

**MANA ENERGY**  
**مانا انرژی** 2024

راهنمای نصب پنل های خورشیدی  
مانا انرژی

## ۱- اطلاعات کلی

### ۱.۱- مقدمه

از انتخاب پنل های "مانا انرژی" سپاسگزاریم. به منظور اطمینان از نصب صحیح پنل های خورشیدی، لطفاً قبل از نصب و استفاده از پنل ها، دستورالعمل های نصب زیر را با دقت مطالعه نمایید. لطفاً به یاد داشته باشید که این محصولات تولید برق می کنند و برای جلوگیری از بروز خطر، لازم است اقدامات ایمنی خاصی انجام شود. اطمینان حاصل کنید که طراحی آرایه پنل ها به گونه ای باشد که از حداکثر ولتاژ و سیستم هر جزء مانند اتصالات یا اینورترها فراتر نرود و فقط از اتصالات سازگار و مشابه استفاده شود. مونتاژ باید روی پوششی مقاوم در برابر حریق نصب شود که برای این نوع کاربرد مناسب باشد. قبل از نصب پنل، لطفاً با سازمان های عمرانی محل نصب مشورت کنید تا مواد تأیید شده برای پوشش سقف را مشخص نمایید. هنگامی که احتمال دسترسی عمومی به پنل ها وجود دارد و پنل ها برای نصب روی پشت بام هستند، باید گرید حریق سازه ی نهایی در کنار کارایی و نگهداری پنل ها مورد توجه قرار گیرد. سیستم خورشیدی سقفی باید پس از ارزیابی توسط متخصصین سازه یا مهندسین و با نتایج تحلیل رسمی برای کل ساختار نصب شود. باید اطمینان حاصل شود که ساختار قادر به تحمل فشار اضافی سیستم خورشیدی، از جمله وزن پنل ها می باشد.

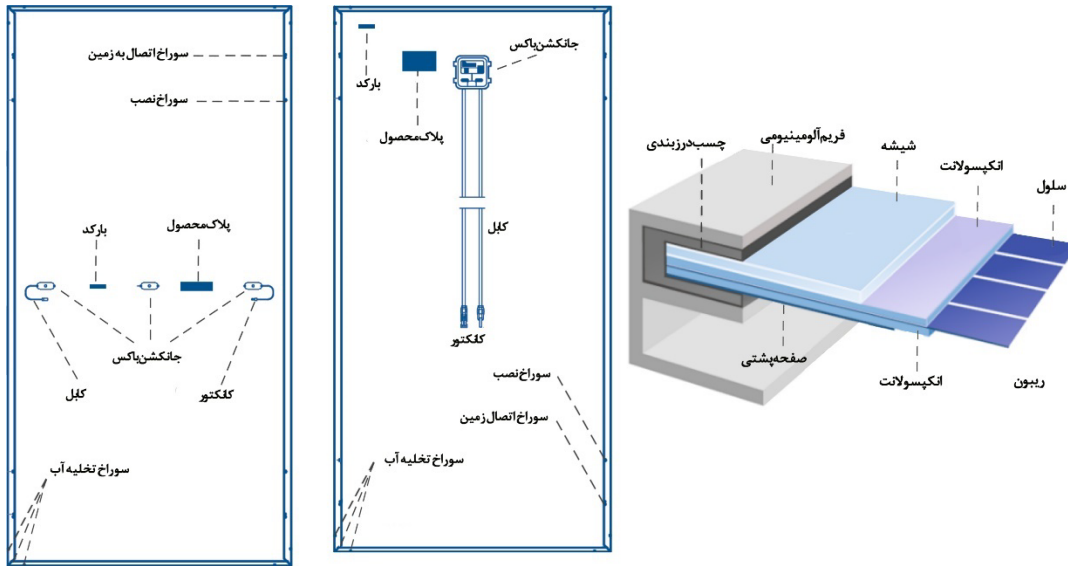
### ۱.۲- مشخصات پنل ها

دو برچسب روی پنل قرار دارد که شامل اطلاعات زیر هستند (شکل ۱ و ۲):

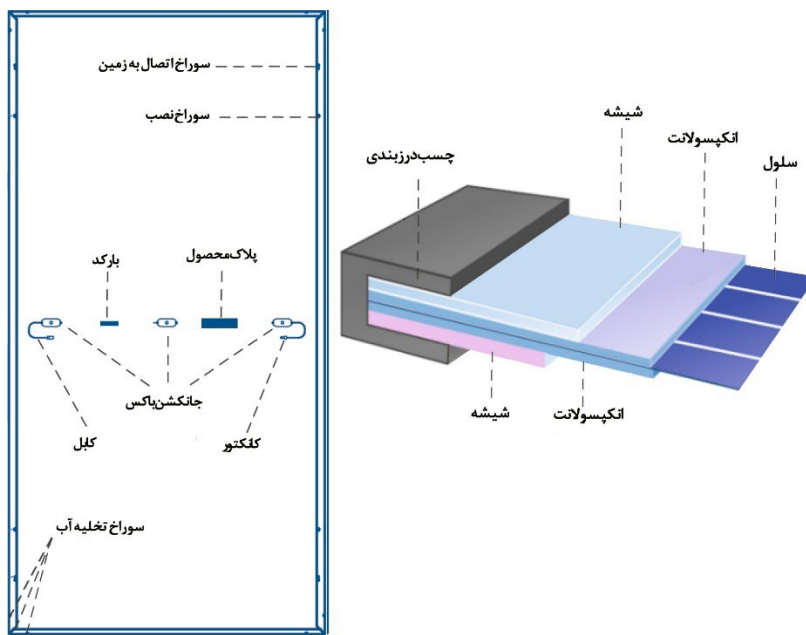
۱. پلاک محصول: شامل نوع محصول، توان نامی، جریان نامی، ولتاژ نامی، ولتاژ مدار باز، جریان اتصال کوتاه در شرایط آزمایش، شاخص گواهی نامه، حداکثر ولتاژ سیستم و ...
۲. برچسب شماره سریال: شماره سریال منحصر به فردی که به صورت دائمی داخل پنل لمینیت شده و در جلوی پنل (و همچنین پشت پنل) قابل مشاهده است.

### ۱.۳- هشدارها

- پنل های خورشیدی در معرض نور خورشید یا سایر منابع نوری، انرژی الکتریکی DC تولید می کنند. قسمت های فعال پنل مانند ترمینال ها ممکن است باعث سوختگی، جرقه و شوک الکتریکی مرگبار شوند.
- نور خورشید به صورت مصنوعی نباید به طور متمرکز بر روی پنل ها تابیده شود.
- در جلو پنل ها از شیشه محافظ استفاده شده است. شکستگی شیشه پنل خطرات ایمنی الکتریکی ایجاد می کند (ممکن است باعث شوک الکتریکی یا آتش سوزی شود). این پنل ها قابل تعمیر نیستند و باید بلافاصله تعویض شوند.



تصویر 1- اجزای پنل های یک طرفه



تصویر 2- اجزای پنل های دوطرفه

- به منظور کاهش خطر شوک الکتریکی یا سوختگی، پنل ها باید در هنگام نصب با یک ماده مات پوشانده شوند تا از آسیب جلوگیری شود.
- کار نصب آرایه های PV تنها باید تحت پوشش حفاظتی سایه انجام شود و تنها افراد واجد شرایط مجاز به نصب یا انجام تعمیرات بر روی این پنل ها هستند.
- در صورت استفاده از باتری ها در کنار پنل ها، توصیه های سازنده باتری باید دنبال شود.

- از این پنل برای جایگزینی یا جایگزینی بخشی از سقفها و دیوارهای ساختمانهای مسکونی نباید استفاده شود.
- پنلها نباید در مکانهایی که ممکن است گازهای قابل اشتعال وجود داشته باشد، نصب شوند.
- هیچ قسمتی از پنل های نصب شده ی تولیدی شرکت مانا انرژی ، نباید جدا یا تغییر داده شود.
- تمام دستورالعملها باید قبل از اقدام برای نصب، سیمکشی، راهاندازی و نگهداری پنل خوانده و انجام شود.
- پنل های خورشیدی نباید با استفاده از کابل های جانکشن باکس بلند شوند.
- پنلها باید حداقل توسط دو نفر حمل شوند.
- ترمینال های جانکشن باکس (در حال تولید برق) نباید با دست های خالی لمس شوند. برای اتصالات الکتریکی باید از ابزارهای عایق استفاده شود.
- تمام سیستم های فتوولتائیک باید به زمین متصل شوند. در صورت عدم وجود مقررات خاص، لطفاً از کد ملی برق یا سایر کدهای ملی پیروی شود.
- تحت شرایط عادی، پنل فتوولتائیک ممکن است با شرایطی مواجه شود که جریان و/یا ولتاژ بیشتری نسبت به شرایط استاندارد تست تولید کند. بر این اساس، مقدار Isc و Voc عنوان شده بر روی پنل باید هنگام تعیین مقدار ولتاژ اجزای سیستم ، مقدار جریان ، اندازه فیوز و کنترل های متصل به خروجی در ضریب ۱.۲۵ ضرب شود.
- پس از حمل پنل به محل نصب، تمام قطعات باید با دقت و بدون آسیب از بسته بندی خارج شوند.
- تنها پنل هایی با نوع و ظرفیت یکسان باید به صورت سری در داخل یک رشته متصل شوند.
- در هنگام حمل و نقل پنل ها، سعی کنید لرزش یا شوک به پنل ها به حداقل برسد، زیرا ممکن است باعث آسیب به پنل یا ترک های ریز در سلول ها شود.
- در تمامی شرایط حمل و نقل، پنل ها از وسیله نقلیه، ساختمان یا دست ها نباید رها شوند. این کار باعث آسیب به پنل خواهد شد.
- بر روی پنل نباید قدم گذاشته شود . بر روی پنل ها نباید ایستاد. این کار ممنوع بوده و خطر آسیب به پنل و ایجاد آسیب برای شخص را به دنبال دارد.
- پنل ها را زمانی که در مدار هستند و بار الکتریکی تولید می کنند، نباید جدا کرد.
- کانکتور جانکشن باکس نباید با مواد روغنی، مانند روان کننده ها، بازدارنده های زنگ و غیره تماس داشته باشد.

- پنل را بر روی سر خود حمل کرد، در صورتی که شخص ناچار به حمل یکنفره پنل بر روی کلاه ایمنی روی سر خود باشد، بایستی پنل از سمت شیشه بر کلاه قرار گیرد، نه از سمت صفحه پشتی پلیمری.
- درپوش جعبه اتصال را همیشه بسته نگه دارید.
- جعبه اتصال و اتصالات را مستقیماً در معرض نور خورشید قرار ندهید و از غوطه‌وری در آب محافظت کنید.

## ۲- نصب

### 1.2- ایمنی نصب

- دستورالعمل‌های بسته‌بندی را هنگام باز کردن کارتن‌ها رعایت کنید.
- همیشه از کلاه ایمنی، دستکش‌های عایق و کفش ایمنی (با کف‌های لاستیکی) استفاده کنید.
- پنل فتوولتائیک را تا زمان نصب در داخل کارتن بسته‌بندی نگه دارید.
- حتی در صورت عدم وجود بار متصل یا مدارهای خارجی، پنل‌ها همچنان می‌توانند ولتاژ تولید کنند. هنگام کار با پنل‌ها در نور خورشید از ابزارهای عایق و دستکش‌های لاستیکی استفاده کنید.
- هیچ کلیدی روی پنل‌های فتوولتائیک وجود ندارد. عملکرد پنل‌ها تنها زمانی متوقف می‌شود که از نور خورشید دور نگه داشته شوند و یا با صفحات سخت یا مواد مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش (UV) پوشانده شوند.
- برای جلوگیری از خطر قوس الکتریکی یا شوک الکتریکی، لطفاً در شرایط بار، اتصال الکتریکی را قطع نکنید.
- در شرایط بار، اتصال نامناسب نیز می‌تواند منجر به قوس الکتریکی یا شوک شود. اتصالات را خشک و تمیز نگه دارید و مطمئن شوید که در شرایط مناسب کار می‌کنند.
- در حین نصب، از تماس غیرضروری با پنل فتوولتائیک خودداری کنید. سطح شیشه و فریم آلومینیومی ممکن است داغ باشند و خطر سوختگی و شوک الکتریکی وجود دارد.
- در شرایط بارندگی، برف یا باد شدید کار نکنید.
- به دلیل خطر شوک الکتریکی، اگر ترمینال‌های پنل مرطوب هستند، هیچ کاری انجام ندهید.
- تلاش نکنید اجزای پنل را جدا کنید یا پلاک‌ها یا قطعات پنل را از آن جدا نمایید.
- روی پنل‌ها نقاشی نکنید یا هیچ ماده چسبنده‌ای نچسبانید.
- به قسمت پشتی پنل‌ها آسیب نرسانید یا آن‌ها را خراش ندهید.
- بر روی فریم پنل‌ها سوراخ ایجاد نکنید، زیرا این کار باعث کاهش ظرفیت تحمل فریم، خوردگی و ابطال ضمانت محدود مشتری می‌شود.

- پوشش آندایز فریم آلومینیومی را جز برای اتصال به زمین خراش ندهید. خراش ممکن است باعث خوردگی فریم و کاهش ظرفیت تحمل و کیفیت بلندمدت شود.
- پنل های مشکل دار را خودتان تعمیر نکنید.
- در هنگام نصب پنل های PV در مناطق بیابانی یا مناطق دارای باد و شن، شرکت مانا انرژی استفاده از درپوش های گرد و غبار در اتصالات قبل از نصب یا سایر اقدامات برای جلوگیری از ورود شن و گرد و غبار به اتصالات را توصیه می کند. این امر برای جلوگیری از مشکلات احتمالی در اتصالات یا خطرات ایمنی الکتریکی مهم است.



تصویر 3- درپوش گرد و غبار

- پنل ها (شیشه، جانکشن باکس، کانکتورها و غیره) باید از مواجهه طولانی مدت با محیط های حاوی گوگرد، شرایط اسیدی یا قلیایی قوی و ... که ممکن است خطر خوردگی برای محصول ایجاد کند، محافظت شوند.
- اگر شیشه پنل یا سایر مواد آب بندی آن آسیب دیده است، لطفاً از تجهیزات حفاظتی شخصی (PPE) استفاده کرده و سپس پنل ها را از مدار جدا کنید.
- مطمئن شوید که گازهای قابل اشتعال در نزدیکی محل نصب تولید یا وجود نداشته باشند.
- کانکتورهای پنل را به طور کامل و صحیح وارد کنید. یک صدای "کلیک" تأیید می کند که اتصالات به طور کامل در جای خود قرار گرفته اند. تمامی اتصالات را بررسی کنید.
- کابل های پنل باید به طور محکم به فریم پنل متصل شوند. سیم کشی باید به گونه ای باشد که از خراشیدن یا تماس اتصالات با صفحه پشتی پنل جلوگیری شود.
- هنگام نصب یا در نور خورشید، حتی اگر پنل فتوولتائیک به سیستم متصل یا جدا باشد، جانکشن باکس و انتهای کابل های اتصالات را با دست خالی لمس نکنید.
- پنل را در معرض بارهای بیش از حد (روی سطح آن) قرار ندهید، یا قاب پنل را نیپچانید، این کارها ممکن است باعث شکستگی سلول ها یا ایجاد ترک های ریز در سلول ها شود.

- هنگام نصب یا کار، از ابزارهای تیز برای تمیز کردن صفحه پشتی و شیشه استفاده نکنید که باعث ایجاد خط و خش روی پنل ایجاد می شود.
- هنگام نصب پنل ها روی سازه های نصب شده بر روی سقف، لطفاً سعی کنید اصول "از بالا به پایین" و یا "از چپ به راست" را دنبال کنید و روی پنل قدم نگذارید.

## 1.1.2- ایمنی در برابر آتش

لطفاً قبل از نصب پنل ها به قوانین و مقررات محلی مراجعه کرده و الزامات مربوط به حفاظت از آتش در ساختمان ها را رعایت کنید.

بر اساس استانداردهای مربوطه، رتبه بندی ایمنی در برابر حریق پنل های یکطرفه (Mono-facial) و دوطرفه شرکت مانا انرژی، در استاندارد IEC کلاس C است.

سقف باید با لایه ای از مواد ضد حریق با درجه مناسب برای نصب سقف پوشانده شود و اطمینان حاصل شود که صفحه پشتی و سطح نصب به طور کامل تهویه شوند.

ساختارهای مختلف سقف و حالت های نصب مختلف بر عملکرد ضد حریق ساختمان تأثیر می گذارد. نصب نادرست ممکن است خطر آتش سوزی را به همراه داشته باشد. برای تضمین درجه حفاظت از آتش سقف، فاصله بین فریم پنل و سطح سقف باید حداقل ۱۰ سانتی متر (۰.۳۹ اینچ) باشد.

از لوازم جانبی پنل مناسب مانند فیوز، قطع کننده مدار و اتصال دهنده زمین طبق مقررات محلی استفاده کنید.

برای خاموش کردن آتش در زمانی که پنل به هر سیستم برقی متصل است، از آب استفاده نکنید.

لطفاً پنل ها را در مکان هایی که گازهای قابل اشتعال وجود دارند، نصب نکنید.

## ۲.۲- شرایط نصب

### 1.۲.2- شرایط آب و هوایی

شرکت مانا انرژی توصیه می کند که پنل ها در محیط کاری با دمای محیط ۲۰- درجه سانتی گراد تا ۵۰ درجه سانتی گراد نصب شوند و از دمای حدی ۴۰- درجه سانتی گراد تا ۸۵ درجه سانتی گراد و رطوبت بیشتر از ۸۵ درصد تجاوز نکند.

تحمل بار مکانیکی (شامل بارهای بادی و برف) پنل بر اساس روش های نصب تأیید شده، است. نصب کننده حرفه ای سیستم باید مسئولیت محاسبه بار مکانیکی بر اساس طراحی سیستم را بر عهده داشته باشد.

اطمینان حاصل کنید که پنل های نصب شده در برابر فشار باد یا برف بیشتر از حد مجاز تحمل بار قرار نگیرند.

## ۲.۲.۲- انتخاب محل

پنل های مانا انرژی باید در مکانی نصب شوند که در طول سال بیشترین نور خورشید را دریافت کنند. در نیمکره شمالی، پنل باید معمولاً رو به جنوب و در نیمکره جنوبی رو به شمال نصب شود.

هنگام انتخاب محل، از درختان، ساختمان ها یا موانعی که ممکن است سایه ای روی پنل ها ایجاد کنند، به ویژه در ماه های زمستان که قوس خورشید در پایین ترین نقطه خود قرار دارد، خودداری کنید.

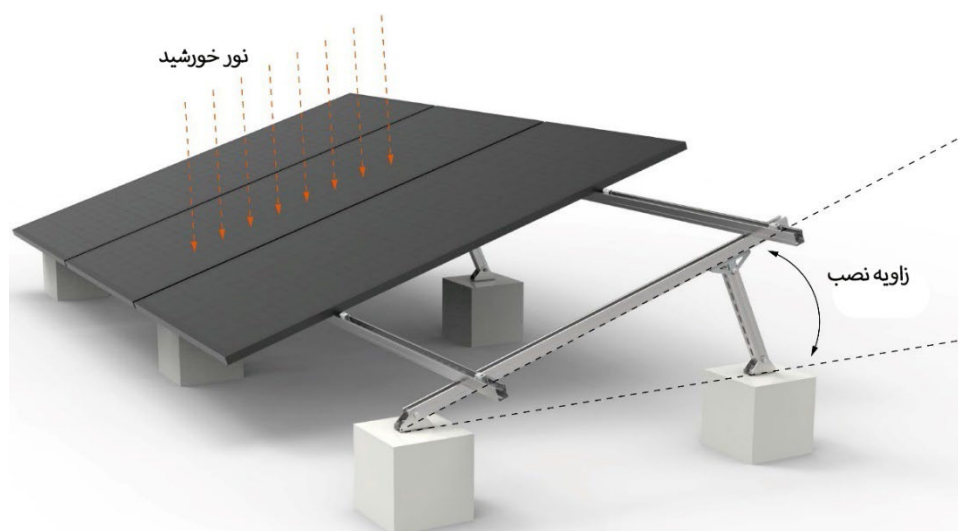
سایه انداختن باعث کاهش خروجی برق می شود، اگرچه دیودهای بای پس نصب شده در کارخانه روی پنل ها این گونه تلفات را به حداقل می رسانند.

## 3.۲.2- انتخاب زاویه شیب

زاویه شیب پنل فتوولتائیک بین سطح پنل فتوولتائیک و سطح زمین افقی اندازه گیری می شود. پنل خورشیدی هنگامی که به طور مستقیم در برابر خورشید قرار گیرد، حداکثر توان خروجی را تولید می کند.

شرکت مانا انرژی توصیه می کند که زاویه شیب نصب پنل کمتر از ۱۰ درجه نباشد، به طوری که گرد و غبار موجود بر روی سطح پنل به راحتی توسط باران شسته شود و دفعات تمیزکاری کاهش یابد. همچنین، آب های جمع شده به راحتی جریان پیدا کرده و از ایجاد لکه آب بر روی سطح شیشه که ممکن است بر ظاهر و عملکرد پنل تأثیر بگذارد، جلوگیری شود.

به خاطر داشته باشید که محدودیت زاویه شیب / شیب حداکثر ۶۰ درجه است.



تصویر 4- زاویه نصب پنل

پنل های مانا انرژی که به صورت سری به یکدیگر متصل می شوند، باید با جهت گیری و زاویه شیب یکسان نصب شوند. جهت گیری و زاویه شیب متفاوت پنل ها ممکن است باعث تفاوت در سطوح دریافت تابش خورشیدی و تولید انرژی شود.



برای دستیابی به حداکثر ظرفیت تولید سالانه، باید جهت گیری و زاویه بهینه پنل های خورشیدی در منطقه نصب انتخاب شود تا اطمینان حاصل شود که حتی در کوتاه ترین روز سال، نور خورشید به پنل ها می رسد.

برای سیستم های مستقل با باتری ها که پنل ها به سازه های دائمی متصل می شوند، زاویه شیب پنل ها باید به گونه ای انتخاب شود که عملکرد آن ها بر اساس بار فصلی و تابش خورشید بهینه شود. به طور کلی، اگر خروجی پنل در شرایط تابش کم (مانند زمستان) کافی باشد، زاویه انتخاب شده باید در طول بقیه سال نیز مناسب باشد.

برای نصب های متصل به شبکه که پنل ها به سازه های دائمی متصل می شوند، پنل ها باید به گونه ای نصب شوند که تولید انرژی پنل ها در طول سال حداکثر شود.

## 3.2- نصب مکانیکی

پنل های خورشیدی معمولاً می توانند با استفاده از پیچ و گیره (کلمپ) نصب شوند:

1) تمامی روش های نصب که در اینجا آورده شده اند، تنها بعنوان مرجع هستند و مانا انرژی هیچ گونه قطعات نصب را ارائه نمی دهد. طراح سیستم یا پرسنل حرفه ای آموزش دیده باید مسئولیت طراحی سیستم خورشیدی، نصب، محاسبه بار مکانیکی و ایمنی سیستم را بر عهده داشته باشند.

2) پیش از نصب، موارد زیر بایستی رعایت شوند:

الف) به صورت چشمی پنل را از نظر هرگونه آسیب بررسی کنید. اگر کثیفی یا باقی مانده ای از حمل و نقل روی پنل وجود دارد، پنل را تمیز کنید.

ب) بررسی کنید که برچسب های شماره سریال پنل ها با هم مطابقت دارند.

3) پنل های مانا انرژی برای تحمل فشار مثبت (یا رو به پایین) حداکثر ۵۴۰۰ پاسکال (تنها برای نوع پنل اشاره شده در این دستورالعمل) و فشار منفی (یا رو به بالا) حداکثر ۲۴۰۰ پاسکال طراحی شده اند. این بار طراحی با ضریب ایمنی ۱.۵ برابر آزمایش شده است.

هنگام نصب پنل ها در محیط هایی با برف سنگین یا باد شدید، دقت ویژه ای باید در نصب به کار گرفته شود تا پنل ها به گونه ای نصب شوند که استحکام کافی طراحی را داشته باشند و نیازهای محلی را برآورده کنند.

سازه های نصب باید از مواد بادوام، مقاوم در برابر خوردگی و مقاوم در برابر اشعه ماوراء بنفش (UV) ساخته شوند.

در مناطقی با بارش سنگین برف در زمستان، ارتفاع سیستم نصب را تنظیم کنید تا لبه پایین پنل توسط برف پوشانده نشود. همچنین، به منظور کاهش خطر "هات اسپات" ناشی از آسیب دیدن پنل ها توسط سنگ و شن های پراکنده در هوا و همچنین سایه اندازی، پایین ترین نقطه پنل باید در ارتفاع مناسبی قرار گیرد تا پنل ها توسط علف های هرز و بوته هایی که روی زمین رشد می کنند، مسدود نشوند.

بر اساس استاندارد IEC 61215، پنل های خورشیدی به عنوان یک محصول کلاس C در رتبه بندی گسترش شعله در نظر گرفته می شوند.

۴) اگر پنل ها به صورت موازی با سقف نصب شده اند، حداقل فاصله بین فریم پنل و سقف/دیوار باید ۱۰ سانتی متر باشد،

که برای تهویه مناسب و عملکرد بهتر پنل مفید است. قبل از نصب پنل‌ها بر روی سقف، اطمینان حاصل کنید که ساختمان مناسب نصب باشد. علاوه بر این، درزها را به خوبی آب‌بندی کنید تا از نشت جلوگیری شود.

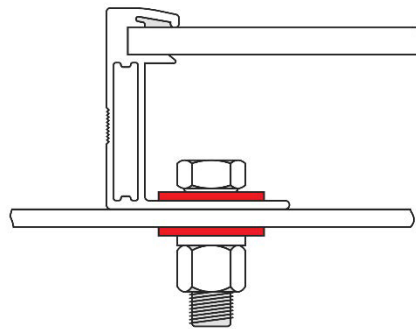
(5) فریم‌های پنل ممکن است در معرض انبساط حرارتی و انقباض سرد قرار گیرند. بنابراین، حداقل فاصله بین دو پنل مجاور نباید کمتر از ۱۰ میلی‌متر (۰.۳۹ اینچ) باشد.

فاصله خاص را می‌توان بر اساس تحمل نصب و تغییر شکل واقعی براکت نصب محاسبه کرد.

(6) اطمینان حاصل کنید که صفحه پشتی، شیشه جلویی و شیشه پشتی پنل‌ها به‌طور مستقیم با براکت نصب، سازه‌های ساختمانی یا اجسام خارجی محیطی (مانند سنگ‌ها) تماس نداشته باشند، به‌ویژه تحت تأثیر نیروی خارجی، زیرا این کار باعث آسیب به صفحه پشتی و شیشه شده و ضمانت محصول را باطل می‌کند.

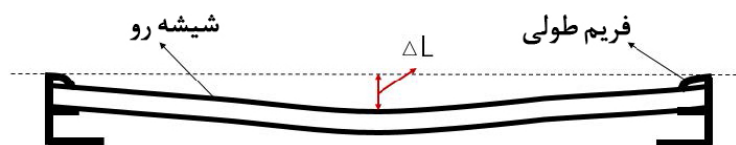
(7) پنل‌ها را می‌توان به‌صورت عرضی یا طولی نصب کرد. هنگام نصب پنل‌ها، مراقب باشید که سوراخ تخلیه فریم را مسدود نکنید.

(8) تمامی قطعاتی که با فریم در تماس هستند باید از واشرهای استیل ضدزنگ تخت با ضخامت حداقل ۱.۸ میلی‌متر استفاده کنند.



تصویر 5- واشر استیل ضدزنگ

(9) لایه لمینیت شده ی پنل ها به دلیل نیروی جاذبه (به شدت های مختلف) به سمت پایین خم می‌شود، به طوری که مرکز پنل، محل حداکثر خمش است. هنگام استفاده از روش نصب با پیچ و مهره یا گیره، حداکثر خمش مجاز  $\Delta L$  که در شکل زیر نشان داده شده است معادل ۲۰ میلی‌متر است (در غیاب نیروهای خارجی مانند باد و برف). توجه داشته باشید که اعمال فشار بر سطح ماژول در طول انبارداری، حمل و نقل و نصب منجر به خمش بیشتر می‌شود.



تصویر 6- تاب پنل های خورشیدی

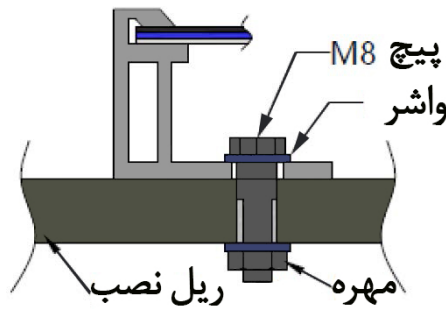
## 1.3.2- نصب با پیچ

فریم هر پنل دارای ۴ سوراخ نصب (۱۲ mm \* ۹) است که برای اتصال پنل ها به سازه نگهدارنده استفاده می شود. همواره از هر 4 سوراخ نصب برای اتصال پنل ها استفاده کنید.

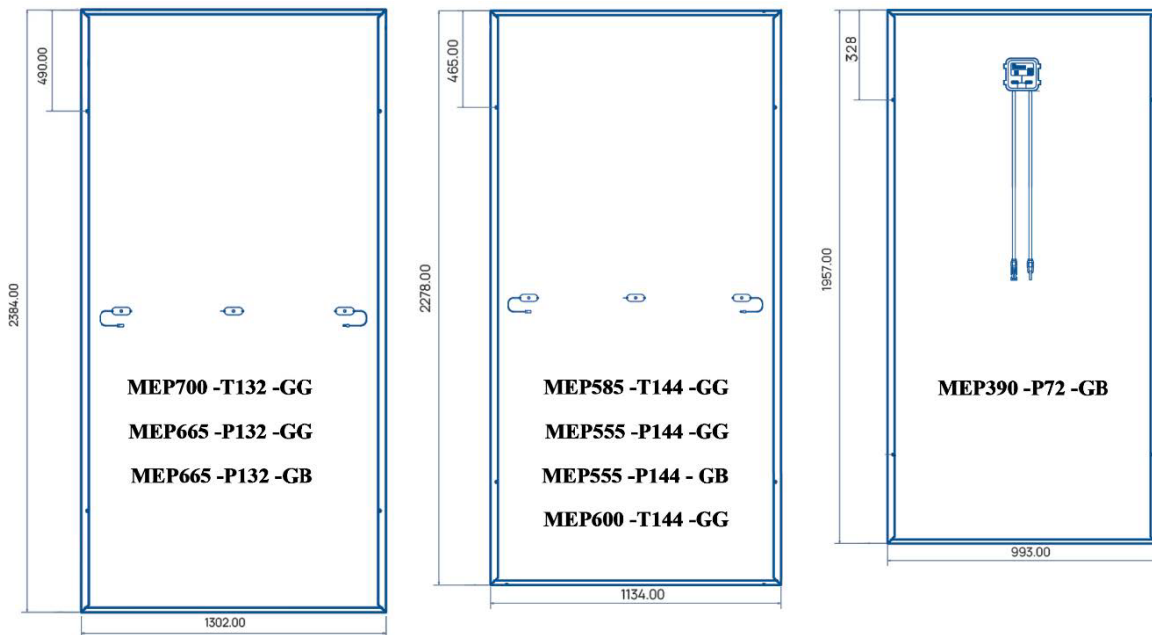
فریم پنل باید با استفاده از پیچ های M8 ضد خوردگی همراه با واشرهای فنری و واشرهای تخت در 4 نقطه متقارن بر روی پنل به ریل نصب متصل شود.

مقدار گشتاور اعمال شده باید به اندازه ای باشد که پنل ها به طور محکم ثابت شوند. مقدار مرجع برای پیچ های M8 برابر ۱۶ تا ۲۰ نیوتن متر است.

در صورت وجود سیستم پشتیبانی ویژه یا نیاز خاص برای نصب، لطفاً مقدار گشتاور را با تأمین کننده پشتیبانی تأیید کنید.



تصویر 7- نصب به کمک پیچ



تصویر 8- سوراخ های نصب روی فریم های پنل ها

### ۲.۳.۲- نصب با گیره (کلمپ)

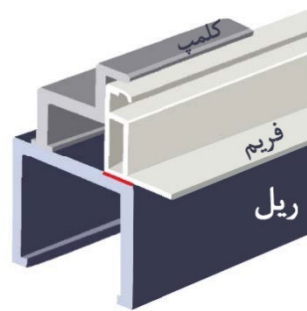
کلمپ ها نباید با شیشه روی پنل تماس داشته باشند و نباید فریم را تغییر شکل دهند. حتماً از ایجاد اثر سایه توسط کلمپ ها جلوگیری کنید.

فریم پنل تحت هیچ شرایطی نباید تغییر شکل داده شود. هنگامی که از روش نصب کلمپ استفاده می شود، مطمئن شوید که حداقل ۴ کلمپ در هر پنل استفاده می شود، به هر طرف بلند پنل باید حداقل ۲ کلمپ متصل شوند.

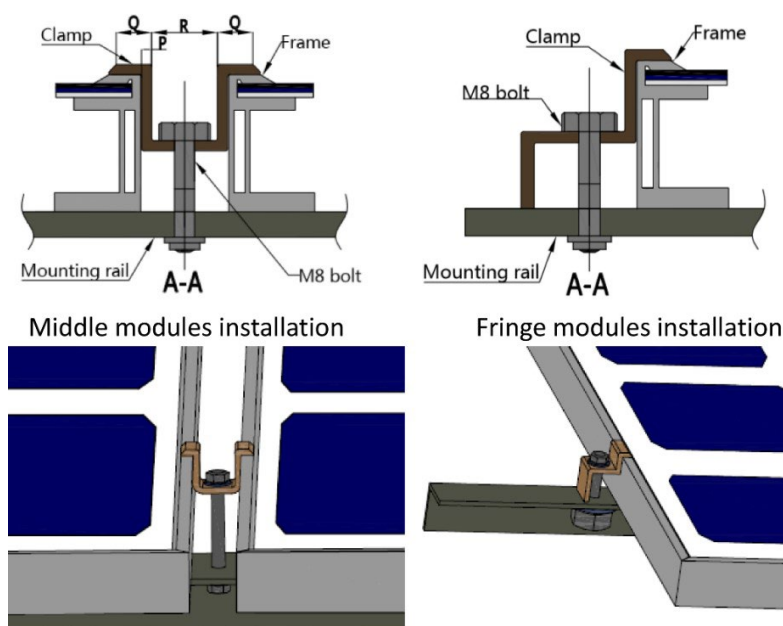
بسته به بارهای باد و برف محلی، در صورت انتظار بار فشار بیش از حد، ممکن است کلمپ یا پشتیبانی بیشتری لازم باشد تا اطمینان حاصل شود که پنل می تواند بار مدنظر را تحمل کند.

مقدار گشتاور اعمال شده باید به اندازه ای باشد که پنل ها به طور محکم ثابت شوند (لطفاً با تأمین کننده گیره یا پشتیبانی برای مقدار گشتاور خاص مشورت کنید؛ به عنوان مثال، مقدار مرجع گشتاور پیچ های M8 برابر ۱۶ تا ۲۰ نیوتن متر است).

برای نصب در جایی که ریل های نصب به موازات فریم قرار می گیرند، فریم باید روی ریل ها کاملاً همپوشانی داشته باشد یا فاصله همپوشانی باید بیش از ۲۰ میلی متر باشد.

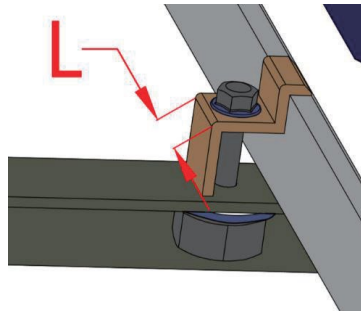


تصویر ۹- همپوشانی فریم، کلمپ و ریل

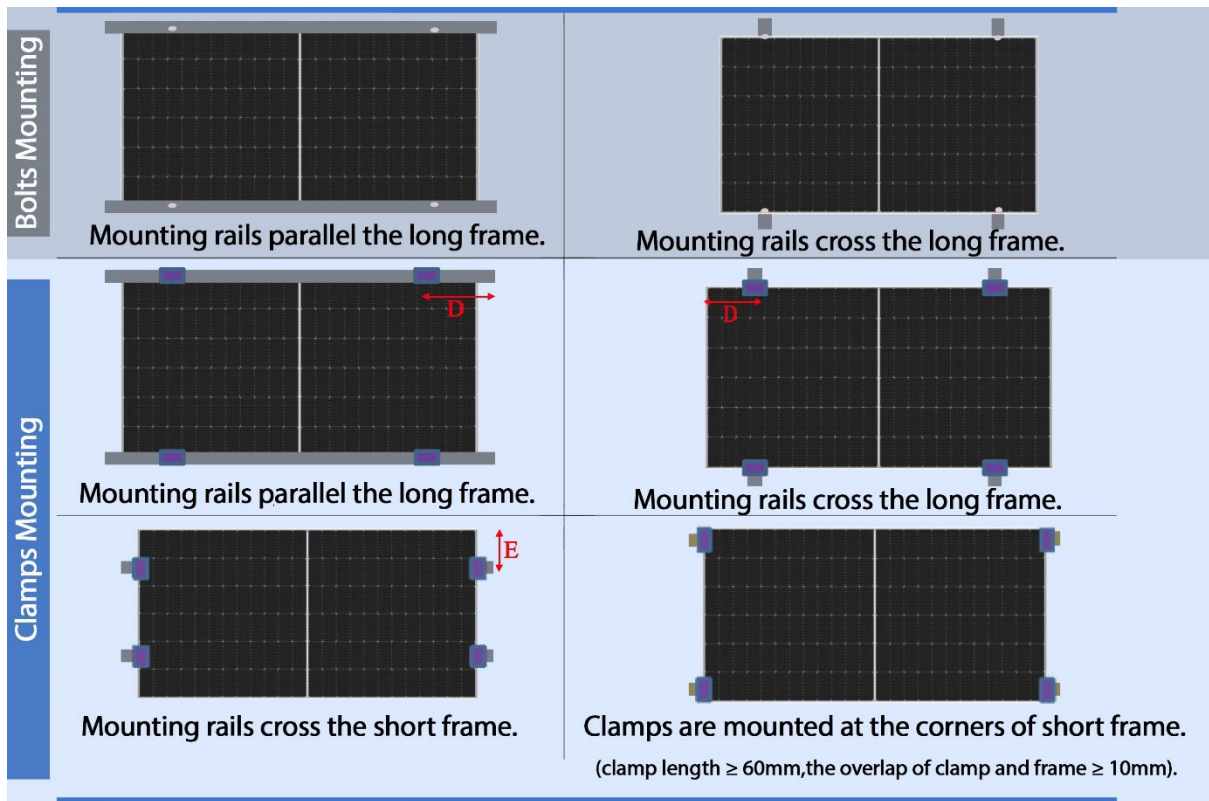


تصویر ۱۰- نصب به کمک کلمپ

حداقل مقدار L در تصویر ذیل باید 50 میلیمتر باشد:



تصویر 11- طول کلمپ



تصویر 12- روش های نصب

مدل پنل	نصب با پیچ		نصب با کلمپ							
	ریل نصب عمود بر فریم طولی	ریل نصب موازی با فریم طولی	ریل نصب عمود بر فریم طولی			ریل نصب موازی با فریم طولی			ریل نصب عمود بر فریم عرضی	نصب کلمپها در گوشه فریم عرضی
			300 ≤ D ≤ 580	450 ≤ D ≤ 570	480 ≤ D ≤ 580	450 ≤ D ≤ 570	480 ≤ D ≤ 580	200 ≤ E ≤ 300		
یکطرفه	MEP390-P72-GB	+5400, -2400	/	+5400, -2400	/	/	/	/	±2400	+2400, -1800
	MEP555-P144-GB	+5400, -2400	/	+5400, -2400	/	/	/	/	/	/
	MEP665-P132-GB	+5400, -2400	/	/	+5400, -2400	/	/	/	/	/
دوطرفه	MEP555-T144-GG	+5400, -2400	+3600, -2400	/	+5400, -2400	/	+3600, -2400	/	±2400	/
	MEP585-T144-GG	+5400, -2400	+3600, -2400	/	+5400, -2400	/	+3600, -2400	/	±2400	/
	MEP600-T144-GG	+5400, -2400	+3600, -2400	/	+5400, -2400	/	+3600, -2400	/	±2400	/
	MEP665-P132-GG	+5400, -2400	+3600, -2400	/	/	+5400, -2400	/	+3600, -2400	±2400	/
	MEP700-T132-GG	+5400, -2400	+3600, -2400	/	/	+5400, -2400	/	+3600, -2400	±2400	/

جدول 1- نوع نصب و بار مکانیکی بر پنل های مانا انرژی در روش های نصب مختلف

### ۳-سیم کشی و اتصال

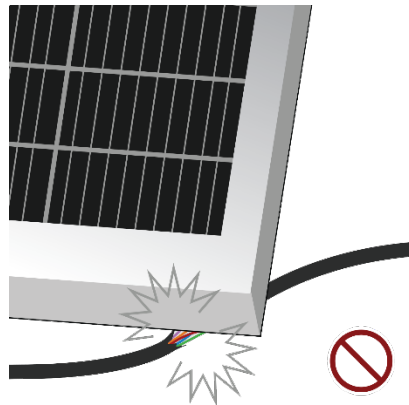
**الف)** قبل از این مرحله، لطفاً دستورالعمل‌های عملیاتی سیستم فتوولتائیک را به دقت مطالعه کنید. سیم‌کشی را با استفاده از کابل‌های چند رشته‌ای بین پنل‌ها PV به صورت سری یا موازی انجام دهید. نوع اتصال (سری یا موازی) بر اساس نیاز کاربر برای توان، جریان و ولتاژ سیستم تعیین می‌شود.

**ب)** پنل‌های PV که به صورت سری متصل می‌شوند باید اتصالات مشابهی از نوع جریان یکسان داشته باشند و پنل‌ها نباید به‌گونه‌ای متصل شوند که ولتاژی بالاتر از ولتاژ مجاز سیستم ایجاد شود. حداکثر تعداد پنل‌ها در یک سری به طراحی سیستم، نوع اینورتر مورد استفاده و شرایط محیطی بستگی دارد.

**ج)** حداکثر مقدار فیوز نامی در یک رشته آرایه را می‌توان در برچسب محصول یا در برگه اطلاعات محصول یافت. مقدار فیوز، حداکثر جریان معکوسی است که یک پنل می‌تواند تحمل کند؛ به این صورت که اگر یک رشته در سایه قرار گیرد، سایر رشته‌های موازی بار را تحمل می‌کنند و جریان از طریق رشته سایه‌دار عبور می‌کند و یک مدار جریان ایجاد می‌شود. بر اساس حداکثر مقدار فیوز سری پنل و کدهای برق محلی، اطمینان حاصل کنید که رشته‌های پنل در اتصال موازی با فیوزهای خطی مناسب محافظت شوند.

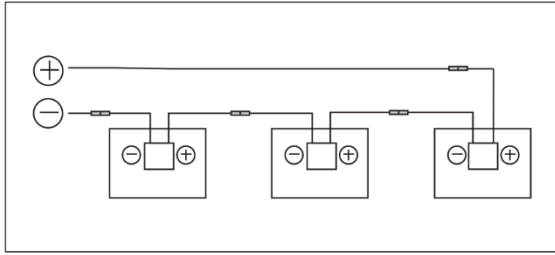
**د)** کامباینر باکس سیستم کنترل را باز کرده و هادی را از آرایه‌های خورشیدی به کامباینر باکس مطابق با طراحی و استانداردهای محلی متصل کنید. سطح مقطع و ظرفیت اتصال کابل‌ها باید حداکثر جریان اتصال کوتاه سیستم خورشیدی را برآورده کنند، در غیر این صورت کابل‌ها و اتصالات در جریان‌های بالا بیش از حد گرم می‌شوند. توجه کنید که کابل‌ها محدودیت دمایی ۸۵ درجه سانتی‌گراد دارند.

**ه)** اطمینان حاصل کنید که کابل‌ها بین پنل‌ها و ریل یا سازه نصب قرار نمی‌گیرند (احتمال فشرده شدن وجود دارد).

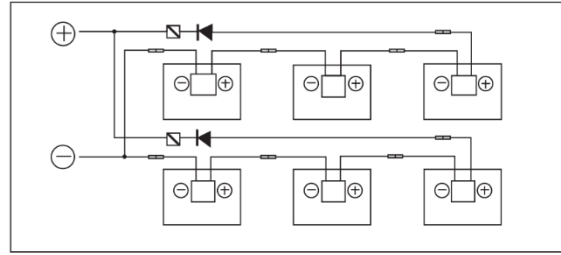


تصویر 13- فشرده شدن کابل

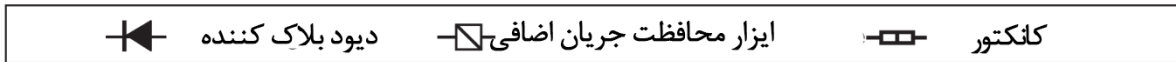
هنگامی که پنل‌ها به صورت سری متصل می‌شوند، ولتاژ رشته برابر با مجموع ولتاژ هر پنل در یک رشته است. هنگامی که پنل‌ها به صورت موازی متصل می‌شوند، جریان برابر با مجموع جریان هر پنل است.



اتصال سری



اتصال موازی



تصویر 14- اتصالات موازی و سری

پنلهایی با مدل های الکتریکی متفاوت نباید در یک رشته متصل شوند. حداکثر تعداد مجاز پنل ها در اتصال سری باید بر اساس مقررات مربوطه محاسبه شود. مقدار ولتاژ مدار باز تحت کمترین دمای پیش بینی شده نباید از حداکثر ولتاژ مجاز سیستم تعیین شده توسط پنل ها و سایر قطعات DC تجاوز کند. (حداکثر ولتاژ سیستم — DC1500V ولتاژ سیستم واقعی بر اساس نوع پنل و مدل اینورتر انتخابی طراحی می شود). ضریب Voc را می توان با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد:

$$V_{oc} = 1 - \beta V_{oc} * (25 - T)$$

که در آن:

T: کمترین دمای پیش بینی شده در محل نصب

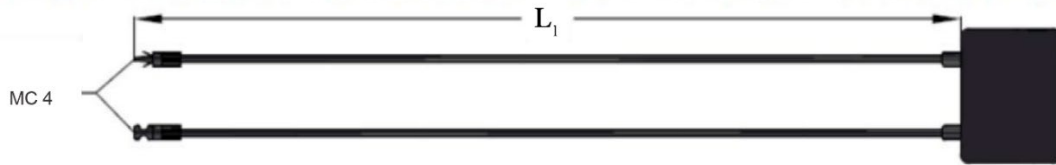
$\beta V_{oc}$ : ضریب دمایی ولتاژ مدار باز بر حسب %/°C

اگر جریان معکوس بیش از حداکثر جریان فیوز از پنل عبور کند، از دستگاه حفاظتی با جریان مشابه برای محافظت از پنل استفاده کنید. اگر تعداد اتصالات موازی بیشتر از ۲ باشد، در هر رشته از پنل ها باید از یک دستگاه حفاظت اضافه جریان استفاده شود.

و) الزامات کدهای برق محلی و ملی را رعایت کنید.

ز) این پنل ها، حاوی دیودهای بای پس نصب شده در کارخانه هستند. اگر این پنل ها به اشتباه به یکدیگر متصل شوند، دیودهای بای پس، کابل یا جانکشن باکس ممکن است آسیب ببینند.

ح) طول کابل جانکشن باکس به صورت "L" تعریف شده است:



تصویر 15- کابل جانکشن باکس

برای پنل مانا انرژی مدل MEP-390-P72-GB ، طول "L" برابر با ۱۰۰۰ میلی‌متر و برای پنل‌های هف کات ۳۰۰ میلی‌متر است (می‌تواند به درخواست مشتری ۱۲۰۰ میلی‌متر باشد). لطفاً طول کابل را در نظر بگیرید و قبل از طراحی سیم‌کشی، چیدمان سیم‌کشی را مطابق با آن برنامه‌ریزی کنید.

(ط) توصیه می‌شود از اینورترهای دارای زمین منفی (negatively grounded) استفاده شود تا از اثر PID برای پنل‌های غیر PID-Free جلوگیری شود.

(ی) اگر پنل‌ها به صورت سری متصل می‌شوند، ولتاژ کل برابر با مجموع ولتاژهای هر پنل است. پیشنهاد می‌شود:

$$\text{System voltage} \geq N * \text{Voc} [1 + \text{TCVoc} * (\text{Tmin} - 25)]$$

N: تعداد پنل‌های متصل به صورت سری

Voc: ولتاژ مدار باز (به برچسب محصول یا برگه اطلاعات مراجعه کنید)

TCVoc: ضریب دمایی ولتاژ مدار باز (به برچسب محصول یا برگه اطلاعات مراجعه کنید)

Tmin: حداقل دمای محیط

(ک) برای اتصالات سیم‌کشی، لطفاً از سیم‌های مسی استاندارد PV با سطح مقطع حداقل ۴ (۱۲mm<sup>2</sup> AWG) استفاده کنید، و اطمینان حاصل کنید که در برابر نور و حرارت مقاوم هستند و دمای کاری آن‌ها حداقل ۹۰ درجه سانتی‌گراد است.

(ل) کابل‌ها را با شعاع خمیدگی کمتر از ۴۳ میلی‌متر (۱.۶۹ اینچ) خم نکنید. خمیدگی با شعاع کمتر از این مقدار باعث آسیب به کابل‌های PV می‌شود.

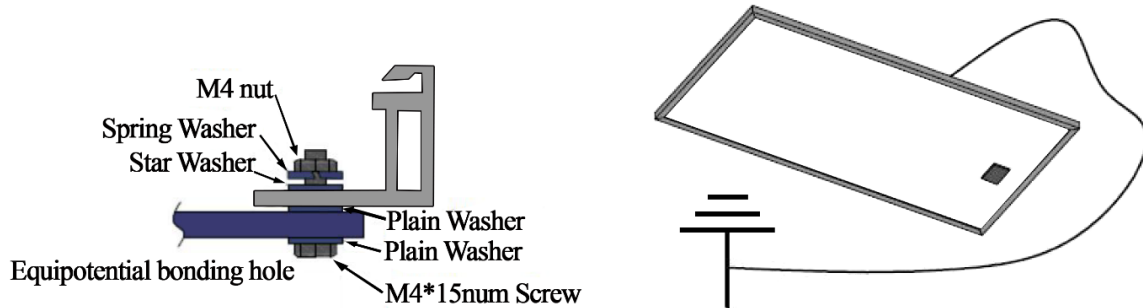


تصویر 16- خم کاری کابل



#### ۴- اتصال به زمین

یک رسانای همپتانسیل باید به سوراخ ارت و ابزار فراهم شده متصل شود. توجه داشته باشید که یک واشر ستاره‌ای از جنس استیل ضدزنگ بین سیم زمین و فریم پنل استفاده می‌گردد. این واشر برای جلوگیری از خوردگی به دلیل تفاوت فلزات استفاده می‌شود. پیچ را به‌طور محکم ببندید.



تصویر 17- اتصال پنل به زمین

#### ۵- فیوز

فیوز باید به هر ترمینال غیر زمین شده ی آرایه متصل شود (به عبارت دیگر، اگر سیستم به زمین متصل نباشد، فیوز باید به هر دو ترمینال مثبت و منفی متصل شود).

(الف) حداکثر جریان فیوز سری برای پنل ۳۰ آمپر (پنل M10) است و مقادیر خاص پنل‌ها در برچسب محصول و برگه اطلاعات محصول موجود است.

(ب) مقدار فیوز همچنین حداکثر جریان معکوسی را که پنل می‌تواند تحمل کند تعیین می‌کند (هنگامی که یک آرایه سایه‌دار است، جریان معکوس در آرایه موازی دیگر تولید می‌شود). بنابراین، تعداد آرایه‌های متصل به صورت موازی تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

(ج) اتصال دو یا چند رشته موازی و سپس اشتراک‌گذاری فیوزها ممنوع است.

#### ۶- انبارش

پنل‌ها باید همواره در محیطی خشک و دارای تهویه مناسب با رطوبت نسبی کمتر از ۸۵٪ و دمای محیطی بین ۲۰- درجه سانتی‌گراد تا ۵۰ درجه سانتی‌گراد نگهداری شوند. در یک محیط کنترل‌نشده، زمان نگهداری پنل‌ها نباید بیش از ۳ ماه باشد. در این صورت، اقدامات اضافی برای جلوگیری از گرفتن اتصالات در معرض رطوبت یا نور خورشید باید انجام شود.

## ۷- نگهداری و مراقبت

به منظور اطمینان از عملکرد بهینه پنل، لازم است که بررسی ها و نگهداری های منظم، به ویژه در طول دوره ضمانت، انجام شود. مانا انرژی توصیه می کند که اقدامات نگهداری زیر به صورت منظم صورت گیرد:

### ۷.۱- بازرسی چشمی

پنل ها را به صورت چشمی بازرسی کنید تا هرگونه عیب یا نقص ظاهری شناسایی شود. در صورت وجود نقص، موارد زیر باید ارزیابی شوند:

(الف) اگر پنل ها دارای تفاوت های رنگی جزئی در سلول ها در زوایای مختلف مشاهده شوند، این یک پدیده طبیعی در پنل هایی با فناوری پوشش ضد انعکاس است.

(ب) آیا شیشه جلوی پنل شکسته است؟

(ج) آیا هیچ شیء تیز یا خطرناکی با سطح پنل فتوولتائیک تماس دارد؟

(د) پنل های فتوولتائیک توسط موانع ناخواسته یا مواد خارجی سایه اندازی نشده باشند.

(ه) خوردگی در امتداد نوارهای باسبار سلول ها: این خوردگی ناشی از نفوذ رطوبت از طریق صفحه پشتی پنل است. صفحه پشتی را از نظر آسیب بررسی کنید.

(و) آیا صفحه پشتی پنل دچار سوختگی شده است؟

(ز) پیچ ها و براکت های نصب را از نظر سفت بودن بررسی کنید و در صورت نیاز تنظیم و محکم کنید.

### ۷.۲- تمیزکاری

(الف) تجمع گرد و غبار یا کثیفی بر روی سطح جلوی پنل ها منجر به کاهش توان خروجی انرژی می شود. در صورت امکان، پنل ها را ترجیحاً یک بار در سال (بسته به شرایط محیطی) با استفاده از یک پارچه نرم و مرطوب یا خشک تمیز کنید. آب با محتوای مواد معدنی بالا ممکن است رسوباتی بر روی سطح شیشه به جا بگذارد و توصیه نمی شود.

(ب) اگر مطمئن نیستید که آیا نیاز به تمیزکاری وجود دارد یا خیر، ابتدا یک آرایه از پنل هایی که به طور خاص کثیف هستند را برای تمیزکاری انتخاب کنید. اگر توان تولیدی کمتر از ۵٪ افزایش یافت، معمولاً تمیزکاری لازم نیست. این بررسی باید تنها در شرایط تابش خورشید پایدار (آفتابی، نور خورشید قوی، بدون ابر) انجام شود.

(ج) به هیچ وجه از مواد ساینده استفاده نکنید.

(د) مانا انرژی توصیه می کند به منظور کاهش خطر شوک الکتریکی و حرارتی، پنل های خورشیدی در ساعات اولیه صبح یا اواخر عصر، هنگامی که تابش خورشید کمتر از ۲۰۰ وات بر متر مربع است و پنل ها خنک هستند، تمیز شوند.

(ه) هرگز تلاش نکنید که پنل هایی با شیشه شکسته یا سیم کشی های نمایان را تمیز کنید، زیرا این کار خطر شوک الکتریکی را به همراه دارد.

و) هرگز از مواد شیمیایی برای تمیزکاری پنل ها استفاده نکنید، زیرا ممکن است بر ضمانت پنل و توان خروجی آن تأثیر بگذارد.

ز) تمیزکاری پنل های خورشیدی در شرایط آب و هوایی خاص مانند وزش باد شدید، باران سنگین یا برف سنگین اکیداً ممنوع است.

ح) در حین تمیزکاری، فشار آب بر روی سطح شیشه پنل نباید بیش از ۴ مگاپاسکال باشد و پنل نباید در معرض نیروی خارجی اضافی قرار گیرد.

ط) معمولاً نیازی به تمیز کردن قسمت پشتی پنل های خورشیدی نیست. در صورتی که نیاز به تمیز کردن قسمت پشتی پنل وجود داشته باشد، اطمینان حاصل کنید که مایع تمیزکاری به لایه پایینی ماده نفوذ نکند.

ی) سطح شیشه را با مواد شیمیایی تمیز نکنید. تنها از آب لوله کشی استفاده کنید. اطمینان حاصل کنید که دمای سطح پنل خنک است. تمیز کردن پنل با آب خنک در زمانی که دمای سطح پنل بالاست، ممکن است منجر به شکستگی شیشه شود.

### ۷.۳- بازرسی اتصالات و کابل

توصیه می شود که اقدامات پیشگیرانه زیر هر ۶ ماه یکبار انجام شود:

- الف) چسب های آب بندی جانکشن باکس را از نظر هرگونه آسیب بررسی کنید.
- ب) پنل ها را از نظر علائم خرابی بررسی کنید. تمام سیم کشی ها را از نظر آسیب احتمالی ناشی از جوندگان، تغییرات آب و هوایی و اینکه همه اتصالات محکم و عاری از خوردگی هستند، بررسی کنید.
- ج) نشستی الکتریکی به زمین را بررسی کنید.

### ۸- مشخصات الکتریکی

مشخصات الکتریکی پنل تحت شرایط تست استاندارد (STC) اندازه گیری می شود که عبارتند از: ۱۰۰۰ وات بر متر مربع، تابش با طیف AM 1.5 و دمای ۲۵ درجه سانتی گراد (۷۷ درجه فارنهایت). ممکن است پنل در شرایط نامطمئن ولتاژ یا جریان بیشتری نسبت به مقدار اسمی تولید کند.

### ۹- سلب مسئولیت

از آنجا که استفاده از این راهنما و شرایط یا روش های نصب، بهره برداری، استفاده و نگهداری محصولات فتوولتائیک خارج از کنترل مانا انرژی است، این شرکت هیچ گونه مسئولیتی در قبال ضرر، آسیب یا هزینه ای که از نصب، بهره برداری، استفاده یا نگهداری محصول (خارج از این روش نصب) ناشی شود، نمی پذیرد و صراحتاً از مسئولیت در این خصوص سلب مسئولیت می کند.

هیچ‌گونه مسئولیتی توسط مانا انرژی در خصوص نقض احتمالی حقوق ثبت اختراع یا حقوق سایر اشخاص ثالث که ممکن است از استفاده از محصول فتوولتائیک ناشی شود، پذیرفته نمی‌شود. هیچ مجوزی به‌طور ضمنی یا به روش دیگری تحت هرگونه حق ثبت اختراع یا حقوق اختراع ارائه نمی‌شود.

اطلاعات این راهنما بر اساس دانش و تجربه مانا انرژی بوده و معتبر فرض می‌شود، اما این اطلاعات از جمله مشخصات محصول (بدون محدودیت) و پیشنهادات به منزله یک ضمانت صریح یا ضمنی نیست. مانا انرژی این حق را برای خود محفوظ می‌دارد که راهنمای محصولات خورشیدی، مشخصات یا برگه اطلاعات محصول را بدون اطلاع قبلی تغییر دهد.