برای ساماندهی، ادامه روند رشد تکنولوژی، تولید تجهیزات، نصب و راه اندازی سامانه های فتوولتائیک استانداردهایی توسط تولید کنندگان، نصب کنندگان و سیاست گذاران انرژی در جهان تدوین گردیده و در حال اجرا هستند.

در داخل کشور نیز مجموعه صنعت برق در حوزه تولید و تامین انرژی الکتریکی ملزم به رعایت استانداردهای مربوط به آن میباشد. لذا در سامانه های فتوولتائیک به عنوان یکی از منابع تولید پراکنده به شبکه برق کشور، به رعایت استانداردهای بین المللی موجود و هم به موارد خاص و پیش بینی موارد ویژه شبکه توزیع محلی نیاز دارد. التزام به رعایت استانداردهای کیفیت توان تعیین شده برای سطوح مختلف شبکه ضرورتی مضاعف می یابد.

در این گزارش ابتدا عناوین استانداردهای ملی (لازم الاجرا) و بین المللی تدوین شده در زمینه سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه از جمله تجهیزات مورد استفاده شامل مدول و اینورترهای مورد استفاده و شرایط سامانه آورده شده است. در بخش بعد شرح مختصر و توجیهی در لازم الاجرا بودن برای هر کدام از استانداردهای مندرج در بخش نخست، گردآوری و ارائه شده است.

بخش نخست:

استانداردهای ملی (لازم الاجرا) و بین المللی تدوین شده در زمینه

سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه

استانداردهای سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه سراسری برق

در جدول زیر به استانداردهای ملی که در زمینه مدول فتوولتائیک، سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه تدوین ملی شده و رعایت آن استانداردها الزامی می باشد، اشاره شده است.

جدول (۱): فهرست استانداردهای ملی تدوین شده و لازم الاجرا در سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه

ردیف	Category Name	Standard Code	عنوان استاندارد Standard Title	National Code
۱	مدول (پنل) فتوولتائیک	IEC 61215	مدولهای سیلیکون- کریستالی زمینی فتوولتائیک- صلاحیت طراحی و تأیید نوع <i>qualification Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules- Design and type approval</i>	۱۱۸۸۱
۲		IEC 61646	مدولهای لایه نازک زمینی فتوولتائیک- صلاحیت طراحی و تأیید نوع <i>Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval</i>	آی ای سی ۶۱۴۶۴
۳		IEC 61730	صلاحیت ایمنی مدولهای فتوولتائیک- نیازمندیهای ساخت <i>Photovoltaic (PV) module safety qualification</i>	۱-۱۱۲۷۴*
۴		IEC 61701	آزمون خوردگی مدول های فتوولتائیک <i>Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules</i>	۱۱۲۷۷**
۵	سامانه	IEC 62446	سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه - کمترین الزامات برای مستندسازی سامانه، بازرسی و آزمون های حق العمل کاری <i>Grid connected PV-Systems - minimum requirements to system documentation, final acceptance and testing requirements</i>	۱۶۴۷۸
۶		IEC 61727	سامانه های فتوولتائیک- ویژگی های اتصال به شبکه <i>interface Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility</i>	۱۱۸۵۹

*بخش نخست استاندارد IEC 61730 تحت عنوان ISIRI ۱-۱۱۲۷۴ تدوین ملی شده است.

**این استاندارد در خصوص خوردگی در مدول های فتوولتائیک بوده و در انتخاب مدول های فتوولتائیک، برای محل های با رطوبت بالا (مناطق جنوبی و شمالی کشور) قابل استناد و مورد کاربرد می باشد.

جدول (۲): استانداردهای بین المللی قابل قبول مرتبط با سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه

Row	Category Name	Standard Number	Title
1	Module (مدول)	IEC 61730, UL 1703	Photovoltaic (PV) module safety qualification
2	Inverter (اینورتر)	IEC 62109-1, 2	Safety of power converters for use in photovoltaic power systems - Part 1: General requirements
3		DIN V VDE V 0126-1	Automatic disconnection device between a generator and the public low-voltage grid
4		EN 61000-6-1, 2, 4	Electromagnetic compatibility (EMC). Generic standards. Immunity for residential, commercial and light-industrial environments
5		IEC 62116	Test procedure of islanding prevention measures for utility-interconnected photovoltaic inverters
6		IEEE 929	Recommended Practice for Utility Interface of Photovoltaic (PV) Systems
7		EN 50530	Overall efficiency of grid connected photovoltaic inverters
8		System (سامانه)	IEEE 1547-UL 1741

در جدول (۲): استانداردهای مندرج در دسته اینورترها بر اساس اولویت و اهمیت بوده و داشتن گواهی تأیید در تمامی استانداردهای این دسته (ردیف ۲ الی ۷ جدول فوق) الزامی نمی باشد ولی داشتن استاندارد در زمینه ایمنی (ردیف ۲) و هم در EMC، (ردیف ۴) الزامی است.

بخش دوم:

شرح موضوعی استانداردهای اعلام شده

بخش دوم: شرح و دلایل انتخاب استانداردها

الف) استانداردهای ملی تدوین شده در سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه:

۱- استاندارد *IEC 61215* کد ملی ۱۱۸۸۱، مدولهای سیلیکون- کریستالی زمینی فتوولتائیک-

صلاحیت طراحی و تأیید نوع

این استاندارد الزامات احراز شرایط طراحی و تأیید نوع مدول های فتوولتائیک کریستالی برای بهره برداری طولانی مدت در شرایط هوای آزاد را بیان نموده است. تعیین مشخصات دمایی و الکتریکی مدول ساخته و تولید شده، برای استقامت طولانی در شرایط جوی اذیگر موارد آن می باشد. میانگین طول عمر واقعی مدول های دارای شرایط لازم به طرح آنها، محیط آنها و شرایط بهره برداری بستگی دارد. تمامی مدول های کریستالی ساخته شده و یا تامین شده می بایست دارای گواهی تأیید آن استاندارد باشند. باتوجه به این موارد، از آنجائیکه رعایت این استاندارد شرط لازم برای کارکرد پنل در شرایط عادی می باشد، لذا لازم الاجرا بوده و داشتن گواهی تأیید آن در مدول های فتوولتائیک انتخابی الزامی است.

۲- استاندارد *IEC 61646* کد ملی آی ای سی ۶۱۶۴۶، مدولهای لایه نازک زمینی فتوولتائیک-

صلاحیت طراحی و تأیید نوع

این استاندارد مربوط به ساخت مدول های فتوولتائیک لایه نازک، الزامات احراز شرایط طراحی و تأیید نوع مدول های فتوولتائیک لایه نازک، برای بهره برداری طولانی مدت در شرایط هوای آزاد را بیان نموده است. باتوجه به این موارد مشابه با استاندارد شماره یک (استاندارد *IEC 61215* کد ملی ۱۱۸۸۱) این استاندارد نیز برای مدول های لایه نازک اجباری و رعایت این استاندارد، در تولید و یا انتخاب مدول های فتوولتائیک الزامی است.

۳- استاندارد *IEC 61730-1* با کد ملی ۱۱۲۷۴-۱، صلاحیت ایمنی مدولهای فتوولتائیک-

نیازمندیهای ساخت

تعیین الزامات بنیادی ساختمان مدول های فتوولتائیک به منظور تامین بهره برداری ایمن الکتریکی و مکانیکی در طول عمر آن، از اهداف تدوین این استاندارد است. برای ارزیابی جلوگیری از شوک الکتریکی، خطر آتش سوزی و آسیب های شخصی به علت تنش های مکانیکی و محیطی، مطالب خاصی ارائه شده است. این استاندارد با استانداردهای *IEC61215* نیز هماهنگ است. رعایت این استاندارد نیز به لحاظ رعایت ایمنی مکمل استاندارد های فوق الذکر می باشد و رلذا رعایت این استاندارد نیز الزامی می باشد.

تذکر: لازم بذکر است که استاندارد *UL 1703*، معادل استاندارد *IEC 61730-1* می باشد و لذا انتخاب مدول های فتوولتائیکی که دارای گواهی تأیید و اخذ استاندارد *UL 1703* باشند، مورد تأیید و بلا مانع می باشد.

۴- استاندارد *JEC 61701* با کد ملی ۱۱۲۷۷۴، آزمون خوردگی مدول های فتوولتائیک

مدول های فتوولتائیک لوازم الکتریکی هستند که برای حضور دائم در فضای آزاد، در دوران عمر خود در نظر گرفته شده اند. خوردگی بالای هوای مرطوب، می تواند به تدریج بعضی از قطعات مدول *PV* (خوردگی قطعات فلزی، تغییر مشخصات بعضی مواد غیر فلزی مثل روکش های محافظ و پلاستیکی با ترکیب با آمونیاک) فرسوده کند و باعث خسارت اساسی که می تواند کارکرد و ایمنی کار را مختل کند. لذا با توجه به تدوین ملی این استاندارد در خصوص خوردگی در مدول های فتوولتائیک بوده و در انتخاب مدول های فتوولتائیک، برای محل های با رطوبت بالا همچون مناطق جنوبی کشور قابل استناد، مورد کاربرد و الزام آور می باشد.

۵- استاندارد *JEC 62446* با کد ملی ۱۶۴۷۸، سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه- حداقل الزامات

برای مستندسازی، آزمون های راه اندازی و بازرسی سامانه

این استاندارد حداقل اطلاعات و مستندات لازم را که می باید پس از نصب یک سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه در اختیار مالک پروژه، مشتری یا مصرف کننده سامانه قرار گیرد، تعریف می کند. همچنین این استاندارد، تضمین می کند که داده های کلیدی سامانه به سهولت در دسترس مشتری، بازرسی یا مهندس تعمیر و نگهداری قرار گیرد. این استاندارد همچنین حداقل آزمون های راه اندازی، معیارهای بازرسی و مستندات مورد انتظار برای تأیید نصب ایمن و بهره برداری صحیح از سامانه را توضیح می دهد. این سند می تواند برای آزمون های دوره ای نیز، استفاده شود. این استاندارد قصد دارد با شرح دادن حداقل آزمون های راه اندازی مورد انتظار و معیارهای بازرسی، به تأیید/بازرسی یک سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه بعد از نصب و برای بازرسی های مجدد بعدی، تعمیر و نگهداری یا اصلاحات کمک کند. لذا با توجه به محتوی این استاندارد و اطلاعات و مستندات لازم در آن، این استاندارد نیز لازم الاجرا و الزامی می باشد.

۶- استاندارد *JEC 61727* استاندارد ملی ۱۱۸۵۹، الزامات سامانه ها فتوولتائیک متصل به شبکه

این استاندارد در خصوص مشخص کردن الزامات سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه، جهت تزریق انرژی الکتریکی به شبکه سراسری برق است. از آنجائیکه کیفیت توان تولیدی و تزریقی سامانه فتوولتائیک برای شبکه سراسری برق اهمیت دارد لذا انحراف از این نقاط اعلام شده در استاندارد بیانگر خارج شدن از مرزهای مجاز تعریف شده برای شبکه می باشد. لذا رعایت این استاندارد ملی که توصیه های ویژه ای برای سامانه های کمتر از ۱۰ کیلوولت آمپر دارد و برای اتصال به سامانه ی فشار ضعیف کاربرد دارد، الزامی می باشد.

ب) استانداردهای بین المللی سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه:

۱- استاندارد *IEC 62109-1* و *2* ایمنی مبدل های برق برای استفاده در سامانه های برق فتوولتائیک - استاندارد *IEC 62109-1* : بخش اول، شامل، ضرورت های کلی (عمومی) است. این استاندارد برای دستگاههای مبدل برق مورد استفاده در سامانه های فتوولتائیک، از نظر ایمنی و سطح تکنولوژی (اتصال به شبکه و سطح ولتاژ) کاربرد داشته و رعایت آن ضروری است. این استاندارد حداقل الزامات را برای طراحی و ساخت، مبدل های برق قابل کاربرد در سامانه های فتوولتائیک برای حفاظت درمقابل شوک های الکتریکی، انرژی، آتش، مکانیکی و سایر خطرات را تعریف می کند. این استاندارد برای مبدل هایی قابل کاربرد است که سطح ولتاژ *DC* آن کمتر از ۱۵۰۰ ولت و سطح ولتاژ *AC* آن کمتر از ۱۰۰۰ ولت میباشد.

- استاندارد *IEC 62109-2* ایمنی مبدل های برق برای استفاده در سامانه های برق فتوولتائیک- بخش دوم : این استاندارد الزامات خاصی را از نظر ایمنی برای اینورترها و مبدل های *dc* و *ac* از نظر سازگاری الکتریکی، برای استفاده در سامانه های فتوولتائیک، را پوشش می دهد. اینورترهایی که توسط این استاندارد پوشش داده می شوند ممکن است در شبکه های تعاملی (همچون متصل به شبکه)، مستقل از شبکه و یا اینورترهای چند گانه یا توام، که توسط آرایش های متفاوتی از مدول های فتوولتائیک تامین توان می شوند، کاربرد دارد. این استاندارد باید همراه با *IEC 62109-1* استفاده شود.

با توجه به اهمیت موضوع این استانداردها از استانداردهای زیرساختی در اینورترها بوده و رعایت این استانداردها در انتخاب اینورترهای متصل به شبکه الزام آور و اجباری می باشد.

۲- استاندارد *DIN V VDE V 0126-1,2* تجهیزات قطع خودکار بین مولد و شبکه ولتاژ پایین

عمومی

تجهیزات قطع خودکار به عنوان یک وسیله ایمنی بین مولد و شبکه توزیع ولتاژ پایین عمومی استفاده می شود و به صورت یک جانشین برای کلید قطع که همیشه توسط بهره بردار قابل دسترس است، بکار می آید. این موضوع مانع از تزریق انرژی الکتریکی ناخواسته از مولد شبکه فرعی به شبکه توزیع و یا ایجاد یک شبکه فرعی، می شود (خاصیت ضد جزیره ای شدن)، بنابراین حفاظت مضاعفی را برای کارکنان بهره بردار، دستگاهها و ... در مقابل ولتاژها و فرکانس های غیر مجاز ایجاد می کند و دستگاهها را در مقابل تغذیه خطاهای مولد حفاظت می کند. اگر خطاهایی از طرف شبکه ولتاژ پایین به وجود آید این وسیله قطع خودکار، دستگاه مولد را از ولتاژها و فرکانس های غیر مجاز محافظت

می کند. این موضوع، مولد را در مقابل بار اضافی و جریان اتصال کوتاه حفظ نمی کند و برای آنها می باید تمهید دیگری اندیشیده شود. لذا با توجه به موضوع این و محتوی آن، استاندارد مذکور از استانداردهای زیرساختی در اینورترها بوده و رعایت این استاندارد در انتخاب اینورترهای متصل به شبکه بسیار با اهمیت می باشد. استاندارد ملی ۱۱۸۵۹ (*IEC61727*) مشترکاتی نیز با این استاندارد دارد.

۳- استاندارد *EN 61000-6-1,2,4* ، معادل الکترومغناطیسی (*EMC*) - استانداردهای عمومی،

ایمنی برای محیط های صنعتی

الزامات ایمنی *EMC* به دستگاههای الکتریکی و الکترونیکی که در نظر است در محیط های صنعتی، غیر صنعتی و یا مسکونی استفاده شوند اعمال می شود. این استاندارد مربوط به اینورترهای فتولتائیک متصل به شبکه بوده و برای تولیدات اختصاصی یا تولیدات خانواده *EMC* که استانداردهای موجود ایمنی به آنها تخصیص داده نشده قابل اعمال است. با توجه به اهمیت موضوع و اثراتی که می تواند بر محیط اطراف بگذارد، لذا رعایت این استاندارد و بخش های مربوطه آن در هنگام ساخت، ارائه، انتخاب اینورتر بسیار مهم و الزام آور می باشد.

۴- استاندارد *IEC 62116*، روش آزمون اندازه گیری های پیشگیرانه جزیره ای شدن برای اینورتر

های فتولتائیک در تعامل با شبکه (برق رسانی)

این استاندارد برای عملکرد اندازه گیری های پیشگیرانه (جهت حفاظت جزیره ای شدن)، به صورت خودکار، در اینورتر تک فاز و چند فاز فتولتائیک که در تعامل با شبکه می باشند، کاربرد دارد. بخشی از این الزامات و موارد برای حفاظت غیر جزیره ای در *IEC 61727* تعریف شده است. با توجه به محتوای این استاندارد و اهمیت خاصیت حفاظت در برابر جزیره ای بودن، رعایت این استاندارد در انتخاب اینورترها مفید بوده و این استاندارد بعنوان یک استاندارد مفید و مناسب قابل استفاده و کاربرد می باشد.

۵- استاندارد *IEEE 929*، توصیه های عملی *IEEE* برای سامانه های فتولتائیک مرتبط با شبکه

برق

این استاندارد، حاوی راهنمایی درباره دستگاهها و عملیات لازم برای اطمینان از بهره برداری سازگار (با برق شبکه) از سامانه های فتولتائیک (*PV*) که به صورت متصل به شبکه برق رسانی می بشد و کاربرد دارد. شامل عوامل مرتبط به ایمنی اشخاص، حفاظت دستگاه، کیفیت برق و بهره برداری

از سامانه برق رسانی است. با توجه به مطالب استاندارد و ارتباط آن با موارد و استانداردهای شبکه و رعایت آن در دیگر استانداردهای اینورترها، این استاندارد به عنوان یک استاندارد مناسب و مفید می باشد. با توجه به محتوی این استاندارد تعداد بسیاری از تولید کنندگان اینورترهای متصل به شبکه نسبت به اخذ گواهی تأیید این استاندارد با هدف تضمین کیفیت توان تزریقی به شبکه سراسری برق اقدام نموده اند.

۶- استاندارد *EN 50530*، بسامد کلی اینورتر های فتوولتائیک متصل به شبکه

این استاندارد روشی برای اندازه گیری بهره ردیابی بیشینه نقطه توان (*MPPT*) اینورترهایی است که در سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه استفاده می شوند. در این حالت اینورتر یک شبکه کم ولتاژ را با ولتاژ *AC* معین و بسامد معین انرژی دار می کند. بر اساس بهره استاتیک *MPPT* و بهره تبدیل، بهره کلی اینورتر محاسبه می شود. با توجه به محتوی این استاندارد و ارتباط آن با میزان توان تولیدی و تزریقی به شبکه سراسری برق، این استاندارد به عنوان یک استاندارد مناسب و مفید در صنعت سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه می باشد.

۷- استاندارد *IEEE 1547* (معادل *UL 1741*)، برای اتصال بین منابع پراکنده و سامانه های برق

برق رسانی

این استاندارد ضوابط و الزامات را برای اتصال بین منابع پراکنده و برق رسانی ایجاد می کند. استاندارد برای اینورتر، مبدل ها، کنترل کننده ها و تجهیزات اتصال بین سامانه ای برای استفاده منابع انرژی توزیع شده، با توجه به دستورالعمل های تولیدات پراکنده مورد تأیید و الزامی شرکت توانیر این استاندارد الزام آور و اجباری می باشد.