

بسمه تعالی

شرایط کلی و مشخصات فنی نصب سامانه‌های برق خورشیدی

شرایط اجرا و دستورالعمل فنی

نصب سامانه‌های فتوولتائیک:

شرح کلی خدمات و مشخصات فنی

نصب سامانه‌های فتوولتائیک

(۱) شرح کلی خدمات انجام کار

طراحی ، تهیه و تامین تجهیزات، ساخت ،نصب و راه اندازی سامانه فتوولتائیک از نوع متصل به شبکه برای مشترکین متقاضی، حداکثر میزان توان " سامانه" برای هر مشترک متقاضی محدود به ظرفیت انشعاب متقاضی تا سقف صد (۱۰۰) کیلووات، می باشد. منظور از مشترک متقاضی، مشترکین خانگی، عمومی و تجاری می باشد.

در این طرح برای هر مشترک متقاضی در صورت احراز شرایط مندرج در دستور العمل اجرایی، مجاز به احداث حداکثر یکصد (۱۰۰) کیلووات نیروگاه فتوولتائیک می باشد.

(۲) اقدامات مقدماتی

بازدید اولیه از محل جهت انجام برآوردهای مورد نیاز، تعیین محل پیشنهادی و اولیه، بررسی وضعیت محل از نظر آفتابگیری و فضای مناسب جهت نصب، حفاظت و ایمنی ساختمان جهت احداث از جمله اقدامات اولیه است که در این خصوص انجام می گیرد.

(۳) عملیات طراحی:

در این قسمت عملیات مربوط به، طراحی نیروگاه فتوولتائیک، تهیه مشخصات فنی و نقشه های اجرایی، انتخاب تجهیزات مانند پانل های خورشیدی، اینورتر (اینورترها) ، طراحی سازه و پایه نگهدارنده مبتنی به انتخاب کابل ها و متعلقات و تابلو های لازم ، به همراه تجهیزات لازم جهت اتصال به شبکه، توسط پیمانکار، صورت می گیرد.

(۴) شرح عملیات تهیه و خرید:

خرید تجهیزات شامل پانل ها، اینورترها، سازه های نگهدارنده به همراه پایه های بتنی ، کابل ها و لوله های مربوطه و سایر متعلقات ، تابلو ها، فیوزها و کلید های لازم ،تهیه تابلوی اتصال به شبکه و کابل کشی های لازم و تهیه سیستم زمین به همراه متعلقات می باشد.

(۵) شرح عملیات نصب و راه اندازی:

بازدید نهایی از محل تعیین شده، بررسی و تعیین محل نهایی جهت نصب سامانه، عملیات نصب و راه اندازی شامل، نصب سازه ها و پایه بتنی، نصب پانل های خورشیدی، سیم کشی ، کابل کشی پانل ها به همراه داکت ها و لوله های لازم و تابلو های مربوطه ، نصب اینورتر ، نصب تابلو های لازم به همراه تجهیزات جهت تزریق به شبکه، اجرای سیستم زمین مورد نیاز، راه اندازی کل سیستم شامل راه اندازی بخش DC و AC است.

مشخصات فنی تجهیزات

در این قسمت مشخصات فنی عمومی که جهت انتخاب تجهیزات مد نظر میباشد به تفکیک اجزا و تجهیزات ارائه شده است.

الف) مشخصات فنی عمومی جهت انتخاب پنل فتوولتائیک

نکات حائز اهمیت در خصوص انتخاب مدول فتوولتائیکی جهت کاربرد در این پروژه به شرح زیر مطرح شده است.

۱) پنل فتوولتائیک با تکنولوژی کریستالی

- تکنولوژی ساخت از نوع پلی یا منو کریستال
- توان جمعی پنل های فتوولتائیک، در شرایط استاندارد STC، با توان نیروگاه فتوولتائیک احداثی برابر باشد.
- توان پنل انتخابی حداقل ۱۵۰ وات باشد (این موضوع در این مشخصات صرفاً بدلیل سهولت در نصب سامانه است). انتخاب پنل های خورشیدی با ظرفیت بیش از ۲۰۰ وات توصیه می گردد.
- تحمل بار استاتیکی مطابق استاندارد (معادل ۵۴۰۰ پاسکال) باشد.
- دمای کارکرد از ۴۰- الی ۸۰ درجه سلسیوس است.
- مدول ها باید مجهز به دیود Bypass و دیود سدکننده باشند.
- شیشه روی پنل از جنس Solar grade باشد.
- صفحه پشت پنل از نوع فیلم مرکب مقاوم در مقابل اشعه UV، ضد آب و مقاوم در مقابل شرایط جوی باشد.
- تجهیزات و تمهیدات لازم جهت نصب در جدار محافظ پنل های انتخابی تعبیه شده باشد.
- تحمل شرایط محیطی و اقلیمی، رطوبت و یخزدگی (سازگار با شرایط محیطی محل نصب) را داشته باشد.
- داشتن گواهی های استاندارد ساخت و کیفیت معتبر طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۸۸۲ (IEC61215) و شماره ملی ۱۱۲۷۴-۱ (IEC, 61730)
- دارا بودن دیگر گواهی های استاندارد بین المللی UL, TUV, VDE, IEC در انتخاب مدول ها توصیه می شود.
- طول عمر پنل و راندمان کارکرد و منحنی عملکرد پنل در طول عمر اعلام شده (لازم است که راندمان پنل ها در طول زمان بیش از ده سال ۹۰٪ و بیست و پنج سال بیش از ۸۰٪) باشد.
- کابل ها و سیم های مورد استفاده برای اتصالات داخلی ماژول های فتوولتائیک می بایست مجهز به سرکابل ها، رابط ها (MC4) و اتصالات مخصوص به خود باشند.
- باید تعداد و توان پنل ها به گونه ای انتخاب شود که پس از سری و موازی کردن آنها، ولتاژ و جریان هر رشته با مشخصات ولتاژ و جریان ورودی اینورتر انتخابی سازگاری داشته باشد.
- کاتالوگ و مشخصات فنی پنل پیشنهادی، می بایست شامل موارد زیر باشد.

- مشخصات فیزیکی پنل:

ردیف	نوع	سیلیکون کریستالی
۱	کشور سازنده	۱- ساخته شده در کشور ایران ۲- سایر کشورهای تولید کننده (بر اساس استانداردها و دستورالعمل)
۲	راندمان	$\leq 14\%$ (راندمان می بایست بزرگتر مساوی ۱۴ درصد باشد)
۳	Fill factor	$\leq 70\%$ (FF می بایست بزرگتر مساوی ۷۰ درصد باشد)
۴	گارانتی (فرسایش یا افت توان)	ظرفیت توان خروجی پنل (Wp) می بایست در طول زمان عملکرد پنل از ۱ تا ۱۰ سال (برابر یا بیشتر از ۹۰٪ توان طراحی پنل) باشد، و از سال ۱۰ تا ۲۵ نیز این افت توان به گونه ای باشد تا توان خروجی پنل برابر یا بیشتر از ۸۰٪ توان طراحی پنل باشد.
۵	قاب یا چهار چوب ماژول	مواد استفاده شده در قاب پنل می بایست از مواد ضد خوردنده و گالوانیز گرم و سازگار با استراکچر نگهدارنده پنل باشد.
۶	جعبه ترمینال (junction box)	این جعبه می بایست از جنس ترمو پلاستیک با IP ۵۴ استاندارد جهت تجهیزات قابل نصب در محیط بیرونی و مقاوم در برابر اشعه UV خورشید باشد. مطابق با استاندارد EN 50 548 و یا DIN V VDE 0126-5 باشد.
۷	ابزار محدود کننده حرکت جریان (Blocking diodes)	نوع Schottky و یا نوع مناسب دیگر
۸	حداقل قدرت ماژول (minimum rated power)	توان نامی مربوط به هر ماژول نباید کمتر از (W _p) ۱۵۰ وات باشد.
۹	برچسب شناسایی RF برای هر ماژول	می بایست در داخل ماژول ارائه گردد، و باید قادر به تحمل شرایط محیطی تا پایان طول عمر مفید ماژول باشد.
۱۰	اطلاعات مربوط به برچسب شناسایی RF	۱- نام شرکت و کشور سازنده ماژول فتوولتائیک ۲- نام شرکت و کشور سازنده سلول خورشیدی ۳- درج ماه و سال ساخت ماژول و سلول به صورت تفکیک شده ۴- تعیین W _m ، I _m ، V _m و FF برای ماژولها ۵- شماره سریال منحصر به فرد و شماره مدل ماژول ۶- تاریخ و سال اخذ گواهی نامه صلاحیت و کیفیت ماژول فتوولتائیک از IEC ۷- نام آزمایشگاه صادر کننده گواهی IEC ۸- سایر اطلاعات مربوطه و قابل ردیابی بر اساس استاندارد ISO 9000 در خصوص سلول های خورشیدی و ماژول های فتوولتائیک
۱۱	نرخ توان خروجی	- بر اساس استاندارد ارائه شده شرایط تست (STC). منحنی ولتاژ و جریان یک ماژول نمونه می بایست جهت اخذ تاییدیه به آزمایشگاه مربوطه ارسال گردد (ماژول ساخت داخل) - در صورت خرید ماژول از سازندگان خارجی نیز گواهی تست مربوطه می بایست اخذ گردد.
۱۲	مطابقت با استانداردها و کد های مربوطه	IEC 61215 IEC 61730 Part 1 and 2
۱۳	آزمونهای خوردگی (Salt Mist)*	ISIRI 11277(As per IEC 61701)

نکته: مدول هایی که کلاس کاری آن از نوع کلاس A باشد، در اولویت خواهند بود.

*فقط برای محیط های خوردنده و با رطوبت بالا

۲) پنل فتوولتائیک با تکنولوژی لایه نازک

- تکنولوژی ساخت از نوع غیر کریستالی یا لایه نازک
- توان تجمعی پنل های فتوولتائیک، در شرایط استاندارد STC ، با توان نیروگاه فتوولتائیک احداثی برابر باشد.
- راندمان پنل (حداقل ۹٪) باشد.
- توان پنل انتخابی حداقل ۵۰ وات باشد.
- تحمل بار استاتیکی معادل ۲۴۰۰ پاسکال باشد.
- دمای کارکرد از ۴۰- الی ۸۰ درجه سلسیوس باشد.
- تجهیزات لازم جهت نصب در جداره محافظ (فریم) آن تعبیه شده باشد. (در صورت عدم وجود جداره محافظ، پیشنهاد دهنده می بایست مشخصات سازه نگهدارنده مناسب را بمنظور نصب پنل و حفاظت از آن اعلام نماید)
- تحمل رطوبت و یخزدگی (سازگار با شرایط محیطی محل نصب)
- ضریب پری (Filled Factor) مدول ها بیش از ۲۵٪ باشد.
- توان پنل انتخابی حداقل ۵۰ وات (این موضوع بدلیل سهولت در نصب سامانه) باشد.
- مدول ها باید مجهز به دیود Bypass و دیود سدکننده باشند.
- شیشه روی پنل از جنس Solar grade باشد.
- کابل ها و سیم های مورد استفاده برای اتصالات داخلی ماژول های فتوولتائیک می بایست مجهز به سرکابل ها، رابط ها (MC4) و اتصالات مخصوص به خود باشند.
- داشتن گواهی های استاندارد ساخت و کیفیت معتبر طبق استاندارد آی ای سی ۶۱۶۴۶ (IEC61646) و شماره ملی ۱-۱۱۲۷۴ (61730IEC)
- دارابودن دیگر گواهی های استاندارد IEC, VDE, TUV, UL توصیه می شود .
- راندمان کارکرد و منحنی عملکرد پنل در طول عمر اعلام شود.
- کاتالوگ و مشخصات فنی پنل پیشنهادی، می بایست شامل موارد زیر باشد.
- باید تعداد و توان پنل ها به گونه ای انتخاب شود که پس از سری و موازی کردن آنها، ولتاژ و جریان هر رشته با مشخصات ولتاژ و جریان ورودی اینورتر انتخابی سازگاری داشته باشد.
- تحمل شرایط شرعی، رطوبت و یخزدگی (سازگار با شرایط محیطی محل نصب) را داشته باشد.
-
- نکته: بدیهی است، پنل منتخب در پروژه با مقایسه مشخصات فنی ارسالی از سوی پیشنهاد دهندگان و از میان آن ها انتخاب خواهد گردید. پنل هایی که کلاس کاری آن از نوع کلاس A باشد در اولویت خواهند بود.

ب) مشخصات فنی عمومی سازه نگهدارنده

ردیف	مشخصات فنی مربوط به استراکچر
۱	توانایی مقاومت در برابر سرعت باد می بایست متناسب و مقام در برابر سرعت باد محل نصب باشند.
۲	مواد استراکچر یا سازه فولاد گالوانیزه گرم با حداقل ضخامت گالوانیزه شده مطابق با استاندارد و یا آلیاژ آلومینیوم
۳	پیچ و مهره ها ، واشرها، بست ها، کلمپ ها یا گیره های نصب پنل از جنس استیل ضد زنگ SS 304
۴	نصب و چیدمان برای پشت بام های سطح صاف با ساختار بتن مسلح RCC-flat Reinforced Cement) (Concrete
۵	نصب و چیدمان برای پشت بام های پوشیده شده با ورق های فلزی
۶	نصب و چیدمان برای سازه های بلند
۷	نصب و چیدمان بر روی سطح زمین
۸	نصب استراکچر باید به گونه ای طراحی شود تا امکان نصب ساده و آسان آن در سایت فراهم گردد. و نیازی به جوشکاری و یا یک ماشین پیچیده برای نصب در سایت نداشته باشد.
۹	حداقل فاصله بین لبه پرتگاه پشت بام و استراکچر نصب شده ۰/۶ متر
۱۰	تمامی پنل های فتوولتائیک می بایست به گونه ای نصب گردند که تمیز نمودن قسمت های بالا و پایین پنل و همچنین جعبه اتصالات پنل ها امکان پذیر باشد.
۱۱	پنل ها در کشور ایران در جهت شمالی جنوبی نصب می گردند به طوری که صفحه روبه روی پنل می بایست به سمت جنوب و رو به خورشید باشد. زاویه نصب پنل نیز تابعی از عرض جغرافیایی منطقه و قابل محاسبه می باشد. پنل های خورشیدی می بایست به گونه ای نصب گردند که امکان تمیز نمودن آنها با کمترین خطر و هزینه امکان پذیر باشد.

مشخصات تجهیزات و اتصالات بکار رفته در سازه نگهدارنده به شرح زیر می باشد.

- تمامی مقاطع، اتصالات فلزی، ناودانی و نبشی ها از آهن گالوانیزه گرم با گرید ST37 یا آلومینیومی باشد.
- کلیه مقاطع فولادی باید پس از مرحله ساخت، طبق استاندارد ASTM123 و یا ISIRI2478 گالوانیزه گرم شوند.
- تمامی اتصالات (پیچ و مهره) طبق استاندارد A153 و A325 می بایست گالوانیزه و یا کروماته باشند.
- تمامی اتصالات (پیچ و مهره ها) به همراه دو عدد واشر تخت و یک واشر فنری گالوانیزه و یدکی کافی در مجموعه های مجزا بسته بندی و تحویل گردد.
- در صورتی که پنل های انتخاب شده در این پروژه فاقد جدار محافظ (فریم) باشند، انتخاب سازه مناسب و ارائه مشخصات تمهیدات لازم در سازه نگهدارنده، جهت نصب پنل ها الزامی می باشد.
- حداقل ارتفاع سازه و لبه پائینی پنل ها از زمین باید به گونه ای در طراحی لحاظ شود که گل و لای ناشی از پاشش باران بر پنل ها ننشیند و امکان تمیزکاری و شستشوی سطح زمین باشد.
- زاویه نصب پنل ها بر سازه توسط پیمانکار محاسبه و تعیین می گردد.
- نحوه تثبیت و مهار بندی سازه باید بگونه ای باشد که در برابر باد مطابق با استاندارد و شرایط جوی منطقه و بارش برف مقاوم و مستحکم باشد.
- مدارک و مستندات مربوط به مقاومت سازه در برابر خوردگی می بایست به کارفرما ارائه گردد.
- ارائه نقشه، دفترچه محاسبات و مشخصات فنی سازه نگهدارنده در دو نسخه، به کارفرما الزامی است.

ج) مشخصات فنی عمومی اینورتر متصل به شبکه

ردیف	مشخصات فنی مربوط به اینورتر فتوولتائیک متصل به شبکه
۱	توان خروجی (AC)
۲	قابلیت دستیابی به حداکثر توان خروجی نیروگاه با راندمان بالا
۳	نرخ ولتاژ DC ورودی
۴	متناسب با ولتاژ خروجی DC حاصل از ماژولها نصب شده باشد.
۵	ردیابی نقطه بیشینه توان (MPPT)
۶	باید گنجانیده شده باشد
۷	تعداد MPPT مستقل ورودی
۸	۱ یا بیشتر
۹	ولتاژ عملکرد AC
۱۰	تک فاز V ۲۳۰ و سه فاز V ۴۱۵ (۱۲.۵٪ + و ۲۰٪ -)
۱۱	محدوده فرکانس عملکرد
۱۲	۴۷/۵ - ۵۲/۵ Hz
۱۳	فرکانس نامی
۱۴	۵۰ Hz
۱۵	ضریب قدرت اینورتر
۱۶	بیش از ۰/۹ در توان نامی
۱۷	مجموع اعوجاج هارمونیک
۱۸	کمتر از ۳٪
۱۹	حفاظت Built-in
۲۰	AC high / low voltage; AC high /low frequency
۲۱	حفاظت Anti-islanding
۲۲	VDE 0126-1-1
۲۳	محدوده دمای محیط عملکرد
۲۴	مطابق با استاندارد و بر اساس شرایط محیطی منطقه
۲۵	رطوبت
۲۶	0 - 95% Rh
۲۷	راندمان اینورتر
۲۸	>= 95% (برابر یا بیش از ۹۵ درصد)
۲۹	درجه حفاظت
۳۰	جهت نصب در محیط رو باز IP55 و برای نصب در محیط های سر پوشیده IP45
۳۱	رابط های ارتباطی (Communication interface)
۳۲	RS 485 / RS 232
۳۳	تطابق ایمنی
۳۴	ارثه ی گواهی IEC 62109-1, IEC 62109-2
۳۵	سیستم خنک کننده
۳۶	حد اقل از نوع همرفتی (Convection)
۳۷	نوع صفحه نمایش
۳۸	- صفحه نمایش اطلاعات LCD - LCD/LED جهت نمایش وضعیت
۳۹	پارامترهای نمایش داده شده شامل
۴۰	توان خروجی (W)، انرژی تجمعی (Wh)، ولتاژ DC بر حسب ولت، جریان DC بر حسب آمپر، ولتاژ AC بر حسب ولت، فرکانس AC بر حسب هرتز، جریان AC بر حسب آمپر، ساعت تجمعی کارکرد بر حسب ساعت (h).

علاوه بر مشخصات جدول فوق لحاظ نمودن موارد زیر نیز ضروری است:

- مجهز به سیستم حفاظت در برابر از اتصال کوتاه Short circuit protection باشد.
- مجهز به سیستم حفاظت خطای زمین باشد.
- عملکرد اتوماتیک در شرایط مختلف (شناسایی بار، حالت Standby ، اضافه بار ، اضافه ولتاژ، اتصال مجدد) باشد.
- مجهز به سیستم جلوگیری از دمای بالا و یا بار بیش از حد Over Temp/Over Load باشد.
- امکان ثبت، انتقال و ارسال اطلاعات کارکردی سیستم را حداقل از طریق پورت کامپیوتری داشته باشد.
- نمایش وضعیت کارکرد دستگاه (اتصال به شبکه، قطعی برق، ، خرابی دستگاه) را داشته باشد.

- داشتن گواهی های استاندارد معتبر طبق استاندارد ملی شماره ۱۱۸۵۹ (IEC 61727) و یا استانداردهای بین المللی 61000, UL 1741, IEEE1754, IEC62109-1,2، الزامی می باشد.
- ارائه گواهی ضمانت تعویض تا ۵ سال و خدمات پس از فروش تا ۱۵ سال را داشته باشد.
- در صورتی که اینورتر دارای کلید قطع بار DC باشد، در اولویت می باشد.
- ابعاد، وزن، نقشه ورودی ها و خروجی ها و نحوه اتصال، بازه جریان ورودی، بازه ولتاژ ورودی، بازه فرکانس خروجی، بازه دمایی کارکرد دستگاه، مصرف توان در حالت Stand by دستگاه پیشنهادی می بایست در کاتالوگ دستگاه پیشنهادی ارائه شده باشد.
- ارائه کاتالوگ کامل تجهیز پیشنهادی به کارفرما الزامی می باشد. ارائه گواهی های تایید و اسناد معتبر مشخصات و استانداردهای تجهیزات پیشنهادی الزامی می باشد.
- فهرست قطعات اصلی و لوازم یدکی پیشنهادی به همراه مدارک ارائه گردد.

د) مشخصات فنی عمومی سیم کشی و اتصالات

- کلیه کابل ها باید مطابق با استاندارد، IEC 60227/ IS 694 و IEC 60502/ IS 1554 باشند. میزان ولتاژ نیز برای جریان AC برابر ۱۰۰۰ VAC و برای جریان DC برابر (۱۵۰۰ VDC) می باشد.
- برای جریان های DC از کابل های با عایق و روکش XLPE یا XLPO استفاده گردد. این کابل ها می بایست در برابر اشعه UV مقاوم باشند. هادی کابلها باید از جنس مس، تک رشته و از نوع افشان و انعطاف پذیر باشند. از کابل های چند رشته نباید استفاده نمود.
- برای جریان های AC باید از کابل های با عایق و روکش PVC و یا XLPE با هادی مسی، یک یا چند رشته، قابل انعطاف (افشان) استفاده نمود.
- غلاف کابلهای AC مورد استفاده در فضای آزاد می بایست در برابر اشعه UV آفتاب مقاوم باشند.
- افت ولتاژ کل مربوط به بخش کابل خروجی از ماژول فتوولتائیک تا ورودی اینورتر متصل به شبکه نباید بیش از ۲٪ باشد.
- افت ولتاژ کل مربوط به بخش کابل خروجی از اینورتر متصل به شبکه تا ورودی تابلو توزیع اصلی نباید بیش از ۲٪ باشد.
- کابل های DC خارج شده از آرایه های ماژول فتوولتائیک باید از داخل لوله کاندویت از جنس PVC یا جنس مناسب و مطابق با استاندارد، مقاوم در برابر اشعه UV خورشید عبور نماید. ضمناً این کابل ها در محل اتصال با قطب های مثبت و منفی استرینگ می بایست مجهز به اتصال دهنده استاندارد باشد. ضخامت این لوله می بایست مطابق با استاندارد و قطر آن متناسب با تعداد و قطر کابلها، انتخاب می گردد.
- کابل ها و سیم های مورد استفاده برای اتصالات داخلی ماژول های فتوولتائیک می بایست مجهز به سرکابل ها، رابط ها، (H4) یا (MC4) و یا اتصالات مخصوص به خود باشند.
- کلیه کابل ها و لوله های کاندویت باید توسط بست های مناسب به دیوارهای پشت بام متصل و محکم شوند، فاصله این بست ها نباید بیش از ۱۰۰ سانتی متر نسبت به یکدیگر باشد. در صورت عدم اعمال مورد مذکور تجهیزات مورد اشاره می بایست بر اساس استاندارد نصب گردند.
- حداقل سایز کابل DC می بایست برابر 4 mm^2 و هادی آن نیز از جنس مس باشد. همچنین حداقل سایز کابل AC نیز می بایست برابر 4 mm^2 و هادی آن از جنس مس باشد.
- در سیستم سه فاز، سایز کابل نول می بایست برابر همان ساز کابل فاز باشد.
- محل اتصال کاندویت محافظ کابل به تابلو ها و سایر تجهیزات می بایست کاملاً آب بندی و محکم باشد.
- کد گذاری رنگ های کابل نیز به شرح ذیل می باشد و رعایت آن الزامی است.
- قطب مثبت کابل DC: رنگ قرمز (غلاف خارجی PVC می تواند به رنگ مشکی با خط قرمز باشد)
- قطب منفی کابل DC: رنگ مشکی
- کابل تک فاز AC: سیم فاز به رنگ قرمز و سیم نول به رنگ آبی

- کابل سه فاز AC : فاز ها به رنگ قرمز، زرد و مشکی و سیم نول به رنگ آبی
- سیم ارت: سیم ارت به رنگ سبز و یا (زرد با خط سبز)
- کابل ها و کاندویت هایی که باید از دیوار یا سقف عبور نمایند، می بایست از داخل یک لوله (Sleeve) از جنس PVC عبور کنند.
- نوک هادی های کابل ها و سیم ها باید قلع اندود شده تا از ایجاد آشفته گی و شکستن رشته های موجود در سیم ها و کابل ها جلوگیری شود. در ترمینال های مربوط به کابل های AC و DC در اینورتر های متصل به شبکه، می بایست کابل ها مطابق با دستورالعمل سازندگان اینورتر به آن متصل گردند.
- کابل ها و کاندویت ها می بایست بصورت یک تکه باشند.

ذ) سیستم زمین

- زمین کردن از جنبه های گوناگون ایمنی و حفاظتی دارای اهمیت فراوان میباشد. به منظور حفاظت افراد و دستگاه ها، استفاده از سیستم ارت و زمین کردن تجهیزات مطابق روش های استاندارد و مورد تأیید کارفرما ضروری است. براساس استاندارد، باید به گونه ای، طراحی شود که باعث ایجاد اضافه ولتاژی فراتر از مقدار نامی تجهیزات متصل شده به شبکه برق نشود و همچنین نباید موجب اختلال در هماهنگی حفاظت خطای زمین در شبکه برق گردد.
- برای آرایشی از صفحات فتوولتائیک اگر ماکزیمم ولتاژ سیستم بیشتر از ۵۰ ولت است، در سمت AC سیم نول باید زمین شود.
 - مقاومت سیستم زمین کمتر از ۲ اهم باشد و به تأیید دستگاه اجرایی برسد.
 - تمام سطوح فلزی بی حفاظ که می تواند برق دار باشد، باید از طریق هادی و یا ارتباطات مکانیکی که وظیفه زمین کردن تجهیزات را دارند، زمین شوند.
 - هادی زمین در سمت پانل ها و در سمت مدار خروجی، باید حداقل ظرفیت عبور جریانی معادل ۱/۲۵ برابر جریان اتصال کوتاه پانل ها را داشته باشد.
 - طراحی سیستم زمین مناسب و استاندارد، در هر محل می بایست توسط پیمانکار محاسبه و پس از تأیید کارفرما اجرا گردد.
 - اجزاء موجود در استراکچر باید از لحاظ الکتریکی به هم متصل بوده و در نهایت استراکچر باید به سیستم زمین متصل گردد.
 - سیستم زمین می بایست مطابق با استاندارد های موجود اجرا شده ، هادی های سیم زمین باید حداقل با سایز 6 mm^2 برای جنس هادی مسی ، 10 mm^2 برای جنس هادی آلومینیومی باشند.
 - استراکچر می بایست حداقل از ۲ نقطه به شینه اصلی سیستم زمین متصل باشد .
 - الکتروود ها و یا صفحه سیستم زمین باید به گونه ای باشد تا امکان بازرسی و بازدید از شرایط موجود آن امکان پذیر باشد (سازه های بتنی که در بالای چاه ها و الکتروودها احداث می گردد). در احداث سیستم زمین نیز می بایست از تجهیزاتی استفاده نمود که غیر خورنده باشند.

صاعقه گیر

در صورتی که احتمال وقوع صاعقه وجود داشته باشد، ساختمان معمولا به صاعقه گیر مجهز می باشد. در صورت عدم وجود صاعقه گیر و احتمال برخورد صاعقه، سیستم صاعقه گیر باید اجرا شود. طراحی این بخش بر عهده پیمانکار بوده و پس از تأیید دستگاه اجرایی، توسط پیمانکار اجرا خواهد گردید.

ه) مشخصات عمومی تابلوها

➤ جعبه DC :

- جعبه DC باید جهت اتصال کابل های خروجی از ماژولها با فیوزهای حفاظتی DC مورد استفاده قرار گیرد.

➤ تابلو توزیع DC :

- تابلو توزیع DC باید در نزدیکی اینورتر متصل به شبکه نصب گردد. این تابلو می بایست از جنس مناسب ویا ترموپلاستیک با درجه IP55 مطابق با استاندارد در محیط های خارجی ویا حفاظت منطبق با محل نصب و دارای ریل های مخصوص نصب فیوز و ترمینال باشد.
- این تابلو از ترمینال کابلها و تجهیزات اشاره شده در ذیل تشکیل شده است.
- دارای ورودی مثبت و منفی کابل DC خارج شده از جعبه DC اشاره شده در فوق
- فیوز اتوماتیک DC ، ۲ قطب (که کابل های خروجی جعبه DC وارد بخش ورودی این فیوز های می گردند)
- تجهیزات حفاظتی در برابر (surge protection device (SPD)) کلاس ۲ مطابق با استاندارد IEC 60364-5-53;
- خروجی مثبت و منفی کابل DC از تابلو توزیع DC به ورودی اینورتر متصل به شبکه
- به عنوان جایگزین مناسب برای فیوز DC می توان از یک جدا کننده (کلید) DC در ورودی تابلو توزیع DC و یا در خروجی آن تابلو استفاده نمود. اگر از یک جدا کننده (کلید) DC به جای فیوز DC استفاده شود، فیوز DC می بایست در قسمت ورودی تابلو توزیع DC جهت حفاظت از کابلهای خروجی از این تابلو به اینورتر متصل به شبکه نصب گردد.
- تبصره : در صورتی که اینورتر مجهز به کلید قطع DC باشد نیازی به تابلوی DC نمی باشد.

➤ تابلو توزیع AC :

- تابلو توزیع AC می بایست در نزدیکی اینورتر نصب گردد. این تابلو می بایست از جنس مناسب ویا ترموپلاستیک با درجه IP55 مطابق با استاندارد برای محیط های خارجی و یا حفاظت منطبق با محل نصب و دارای ریل های مخصوص نصب ترمینال های مربوط به کابلها و فیوزها باشد. تجهیزات و ترمینالهای مربوط به کابلها مرتبط با این تابلو به شرح ذیل می باشد.
- ورودی ۳ قطب / ۵ قطب (تک فاز / سه فاز) جهت کابلهای خروجی مربوط به اینورتر خورشیدی متصل به شبکه
- فیوز اتوماتیک AC ۲ قطب / ۴ قطب
- تجهیزات حفاظتی در برابر (surge protection device (SPD)) کلاس ۲ مطابق با استاندارد IEC 60364-5-53
- کابل خروجی جهت اتصال به تابلو توزیع برق ساختمان

رنگ آمیزی تابلوها

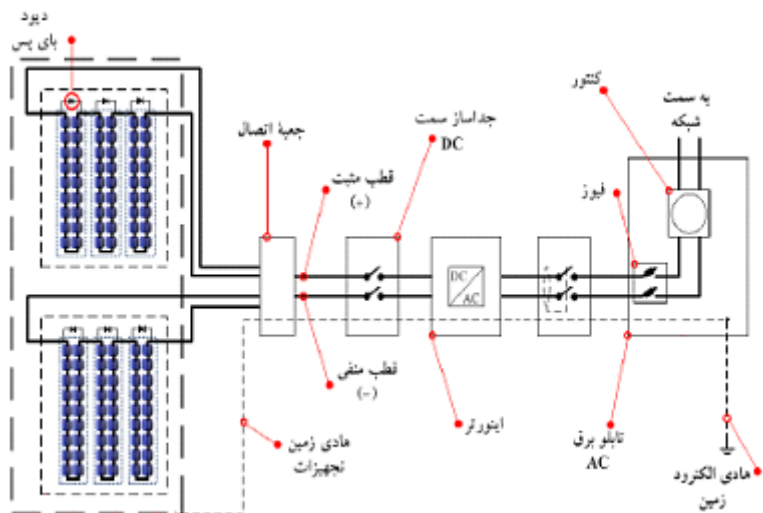
در صورتی که از تابلوهای فلزی استفاده شده باشد، این تابلوها باید در برابر خوردگی، زنگزدگی و شرایط رطوبت محل نصب مقاومت داشته باشند. کلیه قطعات بدنه تابلو باید با پوشش رنگ مطابق درخواست کارفرما و طبق مراحل زیر رنگ آمیزی شود.

رنگ تابلوها به صورت کوره ای الکترواستاتیک طبق مراحل زیر به ضخامت حداقل ۸۰ میکرون زده شود.

- چربی زدایی(در وان مخصوص)
- اکسید زدایی(در وان مخصوص)
- فسفاتده(در وان مخصوص)
- دولایه آستری ونهایتاً" یک لایه رنگ پایانی که هر لایه رنگ در کوره بطور کامل پخته می شود.

و) اتصال شبکه

رعایت کلیه موارد و الزامات اتصال به شبکه و تولیدات پراکنده الزامی می باشد. امکان اتصال به شبکه پس از تأیید شرکت های توزیع نیروی برق امکان پذیر می باشد.
در شکل زیر شماتیک یک سامانه متصل به شبکه نشان داده شده است.



مطابق با نقشه، سیستم زمین مطمئن، طراحی و نصب دیگر تجهیزات مربوطه می بایست پس از تأیید دستگاه اجرایی، پیاده سازی و اقدام شود. انرژی الکتریکی پس از سربندی مدول های فتوولتائیک، از طریق کابل ارتباطی به اینورتر و پس از آن به شبکه سراسری برق تزریق می گردد. رعایت الزامات ایمنی در انتخاب تجهیزات جعبه و تابلوها، کلیدهای قطع و وصل، فیوزها کابل های ارتباطی و دیگر بخش ها الزامی است.

ز) حفاظت ها و ایمنی

در سامانه باید حفاظت جزیره ای، اتصال کوتاه، شرایط غیرعادی شبکه از جمله اضافه/ کاهش ولتاژ و یا بسامد خارج از میزان استاندارد، بازه هارمونیک مجاز شبکه و دیگر حفاظت های مربوط به شبکه سراسری و کلیه کلیدها و فیوزهای حفاظتی اعم از جریان مستقیم و متناوب، باید مطابق با استانداردهای ملی، بین المللی و دستورالعمل تولیدات پراکنده، که در بخش استانداردها ذکر شده، طراحی و رعایت گردد. در جدول زیر خلاصه مشخصات لازم آورده شده است.

حدود اعوجاج	هارمونیک های فرد
کمتر از ۴٫۰٪	۳ ام تا ۹ ام
کمتر از ۲٫۰٪	۱۱ ام تا ۱۵ ام
کمتر از ۱٫۵٪	۱۷ ام تا ۲۱ ام
کمتر از ۰٫۶٪	۲۳ ام تا ۳۳ ام

حدود اعوجاج	هارمونیک های زوج
کمتر از ۱٫۰٪	۲ ام تا ۸ ام
کمتر از ۰٫۵٪	۱۰ ام تا ۳۲ ام

ولتاژ (در نقطه اتصال به شبکه)	بیشینه زمان قطع *
$V < 0.95 \times V_{nominal}$	۰٫۱s
$0.95 \leq V \leq 1.05$	۲٫۰s
$1.05 \leq V \leq 1.10$	بهره برداری پیوسته
$1.10 \leq V \leq 1.35$	۲٫۰s
$V \leq 1.35$	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.

طبق استاندارد ملی ۱۱۸۵۹، در صورت تغییرات فرکانس می بایست اینورتر از شبکه جدا گردد. این مقادیر در جدول زیر ارائه شده است.

شرایط عملکردی عادی	بین ± 1 هرتز
۰.۲ ثانیه	خارج از محدوده ± 1 هرتز

سیستم باید حفاظت ضد جزیره ای را دارا باشد. در صورت بروز قطعی شبکه توزیع، سامانه فتوولتائیک باید ظرف مدت ۲ ثانیه تزریق انرژی به شبکه را متوقف کند.

سامانه باید از لحاظ تداخل الکترومغناطیسی گواهی تائید استانداردها EMC,EMI را داشته باشد. پس از وصل مجدد شبکه، براساس استاندارد اینورتر ظرف مدت ۲۰ ثانیه الی ۵ دقیقه، پس از اینکه ولتاژ و فرکانس شبکه به حالت عادی درآمد، طبق شرایط شبکه منطقه، می تواند به شبکه تزریق داشته باشد.

تذکرات:

ارائه کلیه مدارک فنی طراحی، نقشه های فنی و دستور العمل بهره برداری به کارفرما الزامی میباشد.

ط) مدارک فنی و مستندات قابل ارائه به کارفرما

حداقل مستنداتی که پیمانکار اجرایی نصب سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه تهیه و به کارفرما می بایست تحویل دهد. این مستندات شامل داده های اساسی سامانه و اطلاعاتی است که به شرح زیر میباشد.

اطلاعات اصلی سامانه

به طور معمول، این اطلاعات «پلاک مشخصه»^۱ باید (بر روی جلد مجموعه مستندات سامانه ارائه شده باشد).

- عنوان پروژه، توان نامی سامانه (کیلووات DC یا کیلوولت-آمپر AC)، مدل، تعداد و سازنده مدول های فتوولتائیک و اینورترها، تاریخ نصب، تاریخ راه اندازی و نشانی محل سامانه. نقشه چون ساخت و کابل کشی کل سامانه ارائه گواهی تایید تجهیزات

اطلاعات شرکت پیمانکار پروژه

حداقل، اطلاعات زیر باید برای همه شرکت های همکار در پروژه، تهیه شود

- نام شرکت، نشانی پستی، شماره ی تلفن و آدرس پست الکترونیکی

طراحی تفصیلی سامانه

محتوی گزارش تفصیلی سامانه شامل بخش های زیر است.

- نقشه ی کلی و دیاگرام سامانه و مختصات فیزیکی، نقشه سیم کشی، سازه های نگهدارنده و مشخصات سازه و مواد تشکیل دهنده، دفترچه محاسبات و طراحی: محاسبات بخش جریان مستقیم و متناوب و انتخاب سایز کابل، نقشه سازه ها و پنل های نصب شده، آرایه های فتوولتائیک، دفترچه اطلاعات و کاتالوگ کامل کلیه تجهیزات منصوبه، سیستم زمین، دفترچه تعمیر نگهداری و بهره برداری.

نقشه سیم کشی باید شامل اطلاعات زیر برای رشته های (string) فتوولتائیک باشد.

- مشخصات کابل رشته - اندازه و نوع.

- مشخصات وسیله ی حفاظتی اضافه جریان رشته (جایی که نصب شده) - نوع و نرخ مجاز ولتاژ/جریان.

- نوع دیود مسدودکننده (اگر وجود داشته باشد).

جزئیات الکتریکی آرایه

- مشخصات کابل اصلی آرایه - اندازه و نوع.

- محل های جعبه اتصال آرایه (جایی که کاربرد دارد).

- نوع مجزاکننده ی DC، محل و مقدار مجاز (ولتاژ/جریان).

- وسایل حفاظتی اضافه جریان آرایه (که به کار برده شده) - نوع، محل و مقدار مجاز (ولتاژ/جریان).

¹Nameplate

- نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات زیر برای زمین کردن و حفاظت اضافه ولتاژ باشد.
- جزئیات کل هادی‌های زمین / اتصال - اندازه و نقاط اتصال. شامل جزئیات کابل اتصال هم‌پتانسیل قاب آرایه در جایی که نصب شده است.
- جزئیات هر وسیله نصب‌شده برای حفاظت ضربه (روی هر دو خط AC و DC) که شامل محل، نوع و مقدار مجاز است.

نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات زیر برای سامانه AC باشد.

- محل، نوع و مقدار مجاز مجزاکننده AC.
- محل، نوع و مقدار مجاز وسیله‌ی حفاظتی اضافه جریان AC.
- محل، نوع و مقدار مجاز وسیله‌ی جریان پسماند (جایی که نصب شده).

داده‌برگ‌ها

حداقل، باید برای اجزای سامانه زیر، داده‌برگ تهیه شود.

- داده‌برگ مدول برای همه‌ی انواع مدول استفاده‌شده در سامانه - مطابق با الزامات استاندارد IEC61730-1.
- داده‌برگ اینورتر برای همه‌ی انواع اینورترهای استفاده‌شده در سامانه.
- یادآوری-تهیه‌ی داده‌برگ‌ها برای دیگر اجزای مهم سامانه نیز توصیه می‌شود.

اطلاعات طراحی مکانیکی

یک داده‌برگ باید برای سازه‌های نگهدارنده و استقرار آرایه تهیه شود.

اطلاعات بهره‌برداری و تعمیر و نگهداری

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

- رویه‌هایی برای تأیید بهره‌برداری صحیح سامانه.
- رویه‌های خاموش کردن / جداسازی اضطراری.
- توصیه‌های تعمیر و نگهداری و تمیز کردن (در صورت وجود).
- ملاحظات هر گونه کار ساختمانی آتی در ارتباط با آرایه‌ی فتوولتائیک (مثل کارهای مربوط به بام).
- مستندسازی ضمانت برای مدول‌ها و اینورترهای فتوولتائیک - شامل تاریخ شروع ضمانت و مدت ضمانت.

نتایج آزمون و داده‌های راه‌اندازی

باید نسخه‌هایی از داده‌های آزمون و راه‌اندازی پنل‌ها، بخش DC، اینورتر، بخش AC و اتصال به شبکه تهیه شود.

ی) ضمانت و گارانتی تجهیزات

- گارانتی تعویض پنل‌ها برای ۵ سال
- راندمان پنل‌ها در طول زمان بیش از ده سال ۹۰٪ و بیست و پنج سال بیش از ۸۰٪ باشد.
- گارانتی اینورترها برای پنج سال و خدمات پس از فروش برای پانزده سال
- گارانتی تجهیزات مانیتورینگ و اندازه‌گیری برای دو سال و خدمات پس از فروش برای ده سال
- گارانتی و خدمات پس از فروش سازه‌های نگهدارنده برای ده سال
- مدارک مربوط به گارانتی تجهیزات و ادوات می‌بایست به کارفرما ارائه گردد.

۹- بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و بازرسی:

- به طور کلی سیستم‌های فتوولتائیک به دلیل عدم وجود سیستم‌های متحرک به سیستم‌های بدون نیاز به تعمیر و نگهداری معروف هستند. هرچند این سیستم‌ها نیز به تعمیر و نگهداری اندکی نیاز دارند.
- توصیه‌های لازم جهت تعمیر و نگهداری سیستم.
- توصیه می‌گردد که فعالیت‌های مربوط به تعمیر و نگهداری و بازرسی سیستم هر ۶ ماه یکبار انجام گردد. مازول‌های فتوولتائیک نیازمند به بازدید بصری جهت رویت آسیب دیدگی احتمالی پنل‌ها، کثیف شدن آنها، و یا ایجاد سایه توسط سازه‌های مجاور سیستم می‌باشند.

بازرسی لوازم جانبی سیستم فتوولتائیک از لحاظ عدم خوردگی تجهیزات الزامی است. اتصالات مربوط به اینورتر، وضعیت حفاظت در برابر صاعقه و فیوزهای مربوط به اینورتر می بایست مورد بازرسی قرار گیرند. جدول ذیل، توصیه هایی در خصوص تعمیر و نگهداری و همچنین بازرسی از تجهیزات و قطعات مربوط به سیستم فتوولتائیک را ارائه نموده است. لذا پس از بازرسی بر اساس موارد یاد شده، اقدامات لازم جهت رفع موانع و مشکلات، می بایست توسط افراد و یا شرکتهای واجدالشرایط انجام گردد.

ردیف	قطعات / تجهیزات	توضیحات	چاره اندیشی / اقدام
۱	ماژول های فتوولتائیک	چک کردن گرد و غبار و نخاله های موجود بر روی صفحه ماژول فتوولتائیک	باید به صورت تمیز پاک گردد. برای تمیز کردن فقط از آب استفاده شده و استفاده از سایر حلال مجاز نمی باشد.
		چک کردن سلامت فیزیکی و ظاهری کلیه ماژول های موجود در سیستم	جایگزین نمودن ماژول آسیب دیده با ماژول سالم با همان مشخصات فنی
		چک کردن کابل های شل شده در ترمینالهای موجود مربوط به ماژول های فتوولتائیک، آرایه های فتوولتائیک و سایر موارد مشابه	محکم نمودن اتصالات مربوطه
۲	اینورتر فتوولتائیک	چک کردن اتصالات کابل ها	جایگزین نمودن کابل ها، در صورت نیاز
		چک نمودن قابلیت های اینورتر اعم از قابلیت قطع اتوماتیک (در صورت نبود منبع توان شبکه)	جایگزین نمودن اینورتر در صورت وجود چنین خطایی
		چک کردن شرایط تهویه هوا	تمیز نمودن گرد و خاک و غبار موجود در سیستم تهویه هوا
۳	کابل	چک کردن کابل های شل شده در ترمینالهای موجود در اینورتر	محکم نمودن اتصالات مربوطه
		چک کردن دمای عملکرد (در صورت غیر نرمال بودن)	جایگزین نمودن
		چک کردن شرایط کابل ها، اعم از ساییدگی و پارگی	جایگزین نمودن کابل ها، در صورت نیاز
۴	جعبه تقسیم یا جعبه اتصالات	چک کردن ترمینال کابل ها جهت مشاهده علائم سوختگی، نقطه جوش یا ذوب شدگی و یا شل شدن اتصالات	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
		چک کردن ترمینال کابل ها اعم از ساییدگی و پارگی یا شل شدگی	محکم نمودن اتصالات مربوطه یا جایگزین نمودن تجهیزات مربوطه در صورت نیاز
		چک کردن (برچسب) تذکرات هشدار دهنده	جایگزین نمودن برچسب تذکرات هشدار دهنده در صورت لزوم
۵	تجهیزات عایقی	چک کردن ظاهر فیزیکی	جایگزین نمودن
		چک کردن قابلیت عملکرد عایق ها	جایگزین نمودن
۶	سیستم زمین یا ارتینگ مربوط به	چک کردن شرایط کابل های مربوط به سیستم زمین	جایگزین نمودن در صورت لزوم

محکم نمودن اتصالات مربوطه	چک نمودن ظاهری و فیزیکی اتصالات مربوط به سیستم زمین	نیروگاه فتوولتائیک	
عیب یابی و جایگزین نمودن در صورت لزوم	چک کردن پیوستگی کابل سیستم زمین		
جایگزین نمودن در صورت لزوم	چک کردن شرایط اتصال کابل	اتصال فلزی	۷
محکم نمودن اتصالات مربوطه	چک کردن و رویت ظاهری و فیزیکی اتصال کابل	استراکچر سیستم	
عیب یابی و جایگزین نمودن در صورت لزوم	چک کردن پیوستگی اتصال ارت رعد و برق	فتوولتائیک مربوط به ارت رعد و برق	

استانداردهای لازم الاجرا:

جدول استانداردهای مرتبط با سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه - دفتر برق و انرژی روستایی (فتوولتائیک) #

استانداردهای سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه سراسری برق

در جدول زیر به استانداردهای ملی که در زمینه جدول 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 (پانل) فتوولتائیک	IEC 61215	مدولهای سیلیکون- کریستالی زمینی فتوولتائیک- صلاحیت طراحی و تأیید نوع qualification Crystalline silicon terrestrial photovoltaic (PV) modules- Design and type approval	۱۱۸۸۱
۲		IEC 61646	مدولهای لایه نازک زمینی فتوولتائیک- صلاحیت طراحی و تأیید نوع Thin-film terrestrial photovoltaic (PV) modules - Design qualification and type approval	آی ای س ۶۱۶۴۶
۳		IEC 61730	صلاحیت ایمنی مدولهای فتوولتائیک- نیازمندیهای ساخت Photovoltaic (PV) module safety qualification	۱-۱۱۲۷۴*
۴		IEC 61701	آزمون خوردگی مدول های فتوولتائیک Salt mist corrosion testing of photovoltaic (PV) modules	۱۱۲۷۷**
۵	سامانه	IEC 62446	سامانه های فتوولتائیک متصل به شبکه - کمترین الزامات برای مستندسازی سامانه، بازرسی و آزمون های حق العمل کاری Grid connected PV-Systems - minimum requirements to system documentation, final acceptance and testing requirements	۱۶۴۷۸
۶		IEC 61727	سامانه های فتوولتائیک- ویژگی های اتصال به شبکه interface Photovoltaic (PV) systems - Characteristics of the utility	۱۱۸۵۹

*پیشن نخست استاندارد IEC 61730 تحت عنوان IEC 61730-1-11274 تدوین ملی شده است.

**این استاندارد در خصوص خوردگی در مدول های فتوولتائیک بوده و در انتخاب مدول های فتوولتائیک، برای مدل های با رطوبت بالا (مناطق جزیر و شمال کشور) قابل استفاده و مروره 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 (پانل)	IEC 61730, UL 1703	Photovoltaic (PV) module safety qualification
2	Inverter (انورتر)	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	Interconnecting Distributed Resources with Electric Power Systems

در جدول (۲) استانداردهای مطرح در دسته انورترها بر اساس اولویت و اهمیت بوده و داشتن گواهی تایید در تمامی استانداردهای این دسته (ردیف ۲ تا ۷ جدول فوق) الزامی نمی باشد ولی داشتن استاندارد در زمینه ایمنی (ردیف ۲) و هم در EMC (ردیف ۴) الزامی است.

شرایط اجرا و دستورالعمل فنی
نصب توربین‌های بادی کوچک با ظرفیت کمتر از ۱ مگاوات

شرح کلی خدمات و مشخصات فنی
نصب سامانه‌های توربین‌های بادی با ظرفیت کمتر از ۱ مگاوات

۱) شرح کلی خدمات انجام کار

طراحی ، تهیه و تامین تجهیزات، ساخت ،نصب و راه اندازی توربین‌های بادی با ظرفیت از نوع متصل به شبکه برای مشترکین متقاضی، حداکثر میزان توان توربین بادی برای هر مشترک متقاضی محدود بسته به فناوری مورد استفاده و به ظرفیت انشعاب متقاضی تا سقف صد (۱۰۰) کیلووات یا ۱ مگاوات، می باشد. منظور از مشترک متقاضی، مشترکین خانگی، عمومی و تجاری می باشد.

در این طرح برای هر مشترک متقاضی در صورت احراز شرایط مندرج در دستور العمل اجرایی، مجاز به احداث حداکثر یکصد (۱۰۰) کیلووات یا ۱ مگاوات (بسته به فناوری مورد استفاده) توربین بادی می باشد.

۲) اقدامات مقدماتی

بازدید اولیه از محل جهت انجام برآوردهای مورد نیاز، تعیین محل پیشنهادی و اولیه، بررسی وضعیت محل از نظر سرعت متوسط سالیانه باد، جهت باد غالب و شدت آشفته‌گی، عوارض زمین، دسترسی به شبکه برق، جاده‌های دسترسی، پوشش منطقه، وضعیت موانع و سازه‌ها و ساختمان‌های موجود در منطقه، از جمله اقدامات اولیه است که در این خصوص انجام می گیرد.

۳) عملیات طراحی:

در این قسمت عملیات مربوط به تهیه مشخصات فنی و نقشه‌های اجرایی، انتخاب تجهیزات مانند برج، اینورتر (اینورترها) ، فونداسیون و به همراه تجهیزات لازم جهت اتصال به شبکه، توسط پیمانکار، صورت می گیرد.

۴) شرح عملیات تهیه و خرید:

خرید تجهیزات شامل توربین بادی، اینورترها، کابل ها و سایر متعلقات ، تابلو ها، فیوزها و کلید های لازم ،تهیه تابلوی اتصال به شبکه و کابل کشی های لازم و تهیه سیستم زمین به همراه متعلقات می باشد.

۵) شرح عملیات نصب و راه اندازی:

بازدید نهایی از محل تعیین شده، بررسی و تعیین محل نهایی جهت نصب سامانه، عملیات نصب و راه اندازی شامل، اجرای فونداسیون، نصب برج، سیم کشی ، نصب اینورتر ، نصب تابلو های لازم به همراه تجهیزات جهت تزریق به شبکه، اجرای سیستم زمین مورد نیاز، راه اندازی کل سیستم شامل راه اندازی بخش DC و AC است.

مشخصات فنی تجهیزات

در این قسمت مشخصات فنی عمومی که جهت انتخاب تجهیزات مد نظر میباشد به تفکیک اجزا و تجهیزات ارائه شده است.

الف) مشخصات فنی عمومی جهت انتخاب توربین بادی

نکات حائز اهمیت در خصوص انتخاب توربین بادی جهت کاربرد در این پروژه به شرح زیر مطرح شده است.

۱) توربین بادی با ظرفیت کمتر از ۱۰۰ کیلووات با عنوان توربین بادی کوچک

- توربین بادی محور افقی ۳ و ۵ پره
- بهتر است توربین در بالادست موانع، ساختمان‌ها و درختان نصب شود.
- فاصله هر مانع از برج توربین بادی باید حداقل ۹۰ متر باشد.
- پایین‌ترین قسمت روتور (نوک پره وقتی در پایین‌ترین وضعیت ممکن در راستای عمودی قرار می‌گیرد باید ۹ متر بالاتر از بیشترین ارتفاع هر مانعی باشد.
- برج توربین‌های بادی می‌تواند خرابایی شکل یا لوله‌ای شکل باشد.
- برج توربین‌های بادی می‌تواند به صورت خودایستا، مهارای یا tilt down سوار شود.
- در صورت نصب توربین بادی بر روی بام باید تأثیر آن بر استحکام سازه‌ای و سروصدای ایجاد شده مد نظر قرار گیرد.
- در صورت نصب توربین بادی بر روی بام آشفستگی تولید شده منجر به کاهش عمر توربین بادی خواهد شد که باید در محاسبات اقتصادی در نظر گرفته شود.
- ارتفاع برج توربین‌ها با توجه به ظرفیت نامی آن متغیر است:
 - توربین باد ظرفیت ۲/۴ کیلووات - ارتفاع برج بین ۹ تا ۱۸ متر
 - توربین با ظرفیت ۲۰ کیلووات - ارتفاع برج برابر با ۲۴ متر
 - توربین با ظرفیت ۵۰ کیلووات - ارتفاع برج برابر با ۳۰ متر
 - توربین با ظرفیت ۱۰۰ کیلووات - ارتفاع برج برابر با ۴۵ متر
- ارتفاع برج توسط تولیدکننده تعیین شده و می‌تواند با اعداد فوق فرق نماید. این اعداد تنها برای برآوردی از ارتفاع برج مورد نیاز ارائه گردیده‌اند.
- تجهیزات اصلی مورد استفاده با توجه به شیوه کاربرد متفاوت خواهد بود:
 - تجهیزات مورد نیاز در سیستم‌های متصل به شبکه: کنترل‌کننده توربین‌بادی، اینورتر، سیم‌کشی و در برخی موارد بانک باتری (ضروری نیست)
 - در مورد باتری‌ها استفاده از باتری‌های Automotive توصیه نشده و استفاده از باتری‌های Deep-cycle توصیه می‌شود.
 - باتری‌ها باید از محل زندگی روزمره و سایر تجهیزات الکتریکی کاملاً مجزا شده باشند.
 - در صورت استفاده از باتری‌های Lead-acid باید در برابر دماهای بسیار زیاد حفاظت‌های لازم صورت پذیرد.
 - کنترل‌کننده‌های توربین‌بادی، اینورترها و سایر تجهیزات الکتریکی استفاده شده باید از آزمایشگاه‌های معتبر تأییدیه داشته باشند.
- تولیدکننده باید دستورالعمل نصب، راه‌اندازی، بازرسی و تعمیر و نگهداری را در اختیار مشتری قرار دهد.
- بازرسی‌های دوره‌ای و پیشگیرانه از کلیه تجهیزات باید بر اساس دستورالعمل تولیدکننده صورت پذیرد.
- ارزیابی منابع باد با استفاده از نصب ایستگاه ثبت اتوماتیک آمار باد و تحلیل داده‌های برداشت شده صورت پذیرد که موارد زیر باید در آن رعایت شود:
 - ارتفاع دکل ایستگاه ثبت اتوماتیک آمار باد باید با ارتفاع هاب توربین بادی برابر بوده یا اختلاف چندانی نداشته باشد.

- نصب ۳ سنسور سنجش سرعت، ۲ سنسور سنجش جهت، ۱ سنسور سنجش حرارت، ۱ سنسور سنجش رطوبت، ۱ سنسور سنجش فشار و ۱ سنسور سنجش تابش پیشنهاد می‌شود.
- کلیه سنسورها باید کالیبره شده باشند و در مورد سنسور سرعت کالیبراسیون بر اساس استاندارد Measnet صورت پذیرد.
- مدارک کالیبراسیون کلیه سنسورها به همراه ضرایب مربوطه باید در هنگام تأمین تجهیزات تحویل شود.
- برآورد برق بادی قابل تولید باید پس از اعمال ضرائب کالیبراسیون بر روی داده‌ها و اعتبارسنجی آن‌ها صورت پذیرد.
- مقادیر سرعت متوسط سالیانه باد و جهت باد غالب باید در تحلیل‌ها برای سنجش اولیه پتانسیل انرژی بادی تعیین شوند.
- داده‌برداری باید حداقل یک‌سال را پوشش دهد.
- قطعی داده‌ها در مجموع نباید بیش از ۲ ماه بوده و به صورت مستمر نیز از ۲ هفته بیشتر نباشد.
- درصد بازیابی داده‌ها (نسبت تعداد داده‌های درست به کل داده‌ها بر حسب درصد) باید بیش از ۹۰ درصد باشد.
- نمودارهای گلباد، هیستوگرام، ویبول، پروفیل مقطع عرضی باد (برش باد) و مقادیر چگالی و چگالی توان بادی در ارتفاع‌های مختلف جهت سنجش پتانسیل منطقه باید برآورد شود.
- استفاده عملی از توربین بادی کوچک به حداقل میانگین سالیانه سرعت باد برابر با ۴/۵ متر بر ثانیه نیازمند است.
- در هنگام تأمین تجهیزات باید به شرایط اقلیمی و جوی منطقه توجه داشت :
- در مناطق با عوارض پیچیده، آشفته‌گی بر طول عمر توربین بادی تأثیر منفی می‌گذارد که باید در محاسبات لحاظ شود.
- در مناطق سردسیر امکان یخ‌زدگی تجهیزات وجود دارد که باید تجهیزات موردنیاز برای پیش‌گیری از آن از تولیدکننده تهیه شود.
- در مناطق گرمسیر عملکرد برخی تجهیزات مانند سیستم‌های خنک‌کننده تجهیزات دوار مختل می‌شود که باید برای پیش‌گیری از آن با تولیدکننده هماهنگی‌های لازم صورت پذیرد.
- در مناطق با گرد و غبار و ذرات معلق فراوان، سایش و خوردگی پره‌های توربین اتفاق می‌افتد که با همکاری تولیدکننده باید برای آن تمهیداتی اندیشیده شود.
- در مناطق با آشفته‌گی زیاد باد، با هماهنگی تولیدکننده باید توربین‌های متناسب نصب شود.
- سروصدای توربین بادی نباید از ۵۵ دسی‌بل بیشتر شود.
- طول عمر توربین‌های بادی به طور معمول ۲۰ سال است.
- در تحلیل اقتصادی استفاده از IRR به جای دوره بازگشت سرمایه به نتایج قابل قبول‌تری می‌انجامد.
- در انتخاب کلیه تجهیزات و نصب و راه‌اندازی آن‌ها استفاده از استانداردهای بین‌المللی همانند IEC، VDE و ISO توصیه می‌شود.
- وجود ارزیابی فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اتصال به شبکه (حسب مورد) برای نصب و راه‌اندازی سیستم الزامی است.
- تأییدیه آزمایشگاه‌های مرجع در زمینه ایمنی الکتریکی و حریق تجهیزات برای نصب و راه‌اندازی سیستم مورد نیاز است.
- برای اتصال به شبکه برق باید در هماهنگی با توزیع‌کننده محلی، قواعد کد اتصال به شبکه ملی یا محلی رعایت شود.
- در سیستم‌های منفصل از شبکه باید سازگاری ولتاژ و فرکانس برق بادی تولیدی با مقادیر مورد نیاز تجهیزات و دستگاه‌ها برقرار شود.
- کاتالوگ و مشخصات فنی پنل پیشنهادی، می‌بایست شامل موارد زیر باشد.

➤ مشخصات توربین بادی:

ردیف	نوع	توضیحات
۱	کشور سازنده	ساخت داخل یا خارج از کشور
۲	توان نامی	کمتر از ۱۰۰ کیلووات
۳	سرعت آغاز	سرعت شروع به تولید سیستم بر حسب متر بر ثانیه
۴	سرعت نامی	سرعت تولید در سطح توان نامی بر حسب متر بر ثانیه
۵	سرعت توقف	سرعت توقف تولید سیستم بر حسب متر بر ثانیه
۶	قطر روتور	قطر روتور بر حسب متر
۷	ارتفاع هاب	ارتفاع یا ارتفاع‌های هاب در نظر گرفته شده بر حسب متر
۸	نوع برج	لوله‌ای، خرپایی و tilt down
۹	ژنراتور	مشخصات ژنراتور از قبیل تعداد فاز و ولتاژ و ...
۱۰	دمای عملکرد	محدوده عملکردی توربین بادی از منظر دمایی بر حسب درجه سانتی-گراد
۱۱	ولتاژ نامی	ولتاژ خروجی سیستم بر حسب ولت یا کیلو ولت
۱۲	فرکانس	فرکانس خروجی سیستم بر حسب هرتز (۵۰ هرتز برای اتصا به شبکه)
۱۳	حداکثر سرعت باد	حداکثر سرعت باد قابل تحمل بر حسب متر بر ثانیه
۱۴	تعداد پره	۳ یا ۵ پره
۱۵	جنس پره	نوع ماده مرکب
۱۶	وزن ناسل	وزن ناسل بر حسب کیلوگرم
۱۷	ابعاد ناسل	ابعاد ناسل بر حسب متر یا سانتی متر برای بحث انتقال و نصب
۱۸	سیستم کنترل	سیستم Pitch و ...
۱۹	نمودار توان	نمودار توان توربین به صورت جدول و نمودار حتی‌الامکان در چگالی-های هوا و ارتفاع‌های هاب مختلف

۲) توربین بادی با ظرفیت بیش از ۱۰۰ کیلووات تا ۱ مگاوات با عنوان توربین بادی مقیاس تجاری

- توربین بادی محور افقی ۳ پره
- بهتر است توربین در بالادست موانع، ساختمان‌ها و درختان نصب شود.
- فاصله هر مانع از برج توربین بادی باید حداقل ۹۰ متر باشد.
- پایین‌ترین قسمت روتور (نوک پره وقتی در پایین‌ترین وضعیت ممکن در راستای عمودی قرار می‌گیرد باید ۹ متر بالاتر از بیشترین ارتفاع هر مانعی باشد.
- برج توربین‌های بادی می‌تواند خرپایی شکل یا لوله‌ای شکل باشد. اما به طور معمول لوله‌ای است.
- برج توربین‌های بادی می‌تواند به صورت خودایستا، مهاری یا tilt down سوار شود. در مورد برج‌های لوله‌ای راهکارهای دیگری هم وجود دارد.
- پی مورد نیاز برای برپایی توربین بادی باید بر اساس دستورالعمل تولیدکننده اجرا گردد.
- سیستم زمین نیز باید با توجه به دستورالعمل تولیدکننده اجرا شود.
- ارتفاع برج توربین‌ها با توجه به ظرفیت نامی آن متغیر اما برای این بازه از ظرفیت، به طور معمول بین ۳۵ تا ۵۵ متر است.
- ارتفاع برج توسط تولیدکننده تعیین شده و می‌تواند با اعداد فوق فرق نماید. این اعداد تنها برای برآوردی از ارتفاع برج مورد نیاز ارائه گردیده‌اند.
- تجهیزات اصلی مورد استفاده با توجه به شیوه کاربرد متفاوت خواهد بود :
 - تجهیزات مورد نیاز در سیستم‌های متصل به شبکه : کنترل‌کننده توربین‌بادی، اینورتر، سیم‌کشی، سیستم پایش
 - کنترل‌کننده‌های توربین‌بادی، اینورترها و سایر تجهیزات الکتریکی استفاده شده باید از آزمایشگاه‌های معتبر تأییدیه داشته باشند.
- تولیدکننده باید دستورالعمل نصب، راه‌اندازی، بازرسی و تعمیر و نگهداری را در اختیار مشتری قرار دهد.
- بازرسی‌های دوره‌ای و پیشگیرانه از کلیه تجهیزات باید بر اساس دستورالعمل تولیدکننده صورت پذیرد.
- ارزیابی منابع باد با استفاده از نصب ایستگاه ثبت اتوماتیک آمار باد و تحلیل داده‌های برداشت شده صورت پذیرد که موارد زیر باید در آن رعایت شود :
 - ارتفاع دکل ایستگاه ثبت اتوماتیک آمار باد باید با ارتفاع هاب توربین بادی برابر بوده یا اختلاف چندانی نداشته باشد.
 - نصب ۳ سنسور سنجش سرعت، ۲ سنسور سنجش جهت، ۱ سنسور سنجش حرارت، ۱ سنسور سنجش رطوبت، ۱ سنسور سنجش فشار و ۱ سنسور سنجش تابش پیشنهاد می‌شود.
 - کلیه سنسورها باید کالیبره شده باشند و در مورد سنسور سرعت کالیبراسیون بر اساس استاندارد Measnet صورت پذیرد.
 - مدارک کالیبراسیون کلیه سنسورها به همراه ضرایب مربوطه باید در هنگام تأمین تجهیزات تحویل شود.
 - برآورد برق بادی قابل تولید باید پس از اعمال ضرایب کالیبراسیون بر روی داده‌ها و اعتبارسنجی آن‌ها صورت پذیرد.
 - مقادیر سرعت متوسط سالیانه باد و جهت باد غالب باید در تحلیل‌ها برای سنجش اولیه پتانسیل انرژی بادی تعیین شوند.
 - داده‌برداری باید حداقل یک‌سال را پوشش دهد.
 - قطعی داده‌ها در مجموع نباید بیش از ۲ ماه بوده و به صورت مستمر نیز از ۲ هفته بیشتر نباشد.
 - درصد بازیابی داده‌ها (نسبت تعداد داده‌های درست به کل داده‌ها بر حسب درصد) باید بیش از ۹۰ درصد باشد.

- نمودارهای گلباد، هیستوگرام، ویبول، پروفیل مقطع عرضی باد (برش باد) و مقادیر چگالی و چگالی توان بادی در ارتفاع‌های مختلف جهت سنجش پتانسیل منطقه باید برآورد شود.
- استفاده عملی از توربین‌بادی مقیاس تجاری به حداقل میانگین سالیانه سرعت باد برابر با ۶ متر بر ثانیه نیازمند است.
- کلاس توربین بادی برای هر منطقه با توجه به سرعت میانگین سالیانه باد تعیین می‌گردد:
 - از سرعت ۶ متر بر ثانیه تا ۷.۵ متر بر ثانیه کلاس III نامیده می‌شود.
 - از سرعت ۷.۵ متر بر ثانیه تا سرعت ۸.۵ متر بر ثانیه کلاس II نامیده می‌شود.
 - از سرعت ۸.۵ متر بر ثانیه تا ۱۰ متر بر ثانیه و بالاتر کلاس I نامیده می‌شود.
- توربین‌های بادی در کلاس‌های فوق طراحی شده و برای هر منطقه باید توربین‌بادی با کلاس متناسب را انتخاب نمود.
- کلاس آشفستگی بر اساس شدت آشفستگی میانگین در سرعت ۱۵ متر بر ثانیه تعیین می‌گردد:
 - شدت آشفستگی میانگین کمتر از ۰.۱۲ برابر با کلاس C نامیده می‌شود.
 - شدت آشفستگی میانگین بیش از ۰.۱۲ تا ۰.۱۴ برابر با کلاس B نامیده می‌شود.
 - شدت آشفستگی میانگین بیش از ۰.۱۴ تا ۰.۱۶ و بالاتر برابر با کلاس A نامیده می‌شود.
- در صورتی که مشخصات رژیم باد منطقه با موارد فوق‌الذکر تفاوت بسایر زیادی داشته باشد، توربین‌بادی در کلاس S قرار داشته و تولیدکننده باید با توجه به رژیم باد، توربین متناسب را تأمین نماید.
- در هنگام تأمین تجهیزات باید به شرایط اقلیمی و جوی منطقه توجه داشت:
 - در مناطق با عوارض پیچیده، آشفستگی بر طول عمر توربین‌بادی تأثیر منفی می‌گذارد که باید در محاسبات لحاظ شود.
 - در مناطق سردسیر امکان یخ‌زدگی تجهیزات وجود دارد که باید تجهیزات موردنیاز برای پیش‌گیری از آن از تولیدکننده تهیه شود.
 - در مناطق گرمسیر عملکرد برخی تجهیزات مانند سنسورهای دمای محیطی و سیستم‌های خنک‌کننده روغن‌های هیدرولیکی مختل می‌شود که باید برای پیش‌گیری از آن با تولیدکننده هماهنگی‌های لازم صورت پذیرد.
- در مناطق با گرد و غبار و ذرات معلق فراوان، سایش و خوردگی پره‌های توربین اتفاق می‌افتد که با همکاری تولیدکننده باید برای آن تمهیداتی اندیشیده شود.
- سروصدای توربین‌بادی نباید از ۵۵ دسی‌بل بیشتر شود.
- طول عمر توربین‌های بادی به طور معمول ۲۰ سال است.
- در تحلیل اقتصادی استفاده از IRR به جای دوره بازگشت سرمایه به نتایج قابل قبول‌تری می‌انجامد.
- در انتخاب کلیه تجهیزات و نصب و راه‌اندازی آن‌ها استفاده از استانداردهای بین‌المللی همانند IEC, VDE و ISO توصیه می‌شود.
- وجود ارزیابی فنی، اقتصادی، زیست‌محیطی و اتصال به شبکه (حسب مورد) برای نصب و راه‌اندازی سیستم الزامی است.
- تأییدیه آزمایشگاه‌های مرجع در زمینه ایمنی الکتریکی و حریق تجهیزات برای نصب و راه‌اندازی سیستم مورد نیاز است.
- برای اتصال به شبکه برق باید در هماهنگی با توزیع‌کننده محلی، قواعد کد اتصال به شبکه ملی یا محلی رعایت شود.
- در سیستم‌های منفصل از شبکه باید سازگاری ولتاژ و فرکانس برق بادی تولیدی با مقادیر مورد نیاز تجهیزات و دستگاه‌ها برقرار شود.
- کاتالوگ و مشخصات فنی پنل پیشنهادی، می‌بایست شامل موارد زیر باشد.

➤ مشخصات توربین بادی:

ردیف	نوع	توضیحات
۱	کشور سازنده	ساخت داخل یا خارج از کشور
۲	توان نامی	بیش از ۱۰۰ کیلووات تا ۱ مگاوات
۳	سرعت آغاز	سرعت شروع به تولید سیستم بر حسب متر بر ثانیه
۴	سرعت نامی	سرعت تولید در سطح توان نامی بر حسب متر بر ثانیه
۵	سرعت توقف	سرعت توقف تولید سیستم بر حسب متر بر ثانیه
۶	قطر روتور	قطر روتور بر حسب متر
۷	ارتفاع هاب	ارتفاع یا ارتفاع‌های هاب در نظر گرفته شده بر حسب متر
۸	نوع برج	لوله‌ای، خرپایی و tilt down
۹	ژنراتور	مشخصات ژنراتور از قبیل تعداد فاز و ولتاژ و ...
۱۰	دمای عملکرد	محدوده عملکردی توربین بادی از منظر دمایی بر حسب درجه سانتی-گراد
۱۱	ولتاژ نامی	ولتاژ خروجی سیستم بر حسب ولت یا کیلو ولت
۱۲	فرکانس	فرکانس خروجی سیستم بر حسب هرتز (۵۰ هرتز برای اتصا به شبکه)
۱۳	حداکثر سرعت باد	حداکثر سرعت باد قابل تحمل بر حسب متر بر ثانیه
۱۴	تعداد پره	۳ پره
۱۵	جنس پره	نوع ماده مرکب
۱۶	وزن ناسل	وزن ناسل بر حسب کیلوگرم
۱۷	ابعاد ناسل	ابعاد ناسل بر حسب متر یا سانتی متر برای بحث انتقال و نصب
۱۸	سیستم کنترل	سیستم Pitch و ...
۱۹	نمودار توان	نمودار توان توربین به صورت جدول و نمودار حتی‌الامکان در چگالی-های هوا و ارتفاع‌های هاب مختلف
۲۰	سیستم انتقال قدرت	با گیربکس یا بدون آن
۲۱	کلاس توربین بادی و کلاس آشفستگی	بر اساس استاندارد IEC