



**MANA ENERGY**  
**مانا انرژی** 2024

راهنمای نگهداری و نظافت  
پنل های خورشیدی

مریم عزیزی

بهترین و معتبرترین شرکت‌های نصب سیستم‌های خورشیدی معمولاً ضمانت‌نامه‌های ۲۵ تا ۳۰ ساله ارائه می‌دهند تا عملکرد پنل‌های شما در طول عمر مفیدشان تضمین شود. با این حال، آگاهی از روش‌های صحیح نگهداری پنل‌های خورشیدی همچنان حائز اهمیت است. اصلی‌ترین نیاز نگهداری، نظافت دوره‌ای پنل‌هاست. هنگامی که گرد و غبار و سایر ذرات بر روی سطح پنل‌ها انباشته می‌شوند، می‌توانند نور خورشید را مسدود کرده و تولید برق را کاهش دهند.

## ۱- بازرسی و نگهداری دوره‌ای پنل‌های خورشیدی

۱. بررسی کنید که آیا پنل‌ها دچار آسیب شده‌اند یا خیر و در صورت مشاهده، آن‌ها را در اسرع وقت جایگزین کنید.
۲. بررسی کنید که آیا اتصال سیم‌های پنل و سیم اتصال زمین مناسب است و اینکه آیا اتصالات از جای خود خارج نشده‌اند.
۳. بررسی کنید که آیا محل اتصال کامباینر باکس داغ است.
۴. بررسی کنید که آیا بست پنل‌ها شل یا شکسته شده است.
۵. گیاهان و علف‌های هرزی که باعث سایه اندازی پنل‌ها می‌شوند را حذف کنید.
۶. بررسی کنید که آیا شیء یا پوششی بر روی سطح پنل‌ها وجود دارد یا خیر.
۷. وجود فضولات پرندگان بر روی سطح پنل‌ها را بررسی کرده و در صورت نیاز، آن‌ها را تمیز کنید.
۸. تمیزی پنل‌ها را ارزیابی کنید.
۹. در هوای بادی، باید بازرسی دقیق از پنل‌ها و بست‌ها انجام شود.
۱۰. در روزهای برفی، پنل‌ها باید به موقع تمیز شوند تا از انباشته شدن برف و یخ بر روی سطح پنل جلوگیری شود.
۱۱. در هنگام بارش شدید باران، بررسی کنید که آیا تمام آب‌بندی‌ها در شرایط مناسبی قرار دارند و نشتی وجود ندارد.
۱۲. بررسی کنید که آیا حیواناتی وارد نیروگاه شده و به پنل‌ها آسیب رسانده‌اند.
۱۳. در شرایط بارش تگرگ، باید بازرسی دقیقی از سطح پنل‌ها صورت گیرد.
۱۴. دمای پنل‌ها را اندازه‌گیری کرده و آن را با دمای محیط مقایسه کنید تا تجزیه و تحلیل لازم انجام شود. چنانچه مشکلات زیر مشاهده شد، باید بلافاصله با متخصصین حرفه‌ای یا خدمات پس از فروش تماس گرفته و پنل‌ها را تنظیم یا تعویض نمایید:

- الف- شکستگی شیشه، سوختگی صفحات پشتی، تغییر رنگ محسوس و سایر آسیب‌های مشابه
- ب- تغییر شکل، ترک خوردگی، سوختگی یا عدم امکان اتصال ترمینال جانکشن باکس

## ۲- نظافت پنل‌های خورشیدی

بسیاری از تولیدکنندگان و شرکت‌های نصب سیستم‌های خورشیدی توصیه می‌کنند که پنل‌های خورشیدی را حداقل دو بار در ماه تمیز کنید. بسته به شرایط محیطی و آب و هوا، ممکن است نیاز باشد که سیستم خود را بیشتر تمیز کنید. به عنوان مثال، در صورتی که پروژه ساخت‌وساز بزرگی در نزدیکی محل زندگی شما وجود داشته باشد، گرد و غبار سریع‌تر بر روی پنل‌ها انباشته می‌شود.

در صورتی که خروجی انرژی به‌طور مداوم ۵٪ تا ۱۰٪ نسبت به عملکرد پایه کاهش یابد اما همه چیز در وضعیت عادی باشد، نیاز به شست‌وشوی ماژول‌ها وجود دارد.

براساس شرایط محیطی، ماژول‌ها را بازرسی کنید:

- مناطق خشک و گرد و غباری: هر ۲ تا ۴ هفته ارزیابی انجام شود.
- مناطق مرطوب و بارانی: هر ۶ تا ۸ هفته ارزیابی انجام شود (بارش باران ممکن است به‌طور طبیعی پنل‌ها را تمیز کند).
- مناطق با آلودگی بالا: به‌صورت هفتگی بازرسی صورت گیرد.

باران می‌تواند پنل‌های شما را به صورت رایگان تمیز کند و موادی مانند خاک و فضولات پرندگان را بشوید. با این حال، باید پس از شرایط آب و هوایی شدید، بازرسی بصری انجام دهید تا اطمینان حاصل کنید که پنل‌ها در شرایط مطلوبی قرار دارند.

- در هنگام تمیز کردن پنل‌ها، بر روی پنل‌ها قدم نزنید؛ از پاشیدن آب بر پشت پنل یا کابل‌ها خودداری کنید؛ پشت پنل‌ها را تمیز نکنید؛ اتصالات را تمیز و خشک نگه دارید؛ از آتش‌سوزی و شوک الکتریکی جلوگیری کنید؛ از بخارشور استفاده نکنید.
- شیشه‌های شکسته یا پنل‌هایی با خطوط شکسته یا سیم‌های لخت را تمیز نکنید، زیرا ممکن است باعث شوک الکتریکی شود.
- برای لمس یا حمل سطح شیشه پنل‌ها از انگشتان یا دست‌های بدون دستکش استفاده نکنید. از دستکش تمیز برای جلوگیری از ایجاد اثر انگشت و آلودگی‌های دیگر بر روی شیشه استفاده کنید.
- فریم آلومینیومی پنل‌ها و پایه‌های نصب دارای زوایای تیز هستند، در حین تمیز کردن، لباس کار مناسب و کلاه ایمنی بپوشید تا از خراشیدگی و آسیب‌های احتمالی جلوگیری شود.

## ۱-۲- انتخاب زمان تمیزکاری

تمیز کردن شیشه پنل‌ها باید در ساعات اولیه صبح، عصر، شب یا در روزهای بارانی انجام شود. همچنین، در صبح یا عصر، زمانی را انتخاب کنید که شدت تابش خورشید کم است. می‌توانید پنل‌های خورشیدی را با شلنگ بشویید، اما هرگز این کار را در یک روز گرم تابستانی انجام ندهید. پنل‌های خورشیدی در زیر نور خورشید به دمای بالایی می‌رسند و تأثیر خنک‌سازی ناگهانی ناشی از شستشو می‌تواند باعث ترک‌خوردگی آن‌ها شود. همچنین، از تمیز کردن پنل‌های خود در روزهای آفتابی خودداری کنید، زیرا این کار می‌تواند لکه‌هایی را به جا بگذارد زیرا آب به سرعت تبخیر می‌شود.

## ۲-۲- فرآیند تمیزکاری

یک تمیزکاری معمولی شامل سه مرحله است: جاروب کردن، زدودن و شستن.

- مرحله ۱: جاروب کردن  
در این مرحله، گرد و غبار و مواد خارجی با استفاده از گردگیر یا حتی تی خشک برداشته می‌شوند. مهم است که اطمینان حاصل شود گرد و غبار به گوشه‌های پنل‌ها نرفته و از ایجاد هات اسپات که ممکن است به پنل آسیب برساند، جلوگیری شود. اگر پنل‌ها در مناطق کویری نصب شده باشند، به دلیل کمبود آب و گرد و غبار بیشتر، توصیه می‌شود از گاز زدودن ماسه‌های موجود در سطح پنل‌ها استفاده شود.
- مرحله ۲: زدودن  
در صورتی که مواد خارجی سخت مانند فضولات پرندگان، شاخه‌های گیاهان، برگ‌ها و غیره به سطح پنل چسبیده باشند، باید با استفاده از پارچه غیر بافته تمیز شوند و نباید از اشیاء سخت با درجه سختی بالا استفاده شود.
- مرحله ۳: شستن  
اگر بر روی سطح پنل‌ها موادی مانند فضولات پرندگان یا شیره گیاهان وجود دارد یا گرد و غباری که به دلیل رطوبت بالا به راحتی پاک نمی‌شود، باید با آب تمیز شسته شوند. اگر موادی مانند فضولات پرندگان، شیره گیاهان و یا گرد و غباری که به دلیل رطوبت بالا به راحتی پاک نمی‌شود، بر روی سطح پنل‌ها وجود داشته باشد، این مواد رنگی باید از طریق شستشو پاک شوند. این مواد معمولاً با استفاده از آب تمیز از بین می‌روند. آب را بر روی ناحیه آلوده اسپری کنید و سپس با استفاده از برس تمیز کنید. مواد روغنی در صورت وجود، باید با آب مخلوط با الکل پوشانده شوند و پس از اینکه محلول به خوبی در آلودگی‌ها نفوذ کرد، با برس پاک شوند. در صورت نیاز، می‌توان پنل را با استفاده از شیشه پاک‌کن همراه با پارچه‌های غیر بافته یا تیغه‌های پاک‌کننده شیشه، تمیز کرد.

### ۲-۳- ابزارهای تمیزکاری و مواد شیمیایی

هرگز از ابزارهای سخت مانند جاروی سقفی، برس‌های زبر یا ابزارهایی که ممکن است سطح پنل‌ها را خش بیندازند استفاده نکنید. همچنین، از مواد شیمیایی برای تمیزکاری خودداری کنید، زیرا ممکن است باعث آسیب به پنل‌ها شوند. برس‌های نرم و تی‌های تمیزکننده برای تمیز کردن پنل‌های خورشیدی مناسب هستند، یا می‌توانید از دمنده یا شلنگ استفاده کنید.

تمامی انواع پاک‌کننده‌های شیشه تجاری، الکل / اتانول / متانول نیز قابل استفاده هستند. از پودرهای ساینده، پاک‌کننده‌های ساینده، پاک‌کننده‌های مالشی، جلادهنده‌ها، هیدروکسید سدیم، بنزن، رقیق‌کننده‌های نیترو، مواد اسیدی یا قلیایی و سایر مواد شیمیایی استفاده نکنید.

در صورتی که آلودگی‌های روغنی و سایر مواد سخت روی سطح پنل وجود داشته باشند که به راحتی پاک نمی‌شوند، از شوینده‌های مایع خنثی بدون اصطکاک استفاده کنید؛ از هیچ‌گونه حلال آلی حاوی اسید یا قلیا برای تمیز کردن پنل استفاده نکنید.

### ۲-۴- الزامات کیفیت آب

- PH: ۵ الی ۷
- کلراید و نمک: ۰ تا ۳۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
- کدورت: ۰ تا ۳۰ NTU
- ✓ هدایت الکتریکی: ۱۵۰۰ الی ۳۰۰۰  $\mu\text{s}/\text{cm}$
- کل مواد جامد محلول کل (TDS): حداکثر ۱۰۰۰ میلی‌گرم در لیتر
- سختی آب، یون‌های کلسیم و منیزیم: کمتر از ۶۰۰ میلی‌گرم در لیتر
- آب غیر قلیایی باید استفاده شود؛ در صورت امکان، از آب دی‌مینرالیزه استفاده کنید.
- فشار آب مورد استفاده برای تمیزکاری باید کمتر از ۶۹۰ KPa باشد.
- استفاده از آب با محتوای بالای مواد معدنی توصیه نمی‌شود زیرا ممکن است پس از خشک شدن آب، رسوبات بر روی سطح شیشه باقی بماند. آب شهری معمولاً می‌تواند این الزامات را برآورده کند.

### ۲-۵- تمیز کردن پنل‌ها در زمستان

گاهی اوقات برف و یخ می‌تواند بر روی پنل‌ها انباشته شود، اما از آنجایی که پنل‌ها زاویه‌دار هستند، معمولاً برف و یخ ذوب شده و سر می‌خورد. اگر برف یا یخ باقی مانده باشد، پاشیدن آب ولرم می‌تواند به از بین بردن آن کمک کند. از استفاده از آب داغ برای تمیز کردن برف و یخ خودداری کنید، زیرا تفاوت دما می‌تواند باعث ترک خوردن پنل‌ها شود. همچنین می‌توانید با استفاده از برس‌های غیر ساینده، برف و یخ را به آرامی از روی پنل‌ها بردارید.

## ۲-۶- بازرسی پنل‌ها پس از تمیزکاری

اطمینان حاصل کنید که پنل‌ها پس از بازرسی چشمی تمیز، براق و عاری از لکه‌ها باشند.

- بررسی آیا دوده بر روی سطح پنل وجود دارد یا خیر.
- بررسی کنید که آیا خراش‌های قابل مشاهده بر روی سطح پنل وجود دارند یا خیر.
- بررسی کنید که ترک بر روی سطح پنل ایجاد شده است یا خیر.
- بررسی کنید که آیا استراکچر پنل پس از تمیزکاری کج شده یا خم شده است.
- بررسی کنید که آیا ترمینال‌های پنل جدا شده‌اند یا خیر.
- پس از تمیزکاری پنل‌های خورشیدی، فرم ثبت تمیزکاری پنل‌های خورشیدی را تکمیل کنید.

## ۳- سایه‌زنی پنل‌های خورشیدی

پنل‌های خورشیدی در هنگام سایه دچار افت چشمگیری در تولید انرژی می‌شوند زیرا نور خورشید کمتری به سطح آن‌ها می‌رسد. تکنسین‌های حرفه‌ای سیستم‌های خورشیدی تلاش می‌کنند تا پنل‌های شما را در ناحیه‌ای عاری از سایه نصب کنند. با این حال، رشد گیاهان و سایر تجهیزات سقفی می‌توانند سایه‌های جدیدی ایجاد کرده و پنل‌های خورشیدی شما را بیوشانند.

بسیاری از پنل‌های خورشیدی خانگی به صورت مدار رشته‌ای به هم متصل هستند، به این معنا که تمام پنل‌های رشته تحت تأثیر یک پنل ناکارآمد قرار می‌گیرند. سایه‌زنی متمرکز که تنها یکی از پنل‌های شما را پوشش می‌دهد، می‌تواند تولید انرژی کل آرایه را کاهش دهد.

شاخه‌های درختانی که بالای پنل‌های خورشیدی شما رشد می‌کنند، باید به صورت منظم هرس شوند تا از سایه‌زنی جلوگیری شود. سایر تجهیزات سقفی مانند کلکتورهای آب گرم خورشیدی و کولرها باید به گونه‌ای نصب شوند که بر روی سیستم خورشیدی شما سایه نیندازند.

گرد و غبار و سایر مواد زائد می‌توانند همان اثر سایه‌ها را بر روی پنل‌های خورشیدی داشته باشند. این مواد می‌توانند نور ورودی را مسدود کنند و تولید برق کاهش یابد. همان‌طور که قبلاً گفته شد، پنل‌های خورشیدی را به صورت منظم تمیز کنید تا از عملکرد بهینه آن‌ها اطمینان حاصل نمایید.

## ۴- نگهداری اینورترهای خورشیدی

- اینورتر را تمیز نگه دارید و از ورود گرد و غبار به آن جلوگیری کنید (هر شش ماه یک بار).
- اطمینان حاصل کنید که اینورتر عاری از حشرات یا حیوانات باشد (هر فصل یک بار).
- بررسی کنید که تمامی اتصالات الکتریکی تمیز و محکم باشند (هر شش ماه یک بار).
- داده‌های نرم‌افزاری را ذخیره کنید (ماهانه).

- تعمیر و تعویض فن خنک‌کننده (سالانه).
- بررسی عملکرد ایمنی، بررسی صفحه نمایش LCD اینورتر و عملکرد خاموشی سیستم (هر شش ماه یک بار).
- بهینه‌سازی نرم‌افزاری (هر شش ماه تا یک سال).

#### ۵- نگهداری استراکچر پنل خورشیدی

- از استراکچر فوتوولتائیک نصب شده بر روی پایه‌های پیش‌ساخته استفاده کنید. پایه‌های پیش‌ساخته باید به صورت پایدار و منظم قرار گرفته و جایگاه آن‌ها جابه‌جا نشود. تمام اتصالات استراکچر باید محکم و قابل اطمینان باشند و تمام پیچ‌ها باید کامل باشند.
- اگر پوشش ضد خوردگی و ضد زنگ موجود بر روی سطح استراکچر دچار ترک یا ریزش شد، باید به موقع دوباره رنگ‌آمیزی شود.
- استراکچرها باید به خوبی زمین شوند، به‌ویژه قبل از آغاز فصل رعد و برق هر سال، سیستم زمین‌کردن باید مورد بررسی قرار گیرد تا اطمینان حاصل شود که اتصال قوی و تماس مناسب وجود دارد.

#### ۶- نکات ایمنی

- **حفاظت در برابر برق‌گرفتگی:** هنگام کار با سیستم‌های خورشیدی، از دستکش‌های عایق استفاده کنید و از تماس مستقیم با کابل‌های برق‌دار خودداری کنید.
- **حفاظت در برابر آتش‌سوزی:** سیستم‌های خورشیدی دارای ولتاژ بالا هستند؛ بنابراین، از استفاده از مواد قابل اشتعال در نزدیکی آن‌ها خودداری کنید.
- **نصب درست تجهیزات ایمنی:** مطمئن شوید که تجهیزات حفاظتی مانند فیوزها، قطع‌کن‌ها و ارتینگ به درستی نصب و تنظیم شده‌اند.
- **خاموش کردن سیستم:** قبل از انجام هرگونه تعمیرات یا نگهداری، سیستم را به طور کامل خاموش کنید و برق ورودی و خروجی را قطع نمایید.

#### ۷- نگهداری کابل‌ها و اتصالات

- تمامی اتصالات کابل‌ها باید به طور منظم بررسی شوند تا مطمئن شوید هیچ‌گونه شل‌شدگی یا آسیب دیدگی در آن‌ها وجود ندارد.

- کابل‌ها باید به گونه‌ای نصب شوند که از آسیب‌های فیزیکی در امان باشند. از بست‌ها و محافظ‌های مناسب استفاده کنید تا کابل‌ها ثابت و ایمن باشند.
- اگر در زمان بازرسی چشمی، ترک‌خوردگی، پارگی یا خوردگی در پوشش کابل‌ها مشاهده شد، باید بلافاصله تعویض شوند.
- اتصالات باید در برابر رطوبت و نفوذ آب محافظت شوند. از بست‌های مقاوم در برابر آب و هوا استفاده کنید و درزها را به خوبی آب‌بندی کنید.
- اطمینان حاصل کنید که هیچ بخشی از کابل‌ها در معرض نور مستقیم خورشید قرار نگرفته و یا با اشیاء تیز در تماس نباشد.