

راهنمای نصب پنل‌های خورشیدی مانا انرژی

۱۴۰۵

۱- اطلاعات کلی

۱.۱- مقدمه

از اینکه مانا انرژی را انتخاب کرده‌اید، سپاسگزاریم. به منظور اطمینان از نصب صحیح و بهره‌برداری ایمن از پنل‌های خورشیدی، خواهشمندیم پیش از آغاز عملیات نصب و راه‌اندازی، دستورالعمل‌های زیر را با دقت مطالعه فرمایید. با توجه به اینکه این محصولات برای تولید برق طراحی شده‌اند، رعایت نکات ایمنی به منظور پیشگیری از هرگونه حادثه ضروری است.

- پیش از نصب، اطمینان حاصل کنید که پیکربندی آرایه پنل‌های خورشیدی به گونه‌ای طراحی شده باشد که ولتاژ کل سیستم از حد مجاز اجزای مربوطه، از جمله اینورترها و کانکتورها تجاوز نکند و فقط از اتصالات سازگار و مشابه استفاده شود.
- عملیات مونتاژ باید بر روی پوششی مقاوم در برابر حریق و متناسب با این کاربرد انجام شود. پیش از نصب پنل‌ها، توصیه می‌شود با مراجع و سازمان‌های عمرانی ذی‌ربط در محل نصب مشورت فرمایید تا مواد و پوشش‌های مورد تأیید برای سقف مشخص شوند.
- چنانچه پنل‌ها بر روی پشت‌بام نصب می‌شوند و امکان دسترسی عمومی به آن‌ها وجود دارد، لازم است علاوه بر الزامات مربوط به عملکرد و نگهداری پنل‌ها، گرید حریق سازه نهایی نیز مورد توجه قرار گیرد.
- سیستم خورشیدی سقفی باید پس از ارزیابی دقیق توسط متخصصان سازه یا مهندسان ذی‌صلاح و بر اساس نتایج تحلیل‌های رسمی، نصب گردد. لازم است اطمینان حاصل شود که ساختار سقف از توانایی کافی برای تحمل بارهای اضافی ناشی از سیستم خورشیدی، از جمله وزن پنل‌ها، برخوردار است.

۲.۱- مشخصات پنل‌ها

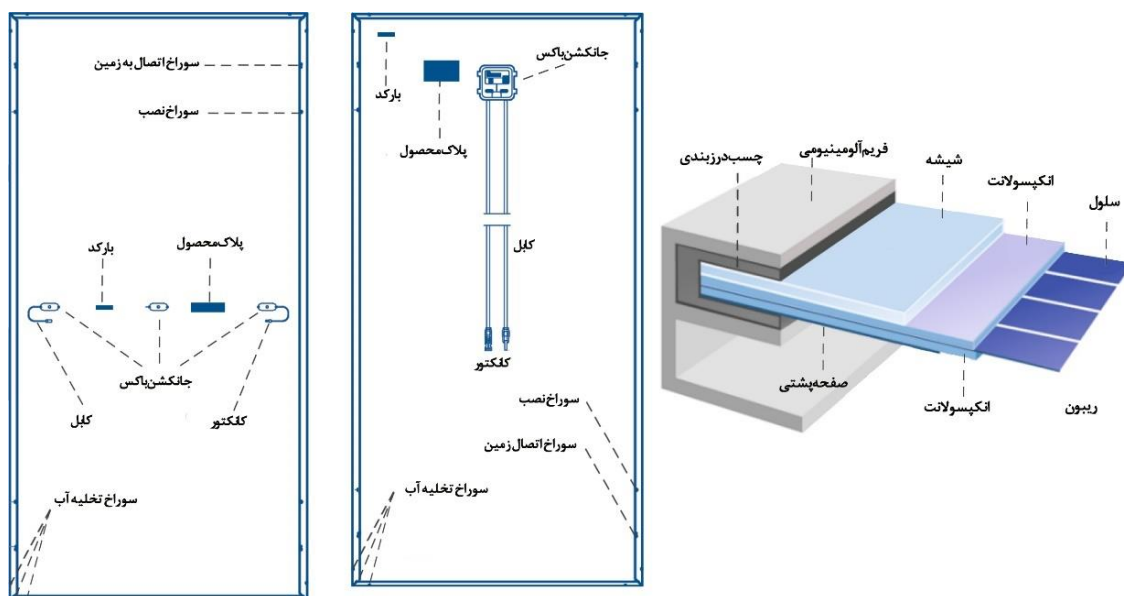
هر پنل خورشیدی دارای دو برچسب اصلی است که اطلاعات فنی و هویتی محصول را در اختیار شما قرار می‌دهند. این برچسب‌ها مطابق شکل‌های ۱ و ۲، شامل موارد زیر هستند:

۱. **پلاک مشخصات محصول:** این پلاک شامل اطلاعاتی نظیر نوع محصول، توان نامی، جریان نامی، ولتاژ نامی، ولتاژ مدار باز، جریان اتصال کوتاه در شرایط آزمایش، شاخص گواهی‌نامه، حداکثر ولتاژ سیستم و سایر مشخصات فنی مرتبط است.
۲. **برچسب شماره سریال:** این برچسب شامل شماره سریال منحصر به فرد پنل است که به صورت دائمی در داخل پنل لمینیت شده و در جلوی پنل (و همچنین در پشت پنل) قابل مشاهده است.

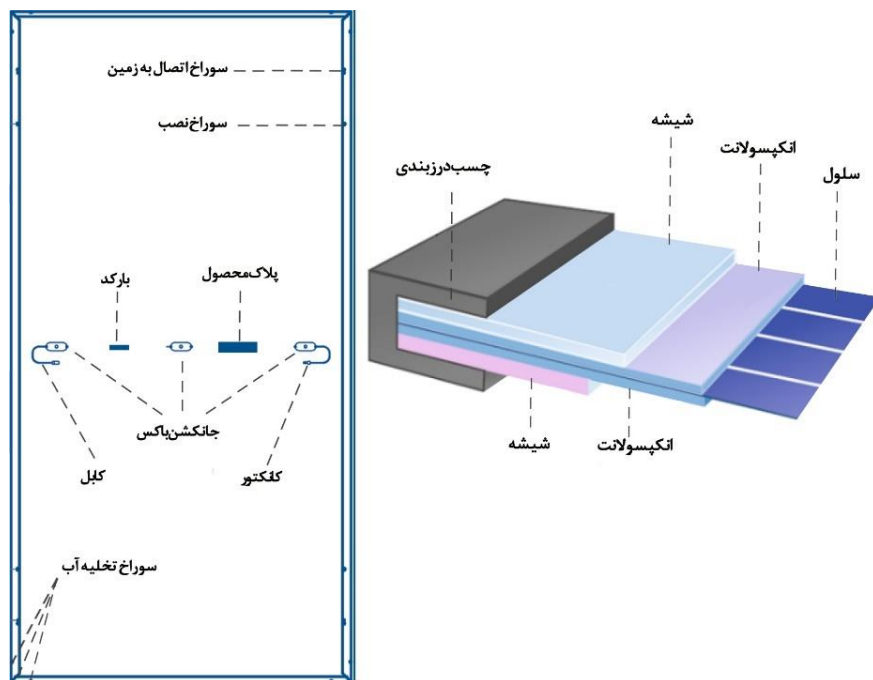
۳.۱- هشدارها

به منظور حفظ ایمنی کاربران و جلوگیری از بروز حوادث، رعایت هشدارهای زیر در تمامی مراحل نصب، جابه‌جایی و بهره‌برداری از پنل‌های خورشیدی ضروری است.

- پنل‌های خورشیدی در معرض نور خورشید یا سایر منابع نوری، انرژی الکتریکی DC تولید می‌کنند. بخش‌های فعال پنل، از جمله ترمینال‌ها، ممکن است موجب سوختگی، جرقه و شوک الکتریکی مرگبار شوند. از تماس با این قسمت‌ها خودداری کرده و تمامی اقدامات ایمنی لازم را رعایت فرمایید.
- از تاباندن متمرکز نور خورشید مصنوعی یا سایر منابع نوری بر روی پنل‌ها خودداری نمایید؛ زیرا این امر می‌تواند موجب بروز خطرات ایمنی شود.
- در پنل‌های یک‌طرفه، صفحه جلویی و در پنل‌های دوطرفه، هر دو سطح پنل با شیشه محافظ پوشانده شده است. شکستگی شیشه می‌تواند خطرات جدی، از جمله برق‌گرفتگی و آتش‌سوزی، ایجاد کند. پنل‌های خورشیدی آسیب‌دیده از این نظر قابل تعمیر نیستند و باید بلافاصله تعویض شوند.



تصویر ۱- اجزای تشکیل‌دهنده پنل‌های خورشیدی یک‌طرفه



تصویر ۲- اجزای تشکیل دهنده پنل های خورشیدی دوطرفه

- به منظور کاهش خطر برق گرفتگی و سوختگی، پنل ها باید در طول فرآیند نصب با یک ماده مات مناسب پوشانده شوند تا از تولید برق و بروز آسیب های احتمالی جلوگیری گردد.
- نصب آرایه های فتوولتائیک (PV) باید صرفاً در شرایطی انجام شود که پنل ها تحت پوشش حفاظتی سایه قرار داشته باشند. همچنین، نصب، سرویس و تعمیر پنل های خورشیدی باید تنها توسط افراد متخصص و واجد شرایط انجام شود.
- در اتصال پنل های خورشیدی در یک رشته (String)، طول کابل های اتصال باید با توجه به نحوه چیدمان پنل ها (افقی یا عمودی) و استانداردهای مربوطه تعیین و انتخاب شود، به گونه ای که مسیر کابل کشی به صورت مناسب و بدون کشیدگی یا ایجاد طول اضافی اجرا گردد.
- در صورت استفاده از باتری در کنار پنل های خورشیدی، تمامی توصیه ها، الزامات و دستورالعمل های ایمنی ارائه شده توسط سازنده باتری باید به دقت مطالعه و رعایت شود.
- از این محصول نباید به عنوان جایگزین تمام یا بخشی از سقف یا دیوار ساختمان های مسکونی استفاده شود.
- پنل ها نباید در مکان هایی که ممکن است گازهای قابل اشتعال وجود داشته باشد، نصب شوند.
- هیچ یک از اجزای پنل های خورشیدی تولید شده توسط مانا انرژی نباید جدا، دستکاری یا تغییر داده شوند. هرگونه تغییر در ساختار یا اجزای پنل می تواند ایمنی و عملکرد محصول را تحت تأثیر قرار دهد.



- پیش از انجام هرگونه عملیات نصب، سیم‌کشی، راه‌اندازی، سرویس یا نگهداری، تمامی دستورالعمل‌های مربوطه را به دقت مطالعه کرده و الزامات مندرج در آن‌ها را رعایت فرمایید.
- برای جابه‌جایی یا حمل پنل‌های خورشیدی، به هیچ عنوان پنل را از طریق کابل‌های متصل به جعبه اتصال (Junction Box) بلند یا جابه‌جا نکنید.
- به منظور جلوگیری از آسیب به پنل و کاهش خطر بروز حادثه، جابه‌جایی و حمل پنل‌ها باید حداقل توسط دو نفر انجام شود.
- هنگام تولید برق، ترمینال‌های جعبه اتصال نباید با دست بدون عایق لمس شوند. برای انجام هرگونه اتصال یا عملیات الکتریکی، حتماً از ابزارها و تجهیزات عایق مناسب استفاده کنید.
- تمامی سیستم‌های فتوولتائیک (PV) باید به سیستم اتصال زمین (ارت) متصل شوند. در صورت نبود الزامات یا مقررات اختصاصی، رعایت الزامات مندرج در کد ملی برق یا سایر استانداردها و مقررات ملی مربوطه الزامی است.
- در شرایط عادی، پنل فتوولتائیک ممکن است با شرایطی مواجه شود که جریان و یا ولتاژ بیشتری نسبت به شرایط استاندارد تست تولید کند. بنابراین، مقادیر V_{oc} و I_{sc} ذکر شده بر روی پنل باید هنگام تعیین ولتاژ اجزای سیستم، مقدار جریان، اندازه فیوز و کنترل‌های متصل به خروجی در ضریب ۱.۲۵ ضرب شوند.
- پس از انتقال پنل‌ها به محل نصب، تمامی قطعات و متعلقات را با دقت و به صورت ایمن از بسته‌بندی خارج کنید تا از وارد شدن هرگونه ضربه یا آسیب به پنل و اجزای آن جلوگیری شود.
- در یک رشته (String)، تنها پنل‌هایی با نوع و ظرفیت یکسان باید به صورت سری به یکدیگر متصل شوند.
- در طول حمل و نقل، تا حد امکان از وارد شدن لرزش، ضربه و شوک به پنل‌ها جلوگیری کنید؛ زیرا این عوامل می‌توانند موجب آسیب به پنل یا ایجاد ترک‌های ریز (Microcracks) در سلول‌های خورشیدی شوند.
- در هیچ مرحله‌ای از حمل و نقل، پنل‌ها را از وسیله نقلیه، ساختمان یا دست افراد رها نکنید. سقوط یا رها شدن پنل می‌تواند موجب آسیب جدی به شیشه، سلول‌ها و سایر اجزای آن شود.
- به هیچ عنوان روی پنل‌های خورشیدی قدم نگذارید و روی آن‌ها نایستید. این کار می‌تواند موجب آسیب به شیشه، سلول‌های داخلی و ساختار پنل شده و هم‌زمان خطر آسیب دیدگی فرد را افزایش دهد.
- هنگامی که پنل در حال تولید برق و تحت بار الکتریکی است، آن را از سیستم جدا نکنید. هرگونه جداسازی باید مطابق دستورالعمل‌های ایمنی و توسط فرد واجد شرایط انجام شود.

- کانکتورهای جعبه اتصال (Junction Box) نباید با مواد روغنی یا چرب، از جمله روان کننده‌ها، مواد ضدزنگ و سایر مواد مشابه تماس داشته باشند.
- حمل پنل توسط یک نفر توصیه نمی‌شود و جابه‌جایی پنل باید ترجیحاً حداقل توسط دو نفر انجام شود. در شرایطی که فرد ناچار به حمل انفرادی پنل است و از کلاه ایمنی استفاده می‌کند، پنل باید از سمت شیشه روی کلاه قرار گیرد و به هیچ عنوان صفحه پشتی پلیمری پنل روی کلاه قرار داده نشود.
- درپوش جعبه اتصال (Junction Box) را همواره بسته و در وضعیت ایمن نگه دارید. از باز گذاشتن درپوش در زمان نصب، بهره‌برداری یا نگهداری خودداری کنید.
- جعبه اتصال (Junction Box) و تمامی اتصالات آن نباید به‌طور مستقیم در معرض تابش نور خورشید قرار گیرند. همچنین، این اجزا باید در برابر نفوذ یا غوطه‌ور شدن در آب به‌طور مناسب محافظت شوند.

۲- نصب

۱.۲- ایمنی نصب

- هنگام باز کردن کارتن‌ها و بسته‌بندی پنل‌ها، دستورالعمل‌های مربوط به باز کردن و جابه‌جایی محصول را به‌دقت رعایت کنید.
- همواره از کلاه ایمنی، دستکش عایق و کفش ایمنی با کف لاستیکی استفاده نمایید.
- پنل فتوولتائیک را تا زمان آغاز فرآیند نصب، در داخل بسته‌بندی اصلی و کارتن نگهداری کنید.
- پنل‌های فتوولتائیک حتی در صورت عدم وجود بار متصل یا مدار خارجی، همچنان می‌توانند ولتاژ تولید کنند. بنابراین، هنگام کار با پنل‌ها در معرض نور خورشید، حتماً از ابزارهای عایق و دستکش‌های لاستیکی مناسب استفاده کنید.
- پنل‌های فتوولتائیک مجهز به کلید قطع داخلی نیستند. تولید برق پنل تنها زمانی متوقف می‌شود که پنل از منبع نور دور نگه داشته شده یا به‌طور کامل با صفحات مات و سخت یا مواد مناسب و مقاوم در برابر اشعه فرابنفش (UV) پوشانده شود.
- به‌منظور جلوگیری از ایجاد قوس الکتریکی و خطر برق‌گرفتگی، هرگز اتصالات الکتریکی را در شرایطی که سیستم تحت بار قرار دارد، قطع نکنید.
- اتصال نامناسب در شرایط بار می‌تواند موجب ایجاد قوس الکتریکی یا برق‌گرفتگی شود. تمامی اتصالات را تمیز و خشک نگه داشته و پیش از راه‌اندازی، از صحت و استحکام آن‌ها اطمینان حاصل کنید.



- هنگام نصب، از تماس غیرضروری با پنل فتوولتائیک خودداری نمایید. سطح شیشه و فریم آلومینیومی پنل ممکن است در اثر تابش خورشید داغ شده و خطر سوختگی ایجاد کنند. همچنین، در صورت وجود ولتاژ، خطر برق گرفتگی نیز وجود دارد.
- عملیات نصب و کار با پنل‌ها را در شرایط بارندگی، بارش برف یا وزش باد شدید انجام ندهید.
- به دلیل خطر برق گرفتگی، در صورت مرطوب بودن ترمینال‌ها یا اتصالات پنل، از انجام هرگونه عملیات خودداری کرده و تا خشک شدن کامل آن‌ها صبر کنید.
- از جدا کردن، دستکاری یا تغییر هر یک از اجزای پنل و همچنین برداشتن پلاک مشخصات یا سایر قطعات آن اکیداً خودداری کنید.
- از رنگ‌آمیزی پنل‌ها و چسباندن هرگونه برچسب، نوار چسب یا مواد چسبنده بر روی سطوح پنل خودداری نمایید.
- از وارد کردن هرگونه ضربه، آسیب یا خراش به صفحه پشتی پنل‌ها جلوگیری کنید؛ زیرا آسیب به این بخش می‌تواند عملکرد و ایمنی پنل را تحت تأثیر قرار دهد.
- به هیچ عنوان روی فریم پنل سوراخ ایجاد نکنید. سوراخ‌کاری می‌تواند ظرفیت تحمل بار فریم را کاهش داده، احتمال خوردگی را افزایش دهد و موجب ابطال ضمانت محدود محصول شود.
- پوشش آندایز فریم آلومینیومی را خراش ندهید و از آسیب رساندن به آن خودداری کنید، مگر در مواردی که مطابق دستورالعمل فنی برای اتصال به زمین (ارت) ضروری باشد. آسیب به این پوشش می‌تواند در بلندمدت موجب خوردگی، کاهش ظرفیت تحمل و افت کیفیت فریم شود.
- در صورت مشاهده هرگونه آسیب یا نقص در پنل، از تعمیر آن خودداری کرده و موضوع را به فرد متخصص یا مرکز خدمات مجاز ارجاع دهید.
- در صورت نصب پنل‌های PV در مناطق بیابانی، خشک یا بادخیز، مانا انرژی توصیه می‌کند برای جلوگیری از ورود شن و گردوغبار به اتصالات، اتصال الکتریکی پنل‌ها بلافاصله پس از نصب انجام شود و یا از درپوش‌های محافظ گردوغبار استفاده گردد.



تصویر ۳ - درپوش گرد و غبار

- پنل‌های خورشیدی و اجزای آن‌ها، از جمله شیشه، جعبه اتصال (Junction Box)، کانکتورها و سایر قطعات، باید در برابر قرارگیری طولانی‌مدت در محیط‌های حاوی گوگرد، مواد اسیدی یا قلیایی قوی و سایر عوامل خورنده که می‌توانند موجب خوردگی یا آسیب به محصول شوند، محافظت شوند.
- چنانچه شیشه پنل یا سایر مواد آب‌بندی آن دچار آسیب یا شکستگی شده باشد، ابتدا از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) مناسب استفاده کرده و سپس پنل را از مدار الکتریکی جدا کنید. از تماس مستقیم با بخش‌های آسیب‌دیده خودداری نمایید.
- اطمینان حاصل کنید که در محل نصب پنل یا در مجاورت آن، هیچ‌گونه گاز قابل اشتعال تولید، تجمع یا منتشر نشود.
- کانکتورهای پنل را به‌طور کامل و صحیح در محل مربوطه متصل کنید. شنیدن صدای «کلیک» نشان‌دهنده قفل شدن و قرارگیری صحیح کانکتور است. پس از نصب، تمامی اتصالات را به‌دقت بررسی کرده و از استحکام و صحت اتصال آن‌ها اطمینان حاصل کنید.
- کابل‌های پنل باید به‌صورت محکم و ایمن به فریم پنل متصل شوند. مسیرگذاری سیم‌ها باید به‌گونه‌ای انجام شود که از خراشیدگی، کشیدگی، آسیب مکانیکی یا تماس کابل و اتصالات با صفحه پشتی پنل جلوگیری شود.
- هنگام نصب یا در معرض نور خورشید، چه پنل به سیستم متصل باشد و چه از آن جدا شده باشد، از لمس جعبه اتصال (Junction Box) و انتهای کابل‌ها و کانکتورها با دست خالی و بدون عایق اکیداً خودداری کنید.
- از قرار دادن بار اضافی یا بیش از حد مجاز بر روی سطح پنل و همچنین از پیچاندن یا اعمال نیروی پیچشی به فریم آن خودداری کنید. این اقدامات می‌توانند موجب شکستگی سلول‌ها یا ایجاد ترک‌های ریز (Microcracks) در آن‌ها شوند.
- هنگام نصب یا انجام عملیات نگهداری، برای تمیز کردن شیشه و صفحه پشتی پنل از ابزارهای تیز یا اجسام سخت استفاده نکنید؛ زیرا ممکن است باعث ایجاد خط‌وخش و آسیب به سطوح پنل شوند.

- هنگام نصب پنل‌ها بر روی سازه‌های نصب‌شده روی سقف، توصیه می‌شود عملیات نصب به‌صورت منظم و مرحله‌ای، از بالا به پایین یا از چپ به راست انجام شود. در تمامی مراحل نصب، از قدم گذاشتن یا ایستادن روی پنل‌ها اکیداً خودداری کنید.

۱.۱.۲- ایمنی در برابر آتش

- پیش از نصب پنل‌ها، قوانین و مقررات محلی مربوط به ایمنی و حفاظت در برابر حریق ساختمان‌ها را بررسی کرده و تمامی الزامات مربوطه را به‌دقت رعایت فرمایید.
- مطابق استانداردهای مربوطه، پنل‌های خورشیدی یک‌طرفه (Mono-facial) و دوطرفه (Bifacial) تولیدشده توسط شرکت مانا انرژی، از نظر عملکرد در برابر حریق، در کلاس C استاندارد IEC طبقه‌بندی می‌شوند.
- سطح سقف باید با لایه‌ای از مواد مقاوم در برابر حریق با درجه مناسب پوشانده شود. همچنین، اطمینان حاصل کنید که فضای پشت پنل و سطح نصب، از تهویه مناسب و کافی برخوردار باشند.
- نوع سازه سقف و روش نصب پنل‌ها می‌تواند بر عملکرد و میزان حفاظت ساختمان در برابر حریق تأثیرگذار باشد. نصب نادرست ممکن است خطر آتش‌سوزی را افزایش دهد. به‌منظور حفظ سطح مناسب حفاظت در برابر حریق، فاصله بین فریم پنل و سطح سقف باید حداقل ۱۰ سانتی‌متر (۳۹ اینچ) باشد.
- برای نصب و راه‌اندازی سیستم، از تجهیزات و متعلقات مناسب و مورد تأیید، از جمله فیوز، قطع‌کننده مدار و تجهیزات اتصال به زمین (ارت)، مطابق با قوانین و مقررات محلی استفاده نمایید.
- در صورت بروز آتش‌سوزی، چنانچه پنل به هر نوع سیستم یا مدار الکتریکی متصل باشد، برای خاموش کردن آتش از آب استفاده نکنید.
- از نصب پنل‌ها در مکان‌هایی که احتمال وجود، تولید یا تجمع گازهای قابل اشتعال وجود دارد، اکیداً خودداری نمایید.

۲.۲- شرایط نصب

۱.۲.۲- شرایط آب و هوایی

- مانا انرژی توصیه می‌کند پنل‌ها در محیط‌هایی با دمای کاری بین ۲۰- تا ۵۰+ درجه سانتی‌گراد نصب و بهره‌برداری شوند و از دمای حدی ۴۰- درجه سانتی‌گراد تا ۸۵ درجه سانتی‌گراد و رطوبت بیشتر از ۸۵ درصد تجاوز نکنند.

- تحمل بار مکانیکی پنل، که شامل بارهای ناشی از باد و برف می‌شود، بر اساس روش‌های نصب مورد تایید، تعیین شده است. کارشناس نصب سیستم، باید مسئولیت محاسبه بار مکانیکی را بر اساس طراحی سیستم بر عهده گیرد.
- اطمینان حاصل کنید که پنل‌های نصب شده در معرض فشار ناشی از باد، برف یا سایر بارهای مکانیکی بیشتر از حد مجاز تحمل بار پنل قرار نگیرند.

۲.۲.۲- انتخاب محل

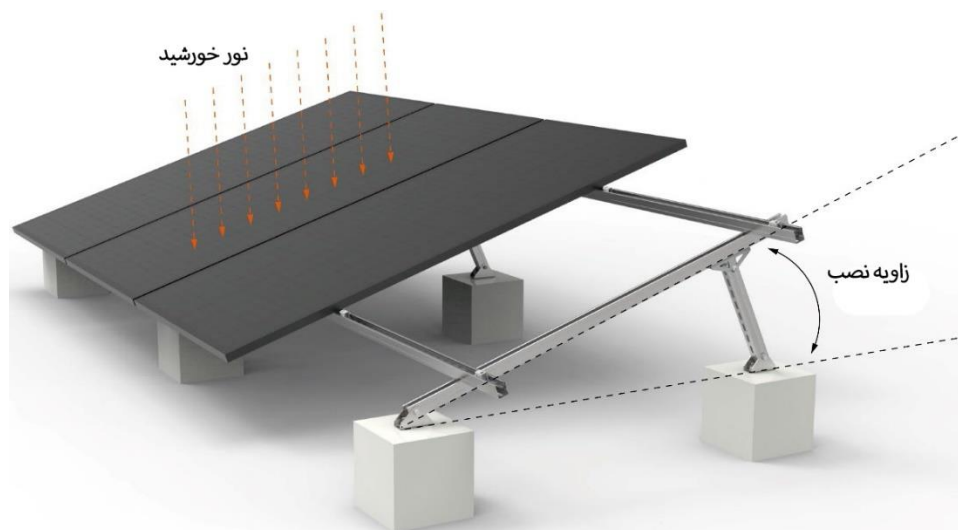
- پنل‌های خورشیدی مانا انرژی باید در محل‌هایی نصب شوند که در طول سال، بیشترین میزان تابش مستقیم خورشید را دریافت کنند. به‌طور معمول، در نیمکره شمالی پنل‌ها باید رو به جنوب و در نیمکره جنوبی رو به شمال قرار گیرند.
- هنگام انتخاب محل نصب، از مکان‌هایی در مجاورت درختان، ساختمان‌ها، دیوارها یا سایر موانع که ممکن است بر روی پنل‌ها سایه ایجاد کنند، تا حد امکان اجتناب نمایید. این موضوع به‌ویژه در ماه‌های زمستان اهمیت بیشتری دارد؛ زیرا در این فصل، مسیر حرکت خورشید در ارتفاع پایین‌تری قرار دارد و احتمال ایجاد سایه افزایش می‌یابد.
- ایجاد سایه بر روی پنل می‌تواند موجب کاهش توان و بازده تولید برق شود. اگرچه دیودهای بای‌پس نصب‌شده در کارخانه می‌توانند بخشی از تلفات ناشی از سایه را کاهش دهند، اما انتخاب محل مناسب و جلوگیری از سایه‌اندازی همچنان از عوامل مهم در دستیابی به عملکرد مطلوب سیستم است.

۳.۲.۲- انتخاب زاویه شیب

منظور از زاویه شیب پنل فتوولتائیک، زاویه بین سطح پنل و سطح افق (زمین) است. زاویه بهینه نصب پنل خورشیدی براساس عرض جغرافیایی محل نصب تعیین می‌شود.

شرکت مانا انرژی توصیه می‌کند زاویه شیب پنل‌های خورشیدی کمتر از ۱۰ درجه نباشد. رعایت این حداقل زاویه کمک می‌کند آب باران به‌راحتی از سطح پنل تخلیه شده و گردوغبار و آلودگی‌های سطحی نیز تا حدی توسط بارندگی شسته شوند؛ در نتیجه، دفعات موردنیاز برای نظافت پنل کاهش می‌یابد. همچنین، شیب مناسب باعث می‌شود آب بر روی سطح شیشه تجمع پیدا نکند و از ایجاد لکه‌های ناشی از آب که می‌توانند بر ظاهر و در برخی شرایط بر عملکرد پنل تأثیر بگذارند، جلوگیری شود.

به خاطر داشته باشید که زاویه بهینه نصب پنل‌های خورشیدی در ایران با توجه به عرض جغرافیایی، بین ۳۰ تا ۳۵ درجه است.



تصویر ۴ - زاویه نصب پنل خورشیدی

پنل‌های خورشیدی **مانا انرژی** که به صورت سری در یک رشته (String) به یکدیگر متصل می‌شوند، باید با جهت‌گیری و زاویه شیب یکسان نصب شوند. اختلاف در جهت‌گیری و زاویه شیب پنل‌ها می‌تواند منجر به تفاوت در میزان دریافت نور خورشید و در نتیجه، ناهم‌آهنگی در تولید انرژی شود. توجه داشته باشید که تعداد پنل‌ها در یک استرینگ براساس مشخصات فنی اینورتر تعیین می‌گردد.

به منظور دستیابی به حداکثر ظرفیت تولید انرژی سالانه، جهت‌گیری و زاویه بهینه نصب پنل‌های خورشیدی باید براساس موقعیت جغرافیایی محل نصب تعیین گردد. با این کار اطمینان حاصل می‌کنیم که پنل‌های خورشیدی در کوتاه‌ترین روز سال نیز بیشترین نور ممکن را دریافت و جذب می‌کنند.

در سیستم‌های خورشیدی مستقل از شبکه مجهز به باتری که پنل‌ها بر روی سازه‌های ثابت نصب می‌شوند، زاویه نصب باید با توجه به الگوی مصرف بار در فصول مختلف و میزان تابش خورشید تعیین شود تا عملکرد کلی سیستم بهینه گردد. به‌طور کلی، چنانچه توان خروجی پنل‌ها در شرایط کم‌تابش، به‌ویژه در فصل زمستان، در محدوده قابل قبول باشد، زاویه انتخاب‌شده برای سایر فصول نیز مناسب خواهد بود.

در سیستم‌های خورشیدی متصل به شبکه که پنل‌ها بر روی سازه‌های ثابت نصب می‌شوند نیز زاویه شیب باید به‌گونه‌ای انتخاب شود که مجموع تولید انرژی سالانه سیستم به حداکثر مقدار ممکن برسد.

۳.۲- نصب مکانیکی

به طور معمول، نصب پنل‌های خورشیدی با استفاده از پیچ و گیره‌های نصب (Clamp) امکان‌پذیر است. به منظور جلوگیری از خوردگی و افزایش دوام اتصالات، توصیه می‌شود گیره‌های نصب از جنس آلومینیوم انتخاب شوند. انتخاب روش مناسب نصب و اجرای صحیح آن، نقش مهمی در حفظ استحکام مکانیکی و ایمنی سیستم دارد. در این خصوص، رعایت نکات زیر الزامی است:

(۱) کلیه روش‌های نصب ارائه شده در این راهنما صرفاً جهت اطلاع‌رسانی بوده و شرکت مانا انرژی هیچ‌گونه قطعه یا تجهیزات نصب ارائه نمی‌دهد. همچنین، طراحی سیستم خورشیدی، انتخاب و طراحی سازه، نصب پنل‌ها، محاسبه بارهای مکانیکی و اطمینان از ایمنی و استحکام نهایی سیستم، بر عهده طراح سیستم یا افراد حرفه‌ای، واجد صلاحیت و آموزش‌دیده خواهد بود.

(۲) پیش از آغاز عملیات نصب، موارد زیر را با دقت بررسی و رعایت نمایید:

(الف) پنل را از نظر وجود هرگونه آسیب دیدگی، ترک، شکستگی یا آثار ناشی از حمل و نقل به دقت بررسی کنید. در صورت مشاهده آلودگی یا آثار ناشی از حمل و نقل، سطح پنل را به طور کامل و مناسب تمیز نمایید.

(ب) اطمینان حاصل کنید که شماره سریال‌های درج شده بر روی پنل‌های خورشیدی با شماره سریال‌های روی بسته بندی مطابقت داشته باشند.

(۳) پنل‌های خورشیدی مانا انرژی برای تحمل حداکثر فشار مثبت (رو به پایین) ۵۴۰۰ پاسکال و حداکثر فشار منفی (رو به بالا) ۲۴۰۰ پاسکال طراحی و تولید شده‌اند. این مقادیر با ضریب ایمنی ۱٫۵ مورد آزمایش و تأیید قرار گرفته‌اند.

در مناطقی با بارش سنگین برف یا وزش باد شدید، طراحی و اجرای سیستم نصب باید با دقت ویژه انجام شود تا ضمن حفظ استحکام سازه و پنل‌ها، الزامات و مقررات محلی نیز به طور کامل رعایت گردد. به عنوان مثال، در مناطقی که در فصل زمستان با بارش سنگین برف مواجه هستند، ارتفاع نصب سیستم را به گونه‌ای تعیین کنید که لبه پایینی پنل‌ها در اثر تجمع برف پوشانده نشود.

سازه و تجهیزات مورد استفاده برای نصب پنل‌ها باید از مواد بادوام، مقاوم در برابر خوردگی و مقاوم در برابر اشعه فرابنفش (UV) ساخته شده باشند.

همچنین، به منظور کاهش خطر ایجاد نقاط داغ (Hot Spot) ناشی از آسیب احتمالی پنل در اثر برخورد سنگ و شن معلق در هوا و نیز جلوگیری از سایه‌اندازی، پایین‌ترین نقطه پنل باید در ارتفاع مناسبی از سطح زمین قرار گیرد؛ به گونه‌ای که علف‌های هرز و پوشش گیاهی مانع تابش مستقیم نور خورشید به پنل نشوند. مطابق استاندارد IEC 61215، پنل‌های خورشیدی از نظر رتبه‌بندی گسترش شعله در کلاس C قرار می‌گیرند.

(۴) در صورت نصب پنل‌های خورشیدی به صورت موازی با سقف یا دیوار، حداقل فاصله ۱۰ سانتی‌متر بین فریم پنل و سطح نصب رعایت شود. این فاصله به منظور ایجاد تهویه مناسب در پشت پنل و کمک به حفظ عملکرد مطلوب آن

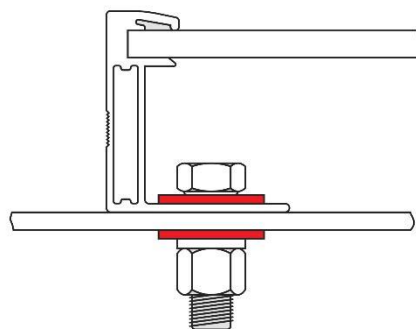
ضروری است. پیش از نصب پنل‌ها بر روی سقف، از استحکام، ظرفیت باربری و سازگاری سازه ساختمان با سیستم نصب اطمینان حاصل نمایید. همچنین، تمامی درزها و محل‌های نفوذ را به‌طور کامل آب‌بندی کنید تا از نفوذ و نشت آب جلوگیری شود.

(۵) فریم پنل ممکن است در معرض انبساط حرارتی و انقباض سرد قرار گیرد. 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.

(۶) صفحه پشتی (Back sheet)، شیشه جلویی و شیشه پشتی پنل نباید به‌طور مستقیم با براکت‌های نصب، اجزای سازه ساختمان یا اجسام خارجی موجود در محیط، مانند سنگ‌ها تماس داشته باشند؛ به‌ویژه در شرایطی که این اجزا تحت تأثیر نیروهای خارجی قرار می‌گیرند. تماس یا اعمال فشار نامناسب می‌تواند موجب آسیب دیدگی صفحه پشتی یا شیشه پنل شده و در نتیجه، موجب خروج محصول از شرایط ضمانت شود.

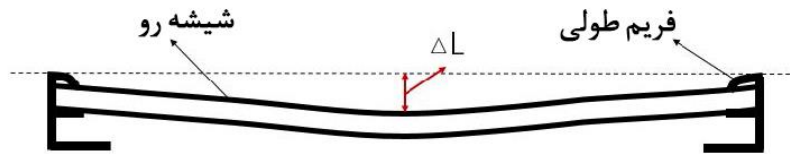
(۷) نصب پنل‌ها می‌تواند به صورت افقی (عرضی) یا عمودی (طولی) انجام شود. در هر دو حالت، دقت کنید که سوراخ‌های تخلیه تعبیه شده در فریم پنل‌ها مسدود نشوند.

(۸) تمامی قطعاتی که با فریم پنل در تماس هستند، باید با استفاده از واشرهای استیل ضدزنگ تخت با ضخامت حداقل ۱.۸ میلی‌متر نصب شوند.



تصویر ۵ - واشر استیل ضدزنگ

(۹) به دلیل نیروی جاذبه، لایه لمینیت شده پنل ممکن است در جهت پایین دچار خمش شود و مرکز پنل معمولاً بیشترین میزان انحنا را تجربه می‌کند. در روش‌های نصب با پیچ و مهره یا گیره (Clamp)، حداکثر میزان خمش مجاز (ΔL) مطابق شکل ارائه شده، در شرایطی که هیچ‌گونه نیروی خارجی مانند باد یا برف به پنل وارد نشود، برابر با ۲۰ میلی‌متر است. لازم به ذکر است که اعمال هرگونه فشار یا بار اضافی بر سطح مازول در مراحل انبارداری، حمل و نقل و نصب می‌تواند موجب افزایش میزان خمش پنل شود.



تصویر ۶ - تاب مجاز پنل‌های خورشیدی

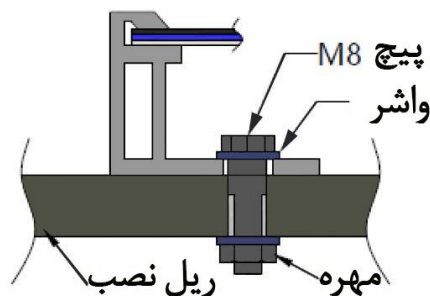
۱.۳.۲- نصب با پیچ

فریم هر پنل خورشیدی دارای چهار سوراخ نصب به ابعاد 9×12 میلی‌متر است که برای اتصال پنل به سازه نگهدارنده به کار می‌رود. توصیه می‌شود همواره از تمامی چهار سوراخ نصب برای اتصال پنل‌ها استفاده نمایید.

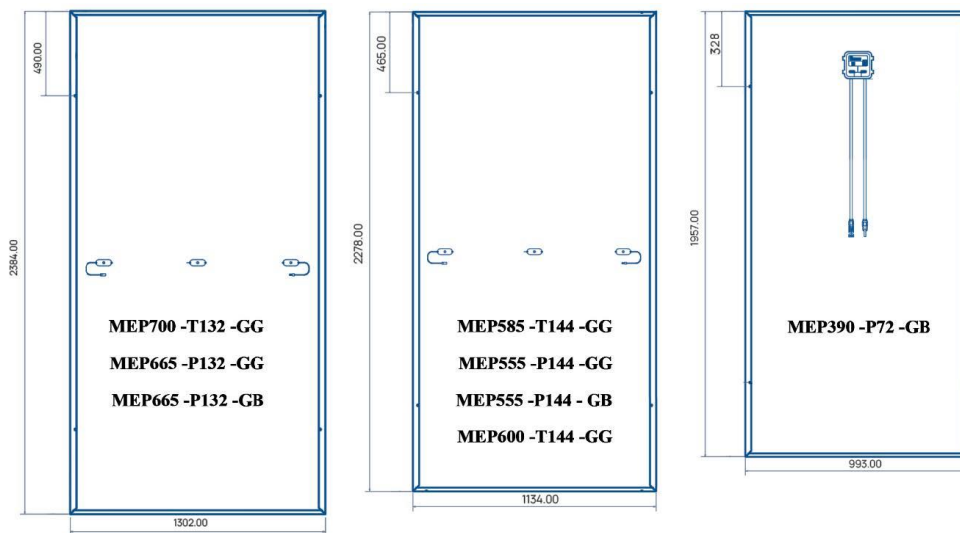
فریم پنل باید با استفاده از پیچ‌های ضد خوردگی M8، همراه با واشرهای فنی و واشرهای تخت، در چهار نقطه متقارن به ریل نصب متصل گردد.

گشتاور اعمال شده باید به اندازه‌ای باشد که پنل‌ها را به طور محکم در جای خود تثبیت کند. مقدار پیشنهادی برای پیچ‌های M8، بین ۱۶ تا ۲۰ نیوتن‌متر است.

در صورت استفاده از سیستم نگهدارنده یا سازه پشتیبان ویژه و یا در صورت وجود الزامات خاص در فرآیند نصب، مقدار گشتاور موردنیاز را مطابق مشخصات سیستم، از تأمین‌کننده سازه یا سیستم پشتیبان دریافت و تأیید نمایید.



تصویر ۷ - نصب پنل خورشیدی به کمک پیچ



تصویر ۸ - سوراخ‌های نصب روی فریم پنل‌های خورشیدی مانا انرژی

۲.۳.۲ - نصب با گیره (کلمپ)

در هنگام نصب پنل‌ها با استفاده از گیره (Clamp)، رعایت نکات زیر الزامی است:

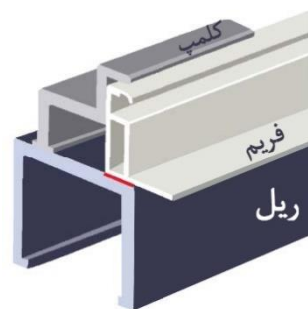
کلمپ‌ها نباید با سطح شیشه‌ای پنل تماس داشته باشند و نباید موجب تغییر شکل یا آسیب دیدگی فریم شوند. همچنین، توجه داشته باشید که از ایجاد سایه توسط کلمپ‌ها بر روی سطح پنل جلوگیری گردد.

فریم پنل تحت هیچ شرایطی نباید دچار تغییر شکل شود. در روش نصب با استفاده از کلمپ، اطمینان حاصل کنید که حداقل ۴ کلمپ برای هر پنل استفاده شده و به هر یک از اضلاع بلند پنل، حداقل ۲ کلمپ متصل شده باشد.

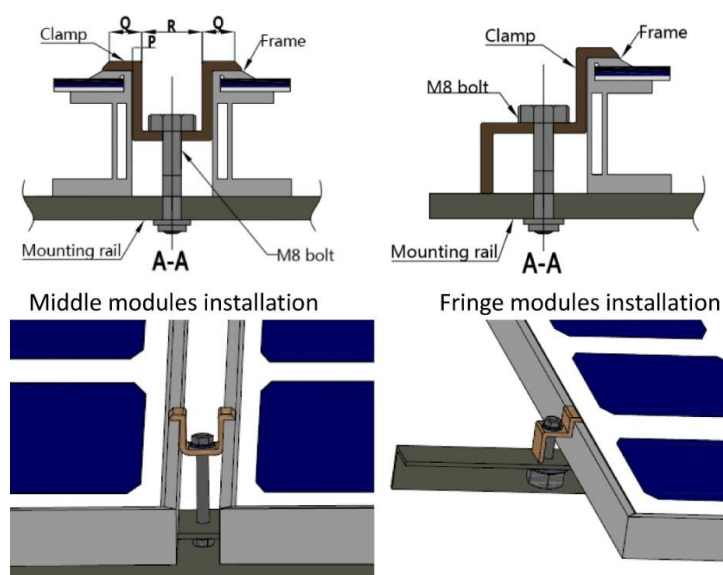
با توجه به بارهای باد و برف محل نصب، چنانچه احتمال اعمال بارهای فشاری بیش از حد مجاز وجود داشته باشد، ممکن است استفاده از کلمپ‌ها یا تجهیزات پشتیبان اضافی ضروری باشد تا از تحمل بار موردنظر توسط پنل و سازه نصب اطمینان حاصل شود.

گشتاور اعمال شده باید به اندازه‌ای باشد که پنل‌ها را به طور محکم در جای خود تثبیت کند. برای تعیین مقدار گشتاور دقیق، لطفاً با تأمین‌کننده گیره یا سیستم پشتیبانی مشورت نمایید. به عنوان مثال، مقدار مرجع گشتاور برای پیچ‌های M8، بین ۱۶ تا ۲۰ نیوتن‌متر است.

در مواردی که ریل‌های نصب به صورت موازی با فریم پنل قرار می‌گیرند، فریم باید به طور کامل بر روی ریل‌ها همپوشانی داشته باشد یا حداقل همپوشانی باید از ۲۰ میلی‌متر بیشتر باشد.

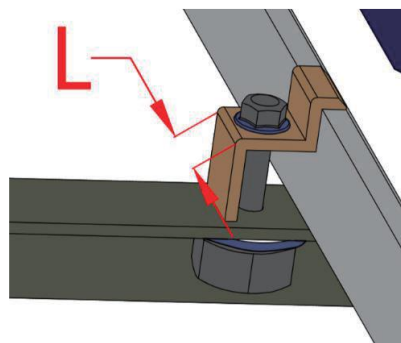


تصویر ۹ - هم پوشانی فریم، کلمپ و ریل

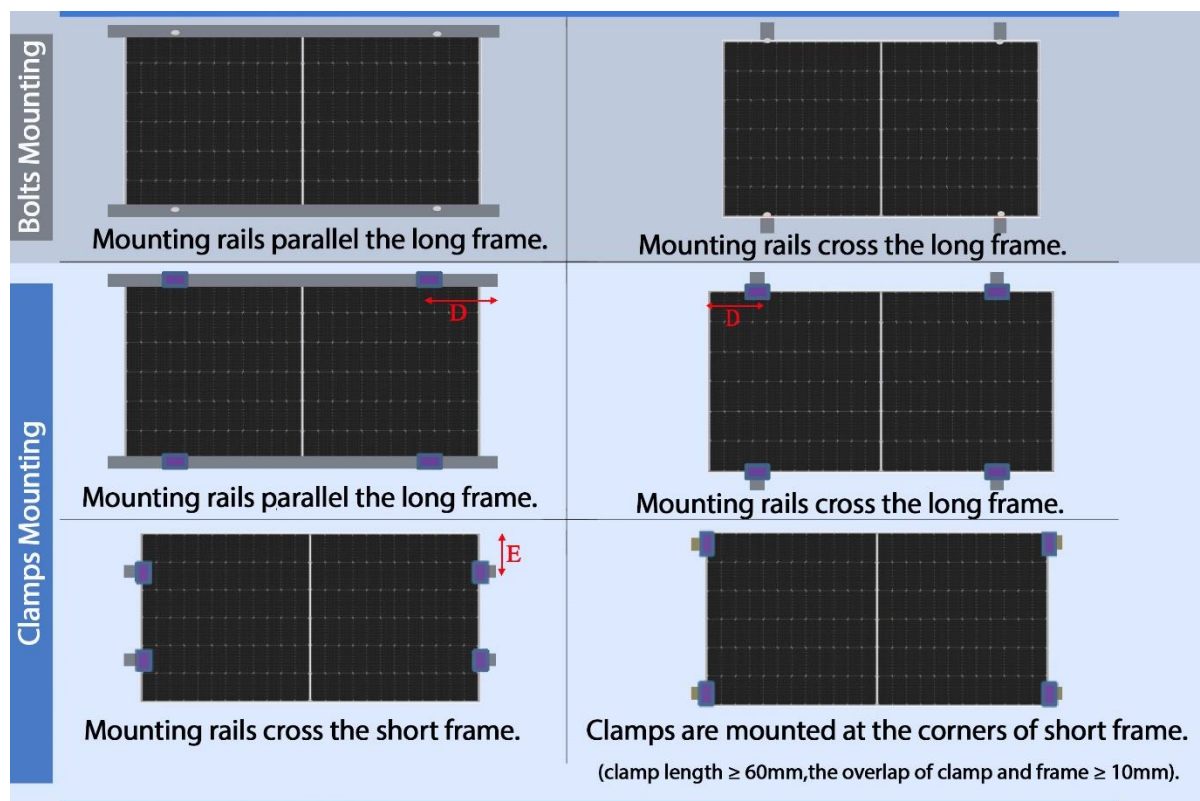


تصویر ۱۰ - نصب به کمک کلمپ

حداقل مقدار L در تصویر زیر باید ۵۰ میلی متر باشد:



تصویر ۱۱ - طول کلمپ



تصویر ۱۲ - روش های نصب

جدول ۱ - نوع نصب و بار مکانیکی بر پنل های خورشیدی مانا انرژی در روش های نصب مختلف

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
				$300 \leq D \leq 580$	$450 \leq D \leq 570$	$480 \leq D \leq 580$	$450 \leq D \leq 570$	$480 \leq D \leq 580$	$200 \leq E \leq 300$
یکطرفه	MEP390-P72-GB	+5400, -2400	/	+5400, -2400	/	/	/	/	± 2400
	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

۳- سیم‌کشی و اتصال

الف) پیش از آغاز عملیات سیم‌کشی و اتصال، دستورالعمل‌های بهره‌برداری و الزامات سیستم فتوولتائیک را با دقت مطالعه و رعایت نمایید. سیم‌کشی بین پنل‌های فتوولتائیک باید با استفاده از کابل‌های چندرشته‌ای مناسب و مطابق طراحی سیستم، به صورت سری یا موازی انجام شود. نوع اتصال، با توجه به نیازهای سیستم و بر اساس توان، جریان و ولتاژ مورد نیاز تعیین می‌گردد.

ب) در اتصال سری پنل‌های فتوولتائیک، باید از اتصالات یکسان و با جریان یکسان استفاده شود. همچنین، نباید پنل‌ها را به گونه‌ای متصل کرد که ولتاژی بالاتر از ولتاژ مجاز سیستم ایجاد گردد. حداکثر تعداد پنل‌های قابل اتصال در یک سری، وابسته به طراحی سیستم، نوع اینورتر مورد استفاده و شرایط محیطی می‌باشد.

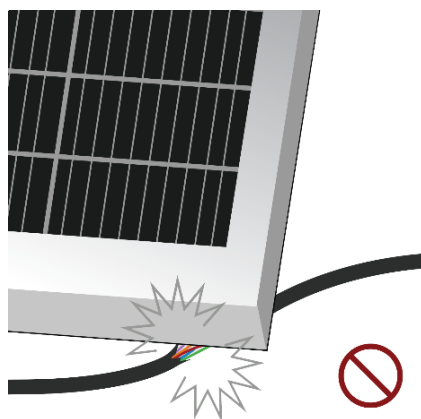
ج) حداکثر مقدار جریان نامی فیوز در یک رشته آرایه، در اطلاعات روی برچسب محصول یا برگه اطلاعات فنی آن قابل مشاهده است. مقدار فیوز، حداکثر جریان معکوسی است که یک پنل می‌تواند تحمل کند؛ به این صورت که اگر یک رشته در سایه قرار گیرد، سایر رشته‌های موازی بار را تحمل می‌کنند و جریان از طریق رشته سایه‌دار عبور می‌کند و یک مدار جریان ایجاد می‌شود.

بر اساس حداکثر مقدار فیوز سری پنل و با توجه به کدهای برق محلی، اطمینان حاصل کنید که رشته‌های پنل در اتصالات موازی به وسیله فیوزهای خطی مناسب حفاظت شوند تا از عملکرد ایمن و بهینه سیستم اطمینان حاصل شود.

د) جعبه ترکیب‌کننده (Combiner Box) یا سیستم کنترل را باز کرده و هادی‌های الکتریکی خروجی آرایه‌های خورشیدی را مطابق با طراحی سیستم و استانداردها و الزامات برق محلی به جعبه ترکیب‌کننده متصل نمایید. سطح مقطع و ظرفیت جریان‌دهی کابل‌ها و اتصالات باید به گونه‌ای انتخاب شود که بتوانند حداکثر جریان اتصال کوتاه سیستم فتوولتائیک را بدون ایجاد گرمای بیش از حد تحمل کنند. انتخاب نامناسب کابل یا اتصالات می‌تواند در جریان‌های بالا موجب افزایش بیش از حد دما و آسیب دیدگی تجهیزات شود.

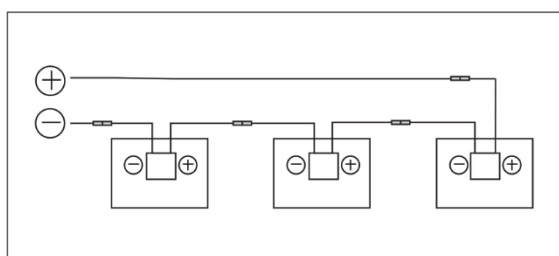
توجه داشته باشید که کابل‌های مورد استفاده دارای محدودیت دمای کاری ۸۵ درجه سانتی‌گراد هستند.

ه) کابل‌ها را به گونه‌ای مسيردهی و تثبیت کنید که بین پنل و ریل یا سایر اجزای سازه نصب تحت فشار یا فشردگی قرار نگیرند. فشردگی کابل‌ها می‌تواند موجب آسیب دیدگی عایق یا هادی داخلی و در نتیجه، کاهش ایمنی و قابلیت اطمینان سیستم شود.

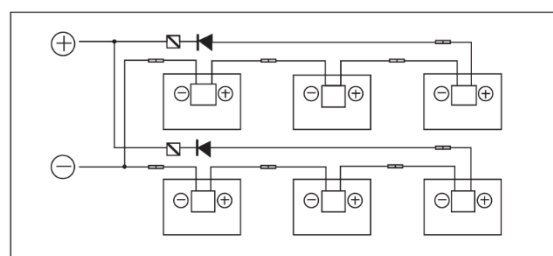


تصویر ۱۳ - فشرده شدن کابل

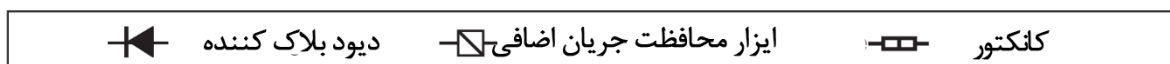
در اتصال سری پنل‌های فتوولتائیک، ولتاژ کل رشته برابر با مجموع ولتاژ پنل‌های متصل در آن رشته خواهد بود. در اتصال موازی پنل‌های فتوولتائیک، جریان کل برابر با مجموع جریان پنل‌های متصل به صورت موازی است.



اتصال سری



اتصال موازی



تصویر ۱۴ - اتصالات موازی و سری

پنل‌های خورشیدی با مدل‌ها و مشخصات الکتریکی متفاوت نباید در یک رشته به یکدیگر متصل شوند.

حداکثر تعداد مجاز پنل‌های خورشیدی در اتصال سری باید بر اساس مقررات و الزامات مربوطه محاسبه و تعیین شود. مقدار ولتاژ مدار باز (V_{oc}) رشته در کمترین دمای پیش‌بینی شده محل نصب، نباید از حداکثر ولتاژ مجاز سیستم تعیین شده توسط پنل‌ها و سایر قطعات DC تجاوز کند. (حداکثر ولتاژ سیستم — $DC1500V$ ولتاژ سیستم واقعی بر اساس نوع پنل و مدل اینورتر انتخابی طراحی می‌شود).

ضریب V_{oc} را می‌توان با استفاده از فرمول زیر محاسبه کرد:

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

که در آن:

T : کمترین دمای پیش‌بینی شده در محل نصب

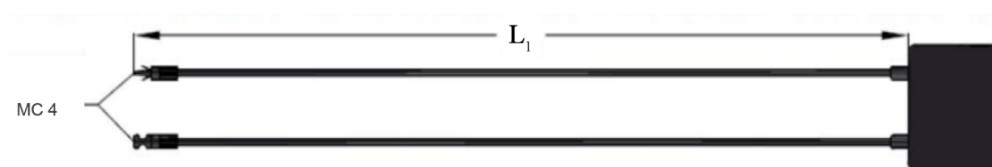
βV_{oc} : ضریب دمایی ولتاژ مدار باز بر حسب $^{\circ}\text{C}/\%$

در صورتی که جریان معکوس عبوری از پنل خورشیدی بیش از حداکثر جریان فیوز باشد، برای حفاظت از پنل، از یک دستگاه حفاظتی با جریان متناظر استفاده کنید. در صورتی که تعداد اتصالات موازی بیش از ۲ باشد، برای هر رشته از پنل‌ها باید از یک دستگاه حفاظت در برابر اضافه جریان استفاده شود.

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

(ز) پنل‌های خورشیدی مانا انرژی در کارخانه به دیوهای بای‌پس مجهز شده‌اند. توجه داشته باشید که اتصال نادرست پنل‌ها به یکدیگر، می‌تواند منجر به آسیب دیدن دیوهای، کابل‌ها یا جانکشن باکس گردد.

(ح) در تصویر زیر، طول کابل جانکشن باکس با حرف "L" تعریف شده است:



تصویر ۱۵ - کابل جانکشن باکس

برای پنل مانا انرژی مدل MEP-390-P72-GB، طول "L" برابر با ۱۰۰۰ میلی‌متر و برای پنل‌های Half-Cut برابر با ۳۰۰ میلی‌متر است (می‌تواند به درخواست مشتری ۱۲۰۰ میلی‌متر باشد). لطفاً پیش از طراحی سیم‌کشی، این ابعاد را مد نظر قرار داده و چیدمان را بر اساس آن برنامه‌ریزی نمایید.

(ط) توصیه می‌شود از اینورترهای دارای زمین منفی (negatively grounded) استفاده شود تا از اثر PID برای پنل‌هایی که دارای ویژگی PID-Free نیستند، جلوگیری شود.

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

$$\text{System Voltage} \geq N * V_{oc} [1 + TCV_{oc} * (T_{min} - 25)]$$

N: تعداد پنل‌های متصل به صورت سری

V_{oc} : ولتاژ مدار باز (به برچسب محصول یا برگه اطلاعات مراجعه کنید)

TCV_{oc} : ضریب دمایی ولتاژ مدار باز (به برچسب محصول یا برگه اطلاعات مراجعه کنید)

T_{min} : حداقل دمای محیط

ک) برای اتصالات سیم‌کشی، لطفاً از سیم‌های مسی استاندارد فتوولتائیک با سطح مقطع حداقل $4mm^2$ (12 AWG) استفاده کنید، و اطمینان حاصل نمایید که در برابر نور و حرارت مقاوم بوده و دمای کاری آن‌ها حداقل ۹۰ درجه سانتی‌گراد است.

ل) از خم کردن کابل‌ها با شعاع کمتر از ۴۳ میلی‌متر (۱.۶۹ اینچ) خودداری نمایید. شعاع خمیدگی کمتر از این حد، می‌تواند به کابل‌های PV آسیب جدی وارد کند.

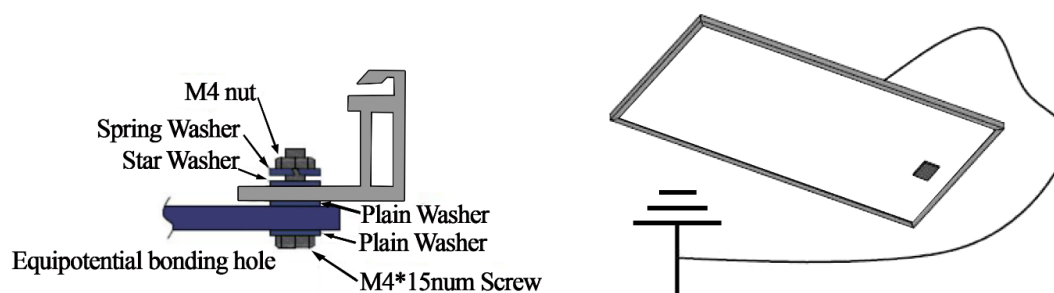


تصویر ۱۶ - خم کاری کابل

۴- اتصال به زمین

به منظور تأمین ایمنی الکتریکی، یک رسانای هم‌پتانسیل باید به نقطه اتصال زمین (ارت) و تجهیزات یا متعلقات پیش‌بینی‌شده برای این منظور متصل شود. همچنین، تمامی پنل‌های خورشیدی در یک رشته (String) باید به صورت مناسب و مطمئن به یکدیگر هم‌بند شده و اتصال آن‌ها به سیستم زمین مطابق الزامات فنی انجام شود.

توجه داشته باشید که استفاده از یک واشر ستاره‌ای از جنس استیل ضدزنگ بین سیم زمین و فریم پنل ضروری است؛ این واشر جهت جلوگیری از خوردگی ناشی از تفاوت فلزات به کار می‌رود. پیچ اتصال را به طور محکم ببندید.



تصویر ۱۷ - اتصال پنل خورشیدی به زمین

۵- فیوز

اتصال فیوز به تمام ترمینال‌های غیر زمین‌شده آرایه الزامی است. به عبارت دیگر، در صورت عدم اتصال سیستم به زمین، باید برای حفاظت، هر دو ترمینال مثبت (+) و منفی (-) به فیوز مناسب مجهز شوند.

الف) حداکثر جریان فیوز سری برای پنل M10 برابر با ۳۰ آمپر است. مقادیر اختصاصی پنل‌ها در برچسب محصول و برگه اطلاعات فنی آن موجود می‌باشد.

ب) مقدار فیوز، حداکثر جریان معکوس قابل تحمل پنل را نیز تعیین می‌کند (زیرا سایه‌دار بودن یک آرایه می‌تواند منجر به ایجاد جریان معکوس در آرایه‌های موازی دیگر گردد). بنابراین، تعداد آرایه‌های متصل به صورت موازی تحت تأثیر این عامل قرار می‌گیرد.

ج) اتصال دو یا چند رشته موازی و استفاده مشترک از فیوزها مجاز نمی‌باشد.

۶- انبارش

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

۷- نگهداری و مراقبت

جهت اطمینان از عملکرد بهینه پنل خورشیدی، انجام بازرسی‌ها و نگهداری‌های منظم، به‌ویژه در طول دوره ضمانت، الزامی است. مانا انرژی توصیه می‌نماید اقدامات نگهداری ذیل به‌صورت منظم اجرا گردند:

۱.۷- بازرسی چشمی

پنل‌های خورشیدی را به صورت چشمی و با دقت کافی بازرسی نمایید تا هرگونه عیب یا نقص ظاهری شناسایی شود. در صورت مشاهده نقص، موارد زیر باید مورد ارزیابی قرار گیرند:

الف) در پنل‌های مجهز به پوشش ضدانعکاس (Anti-Reflective Coating)، مشاهده تفاوت‌های جزئی در رنگ سلول‌ها از زوایای مختلف، می‌تواند یک پدیده طبیعی و ناشی از ویژگی‌های این نوع پوشش باشد.

ب) بررسی کنید که شیشه محافظ پنل دچار شکستگی، ترک یا آسیب دیدگی نشده باشد.

ج) اطمینان حاصل کنید که سطح پنل فتوولتائیک با اجسام تیز، برنده یا سایر اشیای خطرناک در تماس نباشد.

د) بررسی کنید که هیچ‌گونه مانع، جسم یا ماده خارجی موجب ایجاد سایه بر روی سطح پنل‌های فتوولتائیک نشده باشد.

ه) چنانچه خوردگی در امتداد نوارهای بایبار سلول‌ها مشاهده شد، توجه داشته باشید که این امر ناشی از نفوذ رطوبت از صفحه پشتی پنل است. لطفاً صفحه پشتی را به دقت جهت شناسایی آسیب‌های احتمالی بازرسی کنید.

و) صفحه پشتی پنل را از نظر وجود آثار سوختگی، تغییر رنگ غیرعادی یا آسیب حرارتی بررسی نمایید.

ز) پیچ‌ها، کلمپ‌ها و براکت‌های نصب را بررسی کنید و در صورت مشاهده شل‌شدگی یا عدم استحکام، نسبت به تنظیم و محکم کردن صحیح آن‌ها اقدام نمایید.

۲.۷- نظافت پنل

الف) تجمع گرد و غبار و آلودگی روی سطح پنل‌ها باعث کاهش بازده انرژی می‌شود. بنابراین پیشنهاد می‌شود پنل‌ها را ترجیحاً سالی یک‌بار (بسته به شرایط محیطی) با پارچه‌ای نرم و خشک یا مرطوب تمیز نمایید. توجه داشته باشید که استفاده از آب با املاح بالا توصیه نمی‌شود، زیرا باعث ایجاد رسوب روی شیشه می‌گردد.

ب) در صورت تردید درباره لزوم تمیزکاری، ابتدا یک آرایه از پنل‌های آلوده را انتخاب و تمیز نمایید. چنانچه افزایش توان خروجی کمتر از ۵٪ بود، معمولاً نیازی به تمیزکاری نیست. توجه داشته باشید که این ارزیابی باید صرفاً در شرایط تابش خورشید پایدار و بدون ابر انجام شود.

ج) استفاده از مواد ساینده برای نظافت پنل‌های خورشیدی اکیداً ممنوع است.

د) مانا انرژی توصیه می‌کند، به منظور کاهش ریسک شوک‌های الکتریکی و حرارتی، عملیات نظافت باید در ساعات اولیه صبح یا اواخر عصر و در شرایطی که شدت تابش خورشید کمتر از ۲۰۰ وات بر متر مربع و دمای پنل‌ها پایین است، صورت گیرد.

ه) از تمیز کردن پنل‌هایی که شیشه شکسته یا سیم‌کشی‌های نمایان دارند، به دلیل خطر شوک الکتریکی اکیداً خودداری کنید.

و) استفاده از مواد شیمیایی برای نظافت پنل‌های خورشیدی ممنوع است، زیرا ممکن است توان خروجی آن‌ها را تحت تأثیر قرار داده و همچنین از شرایط ضمانت و گارانتی خارج نماید.

ز) نظافت پنل‌های خورشیدی در شرایط جوی نامساعد نظیر باد شدید، باران یا برف سنگین اکیداً ممنوع است.

ح) در حین عملیات نظافت، اطمینان حاصل کنید که فشار آب بر سطح شیشه پنل از ۴ مگاپاسکال تجاوز نکند و پنل در معرض هیچ نیروی خارجی اضافی قرار نگیرد.

ط) به طور معمول نیازی به تمیزکاری سطح پشتی پنل‌های خورشیدی نیست. چنانچه نیاز به نظافت این بخش وجود داشت، باید اطمینان حاصل کنید که مایع شوینده به لایه زیرین نفوذ نمی‌کند.

ی) از به‌کارگیری مواد شیمیایی بر روی شیشه خودداری کرده و صرفاً از آب لوله‌کشی استفاده نمایید. پیش از شروع، مطمئن شوید که دمای سطح پنل پایین است؛ تمیز کردن پنل با آب خنک در زمانی که دمای سطح پنل بالاست، ممکن است منجر به شکستگی شیشه شود.

۳.۷- بازرسی اتصالات و کابل

توصیه می‌شود اقدامات پیشگیرانه زیر را هر شش ماه یک‌بار انجام دهید:

الف) چسب‌های آب‌بندی جانکشن باکس را جهت شناسایی هرگونه آسیب، بازرسی نمایید.

ب) پنل‌ها را جهت شناسایی علائم خرابی بازرسی کنید. تمام سیم‌کشی‌ها را از نظر آسیب‌های احتمالی ناشی از جوندگان و شرایط جوی بررسی نمایید و مطمئن شوید که تمام اتصالات محکم و بدون خوردگی هستند.

ج) سیستم را از نظر نشتی جریان الکتریکی به زمین بازرسی نمایید.

۸- مشخصات الکتریکی

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

۹- سلب مسئولیت

با توجه به اینکه مانا انرژی کنترلی بر نحوه نصب، بهره‌برداری، استفاده و نگهداری محصولات فتوولتائیک ندارد، هیچ‌گونه مسئولیتی در قبال خسارات، آسیب‌ها یا هزینه‌های ناشی از این فعالیت‌ها (در صورت انحراف از روش نصب توصیه شده) نخواهد داشت و صراحتاً از هرگونه مسئولیت در این خصوص، مبرا است.

شرکت مانا انرژی هیچ‌گونه مسئولیتی در قبال نقض احتمالی حقوق ثبت اختراع یا حقوق اشخاص ثالث ناشی از بهره‌برداری از محصول فتوولتائیک را نمی‌پذیرد. همچنین هیچ‌گونه مجوزی، چه به صورت ضمنی و چه به روش دیگر، تحت هیچ‌گونه 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.