

## پیوست شماره ۱

شرایط اجرا و دستورالعمل فنی نصب سامانه های فتوولتائیک جهت احداث نیروگاه ۲۰ کیلو واتی

### ۱- 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 ایست که در این خصوص انجام می گیرد.

### ۲- عملیات طراحی

در این قسمت عملیات مربوط به، طراحی سامانه ۲۰ کیلوواتی، تهیه مشخصات فنی و نقشه های اجرایی، انتخاب تجهیزات مانند پنل های خورشیدی، اینورتر (اینورترها)، طراحی سازه و پایه نگهدارنده مبتنی به انتخاب کابل ها و متعلقات و تابلوهای لازم، به همراه تجهیزات لازم جهت اتصال به شبکه، توسط پیمانکار، صورت می گیرد.

### ۳- شرح عملیات تهیه و خرید

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

### ۴- 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 پنل های خورشیدی، سیم کشی، کابل کشی پنل ها به همراه داکت ها و لوله های لازم و تابلوهای مربوطه، نصب اینورتر، نصب تابلوهای لازم به همراه تجهیزات جهت تزریق به شبکه، اجرای سیستم زمین مورد نیاز، راه اندازی کل سیستم شامل راه اندازی بخش AC و DC است.

کارفرما می بایست، برنامه تفصیلی خود را ظرف مدت یک هفته از مبادله تفاهم نامه، به دستگاه نظارت ارائه نماید.

### ۵- شرایط خصوصی قرارداد

الف) کلیه " سامانه " ها، از نوع نیروگاه متصل به شبکه (on grid) می باشند.

ب) میزان ظرفیت نصب " سامانه " نباید کمتر از ۲۰ کیلووات باشد.

ج) رعایت استانداردهای ملی و یا بین المللی در زمینه سامانه های فتوولتائیک الزامی می باشد و عدم

ارائه گواهی نامه استانداردهای مذکور که می بایست با نامه رسمی از سوی تولیدکننده ارائه گردد، مانع از انتخاب پیمانکار در مناقصه می گردد. این استانداردها به تفصیل در بخش مربوطه در این دستورالعمل ارائه شده است.

د) به منظور حمایت از توان صنعتگران داخلی، در شرایط (قیمت) برابر، اولویت به استفاده از تجهیزات تولید داخل، مطابق با مشخصات فنی و رعایت استانداردها می باشد.

ه) پس از ثبت نام و نهایی شدن درخواست متقاضی، در صورت بروز محدودیت های فنی، با هماهنگی و تایید دستگاه نظارت می توان پروژه را با رعایت موارد فنی و اجرایی به مشترک متقاضی اولویت بعدی منتقل نمود.

و) سازه های نگهدارنده از نوع ثابت (fix) می باشد. سازه ها می توانند قابلیت تغییر زاویه در فصول مختلف را داشته باشند. در این صورت این موضوع می بایست در هنگام ساخت در نظر گرفته شود.  
ز) محل و نقطه اتصال به شبکه در محل تابلوی اصلی مشترک متقاضی و یا تابلو اصلی ساختمان می باشد.

ح) مالکیت سامانه فتوولتائیک پس از نصب و تحویل، بر عهده بانک سپه می باشد.

ط) حداقل مدت گارانتی کل تجهیزات ۱ سال و حداقل خدمات پس از فروش ۵ سال از زمان تحویل سامانه می باشد.

ی) پیمانکاران موظف هستند مشخصات فنی کلیه تجهیزات مولد خورشیدی را ضمیمه اسناد (DATA SHIT) مناقصه (پاکت ب) ارائه نمایند.

## ۶- مشخصات فنی تجهیزات

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

### الف) مشخصات فنی عمومی جهت انتخاب پنل فتوولتائیک

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

- پنل های خورشیدی باید از نوع مونو کریستال انتخاب شده و راندمان آن ها در مدت ۲۰ سال اول بهره برداری از نیروگاه باید بیش از ۸۰ درصد باشد.

- پنل خورشیدی باید از نوع دو وجهی، N-Type و نیم سلولی انتخاب شود.

- حداقل توان پنل انتخابی باید ۶۲۰ وات و حداقل بازده کمتر از ۲۲ درصد نباشد.

- سال ساخت پنل ها نباید قبل از سال ۲۰۲۳ باشد.

- پنل ها از نظر ویژگی های مختلف مانند قدرت نامی، ابعاد، برند و ... کاملاً مشابه و یکسان باشند.

- دوره گارانتی سیستم باید حداقل پنج سال باشد که طی آن تأمین کننده باید قطعه معیوب را با هزینه و ریسک خود تعویض کند. با این حال ممکن است دوره‌های تضمین طولانی تری به طور خاص برای برخی از قطعات مشخص شود. قبل از امضای قرارداد می‌بایست صحت اعتبار گارانتی مورد ارزیابی قرار گیرد.
- ارائه فلش ریپورت پنل‌های خورشیدی خریداری شده، توسط تولیدکننده قبل از ارسال الزامی است.
- برگه‌های داده تجهیزات و اجزای ارائه شده باید ارائه شود.
- پنل‌های خورشیدی باید مجهز به دیودهای بای پس باشند.
- پنل‌های خورشیدی باید گرید A باشند.
- تحمل شرایط محیطی و اقلیمی، رطوبت و یخ‌زدگی (سازگار با شرایط محیطی محل نصب) را داشته باشد.
- پنل‌های خورشیدی باید دارای یکی از تأییدیه‌های TUV RHEINLAND، TUV NORD یا TUV SUD باشد.
- باید تعداد و توان پنل‌ها به گونه‌ای 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.

NO.	TECHNICAL DESCRIPTION	REQUIREMENTS DATA	SUPPLIER DATA
۱	Solar cells	Mono crystalline	
۲	Type of module	Bifacial dual glass / N-Type / Half cell	
۳	Standard	IEC۶۱۲۱۵/IEC۶۱۷۳۰/IEC۶۱۷۰۱/IEC۶۲۷۱۶	
۴	Peak power watts- P <sub>MAX</sub> (STC)	≥۶۲۰ Wp	
۵	Minimum module efficiency	≥۲۲٪	
۶	Temperature coefficient of P <sub>MAX</sub>	≤۰,۳٪/°C	
۷	Power output tolerance	۰ ~ +۵W	
۸	Frame	≥۳۰mm Anodized Aluminum Alloy	
۹	Product warranty	۱۲ year Product Workmanship Warranty	
۱۰	Linear power output warranty	۳۰ year Power Warranty	
۱۱	First-year power degradation	≤۱٪	
۱۲	Annual power attenuation	≤۰,۴۵٪	
۱۳	Operational temperature	-۴۰~+۸۰°C	
۱۴	Maximum system voltage	۱۵۰۰V DC	

۱۵	Connector	MC۴ EVO۲ / TS۴ /TS۴ Plus	
۱۶	Mechanical performance	up to ۵۴۰۰ Pa positive load and ۲۴۰۰ Pa negative load	
۱۷	Degree of protection (module)	IP۶۸	
۱۸	Degree of protection (J-Box)	IP۶۸	
۱۹	Front Glass	≥۲,۰ mm Heat Strengthened Glass, High Transmission, anti relective Coating	
۲۰	Back Glass	≥۲,۰ mm Heat Strengthened Glass	
۲۱	Encapsulant material	POE/EVA	
۲۲	Back Glass	≥۲,۰ mm Heat Strengthened Glass	
۲۳	Installation Method	Both Landscape/Portrait methods	

#### ب) مشخصات فنی عمومی سازه نگهدارنده

استقرار و مهاربندی سازه پانل‌ها در محل نصب باید به گونه‌ای باشد که برای مدت زمان طول عمر نیروگاه، سازه‌ها تغییر مکان و جابجایی نداشته باشند. جنس سازه‌ها باید بگونه‌ای انتخاب شود که در با توجه به شرایط جوی منطقه، مقاوم و مستحکم بوده، دچار خوردگی، زنگ زدگی، پیچش و خمش نشود و مسئولیت آن به عهده پیمانکار می‌باشد.

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

- تمامی مقاطع، اتصالات فلزی، ناودانی و نبشی‌ها از آهن گالوانیزه گرم با گرید ST۳۷ یا آلومینیومی باشد.

- کلیه مقاطع فولادی باید پس از مرحله ساخت، طبق استاندارد یا ASTM۱۲۳ و ISIRI۲۴۷۸ گالوانیزه گرم شوند.

- تمامی اتصالات (پیچ و مهره) طبق استاندارد A۳۲۵ و A۱۵۳ می‌بایست گالوانیزه و یا کروماته باشند.

- هر واحد از سازه‌های مذکور باید توسط تسمه‌های گالوانیزه کاملاً مهار گردد.

- تمامی اتصالات (پیچ و مهره‌ها) به همراه دو عدد واشر تخت و یک واشر فنری گالوانیزه و یدکی کافی در مجموعه‌های مجزا بسته بندی و تحویل گردد.

- استفاده از پنل‌های فاقد جدار محافظ (فریم) قابل قبول نمی‌باشد.

- حداقل ارتفاع سازه و لبه پائینی پنل‌ها از زمین باید به گونه‌ای در طراحی لحاظ شود که گل و لای ناشی از پاشش باران بر پنل‌ها ننشینند و امکان تمیزکاری و شستشوی سطح زمین باشد.

- زاویه نصب پنل‌ها بر سازه توسط پیمانکار محاسبه و تعبیه می‌گردد. پیمانکار باید دفترچه محاسبات را ارائه نماید.

- نحوه تثبیت و مهاربندی سازه باید بگونه‌ای باشد که در برابر باد تا سرعت ۱۲۰ کیلومتر در ساعت و شرایط جوی منطقه و بارش برف مقاوم و مستحکم باشد.
- مدارک و مستندات مربوط به مقاومت سازه در برابر خوردگی می‌بایست به کارفرما ارائه گردد.
- ارائه نقشه، دفترچه محاسبات و مشخصات فنی سازه نگهدارنده الزامی است.

#### ج) مشخصات فنی عمومی اینورتر متصل به شبکه

- مشخصات فنی اینورتر انتخابی به شرح زیر می‌باشد.
- حداقل توان اینورتر انتخابی باید **۲۰ کیلووات** باشد. با اینحال، ظرفیت نهایی اینورتر پس از انجام محاسبات و طراحی نیروگاه باید تعیین و به تأیید کارفرما برسد.
- اینورتر خورشیدی باید از نوع رشته‌ای باشند و قابلیت اتصال به پنل‌های خورشیدی نسل‌های جدید با توان‌های مختلف را دارا باشد.
- تعداد و پیکربندی اینورترها باید با توجه به شرایط محیطی و میزان انرژی تولیدی پنل‌های خورشیدی محاسبه شود.
- ارائه گواهی ضمانت تعویض تا ۵ سال و خدمات پس از فروش تا ۱۵ سال را به نام شرکت پیشنهاددهنده و قابل انتقال به شرکت کارفرما داشته باشد.
- مانیتورینگ اینورتر:
  - در تأمین اینورتر می‌بایست سیستم مانیتورینگ با قابلیت رویت پذیری ولتاژ و جریان هر استرینگ به صورت مجزا در نظر گرفته شود.
  - لازم است سیستم مانیتورینگ اینورترهای سایت خورشیدی به صورت Online نیز در دسترس 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.
  - ارائه کاتالوگ کامل تجهیز پیشنهادی الزامی می‌باشد. ارائه گواهی‌های تأیید و اسناد معتبر مشخصات و استانداردهای تجهیزات پیشنهادی الزامی می‌باشد.
  - همه دیتالاگرها از طریق فیبر نوری به شبکه جامع مونیتورینگ نیروگاه و سیستم RTU<sup>۱</sup> متصل گردند.
- حفاظت اینورتر:
  - اینورتر می‌بایست دارای کلید قطع بار DC باشد.
  - مجهز به سیستم حفاظت خطای زمین باشد.
  - مجهز به سیستم حفاظت در برابر اتصال کوتاه Short circuit protection باشد.
  - مجهز به سیستم محافظت از جابه‌جایی قطب‌ها Reverse Polarity Protection باشد.
  - امکان عملکرد اتوماتیک در شرایط مختلف (شناسائی بار، حالت Standby، اضافه بار، اضافه ولتاژ، اتصال مجدد) را داشته باشد.
  - مجهز به سیستم جلوگیری از دمای بالا و یا بار بیش از حد Over Temp/Over Load باشد.

<sup>۱</sup> Remote Terminal Unit (RTU)

- اینورترهای پیشنهادی سایت خورشیدی می‌بایست در بخش AC و DC دارای SPD از نوع ۲ (Type II) مطابق با استاندارد مربوطه باشند.
- ابعاد، وزن، نقشه ورودی‌ها و خروجی‌ها و نحوه اتصال، بازه جریان ورودی، بازه ولتاژ ورودی، بازه فرکانس خروجی، بازه دمایی کارکرد دستگاه مصرف در حالت Stand by دستگاه پیشنهادی می‌بایست در کاتالوگ دستگاه پیشنهادی ارائه شده باشد.
- با توجه به موارد بیان شده، کلیت الزامات مربوط به اینورتر باید مطابق با جدول ذیل مورد نظر قرار گیرد.

NO.	TECHNICAL DESCRIPTION	REQUIREMENTS DATA	SUPPLIER DATA
۱	Type of Inverter	String	
۲	Standard	IEC ۶۲۱۰۹-۱/ IEC ۶۲۱۰۹-۲/ IEC ۶۲۱۱۶	
۳	No. of independent MPPT input	ACC to Design	
۴	Cooling system	Smart Air Cooling	
۵	Operating frequency range	۴۷,۵Hz to ۵۲,۵Hz	
۶	Relative humidity	۰ ~ ۱۰۰٪	
۷	Operational temperature	-۲۵~+۶۰ °C	
۸	Grid support	LVRT, HVRT, active & reactive power control and power ramp rate control	
۹	Ingress protection rating	≥IP۶۵	
۱۰	Replacement guarantee	۵ year	
۱۱	After-sales service guarantee	۱۵ year	
۱۲	Nominal AC active power	≥۲۰kW	
۱۳	Output voltage tolerance	+/-۱٪	
۱۴	Max efficiency	≥۹۸٪	
۱۵	Max Total Harmonic Distortion (THDi)	<۳٪	
۱۶	Nominal output voltage range	۳ph, ۴۰۰V	
۱۷	Input-side disconnection device	Yes	
۱۸	Anti-islanding protection	Yes	
۱۹	AC overcurrent protection	Yes	
۲۰	Reverse polarity protection	Yes	
۲۱	PV-array string fault monitoring	Yes	

۲۲	DC surge arrester	Type II	
۲۳	AC surge arrester	Type II	
۲۴	Over-temperature Protection	Yes	
۲۵	Frequency protection	Yes	
۲۶	DC insulation resistance fault detection	Yes	
۲۷	Residual current monitoring unit	Yes	
۲۸	Smart string level disconnecter	Yes	
۲۹	Ground fault monitoring	Yes	
۳۰	Display	LED indicators; WLAN adaptor	
۳۱	LCD data	PV connection indicator/Grid connection indicator/Communications indicator/Alarm/Maintenance indicator	
۳۲	Communication interface	RS۲۳۲ / RS۴۸۵ / USB / PLC	

#### د) مشخصات فنی عمومی سیم کشی و اتصالات

کابل‌های مورد استفاده در پروژه، باید در شرایط جغرافیایی پروژه مورد بهره‌برداری قرار گیرند.

#### • کابل DC:

- هادی کابل‌ها باید از جنس مس قلع اندود، تک رشته و از نوع افشان و انعطاف‌پذیر باشند و از کابل‌های چند رشته نباید استفاده نمود.

- عایق و روکش کابل‌های DC باید از جنس XLPO<sup>۲</sup> باشد.

- کابل‌های DC مورد استفاده در پروژه باید مقاوم در برابر اشعه UV و نفوذ آب باشند.

- روکش بیرونی کابل‌ها باید به رنگ مشکی باشند.

- بخشی از کابل کشی که در معرض آفتاب مستقیم است یا در زیر زمین قرار می‌گیرند باید داخل لوله کاندویت از جنس PVC عبور نماید. در صورت قرار گرفتن در معرض نور خورشید باید این لوله‌ها مقاوم در برابر اشعه UV باشند. ضخامت این لوله‌ها می‌بایست مطابق با استاندارد و قطر آن متناسب با تعداد و قطر کابل‌ها، انتخاب گردد.

- افت توان کل مربوط به بخش کابل خروجی از ماژول فتوولتائیک تا ورودی اینورتر متصل به شبکه نباید بیش از ۱٪/۵ باشد.

- کابل‌ها در محل اتصال با قطب‌های مثبت و منفی استرینگ می‌بایست مجهز به کانکتور استاندارد (MC۴) (EVO۲/ TS۴/TS۴ Plus) باشد.

<sup>۲</sup> Cross-linked polyolefin (XLPO)

- کابل‌ها و سیم‌های مورد استفاده برای اتصالات داخلی مازول‌های فتوولتائیک می‌بایست مجهز به کانکتور استاندارد (MC۴ EVO۲/ TS۴/TS۴ Plus) و یا اتصالات مخصوص از نوع کانکتورهای نصب شده بر روی اینورتر و پنل باشند.

- کانکتورها باید مطابق با استاندارد IEC۶۲۸۵۲ باشند.

- سایز کابل DC استریگ‌ها می‌بایست برابر  $2\text{ mm}^2$  یا ۴ یا ۶ باشد.

با توجه به موارد بیان شده، کلیت الزامات مربوط به کابل DC باید مطابق با جدول ذیل مورد نظر قرار گیرد.

NO.	TECHNICAL DESCRIPTION	REQUIREMENTS DATA	SUPPLIER DATA
۱	Insulation material	XLPO	
۲	Standard	IEC ۶۲۹۳۰ / IEC ۶۰۵۰۲-۱	
۳	Conductor	Copper	
۴	Sheath material	Halogen free material-XLPO	
۵	Core cross section area	$6\text{mm}^2$	
۶	Relative humidity	Acc.to site environmental characteristic	
۷	Operational temperature	Acc.to site environmental characteristic	
۸	Voltage rating	۱۵۰۰ Vdc	
۹	Current rating (in air)	By Vendor	
۱۰	Number of cores	۱	
۱۱	Insulation thickness	By Vendor	
۱۲	Sheath thickness	By Vendor	
۱۳	Water resistance	long-term insulation resistance in water at $90^{\circ}\text{C} > 3\text{G}\Omega\cdot\text{m}$	
۱۴	Flame retardant	Acc.to IEC EN ۶۰۳۳۲-۱-۲	
۱۵	Colors	Positive conductor: Black	
UV protection, Anti rodent and termite shall be considered for Sheath material.			

#### • کابل AC:

- میزان ولتاژ نامی کابل AC باید ۲۸۰ ولت باشد.

- کابل‌های AC مورد استفاده باید از کابل‌های با عایق XLPE با هادی آلومینیومی یک یا چند رشته و از نوع افشان و نیمه افشان (بسته به سطح مقطع انتخابی) باشد.

- در طراحی و سائزینگ کابل‌های AC، حداکثر جریان نامی تولیدی اینورتر، حداکثر جریان اتصال کوتاه ۳ فاز برای مدت یک ثانیه و درصد افت ولتاژ مجاز باید مد نظر قرار گیرد.

- سایز کابل نول مورد استفاده در مصارف داخلی و شبکه سه فاز، باید برابر سایز کابل فاز باشد (وجود یک رشته کابل Spare الزامی است).
  - محل اتصال کاندویت محافظ کابل به تابلوها و سایر تجهیزات باید کاملاً آب‌بندی و محکم و با استفاده از گلند مناسب باشد.
  - کلیه کابل‌های فشار ضعیف دفنی (مربوط به خروجی اینورترها و Combiner Boxes) باید از نوع آرموردار (زره دار) باشند.
  - غلاف کابل‌های AC مورد استفاده در فضای آزاد باید در برابر اشعه UV آفتاب مقاوم باشند.
  - در صورت استفاده از سینی کابل، سینی‌های کابل باید بر اساس استانداردهای ملی و بین‌المللی مانند موارد زیر ساخته شوند:
- DIN VDE ۴۰۵۰۱ Part ۱-۳, DIN EN ۱۰۱۳۱, DIN ۱۶۲۳ Sheet ۱, DIN EN ۱۰۱۳۰**
- سینی‌های کابل، نردبان کابل و لوازم جانبی مربوطه باید از جنس فولاد و با پوشش گالوانیزه گرم یا سرد باشد.
  - حداقل ضخامت تمام سینی‌ها، نردبان‌ها و اتصالات باید ۲ میلی‌متر باشد.
  - سینی‌های کابل، نردبان کابل و لوازم جانبی باید بدون برش لبه‌ها (دیواره کناری) تهیه شوند که ممکن است در طول آن به کابل آسیب برساند.
  - حداقل ارتفاع دیواره کناری سینی کابل باید ۴ میلی‌متر باشد.
- ه) سیستم زمین
- زمین کردن از جنبه‌های گوناگون ایمنی و حفاظتی دارای اهمیت فراوان می‌باشد. به منظور حفاظت افراد و دستگاه‌ها، استفاده از سیستم ارت و زمین کردن تجهیزات مطابق روش‌های استاندارد و مورد تأیید ضروری است.
  - سیستم زمین بر اساس استاندارد باید به گونه‌ای 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.
  - مقاومت سیستم زمین باید کمتر از ۲ اهم باشد و به تأیید دستگاه نظارت برسد.
  - تمام سطوح فلزی بی‌حفاظ که می‌تواند برق‌دار باشد، باید از طریق هادی یا ارتباطات مکانیکی که وظیفه زمین کردن تجهیزات را دارند، زمین شوند.
  - روش اجرایی چاه ارت و جزئیات آن باید به تأیید دستگاه نظارت رسانده شود.
  - شبکه برق‌رسانی مصارف داخلی در نیروگاه از نوع TNS می‌باشد.
  - پیمانکار موظف است کلیدهای حفاظت جان به تعداد لازم و رنج مناسب در مسیر تغذیه مصارف داخلی در تابلوهای برق مربوطه در داخل ساختمان‌ها و پست‌ها در نظر بگیرد.
  - فنس پیرامونی نیروگاه باید از چندین نقطه به سیستم زمین نیروگاه متصل گردد.
  - پایه نصب دوربین‌های نظارتی باید به سیستم زمین نیروگاه متصل باشند.

- استراکچر باید حداقل از ۲ نقطه به شینه اصلی اصلی سیستم زمین متصل باشد.
- همبندی پنل‌های خورشیدی باید با استفاده از سایر هادی زمین مناسب انجام شود.
- جهت ایجاد شبکه زمین از سیم مسی استفاده شود و برای کلیه رایزرها باید از کابل یا سیم مسی با سایز مناسب و بر اساس استاندارد استفاده گردد.
- هادی زمین در سمت پنل‌ها و در سمت مدار خروجی، باید حداقل ظرفیت عبور جریانی معادل ۱/۲۵ برابر اتصال کوتاه پنل‌ها را داشته باشد.
- سیستم زمین باید به صورت مش اجرا گردد.

#### و) الزامات برقگیر (در صورت صاعقه‌گیر بودن منطقه اجرای پروژه)

- سیستم برقگیر باید مطابق با استاندارد NFPA-۷۸۰ و NFC ۱۷-۱۰۲ جهت حفاظت در برابر برخورد صاعقه اجرا شود.
- طراحی سیستم برقگیر بر عهده پیمانکار بوده و پس از تأیید دستگاه نظارت، توسط پیمانکار اجرا خواهد گردید.
- سیستم برقگیر باید از نوع پسیو باشد.
- محل نصب سیستم برقگیر باید با انجام محاسبات سایه‌اندازی و حصول اطمینان از عدم سایه‌اندازی بر روی پنل‌ها در بدترین شرایط تعیین گردند.
- عمق چاه سیستم برقگیر باید بین ۶ تا ۸ متر و بگونه‌ای باشد که به رطوبت طبیعی خاک رسیده باشد.
- سیستم برقگیر باید سیم مسی روکش دار با سطح مقطع مناسب به چاه ارت متصل گردد.
- مقاومت چاه ارت برقگیر باید زیر ۱۰ اهم باشد.

#### ز) مشخصات عمومی تابلوها

دارای درجه حفاظت مناسب برای نصب در فضای آزاد به همراه کلید قطع و وصل AC وجود تابلو برق استاندارد و کنتور اندازه‌گیری دو طرفه الزامی است. تابلوی طراحی شده توسط پیمانکار از لحاظ چیدمان و نوع تابلو پیش از سفارش باید به تأیید کارفرما برسد. مشخصات تابلوهای الکتریکی مورد نیاز به شرح زیر می‌باشد.

- تابلوها از نوع بیرونی (out door) باشد.
- دارای قابلیت نصب روی دیوار باشد.
- بدنه تابلو از ورق فولادی و با رنگ کوره‌ای مناسب باشد (ساخت بدنه تابلوها از جنس کامپوزیت نیز قابل قبول است).
- بدنه تابلوها باید به گونه‌ای ساخته شود تا هرگونه تغییرات در تابلوها بدون نیاز به جوشکاری و نقاشی مجدد امکان پذیر باشد (پیش‌بینی سوراخ‌های مناسب و جابجائی با پیچ و مهره).
- با کلیدهای قطع و وصل مناسب در محل مدول‌های فتوولتائیک. DC - تابلو برق

### ح) رنگ آمیزی تابلوها

در صورتیکه 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 کوره‌ای الکترواستاتیک طبق مراحل زیر به ضخامت حداقل ۸۰ میکرون زده شود.

- چربی زدایی (در وان مخصوص)

- اکسید زدایی (در وان مخصوص)

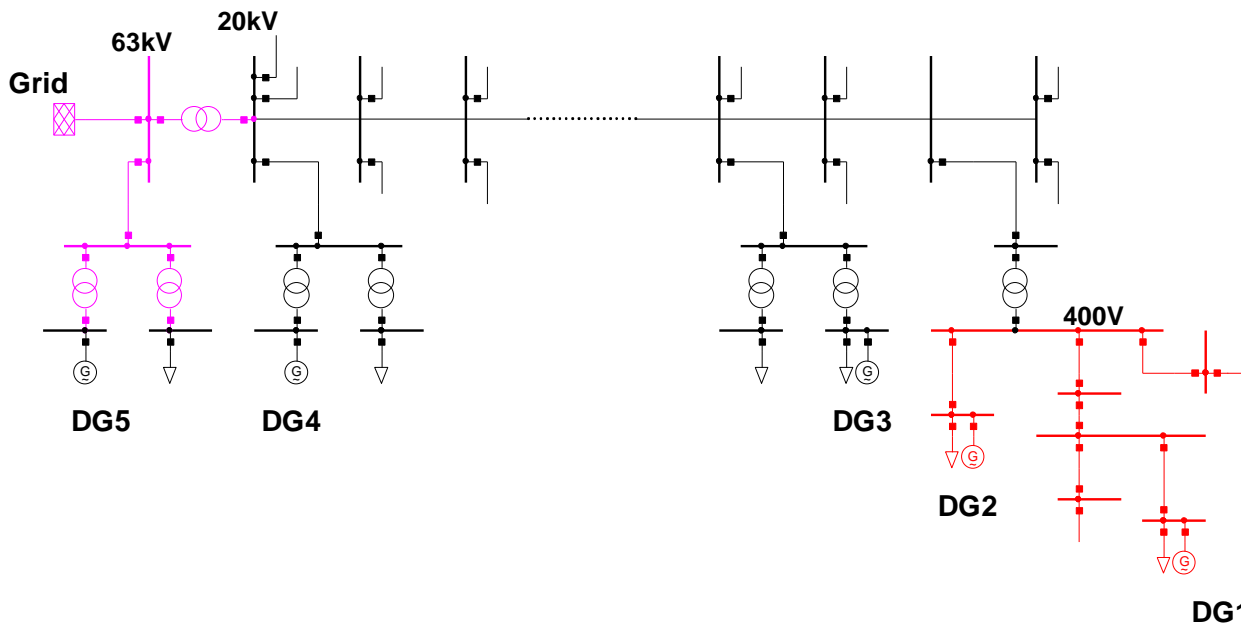
- فسفات‌دهی (در وان مخصوص)

- دولایه آستری و نهایتاً یک لایه رنگ پایانی که هر لایه رنگ در کوره بطور کامل پخته می‌شود.

### ط) اتصال شبکه

رعایت کلیه موارد و الزامات اتصال به شبکه و تولیدات پراکنده الزامی می‌باشد. امکان اتصال به شبکه پس از تأیید کارفرما امکان پذیر می‌باشد.

با توجه به شکل زیر، مولدهای با ظرفیت  $20\text{kW} < P < 200\text{kW}$  می‌توانند دارای طرح اتصال ۲ و ۳ (DG۲) و DG۳ باشند. 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 می‌بایست پس از تأیید کارفرما، پیاده‌سازی و اقدام شود. انرژی الکتریکی پس از سربندی ماژول‌های فتوولتائیک، از طریق کابل

ارتباطی به اینورتر و پس از آن به شبکه سراسری برق تزریق می‌گردد. رعایت الزامات ایمنی در انتخاب تجهیزات جعبه و تابلوها، کلیدهای قطع و وصل، فیوزها کابل‌های ارتباطی و دیگر بخش‌ها الزامی است.

### ی) حفاظت‌ها 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 حفاظت‌های 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.

ولتاژ در نقطه اتصال به شبکه	بیشینه زمان قطع
$V < 0.5X V \text{ NOMINAL}$	0/1s
$50\% \leq V \leq 85\%$	2/0s
$85\% \leq V \leq 110\%$	بهره برداری پیوسته
$110\% \leq V \leq 135\%$	2/0s
$135\% \leq V$	0/0.5s

\* زمان قطع به زمان بین رخ دادن شرایط غیر عادی و توقف اینورتر از تزریق انرژی به شبکه اطلاق می‌شود . 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 .

مرتبه هارمونیک	حدود اعوجاج	
هارمونیک‌های فرد	کمتر از 4/0%	3ام تا 9ام
	کمتر از 2/0%	3ام تا 9ام
	کمتر از 1/5%	3ام تا 9ام
	کمتر از 0/16%	3ام تا 9ام
هارمونیک‌های زوج	کمتر از 1/0%	2ام تا 8ام
	کمتر از 0/5%	10ام تا 22ام

طبق استاندارد ملی 11859، در صورت تغییرات فرکانس می‌بایست اینورتر از شبکه جدا گردد. این مقادیر در جدول زیر ارائه شده است.

شرایط عملکردی عادی	بین $\pm 1$ هرتز
۰/۲ ثانیه	خارج از محدوده $\pm 1$ هرتز

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

سامانه فتوولتائیک نباید بیشتر از ۱٪ جریان نامی خروجی به شبکه توزیع جریان DC تزریق کند. سامانه باید از لحاظ تداخل الکترومغناطیسی گواهی تأیید استاندارد EMC,EMI را داشته باشد.

موقعی که اینورتر در ۱۰۰٪ توان نامی کار می‌کند و در پیک ولتاژ خروجی می‌باشد چنانچه از شبکه قطع گردد، لازم است در طول مدت ۱۰ ثانیه تخلیه بار انجام گردد.

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، می‌تواند به شبکه تزریق داشته باشد. تذکرات :

ارائه کلیه مدارک فنی طراحی، نقشه‌های فنی و دستور العمل بهره‌برداری به کارفرما الزامی می‌باشد.

#### طراحی تفصیلی سامانه

محتوی گزارش تفصیلی سامانه شامل بخش‌های زیر است.

- نقشه کلی و دیاگرام سامانه و مختصات فیزیکی، نقشه سیم‌کشی، سازه‌های نگهدارنده و مشخصات سازه و مواد تشکیل‌دهنده، دفترچه محاسبات و طراحی: محاسبات بخش جریان مستقیم و متناوب و انتخاب سائز کابل، نقشه سازه‌ها و پنل‌های نصب شده، آرایه‌های فتوولتائیک، دفترچه اطلاعات و کاتالوگ کامل کلیه تجهیزات منصوبه، سیستم زمین، دفترچه تعمیر نگهداری و بهره‌برداری .

نقشه سیم‌کشی باید شامل اطلاعات زیر برای رشته فتوولتائیک باشد.

- مشخصات کابل رشته - اندازه و نوع .

- مشخصات وسیله‌ی 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 .

- محل‌های جعبه اتصال آرایه (جایی که کاربرد دارد).

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

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

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 نصب شده 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 وسیله حفاظتی اضافه جریان AC.

- محل، نوع و مقدار مجاز وسیله جریان پسماند (جایی که نصب شده).

داده برگ‌ها

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

- داده‌برگ ماژول برای همه‌ی انواع ماژول استفاده شده در سامانه - مطابق با IEC61730

الزامات استاندارد

- داده برگ اینورتر برای همه‌ی انواع اینورترهای استفاده شده در سامانه.

یادآوری - تهیه‌ی داده برگ‌ها برای دیگر اجزای مهم سامانه نیز توصیه می‌شود.

اطلاعات طراحی مکانیکی

یک داده برگ 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 ماژول‌ها و اینورترهای فتوولتائیک - شامل تاریخ شروع ضمانت و مدت ضمانت.

نتایج آزمون و داده‌های راه‌اندازی

باید نسخه هایی از داده های آزمون و راه اندازی پنل ها، بخش DC، اینورتر، بخش AC و اتصال به شبکه تهیه شود.

### ی) ضمانت و گارانتی تجهیزات

- گارانتی تعویض پنل ها برای ۲ سال
- راندمان پنل ها در طول زمان بیش از ده سال ۹۰٪ و پانزده سال بیش از ۸۵٪ باشد.
- گارانتی اینورترها برای یک سال و خدمات پس از فروش برای پنج سال
- گارانتی و خدمات پس از فروش سازه های نگهدارنده برای ۵ سال
- مدارک مربوط به گارانتی تجهیزات و ادوات می بایست به کارفرما ارائه گردد.

### استاندارد سامانه های فتوولتائیک

در تهیه و تأمین پنل ها، اینورترها و دیگر تجهیزات مورد استفاده در پروژه، حداقل استانداردهای ذیل باید رعایت شده و تأمین کننده موظف به ارائه تأییدیه های مربوطه می باشد.

#### الف- استانداردهای پنل مورد استفاده در پروژه

- IEC ۶۱۷۳۰-۱:۲۰۲۳ صلاحیت پنل خورشیدی از نظر ایمنی - قسمت ۱: الزامات ساخت و ساز
- IEC ۶۱۲۱۵-۱:۲۰۲۱ پنل خورشیدی زمینی - صلاحیت طراحی و تایید نوع پنل خورشیدی - قسمت ۱: الزامات آزمایش
- IEC ۶۱۲۱۵-۲:۲۰۲۱ پنل خورشیدی زمینی - صلاحیت طراحی و تایید نوع پنل خورشیدی - قسمت ۲: روش های آزمایش
- IEC ۶۱۷۲۷:۲۰۰۴ سامانه های فتوولتائیک - ویژگی های اتصال به شبکه
- IEC ۶۱۷۰۱:۲۰۲۰ پنل های خورشیدی - تست خوردگی مه و غبار نمکی

#### ب- استانداردهای اینورتر مورد استفاده در پروژه

- IEC ۶۲۱۰۹-۱:۲۰۱۰ ایمنی مبدل های قدرت برای استفاده در سیستم های فتوولتائیک - قسمت ۱: الزامات عمومی

- ایمنی مبدل‌های قدرت برای استفاده در سیستم‌های فتوولتائیک - قسمت ۲: الزامات خاص برای اینورترها  
IEC ۶۲۱۰۹-۲:۲۰۱۱
- اینورترهای فتوولتائیک بهم پیوسته - روش آزمایش اقدامات پیشگیری از جزیره‌ای شدن  
IEC ۶۲۱۱۶:۲۰۱۴
- سازگاری الکترومغناطیسی (EMC): استانداردهای عمومی - استاندارد ایمنی برای محیط‌های مسکونی، تجاری و صنعتی کوچک  
IEC ۶۱۰۰۰-۶-۱،۲،۴
- راندمان کلی اینورترهای فتوولتائیک متصل به شبکه  
EN ۵۰۵۳۰

### ج- استانداردهای کابل AC مورد استفاده در پروژه

- تأسیسات برق فشار ضعیف - قسمت ۵-۵۲: انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی - سیم‌کشی  
IEC ۶۰۳۶۴-۵-۵۲-۲۰۰۹
- کابل‌های برق با عایق اکستروود شده و لوازم جانبی آن‌ها برای ولتاژهای نامی از ۱ کیلوولت تا ۳۰ کیلوولت - قسمت ۱: کابل‌های ولتاژ نامی ۱ کیلوولت و ۳ کیلوولت  
IEC ۶۰۵۰۲-۱:۲۰۲۱
- عایق هادی کابل  
IEC ۶۰۲۲۸
- کابل‌های با عایق اکستروود شده و تجهیزات مرتبط آن‌ها برای ولتاژهای نامی از ۱ کیلوولت تا ۳۰ کیلوولت  
IEC ۶۰۵۰۲-۲
- نکته ۱: در صورتی که تجهیزات با هر استاندارد معتبر دیگری مطابقت داشته باشد، نقاط برجسته تفاوت بین استاندارد اتخاذ شده و IEC باید به وضوح توسط پیمانکار بیان شود.

### د- استانداردهای کابل DC مورد استفاده در پروژه

- کابل‌های برق برای سیستم‌های فتوولتائیک با ولتاژ ۱۵۰۰ ولت DC  
IEC ۶۲۹۳۰:۲۰۱۷
- کابل‌های برق با عایق اکستروود شده و لوازم جانبی آن‌ها برای ولتاژهای نامی از ۱ کیلوولت تا ۳۰ کیلوولت - قسمت ۱: کابل‌های ولتاژ نامی ۱ کیلوولت و ۳ کیلوولت.  
IEC ۶۰۵۰۲-۱:۲۰۲۱
- روش‌های تست الکتریکی برای کابل‌های انرژی ولتاژ پایین  
EN ۵۰۳۹۵
- نکته ۱: در صورتی که تجهیزات با هر استاندارد معتبر دیگری مطابقت داشته باشد، نقاط برجسته تفاوت بین استاندارد اتخاذ شده و IEC باید به وضوح توسط پیمانکار بیان شود.

## هـ- استانداردهای برقگیر و سیستم زمین مورد استفاده در پروژه

IEEE ۱۴۲	زمین کردن سیستم‌های قدرت تجاری و صنعتی
NFPA ۷۸۰	استاندارد نصب سیستم‌های حفاظت در برابر صاعقه
NF C ۱۷-۱۰۲	حفاظت در برابر صاعقه
IEC ۶۰۳۶۴-۵-۵۴	تاسیسات برق فشار ضعیف - قسمت ۵-۵۴: انتخاب و نصب تجهیزات الکتریکی - آرایش سیستم زمین و هادی‌های محافظ
IEC ۶۲۳۰۵-۳	حفاظت در برابر صاعقه - قسمت ۳: آسیب فیزیکی به سازه‌ها و خطرات جانی