



وزارت نیرو
سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و
بررسی انرژی برق (ساتبا)

سامانه های خورشیدی فتوولتایک نصب شده بر بام ساختمان ها

راهنمای شیوه های بهره برداری و تعمیر و نگهداری

تالیف:

دفتر تدوین استانداردها و مقررات فنی ساتبا



عنوان کتاب:

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی
فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



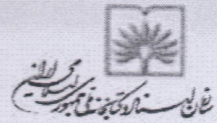
گروه مولفین:

دفتر تدوین استانداردها و مقررات فنی

شهریور ۱۳۹۸



بِسْمِ اللّٰهِ الرَّحْمٰنِ الرَّحِیْمِ



عنوان و نام پدیدآور

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر بام ساختمان‌ها در کشور ایران / گروه مولفین دفتر تدوین استانداردها و مقررات فنی [سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی ایران (ساتیا)].، پیمان تقی‌پور ... [و دیگران].

مشخصات نشر

: تهران: فن برتر رویایی، ۱۳۹۹.

مشخصات ظاهری

: ۲۵۷ ص.: مصور (بخشی‌رنگی)، جدول (بخشی‌رنگی).

شابک

: 978-622-6141-37-6

وضعیت فهرست نویسی

: فیبا

یادداشت

: گروه مولفین دفتر تدوین استانداردها و مقررات فنی [سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی ایران (ساتیا)]: پیمان تقی‌پور، عباس محمدصالحیان‌پیرمرد، سمیرا منشی‌پور، محمد بنده‌ای، محمدرضا شاهنواز، یوسف فقیه، وحید ترکشوند ...

یادداشت

: کتابنامه: ص. ۲۵۷.

: برف - ایران - سیستم‌های فتوولتایی - طراحی و ساخت

: Iran -- Design and construction -- Photovoltaic power systems

: برف - ایران - سیستم‌های فتوولتایی - نگهداری و تعمیر

: Iran -- Maintenance -- Photovoltaic power systems

: تولید برف از انرژی خورشیدی - ایران

: Iran -- Photovoltaic power generation

: تقی‌پور، پیمان، ۱۳۵۸-

: سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی ایران (ساتیا). دفتر تدوین استانداردها و مقررات فنی.

شناسه افزوده

شناسه افزوده

: TK1۰۸۷

زده بندی کنگره

: ۶۲۱/۳۱۳۴۴۰۹۵۵

زده بندی دیویی

: ۶۱۵۹۱۳۴

شماره کتابشناسی ملی

نام کتاب: راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک

نصب شده بر بام ساختمان‌ها در کشور ایران

مولفین: پیمان تقی‌پور - عباس محمد صالحیان پیرمرد - سمیرا منشی‌پور - محمد بنده‌ای -

محمد رضا شاهنواز - یوسف فقیه - وحید ترکشوند - محمد حسین جمشیدی - سمیرا فاضلی -

آیدا صیادجو - مونا وثوقی فرد

ناظر چاپ: محمد خوشحال

ناشر: فن برتر رویایی

نو

طراح جلد: محمد بنده‌ای

لیتوگرافی - چاپ و صحافی: حمزه‌ای

نوبت چاپ: اول

سال چاپ: ۱۳۹۹

تیراژ: ۱۰۰۰

قیمت:

شابک: ۹۷۸-۶۲۲-۶۱۴۱-۳۷-۶

فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۷	مقدمه
۹	فصل یک: مقدمه‌ای بر تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک
۱۰	۱- بخش اول: اهمیت بهره برداری و نگهداری
۱۰	۱-۱- خروجی مورد انتظار
۱۱	۱-۲- مزایای تعمیر و نگهداری
۱۲	۲- بخش دوم: مروری بر اجزای سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها
۱۲	۱-۲- انواع سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها
۱۵	۲-۲- اجزاء سیستم
۳۶	۳- بخش سوم: دسته بندی تعمیر و نگهداری
۳۷	۱-۳- تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده
۳۹	۲-۳- تعمیر و نگهداری برنامه ریزی نشده
۴۰	۴- بخش چهارم: ابزارها و تجهیزات مورد استفاده
۴۴	۱-۴- تکنیک ها و روش‌های تست
۴۹	فصل دوم: مدول‌های فتوولتائیک
۴۹	۱- بخش اول: شناسایی و تشخیص خطا
۴۹	۱-۱- تجمع گرد و غبار
۵۳	۲-۱- ایجاد سایه بر روی مدول
۵۸	۳-۱- عدم تطابق مدول
۶۱	۴-۱- یکپارچگی ظاهری
۶۴	۲- بخش دوم: تعمیر و نگهداری و عیب یابی
۶۴	۱-۲- سطح مقدماتی
۷۳	۲-۲- سطح پیشرفته

۷۵	۳-۲- روش‌ها و تکنیک‌ها برای تحلیل سایه
۹۲	۴-۲- نکات کلیدی که باید به یاد داشته باشید
۹۴	فصل سوم: اینورترها
۹۴	۱- بخش اول: بازرسی و شناسایی خطا
۹۴	۱-۱- طبقه بندی اینورترهای خورشیدی
۱۰۲	۲-۱- بازرسی روتین
۱۱۶	۲- بخش دوم: تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی
۱۱۶	۲-۱- سطح پایه
۱۲۳	۲-۲- سطح پیشرفته
۱۳۰	۳-۲- نکات کلیدی برای یادآوری
۱۳۱	فصل چهارم: تعادل سامانه‌ها
۱۳۱	۱- بخش اول: بازرسی و شناسایی خطاها
۱۳۱	۱-۱- کابل‌ها
۱۳۲	۲-۱- ابزارهای حفاظتی
۱۳۸	۳-۱- باتری‌ها
۱۳۹	۲- بخش دوم: تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی
۱۳۹	۲-۱- سطح مقدماتی
۱۷۲	۲-۲- سطح پیشرفته
۱۸۹	۳-۲- نکات کلیدی برای یادآوری
۱۹۰	فصل پنجم: ایمنی در محل کار
۱۹۰	۱- بخش اول: دستورالعمل ایمنی عمومی
۱۹۰	۱-۱- ایمنی عمومی
۱۹۲	۲-۱- دستورالعمل‌های ایمنی اختصاصی
۱۹۳	۲- بخش دوم: دستورالعمل‌های ایمنی فردی
۱۹۳	۲-۱- اهمیت تجهیزات حفاظت فردی (PPE)

۱۹۴	۲-۲ - خطرات اصلی ایمنی
۲۰۹	۳-۲ - نکات کلیدی که باید به خاطر سپرده شود
۲۱۰	فصل ششم : قرائت قبض برق نیروگاه خورشیدی
۲۱۰	۱- بخش اول : محاسبه میزان تولید انرژی الکتریکی
۲۱۶	فصل هفتم: مستند سازی
۲۱۶	۱- بخش اول : ضرورت مستندسازی و اهمیت ارائه خدمات اطلاعات و فناوری (ITC)
۲۱۸	۱-۱- مستند سازی سامانه
۲۱۸	۲-۱- مستند سازی تعمیر و نگهداری
۲۱۹	۳-۱- مستند سازی اجزاء
۲۲۱	فصل هشتم: شیوه‌های بهره‌برداری و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران - (کاربرد عمومی - سطح مبتدی)
۲۳۵	پیوست ها
۲۳۶	پیوست شماره ۱
۲۳۷	پیوست شماره ۲
۲۳۹	پیوست شماره ۳
۲۴۸	فهرست تصاویر
۲۵۶	فهرست جداول
۲۵۷	منابع

مقدمه:

این کتاب حاصل مطالعه و اخذ مطالب از کتاب‌ها و مستندات و همچنین اخذ نظرات و مشاوره از خبرگان و ذی‌نفعان حوزه سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها می‌باشد. با عنایت به پتانسیل مناسب خورشیدی و همچنین در راستای اجرای مصوبه خرید تضمینی برق از منابع تجدیدپذیر و پاک و استقبال بی‌نظیر هموطنان جهت نصب و راه‌اندازی سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک مختص مشترکین محدود به ظرفیت انشعاب و همچنین در راستای صیانت از منابع و سرمایه‌های بخش خصوصی، بهره‌برداری و نگهداری صحیح و مدیریت راهبردی این سامانه‌ها در کشور، تهیه، تدوین و ابلاغ این کتاب در دستور کار دفتر تدوین استانداردها و مقررات فنی سابتا قرار گرفت. برخلاف تصور عمومی که به اشتباه این سامانه‌ها را نیازمند به تعمیر و نگهداری نمی‌دانند، این سامانه‌ها به بهره‌برداری، نگهداری، تعمیر و بازدید‌های دوره‌ای حداقل، پس از نصب و راه‌اندازی نیاز دارند. ایمنی و نگهداری از تاسیسات این سامانه‌ها، غالباً نادیده گرفته می‌شود که این امر علاوه بر ایجاد خطرات جانی، موجب صدمات جبران‌ناپذیری در خصوص توسعه این فناوری در کشور می‌گردد.

این سازمان مطابق با اساسنامه و مأموریت‌های اصلی خود از طریق فراهم نمودن زیرساخت‌های لازم در کشور و افزایش بهره‌وری عرضه انرژی اقدام به تهیه، تدوین و ابلاغ دستورالعمل‌ها و مقررات فنی لازم برای نصب، راه‌اندازی و راهبری سامانه‌های تجدیدپذیر در کشور به صورت ساده و جامع برای همه مخاطبین و بازیگران این حوزه نموده است.

از آنجائی که ارائه مطالب و شرح تفصیلی از یک سامانه نصب شده برای طیف وسیعی از مخاطبین مبتدی دشوار است، بنابراین، در این کتاب، بخش‌هایی را برای مخاطبین مبتدی و بخش‌های دیگر برای متخصص این حوزه تعریف و گردآوری شده است که از یکدیگر مجزا می‌باشند. در این کتاب بطور ویژه می‌توان به برخی از ابزارها و روش‌های تعمیر و نگهداری اشاره کرد که می‌بایست توسط کارشناسان متخصص با ابزار و تجهیزات ایمنی مورد استفاده قرار گیرند و عموم مردم نباید به

انجام آن اقدامات مبادرت نمایند. با این حال، قصد ما آموزش دادن به افراد مبتدی برای بهره‌برداری صحیح و شناسایی و حل مشکلات فنی از طریق متخصصین این حوزه می باشد. این کتاب به مباحث مرتبط با سامانه‌های خورشیدی نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها پرداخته است. فصل‌های این کتاب بر اساس مدول‌های فتوولتائیک، اینورترها، سازه‌های نصب، کابل و غیره تقسیم بندی شده است. فصل ایمنی از جمله فصل‌های با اهمیت در این کتاب می باشد.

همچنین بخش دیگری در مورد چگونگی تهیه قبوض برق و کنتور خوانی وجود دارد که برای آندسته از مشتریان و مخاطبانی که اخیراً سامانه‌های خورشیدی نصب شده بر بام را اجرا کرده‌اند، مهم می باشد.

در پایان نیز یک فصل در مورد مستندات، شامل: چک لیست تعمیر و نگهداری و سایر اطلاعات ثبت شده از جمله دفترچه محاسباتی ارائه می گردد. امید است که با مطالعه این کتاب مطالب مفید و مناسبی را در جهت بهره‌برداری بهتر و ایمن‌تر از سامانه‌های خود دریافت نمایید. اسامی تهیه کنندگان این سند که در تهیه و گردآوری این کتاب زحمات زیادی را متحمل شدند عبارتند از:

آقایان: پیمان تقی‌پور، عباس محمد صالحیان پیرمرد، محمد بنده‌ای، محمد رضا شاهنواز، یوسف فقیه، وحید ترکشوند و محمد حسین جمشیدی

خانم‌ها: سمیرا منشی پور، سمیرا فاضلی، آیدا صیادجو و مونا وثوقی فرد
ضمناً یادآور می گردد که ترجمه این اثر خالی از عیب نیست. لذا از کلیه عزیزانی که این کتاب را مطالعه می کنند، استدعا دارد که در صورت مشاهده نکته یا موردی در خصوص اصلاح کتاب تذکر فرمایند تا در چاپ‌های بعد لحاظ گردد.

درخاتمه جا دارد از خبرگان این صنعت که در تهیه، بازبینی و اصلاح این کتاب نقش آفرین بودند تشکر نمائیم. اسامی خبرگانی که در انجام آن از زحمات ایشان قدردانی می گردد به شرح زیر است:

آقایان: محمد قهرودی محمدی - محمد نور محمدپور - سعید هاشمی - علی هاشمی (پژوهشگاه

نیرو)

فصل یک: مقدمه‌ای بر تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک:

مطالبی که در این فصل می‌خوانیم:

- نیازمندی‌ها و مزایای تعمیر و نگهداری
- مروری بر این سامانه‌ها و اجزا تشکیل دهنده آن
- دسته‌بندی تعمیر و نگهداری
- ابزار و تجهیزات مورد استفاده

۱- بخش اول: اهمیت بهره‌برداری و نگهداری

اگرچه سامانه خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها نیاز به تعمیر و نگهداری روزانه ندارد، اما مهم است که اطمینان حاصل شود، این سیستم به خوبی نگهداری شده و در سطح مطلوب عمل خواهد کرد، لذا عملیات تعمیر و نگهداری (O&M) بخش جدایی ناپذیر از این نوع سامانه می‌باشد.

این فصل اهمیت تعمیر و نگهداری در نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها را نشان می‌دهد. اهمیت این بخش از دیدگاه سرمایه‌گذار و دولت به شرح زیر بیان می‌شود:

- کیفیت سامانه خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها در طول عمر مفید آن،
 - تخصیص موثر منابع مالی از منظر دولت
 - اطمینان از بازگشت سرمایه از منظر سرمایه‌گذار
- به طور کلی، تصور عمومی بر این است که سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک، هیچگونه تعمیر و نگهداری نیاز ندارند. این موضوع تا حدی درست است اما، متأسفانه گمراه‌کننده نیز می‌باشد. بهره‌گیری از سامانه فتوولتائیک، سرمایه‌گذاری است که انتظار می‌رود برای مدت ۲۰ تا ۲۵ سال به طول انجامد. در نهایت وقتی که به این راهبرد در سرمایه‌گذاری می‌رسیم، باید مسائل مربوط به تعمیر و

نگهداری را نیز مدنظر قرار دهیم. لذا سرمایه گذار می‌بایست مسایل مربوط به عملکرد و احتساب هزینه‌ها در این بخش را مدنظر قرار دهد.

هدف اصلی در این فرآیند افزایش طول عمر سامانه و حفظ کارکرد آن است. از آنجا که یک سامانه نصب شده بر روی بام از اجزای AC و DC تشکیل شده است، معمولاً دارای ولتاژهای قابل ملاحظه‌ای نیز می‌باشند، لذا ایمنی نیز یک مسئله اصلی در این سامانه‌ها است که باید مورد توجه ویژه قرار گیرد.

با اطمینان از مباحث تعمیر و نگهداری از سامانه در فواصل زمانی مناسب، می‌توان تلفات را کاهش و تولید انرژی حاصل از منبع تامین کننده آن را افزایش داد. بخش‌های زیر بهترین شیوه‌های تعمیر و نگهداری را برای سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها مطرح می‌کنند، اما برخی از این موارد به همان اندازه برای نیروگاه‌های خورشیدی متداول نصب شده بر روی زمین نیز کاربرد دارند.

۱-۱- خروجی مورد انتظار:

تجربه تعمیر و نگهداری و چالش‌های آن برای جلوگیری از قطع تولید نیرو و برآورد تولید انرژی برای امنیت انرژی در آینده، بسیار مهم است. این کتاب به منظور ارائه مناسب‌ترین راهبردها و روش‌های نگهداری، تهیه و تدوین شده است. بنابراین این موارد می‌تواند از اتلاف تولید انرژی در این سامانه‌ها جلوگیری کند. کمبود آگاهی از طرف صاحبان و مالکان چنین سامانه‌هایی و حتی پیمانکاران نصب می‌تواند اهداف کشورمان را برای رسیدن به ظرفیت مورد نظر در برنامه‌ها و سیاست‌های کلان کشور به مخاطره اندازد.

این کتاب می‌تواند برای مخاطبین ذیل مورد استفاده قرار گیرد:

۱- به پیمانکاران و مهندسان کمک کند که از بهترین شیوه‌ها در عملیات نگهداری سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها استفاده نموده به طوری که تولید برق و طول عمر آنها حداکثر گردد.

- ۲- به مالکان و مشترکین این امکان را می‌دهد که با داشتن اطلاعات کافی در خصوص نگهداری این سامانه‌ها بتوانند پاسخگوی کار خویش باشند.
- ۳- به عنوان یک راهنما برای سرمایه‌گذاران و دولت‌ها به منظور اطمینان از اینکه سامانه‌های مورد حمایت خود را بهینه نگه می‌دارند، مناسب می‌باشد.

۲-۱- مزایای تعمیر و نگهداری:

به طور کلی مزایای تعمیر و نگهداری در جدول ذیل بیان شده است:

افزایش طول عمر نیروگاه	کاهش خرابی و معیوب شدن تجهیزات سامانه
افزایش تولید انرژی	افزایش درآمد
افزایش ایمنی	کاهش هزینه‌های تعمیر و نگهداری

- برخی از سؤالاتی که مطرح می‌شود:

- ۱- چند نوع روش نگهداری وجود دارد؟
 - ۲- چه کسی سامانه فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها را پشتیبانی خواهد کرد؟
 - ۳- تشخیص سطوح عملیات تعمیر و نگهداری برای جلوگیری از صرف هزینه‌های اضافی.
 - ۴- چه میزان بودجه برای فرآیند تعمیر و نگهداری مورد نیاز است؟
- پاسخ به این سؤالات به موقعیت و شرایط بستگی دارد. که این کتاب در پاسخ به این سؤالات کمک موثری خواهد نمود.

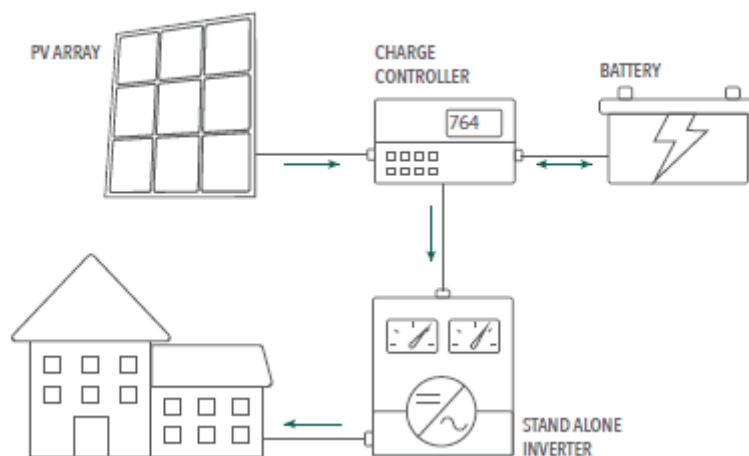
۲- بخش دوم: مروری بر اجزای سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها:

۲-۱- انواع سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها :

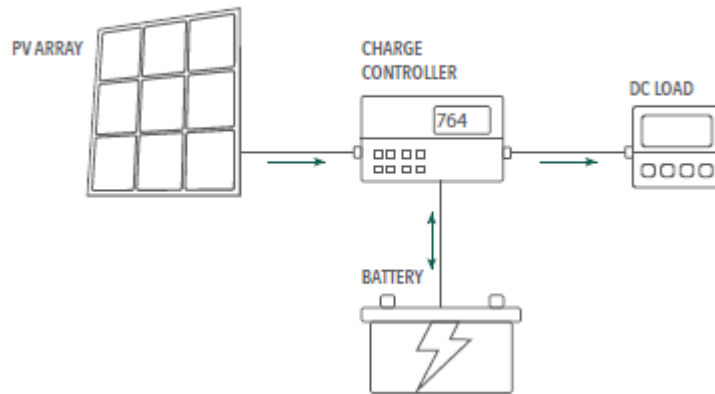
این بخش انواع سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها (Roof Top Photovoltaic) و اجزای مورد نیاز آن را توصیف می‌کند. این بخش عمدتاً به مالکان نیروگاه‌ها کمک می‌کند تا نگرش بهتری نسبت به سامانه‌ها و اجزای تشکیل دهنده آن ارائه نمایند.

- سامانه فتوولتائیک مستقل از شبکه:

این نوع سامانه‌ها از شبکه برق جدا هستند، در این سامانه‌ها از اینورتر مستقل از شبکه و باتری استفاده می‌گردد. شکل ۱ یک سامانه مستقل از شبکه با هر دو بار DC و AC را نشان می‌دهد و شکل ۲ یک سامانه مستقل از شبکه با بارهای DC را نشان می‌دهد.



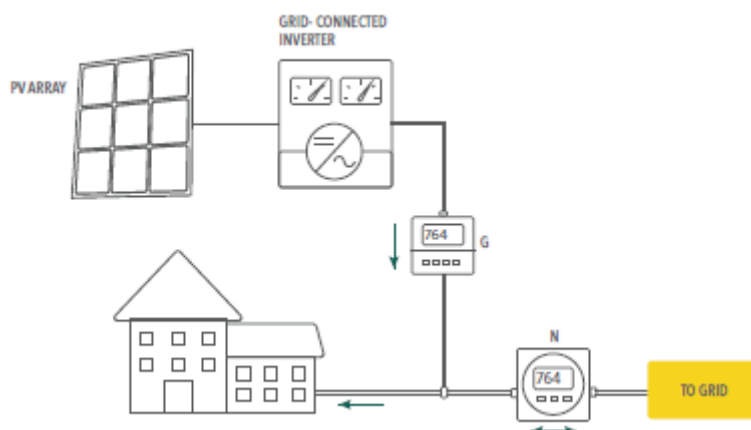
شکل ۱- سامانه مستقل از شبکه با بار AC و DC



شکل ۲- سامانه مستقل از شبکه با بار DC

- سامانه های خورشیدی فتوولتائیک متصل به شبکه:

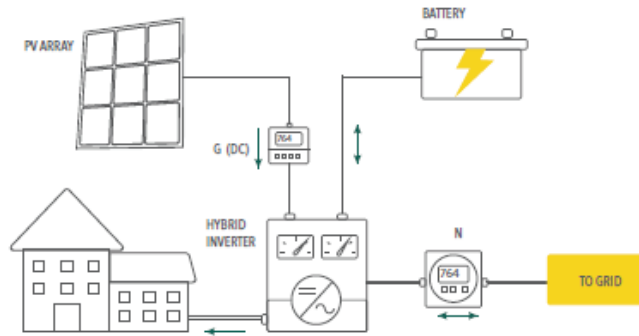
سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک متصل به شبکه مستقیماً به شبکه توزیع متصل می‌شوند. در این سامانه‌ها غالباً از باتری استفاده نمی‌گردد. اینورتر مورد استفاده در این سامانه‌ها از نوع متصل به شبکه می‌باشد. چنانچه نحوه اتصال این سامانه‌ها از نوع NET METERING باشد مازاد توان مورد نیاز بار مصرفی به شبکه تزریق می‌گردد. در صورتی که مشکلی در شبکه اعم از نوسان ولتاژ، تغییر فرکانس، و غیره ایجاد گردد، این سامانه به طور خودکار از شبکه جدا می‌شود. لازم به ذکر است که در سامانه‌هایی که محل اتصال آن‌ها در سمت کابل سرویس به سمت شبکه می‌باشد و مطابق ضوابط مندرج در فرآیند خرید تضمینی در کشور کل برق تولیدی سامانه محاسبه و درآمد ناشی از آن به مالکین نیروگاه پرداخت می‌گردد. (این موضوع در پیوست شماره ۴ قرارداد حق العمل کاری ساتبا با مشترکین گنجانده شده است). شکل (۳) سامانه متصل به شبکه را نشان می‌دهد.



شکل ۳- سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه

- سامانه های ترکیبی فتوولتائیک :

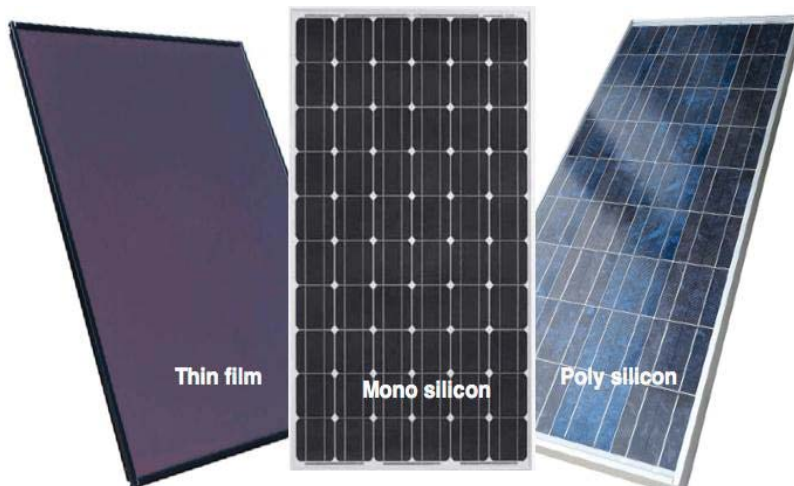
سامانه های ترکیبی فتوولتائیک به شبکه توزیع متصل می شوند و همچنین دارای سامانه باتری پشتیبان می باشند. اگر در یک سامانه فتوولتائیک هیبریدی، نا سازگاری در پارامترهای آن شبکه ایجاد شود، آن سیستم بگونه ای طراحی شده که به دلیل عامل ناسازگاری از شبکه جدا شده و انرژی بار مصرفی آن ساختمان از سامانه باتری طراحی شده در آن تامین می گردد. باتری های پشتیبان نیز می توانند از طریق شبکه یا انرژی خورشیدی در چنین سامانه هایی شارژ شوند. شکل (۴) یک سامانه هیبریدی را نشان می دهد.



شکل ۴- سامانه هیبریدی

۲-۲- اجزاء سیستم:

- مدول فتوولتائیک:



شکل ۵- مدول‌های فتوولتائیک

مدول‌های فتوولتائیک نور خورشید را مستقیماً به برق DC تبدیل می‌کنند. مدول‌های فتوولتائیک برای یک ظرفیت توان خاص در شرایط آزمایش استاندارد (STC)، که بر روی برچسب آن نشان داده شده، رتبه بندی می‌شود. در بازار، مدول‌های مختلف براساس مشخصات فنی، قیمت و سایر ملاحظات فنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موارد عمدتاً با توجه به نوع سلول آن معرفی می‌شوند.

مشخصات یک مدول توسط سازنده در پشت مدول ارائه شده است. ایمنی و کیفیت مدول فتوولتائیک با صدور گواهی‌نامه‌های گارانتی و وارانتی تضمین می‌شود. مدول‌های فتوولتائیک عمدتاً دارای یک ضمانت عملکرد ۹۰ درصد از توان اسمی خروجی برای ۱۰ سال اول و ۸۰ درصد برای ۱۵ سال بعدی را دارند.

وارانتی کار بر روی مدول فتوولتائیک عمدتاً برای حداقل ۱۰ الی ۱۵ سال است که هر گونه نقص در مواد یا ساخت را پوشش می‌دهد.

• سایر شرایط گارانتی و وارانتی برای مدول‌های فتوولتائیک از طرف سازنده و فروشنده آن اعلام می‌گردد.

اجزا تشکیل دهنده یک مدول فتوولتائیک

شکل (۶-۱) بخش‌های تشکیل دهنده یک مدول فتوولتائیک را نشان می‌دهد.



شکل (۶-۱) - بخش‌های تشکیل دهنده مدول فتوولتائیک

- شیشه محافظ

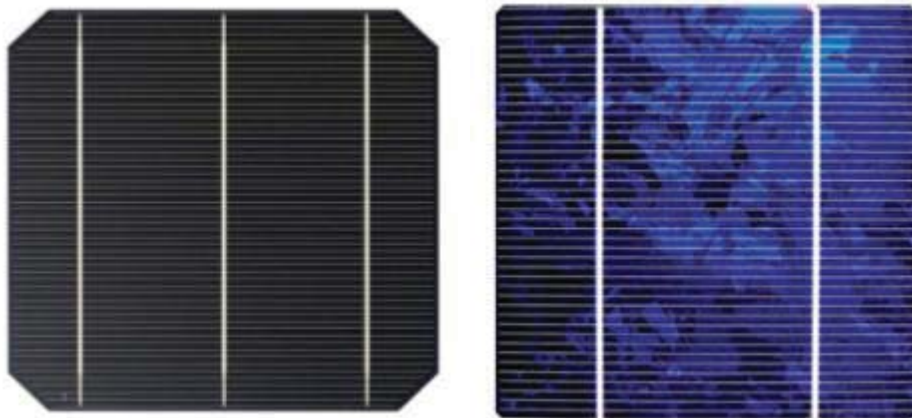
لایه رویی و محافظ سطح مدول را تشکیل می‌دهد.

- لایه نگهدارنده¹ EVA

مواد عایق کننده و شفاف که سلول ها و اتصالات داخلی مدول و سلول ها را احاطه می‌کند.

- سلول فتوولتائیک

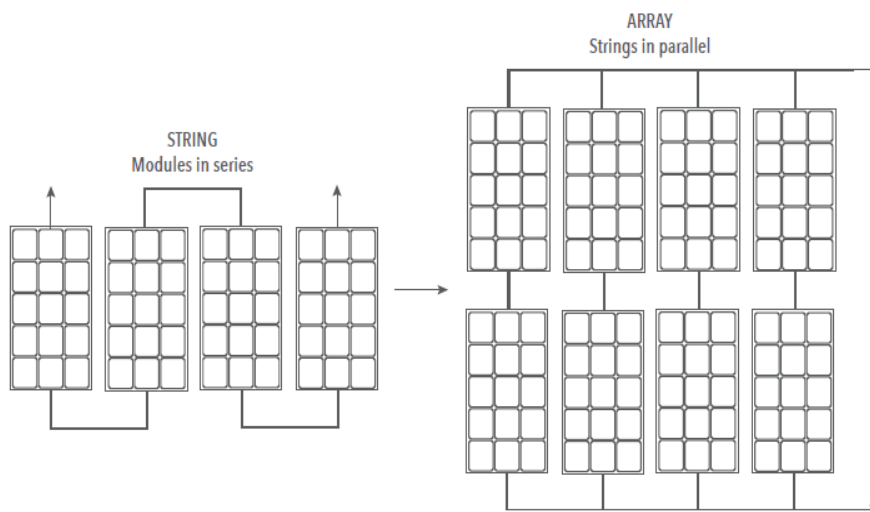
کوچکترین واحد مدول فتوولتائیک، سلول فتوولتائیک می‌باشد. سلول‌های فتوولتائیک، با نام سلول‌های خورشیدی نیز شناخته می‌شود و هنگامی که در معرض تابش خورشید قرار می‌گیرد، الکتریسیته از نوع DC تولید می‌کند. سلول های خورشیدی معمولا از منوکریستال و یا پلی کریستال سیلیکونی یا کریستال آمورف یا سایر نیمه هادی‌های مرکب مانند کادمیوم تلوراید (Cadmium Telluride-CdTe) و ایندیم گالیم سلناید مس (Copper Indium Gallium Selenide-CIGS) ساخته شده اند و در یک مدول فتوولتائیک به هم متصل شده اند. در شکل (۶-۲) نمونه ای از سلول منو کریستال و پلی کریستال سیلیکونی را نشان می‌دهد.



شکل (۶-۲) - نمونه ای از سلول منوکریستال و پلی کریستال سیلیکونی

1 EVA (ethylene vinyl acetate)

- جدار محافظ و صفحه پشتی مدول
- لایه زیرین و سطح بیرونی مدول را تشکیل می‌دهد.
- جعبه اتصال
- محفظه بسته یا محافظت شده که به پشت مدول متصل است و در آن اتصالات خروجی از مدول و مدارات بصورت الکتریکی متصل شده‌اند.
- دیود بای پس یا دیود کنار گذر
- دیود متصل شده به یک یا چند سلول و یا مدول است که برای فراهم کردن امکان عبور جریان از مسیر کنار گذر این سلول یا مدول‌ها، با هدف کاهش اثر منفی ناشی از سایه در جریان تولیدی مدول‌ها متصل می‌گردد.
- ردیف‌ها و آرایه‌ها:



شکل (۳-۶) - اتصال سری و موازی مدول‌های فتوولتائیک

- ردیف:

متشکل از تعدادی مدول‌های فتوولتائیک متصل شده به صورت سری به یکدیگر می‌باشند. یک ردیف به گونه‌ای طراحی شده است که ولتاژ خروجی را سازگار با محدوده ولتاژ ورودی اینورتر خورشیدی، نماید.

این ردیف‌ها سپس جهت تامین ظرفیت مورد نیاز این سامانه به صورت موازی با ردیف‌های بعدی به تعداد مناسب متصل می‌گردند.

- آرایه:

به مجموعه‌ای از مدول‌ها و ردیف‌ها که باهم بصورت سری و یا موازی، با یکدیگر اتصال الکتریکی دارند، آرایه نامیده می‌شود. آرایه می‌تواند از یک مدول و یا یک ردیف نیز تشکیل شود. مدول در یک ردیف (به عنوان مثال در سری) ولتاژ را اضافه می‌کند و مدول‌ها در یک آرایه به طور موازی جریان را اضافه می‌کند.

- کابل‌های DC:

کابل‌های DC برای انتقال جریان DC از مدول‌های فتوولتائیک تا اینورتر استفاده می‌شوند. کابل DC باید براساس جریان مجاز مورد نیاز (با رعایت ایمنی لازم) و همچنین افت ولتاژ مسیر کابل (به عنوان مثال تلفات اهمی)، طراحی و مطابق با استانداردهای کابل‌های DC، از نوع فتوولتائیک از جمله استاندارد ملی شماره ۲۰۷۲۹، و سایر استانداردهای اعلام شده در پیوست ۴ قرارداد حق العمل کاری (ساتبا)، دستور العمل خرید تضمینی برق برای سامانه‌های فتوولتائیک محدود به ظرفیت انشعاب، انتخاب گردد.

عموما کابل‌های تک رشته‌ای افشان با مقطع ۴ یا ۶ میلی‌متر مربع با تحمل عایق روکش آن برای ۱/۵ کیلوولت DC برای اتصال مدول‌ها با یکدیگر و در نهایت اتصال ردیف‌ها به جعبه تقسیم مورد استفاده قرار می‌گیرند.

معمولا برای اتصال ترمینال‌های مثبت از کابل‌های قرمز رنگ و برای اتصال ترمینال‌های منفی از رنگ مشکی استفاده می‌گردد (در این خصوص باید مقررات ملی ساختمان را نیز رعایت کرد). از کانکتورهای ویژه برای اتصال کابل‌ها در ردیف‌های سامانه‌های خورشیدی استفاده می‌شود. از آنجا که این اتصالات ویژه در محیط‌های بیرونی نصب می‌شوند، می‌بایست ضمن در نظر گرفتن شرایط اقلیمی و رعایت استاندارد‌های لازم، درجه حفاظتی حداقل IP65 و حفاظت در برابر اشعه UV و مقاوم در برابر حریق باشند و همچنین قابلیت تحمل دما در محدوده ۴۰- تا ۹۰+ درجه سانتیگراد را داشته باشند.



شکل ۷ - کابل‌های DC

مقاومت موجود در این اتصالات باید حداقل باشد. (معمولا کمتر از ۰.۵ میلی اهم ($m\Omega$) برای حداقل ۳۰ آمپر در جریان DC (اما نه کمتر از حد انتظار برای لحاظ نمودن فاکتورهای ایمنی در شرایط جریان اتصال کوتاه) و تحمل ولتاژ عایقی ۱۰۰۰ ولت DC را داشته باشد. در صورتیکه ولتاژ آرایه‌ها بیش از ۱۰۰۰ ولت باشد باید ولتاژ عایقی بیش از ۳۰۰۰ ولت را مطابق با استاندارد DIN EN 50618 و یا متناظر آن در استاندارد بین‌المللی IEC تحمل نماید. کابل‌های DC مابین جعبه تقسیم (به شکل پایین نگاه کنید) و اینورتر به طور معمول طولانی‌تر می‌باشند. این کابل‌ها براساس جریان مجاز و افت ولتاژ مسیر، طراحی و محاسبه می‌گردند. به طور معمول، در سامانه فتوولتائیک تلفات سیم کشی DC نباید بیش از ۲ درصد در محاسبات در نظر گرفته شود.

کلیه حفاظت‌ها اعم از حفاظت DC و یا حفاظت AC، حفاظت صاعقه گیر و سایر موارد باید مطابق با پیوست ۴ قرارداد حق العمل کاری (ساتبا)، دستور العمل خرید تضمینی برق برای سامانه‌های فتوولتائیک محدود به ظرفیت انشعاب، انجام شده باشد. در هنگام هر گونه تعمیر در تابلو باید نکات ایمنی اعم از قطع برق ورودی و خروجی، استفاده از ابزار مناسب و سایر الزامات را نیز باید رعایت رعایت نمود.

یادآوری: در سامانه‌های مستقل از شبکه در بخش حفاظت DC می‌توان از دیود سد کننده جهت حفاظت در برابر جریان برگشتی به مدول‌های فتوولتائیک، استفاده نمود.

تابلو حفاظت DC^۱:

جعبه تقسیم رشته^۲ (SJB) چندین رشته DC را به صورت موازی ترکیب می‌کند. SJB ها همچنین به عنوان Combiner Box رشته^۳ (SCB) یا جعبه اتصال آرایه^۴ (AJB) یا جعبه اتصال سامانه فتوولتائیک شناخته می‌شوند. SJB ها باید در مقابل آب و هوای محیط مقاوم باشند زیرا آنها معمولاً در فضای باز نصب می‌شوند. SJB ها باید حاوی فیوزها و دستگاه‌های حفاظتی (SPD)^۵ برای حفاظت از مدول‌های فتوولتائیک و همچنین اینورترها باشند. چنانچه اینورتر خود دارای تعداد کافی از ترمینال‌های ورودی DC همراه با قابلیت‌های حفاظتی در آن تعبیه شده باشد، می‌توان SJB را از سامانه فتوولتائیک حذف نمود. البته این موضوع باید با کاتالوگ و راهنمای نصب اینورتر نیز تطبیق داده شود.

یادآوری: در هنگام تعمیر و نگهداری مراحل و ترتیب قطع و وصل کلیدهای AC و DC را مطابق با دستورالعمل تعمیر و نگهداری اینورتر رعایت نمایید.

براین اساس در هنگام قطع ابتدا باید فیوزها و کلیدهای حفاظتی AC را قطع نمود سپس قطع کننده های DC را قطع کرده و در هنگام وصل مجدد ابتدا از بخش DC باید وصل نمود.

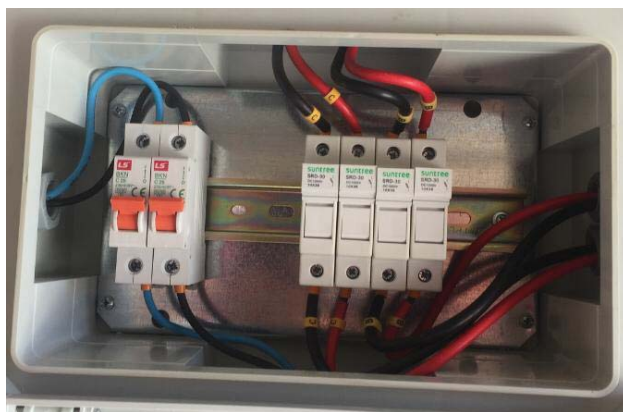
۲- Combiner box

۳- Serial junction box

۴- Serial Combiner Box

۵- Array Combiner Box

۶- Surge Protection Device



شکل ۸ - جعبه تقسیم

- کلیدهای قطع DC :

کلیدهای قطع در مواقع ایجاد خطا، حریق و یا تعمیر کردن سامانه برای قطع ارتباط الکتریکی ردیف‌ها و مدول‌ها ضروری می‌باشد. اغلب اینورترهای فتوولتائیک خود دارای کلیدهای قطع DC هستند که به تنهایی می‌توانند پاسخگوی نیاز سامانه باشند.

وجود کلیدهای قطع در سامانه ضروری است این کلیدها باید توسط برچسب زرد کاملاً مشخص و در دسترس باشند.



شکل ۹ - کلیدهای قطع و جدا کننده DC

- ترانسفورماتورهای ایزوله (اختیاری و عدم الزام):

ترانسفورماتور ایزوله به طور معمول برای محافظت از اینورترها در مقابل شکل موج های شبکه و همچنین جلوگیری از تزریق جریان DC از طرف اینورتر به شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. بسیاری از مدل‌های اینورتر دارای سامانه مشابه شکل ۱۰ در خود هستند. با این حال، ترانسفورماتورهای ایزوله هزینه را افزایش و همچنین راندمان سامانه را کاهش می‌دهند. امروزه اینورترهای موجود در بازار، بدون چنین ترانسفورماتورهایی و با اجزای محافظتی مناسب تری هستند. از این رو، استفاده از چنین ترانسفورماتورها در حال حاضر اختیاری است.

یادآوری: در صورت استفاده از مدول لایه نازک الزامات استفاده از ترانس ایزوله و نیز کاتالوک اینورتر رعایت شود.



شکل ۱۰- ترانسفورماتور ایزوله

با این حال، ترانسفورماتورهای ایزوله می‌توانند تامین کننده نیازهای دیگری از سامانه در شبکه های خاص یا مکان‌های دیگر باشند. اگر یک ولتاژ پایین (خصوصاً در انتهای شبکه) به طور منظم یا ولتاژ بالاتر (به خصوص در نزدیکی پست‌های برق)، ممکن است یک خطا نباشد ولی ممکن است اینورتر را خاموش کند.

استفاده از ترانسفورماتورهای ایزوله برای جلوگیری از تغییرات ناگهانی ولتاژ در شبکه مورد استفاده قرار می‌گیرد. در صورت استفاده از ترانسفورماتور اضافی مانند ترانسفورماتور پله‌ای که برای افزایش ولتاژ مورد استفاده قرار می‌گیرند، استفاده از ترانسفورماتورهای ایزوله ضروری نیست.

- مبدل‌ها:

اینورترها یکی از مهمترین اجزای سامانه خورشیدی فتوولتائیک هستند که نه تنها عملکرد مربوط به توان را انجام می‌دهند، بلکه مسئولیت مدیریت سامانه را نیز بر عهده دارند.

وظایف اصلی اینورتر سامانه خورشیدی فتوولتائیک متصل به شبکه عبارتند از:

- انتقال حداکثر توان خروجی از مدول‌های فتوولتائیک (از طریق بهینه نمودن امپدانس ورودی اینورتر)

- تبدیل توان DC به توان AC؛



شکل ۱۱- اینورتر

سنکرون نمودن توان خروجی AC براساس توالی فاز، تساوی فرکانس و ولتاژ قابل دسترس برای تزریق توان فتوولتائیک به شبکه:

- اطمینان از قطع اینورتر در حفاظت در برابر جزیره‌ای شدن و در صورت مشکل دار بودن شبکه (این در حالی است که سامانه خورشیدی فتوولتائیک بدون مشکل در حال تولید می‌باشد)

- اطمینان از صحیح بودن پلاریته‌های مثبت و منفی و حفاظت جریان DC در ورودی اینورتر (جریان DC سمت سامانه خورشیدی فتوولتائیک) به منظور جلوگیری از جریان و ولتاژ بیش از حد

- اطمینان از حفاظت از سامانه فتوولتائیک در سمت AC (سمت شبکه) در مقابل خطای شبکه، اعم از اضافه ولتاژ، افت ولتاژ، نوسانات و تغییرات فرکانس، خطای زمین، پسماند جریان و سایر عیوب احتمالی

- اگر اینورتر دارای SPD، تیپ ۲ و یا ۱ بود، لزومی به استفاده از آن در تابلو برق AC نمی‌باشد. در صورت استفاده از چند اینورتر موازی در نیروگاه، کافی است که، یک AC SPD آنهم در نقطه اتصال به شبکه و قبل از فیوز نصب گردد.

اینورترها باید بر اساس IP مناسب طبقه بندی شوند.

اینورترهای خورشیدی براساس نوع کاربری به شرح ذیل طبقه بندی می‌گردند:

- اینورترهای متصل به شبکه

- اینورترهای مستقل از شبکه

- اینورترهای هیبریدی یا ترکیبی

اینورترهای خورشیدی متصل به شبکه براساس ظرفیت به شرح زیر طبقه بندی می‌شوند:

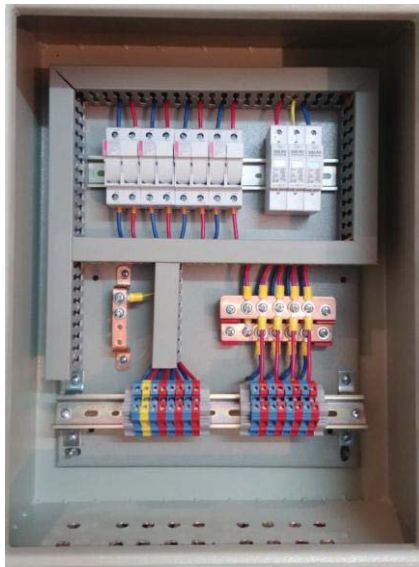
- اینورتر مرکزی

- اینورترهای استرینگ (رشته ای) String

- میکرو اینورتر

- بهینه سازی توان مبدل DC به DC بهینه ساز توان

- تابلو برق AC (ACDB):



شکل ۱۲- تابلو برق AC

مکان نصب تابلو برق می‌بایست در نزدیک‌ترین محل به اینورتر یا ترانسفورماتور ایزوله باشد. کاربرد اولیه تابلو برق AC جدا نمودن سامانه فتوولتائیک از شبکه می‌باشد. این تابلو شامل فیوزهای مینیاتوری، کلیدهای قطع جریان بالا و SPD، حفاظت جان وسایر تجهیزات حفاظتی جهت قطع مدارات متصل به آن‌ها در صورت لزوم می‌باشد.

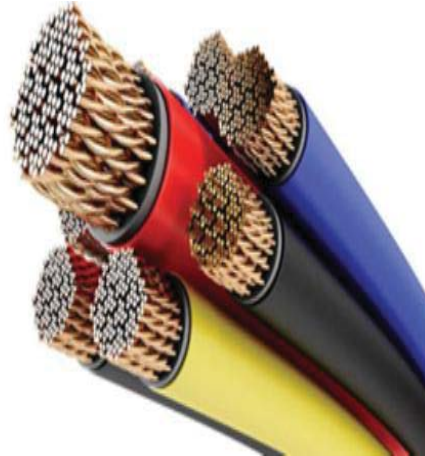
نکته: چنانچه اینورتر خود دارای کلید^۱ RCCB و SPD باشد، الزامی به استفاده از آنها در تابلو برق AC وجود ندارد.

- کابل‌های AC :

کابل‌های AC توان تولیدی سامانه فتوولتائیک را به دستگاه اندازه‌گیری منتقل می‌نماید. در انتخاب این کابل‌ها می‌بایست افت توان و ایمنی مرتبط با آن مدنظر قرار گیرد. از کابل‌های مس و آلومینیوم در این سامانه می‌توان استفاده نمود، توصیه می‌شود از کابل‌های زره دار استفاده گردد. کابل‌کشی‌های AC می‌بایست بر اساس استانداردها و دستورالعمل‌های مرتبط با این حوزه انجام شوند. در طراحی، تامین و اجرای فرآیند کابل‌کشی AC می‌بایست به گونه‌ای اقدام نمود که تلفات در آن کمتر از ۱ درصد توان سامانه خورشیدی فتوولتائیک باشد.

1 Residual Current Circuit Breakers (RCCB)

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۱۳- کابل‌های AC

- سازه‌های سامانه خورشیدی فتوولتائیک:



شکل ۱۴- سازه نگهدارنده مدول‌های فتوولتائیک

سازه‌های سامانه فتوولتائیک (MMS)^۱ برای حفاظت و نگهداری از مدول‌های فتوولتائیک به منظور جمع‌آوری حداکثر نور خورشید مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ساخت این سازه‌ها موارد زیر می‌بایست مدنظر قرار گیرد:

- تراس، پشت بام یا جایی که سامانه فتوولتائیک در آن نصب می‌شود، می‌بایست تحمل ظرفیت بار یا وزن سامانه فتوولتائیک را داشته باشد.

- در نظر گرفتن بارهای متعارف و حداکثر نیروی ناشی از باد به همراه (ضریب) ارتفاع در مکانی که سامانه فتوولتائیک نصب می‌شود.

- در نظر گرفتن ضریب اطمینان برای مناطق زلزله خیز.

- ملاحظات دیگر اعم از شرایط محیطی، رطوبت و شرایط خوردگی و زنگ زدگی و شرایط ظاهری در نظر گرفته شود. در صورت رویت خوردگی می‌بایست نسبت به رفع آن به شیوه مناسب از جمله استفاده از اسپری و دیگر روش‌های لازم، اقدام گردد.

در صورت تغییر شکل باید نسبت به تقویت سازه اقدام گردد. در صورت مشاهده تغییرات در فونداسیون باید اصلاح شود. برای احداث فونداسیون باید از بتن کرمو استفاده نماید.

سامانه‌های فتوولتائیک اغلب با زاویه ای پایین تر از زاویه بهینه برای حداکثر تولید انرژی نصب می‌شوند. انتخاب این زاویه منجر به کاهش بارهای ناشی از وزش باد به روی سامانه فتوولتائیک و همچنین کاهش وزن سازه می‌گردد. این امر منجر به کاهش خطرات ناشی از افزایش وزن سامانه به روی سازه ساختمان می‌گردد. در انتخاب سازه نگهدارنده در نظر گرفتن ملاحظات فنی - اقتصادی (در مقایسه با نگرش صرفاً فنی) از اهمیت بالایی برخوردار می‌باشد.

سامانه‌های فتوولتائیک بهتر است در یک زاویه و یا شیب مناسب برای تولید حداکثر انرژی نصب شوند. در صورتیکه زاویه شیب سازه‌ها از زاویه شیب بهینه کمتر باشد، این امر موجب کاهش نیروی ناشی از وزش باد و نتیجتاً کاهش وزن سازه مورد نیاز نصب مدول‌ها می‌گردد و کاهش هزینه سازه را نیز بدنبال خواهد داشت، اما جمع شدن آب و برف ناشی از بارندگی‌ها و صدمه دیدن بخش‌های

دیگر می‌تواند از معایب این موضوع باشد. در هر حال در طراحی سازه می‌بایست بهترین شرایط را به لحاظ ملاحظات فنی و اقتصادی در نظر گرفت.

- صاعقه گیر:



شکل ۱۵ - صاعقه گیر

اگرچه هدف نهایی این است که تمامی سامانه‌های فتوولتائیک در برابر صاعقه محافظت شوند. برای سامانه‌های فتوولتائیک توصیه اکید می‌گردد که به جای استفاده از میله‌های بلند و یا سازه‌های بلند خارجی در ساختمان‌ها، از صاعقه گیر اختصاصی استفاده شود. یادآوری: مطابق با پیوست ۴ قرارداد حق العمل کاری (ساتبا)، دستور العمل خرید تضمینی برق برای سامانه‌های فتوولتائیک محدود به ظرفیت انشعاب، الزامات مربوط به صاعقه گیر، انجام شده باشد.

- سامانه زمین کردن:

سامانه زمین کردن، در این کتاب سامانه زمین ۱ یا سامانه ارت نامیده می‌شود. سامانه ارت مورد استفاده در نیروگاه و یا سامانه فتوولتائیک مشابه چاه زمینی است که برای تاسیسات الکتریکی ساختمان مورد استفاده قرار می‌گیرد و دارای دستورالعمل‌ها و استانداردهای تدوین شده در این حوزه می‌باشد. سامانه حفاظتی زمین باید مقاومتی کمتر از ۲ اهم داشته باشد. به طوری که سبب کاهش مقاومت زمین شده و خطرات ناشی از قطع اتصالات را کاهش دهد. سامانه ارت باید به گونه‌ای اجرا شده باشد و یا در محلی اجرا شده باشد که بهره بردار به لحاظ نگهداری بتواند رطوبت آن را حفظ نماید. بنابراین، در صورت عدم وجود بارندگی و همچنین در فصول کم بارش، توصیه می‌گردد محیط اطراف سیستم زمین (چاه ارت) توسط آب، مرطوب نگه داشته شود.



شکل ۱۶- سامانه زمین

- شارژ کنترلرها:

معمولاً برای تنظیم شارژ باتری‌ها در سامانه‌های هیبرید یا off-grid مورد استفاده قرار می‌گیرند. عملکرد شارژ کنترلرها به شرح زیر می‌باشد:



شکل ۱۷- شارژ کنترلر

- دریافت حداکثر توان خروجی توان مدول‌های فتوولتائیک از طریق مکانیزم MPPT^۱ برای سامانه‌های با ظرفیت بالا و از طریق مکانیزم PWM^۲ برای سامانه‌های کوچکتر می‌باشد.

- تنظیم شارژ، باتری توسط کنترل نمودن ولتاژ یا جریان شارژ و همچنین محافظت در مقابل دشارژ بیش از حد باتری

- ارائه ولتاژ خروجی DC مطابق با مشخصات فنی دستگاه برای مثال ولتاژ ۴۸/۲۴/۱۲ ولت

1 Maximum Power Point Tracker
2 Pulse Width Modulation

- خروجی DC یک شارژکنترلر می‌تواند به طور مستقیم برای تجهیزات DC استفاده شود و یا به ورودی یک اینورتر مستقل از شبکه متصل شود. اینورتر مستقل از شبکه ساده‌تر از اینورتر متصل به شبکه و یا اینورتر هیبریدی می‌باشد.

- باتری‌ها:

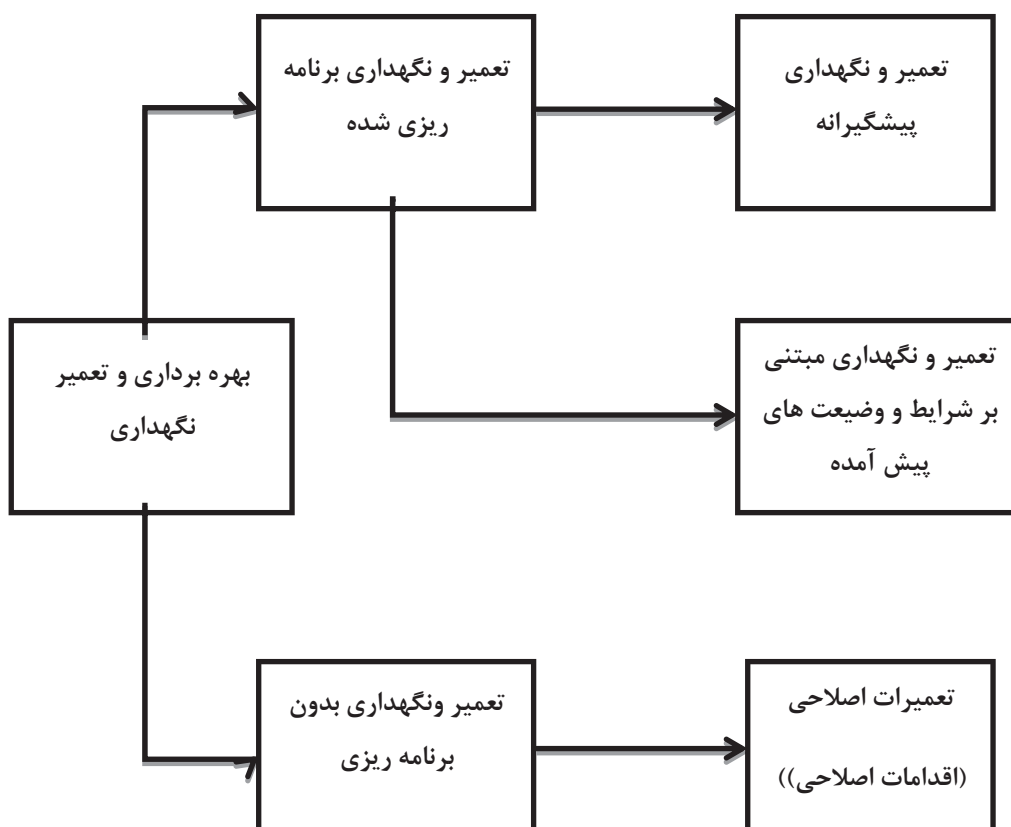


شکل ۱۸- باتری‌ها

باتری عمده‌ها از سرب اسیدی مانند الکترولیت سیال، الکترولیت ژل و غیره به دلیل پائین بودن هزینه مورد استفاده قرار می‌گیرند. سایر باتری‌ها مانند لیتیوم از محبوبیت خاصی برخوردار هستند. باتری‌ها بر اساس نیاز و ظرفیت بار و در دسترس بودن مورد استفاده قرار می‌گیرند و غالباً بالاتر از ظرفیت موجود انتخاب می‌شوند تا بتوانند کارایی لازم را در طول روزهای ابری داشته باشند. باتری‌ها را نه تنها بر اساس ظرفیت بار انتخاب می‌کنیم، بلکه از لحاظ طول عمرباتری، ویژگی‌های بار، الزامات تعمیر و نگهداری، دشارژ در حالت بی‌باری نیز مورد بررسی قرار می‌دهیم.

۳- بخش سوم: دسته بندی تعمیر و نگهداری

تعمیر و نگهداری به دو دسته کلی تقسیم بندی می شود: ۱- تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده ۲- تعمیر و نگهداری بدون برنامه ریزی. توصیف هر دسته بندی در این بخش به طور دقیق بیان شده است.



شکل ۱۹- رویکرد و شمای کلی تعمیر و نگهداری

۳-۱- تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده :

تعمیر و نگهداری برنامه‌ریزی شده همانطور که از نام آن برداشت می‌شود بر اساس تعمیر و نگهداری از پیش برنامه ریزی شده و مشتمل بر تعمیر و نگهداری روزانه بوده که از بروز خطا در سامانه جلوگیری کند.

این روش به صورت دوره ای انجام می‌شود. تعمیر و نگهداری توسط افراد متخصص و کار آزموده انجام گرفته و این افراد باید به اطلاعات جزئی که از سوی سازنده ارائه می‌شود توجه و دقت کافی داشته باشند.

در زیر دو روش کلی برای مدیریت تعمیر نگهداری ارایه شده است:

الف) تعمیر و نگهداری پیشگیرانه

ب) تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط

ویژگی های کلیدی تعمیرات برنامه ریزی شده

- در فواصل منظم و مطابق با دستور العمل سازنده انجام گیرد.
- بین هزینه های تعمیر و نگهداری از پیش برنامه ریزی شده و افزایش عملکرد و راندمان و طول عمر سامانه تعادل بهینه ای وجود داشته باشد.
- تعمیر و نگهداری از پیش برنامه ریزی شده می‌بایست در زمان مناسب و هماهنگ انجام گردد.

الف) تعمیر و نگهداری پیشگیرانه

تعمیر و نگهداری پیشگیرانه (PM)^۱ شامل بازرسی معمول، تعمیر و نگهداری و تمیز کردن مدول ها در یک دوره زمان بندی برنامه ریزی شده است. این کار به منظور به حداقل رساندن خرابی و آسیب‌های پیش بینی نشده انجام می‌شود. این کار باعث بهبود عملکرد افزایش دسترسی و کاهش احتمال بروز خرابی در تجهیزات خواهد شد. در تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، یک راهبرد نگهداری روزانه برای بازرسی نیروگاه در نظر گرفته شده که در ساعات غیر پیک انجام می‌شود، که تولید تحت تاثیر

1 Preventive Maintenance

قرار نگیرد. اما این بازدیدها ممکن است ضرورتی نداشته باشد ولی به هر حال باعث افزایش هزینه‌ها خواهد شد. برنامه ریزی (PM) توسط عواملی از قبیل شرایط محیطی و تکنولوژی انتخاب شده است و این تعمیرات و وارانته‌ها سامانه را تضمین خواهد کرد. تعادل بهینه بین هزینه تعمیر و نگهداری برنامه ریزی شده و افزایش عملکرد در طول عمر سامانه می‌بایست وجود داشته باشد. فعالیت‌های اصلی تحت تعمیر و نگهداری پیشگیرانه عبارتند از:

- سازه متصل شده یکپارچه
 - تمیز کردن مدول
 - تشخیص نقطه داغ (Hot Spot) در مدول‌ها
 - بررسی و تعمیر جعبه تقسیم
 - بررسی و تعمیر اینورتر
 - اتصالات کابل کشی
 - تجهیزات اتصال به شبکه سامانه
 - تعمیر اینورتر
 - حفاظت زمین
 - کنترل پوشش گیاهی

 - توصیه‌ها:
 - زمان تمیز کردن قبل از ۱۱ صبح و بعد از ساعت ۱۷ عصر باشد.
 - تعمیر و نگهداری در ساعات شب
 - توجه:
- برنامه تعمیر و نگهداری پیشگیرانه، توصیه شده است که گزارش پیشگیرانه تعمیر و نگهداری و گزارش تولید به طور معمول برای تمامی شرکت‌ها وجود داشته و پیوسته ارائه گردد. علاوه بر این، جزئیات این گزارشات می‌بایست در فهرست داده شده در جداول (I, II و III) ارائه گردد.

ب) تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط:

تعمیر و نگهداری مبتنی بر شرایط، شامل نظارت بر ویژگی تجهیزات و کارکرد نیروگاه‌ها بر اساس یک زمان واقعی است که از ایجاد یک مشکل بالقوه در ابتدای خرابی جلوگیری کند. این روش شامل اندازه‌گیری‌های دوره‌ای برای تشخیص شواهدی است که با هدف افزایش طول عمر و اجتناب از خرابی تجهیزات مورد استفاده قرار می‌گیرد هدف از این روش بهبود عملکرد و افزایش کارایی سامانه و تشخیص خرابی تجهیزات در مراحل اولیه کارکرد سامانه می‌باشد. این نوع روش تعمیر و نگهداری نیازمند تشخیص و تخصص تجهیزات و سامانه پایش عملکرد مطمئن بوده که منجر به افزایش عمر مفید نیروگاه خواهد شد.

۳-۲- تعمیر نگهداری برنامه ریزی نشده :

تعمیرات بدون برنامه ریزی، پس از وقوع حوادث و خطاهای موجود در سامانه انجام می‌شود. پارامترهای کلیدی عبارتند از عیب‌یابی، زمان و سرعت تعمیر با توجه به میزان آسیب، بسته به نوع خطا، زمان رفع آن زمان پاسخ‌پیش‌بینی‌کننده که ممکن است ۴۸ ساعت به طول انجامد. در این روش یک رویکرد کلی برای مدیریت تعمیر و نگهداری به شرح ذیل وجود دارد:

تعمیر و نگهداری اصلاحی

تعمیر و نگهداری اصلاحی شامل تعمیر تجهیزات معیوب و خارج از مدار می‌باشد. این روش در کوتاه مدت، باعث صرفه‌جویی در وقت و هزینه کارکنان شده، اما در بلندمدت می‌تواند به صورت وارونه جلوه کرده و باعث افزایش هزینه‌ها و کاهش عمر مفید تجهیزات شود. تعمیر و نگهداری اصلاحی شامل:

- محکم کردن اتصالات شل شده
- تعویض مدول‌های آسیب دیده
- تعویض فیوزهای سوخته و از کار افتاده

- اصلاح خطاهای اینورتر
- تعمیر تجهیزات آسیب دیده
- تعویض اتصالات سوخته
- اصلاح خطاهای SCADA
- رفع عیب و اصلاح در سازه سامانه

۴- بخش چهارم: ابزارها و تجهیزات مورد استفاده

فردی که مسئول تعمیر و نگهداری سامانه‌های فتوولتائیک است باید آشنایی لازم را با ابزارها و تجهیزات داشته باشد. برای تعمیر و نگهداری از تجهیزات سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر بام ساختمان‌ها (RTPV) معمولاً نیاز به ابزار خاصی می‌باشد، و این ابزارها باید در یک مکان امن نگهداری شوند. بنابراین، ضروری است که همه وسایل مورد نیاز، قطعات یدکی و مواد مصرفی در سایت نگهداری شوند و آماده به کار باشند. دقت و قابلیت عملکرد ابزار اندازه‌گیری باید به طور منظم و دوره‌ای مورد بازبینی و اندازه‌گیری قرار گیرند.

بطور نمونه فهرستی از برخی از ابزارها و تجهیزات در جدول زیر اشاره شده است:

تجهیزات ایمنی شخصی	جعبه کمک‌های اولیه	ایمنی
برگه های اطلاعات	راهنمای O & M	مستندات:
کاغذ و قلم	سامانه گزارش روزانه	
مولتی متر گیره ای	مولتی متر دیجیتال	تجهیزات
ردیاب خورشیدی	هیدرومتر (Hydrometer)	
IV- تستر	دوربین ترموگرافی	
(Pyranometer) تابش سنج		
لرف مربوط به پرکردن آب باتری	کیت نگهداری باتری	ابزارها
آچار مهره	پیچ گوشتی ها	
زاویه یاب	جعبه ابزار	
چراغ قوه	برس تمیز کننده	
سیم لخت کن	چکش	
سیم چین	سیم لخت کن	
	و	

لازم به یاد آوری است که تجهیزات مناسب برای هر پروژه مطابق با مشخصات مورد نیاز آن، باید انتخاب گردد.

تجهیزات :



دوربین ترموگراف



IV تستر



تابش سنج



مولتی متر کلمپی



مولتی متر گیره‌ای



هیدرومتر

توجه :

- قبل از شروع فرآیند تعمیر و نگهداری باید از موارد زیر اطمینان حاصل گردد.
- اجرای آزمون‌های الکتریکی می‌بایست در یک روز آفتابی انجام شود.
- خاموش کردن اینورتر.
- تمام کلیدها، فیوزها و جداکننده‌ها باید در حالت خاموش باشند.



ست پیچ گوشتی



چکش



متر نواری



مگا اهم متر



انبردستی



زاویه یاب



کیت نگهداری باتری



قطب نما



سیم بر



آچار بکس



چراغ قوه



سیم چین



سیم لخت کن



جاروی تمیزکاری



ظرف آب باتری

ابزار ایمنی



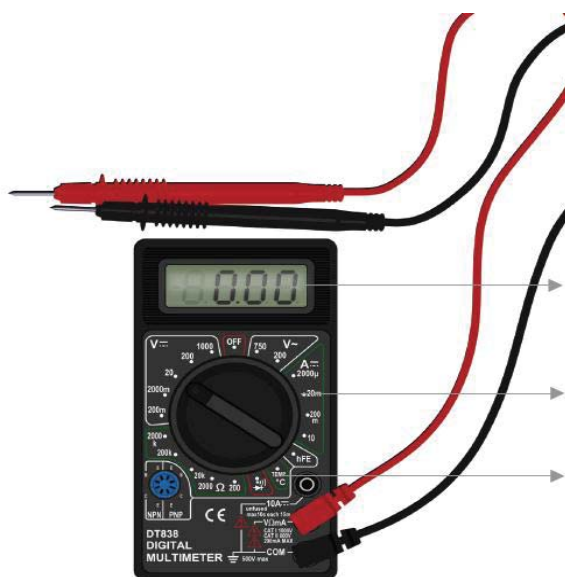
لباس ایمنی شخصی



جعبه کمک های اولیه

۴-۱- تکنیک‌ها و روش‌های تست:

- روش تست با مولتی متر:



نمایشگر

دستگیره انتخابگر

درگاه

شکل ۲۰- مولتی متر دیجیتالی

مولتی متر دیجیتال ابزار اندازه گیری است که می تواند پارامترهای مختلف یک مدار الکتریکی را با آن اندازه گیری نمود. اندازه گیری های استاندارد قابل انجام توسط این ابزار در این بخش شرح داده شده است.

قطعات مولتی متر عبارتند از:

نمایشگر:

نمایشگر مقدار عددی پارامتر اندازه گیری شده را نشان می دهد.

کلید تنظیم وضعیت:

مولتی متر قادر به اندازه گیری بسیاری از پارامترها مانند قرائت ولتاژ، جریان و مقاومت می باشد. این کلید به کاربر اجازه می دهد تا هدف مورد نظر را انتخاب کند.
درگاه ها:

در قسمت جلو دو درگاه وجود دارد. یکی از درگاه ها $mAV\Omega$ است که قابلیت اندازه گیری تمام سه پارامتر، شامل جریان تا ۲۰۰ میلی آمپر، ولتاژ و مقاومت را داراست. انواع مختلفی از مولتی مترهای دیجیتال برای اندازه گیری خروجی مدول های فتوولتائیک و همچنین برای آزمایش تجهیزات الکتریکی مانند مبدل ها و مدارهای دیگر استفاده می شوند.
روش تست با مولتی متر گیره ای (کلمپی):



شکل ۲۱- مولتی متر گیره‌ای

مولتی متر گیره ای ابزار تست الکتریکی است که ترکیبی از سنسور جریان و مولتی متر دیجیتال می باشد. گیره‌ها جریان را اندازه گیری کرده و همچنین پروب ها میزان ولتاژ را اندازه گیری می نمایند. وجود یک گیره چسباننده لولایی که به کابل و سیم برق متصل می‌شود، به کاربر اجازه می دهد به راحتی در هر نقطه ای از سامانه الکتریکی بدون اینکه آن را از برق جدا کند، جریان را اندازه گیری نماید.

این ابزار همچنین قادر به اندازه گیری ولتاژ AC و DC، جریان AC، پیوستگی مدار و مقاومت می - باشد. در برخی از مدل ها این ابزار، جریان DC، درجه حرارت، ظرفیت، فرکانس و ... را اندازه گیری می نماید. به طور معمول دقت مناسب این ابزار، آن را به یک وسیله ای پرکاربرد در کارهای الکتریکی تبدیل نموده است.

- روش تست با دوربین مادون قرمز:



شکل ۲۲- دوربین ترموگرافی

تصویربرداری IR به منظور تعیین علل کمبود تولید توان در برخی از تجهیزات نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک انجام می‌گردد. پرسنل واحد تعمیر و نگهداری می‌توانند از روش‌های تشخیصی گوناگون استفاده کنند. از تصویربرداری حرارتی از اجزای نیروگاه فتوولتائیک مانند مدول‌های فتوولتائیک، جعبه‌های اتصال آرایه، مبدل‌ها و کابل‌ها برای شناسایی نواقص مختلف سامانه که ممکن است به - لحاظ بصری قابل شناسایی نباشد، استفاده می‌شود.

* قبل از شروع اسکن IR، از در مدار بودن آرایه فتوولتائیک مطمئن شوید زیرا تفاوت دما در مدول‌های غیرفعال، آشکار نمی‌شود.

* قبل از انجام آزمایش مطمئن شوید که اینورتر کار می‌کند.

تنظیمات دوربین مادون قرمز

- دوربین مادون قرمز را به جای تنظیم دستی بصورت اتوماتیک تنظیم کنید. این کار امکان تنظیم اتوماتیک میزان درجه حرارت را فراهم می‌آورد.
- مقدار ضریب emissivity (تابش) را به ۰.۹۵ که معمولاً مقدار پیش فرض دوربین است تنظیم کنید.

- توجه:

- دوربین IR سطوح براق از قبیل فلزات صیقل یافته را بدلیل ضریب انتشار پایین آن‌ها، ثبت نمی‌کند.
- واحد دما را به درجه سانتیگراد قرار دهید.
- پالت رنگ را بر روی آهن یا رنگین‌کمان تنظیم کنید. پالت رنگ نقاط داغ را با رنگ سفید سطوح خنک تر را از طریق رنگ‌های قرمز - نارنجی - زرد - سبز - آبی، بنفش و مشکی نشان می‌دهد.

^۱ ضریب تابش - emissivity، کمیت راندمان یک سطح برای تابش انرژی در یک طول موج مشخص در

دمای مدنظر را توصیف می‌کند.

- رنگ قرمز نشان‌دهنده شرایط گرم و سیاه شرایط سرد می باشد.

بازرسی با دوربین مادون قرمز:

گام ۱: وقتی مدول‌های خورشیدی در حال کار در نور روز هستند و تنظیمات دوربین به درستی انجام شده است، لنز را به سمت هدف مورد نظر نشانه‌گیری کنید.

گام ۲: برای کسب بهترین نتیجه، دوربین را تا جایی که ممکن است بدون ایجاد سایه کردن یا ایجاد بازتاب روی سطح مورد نظر جانمایی کنید. باید برای جلوگیری از ایجاد سایه در هر بخش از مدول، هنگام ثبت تصاویر، مراقبت شود.

گام ۳: اطمینان حاصل کنید که تصویر به صورت دستی و یا به صورت خودکار متمرکز شده است. در صورت امکان فاصله بین دوربین و سطحی که اندازه‌گیری می‌شود نباید از ۳ متر یا ۱۰ فوت تجاوز کند.

- توجه:

اگر فاصله دوربین از مدول خیلی دور باشد، برخی از تفاوت‌های دمایی قابل تشخیص نخواهند بود.
گام ۴: اگر تصویر عمود بر سطح گرفته شود دیدن نقاط داغ (Hot Spot) آسان‌تر خواهد بود. برای بهترین نتیجه، تا جایی که ممکن است دوربین را عمود بر سطح نشانه‌گیری نمایید.

- توجه:

کیفیت تصویر در زاویه به غیر از زاویه عمودی تنزل خواهد نمود.

گام ۵: اگر دما افزایش یابد، به این معنی است که نقص نقاط داغ (Hot Spot) رخ داده است.

گام ۶: شماره سریال، زمان، تاریخ، شماره تصویر را ثبت نمایید.

گام ۷: موقعیت مدول در آرایه را برای هر مورد بوجود آمده، ثبت نمایید.

فصل دوم: مدول‌های فتوولتائیک

مواردی که می‌آموزیم:

- شناسایی و تشخیص خطا
- تاثیر تجمع گرد و غبار، سایه، عدم انطباق مدول و ظاهر سالم آن بر عملکرد مدول خورشیدی فتوولتائیک
- روش تعمیر و نگهداری، شامل موارد: سطح پایه، سطح پیشرفته

۱- بخش اول: شناسایی و تشخیص خطا

در این بخش روش‌های آزمون، تعمیر و نگهداری و خطاهای رایجی که در مدول فتوولتائیک و تجهیزات مرتبط با آن‌ها که نیازمند فرایند تعمیر و نگهداری می‌باشند، مورد بررسی قرار می‌گیرند. این فصل همچنین شیوه‌های نگهداری صحیح و نادرست فرایند تعمیر و نگهداری را شرح می‌دهد. عملکرد سامانه خورشیدی فتوولتائیک به شدت به موارد زیر وابسته است:

- تجمع گرد و غبار
- سایه روی مدول
- عدم انطباق مدول
- پیوستگی فیزیکی

۱-۱- تجمع گرد و غبار:

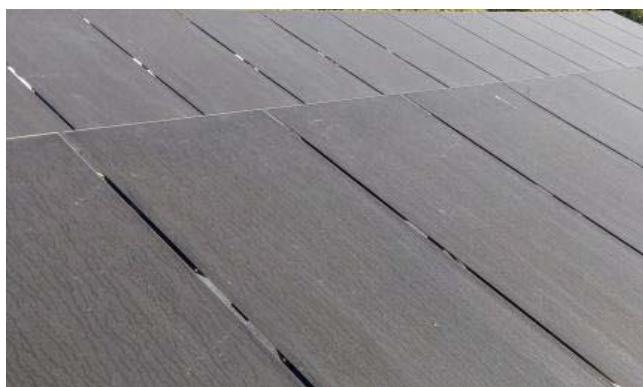
تمیز کردن مدول خورشیدی یک عمل ضروری به منظور حصول اطمینان از عدم کاهش عملکرد سامانه فتوولتائیک است. انباشته شدن گرد و خاک بر روی آرایه‌های خورشیدی، به طور قابل ملاحظه‌ای بر عملکرد سامانه تاثیر گذار می‌باشد، خروجی انرژی را کاهش داده، درآمد حاصل را کاهش می‌دهد، اما مهم‌تر از آن دوام و طول عمر پانل‌ها است که کاهش می‌یابد. تمیز کردن

مدول‌ها به طور منظم برای جلوگیری از افت انرژی تولیدی ضروری است. مدول‌های خورشیدی تمیزشده، برق را بصورت بهینه تولید می‌کنند. مناطقی که عموماً پر از گرد و خاک و آلوده هستند به بازرسی و تمیز کردن مکرر نیاز دارند.

الف- مشاهده گرد و غبار روی مدول‌ها:



شکل ۲۳- مدول تمیز شده



شکل ۲۴- مدول خاک گرفته به مقدار کم (عدم تحمیل بار مالی چشمگیر)



شکل ۲۵- مدول خاک گرفته به مقدار زیاد (تحمیل بار مالی چشمگیر)

با گذر زمان، کثیفی جمع شده بر روی سطح مدول خورشیدی فتولتائیک، خروجی برق را کاهش می‌دهد، روش‌های تمیز کردن نادرست، آب با کیفیت بد و استفاده از عامل تمیزکاری نامناسب ممکن است به مدول‌ها و دیگر اجزای آرایه آسیب رسانده و عملکرد سامانه را نیز کاهش دهد. همچنین آموزش پرسنل تمیزکننده و استفاده از روش‌های تمیز کردن صحیح، اقدامات ایمنی و استفاده از ابزارهای تمیز کاری مناسب ضروری است.

ب- تاثیر گرد و خاک بر کارایی مدول

گرد و غبار می‌تواند به طور قابل توجهی بر خروجی الکتریکی سامانه تاثیر گذار باشد. جدول زیر تاثیر گرد و غبار در آذر ماه به روی یک سامانه ۱۰ کیلوواتی را نشان می‌دهد.

• توجه:

این محاسبه با استفاده از مقادیر خروجی انرژی قبل و بعد از تمیز کاری برای نشان دادن تاثیر دقیق آن روی مدول‌های خورشیدی فتولتائیک انجام می‌شود.

با فرض اینکه تعرفه خرید برق خورشیدی در سامانه‌های خانگی ۸۰۰ تومان به ازای هر کیلو وات ساعت می‌باشد.

میزان تولید برق مدول در آذر ماه	مدول فتوولتائیک
۱۱۴۳ کیلو وات ساعت	 <p>مدول های تمیز نشده</p>
۱۴۴۳ کیلو وات ساعت	 <p>مدول های تمیز شده</p>

جدول ۱- تاثیر خاک بر مدول‌های فتوولتائیک

میزان برق تولیدی در مدول	تمیز شده: ۱۴۴۳kWh	خاک گرفته: ۱۱۴۳kWh
تفاوت تولید در آذرماه	۳۰۰kWh	
سود حاصل شده در ماه	۲۴۰,۰۰۰ تومان = ۸۰۰×۳۰۰	
سود حاصل شده در روز	۸۰۰۰ تومان = $۲۴۰,۰۰۰ \div ۳۰$ تومان	
سود سالانه	۲,۹۲۰,۰۰۰ تومان = ۸۰۰۰×۳۶۵ تومان	

جدول ۲- تحلیل مالی انباشتگی خاک به روی مدول‌های فتوولتائیک

۲-۱- ایجاد سایه بر روی مدول :

سامانه‌های فتوولتائیک، براساس مقدار نورخورشیدی که دریافت می‌کنند، الکتریسیته تولید می‌نمایند، بنابراین زمانی که سایه‌ای از ابرها، درختان، ساختمان‌ها، پوشش‌های گیاهی، سیم یا هر شی که مانع رسیدن نور خورشید بر روی مدول‌های فتوولتائیک است، ایجاد می‌شود، خروجی برق به طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. به عنوان یک قاعده کلی، یک آرایه از ۹ صبح الی ۵ بعد از ظهر باید عاری از سایه باشد.

• علل سایه‌ها:

- موانع نور خورشید روی مدول (لباس یا چیزهایی جهت خشک کردن و...)
- موانع نور خورشید در اطراف مدول (درختان، ستون‌ها و ساختمان‌ها و...)
- سایه مدول‌های مجاور

الف- سایه‌های مشاهده شده بر روی مدول



شکل ۲۶- مدول مورد استفاده جهت خشک کردن فلفل

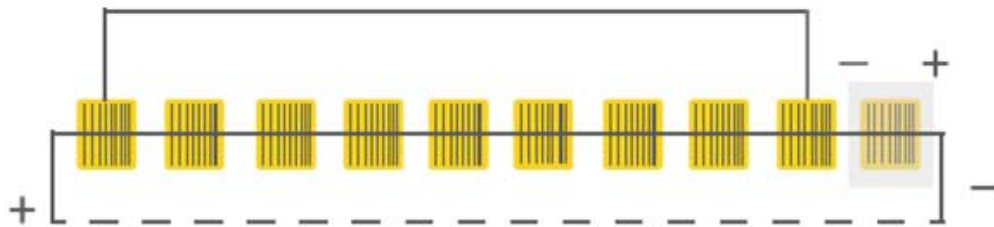


شکل ۲۷- سایه روی مدول‌های فتوولتائیک با توجه به اشیا اطراف

(ب) اثر سایه بر مدول فتوولتائیک
۱۰ سلول که بصورت سری متصل شده اند.

عدم ایجاد سایه بر روی ۹ سلول

ایجاد سایه روی یک سلول



اگر ترمینالهای مدول متصل شده باشد، توان سلول‌های سایه دار نشده در سراسر سلول سایه‌دار از بین می‌رود.

شکل ۲۸- رشته‌ای از سلول‌های خورشیدی متصل شده که به صورت سری که دارای یک سلول سایه دار یا نامناسب می‌باشد.

سایه به طور قابل توجهی بر عملکرد آرایه‌های فتولتائیک تاثیر می‌گذارد. حتی مقدار کمی سایه روی چند مدول می‌تواند عملکرد کل آرایه را به طور قابل توجهی کاهش دهد. وقتی یک مدول یا بخشی از آن سایه‌دار شده باشد، برخی از سلول‌ها بطور معکوس عمل می‌کنند و به جای تولید انرژی آن را به عنوان بار مصرف می‌کنند. چنانچه سامانه به درستی حفاظت نشده باشد، مشکل نقطه داغ (Hot spot) ایجاد می‌گردد و سامانه می‌تواند بطور جبران ناپذیری آسیب ببیند. ایجاد سایه، منجر به کاهش کارایی سامانه می‌شود.

بسته به نوع شیئی و سایه ایجاد شده از آن، بطور فصلی یا ساعاتی در هر روز توان خروجی دچار نوسان و کاهش می‌گردد. با توجه به سایه دار شدن جزئی (غیرکامل) بر روی مدول‌های فتولتائیک، پیش‌بینی اتلاف تولید انرژی مشکل است چون اتلاف انرژی به چند پارامتر اعم از، اتصالات داخلی سل‌ها در مدول، جهت نصب مدول و چگونگی اتصال مدول‌ها در آرایه و نوع ساختار اینورتر بستگی دارد.

• داغ شدن موضعی (Hot Spots):

همانطور که می‌دانیم در سلول‌های سری جریان سلول‌ها با هم برابر است. هنگامی که یک سلول از یک مدول دچار سایه می‌گردد، جریان آن سلول کاهش می‌یابد و جریان کل مدار محدود به جریان سلول سایه دار می‌شود. جریان در این سلول بسیار کم بوده و به دلیل عکس شدن جهت ولتاژ در این سلول جریان سایر سلول‌ها را جذب و مصرف می‌نماید و این سلول تبدیل به یک بار الکتریکی می‌گردد. جریان تولید شده توسط سایر سلول‌ها که به این سمت حرکت می‌کند، در سلول سایه دار تبدیل به حرارت می‌شود. اگر این جریان، جریان بالایی باشد، پدیده داغ شدن موضعی رخ می‌دهد.

عوامل ایجاد پدیده داغ شدن موضعی (Hot Spot) به شرح ذیل می‌باشد:

- ۱- ایجاد سایه به روی سلول خورشیدی که این سایه می‌تواند ناشی از سایه درختان و اجسام، فضولات پرندگان و یا کثیفی باشد.
- ۲- تفاوت‌های ناشی از ساخت سلول‌ها در کارخانه سازنده.
- ۳- افت راندمان سلول بر اثر شوک‌های ریز.

• تلفات توان ناشی از سایه‌دار شدن:

مثال زیر تاثیر سایه‌دار شدن بر تلفات توان را نشان می‌دهد (رجوع به شکل ۲۹). داده‌ها مربوط به یک نیروگاه ۱/۵۶ کیلوواتی می‌باشد. آنچه که واضح است این است که از تلفات توان خروجی به طور مستقیم با ناحیه ای از مدول که سایه‌دار شده، ارتباطی ندارد. حتی یک سایه کوچک می‌تواند تاثیر قابل توجهی بر خروجی مدول داشته باشد.



شکل ۲۹- شکل سایه جزئی بر روی سامانه نصب شده در یک ساختمان مسکونی

مدول فتوولتائیک	درصد سایه بر روی آرایه ها	تلفات توان ناشی از سایه
مدول های سایه دار 	%۱۳	%۴۴
مدول های بدون سایه 	-	-

شکل ۳۰ - تلفات توان براساس سایه ایجاد شده بر روی مدول‌ها

تولید روزانه	۴.۲ واحد (ایجاد سایه)	۷.۵ واحد (بدون سایه)
بهره واحدها = ۷.۵-۴.۲	۳.۳	
صرفه جویی روزانه = ۸۰۰*۳.۳	۲۶۴۰	
صرفه جویی ماهانه = ۳۰*۲۶۴۰	۷۹۲۰۰	
صرفه جویی سالانه = ۱۲*۷۹۲۰۰	۹۵۰۴۰۰	

جدول ۳- تحلیل اقتصادی ناشی از ایجاد سایه بر روی مدول‌ها

توجه:

نرخ تعرفه خرید برق یک مشترک مسکونی با ظرفیت (۱ تا ۲۰ کیلووات) برابر ۸۰۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت می‌باشد.

۱-۳- عدم تطابق مدول:

جهت دسترسی به خروجی توان بالا می‌بایست مطابق طراحی سامانه خورشیدی فتوولتائیک مدول‌ها را به صورت سری و موازی به هم متصل نمود. در چنین وضعیتی، نیاز است تا کلیه تجهیزات با یکدیگر منطبق باشند. عموماً تفاوت‌های مهمی نیز به شرح ذیل وجود دارد:

- عدم تطابق ناشی از جهت، تفاوت‌های موجود در تولید، طول عمر، ساختار ردیف و یا آلودگی ناشی از گرد و غبار
- عدم تطابق تلفات، ناشی از مدول‌های ساخته شده با فن‌آوری‌های مختلف در نوع فرآیند تولید سلول در کارخانجات مختلف
- سلول‌ها و یا مدول‌های با توان مختلف مربوط به یک سازنده
- وجود سایه‌های جزئی بر روی سلول‌ها یا مدول‌ها در شرایط مختلف محیطی
- شکستن پوشش شیشه‌ای مدول فتوولتائیک و غیره.



شکل ۳۱- دو مدول یکی با فن‌آوری منوکریستالی و دیگری با فن‌آوری پلی‌کریستالی که در یک سامانه نصب شده‌اند.

الف) عدم تطابق پنل‌ها:

خطاهای عدم تطابق در مدول‌های فتوولتائیک زمانی رخ می‌دهد که پارامترهای الکتریکی یک یا گروهی از سلول‌ها به طور قابل توجهی با یکدیگر متفاوت باشند. علاوه بر این، خطای عدم تطابق توسط اتصال داخلی سلول‌های خورشیدی و یا مدول‌هایی که محیطی متفاوت را تجربه می‌کنند ایجاد می‌شود.

ب) اثرات عدم تطابق در مدول‌ها:

خطاهای عدم تطابق در مدول‌های فتوولتائیک زمانی رخ می‌دهد که پارامترهای الکتریکی یک یا گروهی از سلول‌ها به طور قابل توجهی با یکدیگر متفاوت باشند. علاوه بر این، اتصال مدول‌هایی

که بر اثر شرایط محیطی مختلف اعم از دما و تابش طراحی شده اند، می‌تواند موجب عدم تطابق در سامانه شود.

خطاهای عدم تطابق منجر به خسارات جبران ناپذیر در مدول های فتوولتائیک و افزایش تلفات توان در آن ها خواهد شد. با این حال، بدلیل ناچیز بودن جریان های خطا در این حوزه، تشخیص آن با استفاده از ابزارهای حفاظتی مرسوم دشوار است.

چنانچه از دو مدول، یکی ۲۲۰ واتی و مدول دیگر ۲۴۰ واتی با جریان های اتصال کوتاه ۸/۰۷ آمپر و ۸/۴۴ آمپری در یک ردیف استفاده نمائیم، جریان خروجی ما در آن ردیف ۸/۰۷ آمپر خواهد بود (کوچکترین جریان مدول های متصل در آن ردیف). این امر به نوبه خود بر عملکرد و بازدهی کل واحد نصب شده تاثیر خواهد گذاشت. (به مشخصات فنی مدول فتوولتائیک مدل TITAN M6-60 مراجعه شود)

مشخصات الکتریکی				
TITAN M6-60				نوع
۲۴۵	۲۴۰	۲۲۵	۲۲۰	$P_{mp}(W)$ ماکزیمم توان در شرایط استاندارد
صفر تا ۴.۹ Wp ۴.۹ یا $\pm 2.5\%$				(W) تغییرات توانی
۳۰.۴۰	۳۰.۲۳	۲۹.۱۹	۲۸.۸۰	$V_{mp}(V)$ ولتاژ بیشینه
۸.۰۶	۷.۹۴	۷.۷۱	۷.۶۴	$I_{mp}(A)$ جریان بیشینه
۳۷.۶۸	۳۷.۵۶	۳۶.۷۸	۳۶.۴۲	$V_{oc}(V)$ ولتاژ مدار باز
۸.۵۶	۸.۴۴	۸.۱۵	۸.۰۷	$I_{sc}(A)$ جریان اتصال کوتاه

شکل ۳۲ - مشخصات فنی مدول فتوولتائیک مدول TITAN M6-60

۴-۱- یکپارچگی ظاهری:

به منظور شناسایی یکپارچگی ظاهری مدول‌های فتوولتائیک، بازرسی چشمی از آن‌ها الزامی است. مسئله اصلی این است که با بازدید ظاهری، چشمی می‌توان بدون استفاده از ابزارهای پیچیده مشکلاتی اعم از رطوبت در مدول‌ها، خوردگی در محل اتصالات، لایه لایه شدن سلول‌ها و زمان ایجاد ترک‌های ریز را در آن‌ها شناسایی نمود. اگر یکی از مشکلات فوق رخ داده باشد، مدول فتوولتائیک شما نیاز به جایگزین نمودن و یا تعویض دارد.

الف) آیا یکپارچگی ظاهری مشاهده شده است؟



شکل ۳۳ - ایجاد رطوبت در مدول



شکل ۳۴ - ترک‌های ریز و کوچک



شکل ۳۵ - خوردگی



شکل ۳۶ - لایه لایه شدن

ب) اثرات ناشی از یکپارچگی ظاهری:

در طول فرآیند تولید، سلول‌ها ممکن است ترک‌های مویی پیدا کرده باشند که در مرحله آزمون کارخانه ای قابل تشخیص نباشند. پس از نصب در شرایط بهره برداری، این ترک‌های جزئی گسترش یافته و از اهمیت بالایی برخوردار می گردند. گسترش یافتن ترک‌ها به دلیل نفوذ بخار آب در آن‌ها منجر به لایه لایه شدن یا ایجاد اشکال حبابی در آن‌ها خواهد شد. این امر به نوبه خود بر خروجی توان و طول عمر کلی مدول تاثیر می گذارد.

به علت چرخه تنش حرارتی پیوسته روی سلول‌های خورشیدی، تنش مکانیکی، رطوبت، نور ماوراء بنفش، تنش فیزیکی و شیمیایی چسبندگی بین اجزای مدول‌ها (شیشه، ماده چسپنده بین شیشه و مدول، لایه‌های فعال و لایه‌های پشتی) تحت تاثیر قرار می گیرد که در نتیجه باعث ایجاد لایه لایه شدن اجزاء می شود.

به دلیل عدم استحکام سطحی پائین، لایه لایه شدن در سطوح بین سلول‌ها و EVA و همچنین بین EVA و شیشه اتفاق می افتد. پدیده لایه لایه شدن در نزدیکی جعبه تقسیم مدول منجر به ایجاد مشکل در محل اتصال دیود بای پس می گردد که این امر در ولتاژ کامل مدول ایجاد جرقه می نماید (خواهد کرد).

- کاهش اثر بازتابش حاصل از پوشش جاذب در مدول

۲- بخش دوم : تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی

۲-۱- سطح مقدماتی

- روش‌ها و فنون تمیز کردن مدول‌های فتوولتائیک
روش الف - تمیز کردن با آب :

در این روش از آب برای از بین بردن کثیفی سطح مدول فتوولتائیک خورشیدی استفاده می‌شود. فرآیند تمیز کردن می‌تواند به صورت دستی یا اتوماتیک باشد. تمیز کردن دستی با استفاده از یک پارچه کهنه نرم، فرچه نرم، شوینده (غیر ساینده) و آب تمیز انجام می‌شود.



شکل ۳۷- تمیز کردن با آب (دستی)

- توجه:

قبل از تمیز کردن:

پانل‌های آسیب‌دیده را تمیز نکنید. این کار می‌تواند منجر به یک شوک الکتریکی شود. به طور کلی مدول‌ها را برای رویت ترک‌ها، آسیب، و اتصالات شل بازرسی کنید.

زمان تمیز کردن:

در شرایط نور کم هنگامی که تولید حداقل مقدار خود می‌باشد (قبل از ساعت ۷:۳۰ صبح و بعد از ساعت ۶:۰۰ عصر)، بهترین زمان برای تمیز کردن مدول‌ها از غروب خورشید تا طلوع آفتاب است. هنگامی که سامانه فتوولتائیک در حال بهره‌برداری نیست و خطر شوک الکتریکی حداقل مقدار ممکن را دارد.



شکل ۳۸ - مدول آسیب‌دیده

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۳۹- هرگز روی مدول‌ها راه نروید



شکل ۴۰- هرگز روی مدول‌های فتوولتائیک ننشینید یا نایستید

- کیفیت آب:

مطلوب‌ترین آب برای تمیز کردن مدول‌ها آب مقطر است. اگر آب مقطر موجود نباشد، آب باران یا آب شیر می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. از آب تصفیه شده توسط واحد اسمز معکوس آب (RO) میتوان استفاده نمود. آب باید عاری از شن و آلاینده‌های فیزیکی باشد که از آسیب رساندن به سطح مدول جلوگیری نماید. آب شیر نیز باید حاوی مواد معدنی با سختی کل کمتر از ۲۰۰ ppm باشد.

- مواد شوینده:

- مواد شوینده ملایم با آب مقطر میتواند مورد استفاده قرار گیرد.
- از مواد شوینده قوی نباید استفاده کرد.
- از مواد شوینده اسیدی یا قلیایی نباید استفاده شود.

- توجه:

در هنگام تمیز کردن مطمئن شوید که آب مورد استفاده شما عاری از آلودگی و آلاینده‌های فیزیکی است. آب مقطر عالی‌ترین است. (آب دیونیزه قابل ترجیح است). آب با املاح معدنی بیشتر از ۲۰۰ ppm نباید استفاده شود. از مواد شوینده ملایم استفاده شود. پشت مدول‌ها به دلیل احتمال آسیب رساندن به جعبه تقسیم و سیم‌های ارتباطی نیاز به تمیزکاری ندارد.

- برای از بین بردن بقایای فضولات پرندگان، لکه‌ها و غیره از اسفنج نرم، پارچه الیافی و یا برس نرم استفاده کنید.
- از نشستن ایستادن یا پا گذاشتن بر روی مدول‌ها در هنگام تمیزکاری پرهیز نمائید.
- از برس فلزی برای تمیز کردن سطح پنل خورشیدی استفاده نکنید.

- **لکه‌های پاک نشدنی:**

برای از بین بردن لکه‌هایی مانند ریگ، افتادن پرندگان، حشرات مرده، قیر و غیره، از اسفنج نرم، پارچه الیافی و یا برس نرم استفاده کنید.

- شست و شوی مدول با آب کافی

- **خشک کردن:**

مدول‌ها باید پس از شستشو با استفاده از اسفنج نرم یا برف‌پاک‌کن دستی با قاب پلاستیکی خشک شوند.

- سطح مدول را از بالا به پایین پاک کنید به طوری که قطرات آبی روی سطح آن باقی نماند.

- **فشار آب:**

استفاده از فشار آب زیاد برای تمیز کردن می‌تواند موجب بروز خسارت یا آسیب به مدول گردد. فشار آب نباید در نازل از ۳/۵ بار بیشتر شود.

- **دمای آب:**

در زمان تمیز کردن، دمای آب مورد استفاده برای تمیز کاری باید هم دمای محیط باشد. از تمیز کردن مدول‌ها در زمان‌هایی که حرارت زیادی را به خود جذب کرده به دلیل وجود شوک‌های حرارتی پرهیز نمایید.

شوک حرارتی که می‌تواند باعث ایجاد ترک در مدول‌ها شود. برای جلوگیری از شوک حرارتی، تمیز کردن باید زمانی انجام شود که، مدول‌ها خنک باشند.

• توجه:

بعد از تمیز کاری

بررسی تجمع هر گونه آلاینده در لبه‌های مدول‌ها از مواد شیمیایی خورنده و یا بخار برای سرعت بخشیدن به تمیز کاری نمی توان استفاده کرد.



شکل ۴۱ - ایجاد لکه به دلیل درست تمیز نکردن و کیفیت آب

روش ب- تمیزکاری خشک یا با فرچه بدون آب :

در صورتیکه گرد و خاک زیادی بر روی سطح مدول‌ها وجود داشته باشد می‌توان از یک فرچه، اسفنج یا پارچه استفاده نمود. در این صورت امکان دارد خراش بر روی مدول ایجاد شود لذا لازم است با دقت و احتیاط کافی این عمل انجام شود. آشغال و گرد و خاک نباید با شدت و ناگهانی پاک شود چون در این صورت ممکن است خراش بر روی سطح مدول‌های فتوولتائیک ایجاد کند. فایده روشن و واضح روش تمیزکاری خشک این است که در مصرف آب صرفه‌جویی می‌کند.



شکل ۴۲- روش تمیزکاری خشک (به صورت دستی)

- نیاز به آب برای یک سامانه خورشیدی فتوولتائیک:

باتوجه به مشکل کمبود آب در کشور برآورد آب مورد نیاز برای نگهداری و تعمیر در هر بار شستشو به طور متوسط در کشور بین ۰/۵ الی ۱ لیتر به ازای هر متر مربع برآورد شده است که این مقدار به ازای وسعت و ظرفیت نیروگاه و نیز منطقه سایت مورد نظر متفاوت می‌باشد.

- جمع‌آوری آب باران:

در این روش آب باران از سقف ساختمان جمع‌آوری می‌شود و در یک مخزن ذخیره می‌شود و سپس با استفاده از روش‌های ساده فیلتراسیون که می‌تواند برای تمیزکاری مدول‌های فتوولتائیک استفاده شود، فیلتر می‌شود. به این ترتیب می‌توان آب را ذخیره کرد و هزینه‌های اضافی مربوط به تامین آب را کاهش داد.



- توجه:

بارش آب باران بر روی پنل‌ها می‌تواند در یک مخزن ذخیره شود و سپس برای تمیزکاری و شستشو مورد استفاده قرارگیرد. این روش هزینه‌های مربوط به تمیزکاری مدول‌های فتوولتائیک را به حداقل می‌رساند. ضمناً باید از فیلتر استفاده کرد تا آب ذخیره شده تمیز شود چون آب باران شامل قطعات ماسه و بسیاری ذرات آلوده کننده است که می‌تواند بر روی مدول‌ها اثر بگذارد و به آنها آسیب برساند.

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۴۳- تجهیزات مورد استفاده برای تمیزکاری

۲-۲- سطح پیشرفته:

روش‌ها و تکنیک‌ها برای تمیزکاری مدول‌های فتوولتائیک:

روش الف: تمیزکاری با آب



شکل ۴۴- تمیزکاری با آب با استفاده از روش روباتیک

تمیزکاری اتوماتیک با استفاده از سامانه روباتیک و ابزارهای تمیزکاری موتوری انجام می‌شود که برای نیروگاه‌های تولید برق بزرگ بسیار مفید و کارا است. اما چنین سامانه‌هایی هزینه‌های کلی سامانه را افزایش می‌دهد. شکل‌های شماره ۴۴ و ۴۵ روش روباتیک تمیزکاری با آب اتوماتیک و روش خودکار را نشان می‌دهد.

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی
فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۴۵- تمیزکاری با آب با استفاده از سامانه خودکار

روش ب: تمیزکاری بدون آب یا با فرچه خشک



شکل ۴۶- روش تمیزکاری خشک با استفاده از سامانه خودکار

تمیزکاری بدون آب یا با فرچه خشک می‌تواند با استفاده از روش روباتیک نیز انجام شود که در شکل ۴۶ نشان داده شده است. این روش میزان قابل توجهی از آب را ذخیره می‌نماید.

۲-۳- روش‌ها و تکنیک‌ها برای تحلیل سایه:

تحلیل سایه معمولاً در زمان طراحی سایت‌های فتوولتائیک خورشیدی (پشت بامی) انجام می‌شود. اما به دلیل طراحی نادرست یا به دلیل رشد درختان یا ساخت و ساز در نواحی مجاور، امکان سایه در مجاورت سایت وجود دارد.

اندازه سایه ایجاد شده حاصل از اشیا به عوامل زیر بستگی دارد:

- اندازه شی
- موقعیت شی
- تاریخ و زمان
- در هنگام مشاهده سایه چه باید کرد؟

راه حل‌های ممکن:

- در زمان نصب سامانه، جایابی دقیق سامانه فتوولتائیک واضح‌ترین راهکار برای حل کردن مشکل ایجاد سایه است. در نظر گرفتن کلیه زمان‌های روز در کلیه فصول که یک شی مجاور می‌تواند بر روی سامانه ایجاد سایه کند، بسیار مهم است. لازم است قبل از نهایی کردن مکان سامانه فتوولتائیک، احتمال اینکه درخت‌های مجاور به اندازه‌ای رشد کنند که بر روی سامانه ایجاد سایه یا احتمال ساخت ساختمان‌های مجاور در آینده وجود داشته باشد، مورد توجه قرار گیرد.
- بازرسی چشمی مدول‌های فتوولتائیک. این نکته باید در نظر گرفته شود که هیچ سایه‌ای نباید روی مدول فتوولتائیک وجود داشته باشد. به عنوان یک قاعده کلی از ساعت ۹ صبح تا ۱۵ عصر (در بدترین حالت سایه اندازی، معادل اول دی ماه) سایه هیچ شی خارجی نباید بر روی مدول قرار گیرد.

- اجرای یک تحلیل سایه با استفاده از روش محاسبه دستی. این روش می‌تواند در تخمین تلفات ایجاد شده کمک نماید. (به سطح پیشرفته مراجعه شود)
- می‌توان با استفاده از ابزار تحلیل سایه از صبح تا عصر، داده‌های سالانه را تحلیل کرد. (به سطح پیشرفته مراجعه شود)
- می‌توان با استفاده از دیودهای بای پس، اثرات سایه‌ها را بر روی مدول کاهش داد. با استفاده از این تکنولوژی سلول‌های سایه گذاری شده^۱ به سادگی بای پس شده و بدین ترتیب از اثرگذاری بر روی خروجی کل پنل جلوگیری می‌شود. ممکن است توان خروجی پنل کاهش یابد اما به طور مستقیم متناسب با توان خروجی کم بازده ترین سلول نمی‌باشد. (به سطح پیشرفته مراجعه شود)

• استفاده از میکرو اینورترها

هر مدول از طریق یک میکرو اینورتر یک نیروگاه مستقل محسوب شده، میکرو اینورتر بطور مستقل توان برق DC را به AC تبدیل نموده که در اینصورت تلفات توان ناشی از سایه اندازی روی مدول-ها کاسته شده یا از بین می‌رود. علیرغم مزایای میکرو اینورترها، این دستگاه‌ها مقرون به صرفه نمی‌باشند.

مطالعه موردی:

مورد ۱: فرض کنید درختی کنار سامانه فتوولتائیک شما رشد نموده و سایه آن بر روی مدول‌ها می‌افتد.

¹ Shaded cells



شکل ۴۷- درختی کنار سامانه فتوولتائیک شما رشد کند و سایه آن بر روی مدول‌ها می‌افتد.

راه حل‌های ممکن:

- بررسی مدول‌های فتوولتائیک به صورت چشمی
 - قطع فقط قسمت‌هایی از درخت که ایجاد سایه می‌نماید.
 - به دلیل مسائل محیط زیستی و ختنی سازی انتشار کربن، توصیه نمی‌شود که کل درخت به دلیل نصب یک سامانه فتوولتائیک قطع شود. قطع کردن درخت کلیه مزایای زیست محیطی که با نصب یک سامانه فتوولتائیک حاصل می‌شود را بی اثر می‌کند.
- مورد ۲: فرض کنید سایه یک مدول مجاور بر روی مدول‌های کناری افتاده باشد.



شکل ۴۸- سایه یک مدول مجاور بر روی مدول‌های کناری افتاده باشد.

راه حل‌های ممکن:

- بررسی ظاهری مدول‌های فتوولتائیک به صورت چشمی.
اگر متوجه شدید که وقتی خورشید در بالای مدول‌ها قرار گرفت سایه ایجاد می‌شود، با نصاب سامانه تماس بگیرید تا این قضیه را به عنوان یک خطای نصب برطرف کند.
- بطور مکرر از نصاب بخواهید از دیود بای‌پس اضافی و دیود مسدود کننده داخل جعبه تقسیم برای محافظت در برابر سایه استفاده کند. (به سطح پیشرفته مراجعه شود)
- استفاده از میکرواینورترها (همچنانکه در قبل بیان شد استفاده از این دستگاه‌ها منجر به هزینه اضافی می‌شود).

مورد ۳: فرض کنید یک ساختمان در مجاورت سامانه شما ساخته شود.



شکل ۴۹- یک ساختمان در مجاورت سامانه شما ساخته شود.

راه حل‌های ممکن:

- بررسی مدول‌های فتوولتائیک به صورت چشمی.
- اگر متوجه شدید که زمانی که خورشید در بالای سر مدولها است بر روی آنها سایه ایجاد می‌شود، تلاش کنید تا مدولها را به منطقه ای دورتر از سایه انتقال دهید. (در صورت امکان)

- در صورتیکه امکان جابه جایی وجود نداشته باشد، با نصاب خود تماس بگیرید و از او بخواهید تا دیود بای‌پس اضافی و دیود مسدود کننده داخل جعبه تقسیم را برای محافظت در برابر سایه افزایش دهید. (به سطح پیشرفته مراجعه شود)
- استفاده از میکرو اینورترها
- با تامین کننده (شرکت تامین کننده ، طراح و نصب کننده) EPC تماس بگیرید تا سازه سامانه ساخته شده را به منطقه دیگری منتقل کند.

مورد ۴: ایجاد سایه به دلیل فعالیت‌های انسانی و سایر اشکال تراشی‌ها



شکل ۵۰- ایجاد سایه به دلیل خشک کردن محصولات کشاورزی

راه حل‌های ممکن:

- بررسی مدول‌های فتوولتائیک به صورت چشمی.
- از قرار گرفتن چیزهای اضافی مانند فلفل قرمز یا لباس و ... به منظور خشک شدن بر روی مدول-های فتوولتائیک اطمینان حاصل کنید. این امر در کشور ایران به دلیل مسایل فرهنگی یک مشکل اساسی است چون مردم به سطوح صاف برای خشک کردن مواد غذایی یا لباس علاقه دارند.

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر بام ساختمان‌ها در کشور ایران



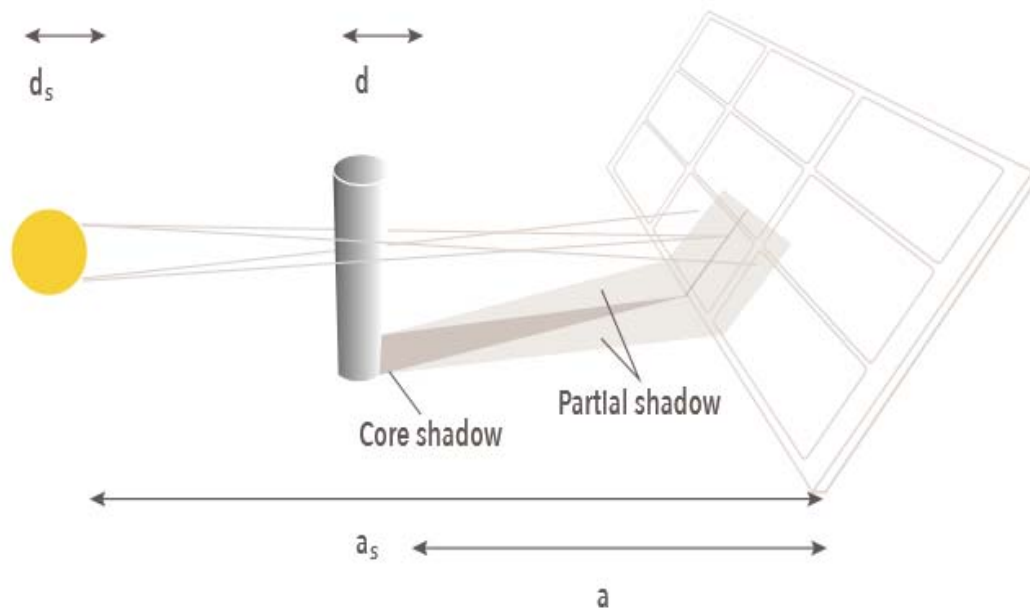
شکل ۵۱- سایه به دلیل وجود ستون‌های نزدیک در تراس (بالکن)



شکل ۵۲- سایه به دلیل فعالیت‌های انسانی و سایر موانع

روش‌ها و تکنیک‌ها برای تحلیل سایه:

روش الف: روش محاسبه دستی



شکل ۵۳ - تاثیر سایه مرکزی (اصلی) و سایه جزئی (متماایل) بر روی مدول‌ها

شکل ۵۳ تاثیر سایه مرکزی (اصلی) (سایه‌ای که انعکاس آن به صورت کامل بر روی مدول می‌افتد). و سایه جزئی (متماایل) (سایه‌ای که انعکاس آن به صورت جزئی بر روی مدول می‌افتد). را نمایش می‌دهد. سایه مرکزی (اصلی) نسبت به سایه جزئی تاثیر بیشتری دارد. وجود سایه مرکزی (اصلی) سبب کاهش انرژی تولیدی از سلول‌ها به میزان ۶۰ الی ۸۰ درصد خواهد شد. وجود سایه جزئی (متماایل) سبب کاهش انرژی تولیدی از سلول‌ها به میزان ۳۰ الی ۴۰ درصد خواهد شد.

فاصله بهینه شی از مدول فتوولتائیک = a-opti
d = قطر شی

روش خودکار:

$$a_opti = 108 * d$$

روش ب : با استفاده از ابزار تحلیل سایه

وجود سایه در ماه‌های فصل زمستان که خورشید ملایم تر می‌تابد و سایه‌ها طولانی‌تر هستند یکی از مشکلات اساسی در سامانه‌های فتوولتائیک می‌باشد. برای نواحی واقع در نیمکره شمالی از تاریخ ۱۰ آذر به عنوان بدترین زمان برای محاسبات سایه مورد استفاده قرار می‌گیرد. مسیریاب خورشیدی^۱ ابزاری برای تحلیل اثرات سایه از اشیاء می‌باشد. برای چندین دهه این ابزار به عنوان وسیله استاندارد در صنعت خورشیدی برای تحلیل جایابی سامانه‌های خورشیدی مورد استفاده قرار می‌گرفت. یک بازتاب پانورامیک از محل، به صورت فوری داده‌های دقیق خورشیدی و سایه را در طول سال تخمین می‌زند.



شکل ۵۴ - تنظیم‌کننده سطح مسیریاب خورشیدی

¹ Solar pathfinder



شکل ۵۵ - مسیر یاب خورشیدی نشان‌دهنده موقعیت عرض جغرافیایی

• توجه:

مسیریاب خورشیدی به طور کلی در زمان نصب نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک مورد استفاده قرار می‌گیرد. اما اگر در اطراف سامانه خورشیدی نصب شده بر روی بام شما درختی در حال رشد یا سازه‌ای در حال ساخت است ممکن است لازم باشد اثر سایه‌ای این شی را در طول سال بر روی سامانه خود مجدداً شبیه‌سازی کنید. در این مواقع میتوان از مسیریاب خورشیدی برای تحلیل سایه استفاده کرد.

گام اول:

ابزار هم سطح‌کننده مسیریاب خورشیدی را در موقعیت میانی تنظیم کنید. براین اساس می‌توان از روش خودکار سطوح پایه استفاده نمود.

گام دوم:

نمودار متوسط مسیر آفتاب در هر ماه را با توجه به عرض جغرافیایی محل خود تنظیم نمایید.

گام سوم:

پوشش گنبدی شکل را بر روی مسیریاب خورشید قرار دهید تا بدین طریق تحلیل سایه انجام گردد. از یک قلم برای رسم قسمت سایه‌ای استفاده کنید. که این میزان درصد مساحت غیر سایه قابل استفاده در طول سال را نشان می‌دهد.

• توجه:

متوسط مسیر خورشید در هر ماه برای هر موقعیت مکانی قابل محاسبه می‌باشد. لذا می‌بایست در انتخاب موقعیت مکانی سامانه مورد نظر دقت و احتیاط لازم را به عمل آورد.



شکل ۵۶ - کمان‌های مسیریاب خورشیدی مشخص کننده زمان و ماه‌های سال



شکل ۵۷ - پوشش گنبدی شکل مسیر یاب خورشیدی برای تحلیل سایه

روش ج: استفاده از دیود بای پس



شکل ۵۸- محل قرارگیری دیود بای پس در یک مدول فتوولتائیک



شکل ۵۹ - دیود بای پس در جعبه تقسیم

دیودهای بای پس برای جلوگیری از آثار نامطلوب سایه ضروری هستند. دیود بای پس برای جلوگیری از اثر داغ شدن موضعی (Hot Spots) یا گرمایش نقطه ای در سلول‌های سری شده، استفاده می‌شوند.

• عملکرد دیود بای پس:

در حالت عادی (بدون سایه)، دیود بای پس در حالت بایاس (یک طرفه) معکوس عمل می‌کند. هر چند، اگر سلول‌های سری متصل شده سایه دار باشد، شرایط بایاس معکوس در آن ظاهر می‌شود. از وقتی که دیود بای پس به قطب مخالف متصل می‌شود. بایاس معکوس به عنوان بایاس مستقیم (Forward Bias) در دیود بای پس عمل می‌کند. بنابراین، جریان اضافی که توسط سلول‌های غیر سایه دار تولید می‌شود، از طریق دیود بای پس عبور و از تخلیه قدرت در سلول‌های سایه دار و در نتیجه تولید گرما جلوگیری می‌نماید.

• نظریه مدار:

زمانی که سلول‌ها بدون سایه هستند:

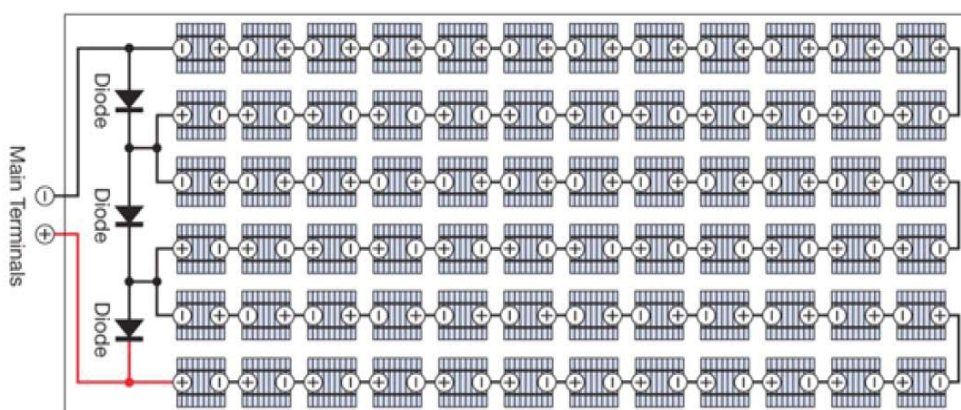
جریان از تمام سلول‌ها عبور می‌کند. هیچ جریانی از طریق دیودهای بای‌پس عبور نمی‌کند.

زمانی که یک سلول سایه دارد:

جریان از ۲۴ سلولی که به صورت سری متصل شده‌اند عبور ننموده و نهایتاً جریان از طریق دیود بای‌پس که با این ۲۴ سلول موازی قرار گرفته است عبور می‌کند.

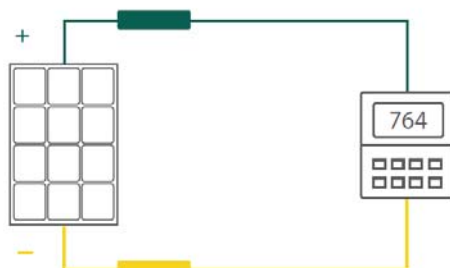
کل واحد سایه دارد:

جریان از هیچکدام از سلول‌ها عبور نکرده و از سه دیود موجود در شکل ۶۰ عبور می‌کند.



شکل ۶۰ - مدار ۷۲ سلولی فتوولتائیک - یک دیود بای‌پس به صورت موازی با هر ۲۴ سلول نصب شده است.

شکل بالا، تئوری مدار که عملکرد دیود بای‌پس را در برابر سایه نشان می‌دهد.



شکل ۶۱ - اندازه‌گیری ولتاژ

اندازه‌گیری جریان

جریان با مولتی متری که به صورت سری به مدول متصل است اندازه‌گیری می‌شود.



شکل ۶۲ - اندازه‌گیری جریان

داده‌های تحلیلی برای آزمون ولتاژ مدار باز و جریان اتصال کوتاه (I_{sc} & V_{oc})

مدول فتوولتائیک	ولتاژ (ولت)	جریان (آمپر)
پنل ۱	۲۰	۱۵
پنل ۲	۲۰	۱۵
پنل ۳	۲۰	۱۵
اتصال سری	۶۰	۱۵
اتصال موازی	۲۰	۴۵

جدول ۴- ولتاژ و جریان قرائت شده مدوله

۲۰۱۷/۳/۲۵	تاریخ
3:00 pm	زمان
22.1 V (STC)	ولتاژ مدار باز
1.74 A (STC)	جریان اتصال کوتاه
50.6 °C	دمای مدول
801 W/m ² (STC 1000 W/m ²)	تابش بر مدول فتوولتائیک

جدول ۵ - داده‌های تحلیلی از یک مدول فتوولتائیک

مدول فتوولتائیک	ولتاژ (ولت)	جریان (آمپر)
تک مدوله	۲۰.۶	۱.۶۵
دو مدوله موازی	۲۰.۶	۳.۳۰
دو مدوله سری	۴۱.۲	۱.۶۵

جدول ۶ - ولتاژ و جریان قرائت شده از مدول‌های فتوولتائیک متصل شده به صورت سری و موازی

جدول ۶ داده‌های تحلیلی یک مدول را برای انجام آزمون یک ردیف مدول سری شده Voc و Isc نشان می‌دهد. می‌توان متوجه شد که با افزایش تعداد مدول‌ها با اتصال سری، جریان ثابت مانده است. هرچند، ولتاژ در مدول‌هایی که به صورت سری متصل شده‌اند افزایش می‌یابد. همانطور که با اتصال موازی تعدادی از مدول‌ها، ولتاژ ثابت می‌ماند و جریان در آن‌ها که به طور موازی به هم متصل هستند، افزایش می‌یابد.

بنابراین، می‌توان خروجی مورد نظر را از طریق اتصالات مختلف از مدول‌های فتوولتائیک و همچنین از ردیف‌های مختلف دریافت نمود. می‌توان مشاهده کرد که با تابش رویت شده به میزان $801 \text{ W} / \text{m}^2$ ، مقادیر قرائت شده ولتاژ و جریان رضایت بخش است. به طور مشابه، می‌توانیم آزمون را در کل ردیف انجام دهیم و ولتاژ و جریان را به ترتیب اندازه‌گیری کنیم.

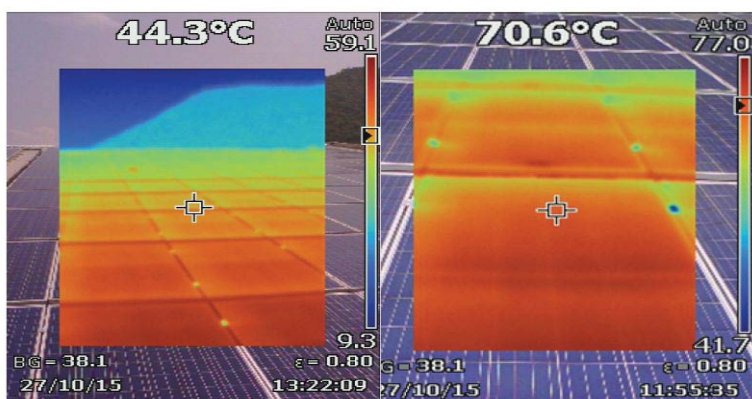
ب) با استفاده از دوربین ترموگرافی

ترموگرافی با کمک یک تصویرگر حرارتی به شناسایی اثر نقطه داغ (hotspot) درون مدول‌ها و سایر اجزای سامانه فتوولتائیک کمک می‌کند.

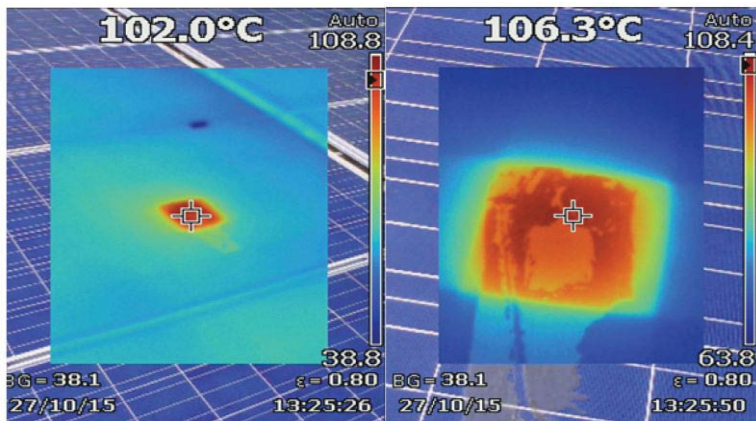


شکل ۶۳ - بررسی پنل‌ها با دوربین

- وضعیت فیزیکی آرایه های فتولتائیک را در مواجهه (از نظر آسیب های فیزیکی) با هر آسیب دیدگی فیزیکی بررسی کنید.
- اگر پدیده داغ شدن موضعی (Hot Spot) مشاهده شد، موضوع را با یک دوربین IR بررسی کنید.



شکل ۶۴ - تصاویر ترموگرافی در عملکرد عادی



شکل ۶۵ - تصاویر ترموگرافی با نمایش نقاط داغ

در مجموعه تصاویر نخست ترموگرافی، ما شاهد دمای مدول یکنواخت بین ۴۰ تا ۷۰ درجه هستیم. با این حال، در مجموعه دوم از تصاویر، ما می‌بینیم که یک سلول خاص به طور غیر معمول به دمای بالاتر از ۱۰۰ درجه رسیده است. این بیانگر این موضوع است که یک سلول در مدول آسیب دیده است و بنابراین این کل مدول باید تعویض گردد

۲-۴- نکات کلیدی که باید به یاد داشته باشید:

- اطمینان حاصل کنید که تعمیر و نگهداری روزمره مدول‌های فتوولتائیک به درستی انجام می‌شود. همچنین تک تک سلول‌ها به صورت دوره ای بررسی شوند.
- اطمینان حاصل کنید که مدول‌ها به طور مرتب تمیز شوند.
- اطمینان حاصل کنید که هیچ سایه ای بر روی مدول فتوولتائیک، به خصوص در ساعات اوج روشنایی وجود ندارد. هر درختی را که ممکن است بیش از حد رشد کرده باشد، هرس کنید. در صورتی که ساختمان‌های جدید در مجاورت ساختمان شما قرار می‌گیرند، تغییر موقعیت آرایه فتوولتائیک را بررسی کنید و یا در صورت امکان، سامانه خود را بر فراز یک استراکچر بلند تر نصب نمایید.
- چنانچه در طول فرآیند تعمیر و نگهداری متوجه عدم تطابق مدول‌ها شدید با نصاب خود تماس بگیرید تا آن‌ها را تعویض نماید. در زمان نصب، اطمینان حاصل کنید که نصاب سامانه شما از دو مدول با مشخصات مختلف و نامتناسب استفاده نکند.
- اگر عدم انطباقی مشاهده شد، از تامین کننده (شرکت پیمانکار) درخواست نمائید تا مدول‌ها را تعویض نماید.
- برنامه نگهداری را که در جدول زیر ذکر شده است دنبال کنید. توجه داشته باشید که برنامه ممکن است با توجه به مکان و شرایط آب و هوایی شما متفاوت باشد.

دوره	اقدامات نگهداری
روزانه	اطمینان حاصل کنید که سامانه شما در مقابل سرقت، کودکان و حیوانات محافظت می‌شود.
روزانه	اطمینان از تولید برق.
* هر ۱۵ روز	بررسی و تمیز نمودن مدول‌های فتوولتائیک از گرد و غبار و آلاینده‌های محیطی.
هر ۶ ماه	تمامی اتصالات برق را با رعایت ایمنی تمیز و از محکم بودن اتصالات اطمینان حاصل کنید.
هر ۶ ماه	بررسی ولتاژ و جریان خروجی هر ردیف آرایه و مقایسه آن با خروجی مورد انتظار تحت شرایط موجود.

جدول ۷ - بازه زمانی انجام اقدامات نگهداری مدول‌های فتوولتائیک

* تمیز نمودن مدول‌ها بستگی به گرد و خاک محیط شما دارد. ما پیشنهاد می‌کنیم که با اندازه‌گیری داده‌ها قبل و بعد از تمیز کردن به فرآیند تمیز کردن بهینه برسید.

فصل سوم : اینورترها

- مواردی که در این فصل خواهیم آموخت
- بازرسی و شناسایی خطا
- تعمیر و نگهداری و روش های عیب یابی شامل:
سطوح پایه و پیشرفته

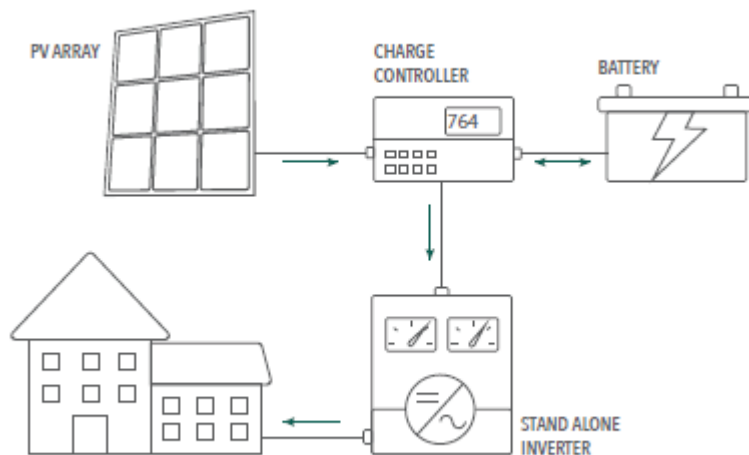
۱- بخش اول: بازرسی و شناسایی خطا :

۱-۱- طبقه بندی اینورترهای خورشیدی:

الف- اینورترهای خورشیدی بر اساس عملکردشان به شرح ذیل طبقه بندی می‌شوند:

- اینورتر مستقل از شبکه:

اینورتر مستقل یا اینورتر منفصل از شبکه برای بارهای مستقل و دور از دسترس شبکه برق طراحی شده است که با باتری پشتیبانی می‌گردد. این تجهیز، توان DC را از باتریهایی که به وسیله آرایه فتوولتائیک شارژ می‌شوند، گرفته و آن را به توان AC تبدیل می‌کند. استفاده از سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک خانگی در روستاها و دهکده‌هایی که در آنجا شبکه برق سراسری در دسترس نیست، بهترین روش می‌باشد.

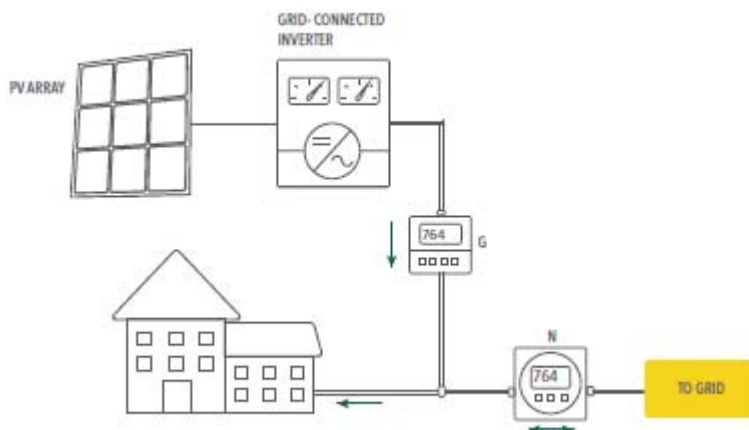


شکل ۶۶ - اینورتر مستقل (منفصل از شبکه)

• اینورتر متصل به شبکه:

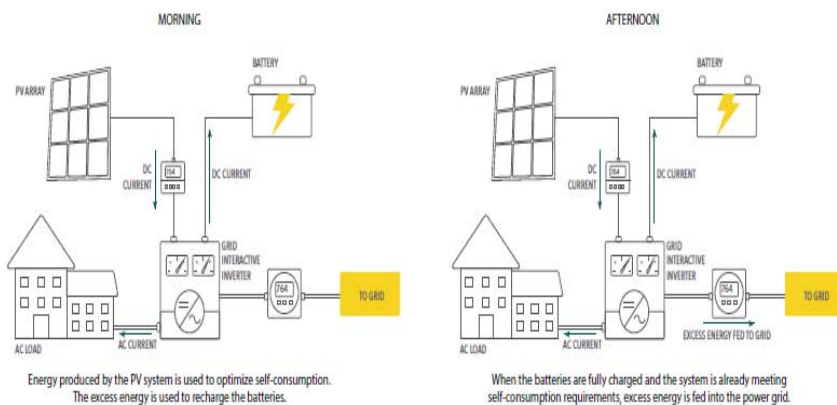
اینورتر متصل به شبکه به طور خاص برای کاربریهای متصل به شبکه طراحی شده است که نیازی به باتری به عنوان پشتیبان ندارند. این تجهیز، توان DC تولید شده توسط آرایه فتوولتائیک را برای عرضه به لوازم الکتریکی به توان AC تبدیل می‌کند و مازاد آن را به شبکه برق سراسری می‌فروشد (در صورت آرایش Net Metering سامانه). این تجهیز در طیف وسیعی از ظرفیت‌ها و به تناسب نیازهای شما، از سامانه خورشیدی کوچک خانگی تا سامانه خورشیدی بزرگ تجاری وجود دارد.

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۶۷ - اینورتر متصل به شبکه

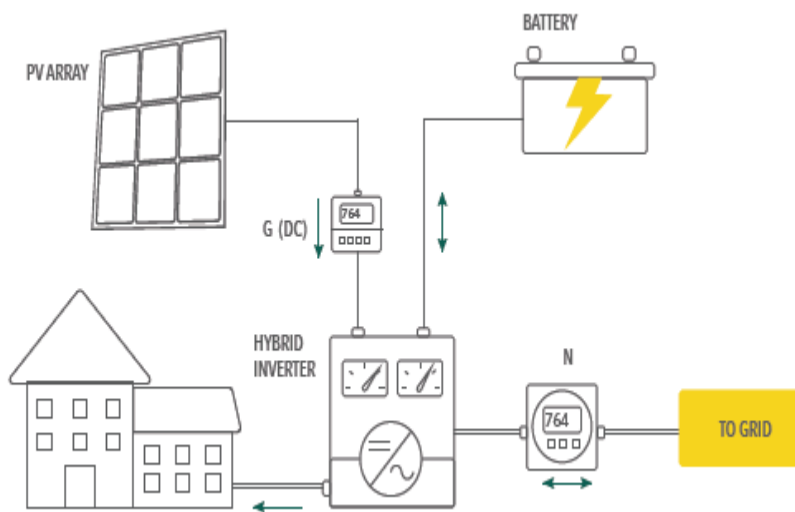
• اینورتر پشتیبان شبکه:



شکل ۶۸ - اینورتر پشتیبان شبکه

اینورتر پشتیبان شبکه، برای کاربری مسکونی، تجاری و صنعتی طراحی شده است. این تجهیز توان پشتیبانی قابل اعتمادی در صورت قطع برق شبکه را دارد. در شرایط عادی، اینورتر، باتری را در حالت شارژ کامل و آماده برای استفاده در هنگام قطع برق مهیا می‌سازد. هنگامی که برق شبکه وصل است، اینورتر به عنوان یک اینورتر متصل به شبکه عمل نموده و توان DC تولید شده توسط پانل های فتوولتائیک را برای تامین بار داخلی و تزریق انرژی اضافی آن به شبکه برق، به صورت AC تبدیل می‌کند. هنگامیکه برق شبکه در دسترس نیست، اینورتر مانند یک منبع تغذیه پشتیبان از باتری و پنل های فتوولتائیک برق مورد نیاز را تامین می‌کند. اینورتر پشتیبان شبکه، توان DC حاصل از منابع خورشیدی و باتری را به توان AC قابل استفاده برای بارهای مصرفی تبدیل می‌نماید.

- اینورتر هیبریدی (ترکیبی):



شکل ۶۹- اینورترهای ترکیبی

یک اینورتر هیبریدی می‌تواند همزمان به عنوان یک اینورتر مستقل یا یک اینورتر متصل شده به شبکه عمل نماید. اینورتر مذکور به سامانه ذخیره ساز باتری، خطوط شبکه برق، ژنراتور دیزل (در صورت وجود) و بار در داخل ساختمان متصل می‌شود. اینورتر ترکیبی به گونه ای طراحی می‌شود که می‌تواند از چند منبع تولید توان اعم از دیزل ژنراتور و سایر منابع انرژی های تجدیدپذیر از جمله توربین های بادی، نیروگاه های آبی کوچک و غیره برای سامانه خود استفاده نماید. آن‌ها عموماً جهت تامین توان بدون وقفه پایدار برای نقاط دورافتاده و دور از دسترس شبکه اعم از برق رسانی روستاها و یا برق رسانی جزایر فاقد دسترسی به شبکه برق مورد استفاده قرار می‌گیرد.

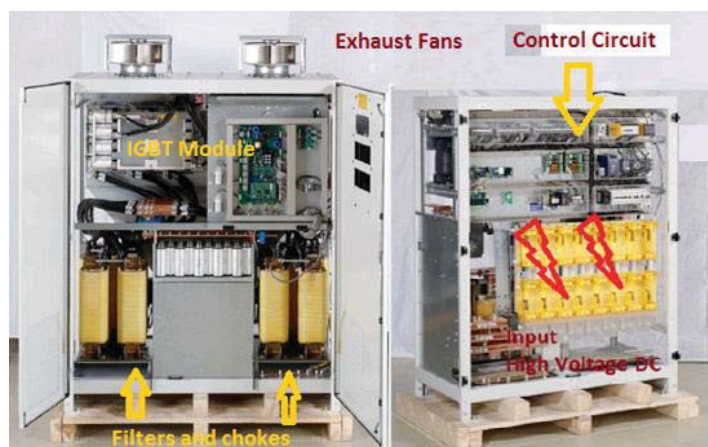
ب: اینورترهای خورشیدی متصل به شبکه براساس میزان ظرفیت به شرح ذیل طبقه بندی می‌شوند.

- اینورتر مرکزی:

وقتی که از یک اینورتر مرکزی استفاده می‌شود، توان DC حاصل از کلیه ردیف مدول‌ها به تابلو برق اختصاص یافته، در سامانه با آرایش موازی ردیف‌ها متصل می‌گردند. سپس توان جمع شده تابلوی DC به اینورتر مرکزی جهت تبدیل آن به توان AC منتقل می‌گردد. استفاده از اینورترهای مرکزی برای سامانه‌هایی که دارای ظرفیت بالاتری هستند، اقتصادی تر می‌باشد. استفاده از اینورترهای مرکزی در این سامانه‌ها منجر به کاهش اتصالات می‌گردد.



شکل ۷۰ - اینورتر مرکزی



شکل ۷۱ - ساختار اینورتر مرکزی

• اینورتر استرینگ:

اینورترهای استرینگ عمدتاً دارای کاربردهای تجاری و مسکونی می‌باشند. همانطور که در شکل ۷۱ نشان داده شده است، اینورتر استرینگ یک نسخه کوچک شده از اینورتر مرکزی است که دارای یک یا چند ردیف از مدول‌های خورشیدی به اینورتر متصل است. ولتاژ ورودی ممکن است برای

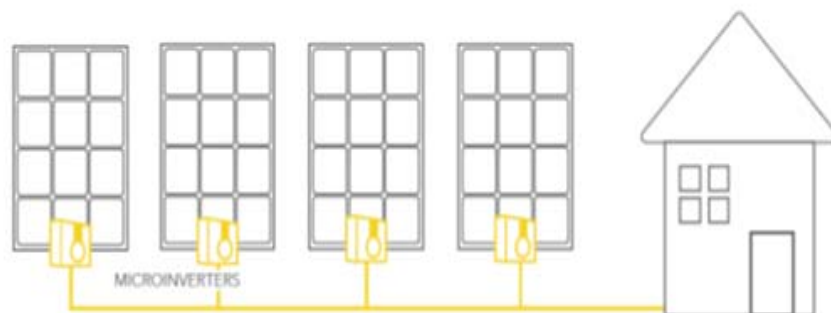
عدم نیاز به تقویت ولتاژ به اندازه کافی بالا باشد. اینورترهای استرینگ در صورت داشتن MPPT های متعدد، می‌توانند تلفات عدم تطابق بین ردیف‌ها را کاهش دهند و این اجازه را خواهند داد که هر ردیف در نقطه حداکثر توان آن بکار رفته شود و علاوه بر این دیودهای ردیفی نیز حذف می‌گردند. که خود باعث کاهش اتلاف انرژی می‌گردد.



شکل ۷۲ - اینورتر استرینگ

- میکرو اینورتر:

میکرو اینورتر جریان DC تولید شده هر مدول را مستقلاً به جریان AC قابل استفاده تبدیل می‌کند. به عبارتی هر مدول دارای یک اینورتر مستقل در سامانه فتوولتائیک می‌باشد.



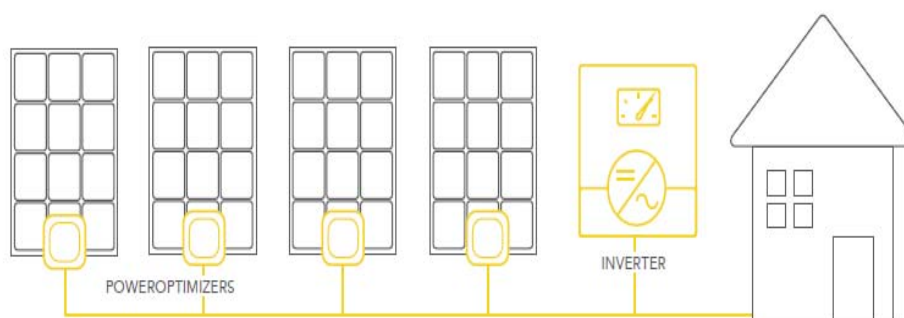
شکل ۷۳ - نمایش قرار گیری میکرو اینورترها

خروجی هریک از میکرو اینورترها با هم تجمیع و سپس به شبکه تزریق می‌گردد. میکرو اینورترها نسبت به سایر اینورترهای مرسوم دارای مزایای متعددی می‌باشند. مزیت اصلی این اینورتر اینست که چنانچه سایه یا عیبی در یک مدول یا اینورتر ایجاد گردد، توان حاصل از آن مدول از دست خواهد رفت و سایر تجهیزات و عملکرد سامانه تحت تاثیر قرار نمی‌گیرد. این اینورتر اجازه بررسی عملکرد هر مدول را خواهد داد. ازمعایب اولیه این اینورترها می‌توان به هزینه‌های بالای تامین تجهیزات و همچنین هزینه‌های بالا تعمیر و نگهداری آن اشاره کرد.

• **بهینه ساز توان:**

بهینه سازهای قدرت بطور مستقل و مشابه میکرو اینورترها بر روی هر مدول نصب می‌گردند. این تجهیز به جای تبدیل برق DC به AC در هر پنل، برق مناسب DC را به سمت اینورتر استرینگ ارسال می‌نماید. بهینه ساز توان یک مبدل DC به DC است که جایگزین جعبه تقسیم های سنتی خورشیدی می‌گردند. این تجهیز یا توسط پیمانکاران بر روی هر مدول نصب شده و یا در کارخانه روی آن قرار می‌گیرد. این تجهیز این قابلیت را در طراحی سامانه ایجاد می‌نماید که بتوان از مدول های مختلف و با زوایای متغیر مدول در یک ردیف استفاده نمود. همچنین به دلیل لحاظ نمودن

MPPT برای هر مدول مستقل ابزارهای خروجی از سامانه فتوولتائیک افزایش خواهد یافت. این روش نتیجتاً باعث افزایش راندمان سامانه نسبت به سامانه‌ای که فقط دارای یک اینورتر استرینگ می‌باشد، خواهد بود.



شکل ۷۴- بهینه‌ساز توان

بهینه‌ساز توان تاثیر سایه مدول بر عملکرد سامانه را کاهش داده و همچنین عملکرد صفحه نمایش را کنترل خواهد کرد. سامانه‌هایی که در آن از بهینه‌ساز توان استفاده شده، عمدتاً در طول عمر مفید یک سامانه مقرون به صرفه تر از سامانه‌هایی هستند که از میکرو اینورترها استفاده می‌نمایند.

۲-۱- بازرسی روتین:

اینورترهای موجود در حالت خاموش می‌توانند اثرات مالی قابل توجهی بر روی کل پروژه داشته باشند. نرخ خرابی اینورتر برای معیارهای مالی مانند بازگشت سرمایه گذاری (ROI) اهمیت دارد. مهم است که اینورتر معیوب در اسرع وقت توسط خود مالک یا تعمیرکار سیستم مجدداً به کار گرفته شود.

اغلب نوع خطاهای ایجاد شده در اینورتر می‌تواند زمان تعمیر و یا بازگشت آن اینورتر یا تجهیز را به چرخه سامانه مشخص نماید.

چنانچه قطعه مهمی از تجهیز معیوب گردد و قطعه یدکی مشابهی برای تعمیر و یا تعویض در دسترس نباشد، زمان زیادی را برای به کارگیری مجدد سامانه از دست خواهیم داد. در این بخش شناسایی و عیب یابی خطاهای اینورتر را تشریح می نماییم.

• **هشدار:**

• قبل از هر گونه تعمیر و نگهداری، لطفاً کلیدهای مربوط به AC و DC را خاموش کنید تا از خطر شوک الکتریکی جلوگیری شود.

• حداقل ۱۰ دقیقه صبر کنید تا تخلیه کامل خازن های داخلی انجام شود.

• **قبل از کار:**

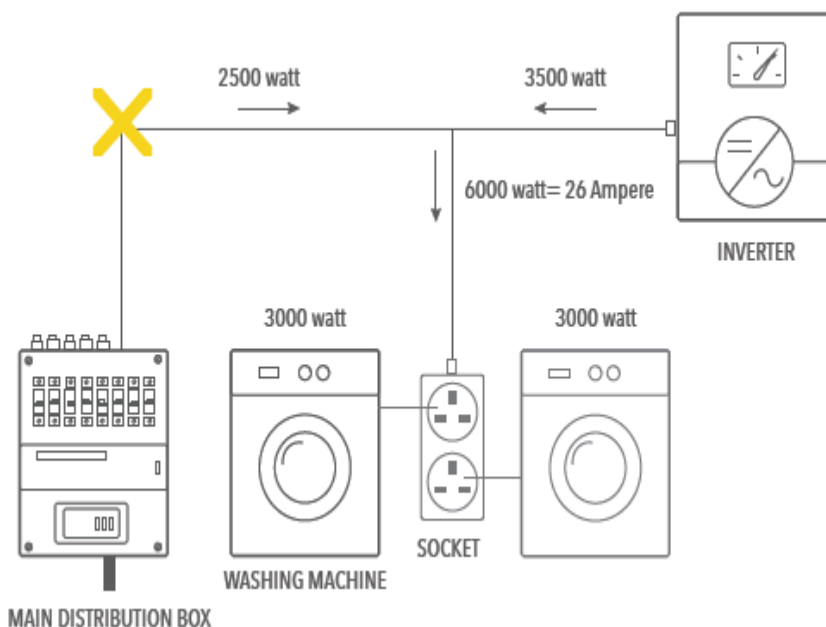
• اینورتر باید قبل از انجام هرگونه تعمیر و نگهداری خاموش شود.



شکل ۷۵- قبل از انجام تعمیرات، اینورتر را خاموش کنید

• **در حین کار:**

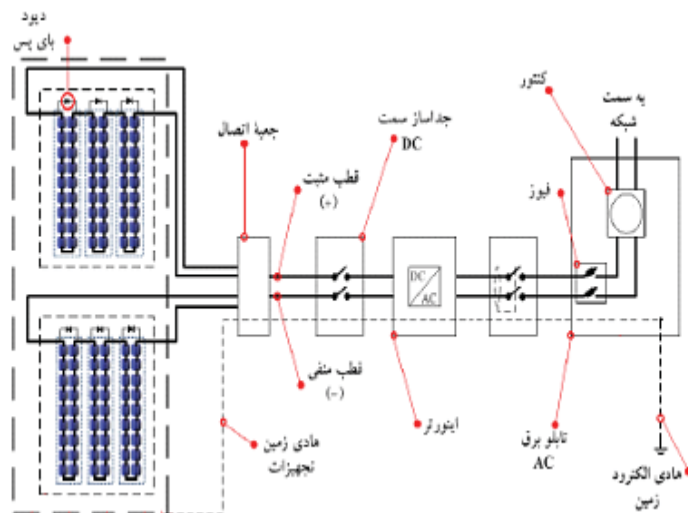
• اتصالات اینورتر را بررسی کنید تا مطمئن شوید که نصاب سامانه شما یک کار خوب انجام داده است.



شکل ۷۶ - اتصال نامناسب از جعبه توزیع اصلی برای بارهای مشترکین خانگی

• اتصال نامناسب:

خروجی AC اینورتر شبکه سامانه فتوولتائیک به طور مستقیم به نقطه بار متصل شده است. بسیاری از نصب کنندگان جهت کاهش هزینه‌های کابل خروجی اینورتر را به بار مصرفی وصل می‌نمایند. هرچند این کار می‌تواند علاوه بر مضر بودن سبب آسیب جدی به لوازم خانگی گردد.

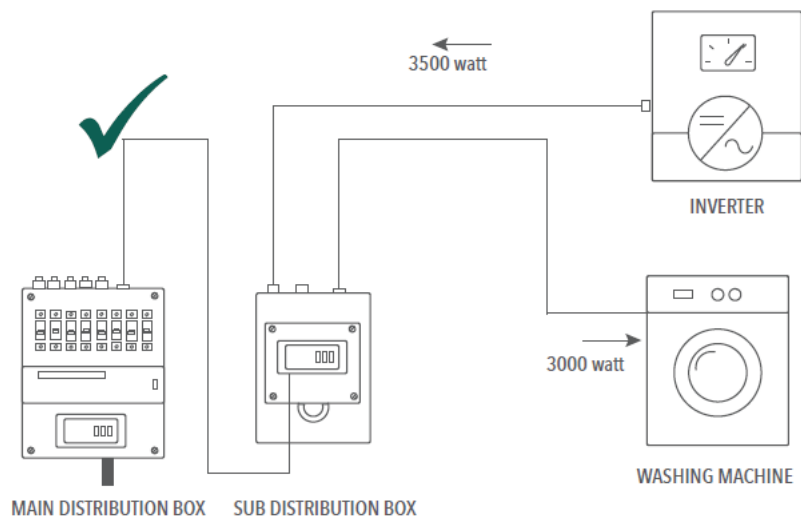


شکل ۷۷- اتصال صحیح از جعبه توزیع اصلی برای بارهای مشترکین خانگی^{۱۶}

• اتصال صحیح:

خروجی AC اینورتر فتوولتائیک به یک تابلوی توزیع اختصاصی وصل و بارهای مصرفی به صورت جداگانه به ترمینال های خروجی آن متصل می گردند.

^{۱۶} مرجع: پیوست چهارم از دستورالعمل "حق العمل کاری نصب سامانه های فتوولتائیک محدود به ظرفیت انشعاب"



شکل ۷۸- اتصال صحیح از جعبه توزیع اصلی به جعبه تقسیم فرعی برای بارهای مشترکین خانگی

• اتصال صحیح:

- علاوه بر روش فوق می‌توان از جعبه تقسیم فرعی که به خروجی تابلوی توزیع اصلی متصل می‌باشد، مطابق شکل ۷۷ استفاده کرد.
- قرائت و یادداشت مقادیر از صفحه نمایش اینورتر



شکل ۷۹- قرائت و یادداشت مقادیر از صفحه نمایش اینورتر

- با عنایت به تشخیص و نمایش خطاها و هشدارها در اینورتر، بازدید و بررسی صفحه نمایش آن در زمان وقوع خطا الزامی است.



شکل ۸۰- چراغ سبز - نشانگر عملکرد صحیح اینورتر



شکل ۸۱- چراغ قرمز - نشانگر عملکرد نادرست اینورتر است

- آسیب‌های ایجاد شده بر روی بدنه اینورتر را به صورت چشمی مورد بازدید قرار گیرد.



شکل ۸۲- آسیب دیدگی اینورتر ناشی از سوختن (سوختگی خارجی)

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران

• بررسی سیم‌های شل شده و یا جدا شده.



شکل ۸۳- سیم جدا شده از مبدل اینورتر

• اینورتر را در معرض نور مستقیم خورشید قرار ندهید. برای نصب در فضای باز، از سایه بان برای آن استفاده کنید.



شکل ۸۴- اینورتر نصب شده بدون سایه بان



شکل ۸۵- اینورتر نصب شده زیر سایه بان

- از محکم بودن کابل‌ها درون ترمینال‌ها و کاندویت‌ها، عایق کابل‌ها و حرارت بیش از حد و خوردگی اطمینان حاصل شود.



شکل ۸۶- شل بودن کاندویت‌ها و کابل‌های اینورتر

- برای قرارگیری اینورتر در شرایط تهویه مناسب از عملکرد فن تهویه (در صورت وجود) اطمینان حاصل کنید.
- بررسی و کسب اطمینان از عملکرد صحیح فن ورودی و خروجی هوا در اینورتر. گرد و خاک اینورتر را توسط یک دمنده یا مکنده مناسب تخلیه نمایید (این کار می‌بایست توسط پرسنل آموزش دیده انجام شود).

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۸۷ - اتاق تهویه اینورتر

- بررسی سطوح سر و صدای اینورتر توسط تجهیزات مرتبط در صورت مشخص شدن نامتعارف از دستگاه اینورتر، موضوع را به تامین کننده تجهیز یا تکنیسین آموزش دیده اطلاع دهید.

- بازرسی، تمیز کردن یا تعویض فیلترها (این کار می بایست توسط پرسنل آموزش دیده انجام شود).

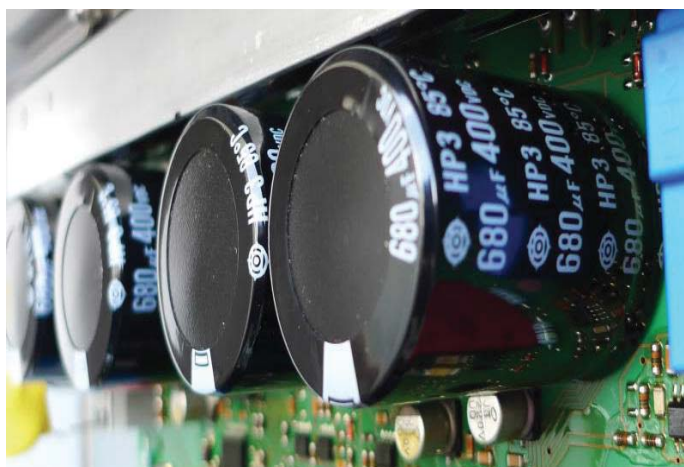


شکل ۸۸- انباشت گرد و غبار در اینورتر



شکل ۸۹- تمیز کردن اینورتر با استفاده از دمنده

- ورودی عایق ترانزیستورهای دو قطبی و تغییر رنگ بردهای الکترونیکی اینورتر را بررسی کنید. آسیب دیدگی ناشی از حرارت بالا خازن‌های AC, DC را بررسی نمایید. (این کار می‌بایست فقط توسط پرسنل آموزش دیده انجام شود).
- بررسی صفحه نمایش اینورتر و قرائت و ثبت کلیه ولتاژهای ورودی و خروجی



شکل ۹۰- ورودی عایق ترانزیستورهای دو قطبی و تغییر رنگ بردهای الکترونیکی را بررسی کنید (اینکار توسط پرسنل آموزش دیده انجام گردد).



شکل ۹۱- صفحه نمایش اینورتر

واحد نمایش انرژی خروجی تولید شده در صفحه نمایش اینورتر برحسب کیلووات ساعت می باشد (kWh) شما می توانید این مقدار را یادداشت کرده و آن را با واحد ثبت شده در آخرین بازرسی مقایسه کنید. به شرطی که شرایط تابش تا حدی شبیه هم باشد، این به شما کمک می کند عملکرد اینورتر را در شرایط یکسان مقایسه کنید. اگر خروجی توان اینورتر با مشکلی مواجه گردد، ابتدا باید میزان ولتاژ و جریان ورودی DC را به اینورتر توسط مولتی متر کلمپی اندازه گیری نمود.

سپس از مولتی متر کلمپی برای اندازه گیری ولتاژ و جریان AC خروجی اینورتر استفاده نمود. اگر توان خروجی اینورتر دچار مشکلی گردد، به راحتی می توان توسط مولتی متر کلمپی اشکالات رخ داده در این خصوص اعم از سوختن فیوز، قطع شدن بریکر پارگی سیم ها و غیره را شناسایی و رفع نمود.

- بررسی وضعیت فیوزهای دو طرف ورودی و خروجی اینورتر (این کار فقط می بایست توسط پرسنل آموزش دیده انجام شود).



شکل ۹۲- فیوزهای اینورتر را بررسی کنید.

- بررسی شرایط نصب اینورتر

از آنجائیکه ارتفاع نصب اینورتر از زمین در هر اینورتر متفاوت می‌باشد، برای بررسی ارتفاع نصب مناسب از زمین و کلیه وجوه آن، حتماً به دستورالعمل نصب و راه اندازی اینورتر رجوع کنید چرا که براساس نحوه و سیستم تهویه هر اینورتر، این مقادیر می‌تواند متفاوت باشد. لذا باید شرایط محل نصب مطابق با دستورالعمل نصب اینورتر باشد.



شکل ۹۳- ارتفاع نصب اینورتر از زمین

- گزارش کامل از مراحل بازرسی.



شکل ۹۴- تهیه گزارش کامل از مراحل بازرسی

آخرین مرحله بازرسی:

اگر در بازرسی چشمی متوجه شرایط خطرناک و غیر ایمن اعم از عیوب مدارات داخلی (اتصال کوتاه)، خطای نرم افزاری و غیره شدید بلافاصله ادامه فرآیند عیب یابی را متوقف کرده و با متخصص این حوزه تماس بگیرید. (شرکت تامین کننده و نصاب)

- ۲- بخش دوم: تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی
 ۱-۲- سطح پایه:



یاد آوری می‌گردد که در سامانه‌های مستقل از شبکه، باید ابتدا موارد دستورالعمل تعمیر و نگهداری سامانه‌های مستقل از شبکه منتشر شده از سوی شرکت توانیر، رعایت گردد.

حالت اول:

الف) اینورتر مستقل از شبکه: اینورتر، روشن نشود.

راه حل	دلیل احتمالی
به مرکز خدمات برای تعمیر مراجعه کنید. به متخصصین شرکت نصاب	کلید توان معیوب است.
دکمه تنظیم مجدد (reset) بروی اینورتر را فشار دهید مجدداً تنظیم گردد.	اینورتر خاموش شده است.

ترمینال های باتری شل شده است.	ترمینال های باتری را بررسی کنید.
ترمینال های باتری دچار زنگ زدگی و خوردگی شده اند.	ترمینال های باتری را تمیز کنید.
باتری ضعیف است.	آن را شارژ کنید و چنانچه قدیمی است، آن را تعویض کنید.
باتری تخلیه شده است.	قبل از استفاده، برای چند ساعت آن را شارژ کنید.
باتری معیوب است.	باتری را تعویض نمایید.
ترمینال های باتری معکوس (کج) شده ترمینال ها را به درستی وصل کنید.	برای جزئیات بیشتر به دفترچه راهنما کاربر مراجعه کنید.

ب) اینورتر متصل به شبکه : اینورتر، روشن نشود.

کلیدهای ورودی و خروجی را یکبار خاموش و روشن کنیم. اگر مشکل برطرف نشد، به متخصص مربوطه یا شرکت نصاب برای تعمیر مراجعه کنید.

حالت دوم: توان خروجی اینورتر کمتر از توان اینورتر مشابه در آن منطقه می باشد.

دلائل احتمالی	راه حل
سیستم، بهینه طراحی نشده است.	عدم تطابق اینورتر و آرایه. یا ↓
	تلفات بالا و افت ولتاژ در کابل ها. محاسبات را بررسی کنید، در صورت امکان کابل با سایز بزرگتر را انتخاب و نصب کنید. یا ↓
نصب نادرست	ردیف ها به درستی سیم کشی نشده اند، اتصالات به طور صحیح متصل نشده اند، شل شدن اتصالات، عدم وجود ولتاژ در ترمینال ها متصل به آرایه های فتوولتائیک نیست. اشتباه بودن پلاریته های (مثبت و منفی) DC در مدار. تمام موارد را بررسی کنید. یا ↓

<p>اصلاح زوایا، جهت‌ها و همچنین تراز نمودن مدول‌ها و سازه نگهدارنده آنها</p> <p>تلفات عدم مطابقت بر اساس طراحی و یا نصب غیر صحیح و بهینه. (به بخش ۲ مراجعه کنید).</p>	<p>چیدمان مدول‌ها مناسب نبوده و در یک ردیف قرار ندارند. مدول‌ها به طور یکنواخت (تراز یا جهت‌های متفاوت) هم تراز نشده‌اند.</p>
<p>در صورت امکان عامل سایه را حذف کنید. (به فصل ۲ مراجعه کنید.) یا </p> <p>مدول‌ها دارای عملکرد پایین‌تر از حد مشخص شده توسط سازنده می‌باشد.</p> <p>مدول‌ها می‌بایست با استفاده از دستگاه تست IV تحت آزمون قرار گیرند. اگر عملکرد مدول پایین بود با تولید کننده مدول برای جایگزینی و تعویض آن تماس بگیرید.</p>	<p>سایه آرایه‌ها</p>
<p>اینورتر به دلیل مسدود شدن دریچه‌های هوا یا تهویه بد، دچار گرمای بیش از حد می‌شود.</p> <ul style="list-style-type: none"> • هرگونه جمع شدن گرد و غبار مورد بررسی قرار گیرد. (به فصل ۲ مراجعه کنید). • تمیز کردن اینورتر • بررسی صحیح سیم‌کشی و عایق‌ها. (به فصل ۴ مراجعه کنید). • بررسی شرایط تهویه مناسب. یا  	<p>چنانچه چراغ یا هشدار دهنده ای روشن نباشد</p>
<p>مشکلات احتمالی ناشی از شبکه را بررسی کنید. با سازنده یا نصاب اینورتر تماس بگیرید.</p>	

حالت سوم: پایین بودن توان خروجی اینورتر در مقایسه با بازرسی قبلی.

راه حل	دلایل احتمالی
مقادیر را ثبت کنید. چنانچه اینورتر قابلیت نمایش کل انرژی تولید شده (کیلووات ساعت) از زمان شروع اولیه خود را دارد، از این مقدار انرژی برای مقایسه تولید سامانه فتوولتائیک از زمان آخرین بازرسی خود استفاده کنید. یا 	کاهش تولید کل انرژی (کیلووات ساعت) و یا پایین بودن جریان آرایه ها در بهترین شرایط تابش.
سایه ها و یا هر گونه آلودگی ی ایجاد شده بر روی آرایه ها را بررسی کنید. تمیز نمودن مدول ها و از میان برداشتن عوامل ایجاد سایه بر روی آنها را حذف کنید. (به فصل ۲ مراجعه کنید). یا 	گرد و خاک و یا سایه ایجاد شده بر روی مدول های فتوولتائیک
بررسی ردیف در آرایه های فتوولتائیک در تابلو برق. اندازه گیری ولتاژ مدار باز (VOC) و جریان اتصال کوتاه (ISC) (توسط مولتی متر دیجیتال)	
جدا کردن ترمینال هایی که ممکن است شل شده و یا اتصالاتی که ممکن است سوخته باشند. یا 	نقص یا خطا در مدول ها، جعبه تقسیم، سیم کشی یا به دلیل ایجاد گرمای بیش از حد، طوفان ها یا رعد و برق
معیوب شدن دیودهای بای پس و یا دیودهای مسدودکننده در هر یک از مدول ها ناشی از رعد و برق، ولتاژ بالا یا جریان های شدید. کل ردیف ها را بررسی کنید. اگر خروجی کمتر از حد انتظار باشد، می بایست تک تک مدول ها را بررسی کنید. یا 	
از ولت متر و مولتی متر برای بررسی و ثبت ولتاژ ورودی اینورتر و سطح جریان در سمت DC استفاده کنید. به طور	فیوز سوخته، بریکرهای قطع کننده، و سیم های قطع شده (کلید چاقویی)

مشابه ولتاژ و جریان را در قسمت AC نیز بررسی کنید.	
یا ↓	
اتصال بارهای زیاد به اینورتر می‌تواند منجر به اضافه بار در آن گردد. در این مورد می‌توان تعداد بارها را کم و یا از اینورتر با توان بالاتر استفاده نمود.	اضافه بار AC بر روی اینورتر (برای اینورترهای مستقل از شبکه)

یادآوری: برای اطلاعات بیشتر در سامانه‌های مستقل از شبکه بهتر است به دستورالعمل توانیر مراجعه شود.

• توجه:

اندازه‌گیری‌ها می‌بایست در شرایط و زمانی که نور خورشید ثابت است انجام گیرد، از اندازه‌گیری در شرایط ابری و یا موارد مشابه پرهیز کنید. اندازه‌گیری‌های فعلی را با موارد بازرسی قبلی مقایسه نمایید.

حالت چهارم: هیچ ولتاژ ورودی از آرایه فتوولتائیک وجود ندارد. هیچ تزریقی به شبکه انجام نمی‌شود.

راه حل	دلایل احتمالی
در زمان تاریکی و هنگامی که نور خورشید کافی نیست. برگشت به زمان مناسب هنگامی که نور خورشید به اندازه کافی وجود دارد. یا ↓	
قطع‌کننده اصلی DC در وضعیت باز قرار گیرد. ولتاژ را در ورودی قطع‌کننده اصلی DC بررسی کنید. قطع‌کننده دارای نقص یا خطا می‌باشد. یا ↓	وضعیت ۱: ولتاژ DC در ورودی اینورتر صفر است.
اتصال فیلتر اضافه ولتاژ (Voltage suppressor) به زمین. کاهنده ولتاژ اضافی آرایه را به زمین اتصال کوتاه می‌کند.	

<p>دستگاه حفاظتی جریان شدید (surge) را بررسی کنید.  یل</p> <p>مدار باز یا اتصال کوتاه در آرایه. آسیب دیدن کابل‌ها یا مدول‌ها. باز کردن تابلو برق و بررسی اتصالات مرتبط با ردیف‌ها. (به فصل ۲ مراجعه کنید.)  یا</p>	
<p>وجود تابش مناسب برای امکان تولید توان و تزریق انرژی را بررسی کنید. (ابری بودن هوا، ابتدای صبح و یا انتهای روز می‌تواند از نمونه‌های بروز این مسئله باشند) در زمان تاریکی، هنگامی که نور خورشید کافی نیست. برگشت به زمان مناسب هنگامی که نور خورشید به اندازه کافی وجود دارد.  یا</p>	<p>وضعیت ۲: وجود ولتاژ DC در ورودی اینورتر و عدم نمایش آن در صفحه نمایش اینورتر</p>
<p>شبکه برق قطع است. اینورتر باید دوباره در هنگام وصل برق شبکه مجدداً عمل نماید.  یا</p> <p>سوختن فیوزها، عمل نمودن بریکرها، یا قطع شدن اینورتر به دلیل خطای زمین واقع شده در سمت خروجی اینورتر شبکه. (به فصل ۴.)  یا</p>	<p>وضعیت ۳: اینورتر ولتاژ ورودی DC را در طول روز نشان می‌دهد، اما چیزی به شبکه تزریق نمی‌گردد.</p>
<p>تمام خطاهای موجود در صفحه نمایش را بررسی کنید. اینورتر یک خطا در آرایه را شناسایی کرده و خاموش شده است. سیم‌های مرتبط با ردیف‌ها را به صورت جداگانه در تابلو برق بررسی کنید. (به بخش پیشرفته فصل ۳ مراجعه کنید.)</p> <p>احتمالاً با باز نمودن ردیفی از آرایه‌ها که دارای مشکل است، عیب مربوطه شناسایی گردد.</p>	

<p>چنانچه پارامترهای شبکه اعم از ولتاژ و فرکانس دچار نوسان شوند، از آنجا که این نوسانات در طراحی تعریف نشده است، لذا اینورتر از مدار خارج می‌گردد. خطاها یا نوسانات نشان داده شده در صفحه نمایش اینورتر می‌بایست مورد بررسی قرار گیرد. چنانچه این خطاها و نوسانات بر طرف شوند؛ اینورتر به صورت خودکار به شبکه متصل می‌گردد.</p>	
<p>اینورتر خطای شبکه را دریافت نموده یا خارج از پارامترها، طراحی شده قرار گرفته که منجر به خاموشی اینورتر می‌گردد، در صورتی که مجدداً این مشکل تکرار شود، با شرکت نصاب تماس بگیرید.</p>	

یادآوری: هر اینورتری دستورات عمل تعمیر و نگهداری خاص خود را دارد که در آن کد خطاها را به وضوح بیان کرده است. در صورتیکه روی نمایشگر اینورتر کد خطا نوشته شده باشد، حتماً به دستورات عمل مربوطه مراجعه و دلیل خطا و نحوه بررسی و حل مشکل را مطابق با دستورات عمل آن مطالعه و به آن عمل کنید.

۲-۲- سطح پیشرفته :

زنگ هشدار یا زنگ خطر

شرح خطا (نقص)	دلایل احتمالی	راه حل
زنگ هشدار یکسره بوق می‌زند.	خطای اضافه بار	بار اضافی را جدا کنید.
 کد QR را اسکن کنید.	عدم عملکرد فن خنک کننده	تماس بگیرید یا اینورتر را به مرکز خدمات ببرید.
اینورتر ایجاد سرو صدا می‌نماید.	صدای باد	این عادی است. نیاز به هیچ اقدامی نیست.
 کد QR را اسکن کنید.	سرو صدای بیش از حد فن	فن را تمیز کنید. با جاروبرقی اینورتر را تمیز کنید. خطای فن را بررسی کنید. اگر مشکل ادامه داشت، آن را تعویض کنید یا موضوع را از طریق متخصص پیگیری نمایید.

• توان خروجی

• هشدارها و عیوب نمایش داده شده بر روی صفحه نمایش اینورتر:

اگر هشدار داده شود که نیاز به خاموش کردن اینورتر نباشد، در این حالت باید به هشدار مربوطه توجه نمود. صفحه زیر نمونه‌ای از یک پیام هشدار دهنده است. این پیام‌ها در هر اینورتر متفاوت می‌باشد. دفترچه راهنمای سامانه را در خصوص این خطا، به دقت مطالعه فرمایید.



• اخطار سامانه

برای اخطارهای اینورتر مطابق با دستورالعمل تعمیر و نگهداری اینورتر مراجعه شود.

• خطاهای نشان داده شده مربوط به عیب یابی در صفحه نمایش اینورتر:

اگر یک وضعیت خطا رخ داده باشد، اینورتر تولید برق را متوقف خواهد نمود تا زمانی که خطا از بین برود. یک خطا ممکن است ثابت یا گذرا باشد.

• خطاهای گذرا:

در این حالت خطا به طور خودکار از بین رفته و اینورتر پس از طی نمودن مراحل توالی راه‌اندازی، مجدداً دوباره راه‌اندازی می‌شود.

• خطاهای ثابت (ماندگار):

نیاز به مداخله دستی برای راه‌اندازی مجدد اینورتر دارد. اگر خطایی در اینورتر ایجاد گردد خطاهای مورد نظر در صفحه نمایش اینورتر نشان داده خواهد شد.

صفحه نمایش قابلیت اعلام خطا به سه روش ذیل را دارد:

- نمایش دسته بندی خطاها با استفاده از کدهای هگزا دسیمال به شرح ذیل می‌باشد.
- نمایش، توضیح خطاها به روش کد بندی.

خطا: افت ولتاژ سریع AC یک خطای GFDI است.

- اطلاعات تماس پشتیبانی ارائه کننده خدمات فنی را نمایش می‌دهد.

SYS 0020 GRD 0000

کدهای خطا

نام شرکت

تلفن: ۱۲۳۴۷۵۹۷۸

Email: inverter@support.com

وضعیت نشانگرهای LED روی پانل و همچنین کدهای مربوط به خطای اینورتر را از روی دفترچه

راهنما مطالعه نمایید:

- افت ولتاژ در شبکه
- اضافه ولتاژ در شبکه
- خطای توالی فاز
- اضافه بار
- اتصال کوتاه
- افت ولتاژ باتری
- اضافه ولتاژ باتری
- خطای زمین

• مسئله: آیا اینورتر خطای زمین را نشان می‌دهد؟

راه حل: عیب یابی خطای زمین معمولاً پیچیده است. برای تشخیص خطای زمین مراحل زیر را می

توان انجام داد:

ملاحظات	راه حل	دلایل احتمالی
<p>اخطار: قبل از تعویض فیوز از</p>	<ul style="list-style-type: none"> • اینورتر را خاموش کنید. • اتصالات AC , DC را قطع کنید. <p>جعبه کنترل الکترونیک و فیوزهای GFDI</p>	<p>سوختن فیوز</p>

<p>خطر ایجاد شوک حاصل از ولتاژ بین ترمینال فیوز و سیستم زمین اطمینان حاصل نمائید.</p>	<p>را باز کنید. اگر فیوز عمل کرده بود خطای زمین مربوط به اینورتر نمی باشد. یا:</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • فیوز GDFI را تعویض کنید. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • با اهم‌متر سلامت فیوز فوق را بررسی کنید. اگر اهم متر خرابی فیوز را نشان داد بنابراین احتمال خطای زمین وجود دارد. 	<p>اختلاف ولتاژ</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • اختلاف ولتاژ DC بین زمین و ترمینال زمین وسیم کشی‌ها بازبینی شود. برای نتیجه بهتر، می بایست کلید قطع DC را در هر دو حالت on/off کنترل کرد. <p><u>توجه:</u></p> <p>پایه اتصال زمین آرایه‌های خورشیدی در سمت تابلوی قطع DC نباید قطع باشد.</p>	
	<ul style="list-style-type: none"> • اطمینان حاصل کنید که کلید قطع DC خاموش است، سپس فیوز GDFI را نصب و راه اندازی کنید 	
	<ul style="list-style-type: none"> • اینورتر را مجددا روشن نمائید. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • با خاموش کردن آن، قبل از روشن کردن مجدد اینورتر، خطای زمین را چک کنید. 	<p>اگر اینورتر قطع گردد.</p>
	<ul style="list-style-type: none"> • ولتاژ و فرکانس شبکه توسط اینورتر مورد بررسی قرار می‌گیرد. 	
	<ul style="list-style-type: none"> • ولتاژ و فرکانس تولید شده سامانه فتوولتائیک توسط اینورتر باید با همان 	

	میزان قرائت شده از شبکه برابر باشد. - نوسانات جریان AC خروجی اینورتر با سطح ورودی آرایه خورشیدی چک شود.	
	• افزایش یا کاهش ولتاژ شبکه (نوسانات ولتاژ)، منجر به خاموش شدن اینورتر توسط کلیدهای قطع داخلی می- شود.	
	• جریان AC خروجی اینورتر متناسب با سطح جریان ورودی DC به آن نوسان می‌کند.	
	• اگر این مشکل بوجود آید، برای رفع مشکل با تکنیسین نیروگاه تماس بگیرید.	خاموشی های اینورتر
	• مشکلات اینورتر می تواند ناشی از هر مشکلی در سمت آرایه ها و یا قطع کننده های داخل نیروگاه باشد.	

مسئله: آیا اینورتر خطای بار را نشان میدهد؟

راه حل: برای تشخیص خطای بار مراحل زیر را انجام دهید:

راه حل	دلایل احتمالی
ابتدا کلیه کلیدهای مربوط به بار را بازبینی کنید. آیا کلیدها قطع یا در موقعیت اشتباهی قرار داده شده است؟	خاموشی اینورتر

از وصل موردی بار به پریز اطمینان حاصل نمایید. ↓ در غیر اینصورت	
فیوزها و بریکرها را بررسی کنید.	سوختن فیوزها یا قطع شدن بریکرها
اگر فیوزها و یا بریکرها قطع کرده اند، قطعه خراب را تعویض کنید. ↓ در غیر اینصورت	
یک بریکر حرارتی داخلی (داخل موتور) ممکن است عمل کرده و یا قطع شده باشد.	بار موتوری (القایی)
در این صورت، با بار دیگری سامانه را بررسی و کنترل کنید	

مسئله: آیا اینورتر خطای ولتاژ پایین یا اضافه ولتاژ سمت AC را نشان می دهد؟

راه حل: برای تشخیص خطای افت ولتاژ مراحل زیر را انجام دهید:

راه حل	دلایل احتمالی
متصل بودن تمامی بریکرهای موجود در مدارهای اصلی circuit breakers کنترل شوند. ولتاژ مدار با ولت‌متر کنترل شود. اگر در بازه مجاز نبود با تکنسین نصاب تماس گرفته شود. در غیر اینصورت ↓	خطای افت ولتاژ (AC)
مجدداً راه اندازی شود. به صورت دستی کلید روشن و خاموش منبع تغذیه کنترل شود.	خطای اضافه ولتاژ

مسئله: آیا اینورتر خطای نرم افزاری را نمایش می دهد؟

راه حل: با تکنسین نصاب و یا سرویس کار اینورتر تماس حاصل شود؛ بعد از انجام تمامی مراحل و عدم رفع نقص و در صورت لزوم اینورتر تعویض گردد.

ج) تجهیزات مورد نیاز برای عیب یابی و تعمیر اینورتر

ردیف	ابزارها/ تجهیزات / وسایل
۱	جعبه پیچ گوشتی با بدنه عایق
۲	اهم متر
۳	فیوزهای جایگزین
۴	مگر Megohmmeter
۵	تجهیزات ایمنی شخصی (PPE)
۶	جعبه آچار با دسته های عایقی
۷	تستر ولتاژ شبکه
۸	مولتی متر (تست ولتاژ - تست پیوستگی) با ظرفیت تا ۱۰۰۰ ولت DC
۹	آمپر متر کلمپی
۱۰	سیم چین
۱۱	انبردست
۱۲	چکش
۱۳	سیم لخت کن
۱۴	چراغ قوه کوچک و متناسب با کار
۱۵	هیدرو متر (برای باتری)
۱۶	دستمال گردگیری
۱۷	دستکش های عایق برقی - دستکش کار

۲-۳- نکات کلیدی برای یادآوری:

۱. اینورتر را در محلی قرار دهید که دارای تهویه مناسب (در معرض و جابه جایی هوای بیرون) باشد.
۲. اطمینان حاصل کنید که اینورتر در معرض تابش مستقیم نور خورشید، قرار نمی‌گیرد.
۳. در صورت لزوم فیلترها را بازرسی، تمیز یا جایگزین کنید.
- ۴- شل بودن سیم‌ها در محل اتصال و قطع بودن آنها را بازرسی کنید.
- ۵- بررسی کنید که آیا فن ورودی و خروجی اینورتر به درستی کار می‌کند یا خیر.
۶. ورودی‌های عایق ترانزیستورهای دوقطبی و همچنین تغییر رنگ بردهای اینورتر را بازرسی نمایید.
۷. خازن‌های ورودی DC و خروجی AC را از نظر علائم آسیب دیدگی حرارتی بررسی کنید.
- ۸- سامانه زمین را بررسی کنید. (بررسی مقاومت سامانه زمین)
- ۹- یک گزارش بازرسی کتبی کامل تهیه کنید.
- ۱۰- کلید فیوزها اعم از فیوزهای AC و فیوز خطای زمین می‌بایست دارای قطعه یدکی مشابه باشند.

• توجه:

- استفاده از نیروی انسانی متخصص و واجد شرایط و همچنین مجهز بودن به قطعات یدکی مورد نیاز، برای حفظ سامانه و به حداکثر رساندن میزان تولید سامانه کمک کرده و تولید سامانه را افزایش می‌دهد.
- برای جلوگیری از کاهش تولید لازم است که عملیات تعمیر و نگهداری مذکور قبل از ساعت ۹:۰۰ صبح و یا پس از ساعت ۷:۰۰ شب که سامانه خورشیدی حداقل تولید را دارد، انجام شود.

فصل چهار: تعادل سامانه‌ها (BALANCE OF SYSTEMS)

- آنچه در این فصل می‌آموزیم:
- بازرسی و شناسایی خطاها
- روشهای تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی که شامل: سطح پایه و سطح پیشرفته
- ۱- بخش اول: بازرسی و شناسایی خطاها

۱-۱- کابل‌ها:

کابل‌ها نقش بسیار مهمی در طراحی سامانه، ارتباطات و دیگر تنظیمات آرایه یک نیروگاه خورشیدی دارند. کابل‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که حداقل تا ۲۵ سال دوام بیاورند. کابل‌ها معمولاً بصورت دفنی و یا از طریق داکت‌ها توزیع می‌گردند. عمدتاً خطای ویژه‌ای در کابل‌های زیرزمینی وجود ندارد. هرچند عدم قابلیت دسترسی و رویت ناپذیر بودن این کابل‌ها منجر به دشواری در تعمیر و تشخیص خطای موجود در آن‌ها می‌گردد. با این وجود، به احتمال زیاد خطای زیر در کابل‌ها رخ می‌دهد:

- خطای مدار باز
- خطای اتصال کوتاه

- خطای زمین

- خطای مدار باز:

خطای مدار باز هنگامی اتفاق می‌افتد که هادی درون کابل قطع شده باشد. با استفاده از دستگاه مگر (megger) می‌توان خطای مدار باز را بررسی کرد. برای این مورد، در هادی‌های کابل ۳ رشته ای بلند، انتهای کابل‌ها از مدار باز و زمین می‌گردند. سپس مقاومت بین هر هادی و زمین اندازه گیری می‌شود. اگر هادی سالم بود، دستگاه مگر مقاومت صفر در مدار را نشان می‌دهد. اما اگر هادی صدمه دیده بود، دستگاه مگر به دلیل خرابی در مدار، مقاومت بی‌نهایت را نشان می‌دهد.

- خطای اتصال کوتاه:

خطای اتصال کوتاه زمانی رخ می‌دهد که دو یا چند هادی یک کابل چند رشته ای به دلیل خرابی عایق‌ها به یکدیگر متصل گردند. برای این حالت، دو ترمینال دستگاه مگر به هر دو هادی منتخب در کابل وصل می‌شود. اگر خطای اتصال کوتاه بین هادی‌ها وجود داشته باشد، دستگاه مگر مقاومت صفر را نشان می‌دهد. به همین ترتیب برای سایر کابل‌ها این روش تکرار می‌شود تا کابل معیوب شناسایی گردد.

- خطای زمین:

خطای زمین هنگامی رخ می‌دهد که هادی کابل با زمین در تماس باشد. برای شناسایی این خطا، یک ترمینال دستگاه مگر به هادی و دیگری به ترمینال متصل به زمین سامانه وصل می‌شود. اگر هادی زمین شده باشد، دستگاه مگر مقاومت صفر را نشان می‌دهد. روشی مشابه برای سایر رساناهای کابل تکرار می‌شود.

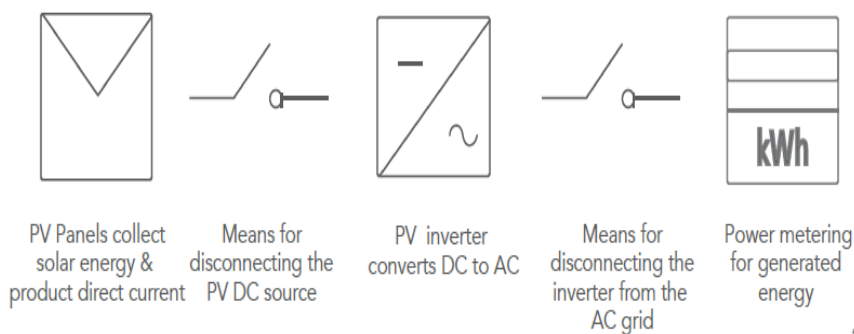
۲-۱- ابزارهای حفاظتی:

- الزامات حفاظتی در برابر اضافه جریان (OCPD'S) در سامانه های فتوولتائیک می تواند پیچیده باشد. دانستن اینکه سامانه دارای تجهیز حفاظت از اضافه جریان می باشد یا خیر، از نظر ایمنی و عملکردی حیاتی است.
- در مواردی اعم از تعمیر و نگهداری که قطع سامانه ضروری می باشد، می بایست کلیه کلیدهای مرتبط با کابل های حامل جریان، قطع و در حالت مدار باز قرار گیرند.
- کلید اجزای سامانه فتوولتائیک جهت حفظ ایمنی در زمان تعمیر و نگهداری می بایست از لحاظ الکتریکی در منبع تغذیه منفصل گردند.
- منفصل نمودن یک تجهیز یا قطعه الکتریکی به معنی قطع کردن جریان عبوری و ولتاژ در آن تجهیز می باشد.



شکل ۹۵ - نمونه‌ای از وسایل حفاظت جریان بالا

- تجهیزات حفاظت در برابر اضافه جریان (OCPDs)، با جلوگیری از عبور جریان بیش از حد از آسیب دیدن هادی‌ها و سایر تجهیزات جلوگیری کرده و از آن‌ها محافظت می‌کنند. فیوزها و بریکرها (قطع کننده‌های مدار)، نمونه‌ای از تجهیزات اضافه جریان هستند. این تجهیزات حفاظتی دارای محدوده مجاز جریانی می‌باشند، اگر میزان جریان غیر مجاز بیش از زمان تعریف شده باشد، فیوز یا بریکر عمل کرده و جریان را قطع می‌کند.
- در واقع قبل از اینکه آسیبی به آن تجهیز وارد شود، فیوز یا بریکر جریان عبوری از آن را قطع و مدار را باز می‌نماید.



شکل ۹۶- بلوک دیاگرام موقعیت قطع کننده‌های سامانه فتوولتائیک نشان داده شده است.



شکل ۹۷- نمونه‌ای از فیوزها را نشان می‌دهد.

• یکی از مهمترین موارد در سیم کشی برق سامانه‌های فتوولتائیک استفاده از فیوز مناسب است. فیوزها از تجهیزات ارزشمند فتوولتائیک در برابر عبور بیش از حد جریان بصورت پیوسته حفاظت می‌کنند. فیوزها از مقاومت‌های کوچکی ساخته شده‌اند. سوختن این مقاومت مانع عبور جریان بیش از حد انتظار می‌گردد.

• " دلایل قطع کردن یا سوختن فیوز "

هرگاه فیوز عمل کرد (جریان قطع شد)، دلایل آن را با جدیت بررسی کنید. مؤلفه اساسی در فیوز سیم فلزی است که با عبور اضافه جریان، ذوب می‌شود. دلایل متداولی که منجر به این اتفاق می‌شود به شرح زیر بیان می‌گردد:

۱. اتصال کوتاه

۲. اضافه بار سامانه

۳. خرابی سایر تجهیزات (مدول‌ها و غیره)

۴- صاعقه

۵- الکتریسیته ساکن

• قطع شدن فیوز در دمای محیط در تحت شرایط زیر اتفاق می‌افتد:

درصد جریان	زمان عملکرد فیوز
110%	4 hours minimum
135%	1 hour maximum
200%	5 minutes maximum

در هنگام تعویض فیوزها، در نظر گرفتن اندازه، نوع و ظرفیت مناسب ضروری است. عدم استفاده از فیوز مناسب می‌تواند دلیلی برای سوختن فیوز باشد.

• برای انتخاب فیوز مناسب از راهنمای محصول استفاده نمایید.



مقطع سیم تعبیه شده در فیوز در شرایط اتصال کوتاه به سرعت می‌سوزد.



چنانچه اضافه بار پایداری در مدار وجود داشته باشد، آنگاه سیم تعبیه شده در فیوز شروع به گرم شدن می‌نماید تا حدی که اگر این شرایط ادامه یابد منجر به سوختن سیم فیوز و قطع مدار می‌گردد.

- اثر فیوز سوخته:



شکل ۹۸ - فیوز سوخته

- مثال:

شرایطی را در نظر بگیرید، که فیوز تعبیه شده برای حفاظت ردیف‌ها در جعبه تقسیم مربوطه سوخته و خروجی آن ردیف از مدول‌ها صفر می‌باشد. فرآیند فوق می‌تواند توسط سامانه SCADA قابل رویت و تشخیص باشد. اگرچه تشخیص خروجی صفر (سوختن فیوز) ردیف‌ها توسط SCADA امکان پذیر است ولی به دلیل کوچک بودن مقادیر موجود به یک ردیف در مقایسه با نمودار کلی نمایش داده شده در رایانه، تشخیص خروج آن ردیف از مدار را برای کاربر مشکل

خواهد کرد. در نتیجه، خروجی کل آرایه برای چند روز از بین رفته که می‌توانست با تعویض فیوز سوخته شده، از این کار جلوگیری کرد.

مثالی از بررسی تاثیر مالی ناشی از سوختن یک فیوز در سامانه فتوولتائیک به ظرفیت ۵ کیلووات

مشخصات فنی	پارامتر
۵ کیلووات	ظرفیت نیروگاه
250 Wp	حداکثر توان مدول در شرایط استاندارد STC
۲۰ مدول	تعداد کل مدول‌ها
۲	تعداد کل ردیف‌ها
۱۰	تعداد کل مدول‌ها در هر ردیف
٪۸۰	نسبت عملکرد
۵.۵ ساعت	ساعت آفتابی
فرض کنید فیوز یک ردیف سوخته است.	
۲۲kWh/day	بدون فیوز سوخته
۱۱kWh/day	چنانچه یک فیوز بسوزد.
انرژی از دست رفته در روز ۱۱ kWh/day	مقادیر به دست آمده $22 - 11 =$
۱۱۴۴۰۰ ریال در روز	زیان مالی روزانه (ریال) $11 * 10400 =$
۳۴۳۲۰۰۰ ریال در ماه	زیان مالی ماهانه $114400 * 30 =$
۴۱۸۴۰۰۰ ریال در سال	زیان مالی سالانه $3432000 * 12 =$

تلفات انرژی روزانه	ساعت آفتابی \times PR \times توان هر مدول \times تعداد مدول‌های موجود در یک ردیف =
تولید روزانه	ساعت آفتابی \times توان هر مدول \times PR \times تعداد کل مدول‌ها =
**مفروضات: ۸۰٪ PR نسبت عملکرد سامانه فتوولتائیک را نشان می‌دهد.	
**تعرفه خرید تضمینی برق از نیروگاه‌های محدود به ظرفیت انشعابی مختص به مشترکین به ظرفیت ۵ کیلووات معادل ۱۰۴۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت می‌باشد.	

جدول ۸- تحلیل مالی فیوز سوخته

۳-۱- باتری‌ها:



شکل ۹۹- باتری سولفاته شده

هدف از محافظت و نگهداری باتری، بهبود عملکرد و طول عمر باتری است. عمر باتری یک شاخص بسیار متغیری است که به عوامل متعددی نظیر دمای ذخیره سازی و عمق تخلیه (DOD) بستگی دارد.

در طی بازرسی باتری موارد زیر باید مشاهده شود:

- پوسیدگی ترمینال‌ها مشکل اصلی همه باتری‌ها است. پوسیدگی در ترمینال‌ها جریان را در باتری کاهش می‌دهد. این امر به طور قابل توجهی بر عمر باتری و راندمان اینورتر تأثیر خواهد گذاشت. باتری‌هایی که نیاز به تعمیر و نگهداری ندارند نیز در معرض خطر پوسیدگی هستند و نیاز به نگهداری دارند. اتصالاتی که در معرض پوسیدگی هستند، جریان شارژ را محدود کرده و سرعت شارژ را کاهش می‌دهند. که به نوبه خود عمر باتری را بصورت جبران ناپذیری کاهش خواهد داد.
- ترمینال‌های باتری را حداقل یکبار در ماه تمیز کنید. تقریباً ۸۰٪ از خطاها، ناشی از سولفاته شدن است (فرآیندی که کریستال‌های سولفور روی صفحات سرب باتری قرار می‌گیرند و از واکنش‌های شیمیایی جلوگیری می‌کنند). هنگامی که باتری دارای سطح شارژ یا سطح الکترولیت پایین است، سولفاته شدن اتفاق می‌افتد. بنابراین، بازدید تعمیر و نگهداری و کنترل سولفاته در باتری‌ها بسیار مهم است. برای انجام این کار، شما نیاز به آب مقطر، ولت‌متر دیجیتال، هیدرومتر جبران کننده دما و ابزار ایمنی مناسب خواهید داشت.

۲- بخش دوم: تعمیر و نگهداری و عیب‌یابی

۲-۱- سطح مقدماتی:

- کابل‌ها

بیشتر خاموشی‌ها در نیروگاه ناشی از خرابی کابل‌ها می‌باشد. مشکلات، در کابل‌ها به دلایل زیر می‌باشد:

- اندازه متراژ و مقطع بهینه کابل
- مسیر کابل
- افت ولتاژ



شکل ۱۰۰- مسیر کابل اشتباه

بررسی‌های ذیل می‌بایست هنگام بازرسی و تعمیر و نگهداری انجام شود.

مسیر کابل را بررسی کنید. مسیر کابل‌ها باید به درستی انتخاب شود و برای جلوگیری از آسیب دیدگی باید توسط بست‌هایی به یکدیگر متصل شوند. بسیاری از مواقع متوجه می‌شویم که کابل‌ها در مسیر مناسب خود قرار دارند و سیم‌های کابل آویزان مانده است. این کار باعث صدمه زدن به کابل توسط جوندگان یا سنجاب‌ها شده و همچنین برای مردمی که در اطراف آن محدوده زندگی می‌کنند ایجاد خطر می‌کند.



شکل ۱۰۱- مسیر مناسب نصب کابل



شکل ۱۰۲- فرم بندی نادرست کابل‌ها در روش حلقه بسته

• حلقه‌های بسته و حلقه‌های باز:

خیلی وقت‌ها متوجه می‌شویم که کابل‌ها به طور صحیح جانمایی نشده‌اند. گاهی اوقات کابل‌ها بصورت فشرده و گاهی نیز بصورت باز و پراکنده فرم بندی شده‌اند. اتصال شل ممکن است منجر به آتش سوزی و اتصالات سفت نیز منجر به پارگی کابل می‌گردد. حلقه بندی سیم‌ها باید دارای قطر مناسب باشند.

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۱۰۳- فرم بندی نادرست کابل‌ها در روش حلقه باز



شکل ۱۰۴- فرم بندی صحیح کابل‌ها



شکل ۱۰۵- عایق بندی مناسب

- بررسی کنید که از کابل تک رشته جداگانه، برای هادی های مثبت و منفی مدارهای DC استفاده شود.

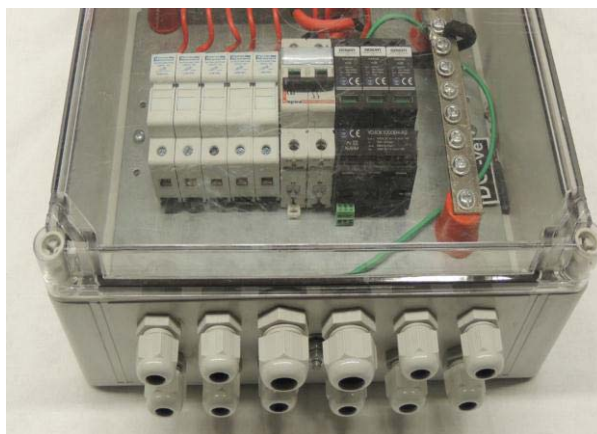


شکل ۱۰۶- عایق بندی نادرست



شکل ۱۰۷- نحوه اشتباه عبور کابل به تابلوها یا جعبه تقسیم ها (ورودی کابل به درون تابلوها یا جعبه تقسیم‌ها باز است)

- بررسی کنید که ورودی‌های کابل استفاده نشده، بسته شده باشند. کلیه کانال‌های کابل‌های استفاده نشده باید با استفاده از درپوش مسدود گردد تا از ورود گرد و غبار، حشرات، جوندگان اعم از سنجاب‌ها، موش‌ها و سایر آفات جلوگیری شود.



شکل - ۱۰۸- الف - اجرای صحیح گلند در تابلو برق

یادآوری: در مواردی که کابل از داخل لوله عبور کرده برای محل اتصال لوله به تابلو باید از بست مناسب مطابق با شکل ۱۰۸-ب استفاده شود.



شکل ۱۰۸-ب - بست مناسب برای محل اتصال لوله به تابلو



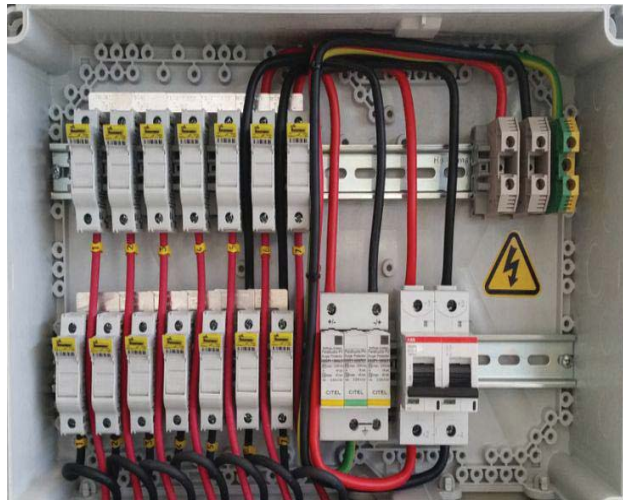
شکل ۱۰۹- نحوه اشتباه عبور کاندویت و آسیب دیدگی آن

بررسی کیفیت کاندویت‌ها (قطر، ضخامت دیواره)



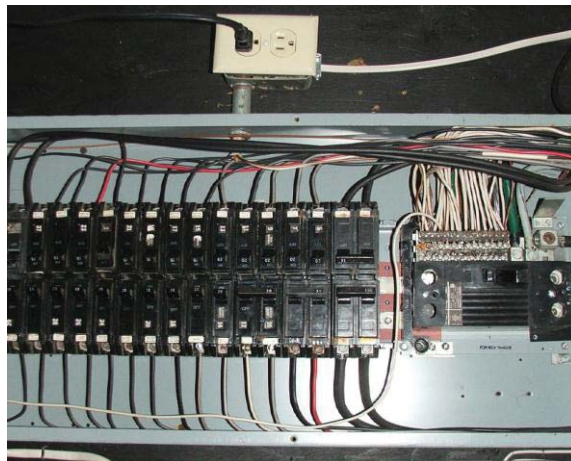
شکل ۱۱۰- نحوه صحیح عبور کاندویت

یادآوری: قطر کاندویت‌های نصب شده، باید مطابق با نشریه ۱۱۰ سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور باشد و الزامات آن رعایت شده باشد.



شکل ۱۱۱- کابل‌ها به درستی برچسب گذاری شده‌اند

- اتاق‌های برق، سوله، تابلوهای کلید زنی و تابلوهای توزیع باید تمیز و مرتب نگهداری شوند. محیط اطراف همه سیستم‌های الکتریکی باید هر زمان که نیاز به دسترسی است، تمیز و عاری از گرد و غبار باشد.
- بررسی برچسب گذاری مناسب کابل‌ها.



شکل ۱۱۲- کابل‌ها به درستی برچسب گذاری نشده‌اند



شکل ۱۱۳- کابل‌ها بسته شده توسط بست کمربندی

کابل مربوط به مدول‌های فتوولتائیک عموماً می‌بایست توسط بست کمربندی محکم گردند. بررسی کنید آنها توسط یک بست کمربندی مناسب بدرستی به هم بسته شده و شل آویزان نباشند. اگر کابل‌ها درون لوله نیستند از بست کمربندی فلزی نمی‌توانید استفاده کنید و با توجه به شرایط محیطی از بست کمربندی Anti UV استفاده کنید. در صورتیکه از لوله فلکسیبل برای عبور کابل استفاده کردید توصیه می‌شود از بست کمربندی فلزی استفاده کنید.

فیوزهای MCB، عایق‌ها، اتصالات، سوئیچ‌ها، فیوزها و اجزای دیگر باید دارای رتبه بندی مناسب با کابل‌ها، سیم‌ها و تجهیزات باشند تا بتوانند از آنها حفاظت کنند.

بررسی کنید که تمام کابل‌ها و سیم‌ها باید قابلیت تحمل عبور جریان مورد نظر را داشته باشند.

کابلها و سیمها نباید بدون تجهیزات حفاظتی، انتقال جریان به بار را انجام دهد.

- تجهیزات و دستگاه‌هایی که در محوطه‌های فضای داخلی مورد استفاده قرار می‌گیرند، بایستی دارای کلاس حفاظتی IP54 یا رتبه بالاتر از آن باشد.

- تجهیزات و دستگاه‌هایی که در محوطه‌های فضای باز مورد استفاده قرار می‌گیرند بایستی دارای کلاس حفاظتی IP 65 یا رتبه بالاتر از آن باشد.

- اشتباه بسیار شایعی که مشاهده می‌شود این است که از یک فیوز که برای ولتاژ VAC ۱۰۰۰ استفاده می‌شود از همان فیوز به عنوان فیوز DC با ولتاژ VDC ۱۰۰۰ استفاده می‌گردد. در نگاه اول،

اندازه کابل، براساس جریان مورد استفاده ممکن است درست به نظر برسد. با این حال، باید توجه کنیم که مقدار ولتاژ، در برخی موارد دارای اهمیت بالاتری از مقدار جریان می‌باشد. علی‌رغم توضیحاتی که از طرف سازنده فیوز ارائه شده است، به هیچ عنوان از فیوزهای AC در مدارهای ولتاژ DC استفاده نشود.



شکل ۱۱۴- انتخاب مناسب فیوزها - توجه به رده‌بندی فیوزهای AC و DC

- توجه:

کد گذاری رنگی سیم‌ها و کابل‌ها می‌بایست مطابق با مبحث ۱۳ مقررات ملی ساختمان انجام گردد.

System	Item	Color
Supply AC system	Phase 1	L1 Red
	Phase 2	L2 Yellow
	Phase 3	L3 Blue
	Neutral	N Black
Apparatus AC system	Phase 1	U Red
	Phase 2	V Yellow
	Phase 3	W Blue
	Neutral	N Black
Supply DC system	Positive	L+ Red
	Negative	L- Blue
	Mid wire	M Black
Supply DC system (single phase)	Phase	L Red
	Neutral	N Black
Protective conductor	PE	Green and Yellow
Earth	E	No color other than the color of the bare conductor. If insulated, the color for insulation so chosen to avoid those listed above for designation of other conductors

- سازه‌های نگهدارنده:



شکل ۱۱۵- نصب مناسب

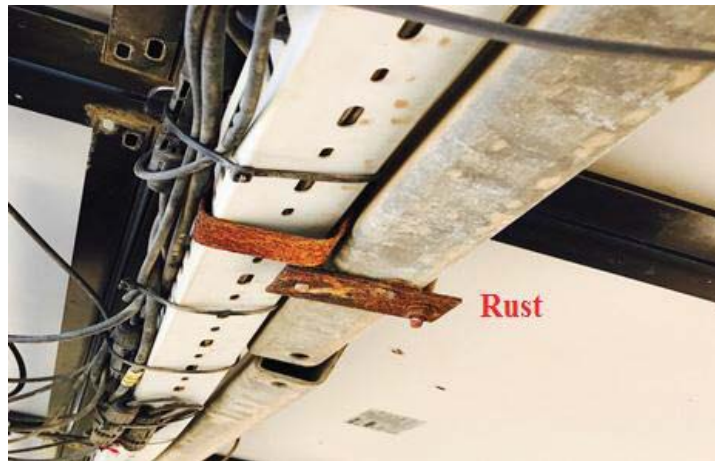


شکل ۱۱۶- نصب نامناسب

بازرسی نصب سازه‌ها باید شامل موارد زیر باشد:

- بازرسی چشمی تمام اجزا انجام شود. این بازرسی شامل روئیت شماره مدل، و رعایت استانداردهای مربوطه می‌باشد.
- سازه‌های نصب شده بر روی بام باید ایمن و متناسب با اقلیم آن منطقه باشد.
- اگر سازه نگهدارنده روی بام نصب شود، اطمینان حاصل شود که این سقف قادر است وزن سامانه فتوولتائیک را تحمل کند.
- بررسی تهویه مناسب به گونه‌ای که از ایجاد حرارت بیش از حد در پشت آرایه‌ها جلوگیری کند.
- ورودی کابل باید ضد آب باشد.
- سیستم زمین (ارت) را به طور صحیح نصب کنید تا خطر تهدید ناشی از شوک الکتریکی و القای الکتریکی کاهش یابد.

- آلومینیوم نباید در تماس مستقیم با بتن قرار گیرد.
- اطمینان حاصل کنید که طراحی مطابق با الزامات استاندارد ملی است.
- کنترل سازه‌های نگهدارنده در مقابل زنگ زدگی و خوردگی.



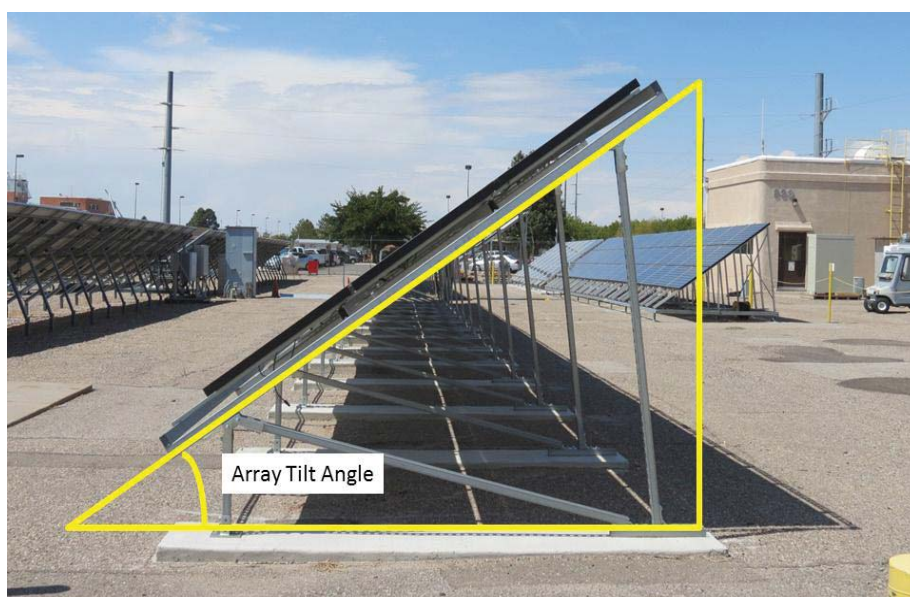
شکل ۱۱۷- زنگ زدگی سازه‌های نگهدارنده



شکل ۱۱۸- کلمپ‌های شل شده

- چارچوب آرایه باید به درستی محکم و مواد تشکیل دهنده آن می‌بایست ضد خوردگی باشد.

- چک کنید همه گیره‌ها به درستی سفت شده باشند.
- بررسی فاصله بین ردیف‌های مربوط به مدول‌های فتولتائیک جهت عبور برای تمیز کردن و تعمیر و نگهداری.



شکل ۱۱۹- زاویه شیب مدول‌های فتولتائیک

زاویه شیب بهینه نصب مدول سامانه‌های فتولتائیک در هر محل جغرافیایی تقریباً معادل عرض جغرافیایی آن محل (روی مدول به سمت جنوب باشد) انتخاب و اجرا شده باشد.

توجه:

اگر یک مشتری متوجه شود که ساختمان مجاور که مشابه ظرفیت سامانه ایشان را دارد دارای زاویه شیب متفاوت باشد. میزان خروجی دو نیروگاهی که دارای ظرفیت یکسان و شیب متفاوت هستند متفاوت خواهد بود.

• دستگاه‌های حفاظت

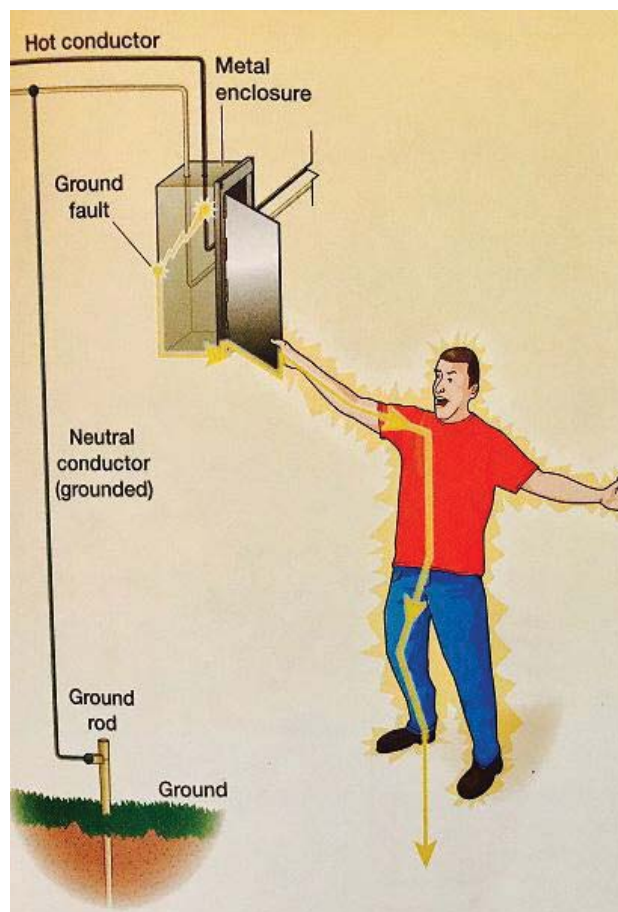
بازرسی چشمی فیوزها

جریان‌های بالا می‌تواند بلافاصله دستگاه‌ها را معیوب و موجب ذوب شدن هادی‌ها گردد. محل اصلی قرارگیری تجهیزات حفاظت در برابر جریان‌های بالا در خروجی AC و ورودی DC، ورودی اینورتر، و تابلوهای برق می‌باشد.

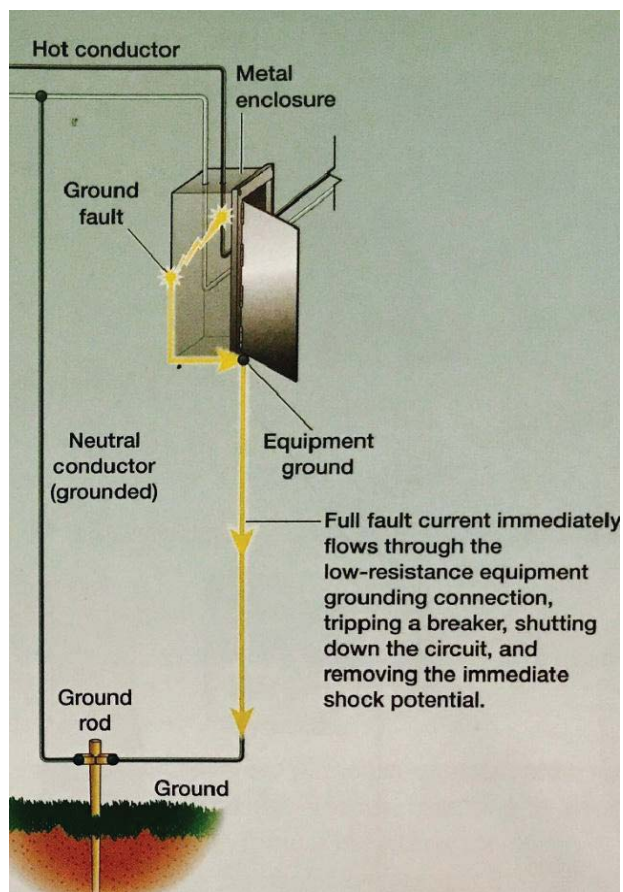
برای داشتن یک حفاظ جریان خوب باید سامانه بطور مناسب زمین گردد؛ تجهیزات حفاظت در برابر جریان بالا SPDs به صورت موازی با مدارهایی که احتمال ایجاد خطا در آن‌ها بواسطه عبور جریان بالا وجود دارد و فاقد تجهیزات حفاظتی مناسب می‌باشند، قرار می‌گیرند.

• دلایل زمین کردن سامانه

- برای تخلیه الکتریسیته ساکن ایجاد شده روی سطوح فلزی تجهیزات و جلوگیری از شوک الکتریکی و خطرات ناشی از آتش سوزی
- سامانه زمین مسیری جهت تخلیه جریان خطا ایجاد می‌نماید که منجر به حصول اطمینان در عملکرد صحیح از اضافه جریان اعم از بریکرها و فیوزها می‌گردد.
- محدود کردن جریان لحظه‌ای صاعقه و یا سایر شرایط ایجاد ولتاژ بالا
- برای تثبیت ولتاژها و تأمین یک نقطه مرجعی که زمین شده.



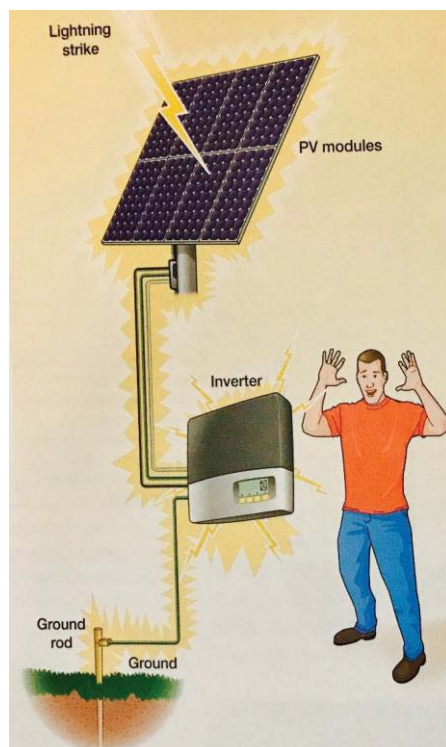
شکل ۱۲۰- تجهیزات فاقد اتصال زمین



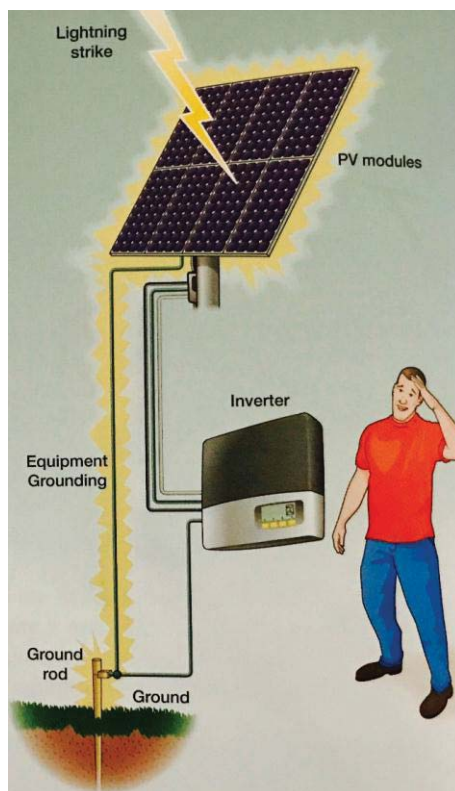
شکل ۱۲۱- تجهیزات دارای اتصال به زمین مناسب

شکل ۱۲۰ نشان دهنده شوک الکتریکی ناشی از بدنه فلزی نامناسب است. در این تصویر خطای سیستم زمین اتفاق افتاده است، بنابراین زمانی که شخص به طور ناخواسته تابلو برق را لمس می‌کند جریان از طریق بدن وی به زمین منتقل شده و این امر منجر به ایجاد شوک یا مرگ می‌شود.

شکل ۱۲۱ سامانه زمین شده مناسب را نشان می‌دهد. بطوری که بدنه فلزی تابلو به میله زمین متصل شده است.



شکل ۱۲۲- حفاظت ضعیف در مقابل صاعقه



شکل ۱۲۳- حفاظت مناسب در برابر صاعقه

شکل ۱۲۲ نشان دهنده اتصال نامناسب زمین است که خطر آسیب ناشی از صاعقه را افزایش می‌دهد. در این روش، تنها راه تخلیه صاعقه از طریق سیم کشی از آرایه به اینورتر و سپس به سیستم زمین است. در این مورد احتمال صدمه به اینورتر وجود دارد. شکل ۱۲۳ نشان دهنده حفاظت مناسب در برابر صاعقه می‌باشد که در این روش آرایه‌های فتوولتائیک توسط سیم زمین به میله و یا راد متصل می‌گردد. با این روش، خطر ناشی از صاعقه به میزان قابل توجهی کاهش می‌یابد.

• باتری‌ها:

بازرسی چشمی باتری‌ها

تنظیم آب باتری و پرکردن آن. (در صورت استفاده از باطری‌های الکترولیتی و یا سرب اسیدی (FLA))



شکل ۱۲۴- شرایط مناسب باتری‌ها

- سرریز آب داخل باتری (در صورت استفاده از باتری‌های سرب اسیدی یا الکترولیتی):
امروزه بیشتر باتری‌های سرب اسیدی و یا الکترولیتی دارای نشانگر آب باتری در درون خود می‌باشند. عمدتاً مردم از آب شیر برای پر کردن آب باتری استفاده می‌کنند. بعضی از تکنسین‌ها پیشنهاد پر کردن آب باتری با آب قبلاً جوشیده شده را می‌دهند.
به خاطر داشته باشید که اینها جایگزین مناسب برای آب مقطر نمی‌باشد. آب مقطر به طور کلی فقط برای باتری‌های سرب اسیدی (FLA) مورد استفاده قرار می‌گیرد. به طور معمول آب شیر حاوی مواد معدنی و ناخالصی‌هایی می‌باشد که با تماس با الکترودهای باتری منجر به واکنش‌های شیمیایی شده که نتیجتاً باعث کاهش عمر مفید باتری می‌گردد. برخی از افراد از آب خروجی کولرهای گازی

یا همان درین آن‌ها برای پر نمودن باتری‌ها استفاده می‌کنند، که این امر نسبت به استفاده از آب شیر مناسب ولی ترجیحاً بهترین روش نمی‌باشد. در طول کار کرد باتری سطح الکترولیت‌ها می‌بایست به طور منظم مورد بازرسی قرار گیرد. لذا جهت پرکردن آب باتری‌ها باید از آب مقطر استفاده شود.



شکل ۱۲۵- شرایط نامناسب باتری‌ها

- چگونه می‌توان سطح مایع را بررسی کرد؟
این کار را فقط برای باتری‌های سرب اسیدی (FLA) انجام دهید. اکثر باتری‌ها دارای یک نشانگر "خط پر شدن" هستند که نشان دهنده سطح حداکثری الکترولیت است. درپوش باتری را باز و داخل آن را بازدید نمایید. از آب مقطر برای پر کردن آن استفاده نمایید.



شکل ۱۲۶- پر کردن مجدد آب باتری

• چگونه ترمینال‌های باتری را تمیز کنیم؟

ماهانه ترمینال‌های باتری و سطح آن را تمیز نمایید. قبل از این کار ابتدا اینورتر را خاموش و منابع توان متصل به آن را قطع کنید. کابل‌های متصل به ترمینال را از روی آن بردارید. در هنگام جدا نمودن کابل‌ها باید اقدامات ایمنی لازم را لحاظ و مراقب اتصال کوتاه شدن دو قطب باتری و جرقه‌های احتمالی باشید.



شکل ۱۲۷- ترمینال‌های مناسب و نامناسب

• نحوه قرائت هیدرومتر:

یک هیدرومتر به شما کمک می‌کند تا تعیین کنید که آیا باتری به طور کامل شارژ می‌شود یا خیر، آیا سلول‌ها در حال از بین رفتن هستند یا خیر. لازم به ذکر است که یک هیدرومتر در شرایط زیر دچار خطای اندازه‌گیری می‌شود:

۱- پس از اضافه کردن آب

آب مقطر برای مخلوط شدن درون سلول، به زمان نیاز داشته و تا شارژ کامل تشکیل حباب می‌دهد. در این حالت هیدرومتر عدد بسیار کوچکی را نشان می‌دهد و این فرآیند تا مخلوط شدن کامل سیال ادامه خواهد یافت.

۲- دمای پایین

هنگام افت دمای باتری، سیال موجود چگال‌تر می‌شود. در این حالت هیدرومتر جبران‌کننده دما بهترین گزینه است. در غیر اینصورت به ازای کاهش ۱۰ درجه فارنهایت زیر ۷۰ درجه فارنهایت ۳/۵ درجه از آنچه قرائت می‌کنیم را کم نمایید.

۳- تاخیر زمان طول شارژ

هنگامی که باتری شارژ می‌شود، مایع مابین انتهای صفحات چگال‌تر می‌شود. شما در هنگام خواندن تاخیری را دریافت خواهید کرد تا زمانی که مایع با حرکت حباب در انتهای شارژ باتری مخلوط شود. تاخیری در خواندن هیدرومتر بوجود می‌آید. ولتاژ به طور پیوسته افزایش یافته که نشان دهنده اینست که تغییراتی اتفاق افتاده است.

۴- در هنگام فرآیند تخلیه باتری

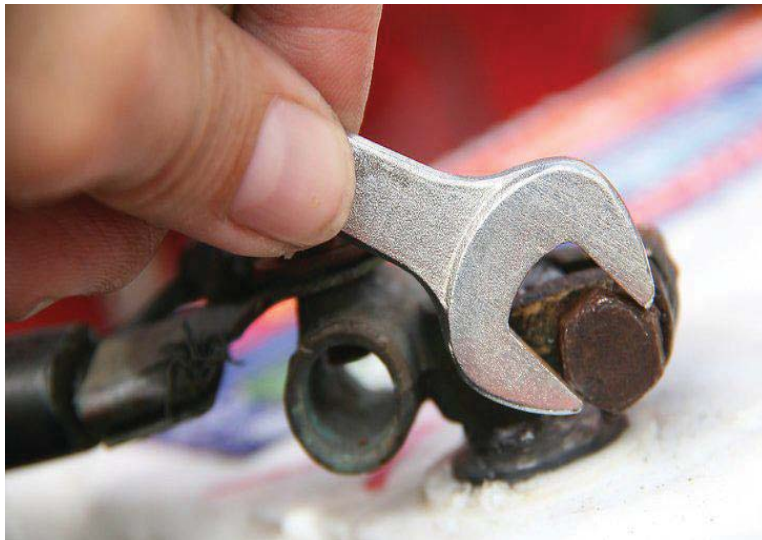
به دلیل کاهش چگالی سیال و گردش آن به سمت بالا اندازه‌گیری توسط هیدرومتر به بهترین نحو انجام می‌شود.

• اگر باتری سرب اسیدی مورد استفاده قرارگیرد. بررسی سطح الکترولیت و سرریز نمودن آب باتری آن الزامی است. قسمت بالای باتری را پاک کنید. در مواردی که خوردگی بیش از حد اتفاق

افتاده امکان تمیز نمودن ترمینال‌ها به راحتی میسر نمی‌شود. در چنین مواردی از فشار آوردن بیش از حد توسط ضربات که موجب شکستگی احتمالی می‌گردد خودداری نمایید. در یک فنجان آب جوش چند قاشق غذا خوری جوش شیرین ریخته و محلول مورد نظر را روی ترمینال‌های باتری بریزید پس از سپری شدن زمان، به مدت یک دقیقه ترمینال‌ها را تمیز کنید. ضمناً برای تمیز کردن باتری می‌توان از اسپری WD-40 نیز برای نظافت و تمیز کردن آن استفاده نمود.



شکل ۱۲۸ - تمیز کردن باتری با جوش شیرین



شکل ۱۲۹ - محکم کردن ترمینال‌های باتری

- خوردگی اتصالات و شل شدن آنها را بازرسی نمایید. در صورت لزوم آنها را تمیز و محکم کنید. اگر متوجه شدید که پیچ‌ها و مهره‌ها زنگ‌زده‌اند، آن را با استفاده از نفت یا بنزین تمیز و یا در صورت لزوم آنها را تعویض نمایید. کمی جوش شیرین را روی ترمینال‌های باتری ریخته و با مسواک خیس آنها را تمیز کنید. سپس با دستمال خشک و نرم سطوح را پاک کنید و اتصالات باز شده را مجدداً محکم ببندید. پس اتمام تمیز کاری، به اتصالات بدون پوشش اعم از سیم‌ها و ترمینال‌ها ضد زنگ (ضد اکسیداسیون) بزنید.
- وضعیت شارژ باتری (SOC) را بوسیله هیدرومتر بررسی و مشاهده نمایید. در باتری نوع VRLA به کمک ولت‌متر ولتاژ و نرخ SOC را اندازه‌گیری نمایید.

پارامتر	علت احتمالی	اقدام‌های پیشگیرانه
سطح الکترولیت کم، نشئی الکترولیت	<ul style="list-style-type: none"> - بررسی کنید که آیا باتری بیش از حد شارژ شده است (over charged) - بررسی کنید که آیا ظرف باتری شکسته و مایع درون آن چکه می‌کند یا خیر. - دقت کنید که آیا بار باتری خیلی بزرگ است. 	<ul style="list-style-type: none"> - آب مقطر را اضافه کنید. - به فروشنده و یا سازنده گزارش دهید. - باتری را تعویض نمایید.
باتری در حالت ولتاژ پایین قرار دارد. (باقی ماندن باتری در ولتاژ پایین)	<ul style="list-style-type: none"> - بررسی کنید آیا مدت زمان اعمال بار خیلی طولانی است. - بررسی کنید که آیا سایه‌ای وجود دارد. - بررسی کنید که آیا هوا طی چند روز ابری بوده است. - بررسی کنید که بار معیوب است. - بررسی کنید آیا ظرفیت شارژکنترلر برای آرایه‌ها خیلی کوچک است. 	<ul style="list-style-type: none"> - تعمیر و یا تعویض بار مصرفی. - کاهش زمان عملکرد یا استفاده از باتری. - حذف سایه. - صبر کنید تا هوا آفتابی گردد و اعمال بار را محدود کنید. - تعمیر و یا تعویض بار مصرفی.
ولتاژ باتری به طور پیوسته بالا است	<ul style="list-style-type: none"> - بررسی کنید آیا شارژکنترلر معیوب است یا خیر. - بررسی کنید که آیا ظرفیت باتری برای آرایه بسیار کوچک است یا خیر. - بررسی کنید آیا شارژکنترلر تنظیم است یا خیر. 	<ul style="list-style-type: none"> - افزایش ظرفیت باتری - تعویض شارژکنترلر - افزایش ظرفیت باتری - تنظیم شارژ کنترلر

<p>- تعمیر و یا تعویض بار. - کاهش زمان اعمال بار. - حذف سایه. - صبر کنید تا هوا آفتابی باشد و اعمال بار را محدود کنید.</p>	<p>- بررسی اضافه بار، بر روی باتری. - بررسی کنید که آیا زمان اعمال بار خیلی طولانی است. - بررسی کنید که آیا سایه‌ای وجود دارد - بررسی کنید که آیا هوا طی چند روز گذشته ابری بوده است.</p>	<p>باتری شارژ قبول نمی‌کند (عدم شارژ باتری)</p>
<p>- تعمیر یا تعویض شارژ کنترلر</p>	<p>- بررسی کنید که آیا باتری بیش از حد شارژ شده است</p>	<p>هدر رفتن زیاد آب باتری به علت شارژ بیش از حد.</p>
<p>- تعویض دیود</p>	<p>- بررسی کنید که آیا دیود مسدود کننده (blocking diode) معیوب است یا خیر</p>	<p>افت ولتاژ در طول شب، حتی زمانی که هیچ باری وجود نداشته باشد.</p>

- شارژ کنترلرها:



شکل ۱۳۰- شارژ کنترلر

- ۱- در صورت دسترسی، برای اخذ مشخصات فنی شارژ کنترلر، به دستورالعمل تولید کننده مراجعه کنید.
- ۲- تمام ترمینال‌ها و سیم‌های اتصال، اتصالات شل شده، خورده شده و یا سوخته را بررسی نمایید.
- ۳- تمام صفحات نمایش، نمایشگرهای LED و سامانه پایش وضعیت درحال کار را بررسی کنید.
- ۴- بررسی صحت عملکرد تجهیزات حفاظت در برابر شارژ اضافی و شارژ کم در سامانه شارژ کنترلر.

- مانیتورینگ سامانه های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام :

نصب دستگاه مانیتورینگ و ثبت داده‌ها برای یک سامانه خورشیدی فتوولتائیک، مفید است. بسیاری از اینورترهای متصل به شبکه فتوولتائیک دارای سیستم پایش و مانیتورینگ داخلی هستند که با اتصال به اینترنت امکان پایش از راه دور نیز در آنها میسر می‌گردد. همچنین بخش سومی جهت

پایش و ثبت داده‌ها نیز در آنها موجود دارد. به طور کلی یک سامانه فتوولتائیک می‌تواند در سطوح مختلف بر مبنای ظرفیت سامانه، و نوع مشارکت سهامداران، به شرح ذیل نظارت شود:

- برای هر مدول فتوولتائیک

این کار با استفاده از میکرو اینورتر یا مبدل DC / DC بهینه‌سازهای توان در هر مدول انجام می‌شود، که در آن پایش به عنوان یک قابلیت اضافه ارائه شده است. با این حال، هر میکرو اینورتر/ مبدل ها / بهینه‌سازهای توان، هزینه اولیه سرمایه‌گذاری سامانه را افزایش داده و لذا به همین دلیل عموماً این تجهیزات مورد استفاده قرار نمی‌گیرند.

- برای هر ردیف مدول فتوولتائیک

این کار عمدتاً با استفاده از قرار دادن سنسورهای جریان بر روی هر ردیف مدول، در جعبه تقسیم انجام می‌شود که آنها نیز به سیستم کنترل نظارتی و ثبت داده (SCADA¹⁷) متصل هستند. در سامانه‌های مانیتورینگ برای هر ردیف پنل، خروجی الکتریکی آن ردیف با سایر ردیف‌ها مقایسه می‌گردد و همچنین به عنوان تابعی از پارامترهای آب و هوایی و شرایط محیطی تحلیل و مقایسه می‌شود.

از این رو، هر ردیف مدول معیوب را می‌توان به راحتی شناسایی کرده و عملکرد ضعیف یک یا چند مدول فتوولتائیک معیوب، در آن را مشخص نمود. لازم به ذکر است که هزینه چنین سامانه‌هایی در نیروگاه‌های بزرگ توجیه‌پذیر است.

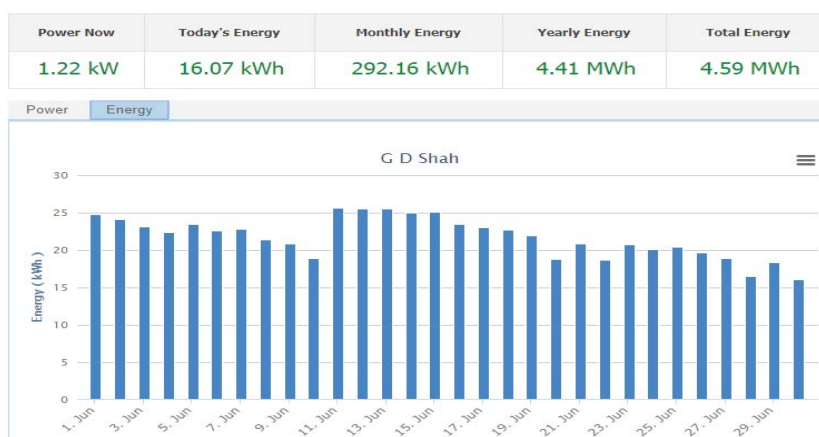
پارامترهایی که معمولاً پایش و ثبت می‌شوند شامل موارد ذیل می‌گردد:

- تولید انرژی خورشیدی در طی روز بر حسب (kWh)

¹⁷ Supervisory Control and Data Acquisition(SCADA)

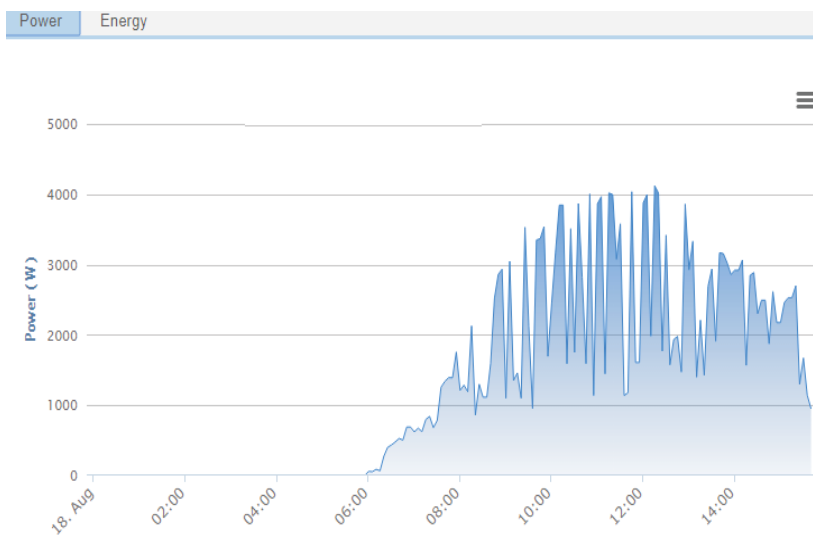
- تولید تجمعی انرژی خورشیدی بر حسب (kWh)
- حداکثر ولتاژ DC بر حسب (V)
- حداکثر جریان DC بر حسب (A)
- مجموع ساعت عملکرد بر حسب (h)
- حداکثر ولتاژ AC بر حسب (V)
- حداکثر جریان AC بر حسب (A)
- حداکثر فرکانس AC بر حسب (Hz)
- حداقل فرکانس AC بر حسب (Hz)
- خطاها

شکل زیر نشان‌دهنده انرژی خورشیدی تولید شده سامانه فتوولتائیک ۵ کیلووات نصب شده بر روی بام توسط SCADA می‌باشد.



شکل ۱۳۱- نمایش تولید انرژی روزانه، سامانه فتوولتائیک توسط SCADA

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۱۳۲- نمایش تولید انرژی سامانه فتوولتائیک، طی ساعات مختلف در یک روز توسط

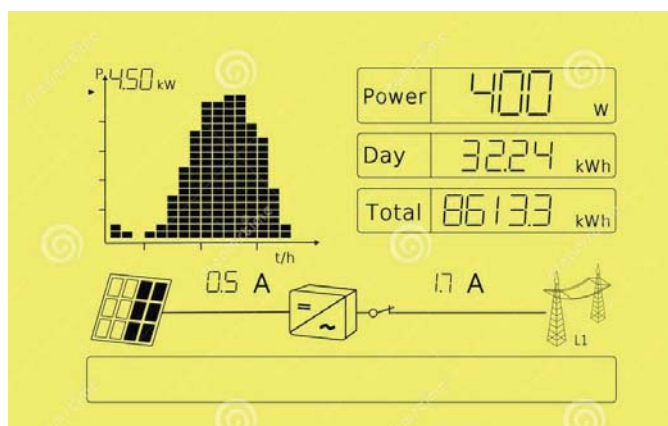
SCADA



شکل ۱۳۳- نمایش مقدار انرژی مصرف داخلی و مقدار انرژی تزریق شده به شبکه برق توسط

SCADA

- در سطح اینورتر:



شکل ۱۳۴- نمایش گر اینورتر که انرژی تولید شده توسط سامانه فتوولتائیک را نشان می‌دهد.

اکثر اینورترهای خورشیدی خود دارای قابلیت پایش عملکرد هستند، که نشان‌دهنده پارامترهای حساس اعم از جریان‌ها، ولتاژهای لحظه‌ای، توان ورودی DC، توان خروجی AC، انرژی تولید شده در طول روز و یا در یک بازه زمانی مشخص قابل تنظیم می‌باشند.

علاوه بر این، اغلب اینورترها قابلیت اتصال به تجهیزات مانیتورینگ آب و هوایی اختصاصی و یا سامانه مانیتورینگ ثالث آب و هوایی را دارند. صفحه نمایش اینورتر خورشیدی از نوع متصل به شبکه نیز می‌تواند تولید انرژی تجمعی را نشان دهد.

اما اگر اینورتر معیوب باشد یا با یک اینورتر جدید از یک کارخانه دیگر جایگزین گردد، داده‌های تولید انرژی از دست می‌رود. بنابراین نصب کنتور تولید انرژی خورشیدی مجزا ضروری است.

داده‌های اینورتر را می‌توان از نمایشگر آن‌ها با اتصال کابل USB و یا RJ45 و یا بصورت بی‌سیم با استفاده از Wi-Fi، با فرکانس رادیویی (RF) یا بلوتوث استخراج کرد.

دسترسی به داده‌ها ممکن است از طریق کنترل از راه دور با استفاده از تجهیزات اختصاصی یا ثالث با استفاده از GSM / GPRS و یا حتی با Wi-Fi محلی امکان پذیر باشد.

- در سطح کنتور:



شکل ۱۳۵- صفحه نمایش کنتور که انرژی تولید شده توسط سامانه فتوولتائیک را نشان می‌دهد

پایش سامانه‌های خورشیدی نصب شده بر روی بام توسط کنتور یکی از شاخص‌های مهم واحدهای تولیدی برای سرمایه‌گذاران می‌باشد، زیرا عملکرد کنتور به طور مستقیم با درآمد هر سرمایه‌گذار مرتبط است.

پایش توسط کنتور می‌تواند به طور کامل در طی یک چرخه صدور قبض بصورت دستی انجام شده و یا بصورت پیشرفته‌تر در یک زمان مشخص با استفاده از ارتباطات بی‌سیم یا کنترل از راه دور امکان پذیر باشد.

۲-۲- سطح پیشرفته :

روش‌ها و تکنیک‌های تست کابل

اقدامات اولیه

- ۱- تمام منابع تغذیه و مدارهای در حال کار می‌بایست از دو طرف کابل جدا شوند.
- ۲- زمانی که هادی‌ها و قطعات عایق مانند ترمینال تمیز و خشک هستند، کار با مگر انجام شود.

۳- قبل از شروع کار با مگر بعد از پایان آن ، کابل‌ها باید به طور موقت با اتصال به زمین ، تخلیه بار شوند.



فرآیند تست کابل توسط مگر

این آزمون‌ها مربوط به کابل‌های کنترلی و کابل‌های سیگنال می‌باشد :

تست پیوستگی

ابزارها و تجهیزات مورد نیاز:

- مولتی متر

- سیم چین

- آچار بکس

- پیچ گوشتی

پیوستگی کابل‌ها با استفاده از تست مگر مورد بررسی قرار می‌گیرد. این تست برای تایید اینکه، آیا هسته و عایق بندی کابل مربوطه، به لحاظ الکتریکی از ابتدا تا انتهای کابل یکنواخت بوده و یا دچار

شکستگی و قطع شدگی باشد، انجام می‌شود. جهت نگهداری از کابل‌ها، این تست باید به صورت دوره‌ای هر ساله انجام شود. تست مگر می‌بایست قبل و بعد از مرحله نصب کابل انجام شود. عایق ضعیف کابل منجر به نشت جریان یا القاء میدان الکتریکی و یا تخلیه بار ناخواسته در مدار می‌شود. این تست برای بررسی پیوستگی و یا قطع شدن سیم هادی کابل در سراسر آن انجام می‌شود.

این تست را می‌توان براساس دستورالعمل زیر انجام داد:

الف- کلید سلکتوری مولتی‌متر را چرخانده و در محل A قرار دهید تا مقاومت در محدوده ۲۰۰ اهم قابل بررسی باشد.

ب- مطابق شکل زیر یکی از سیم‌های (پراب) مولتی‌متر را به زمین متصل کرده و سیم (پراب) دیگر را به انتهای هادی کابل مورد نظر خود متصل نمایید.

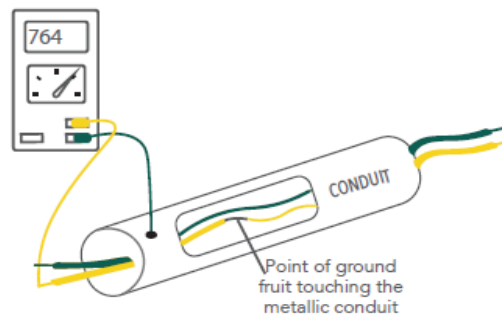
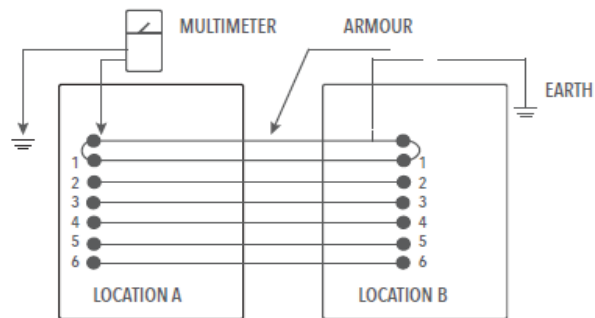
ج- در انتهای دیگر کابل در محل B، سیم کابل را به زمین متصل کنید.

د- اگر امکان اتصال به زمین در هر دو طرف کابل میسر نبود، اتصال دو سر کابل از طریق تماس با بدنه فلزی محافظ کابل صورت پذیرد.

ه- انحراف (حرکت) عقربه مولتی‌متر نشان دهنده پیوستگی هادی تحت آزمون بوده؛ در غیر این صورت قطع شدگی در سیم کابل وجود دارد.

و- سپس پیوستگی سیم هادی سایر کابل‌ها را مطابق این آزمایش، بررسی نمایید. برای مثال، برای آزمایش سیم هادی ۲، یکی از اتصالات پراب مولتی‌متر را به سیم هادی ۲ متصل کرده و پراب دیگر مولتی‌متر را روی هادی در نقطه A قرار دهید. سپس در انتهای دیگر (در محل B)، سیم هادی ۲ را به هادی تست شده، اتصال دهید.

آزمون پیوستگی تمام هادی‌ها را بصورت فوق ادامه دهید.



شکل ۱۳۶ - آزمون پیوستگی

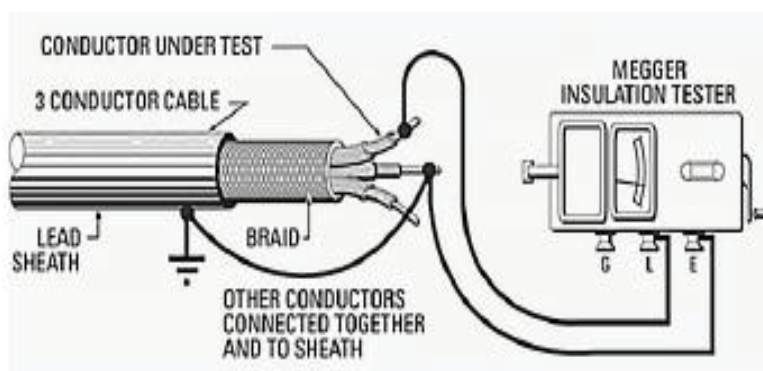
برای اطمینان از یکپارچگی مدارها، همواره مقادیر عایق‌بندی را چک کنید. اگر یک ناگهانی در مقدار عایق‌بندی در مدت زمان آزمون مشاهده کردید، علت می‌بایست بررسی و اقدام فوری برای تعمیر یا تعویض کابل معیوب صورت گیرد.

آزمون عایقی:

ابزار و وسایل اندازه‌گیری مورد نیاز:

- تستر عایقی (megger) 500V DC2

- سیم چین
 - مجموعه پیچ گوشتی
 - جعبه آچار
 - گیره سوسماری ، که باید برابر با حداکثر تعداد سیم‌های کابل مورد آزمون باشد.
- این آزمون برای اندازه‌گیری مقاومت عایق کابل مورد استفاده قرار می‌گیرد. دستورالعمل این آزمون به شرح ذیل می‌باشد.



شکل ۱۳۷ - آزمون عایقی

- با انجام این آزمون خاصیت عایقی تک تک هادی‌ها را نسبت به زمین اندازه‌گیری می‌نماییم.
- هادی تحت آزمون را به ترمینال خط تستر عایقی (megger) متصل کنید.
- ترمینال زمین دستگاه مگر را به زمین متصل نمایید. دسته مگر را بچرخانید و یا دکمه آن را فشار دهید. قرائت مقاومت عایقی می‌بایست حداقل یک دقیقه پس از اعمال ولتاژ آزمون انجام شود.
- حال با همین روش سایر هادی‌ها را نیز تحت آزمون قرار دهید.
- روش‌ها و تکنیک‌های آزمون تجهیزات حفاظتی:

فیوزها می‌توانند تحت هر شرایط آزمونی چک شوند. بازرسی صحت فیوز بصورت چشمی، بسیار آسان است. اغلب فیوزها دارای بدنه غیرشفاف و محکم هستند به طوری که عنصر عمل کننده آنها با چشم قابل مشاهده نمی‌باشد.



شکل ۱۳۸ - انجام آزمون توسط مولتی متر کلمپی



شکل ۱۳۹ - نحوه اتصال کابل‌های تحت آزمون به مولتی متر

برای شناسایی فیوزهای سوخته می‌بایست از یک مولتی‌متر استفاده نمود. یکی از قابلیت‌های مولتی-متر توانایی اندازه‌گیری مقاومت عنصر عمل‌کننده فیوز می‌باشد. مقاومت بر حسب اهم "Ohms" " Ω " اندازه‌گیری می‌شود.

روش آزمون فیوز به شرح زیر می‌باشد:

۱- با یک ولت‌متر اطمینان حاصل کنید که برق سیستم قطع شده باشد.

۲- سیم‌های آزمون را وصل کنید.

سیم قرمز باید به سوکت Ω یا Ohms متصل شود. سیم سیاه باید به سوکت مشترک (COM) متصل شود.

۳- قراردادن صحیح کلید سلکتوری مولتی‌متر در وضعیت مناسب.

اگر کلید جداگانه‌ای برای روشن کردن مولتی‌متر وجود داشته باشد، لطفاً مولتی‌متر را روشن کنید. شما می‌توانید در تصویر ببینید که محدوده اهم‌ها توسط یک نوار سبز روشن در قسمت چپ پایین نشان داده شده است.

تنظیمات ۵ محدوده متفاوت روی مولتی‌متر عبارتند از:

2000k = 2,000,000 ohms or 2 Mega ohms (تنظیم برای بالاترین مقاومت)

200k = 200,000 ohms

20k = 20,000 ohms

2k = 2,000 ohms

200 = 200 ohms (تنظیم برای کمترین مقاومت)



شکل ۱۴۰ - انتخاب صحیح محدوده اهم در مولتی‌متر

۴- اندازه‌گیری فیوز

فیوزی که می‌خواهد تحت آزمون قرار گیرد را از پایه فیوز جدا کنید مگر اینکه مشخص باشد که هیچ مسیر دیگری وجود ندارد که باعث قرائت اشتباه شود.

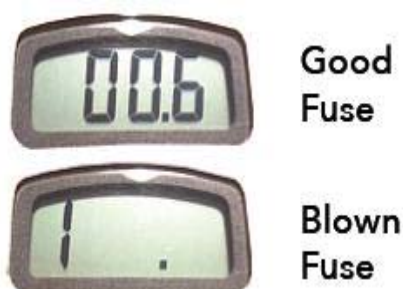
- توجه:

بمنظور جلوگیری از امکان شوک الکتریکی در هنگام آزمون یک فیوز که هنوز در مدار قرار دارد، مطمئن شوید که برق ورودی به آن قطع شده است.



شکل ۱۴۱ - آزمون فیوز با استفاده از مولتی‌متر

فیوز را روی سطح غیر رسانا مانند پلاستیک، کفپوش یا چوب قرار دهید.
* سرهای فلزی سیم‌های مولتی‌متر را به دو سر فلزی فیوز متصل کنید.
فیوزها دارای سر مثبت و منفی نمی‌باشند، بنابراین در قراردادن سر فلزی سیم‌های مولتی‌متر بر روی فیوز محدودیتی وجود ندارد. از تمیز بودن و اتصال مناسب دوسر فیوز با سیم‌های مولتی‌متر اطمینان حاصل نمایید. حال مقدار نمایش داده شده بر روی صفحه نمایش را قرائت کنید.
۵- استنتاج مقدار قرائت شده



شکل ۱۴۲ - مقدار نمایش داده شده نشان دهنده سالم بودن فیوز یا معیوب بودن آن است.

فیوز سالم: اگر مولتی متر نرخ قرائت مقاومت پائینی را نشان دهد (مشابه مقاومت در زمانیکه دو سیم مولتی متر به یکدیگر متصل هستند).

فیوز سوخته: اگر قرائت اندازه گیری تغییری نکند و نمایشگر مولتی متر هنوز حالت مقاومت ۱۰۰ % اولیه را نشان دهد.

۶- واری فیوز به منظور مشخص نمودن اندازه، نوع و میزان جریان مورد نظر

۷- چنانچه فیوز در آزمون معیوب شناخته شود و یا اندازه یا نوع مناسبی نداشته باشد، می‌بایست آن را با فیوز مناسب جایگزین نمود.

توجه:

همیشه فیوزهای جایگزین را قبل از نصب چک کنید تا مطمئن شوید که فیوز جایگزین سالم است.

۱. فیوزها در سایزهای استاندارد (۶، ۸، ۱۰، ۱۵، ۲۰، ۲۵، ۳۰ آمپر و غیره) قابل دسترس می‌باشند.

فیوزها براساس ضوابط و استانداردهای ملی و بین‌المللی ساخته شده و قابل دسترس می‌باشند.

۲. برای نمونه جهت انتخاب فیوز برای یک بار مصرفی با جریان ۱۳/۴۲ آمپر باید از یک فیوز ۱۵ آمپری استفاده نمود.

پنج مرحله برای تعیین سایز فیوزها در سامانه‌های فتوولتائیک

برای طراحی و انتخاب فیوزهای مرتبط با رشته‌ها و آرایه‌های فتوولتائیک می‌بایست از کدهای بین

المللی الکتریکی ۲۰۱۱ و یا استانداردهای ملی در این حوزه، مطابق مراحل زیر استفاده نمود.

مرحله ۱: محاسبه حداکثر جریان مدار

مرحله ۲: محاسبه جریان نامی آمپر فیوز

مرحله ۳: استفاده از فیوز با آمپراژ پائین تر به دلیل دمای غیرعادی محیط در صورت لزوم

مرحله ۴: مطابقت جریان محاسبه شده با مقدار جریان درج شده بر روی برچسب اطلاعاتی فیوز

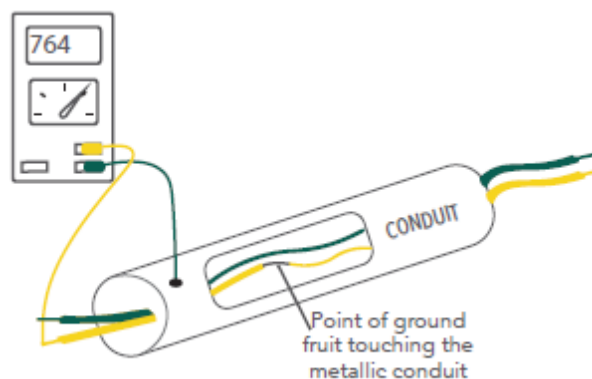
مرحله ۵: حصول اطمینان از محافظت سیم‌ها یا هادی‌ها توسط فیوز

روش‌های آزمون و تکنیک‌های حفاظت در برابر صاعقه و زمین کردن:

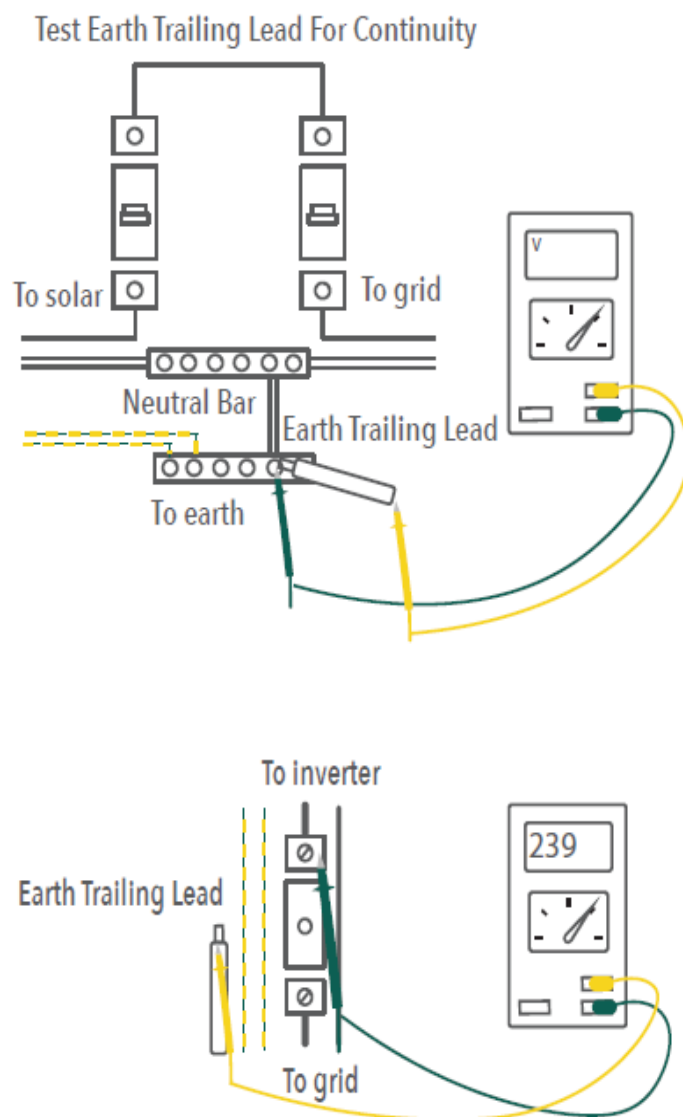
ابتدا کلیه کلیدها را قطع نمایید. از یک اهم متر برای بررسی پیوستگی کل سیستم زمین استفاده کنید. اطمینان حاصل کنید که تمامی قاب‌های مدول‌ها، کاندویت‌های فلزی، اتصالات، جعبه تقسیم‌ها و اجزای الکتریکی زمین شده‌اند.

با استفاده از یک ولت‌متر DC، پلارایته‌های مثبت و منفی همه اجزاء سامانه و سیم‌کشی‌ها را بررسی نمایید.

چنانچه از کاندویت پلاستیکی استفاده شده بود، اطمینان حاصل کنید که یک سیم زمین از میان آن عبور کرده باشد. اگر از کاندوین فلزی استفاده گردد، چنانچه ضوابط مندرج در NEC محدودیتی در این حوزه مطرح ننماید، می‌توان از بنده فلزی کاندوئیت به عنوان هادی اتصال زمین استفاده نمود در غیر اینصورت می‌بایست از سیم مجزا استفاده نمود.

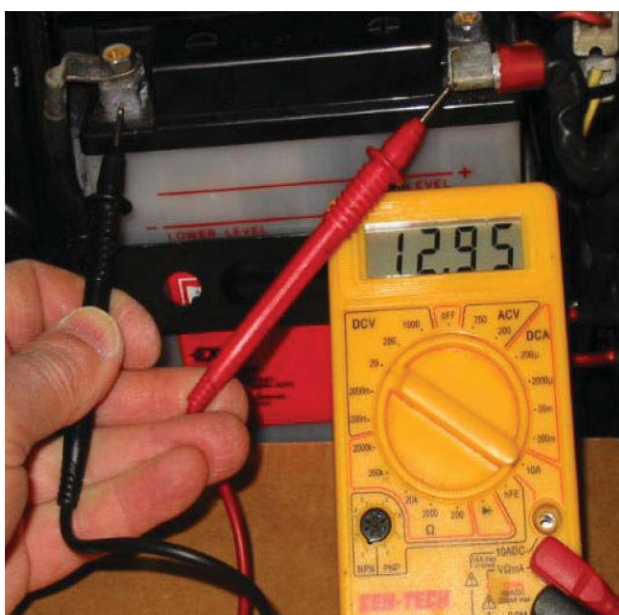


شکل ۱۴۳- آزمون پیوستگی کابل



شکل ۱۴۴- روش‌ها و تکنیک‌های آزمون حفاظت در برابر صاعقه و زمین کردن

• باتری‌ها:



شکل ۱۴۵ - آزمون بار باتری با استفاده از مولتی‌متر

• چک کردن حالت شارژ:

یک هیدرومتر حالت شارژ باتری را با استفاده از تعیین وزن مخصوص الکترولیت آن مشخص می‌نماید. معمولاً وزن مخصوص الکترولیت بین $1/120$ و $1/265$ است. در الکترولیت $1/120$ باتری به طور کامل تخلیه شده است. در الکترولیت $1/265$ باتری به طور کامل شارژ شده است. حالت شارژ باتری را می‌توان از طریق آزمون بار واقعی تعیین نمود:

۱. از یک مولتی‌متر استفاده کنید.
۲. سامانه بار را برای مدت پنج دقیقه به باتری متصل نمایید. بارها را قطع کنید و سامانه بار را از باتری جدا نمایید.
۳. ولتاژ دوسر ترمینال‌های هر باتری را اندازه‌گیری کنید.

حالت عملکرد شارژ (SOC)	وزن مخصوص الکترولیت (Specific Gravity)	ولتاژ باتری	
		۱۲ ولت	۲۴ ولت
٪۱۰۰	۱.۲۶۵	۱۲.۶۸	۲۵.۳۵
٪۹۰	۱.۲۵۰	۱۲.۶	۲۵.۲۰
٪۸۰	۱.۲۳۵	۱۲.۵۲	۲۵.۰۵
٪۷۰	۱.۲۲۵	۱۲.۴۴	۲۴.۸۸
٪۶۰	۱.۲۱۰	۱۲.۳۶	۲۴.۷۲
٪۵۰	۱.۱۹۰	۱۲.۲۸	۲۴.۵۶
٪۴۰	۱.۱۷۵	۱۲.۲۰	۲۴.۴۰
٪۳۰	۱.۱۶۰	۱۲.۱۰	۲۴.۲۰
٪۲۰	۱.۱۴۵	۱۲	۲۴.۰۰
٪۱۰	۱.۱۳۰	۱۱.۸۵	۲۳.۷۰
٪۰	۱.۱۲۰	۱۱.۷۰	۲۳.۴۰

جدول ۹- ولتاژ باتری در حالت عملکرد شارژ

ولتاژ مدار باز (Voc)		حالت عملکرد شارژ (SOC)	
باتری ۲ ولت	باتری ۶ ولت		
۲.۱۲ یا بیشتر	۶.۳۶ یا بیشتر	۱۲.۷۲ یا بیشتر	٪۱۰۰
۲.۱۰ الی ۲.۱۲	۶.۳۰ الی ۶.۳۶	۱۲.۶۰ الی ۱۲.۷۲	۷۵-۱۰۰٪
۲.۰۸ الی ۲.۱۰	۶.۲۴ الی ۶.۳۰	۱۲.۴۸ الی ۱۲.۶۰	۵۰-۷۵٪
۲.۰۳ الی ۲.۰۸	۶.۹۰ الی ۶.۲۴	۱۲.۱۲ الی ۱۲.۴۸	۲۵-۵۰٪
۱.۹۵ الی ۲.۰۳	۵.۸۵ الی ۶.۹۰	۱۱.۷۰ الی ۱۲.۱۲	۰-۲۵٪
۱.۹۵ یا کمتر	۵.۸۵ یا کمتر	۱۱.۷ یا کمتر	٪۰

جدول ۱۰- ولتاژ مدار باز و پاسخ حالت شارژ و تخلیه کامل باتری‌های سرب اسیدی در زمان

آزمون بار

• شارژ کنترلرها:

رویه آزمون کردن برای شارژ کنترلرهای موازی (سامانه ۱۲ ولتی)

۱. تنظیم مناسب میزان ولتاژ DC در مولتی‌متر جهت اندازه‌گیری ولتاژ ترمینال‌های مثبت و منفی آرایه‌ها

۲. ولتاژ DC بین ترمینال‌های مثبت و منفی باتری روی کنترلر را اندازه‌گیری کنید.

۳. اگر کنترلر به طور مناسبی عمل کند. ولتاژ آن باید محدوده ۱۴.۵ الی ۱۳.۵ ولت در هر مدول واقع شده در یک رشته را نمایش دهد.

فرآیند آزمون برای شارژ کنترلر های سری

۱. تمام سیم‌ها را به غیر از سیم جبران کننده دما جدا نمائید. ولتاژ منبع تغذیه را روی عدد صفر تنظیم نمائید.
۲. تنظیم مناسب میزان ولتاژ DC در مولتی متر جهت اندازه‌گیری ولتاژ ترمینال های مثبت و منفی آرایه‌ها.
۳. به مولتی‌متر نگاه کنید، که ولتاژ منبع تغذیه به تدریج افزایش یافته تا زمانی که برابر با توان نامی شارژ کنترلر گردد.
۴. افزایش ولتاژ را ادامه دهید تا حدی که صفحه نمایش شارژ کنترلر به اندازه ۵۰٪ بیش از میزان تنظیم شده شارژ کنترلر را نمایش دهد. در این نقطه LED مربوط به شارژ کنترلر باید خاموش شود.
۵. خاتمه شارژ را ثبت کرده و با مشخصات ارائه شده توسط سازنده ارائه نمائید.
۶. مجدداً منبع تغذیه را صفر کنید. سپس مولتی متر و منبع تغذیه را به ترمینالهای مثبت و منفی باتری روی شارژ کنترلر انتقال دهید.
۷. ولتاژی که در آن LED روشن می‌شود، ولتاژ پایین اتصال مجدد باتری است و باید ثبت شود و با مشخصات ارائه شده توسط تولید کننده مقایسه شود.

توجه:

از آنجا که بسیاری از شارژ کنترلرها تاخیر زمانی بر روی اتصال مجدد بار دارند، ممکن است لازم باشد تا اتصال منبع تغذیه برای چند دقیقه رها شود. زمان لازم بسته به مدل شارژ کنترلر فرق می‌کند.

اقدامات پیشگیرانه	دلایل احتمالی	پارامتر
برای راه اندازی مجدد خودکار صبر کنید. اگر آرایه قطع نشد مجدداً ۱۰ ثانیه صبر نموده و آرایه را دوباره وصل نمایید.	عدم همزمانی تایمر با ساعت واقعی روز	کارکرد نامنظم کنترلر و یا قطع نامناسب بارها
باتری را تعمیر یا تعویض کنید. باتری‌ها را به صورت موازی اضافه کنید و از سیم با مقطع بالاتر استفاده کنید.	ولتاژ کم باتری جریان شدید از سمت بار	فیوز سمت آرایه سوخته است
تنظیم مجدد کلید جهت قرارگیری در موقعیت صحیح	کلید بار در موقعیت اشتباهی از کنترلر قرار دارد.	
هنگام آزمون جریان اتصال کوتاه در آرایه‌ها، باتری‌ها را قطع کنید.	آرایه باتری‌هایی که هنوز در مدار قرار دارند اتصال کوتاه شده اند.	
اندازه بار را کاهش دهید یا از شارژ کنترلر با همان ولتاژ و جریان بالاتر استفاده کنید.	جریان خروجی آرایه‌ها به سمت شارژ کنترلر خیلی زیاد است. جریان کشیده شده بار از شارژ کنترلر بسیار بالا است. نوسانات جریان کشیده شده از بار برای شارژ کنترلر بسیار بالا است	فیوز سمت بار سوخته است

۲-۳- نکات کلیدی برای یادآوری:

- ۱- کابل‌های مربوط به مدول فتوولتائیک عموماً با بست‌های کمربندی بسته می‌شوند.
 - ۲- طول عمر بست کمربندی عموماً بسیار کوتاه است و ممکن است سریعاً آسیب ببینند. کلیه بست‌های کمربندی آسیب‌دیده را بازرسی و تعویض کنید تا کابل‌ها در وضعیت آویزان و نامناسب قرار نگیرند.
 - ۳- از باز نمودن و دست زدن به داخل تابلوهای برق، به خصوص در شرایط مرطوب بپرهیزید.
 - ۴- پیشنهاد می‌شود که یک برنامه زمان‌بندی دوره ای برای تعمیر و نگهداری داشته باشید. (مراجعه به پیوست)
- بررسی بصری وضعیت و شرایط کلیه اتصالات آرایه‌ها و فیوزهای مرتبط با آرایه‌ها در داخل جعبه تقسیم و همچنین نظارت بر خروجی هر ردیف پنل توسط SCADA الزامی است. در برنامه زمان-بندی دوره‌ای تعمیر و نگهداری کلیه عیوب در سامانه مورد بازرسی مجدد قرار گرفته و از تلفات تولید انرژی توسط هر کدام از ردیف پنل‌ها جلوگیری می‌گردد.
- همچنین در صورت امکان، تسهیلات هشداردهنده یا نشانگر تشخیص خطای بصری باید در سامانه SCADA گنجانده شود تا به راحتی خطاهای موجود در سامانه قابل شناسایی باشد.
- ۵- فیوزهای AC نباید در مدارهای ولتاژ DC مورد استفاده قرار گیرند، مگر در صورتیکه کارخانه سازنده فیوز موردی در این خصوص را مشخص کرده باشد.
 - ۶- زمانیکه مدار برق دار است فیوزها نباید تعویض و یا تحت آزمایش قرار گیرند. قبل از تعویض و یا تعمیر فیوز، سامانه را خاموش کنید.
 - ۷- با تجهیزاتی که از منابع تغذیه AC و DC جدا نشده‌اند، کار نکنید.

فصل پنجم: ایمنی در محل کار

- مواردی را که باید در این بخش آموخت:

- دستورالعمل‌های ایمنی عمومی

- دستورالعمل‌های ایمنی فردی

- مخاطرات اصلی ایمنی

۱- بخش اول: دستورالعمل ایمنی عمومی

- ایمنی در درجه اول اهمیت است. با توسعه صنعت خورشیدی، تعداد تلفات و مرگ و میر ناشی از این حوزه نیز افزایش یافته است. هر سایت شرایط منحصر به فرد خود را داشته و نیازمند به تجزیه و تحلیل دقیق خطرات محتمل و ارائه برنامه‌هایی برای کاهش هرگونه آسیب احتمالی می‌باشد. الزامات عمومی ایمنی محیط کار ایمن به شرح ذیل می‌باشند:

۱-۱- ایمنی عمومی

- چیدمان دسترسی به تجهیزات و راه خروج در محیط کار باید ایمن و خالی از موانع باشد.
- راه‌های ارتباطی باید امن و بدون موانع سد راه باشد.
- ابزارهای عملیاتی را تمیز نگه دارید.

- هنگام حمل یک ابزار متصل شده به پریز برق، دست خود را روی دکمه روشن شدن آن نگذارید.
- در نظر بگیرید که چه لباسی می‌پوشید. لباس‌های شل و جواهرات امکان دارد در قسمت‌های متحرک دستگاه‌ها گیر کنند.
- قبل از تعمیر و تمیز کردن تجهیزات، تعویض لوازم جانبی و در هنگامی که سیستم بلا استفاده است، تجهیزات را از برق جدا کنید.
- افرادی را که مشغول به کار نیستند را از فضای کاری دور نگه دارید.
- دسترسی به یک جعبه کمک‌های اولیه برای کاهش حوادث مربوط به کارکنان و یا هر فرد دیگری که در مجاورت تجهیزات قرار گیرد.



شکل ۱۴۶- جعبه ابزار عایق

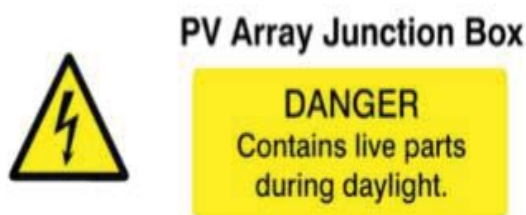
- از یک جعبه ابزار عایق استفاده کنید.

- از آنجا که سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام در محیط باز قرار دارند باید تمهیدات لازم برای اجتناب از آفتاب سوختگی، خستگی و کم شدن آب بدن (گرم‌زدگی) در نظر گرفته شود. از کرم ضد آفتاب و در صورت لزوم از کلاه استفاده کنید، لباس‌های رنگ روشن بپوشید و آب زیادی بنوشید.
- همیشه اطلاعیه ایمنی سایت را بخوانید و به آن عمل کنید.



شکل ۱۴۷- اطلاعات ایمنی سایت

۱-۲- دستورالعمل‌های ایمنی اختصاصی:



- انتظار می‌رود که سامانه‌های فتوولتائیک متصل به شبکه، دارای طول عمری حدود چند دهه داشته باشند، در حالی که ممکن است در برخی موارد در طول این دوره تعمیرات یا اصلاحاتی هم نیاز باشد. به همین دلیل سامانه‌های فتوولتائیک نیاز به محافظت و تعمیر و نگهداری دارند.

- تابلوهای برق باید با عبارت " خطر برق گرفتگی - حاوی قطعات برق دار " در طول روز " برچسب گذاری " شوند.
- اطمینان حاصل کنید که کلید ایزولاسیون خورشیدی قطع است و سامانه فاقد برق می‌باشد. این کلید ممکن است بر روی صفحه فیوز یا نزدیک اینورتر قرار داشته باشد. در این حالت مدول-های خورشیدی و سیم کشی آنها همچنان به اینورتر / جعبه فیوز متصل باقی خواهند ماند.
- اگر تجهیزات کنترلی یا کابلها به هم ریخته هستند یا به آتش نزدیک بودند، بر گسترش آتش نظارت کرده و با شرکت نصب کننده تماس بگیرید.
- به تجهیزات تولیدکننده برق نزدیک نشوید و با قسمتهایی از تجهیزات که اتصال زمین ندارند تماسی برقرار نکنید.
- قبل از استفاده از اینورتر، اطمینان حاصل کنید که محافظ کابل برق و دیواره پریز برق به درستی زمین شده‌اند.
- تعمیرات و یا آزمایش اینورتری که برقدار است فقط باید توسط تکنسین‌های واجد شرایط انجام شود.

بخش دوم: دستوالعمل‌های ایمنی فردی

۲-۱- اهمیت تجهیزات حفاظت فردی (PPE):

تجهیزات حفاظت فردی (PPE) Personal Protective equipment آخرین مرحله ایمنی برای حفاظت از کارگران در مقابل خطرات محل کار است. کارفرما باید پیش از مرحله پوشاندن لباسها و

تجهیزات حفاظت فردی به کارگران، تمهیدات لازم را جهت کاهش خطرات محل کار و ایمنی محل انجام دهد.

۲-۲- خطرات اصلی ایمنی :

انواع خطرات

خطرات فیزیکی
خطرات الکتریکی
خطرات شیمیایی

خطر فیزیکی - حفاظت فردی

تجهیزات ایمنی	اعضاء بدن
کلاه ایمنی	سر
عینک ایمنی	چشم
ماسک محافظ صورت	صورت
دستکش	دست و بازو
جلیقه	تنه بدن
کفش‌های ایمنی	پاها

توجه:

اگر تجهیزات حفاظت فردی (PPE) به درستی استفاده نشوند یا زمانی که لازم است در دسترس نباشند و یا عملکردشان دچار اختلال شود، (مثلاً دستکش کارگر سوراخ باشد) احتمال آسیب وجود دارد؛ بنابراین این کارگر محافظت نشده است. استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) به تنهایی کافی نیست و مؤثرترین اقدام ایمنی محسوب نمی‌گردد. خطرات محیط کار می‌توانند باعث آسیب دیدگی به شرح ذیل گردند:

- گرمای شدید
- ضربه‌های ناشی از ابزار، ماشین‌آلات و مواد
- مواد شیمیایی خطرناک
- شوک الکتریکی
- خطرات آتش سوزی

کلاه ایمنی:

حفاظت از سر بسیار مهم است، زیرا آسیب به سر بسیار جدی است. کلاه سخت نوعی کلاه ایمنی

است که عمدتاً در محیط‌های کاری، محل‌های صنعتی یا ساختمانی برای محافظت از آسیب‌های ناشی از سقوط اجسام، جلوگیری از ضربه با اشیاء دیگر، آوار، باران و شوک الکتریکی استفاده می‌شود.

نوارهای تعلیق درون کلاه ایمنی وزن کلاهک و نیروی هرگونه ضربه را در بالای سر گرفته و خنثی می‌نماید. این فضای خالی حدوداً ۳۰ میلیمتر (۱.۲ اینچ) بین پوسته کلاه و سر را فراهم می‌کند، به طوریکه اگر یک جسم با ضربه شدید به پوسته کلاه برخورد کند، ضربه با شدت بسیار کمتری به جمجمه وارد می‌شود.

انواع کلاه ایمنی:



کلاه ایمنی سخت کلاس A:

- این کلاه‌ها افراد را از ضربات ناشی از افتادن اشیاء محافظت می‌کنند.
- این کلاه‌ها افراد را از شوک الکتریکی تا ۲۲۰۰ ولت محافظت می‌کنند.



کلاه ایمنی سخت کلاس B:

- این کلاه‌ها افراد را از ضربات ناشی از افتادن اشیاء محیط کار محافظت می‌کنند.
- این کلاه‌ها افراد را از شوک الکتریکی تا ۲۰۰۰۰ ولت محافظت می‌کنند.



کلاه ایمنی سخت کلاس C:

- این کلاه ها افراد را از ضربات ناشی از افتادن اشیا محیط کار محافظت می کنند.



کلاه لبه دار کلاس D:

کلاه های لبه دار به منظور حفاظت از افراد در برابر اجسام بیرون آمده طراحی شده اند. این کلاه ها عموماً از پلاستیک ساخته شده اند.



شکل ۱۴۸- عملکرد نادرست، عدم استفاده از کلاه ایمنی

راهنمای شیوه‌های بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری سامانه‌های خورشیدی
فتوولتائیک نصب شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران



شکل ۱۴۹- عملکرد صحیح، استفاده از کلاه ایمنی

• عینک ایمنی:



شکل ۱۵۰- روش نادرست - عینک معمولی



شکل ۱۵۱- روش درست - عینک ایمنی

عینک ایمنی تجهیزاتی برای پوشش و محافظت چشم است که معمولاً چشم را از آسیب های محیط اطراف محافظت می کند تا از ورود اشیاع و مواد شیمیایی به چشم ها جلوگیری نماید. هنگام استفاده از ابزارهای قدرتمند مانند دریل و یا اهره برقی برای جلوگیری از آسیب دیدن چشم ها، اغلب از چنین عینک هایی استفاده می شود.

- استفاده از عینک آفتابی و یا عینک های معمولی بعنوان عینک ایمنی مناسب نمی باشد.
- کارکنانی که عینک طبی دارند، باید از عینک های ایمنی که به راحتی بر روی عینک های طبی مستقر می شود، استفاده نمایند.

ماسک صورت:



شکل ۱۵۲- روش نادرست - بدون ماسک صورت



شکل ۱۵۳- روش درست - با استفاده از ماسک صورت

- دستکش:
- ابزار و ماشین‌آلات با لبه تیز می‌تواند دستان شما را بریده به آن آسیب دارد نمایند. برای کارهای الکتریکی، استفاده از دستکش‌های عایق الکتریکی از مهم‌ترین مقررات حفاظت فردی می‌باشد. برای

موثر بودن، دستکش ایمنی الکتریکی باید دارای قدرت دی‌الکتریک و مقاومت فیزیکی، همراه با انعطاف پذیری و دوام بالا باشد.

- دو نوع دستکش معمولاً استفاده می‌شود: دستکش‌های PVC و دستکش‌های پنبه‌ای یا نخی



شکل ۱۵۴- دستکش PVC



شکل ۱۵۵- دستکش پنبه‌ای یا نخی



شکل ۱۵۶- روش نادرست - بدون استفاده از دستکش ایمنی



شکل ۱۵۷- روش درست - با استفاده از دستکش ایمنی

- کمربند ایمنی / مهار کننده بدن
- کمربند ایمنی و یا مهار کننده بدن دارای مزایای زیر است:
- حفاظت فردی در برابر سقوط از سازه‌های بلند.
- فراهم کردن موقعیت کار راحت با حفاظت در برابر عدم تعادل و لغزش
- بالا رفتن با استفاده از یک لنگرگاه و خط تعلیق و رسیدن به مکانی که از داخل ساختمان قابل دسترسی نیست.

جلیقه‌هایی که پوشش خارجی آنها از PVC پوشیده شده و از بدن در برابر شرایط بد آب و هوایی، آسیب دیدن ناشی از ابزارهای تیز و مواد شیمیایی یا مایعاتی که نباید در تماس با بدن قرار گیرند، محافظت می‌کنند.



شکل ۱۵۸- روش نادرست - بدون استفاده از کمربند ایمنی



شکل ۱۵۹- روش درست - با استفاده از کمربند ایمنی

• کفش ایمنی:

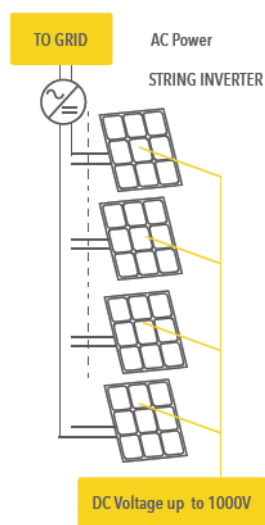


شکل ۱۶۰- روش نادرست - بدون استفاده از کفش ایمنی



شکل ۱۶۱- روش درست - با استفاده از کفش ایمنی

- کفش‌های ایمنی، افراد را از شوک الکتریکی و سوختگی، گرمای شدید، رطوبت شدید (می‌تواند به عفونت‌های قارچی منجر شود) و لغزش (روغن، آب، صابون، موم و دیگر مواد شیمیایی که می‌تواند باعث لغزش و سقوط شود) محافظت می‌کند.
- در حین کار، اشیاء سنگین می‌توانند بر روی پای شما بیفتند. اگر در اطراف شما اجسام تیز وجود دارد، ممکن است گام‌های شما بر روی اشیاء تیز رفته و منجر به آسیب رساندن به پای شما گردد.
- سه‌الی چهارمدول فعال می‌توانند ولتاژی خطرناک برای دست زدن به سیم‌های مربوطه ایجاد نمایند. بنابراین، احتیاط‌های ایمنی باید مد نظر قرار گیرد.
- اگر اینورتر از سمت مدول‌ها یا از طرف خروجی AC قطع شود، احتمال ولتاژ بالا و خطرناک در اینورتر وجود دارد.

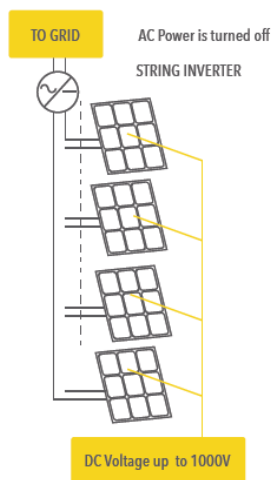


شکل ۱۶۲- برق AC روشن است

- خطرات برق گرفتگی:

خطرات موجود برای پرسنل نگهداری و نصب کننده سامانه

- خطرات برق گرفتگی به خصوص در فعالیت‌های نگهداری در بخش‌های برقی نیروگاه فتوولتائیک وجود دارد. به ویژه، هنگام اتصال آرایه‌ها، در طول فرآیند نصب، راه اندازی و تعویض مدول‌های فتوولتائیک خطرات برق گرفتگی وجود دارد.
- شایع ترین خطرات برق گرفتگی که متوجه پرسنل نصب و تعمیر و نگهداری هستند، خطر شوک الکتریکی و سوختگی، انقباض عضلات و سایر صدمات شدید می‌باشند. هر زمان که اقدامات ایمنی مناسب انجام نشود، احتمال وقوع آنها وجود دارد. تخمین شدت آسیب الکتریکی دشوار است، زیرا اگر بدن انسان در معرض ولتاژ قرار گیرد مانند یک مقاومت عمل نموده و اجازه عبور جریان را می‌دهد.



شکل ۱۶۳- برق AC خاموش است

- خطرات پیش روی آتش نشانان یا اطفاء کنندگان حریق :

- مفروضات اشتباه می‌تواند به فاجعه منجر شود. آتش نشانان معمولاً به عنوان یک روش احتیاطی، شبکه برق ساختمان‌ها را قبل از خاموش نمودن آتش قطع می‌نمایند. آن‌ها بر این باورند که هنگامی که شبکه برق قطع شده است هیچ خطر برق گرفتگی به واسطه پاشیدن و اسپری نمودن آب وجود نخواهد داشت.

- متأسفانه این فرض در مورد سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان درست نمی‌باشد. سامانه‌های فتوولتائیک همیشه با قرار گرفتن در معرض نور خورشید دارای انرژی (برق‌دار) هستند. سامانه‌های فتوولتائیک قدیمی تر در پشت بام‌ها با ولتاژ بیش از ۱۰۰۰ ولت DC کار میکنند. در سامانه‌های مدرن‌تر این ولتاژ تا ۱۵۰۰ ولت نیز افزایش می‌یابد. با قطع کردن برق جریان قطع می‌گردد، این در حالی است که ولتاژ برق حتی با قطع جریان نیز باقی می‌ماند.

- همیشه ولتاژ بین هادی و هر سیم دیگر را با زمین بررسی کنید.
- همیشه دستکش بپوشید و از دست زدن به قطعات هادی (به عنوان مثال ترمینال باتری، فلز و قاب‌های نصب شده) با دست‌ها لخت (بدون دستکش) جلوگیری کنید.
- جرقه الکتریکی و اتصالات شل شده می‌تواند منجر به آتش‌سوزی شوند، معیارهای درست پیشگیری ذیل را به کار ببرید:

- از ابزارهای عایق استفاده کنید. (به عنوان مثال، آچارهای عایق‌دار)
 - اطمینان حاصل کنید که ترمینال‌های باتری پوشیده هستند.
 - اتصالات و افت ولتاژ را بررسی کنید.
 - تمام پیچ‌ها را محکم کنید.
 - کابل‌ها و ترمینال‌ها را به صورت دوره‌ای بررسی کنید.
- مقدار مقاومت با شرایط تغییر می‌کند. (در شرایط مرطوب: ۱۰۰۰ اهم - در شرایط خشک: ۱۰۰/۰۰۰ اهم) حتی یک جریان ناچیز (در حدود mA) نیز برای ایجاد صدمه کافی است. لیستی از جریان DC و AC بر حسب (mA) و خطرات الکتریکی مربوط به آنها در زیر آمده است:

واکنش و عکس‌العمل بعد از شوک الکتریکی	جریان	
	DC	AC
احساس : سوزش یا خارش	6 mA	1 mA
شوک : حفظ کنترل ماهیچه، ممکن است منجر به سوختگی و صدمه گردد.	9 mA	2 mA
شوک شدید: از دست دادن کنترل عضلانی، سوختگی و خفگی شدید.	90 mA	100mA
انقباض درونی که ممکن است منجر به مرگ شود.	500 mA	100mA
ایست قلبی : دمای بدن انسان افزایش می‌یابد، مرگ در عرض چند دقیقه اتفاق می‌افتد.	>1 A	>1 A

جدول ۱۱ - جریان‌های DC و AC برحسب (میلی آمپر) و خطرات شوک الکتریکی ناشی از آن

- خطرات شیمیایی:

زمانی که باتری (لید اسید) شارژ می‌شود، هیدروژن تولید می‌گردد. بنابراین، باتری را در محیطی با تهویه مناسب و دور از شعله و تجهیزات که باعث ایجاد جرقه می‌شوند نصب نمایید. از یک خاموش کننده چند منظوره در محیط استفاده کنید. از به کار بردن خاموش کننده حاوی CO₂ اجتناب کنید زیرا آنها آتش را با از بین بردن اکسیژن خاموش می‌کنند.

طبقه بندی خاموش کننده‌های آتش:

کلاس A: برای آتش سوزی شامل مواد قابل احتراق مانند کاغذ و چوب.

کلاس B: برای آتش سوزی شامل مایعات قابل احتراق یا گاز، گریس و مواد مشابه.

کلاس C: برای آتش سوزی شامل تجهیزات الکتریکی که برق دار هستند.

کلاس K: برای آتش سوزی شامل فلزات قابل احتراق.

- توجه:

برای آتش سوزی تجهیزات الکتریکی از پودر و CO₂ استفاده می‌شود.



شکل ۱۶۴- خاموش کننده‌های آتش

۲-۳- نکات کلیدی که باید به خاطر سپرده شود:

اکثر مشاغل ساختمانی به مراکز پزشکی و امکانات درمانی دسترسی آسان دارند. این در حالی است که برخی از این مشاغل در مناطق دور افتاده قرار دارند و به دور از هرگونه امکانات پزشکی و درمانی می‌باشند. هنگامی که دستورالعمل را برای مواقع اضطراری تدوین می‌نمایید می‌بایست موارد زیر را در نظر بگیرید: (موارد ذیل می‌بایست مورد توجه افرادی که در سایت مشغول به کار نمی‌باشند نیز مورد توجه قرارگیرد.

۱- چند نفر در سایت مشغول به کار هستند.

۲- آیا انتظار می‌رود، افراد مشغول به کار در سایت در زمان مشخص دست از کار کشیده و از محل کار باز می‌گردند؟

۳- آیا افراد به خدمات تلفنی دسترسی دارند؟

۴- آیا کارکنان، آموزش ایمنی مناسب برای کارهایی که انجام می‌دهند را دیده‌اند؟

۵- آیا جعبه کمک‌های اولیه قابل دسترسی برای کارکنان می‌باشد؟

۶- آیا بیمارستان یا درمانگاهی در مجاورت محل کار وجود دارد؟

۷- آیا کارکنان از تجهیزات ایمنی مناسب در محل کار استفاده می‌نمایند؟ (تجهیزات حفاظت در برابر سقوط و سایر تجهیزات ایمنی)

۸- آیا آخرین اطلاعات فردی کارکنان مانند شماره تلفن و اطلاعات پزشکی در دسترس می‌باشد؟

۹- آیا طرحی برای مواجهه با شرایط اضطراری وجود دارد؟

فصل ششم: قرائت قبض برق نیروگاه های خورشیدی

درآمد حاصل از نصب سامانه فتوولتائیک بر روی بام ساختمان‌ها

مواردی که می آموزیم

۱- بخش اول : محاسبه میزان تولید انرژی الکتریکی

- برآورد ریالی انرژی تولید شده حاصل از سامانه های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام



مطابق با قانون خرید تضمینی برق ابلاغیه از سوی وزیر محترم نیرو مطابق با شکل ۱۶۷ (که در زمان تهیه این کتابچه معتبر می باشد)، هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی حاصل از سامانه های فتوولتائیک در مقیاس محدود به ظرفیت انشعاب برای سامانه های پشت بامی تا ۲۰ کیلووات معادل ۱۰۴۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت و برای سامانه های پشت بامی مابین ۲۰ تا ۱۰۰ کیلووات معادل ۹۱۰۰ ریال به ازای هر کیلووات ساعت می باشد این موضوع در جدول ۱۲ ارائه شده است.



شکل ۱۶۵ - مصوبه خرید تضمینی برق ابلاغی از سوی وزیر نیرو

ردیف	مولدهای مختص مشترکین برق تا سقف ظرفیت انشعاب	نرخ پایه خرید تضمینی برق (ریال بر کیلووات ساعت)
۱	بادی با ظرفیت یک مگاوات و کمتر	۷۴۱۰
۲	خورشیدی	۹۱۰۰
	با ظرفیت ۲۰ کیلووات و کمتر	۱۰۴۰۰

جدول ۱-۱۲- تعرفه خرید تضمینی برق برای سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر بام

ساختمان‌ها

در مصوبه فوق، سامانه‌های نصب شده با ظرفیت پائین و قابل احداث بر پشت بام ساختمان‌ها با عنوان سامانه‌های فتوولتائیک تا سقف ۱۰۰ کیلووات سامانه‌های محدود به ظرفیت انشعاب نامیده می‌شود. کلیه قوانین و مراحل کاری برای اجرای این سامانه‌ها در وب سایت اینترنتی ساتبا به آدرس: www.satba.org.ir بطور کامل و شفاف اعلام شده است و متقاضیان محترم جهت احداث این سامانه‌ها می‌توانند با مراجعه به این وبسایت اقدام نمایند. در وبسایت مذکور فرآیند انجام کار، موارد فنی، قانونی و حقوقی در قالب کتابچه راهنما توضیح داده شده است.

جهت برآورد مالی میزان تولید انرژی از طریق سامانه‌های محدود به ظرفیت انشعاب، لازم است ابتدا برآوردی جهت میزان تولید انرژی الکتریکی حاصل از هر کیلووات سامانه فتوولتائیک در چند نقطه مختلف از کشور داشته باشیم و سپس متوسط میزان درآمد حاصل از احداث هر کیلووات سامانه نصب شده بر بام ساختمانه (محدود به ظرفیت انشعاب) را بر مبنای قیمت پایه خرید تضمینی برق، محاسبه نماییم.

متوسط میزان انرژی الکتریکی تولیدی ماهانه برای چند استان مختلف در کشور به شرح زیر است.

ردیف	نام استان	۱۵ بهمن الی ۱۵ فروردین	۱۵ فروردین تا ۱۵ خرداد	۱۵ خرداد تا ۱۵ مرداد	۱۵ مرداد تا ۱۵ مهر	۱۵ مهر تا ۱۵ آذر	۱۵ آذر تا ۱۵ بهمن
۱	اصفهان	218.21	236.01	372.27	333.36	234.04	237.14
۲	بوشهر	268.05	293.36	353.525	329.8	202.175	184.05
۳	خراسان - شهر مشهد	168.91	272.8	327.56	321.38	219.89	188.07

جدول ۲-۱۲ - متوسط میزان انرژی الکتریکی تولیدی ماهانه برای چند استان مختلف

در این برآورد متوسط میزان تولید انرژی الکتریکی سالانه به ازای هر کیلووات بر اساس متوسط تولید سامانه های نصب شده در چند استان مختلف بعنوان نماینده مناطق مختلف کشور در جدول زیر ارائه می گردد.

ردیف	نام استان	میزان تولید به ازای هر کیلووات در سال	ضریب ظرفیت
۱	اصفهان	۱۶۳۱	٪۱۸.۶
۲	بوشهر	۱۶۳۰	٪۱۸.۶
۳	خراسان	۱۴۹۸	٪۱۷

جدول ۱۳ - برآورد متوسط میزان تولید انرژی الکتریکی سالانه برای چند استان مختلف


بنابراین درآمد حاصل از هر کیلووات سامانه فتوولتائیک محدود به ظرفیت انشعاب تا سقف ۱۰۰ کیلووات برای دوبازه قیمتی تا ۲۰ کیلووات و تا ۱۰۰ کیلووات به شرح زیر می‌باشد.

ردیف	نام استان	میزان تولید به ازای هر کیلووات در سال	درآمد سالانه برای سامانه های کمتر از ۲۰ کیلووات (ریال)	درآمد سالانه برای سامانه های بیشتر از ۲۰ کیلووات (ریال)
۱	اصفهان	۱۶۳۱	۱۶۹۶۲۴۰۰	۱۴۸۴۲۱۰۰
۲	بوشهر	۱۶۳۰	۱۶۹۵۲۰۰۰	۱۴۸۳۳۰۰۰
۳	خراسان - شهر مشهد	۱۴۹۸	۱۵۵۷۹۲۰۰	۱۳۶۳۱۸۰۰

بدیهی است میزان مبلغ و درآمد اعلام شده بر مبنای نرخ پایه مطابق با مصوبه شماره


۹۸/۳۳۵۶۰/۲۰/۱۰۰ مورخ ۱۳۹۸/۰۷/۲۰ بوده و مطابق قانون خرید تضمینی برق پس از احداث

سامانه و بهره‌برداری، به مبلغ نرخ خرید پایه مطابق فرمول اعلام شده در قانون نرخ تعدیل اعمال خواهد شد و مبلغ هر ماه مطابق با آن تغییر خواهد نمود. در شکل ۱۶۸، نمونه‌ای از یک قبض برق برای سامانه‌های محدود به ظرفیت انشعاب نشان داده شده است.



سال تازمین
۱۳۹۸

صورت حساب خرید تضمینی برق فتوولتائیک



Mashhad Electric Energy Distribution Co.

مشخصات انشعاب برق		دوره ۹۸/۲	تاریخ	انرژی تولیدی مولد خورشیدی (E)	بهای انرژی (ریال)
مشترک:		قرائت کنونی	۱۳۹۸/۰۵/۱۵	۴۸۰۴۲	۱۱۷۰۶۵۰۴۹۰
نشانی:		قرائت قبلی	۱۳۹۸/۰۲/۱۵	۴۰۶۳۳	
رمز رایانه:		تفاوت قرائت قبلی و کنونی (KWH)		۷۴۰۹	
پرونده:		تاریخ صدور قبض: ۱۳۹۸/۰۵/۱۶ مدت: ۶۲ روز			
شناسه قبض:					
مشخصات نیروگاه خورشیدی					
قدرت نیروگاه:	۲۰۰۰ کیلووات	قیمت نهایی خرید تضمینی برق			
بدهی لوازم اندازه گیری:	۱۲۰۳۹۶۲۳۰۰۴۷۰۴	فرمول طرح خرید تضمینی برق فتوولتائیک			
تاریخ اتصال:	۱۳۹۶/۰۶/۲۴	تاریخ فعالی			
شماره قرارداد:	۹۴۲۳	تاریخ مبادله قرارداد: ۱۳۹۴/۱۲/۲۴			
تاریخ مبادله قرارداد:	۱۳۹۴/۱۲/۲۴	۹۰۲۷۰	۱۴۷۰۹	۱۶۰۲۱	۱۵۸۰۰

تاریخ یا به (ریال) نرخ تعدیلات انتقال نرخ تعدیلات داخلی ضرب ساخت

$p = [b + (1 + i)^t] \cdot \alpha + t$

تاریخ خرید (ریال / کیلووات ساعت) p i α t b

بهای انرژی (ریال) $E * P$

شکل ۱۶۶- قبض برق نمونه برای سامانه‌های مختص مشترکین

فصل هفتم : مستندسازی

مستندسازی نقش مهمی در درک اجزای سیستم ایفا می‌کند (شماره مدل، وارانتی، کتابچه راهنمای کاربر، شماره تماس، ایمنی و غیره).

در سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام RTPV شخص واجد شرایط همیشه در سایت وجود ندارد، بنابراین دسترسی به اطلاعات به خصوص در طول زمان تعمیر و نگهداری مفید است. به عنوان مثال، اگر اینورتر نیاز به تعویض داشته باشد یکی از نیازها داشتن اطلاعات مربوط به وارانتی، شماره مدل، اطلاعات ارائه شده توسط کارخانه سازنده و غیره باشد.

همه اطلاعات در یک محل موجود است، در صورت بروز وضعیت اضطراری، مشتری باید یک مرجع برای دسترسی آسان به کلیه اطلاعات در خصوص سامانه را داشته باشد.

۱- بخش اول : ضرورت مستندسازی و اهمیت ارائه خدمات اطلاعات و فناوری (ITC):

- مستندات سازی سامانه

اهداف و دامنه کاربرد	سند	ردیف
<ul style="list-style-type: none"> این مستندات دید کلی از سامانه و یک فهم کلی از چارچوب آن را ارائه می‌کند. ارائه جانمایی از محل استقرار سامانه فتوولتاییک اعم از ابعاد بام یا بالکن و ارائه محل استقرار هر یک از تجهیزات سامانه شامل: مدول‌ها، اینورترها، جعبه تقسیم‌های AC و DC، ترانسفورماتورها (در صورت نیاز) و غیره. هر یک از تجهیزات می‌بایست برچسب گذاری شده و قابل شناسایی باشند. این نقشه‌ها می‌توانند وضعیت استقرار سامانه نصب شده را نمایش دهند. مدول‌ها و آرایه‌ها می‌بایست مطابق با نقشه‌ها برچسب‌گذاری گردند، تا در صورت لزوم دسترسی به آن‌ها آسان گردد. 	نمودار توصیف سامانه	۱
<ul style="list-style-type: none"> این روش می‌تواند برای هر مهندس یا تکنسینی در فرآیند عیب‌یابی مطلوب باشد. روش برچسب گذاری، نحوه چیدمان تجهیزات و همچنین اتصالات داخلی مدول‌های فتوولتاییک، جعبه تقسیم‌ها، اینورترها، ترانسفورماتورها (در صورت نیاز) و اتصالات مربوط به کنتور را به وضوح مشخص می‌نماید. علاوه بر این، این نقشه‌ها نشان دهنده طرح اتصالات داخلی سامانه زمینی برای تجهیزات مختلف AC و DC، صاعقه گیر و همچنین مشخص نمودن چاهک ارت می‌باشند. این روش می‌تواند برای هر مهندس یا تکنسینی در فرآیند عیب‌یابی مطلوب باشد. 	نقشه جانمایی تجهیزات / اتصالات داخلی	۲
<ul style="list-style-type: none"> این دیاگرام ساختار الکتریکی سامانه فتوولتاییک را به همراه مشخصات اصلی تشکیل دهنده آن نشان می‌دهد. این روش می‌تواند برای هر مهندس یا تکنسینی در فرآیند عیب‌یابی مطلوب باشد. 	نقشه جانمایی سامانه ارت و سیم‌کشی‌ها	۳
<ul style="list-style-type: none"> این دیاگرام ساختار الکتریکی سامانه فتوولتاییک را به همراه مشخصات اصلی تشکیل دهنده آن نشان می‌دهد. این روش می‌تواند برای هر مهندس یا تکنسینی در فرآیند عیب‌یابی مطلوب باشد. 	دیاگرام تک خطی	۴
<ul style="list-style-type: none"> برآورد میزان انرژی نیروگاه را می‌توان براساس شاخص‌های عملکردی نیروگاه و تلفات مورد انتظار آن و با در دسترس بودن داده‌های هواشناسی به صورت دستی و یا با نرم‌افزارهای PVSyst یا PVSOL محاسبه نمود. 	گزارش برآورد تولید برق	۵

- مستندات سازی اجزا
 - مستندات سازی تعمیر و نگهداری
- اسناد فنی و نقشه‌های در مراحل مختلف اعم از تعمیر و نگهداری و بازرسی سامانه های فتوولتائیک مورد نیاز خواهد بود.
- ۱-۱- مستند سازی سامانه :
- تمام مستنداتی که بیانگر نمای کلی یک سامانه فتوولتائیک نصب شده بر بام می‌باشد را پوشش می‌دهد.

لطفاً به پیوست یک مراجعه کنید.

۲-۱- مستندسازی تعمیر و نگهداری:

این مستندات تمامی اطلاعات مربوط به شرکت ارائه دهنده خدمات را پوشش می‌دهد. وجود آن در فرآیند تعویض و تعمیر قطعات معیوب الزامی می‌باشد.

اهداف و دامنه کاربرد	سند	ردیف
<ul style="list-style-type: none"> • فاکتور شرکت ارائه دهنده خدمات تعمیر و نگهداری. • قرارداد خدمات تعمیر و نگهداری می‌بایست به شرح ذیل باشد: ۱- آیا برنامه زمان‌بندی خدمات پشتیبانی ارائه شده است؟ ۲- چه نوع خدماتی در قرارداد خدمات پشتیبانی ارائه شده است؟ ۳- زمان مراجعه شرکت خدمات پشتیبانی دهنده پس از تماس کارفرما چقدر می‌باشد؟ ۴- چه مشکلاتی در سامانه منجر به تحمیل هزینه به کارفرما می‌گردد؟ • حصول اطمینان از دریافت سطح صحیح خدمات بسیار ضروری است. 	مستندسازی خدمات	۱
<ul style="list-style-type: none"> • دسترسی به آدرس شرکت‌هایی اعم از: شرکت نصاب، توسعه دهندگان پروژه، پیمانکاران EPC، طراحان و شرکت‌های سرمایه‌گذاری و غیره. • شرکت‌های خدمات پشتیبانی و تعمیر و نگهداری. 	اطلاعات تماس	۲

۳-۱- مستند سازی اجزاء :

در این مستندات جزییات اطلاعات مربوط به تمام تجهیزات و اجزای ارائه شده وجود آن در فرآیند تعویض و تعمیر و نگهداری قطعات معیوب الزامی می‌باشد.

اهداف و دامنه کاربرد	سند	ردیف
<ul style="list-style-type: none"> شامل (داده برگ‌ها) اعم از مدول‌های فتوولتائیک، اینورترها، ترانسفورماتورها (در صورت وجود)، جعبه تقسیم‌های DC و AC، کابل‌های DC و AC، اتصالات مربوط به کابل DC، کابل‌های اتصال زمین، صاعقه‌گیر، ابزارهای حفاظتی جریان‌های بالا و غیرعادی، قطع کننده ها/عایق‌ها، چاله زمین، سامانه مانیتورینگ (در صورت وجود) و کنتور برق. داده برگ‌ها می‌توانند شامل کلیه اطلاعات مربوط به جزئیات میزان تولید سامانه باشند. این اطلاعات برای مهندسان و تکنیسین‌هایی که جهت عیب‌یابی و تعمیر و نگهداری به سامانه مراجعه می‌نمایند، مفید می‌باشد. 	اطلاعات مربوط به اجزاء (داده برگ‌ها)	۱
<ul style="list-style-type: none"> ارائه گواهینامه‌های وارانتی مدول‌های فتوولتائیک، اینورترها، ترانسفورماتورها (در صورت وجود)، صاعقه‌گیر (در صورت وجود) و غیره توسط سازنده اصلی تجهیزات (OEM). وجود این گواهینامه‌ها در فرآیند تعویض و تعمیر و نگهداری قطعات معیوب الزامی می‌باشد. 	گواهینامه‌های وارانتی	۲
<ul style="list-style-type: none"> استانداردهای IEC و سایر گواهینامه‌های مربوط به مدول‌های فتوولتائیک و اینورترها حاوی گواهینامه‌های آزمون مدول‌های فتوولتائیک بطوریکه کیفیت فتوولتائیک مدول‌ها و اینورترها بخاطر این که کیفیت هر یک از ماژول‌ها حفظ شود. همچنین برای اهداف ایمنی هم این موارد ضروری است. 	سایر گواهینامه‌ها	۳
<ul style="list-style-type: none"> شامل صورتحساب تمام محصولات خریداری شده وجود این مستندات در فرآیند تعویض و تعمیر و نگهداری قطعات معیوب الزامی می‌باشد. 	صورتحساب (فاکتور) تمام محصولات	۴

فصل هشتم: شیوه‌های بهره‌برداری و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک نصب

شده برپام ساختمان‌ها در کشور ایران - (کاربرد عمومی - سطح مبتدی)

مقدمه‌ای بر بهره‌برداری و نگهداری سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک

در راستای صیانت از منابع و سرمایه‌های بخش خصوصی، بهره‌برداری و نگهداری صحیح و مدیریت راهبردی این سامانه‌های مذکور در کشور، این فصل از کتاب برای کاربری عموم (سطح مبتدی) و مصرف‌کنندگان نهایی که مشترکین شبکه سراسری می‌باشند، ارائه گردیده است. برخلاف تصور عمومی که به اشتباه این سامانه‌ها را نیازمند به تعمیر و نگهداری نمی‌دانند، این سامانه‌ها به بهره‌برداری، نگهداری، تعمیر و بازدیدهای دوره‌ای حداقل، پس از نصب و راه‌اندازی نیاز دارند. ایمنی و نگهداری از تاسیسات این سامانه‌ها، توسط برخی از ساکنین نیروگاه نادیده گرفته می‌شود. که این امر علاوه بر ایجاد خطرات جانی، می‌تواند منجر به صدمات جبران‌ناپذیری در این حوزه گردد.

• اهمیت و مزایای تعمیر و نگهداری

اگرچه سامانه خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها نیاز به تعمیر و نگهداری روزانه ندارد، اما مهم است که اطمینان حاصل شود که این سامانه به خوبی نگهداری شده و در سطح مطلوب عمل خواهد کرد، لذا، عملیات تعمیر و نگهداری (O&M) بخش جدایی ناپذیر از این نوع سامانه می‌باشد.

کیفیت سامانه خورشیدی فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان‌ها در طول عمر آن سامانه، و همچنین اطمینان از بازگشت سرمایه از منظر سرمایه گذار از اهمیت ویژه ای برخوردار است. به طور کلی، تصور عمومی بر این است که سامانه های خورشیدی فتوولتائیک، هیچگونه تعمیر و نگهداری نیاز ندارند. این موضوع تا حدی درست است اما، متأسفانه گمراه کننده نیز می‌باشد. بهره گیری از سامانه فتوولتائیک، سرمایه گذاری است که انتظار می‌رود برای مدت ۲۰ تا ۲۵ سال به طول انجامد. در نهایت وقتی که به این راهبرد در سرمایه گذاری می‌رسیم، باید مسائل مربوط به بهره برداری و نگهداری را نیز مد نظر قرار دهیم. لذا سرمایه گذار می‌بایست مسایل مربوط به عملکرد و احتساب هزینه ها در این بخش را مدنظر قرار دهد.

از آنجا که یک سامانه نصب شده بر روی بام از اجزای AC و DC تشکیل شده است معمولاً دارای ولتاژهای قابل ملاحظه ای نیز هستند، لذا ایمنی نیز یک مسئله اصلی در این سامانه ها است که باید مورد توجه ویژه قرار گیرد.

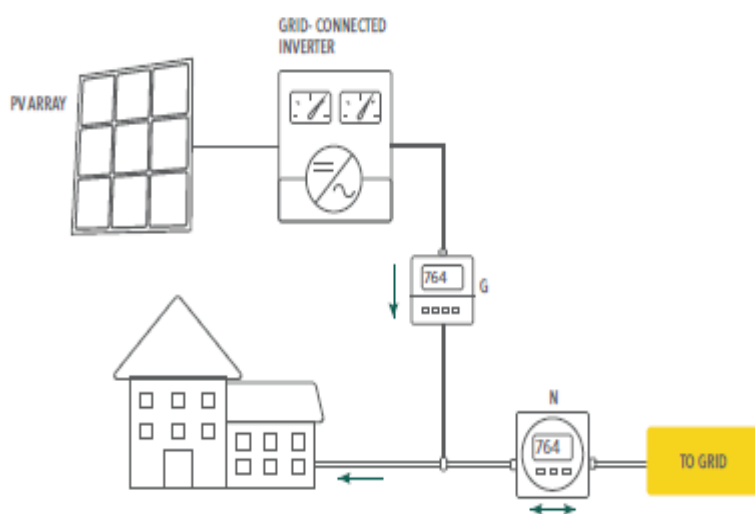
با اطمینان از اجرای صحیح ضوابط و مقررات فنی در فرآیند مباحث بهره‌برداری و نگهداری از سامانه در فواصل زمانی مناسب، می‌توان تلفات را کاهش و تولید انرژی حاصل از منبع تامین کننده آن را افزایش داد. بخش های زیر بهترین شیوه های تعمیر و نگهداری را برای سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر روی بام ساختمان ها مطرح می‌کنند، اما برخی از این موارد به همان اندازه برای سامانه متداول زمینی نیز کاربرد دارند

خروجی مورد انتظار

تجربه‌های بهره‌برداری و نگهداری و چالش‌های آن برای جلوگیری از قطع تولید نیرو و برآورد تولید انرژی برای امنیت انرژی در آینده، بسیار مهم است.

• مروری بر سامانه‌های نصب شده بر بام ساختمان‌ها و اجزا تشکیل دهنده آن

سامانه‌های خورشیدی فتوولتائیک متصل به شبکه مستقیماً به شبکه توزیع متصل می‌شوند. در این سامانه‌ها غالباً از باتری استفاده نمی‌گردد. اینورتر مورد استفاده در این سامانه‌ها از نوع متصل به شبکه می‌باشد. انرژی الکتریکی حاصل از این سامانه‌ها به شبکه سراسری برق تزریق می‌شود. براساس انرژی تزریقی به شبکه هزینه انرژی حاصل مطابق با ضوابط مندرج در فرایند خرید تضمینی در کشور برق آن محاسبه و درآمد ناشی از آن به مالکین نیروگاه پرداخت می‌گردد. شکل زیر سامانه متصل به شبکه را نشان می‌دهد.



شکل ۱- سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه

اجزا تشکیل دهنده

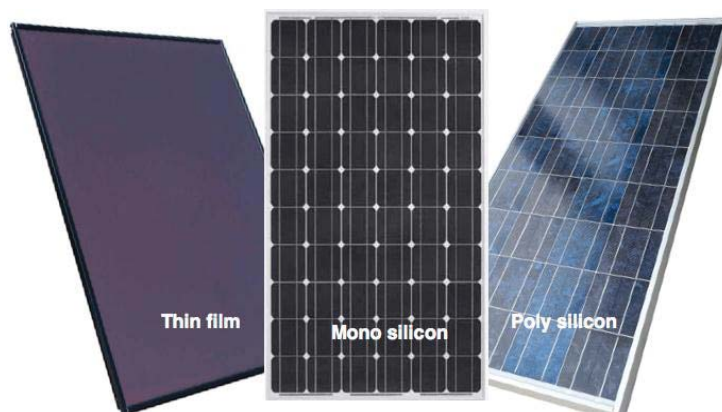
- مدول‌ها:

مدول‌های فتوولتائیک نور خورشید را مستقیماً به برق DC تبدیل می‌کنند. سلول‌های خورشیدی که معمولاً از کریستال، پلی کریستال یا کریستال آمورف یا سایر نیمه هادی‌های مرکب مانند کادمیوم تلوراید (Cadmium Telluride-CdTe) و ایندیم گالیم سلناید مس (Indium Gallium Selenide-CIGS) ساخته شده‌اند و در یک مدول فتوولتائیک به هم متصل شده‌اند. در بازار، مدول‌های مختلف براساس مشخصات فنی، قیمت و سایر ملاحظات فنی مورد استفاده قرار می‌گیرند. این موارد عمدتاً با توجه به نوع سلول آن به شرح زیر معرفی می‌شوند:

- منوکریستال

- پلی کریستال

- فیلم نازک (آمورف، میکرو کریستالی، CdTe یا مدول‌های CIS)



شکل ۲- مدول‌های فتوولتائیک

- سازه‌های سامانه خورشیدی فتوولتائیک:

- سازه‌های سامانه فتوولتائیک (MMS) برای حفاظت و نگهداری از مدول‌های فتوولتائیک به منظور جمع‌آوری حداکثر نور خورشید مورد استفاده قرار می‌گیرد. در ساخت این سازه‌ها موارد زیر می‌بایست مد نظر قرار گیرد:
- تراس، پشت بام یا جایی که سامانه فتوولتائیک در آن نصب می‌شود، می‌بایست تحمل ظرفیت بار یا وزن سامانه فتوولتائیک را داشته باشد.
- در نظر گرفتن بارهای متعارف و حداکثر نیروی ناشی از باد به همراه (ضریب) ارتفاع در مکانی که سامانه فتوولتائیک نصب می‌شود.
- در نظر گرفتن ضریب اطمینان برای مناطق زلزله خیز.
- ملاحظات دیگر اعم از شرایط محیطی، رطوبت و شرایط خوردگی و زنگ زدگی و شرایط ظاهری در نظر گرفته شود.



شکل ۳ - سازه نگهدارنده و مدول‌های فتوولتائیک

- اینورتر:

اینورترها یکی از مهمترین اجزای سامانه خورشیدی فتوولتائیک هستند که نه تنها عملکرد مربوط به توان را انجام می‌دهند، بلکه مسئولیت مدیریت سامانه را نیز بر عهده دارند.



شکل ۴- تصویری از اینورتر فتوولتائیک متصل به شبکه

- کابل‌ها:

کابل‌ها نقش بسیار مهمی در طراحی سامانه، ارتباطات و دیگر تنظیمات آرایه یک نیروگاه خورشیدی دارند. کابل‌ها باید به گونه‌ای طراحی شوند که حداقل تا ۲۵ سال دوام بیاورند. کابل‌ها معمولاً بصورت دفنی در زمین یا کانال‌ها و یا از طریق داکت‌ها توزیع می‌گردند. هرچند عدم قابلیت دسترسی و رویت ناپذیر بودن این کابل‌ها منجر به دشواری در تعمیر و تشخیص خطای موجود در آن‌ها می‌گردد.



شکل ۵- کابل‌ها

- سایر تجهیزات:

سایر تجهیزات شامل:

تجهیزات حفاظتی، کانکتورها (MC4)، جعبه تقسیم، کنتور طرح فهام، اتصال زمین و غیره

بهره‌برداری و نگهداری

بهره‌برداری و نگهداری از سامانه‌های فتوولتائیک بسیار ساده و بسیار با اهمیت می‌باشد. نگهداری این سامانه شامل بازدید و بازرسی معمولی، نگهداری و تمیز کردن مدول‌ها در یک دوره زمان بندی برنامه ریزی شده است. این کار به منظور به حداقل رساندن خرابی و آسیب‌های پیش‌بینی نشده انجام می‌شود و باعث بهبود عملکرد افزایش دسترسی و کاهش احتمال بروز خرابی در تجهیزات خواهد شد. برای نگهداری سامانه یک رویه برای بازدید و بازرسی باید در نظر گرفته شود که در زمان و ساعت‌های مناسبی انجام شود که تولید تحت تاثیر قرار نگیرد.

فعالیت های اصلی تحت بازدید و نگهداری عبارتند از:

- استحکام و یکپارچگی سازه متصل شده
- تمیز کردن مدول (متناسب با آلودگی محیط و گرد و غبار هوای منطقه مربوطه)
- بررسی و بازدید چشمی مدول‌های فتوولتائیک
- بررسی و بازدید چشمی جعبه تقسیم
- بررسی و بازدید چشمی اینورتر
- بررسی و بازدید چشمی اتصالات کابل کشی
- کنترل پوشش گیاهی (جهت جلوگیری از ایجاد سایه بر روی مدول‌ها)

توصیه ها:

- ۱- به علت حرارت زیاد مدول در طول روز و جهت جلوگیری از وارد شدن تنش حرارتی به مدول‌ها و همچنین عدم اختلال در تولید توان بهتر است انجام عملیات نگهداری مانند تمیز کردن مدول‌ها در زمان ابتدای روز و یا بعد از ظهر (عصر) و پیش از تاریکی هوا باشد.
- ۲- تنظیمات اینورتر به هیچ عنوان تغییر داده نشود و در صورت نیاز به انجام هر گونه تغییر در تنظیمات با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری تماس حاصل شود.
- ۳- در هنگام قطع برق شبکه، اینورتر به منظور رعایت مسایل ایمنی بر اساس استاندارد در مدت زمان بسیار کوتاهی عمل تزریق توان به شبکه را متوقف می‌نماید. لذا عدم تزریق انرژی نیروگاه در شرایط قطع برق شبکه به معنای وجود ایراد در سامانه نمی باشد. پس از بازگشت برق به شبکه اینورتر به صورت خودکار و پس از گذشت زمانی در حدود یک دقیقه در صورتیکه پارامترهای الکتریکی شبکه برق در محدوده مناسب خود باشند، مجدداً عمل تزریق توان را شروع خواهد کرد.
- ۴- استفاده از هر گونه مایع شوینده جهت نظافت مدول‌های خورشیدی ممنوع می‌باشد.

۵- در صورت شکستن مدول، به هیچ عنوان سطح شیشه ای مدول را لمس نکنید چرا که امکان نفوذ ذرات ریز شیشه‌ها به داخل پوست دست وجود دارد. در این مواقع با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری تماس حاصل شود.

۶- حتی الامکان از رفت و آمد در مسیر کابل کشی شده اجتناب کرد تا احتمال آسیب دیدگی به افراد و کابل‌ها به حداقل برسد.

۷- پس از وزش طوفان و بادهای شدید حتماً وضعیت استحکام سازه، بخصوص مهاربندهای کل سازه و مدول‌ها کنترل و بررسی شود.

سرفصل‌های نگهداری به شرح جدول زیر است.

دوره	اقدامات نگهداری
هفتگی	بازدید مدول‌ها و بررسی و تمیز نمودن مدول‌های فتولتائیک از گرد و غبار و آلاینده‌های محیطی
ماهانه	بازدید سازه و محل نصب سازه
هفتگی	بازدید اینورترها
ماهانه	بازدید کابل‌ها و اتصالات برق را با رعایت ایمنی

اقدامات لازم برای نگهداری سامانه توسط مالک سامانه

نحوه رفع عیب		موارد بازدید	
با استفاده از تنظیف و یا با آب مقطر	اگر کثیف بود نسبت به تمیز کردن مدول‌ها اقدام گردد.	تجمع گرد و غبار بر مدول فتوولتائیک	
برداشتن عامل موقت	زدودن سایه	وجود سایه	سایه ناشی از عامل موقتی
			سایه ناشی از اشیا اطراف
	تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری جهت جابجایی سامانه	تغییر رنگ و یا شکل غیرعادی در مدول	
	تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	شکستگی در مدول	
	تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	تغییر حالت در پایه نگهدارنده و سازه	
	تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	محل نصب سازه صدمه دیده	
	کلید اتوماتیک AC تابلو را قطع کنید سپس کلید DC زیر اینورتر را در وضعیت قطع قرار دهید و در نهایت	اگر هیچ چراغ و یا نشانه‌ای از کارکردن و تزریق برق وجود ندارد	
		اینورتر**	

فیوزهای DC را قطع نمائید و با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری تماس بگیرید.		
قطع سامانه و تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	سر و صدای غیر عادی	
تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	خروجی ندارد (دره‌های آفتابی)	
قطع سامانه و تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	حرارت زیاد و غیرعادی	
تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	ورودی قطع است (دره‌های آفتابی)	
تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	روکش کابل صدمه دیده است	کابل‌ها
تماس با پیمانکار مجری و یا واحد تعمیر و نگهداری	اتصالات کابل‌ها به اینورتر و یا تابلو شل است	
تماس با واحد تعمیر و نگهداری	کابل تغییر رنگ داده است	
سفت کردن و یا تعویض بست طبق آموزش‌های داده شده توسط نصاب سامانه	بست پلاستیکی کابل به سازه شل شده و یا بست آن پاره است	

* یادآوری می‌گردد که در بازدید از مدول‌ها، تمیز کاری و رفع سایه موقت هرگز بر روی مدول‌ها راه نروید.

*** یادآوری برای اینورتر:

۱. اینورتر را در محلی قرار دهید که دارای تهویه مناسب (در معرض و جابه جایی هوای بیرون) باشد. در صورتی که تهویه آن مناسب نباشد برای رفع آن اقدام نمایید.
 ۲. اطمینان حاصل کنید که اینورتر در معرض تابش مستقیم نور خورشید، قرار نمی‌گیرد.
 ۳. کلید اتوماتیک AC تابلو را قطع کنید. سپس کلید DC زیر اینورتر را در وضعیت قطع قرار دهید و در نهایت فیوزهای DC را قطع نمایید.
 - *** کلید اتوماتیک AC تابلو را قطع کنید سپس کلید DC زیر اینورتر را در وضعیت قطع قرار دهید و در نهایت فیوزهای DC را قطع نمایید.
- توجه:

برای روشن نمودن نیروگاه نیز ابتدا فیوزهای DC مربوط به تابلو DC را وصل نموده و سپس کلید DC زیر اینورتر را در وضعیت وصل قرار داده و در نهایت کلید اتوماتیک تابلو AC را وصل نمایید.

الزامات فنی، گارانتی و خدمات پس از فروش:

۱. پیشنهاد می‌گردد، مالک نیروگاه جهت بررسی‌های دوره‌ای با پیمانکار مجری با یکی از پیمانکاران صاحب صلاحیت قرارداد نگهداری سالیانه منعقد نماید.
۲. بازده مدول‌ها در طول زمان ۱۰ سال اول بیش از ۹۰ درصد و ۲۵ سال بیش از ۸۰ درصد باشد.
۳. بازده اینورتر بیش از ۹۵ درصد باشد.
۴. مدول‌ها باید ضمانت نامه تعویض برای ۵ سال را داشته باشند.
۵. اینورتر باید ضمانت نامه ۵ ساله و خدمات پس از فروش برای ۱۵ سال را دارا باشد.
۶. در دوره گارانتی، تعمیرات نیروگاه باید توسط نماینده مجاز پیمانکار انجام شود.

سایر موارد ایمنی:

۱. با توجه به جریان‌های بالای DC و امکان برق گرفتگی از تماس مستقیم با تجهیزات شامل پنل ها ، اینورتر ، سازه و کابل های نیروگاه خورشیدی اجتناب گردد .
۲. نیروگاه خورشیدی بایستی به گونه‌ای نصب گردد که امکان دسترسی به تمامی نقاط نیروگاه در صورت آتش سوزی (فاصله حداقل ۶۰ سانتیمتر از لبه پشت بام) وجود داشته باشد .
۳. ولتاژ تولیدی مجموعه پنل ها در مولد خورشیدی علی رغم جدا بودن مولد از شبکه برق می تواند تا ۱۰۰۰ ولت برسد. لذا در صورت آسیب دیدگی روکش عایقی کابل ها یا اتصالات از تماس مستقیم با قسمت‌های بدون عایق جدا خودداری شود.
۴. در صورت خاموش بودن نیروگاه، کابل های متصل به پنل های خورشیدی کماکان برق دار هستند. بنابراین حتی در هنگام شب و موقع خاموش بودن نیروگاه از تماس با کابل ها اجتناب گردد.



۵. هنگام آفتاب شدید دمای سطح پنل ها به طور قابل ملاحظه ای بالا می رود به طوریکه تماس با آن می تواند منجر به سوختگی سطحی پوست گردد.
۶. به منظور جلوگیری از خطر برق گرفتگی و ایجاد جراحت در صورت شکسته شدن



۷. شیشه یا تغییر شکل فریم پانل از تماس با آن خودداری گردد.
۷. از جابجا نمودن وضعیت پنلها حتی الامکان پرهیز شود. در صورت اضطرار، شیب نصب پنلها حفظ و جهت آنها رو به جنوب باشد.

۸. این مولد برای اتصال به شبکه توزیع برق شهر طراحی شده است، از اتصال خروجی مولد به دیزل ژنراتور و یا UPS خودداری گردد.

۹. اینورتر به صورت طبیعی توسط هوای محیط خنک می‌گردد. از پوشاندن اینورتر با پلاستیک یا قراردادن اجسام در مجاورت اینورتر مخصوصاً بر روی آن که باعث کند شدن جریان هوای اطراف اینورتر می‌گردد، پرهیز شود.



۱۰. از پاشیدن آب بر روی اینورتر یا شستن تابلوی برق و اینورتر جداً خودداری نموده و برای نظافت می‌توان از یک پارچه مرطوب استفاده نمود.

פיוסט הא

پیوست شماره ۱

چک لیست اطلاعات مربوط به وارانتهی تجهیزات و نصب سامانه	
الف) اطلاعات اصلی شرکت	
نام شرکت	
نام فرد رابط در شرکت	
محل استقرار فرد رابط	
شماره تماس همراه فرد رابط	
شماره تلفن ثابت فرد رابط	
آدرس ایمیل فرد رابط	
آدرس وبسایت شرکت	
آدرس شعب شرکت	
<p>آیا شرکت ضمانت تجهیزات و نصب را با اسناد مناسب ارائه داده است؟ لطفاً موارد قابل اجرا را بررسی و جزییات آن را در فرم تکمیل نمایید.</p>	<p>[] عملکرد مدول فتوولتائیک سال [] سال ساخت مدول سال [] اینورتر سال [] باتری سال [] نصب کامل سامانه سال [] سایر، لطفاً مشخص شود سال</p>
<p>شرکت خدمات تعمیر و نگهداری را ارائه می‌دهد؟</p>	<p>[] خیر [] بله، برای سال [] چنانچه خدمات ارائه می‌گردد لطفاً مشخصات و موارد مربوط به خدمات را مشخص فرمایید.</p>
ب) مستند سازی مربوط به مالکین	
<p><input type="checkbox"/> کتابچه راهنمای مالکین <input type="checkbox"/> نقشه‌های پایه مربوط به عملکرد سامانه <input type="checkbox"/> وارانتهی سازنده‌های تجهیزات <input type="checkbox"/> انطباق با گواهی‌نامه‌های استاندارد <input type="checkbox"/> اخذ مجوز از مالک ساختمان و همچنین مجوز اتصال به شبکه</p>	

- رویه های مربوط به ایمنی و توالی قطع سامانه
- دستورالعمل تعمیر و نگهداری و بهره برداری
- اطلاعات مربوط به تماس های ضروری برای تعمیر و نگهداری

پیوست شماره ۲

ت) تابلو برق حفاظتی DC و Combiner Box

- جریان را در هر رشته اندازه گیری کنید ، اگر جریان صفر بود، فیوز را بررسی کنید (در صورت لزوم جایگزین کنید)
- کابینت یا تابلو ها را از نظر هر نوع خسارت یا آسیب دیدگی بررسی کنید.
- وجود و یا عدم وجود رسوب یا گرد و غبار را بررسی کنید.
- پیچ های فرسوده یا گیره های (دستگیره های) تابلوها و سازه های نگهدارنده را بررسی کنید.
- تمامی ترمینال ها و اتصالات را از نظر اتصالی شل یا تحت فشار بودن آن بررسی کنید.
- اثرات حرارت (تغییر رنگ ناشی از حرارت)، سخت شدن کابل ها و تغییر رنگ قطعات اجزاء در تابلو را بررسی کنید.
- شرایط مناسب سیم ، اندازه و شرایط عایق آنها بررسی کنید.
- برچسب زدن مناسب بررسی کنید.
- عملکرد صحیح فیوزها، دستگاه های حفاظتی (SPD) ، سوئیچ ها و قطع کننده ها و دیودهای احتمالی (برای سامانه های مستقل از شبکه) را بررسی کنید.

<p>ث) شارژ کنترلرها (فقط سیستم های دارای باتری پشتیبان) - مستقل از شبکه</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ کابینت یا تابلو ها را از نظر هر نوع خسارت یا آسیب دیدگی بررسی کنید. ○ وجود ویا عدم وجود رسوب یا گرد و غبار را بررسی کنید. ○ پیچ های فرسوده یا گیره های (دستگیره های) تابلوها و سازه های نگهدارنده را بررسی کنید. ○ تمامی ترمینال ها و اتصالات را از نظر اتصالی شل یا تحت فشار بودن آن بررسی کنید. ○ اثرات حرارت (تغییر رنگ ناشی از حرارت)، سخت شدن کابل ها و تغییر رنگ قطعات اجزاء در تابلو را بررسی کنید. ○ شرایط مناسب سیم ، اندازه و شرایط عایق آنها بررسی کنید. ○ برچسب زدن مناسب بررسی کنید. ○ قطع کننده های ورودی و خروجی برچسب مجزا داشته باشند. ○ سیستم زمین مناسب را بررسی کنید. 	<p>ج) باتری (فقط برای سیستم های دارای باتری پشتیبان) - مستقل از شبکه</p> <ul style="list-style-type: none"> ○ تهویه هوای مناسب برای سرمایش. ○ بررسی کنید پایانه های باتری از اتصال کوتاه شدن محافظت شده باشند. ○ در صورت وجود شرایط مناسب سیم، اندازه و عایق و علائم حرارت زیاد را بررسی کنید. ○ اثرات وجود رسوب و یا گرد و غبار بررسی کنید. ○ نشست الکترولیت و ترک های سلول را بررسی کنید. ○ خوردگی در پایانه ها ، اتصالات ، قفسه ها و تابلو و یا کابینت ها را بررسی کنید. ○ دمای محیط را بررسی کنید (همه سلول ها باید در دمای محیط یکسان باشند). ○ کنترل کنید برچسب زدن ها مناسب باشد. (شرایط برچسب ها را کنترل کنید). ○ شرایط کابل ها را به لحاظ سایز و عایق بررسی کنید.
---	--

پیوست شماره ۳

الف. مدول

- شرایط مدول:
- مدول تمیز است [] مدول آسیب دیده است [] تجمع گرد و خاک []
- بررسی ایجاد سایه بر روی مدول ها
- لکه‌ها، محل اتصال قاب به شیشه و تغییر رنگ آرایه‌ها را بازرسی نمایید.
- لکه‌های نقطه‌ای، برآمدگی ناشی از سوختگی و تغییر رنگ صفحه پشت مدول را بررسی نمایید.
- بررسی عایق سیم‌کشی مدول‌های فتوولتائیک.
- انتخاب سایز سیم مناسب.
- بررسی اتصال دهنده‌های سیم‌ها در آرایه ها.
- بررسی عایق بندی (درزگیرها) و نحوه صحیح قرار گرفتن سیم در جعبه تقسیم‌های مربوط به مدول‌ها.
- بررسی اتصال صحیح آرایه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن به سامانه زمین.
- بررسی نحوه صحیح نصب مدول‌ها اتم از بست‌های شل شده عایق بندی صحیح (درزگیرها) و ایمن بودن آن‌ها
- انجام اسکن حرارتی مدول‌ها و ثبت مشکلات مشاهده شده.
- بررسی چسب گذاری مناسب
- بازرسی چشمی آرایه‌ها جهت تشخیص شکستگی، آسیب دیدگی، شل شدن مدول‌ها، شل شدن رک‌ها، سیم‌کشی و اتصالات MC9 .
- در صورت مشاهده خوردگی و زنگ زدگی سازه‌ها و سایر تجهیزات فلزی نصب شده در سامانه از اسپری رنگ گالوانیزه برای ترمیم آن استفاده نمایید.
- شرایط مدول:
- مدول تمیز است [] مدول آسیب دیده است [] تجمع گرد و خاک []
- بررسی ایجاد سایه بر روی مدول ها.
- لکه‌ها، محل اتصال قاب به شیشه و تغییر رنگ آرایه‌ها را بازرسی نمایید.

- لکه‌های نقطه‌ای، برآمدگی ناشی از سوختگی و تغییر رنگ صفحه پشت مدول را بررسی نمایید.
- بررسی عایق سیم‌کشی مدول‌های فتوولتائیک.
- انتخاب سایز سیم مناسب.
- بررسی اتصال دهنده‌های سیم‌ها در آرایه‌ها.
- بررسی عایق بندی (درزگیرها) و نحوه صحیح قرار گرفتن سیم در جعبه تقسیم‌های مربوط به مدول‌ها.
- بررسی اتصال صحیح آرایه‌ها و سازه‌های نگهدارنده آن به سامانه زمین.
- بررسی نحوه صحیح نصب مدول‌ها اتم از بست‌های شل شده عایق بندی صحیح (درزگیرها) و ایمن بودن آن‌ها.
- انجام اسکن حرارتی مدول‌ها و ثبت مشکلات مشاهده شده.
- جریان خروجی هر ردیف را در محل تابلو اتصال مربوط به آن اندازه‌گیری نمایید و این کار را برای تک تک رشته‌های سامانه تکرار نمایید.

ب. اینورتر

- بازرسی چشمی اینورتر از لحاظ آسیب‌های ظاهری قابل رویت
- بررسی عملکرد صحیح اینورتر
- بررسی اینکه نصب اینورتر بطور کامل و دائم انجام شده باشد.
- بررسی صفحه نمایش اینورتر و ثبت ورودی و خروجی ولتاژ
- تمیز کردن فضای اطراف اینورتر و آب بندی پایه‌ها
- خاموش کردن کلید AC به DC و خاموش کردن اینورتر
- صبر کنید تا اینورتر تخلیه شود (تقریباً ۵ دقیقه)
- قفل ایمنی را نصب کنید

- بررسی کنید که اندازه سیم و کانال ها بدرستی نصب شه اند و همچنین محیط اطراف اینورتر تمیز بوده و پایه ها بدرستی آب بندی شده باشند.
- خالی کردن اینورتر از هوای (بوجود آوردن خلادر اینورتر)
- بازرسی چشمی از نفوذ رطوبت
- تمیز کردن یا جایگزینی فیلتر هوا برای بازگشت دوباره هوای پاک
- بررسی کنید کابل های ترمینال محکم بسته شده باشند.
- بررسی کنید شرایط سیم از لحاظ سایز و مقدار و همچنین عایق بندی بدرستی انجام شده است.
- بررسی کنید که برچسب های کابل ها به درستی انجام شده است.
- بازرسی فیلتر هوا
- بررسی دمای غیر معمول اینورتر در حین فعالیت
- بررسی سالم بودن و عملکرد صحیح واشرها و آب بندی داکت‌ها، در صورت لزوم واشرها و درزبندها را تعمیر یا تعویض نمایید
- بازرسی سیم و کابل‌ها، کاندوئیت‌ها، لوله‌کشی‌ها، محکم بودن کلیه اتصالات الکتریکی سامانه و سایر مسائلی که قابل رویت باشد
- پیوستگی سامانه زمین مابین چارچوب مدول‌ها و سازه‌های نگهدارنده کابل را بررسی نمایید
- خوردگی سیم‌های مسی، چارچوب مدول‌ها فتوولتاییک و گالوانیزه بودن سازه‌های نگهدارنده کابل را بررسی نمایید
- بازرسی و تایید عدم خرابی وزنه‌های نگهدارنده سازه‌ها
- بازرسی و تایید محکم بودن سازه‌های نگهدارنده کابل (رک‌های تاشو)
- ممانعت از ریختن نخاله‌های ساختمانی در زیر آرایه‌ها و تمیز کردن آن‌ها در صورت وجود نخاله
- بازرسی صحیح برچسب گذاری

ج. نصب سامانه

- الکتریکی (برقی)

- تجهیزات می‌بایست بطور صحیح (بدون آسیب دیدگی) انتخاب شوند و مطابق استانداردها باشند.
- تمام اجزاء می‌بایست به طور صحیح به یکدیگر متصل گردند.
- محل استقرار تجهیزات می‌بایست به طور صحیح انتخاب گردد، به طوری که دسترسی به آنها جهت انجام بازرسی و تعمیر و نگهداری آسان باشد.
- در اقدامات حفاظتی می‌بایست شرایط خاص محیطی اعم از نور شدید خورشید و ابری بودن هوا مدنظر قرار گیرد.
- کابل‌ها می‌بایست به گونه‌ای انتخاب شوند که پوشش خارجی آنها در برابر تشعشعات نور خورشید و نفوذ رطوبت و آب به داخل کابل‌ها مقاوم باشند.
- کابل‌کشی می‌بایست بطور منظم و ایمن انجام شود.
- انتخاب صحیح مقطع و عایق سیم‌های اتصال دهنده مدول‌ها

- مکانیکی

- هر یک از تجهیزات می‌بایست مطابق نقشه‌ها و استانداردهای مربوطه نصب گردند.
- در صورت نصب سامانه در پشت بام، اطمینان حاصل کنید که سقف مورد نظر توانایی تحمل وزن ناشی از سامانه فتوولتائیک را دارد.
- سامانه تهویه هوا می‌بایست صحیح انتخاب شود به گونه‌ای که از بالا رفتن بیش از حد حرارت در پشت آرایه‌ها جلوگیری گردد.
- چارچوب آرایه‌ها می‌بایست از مواد ضد زنگ و خوردگی استفاده شده و بطور صحیح در سامانه بسته و محکم گردد.
- نصب سامانه‌های فتوولتائیک بر روی پشت بام می‌بایست ایمن و مقاوم در شرایط بد آب و هوایی باشند.
- ورودی کابل‌ها می‌بایست ضد آب باشند.
- قطعات سامانه فتوولتائیک را جهت جلوگیری از خطر شوک الکتریکی و جریان‌های بالا و غیرعادی به درستی به اتصال زمین متصل نمایید.

- آلومینیوم در تماس مستقیم با سازه بتنی نباشد. (در صورت استفاده از سازه آلومینیومی).
- جهت جلوگیری از خوردگی گالوانیک، برای اتصال فلزات غیر مشابه می‌بایست محل اتصال آن را عایق نمود.
- مطابق نقشه‌های طراحی، از محکم بودن اتصالات داخلی سامانه و همچنین اتصال آن با سازه ساختمان اطمینان حاصل نمایید.

د) نصب اجزاء

- نصب آرایه‌ها می‌بایست منظم و دائمی باشد.
- تجهیزات حفاظت در برابر خطرات ناشی از شوک الکتریکی و همچنین جریان‌های بالای غیرعادی می‌بایست با دقت بالا نصب گردند.
- هر مدول یا آرایه می‌بایست مجهز به ابزار حفاظت در برابر جریان‌های بالا باشد.
- چارچوب آرایه‌ها می‌بایست بطور صحیح به یکدیگر متصل باشند. (هم پتانسیل باشند).
- سامانه زمینی و همچنین اتصال زمین تجهیزات می‌بایست به درستی اجرا گردد.
- سیم‌کشی بین پنل‌های فتوولتائیک و اینورتر می‌بایست از کوتاهترین مسیر انجام شود.
- فیوزها می‌بایست قابلیت عملکرد اتوماتیک را داشته باشند.
- کابل‌های AC و DC را از یکدیگر جدا نمایید.
- هادی‌ها نباید با سطح بام تماسی داشته باشند.
- کاندوئیت‌ها می‌بایست به درستی و محکم نصب شوند.
- نرخ عملکرد تمام اجزاء می‌بایست براساس حداکثر ولتاژ DC سامانه تعیین گردد.
- باتری‌ها می‌بایست در محلی که تهویه هوای مناسبی دارد نصب گردند.
- برچسب گذاری اجزاء، مدول‌ها، تجهیزات حفاظتی، کابل‌ها و کلیدها می‌بایست صحیح و به درستی انجام پذیرد.
- جزییات نصب باید در ساختگاه در دسترس و قابل نمایش باشد و همچنین برچسب‌ها می‌بایست به درستی قابل مشاهده و با دوام باشند
- مستندات مربوط به تنظیم‌های حفاظتی باید قابل مشاهده در ساختگاه باشد.

□ دستورالعمل خاموش نمودن سامانه در شرایط اضطراری می‌بایست قابل دسترسی و مشاهده در ساختگاه باشد...

ه) اتصالات کابل کشی AC و DC

□ بررسی کنید که کابل از AC و DC در کاندوئیت‌های جداگانه نصب و به درستی برچسب گذاری شوند.
□ ترمینال‌های کابل را برای علائم سوختگی، عایق‌کاری، جوش نقطه‌ای و اتصالات شل شده بررسی نمایید.
□ خوردگی را بررسی کنید.
□ شعاع خم شدن کابل را بررسی کنید.
□ کابل‌ها باید به دور از هادی صاعقه نصب گردد.
□ در تمام خروجی کابل‌ها می‌بایست از ترمینال‌های مناسب استفاده نمود. از اتصال کابل‌ها به یکدیگر بپرهیزید.

□ کابل‌ها، بست‌های کمربندی و سایر اتصالات کابل می‌بایست در شرایط آب و هوایی مقاوم باشند.
□ کابل‌ها می‌بایست در محل سایه نصب گردد و مانع جاری شدن روان آب‌ها نگردند.

و. ملاحظات مربوط به سامانه زمین

داشتن سامانه زمین و تجهیزات مناسب آن ضروری است.

• فراهم نمودن سامانه زمین به عنوان مرجع مشترک برای ولتاژهای مختلف جهت محدود کردن ولتاژهای ناشی از صاعقه

• خط مربوط به جریان‌های بالا و غیرعادی

• تماس تصادفی با خطوط ولتاژ بالا

• فراهم کردن مسیر جریان برای عملکرد تجهیزات حفاظتی جریان بالا

□ سازه نگهدارنده آرایه‌ها می‌بایست قابلیت تخلیه جریان‌ها و بارهای اعمال شده به سیستم زمین را داشته باشد.

ز. تابلو برق

- جریان هر ردیف مدول را اندازه گیری نمایید. چنانچه عدد اندازه گیری شده صفر بود، فیوز را بررسی نمایید. (تعویض فیوز در صورت لزوم)
 - بازدید و بررسی هرگونه آسیب دیدگی تابلو برق
 - بازرسی و بازدید تابلو برق به لحاظ تمیز بودن و عاری از گرد و خاک
 - پیچ ها و دسته های فرسوده تابلو برق را بررسی نمایید
 - بررسی اتصالات شل تابلو و محکم نمودن آن
 - حرارت تابلو، خشک شدن کابل ها و تغییر رنگ اجزای آن را بررسی نمایید
 - کابل ها را به لحاظ عایقی، مقطع صحیح و قرارگیری در شرایط مناسب بررسی نمایید
 - بازرسی عملکرد صحیح فیوزهای MCB و MCCB و کلیدهای قطع کننده و دیودها
- ح. شارژکنترلرها (سامانه های باتری پشتیبان)

- بازدید و بررسی هرگونه آسیب دیدگی تابلو برق
- کابل ها را به لحاظ عایقی، مقطع صحیح و قرارگیری در شرایط مناسب بررسی نمایید
- بازرسی و بازدید تابلو برق به لحاظ تمیز بودن و عاری از گرد و خاک
- بازرسی صحیح برچسب گذاری
- تفکیک کابل های ورودی و خروجی توسط برچسب گذاری
- بررسی اتصال ارت مناسب

ط. باتری‌ها (سامانه‌های باتری پشتیبان)

- تعبیه سامانه تهویه مناسب برای خنک کاری
- بررسی حفاظت ترمینال‌ها در برابر اتصال کوتاه
- کابل‌ها را به لحاظ عایقی، مقطع صحیح و قرارگیری در شرایط مناسب و علایم ناشی از سوختگی بررسی نمایید

- بازرسی و بازدید تابلو برق به لحاظ تمیز بودن و عاری از گرد و خاک
- نشت الکترولیت و ترک‌های سلول را بررسی کنید
- خوردگی ترمینال‌ها، اتصالات، رک‌ها و همچنین بدنه تابلوها را بررسی نمایید
- دمای محیط را بررسی نمایید (تمام سلول‌ها باید با محیط هم‌دم باشند)
- بررسی تخلیه هوا خروجی سامانه
- بازرسی صحیح برچسب‌گذاری

ی. ردیاب

- امکان حرکت و انعطاف پذیر بودن سیم‌ها در فرایند حرکت مدول‌ها را بررسی نمایید.
- بررسی عدم نشت روغن و گریس در گیربکس
- بررسی مسیر حرکت ردیاب خورشیدی و عاری بودن نخاله‌ها و موانع خارجی جهت حرکت صحیح آن
- برای ردیاب‌های چند موتوره می‌بایست مسیر حرکت صحیح هر یک مورد بررسی قرار گیرد به طوریکه کلیه آرایه‌ها در مسیر صحیح حرکت نمایند
- بررسی کنید در انتهای لوله‌ها هیچ ترکی وجود نداشته باشد
- بررسی عملکرد صحیح و محل نصب سنسور باد
- زمان و تاریخ عملکرد (PLC) مربوط به ردیاب را ثبت نمایید
- گریس کاری صحیح محل اتصال مفصل‌ها را بررسی نمایید

- کابل ها را به لحاظ عایقی، مقطع صحیح و قرارگیری در شرایط مناسب بررسی نمایید
- از چفت و بست بودن درزها اطمینان حاصل کنید
- شل شدن لوله ها و شفت های متحرک در طول گذر زمان را بررسی واز محکم بودن آن اطمینان حاصل نمایید

- سایه اندازی ناشی از ردیاب ها بروی آرایه های پشتی را بررسی نمایید
- نفوذ هرگونه گردوخاک و آلاینده ها را به سامانه ردیاب بررسی نمایید
- برچسب گذاری صحیح ردیاب ها را بررسی نمایید
- عملکرد صحیح سنسورها و کنترل کننده های کوچک را بررسی نمایید
- بررسی کلیه فیوزهای مربوط به مسیر کنترلر اصلی

ک. نظارت، کنترل و اخذ داده ها(اسکادا)

- کابل ها را به لحاظ عایقی، مقطع صحیح و قرارگیری در شرایط مناسب بررسی نمایید
- سیم های مربوط به تجهیزات ایستگاه های هواشناسی اعم از سنسورهای دما، سنسور دمای هوای محیط، تابش سنج(پیرانومتر) و غیره... می بایست به طور صحیح انتخاب و نصب گردند
- بررسی کنید که هیچگونه رطوبتی در محفظه ها و تابلوها وجود نداشته باشد. در صورت لزوم مجدداً آب بندی نمایید

- از عملکرد صحیح لوله ها و چفت و بست تابلوی مربوط به تجهیزات اطمینان حاصل نمایید
- از نحوه ایمن و صحیح سیم کشی اسکادا اطمینان حاصل نمایید
- تمیز کردن تابلو تجهیزات از گرد و خاک و بقایای حشرات و غیره توسط جاروبرقی ضد الکتریسیته ساکن
- بررسی تهویه مناسب به جهت عملکرد صحیح فن ها
- نفوذ هرگونه گرد و خاک و آلاینده ها را بررسی نمایید
- از نحوه ایمن بودن و نصب صحیح تابش سنج ها(پیرانومترها) اطمینان حاصل کنید

فهرست تصاویر

- شکل ۱ - سامانه مستقل از شبکه با بار AC و DC
- شکل ۲ - سامانه مستقل از شبکه با بار DC
- شکل ۳ - سامانه فتوولتائیک متصل به شبکه
- شکل ۴ - سامانه هیبریدی
- شکل ۵ - مدول‌های فتوولتائیک
- شکل (۱-۶) - بخش‌های تشکیل دهنده مدول فتوولتائیک
- شکل (۲-۶) - نمونه‌ای از سلول منوکریستال و پلی‌کریستال سیلیکونی
- شکل (۳-۶) - اتصال سری و موازی مدول‌های فتوولتائیک
- شکل ۷ - کابل‌های DC
- شکل ۸ - جعبه تقسیم
- شکل ۹ - کلیدهای قطع و جدا کننده DC
- شکل ۱۰ - ترانسفورماتور ایزوله
- شکل ۱۱ - اینورتر
- شکل ۱۲ - تابلو برق AC
- شکل ۱۳ - کابل‌های AC
- شکل ۱۴ - سازه نگهدارنده مدول‌های فتوولتائیک
- شکل ۱۵ - صاعقه گیر
- شکل ۱۶ - سامانه زمین
- شکل ۱۷ - شارژ کنترلر
- شکل ۱۸ - باتری‌ها
- شکل ۱۹ - رویکرد و شمای کلی تعمیر و نگهداری

- شکل ۲۰ - مولتی متر دیجیتالی
- شکل ۲۱ - مولتی متر گیره‌ای
- شکل ۲۲ - دوربین ترموگرافی
- شکل ۲۳ - مدول تمیز شده
- شکل ۲۴ - مدول خاک گرفته به مقدار کم (عدم تحمیل بار مالی چشمگیر)
- شکل ۲۵ - مدول خاک گرفته به مقدار زیاد (تحمیل بار مالی چشمگیر)
- شکل ۲۶ - مدول مورد استفاده جهت خشک کردن فلفل
- شکل ۲۷ - سایه روی مدول‌های فتوولتائیک با توجه به اشیا اطراف
- شکل ۲۸ - رشته‌ای از سلول‌های خورشیدی متصل شده که به صورت سری که دارای یک سلول سایه دار یا نامناسب می‌باشد.
- کل ۲۹ - شکل سایه جزئی بر روی سامانه نصب شده در یک ساختمان مسکونی
- شکل ۳۰ - تلفات توان بر اساس سایه ایجاد شده بر روی مدول‌ها
- شکل ۳۱ - دو مدول یکی با فن‌آوری منوکریستالی و دیگری با فن‌آوری پلی‌کریستالی که در یک سامانه نصب شده‌اند
- شکل ۳۲ - مشخصات فنی مدول فتوولتائیک مدول TITAN M6-60
- شکل ۳۳ - ایجاد رطوبت در مدول
- شکل ۳۴ - ترکهای ریز و کوچک
- شکل ۳۵ - خوردگی
- شکل ۳۶ - لایه لایه شدن
- شکل ۳۷ - تمیز کردن با آب (دستی)
- شکل ۳۸ - مدول آسیب دیده.
- شکل ۳۹ - هرگز روی مدول‌ها راه نروید
- شکل ۴۰ - هرگز روی مدول‌های فتوولتائیک ننشینید یا نایستید

- شکل ۴۱ - ایجاد لکه به دلیل درست تمیز نکردن و کیفیت آب
- شکل ۴۲ - روش تمیزکاری خشک (به صورت دستی)
- شکل ۴۳ - تجهیزات مورد استفاده برای تمیزکاری
- شکل ۴۴ - تمیزکاری با آب با استفاده از روش روباتیک
- شکل ۴۵ - تمیزکاری با آب با استفاده از سامانه خودکار
- شکل ۴۶ - روش تمیزکاری خشک با استفاده از سامانه خودکار
- شکل ۴۷ - درختی کنار سامانه فتوولتائیک شما رشد کند و سایه آن بر روی مدول‌ها می‌افتد.
- شکل ۴۸ - سایه یک مدول مجاور بر روی مدول‌های کناری افتاده باشد.
- شکل ۴۹ - یک ساختمان در مجاورت سامانه شما ساخته شود.
- شکل ۵۰ - ایجاد سایه به دلیل خشک کردن محصولات کشاورزی
- شکل ۵۱ - سایه به دلیل وجود ستون‌های نزدیک در تراس (بالکن)
- شکل ۵۲ - سایه به دلیل فعالیت‌های انسانی و سایر موانع
- شکل ۵۳ - تاثیر سایه مرکزی (اصلی) و سایه جزئی (متمایل) بر روی مدول‌ها
- شکل ۵۴ - تنظیم‌کننده سطح مسیر یاب خورشیدی
- شکل ۵۵ - مسیر یاب خورشیدی نشان‌دهنده موقعیت عرض جغرافیایی
- شکل ۵۶ - کمان‌های مسیر یاب خورشیدی مشخص کننده زمان و ماه‌های سال
- شکل ۵۷ - پوشش گنبدی شکل مسیر یاب خورشیدی برای تحلیل سایه
- شکل ۵۸ - محل قرارگیری دیود بای پس در یک مدول فتوولتائیک
- شکل ۵۹ - دیود بای پس در جعبه تقسیم
- شکل ۶۰ - مدار ۷۲ سلولی فتوولتائیک - یک دیود بای پس به صورت موازی با هر ۲۴ سلول نصب شده است
- شکل ۶۱ - اندازه‌گیری ولتاژ
- شکل ۶۲ - اندازه‌گیری جریان

- شکل ۶۳ - بررسی پنل‌ها با دوربین
- شکل ۶۴ - تصاویر ترموگرافی در عملکرد عادی
- شکل ۶۵ - تصاویر ترموگرافی با نمایش نقاط داغ
- شکل ۶۶ - اینورتر مستقل (منفصل از شبکه)
- شکل ۶۷ - اینورتر متصل به شبکه
- شکل ۶۸ - اینورتر پشتیبان شبکه
- شکل ۶۹ - اینورترهای ترکیبی
- شکل ۷۰ - اینورتر مرکزی
- شکل ۷۱ - ساختار اینورتر مرکزی
- شکل ۷۲ - اینورتر استرینگ
- شکل ۷۳ - نمایش قرارگیری میکرو اینورترها
- شکل: ۷۴ - بهینه‌ساز توان
- شکل ۷۵ - قبل از انجام تعمیرات، اینورتر را خاموش کنید
- شکل ۷۶ - اتصال نامناسب از جعبه توزیع اصلی برای بارهای مشترکین خانگی
- شکل ۷۷ - اتصال صحیح از جعبه توزیع اصلی برای بارهای مشترکین خانگی
- شکل ۷۸ - اتصال صحیح از جعبه توزیع اصلی به جعبه تقسیم فرعی برای بارهای مشترکین خانگی
- شکل ۷۹ - قرائت و یادداشت مقادیر از صفحه نمایش اینورتر
- شکل ۸۰ - چراغ سبز - نشانگر عملکرد صحیح اینورتر
- شکل ۸۱ - چراغ قرمز - نشانگر عملکرد نادرست اینورتر است
- شکل ۸۲ - آسیب دیدگی اینورتر ناشی از سوختن (سوختگی خارجی)
- شکل ۸۳ - سیم جدا شده از مبدل اینورتر
- شکل ۸۴ - اینورتر نصب شده بدون سایه‌بان
- شکل ۸۵ - اینورتر نصب شده زیر سایه‌بان

- شکل ۸۶ - شل بودن کاندویت‌ها و کابل‌های اینورتر
- شکل ۸۷ - اتاق تهویه اینورتر
- شکل ۸۸ - انباشت گرد و غبار در اینورتر
- شکل ۸۹ - تمیز کردن اینورتر با استفاده از دمنده
- شکل ۹۰ - ورودی عایق ترانزیستورهای دوقطبی و تغییر رنگ بردهای الکترونیکی را بررسی کنید (اینکار توسط پرسنل آموزش دیده انجام گردد)
- شکل ۹۱ - صفحه نمایش اینورتر
- شکل ۹۲ - فیوزهای اینورتر را بررسی کنید
- شکل ۹۳ - ارتفاع نصب اینورتر از زمین
- شکل ۹۴ - تهیه گزارش کامل از مراحل بازرسی
- شکل ۹۵ - نمونه‌ای از وسایل حفاظت جریان بالا
- شکل ۹۶ - بلوک دیاگرام موقعیت قطع کننده‌های سامانه فتوولتائیک نشان داده شده است
- شکل ۹۷ - نمونه‌ای از فیوزها را نشان می‌دهد
- شکل ۹۸ - فیوز سوخته
- شکل ۹۹ - باتری سولفاته شده
- شکل ۱۰۰ - مسیر کابل اشتباه
- شکل ۱۰۱ - مسیر مناسب نصب کابل
- شکل ۱۰۲ - فرم بندی نادرست کابل‌ها در روش حلقه بسته
- شکل ۱۰۳ - فرم بندی نادرست کابل‌ها در روش حلقه باز
- شکل ۱۰۴ - فرم بندی صحیح کابل‌ها
- شکل ۱۰۵ - عایق بندی مناسب
- شکل ۱۰۶ - عایق بندی نادرست

- شکل ۱۰۷- نحوه اشتباه عبور کابل به تابلوها یا جعبه تقسیم‌ها (ورودی کابل به درون تابلوها یا جعبه تقسیم‌ها باز است)
- شکل ۱۰۸- الف - اجرای صحیح گلند در تابلو برق
- شکل ۱۰۸- ب - بست مناسب برای محل اتصال لوله به تابلو
- شکل ۱۰۹- نحوه اشتباه عبور کاندویت و آسیب دیدگی آن
- شکل ۱۱۰- نحوه صحیح عبور کاندویت
- شکل ۱۱۱- کابل‌ها به درستی برچسب گذاری شده‌اند
- شکل ۱۱۲- کابل‌ها به درستی برچسب گذاری نشده‌اند
- شکل ۱۱۳- کابل‌ها بسته شده توسط بست کمربندی
- شکل ۱۱۴- انتخاب مناسب فیوزها - توجه به رده‌بندی فیوزهای AC و DC
- شکل ۱۱۵- نصب مناسب
- شکل ۱۱۶- نصب نامناسب
- شکل ۱۱۷- زنگ زدگی سازه‌های نگهدارنده
- شکل ۱۱۸- کلمپ‌های شل شده
- شکل ۱۱۹- زاویه شیب مدول‌های فتوولتائیک
- شکل ۱۲۰- تجهیزات فاقد اتصال زمین
- شکل ۱۲۱- تجهیزات دارای اتصال به زمین مناسب
- شکل ۱۲۲- حفاظت ضعیف در مقابل صاعقه
- شکل ۱۲۳- حفاظت مناسب در برابر صاعقه
- شکل ۱۲۴- شرایط مناسب باتری‌ها
- شکل ۱۲۵- شرایط نامناسب باتری‌ها
- شکل ۱۲۶- پرکردن مجدد آب باتری
- شکل ۱۲۷- ترمینال‌های مناسب و نامناسب

شکل ۱۲۸ - تمیز کردن باتری با جوش شیرین

شکل ۱۲۹ - محکم کردن ترمینال‌های باتری

شکل ۱۳۰ - شارژ کنترلر

شکل ۱۳۱ - نمایش تولید انرژی روزانه، سامانه فتوولتائیک توسط SCADA

شکل ۱۳۲ - نمایش تولید انرژی سامانه فتوولتائیک، طی ساعات مختلف در یک روز

توسط SCADA

شکل ۱۳۳ - نمایش مقدار انرژی مصرف داخلی و مقدار انرژی تزریق شده به شبکه برق توسط

SCADA

شکل ۱۳۴ - نمایش گر اینورتر که انرژی تولید شده توسط سامانه فتوولتائیک را نشان می‌دهد

شکل ۱۳۵ - صفحه نمایش کنتور که انرژی تولید شده توسط سامانه فتوولتائیک را نشان می‌دهد

شکل ۱۳۶ - آزمون پیوستگی

شکل ۱۳۷ - آزمون عایقی

شکل ۱۳۸ - انجام آزمون توسط مولتی متر کلمپی

شکل ۱۳۹ - اتصال کابل‌های تحت آزمون به مولتی متر

شکل ۱۴۰ - انتخاب صحیح محدوده اهم در مولتی متر

شکل ۱۴۱ - آزمون فیوز با استفاده از مولتی متر

شکل ۱۴۲ - مقدار نمایش داده شده نشان دهنده سالم بودن فیوز یا معیوب بودن آن است

شکل ۱۴۳ - آزمون پیوستگی کابل

شکل ۱۴۴ - روش‌ها و تکنیک‌های آزمون حفاظت در برابر صاعقه و زمین کردن

شکل ۱۴۵ - آزمون بار باتری با استفاده از مولتی متر

شکل ۱۴۶ - جعبه ابزار عایق

شکل ۱۴۷ - اطلاعات ایمنی سایت

شکل ۱۴۸ - عملکرد نادرست، عدم استفاده از کلاه ایمنی

- شکل ۱۴۹ - عملکرد صحیح، استفاده از کلاه ایمنی
- شکل ۱۵۰ - روش نادرست - عینک معمولی
- شکل ۱۵۱ - روش درست - عینک ایمنی
- شکل ۱۵۲ - روش نادرست - بدون ماسک صورت
- شکل ۱۵۳ - روش درست - با استفاده از ماسک صورت
- شکل ۱۵۴ - دستکش PVC
- شکل ۱۵۵ - دستکش پنبه‌ای یا نخ‌ی
- شکل ۱۵۶ - روش نادرست - بدون استفاده از دستکش ایمنی
- شکل ۱۵۷ - روش درست - با استفاده از دستکش ایمنی
- شکل ۱۵۸ - روش نادرست - بدون استفاده از کمر بند ایمنی
- شکل ۱۵۹ - روش درست - با استفاده از کمر بند ایمنی
- شکل ۱۶۰ - روش نادرست - بدون استفاده از کفش ایمنی
- شکل ۱۶۱ - روش درست - با استفاده از کفش ایمنی
- شکل ۱۶۲ - برق AC روشن است
- شکل ۱۶۳ - برق AC خاموش است
- شکل ۱۶۴ - خاموش کننده‌های آتش
- شکل ۱۶۵ - مصوبه خرید تضمینی برق ابلاغی از سوی وزیر نیرو
- شکل ۱۶۶ - قبض برق نمونه برای سامانه‌های مختص مشترکین

فهرست جداول

- جدول ۱ - تاثیر خاک بر مدول‌های فتوولتائیک
- جدول ۲ - تحلیل مالی انباشتگی خاک به روی مدول‌های فتوولتائیک
- جدول ۳ - تحلیل اقتصادی ناشی از ایجاد سایه بر روی مدول‌ها
- جدول ۴ - ولتاژ و جریان قرائت شده مدول‌ها
- جدول ۵ - داده‌های تحلیلی از یک مدول فتوولتائیک
- جدول ۶ - ولتاژ و جریان قرائت شده از مدول‌های فتوولتائیک متصل شده به صورت سری و موازی
- جدول ۷ - بازه زمانی انجام اقدامات نگهداری مدول‌های فتوولتائیک
- جدول ۸ - تحلیل مالی فیوز سوخته
- جدول ۹ - ولتاژ باتری در حالت عملکرد شارژ
- جدول ۱۰ - ولتاژ مدار باز و پاسخ حالت شارژ و تخلیه کامل باتری‌های سرب اسیدی در زمان آزمون بار
- جدول ۱۱ - جریان‌های DC و AC بر حسب (میلی آمپر) و خطرات شوک الکتریکی ناشی از آن
- جدول ۱-۱۲ - تعرفه خرید تضمینی برق برای سامانه‌های فتوولتائیک نصب شده بر بام ساختمان‌ها
- جدول ۲-۱۲ - متوسط میزان انرژی الکتریکی تولیدی ماهانه برای چند استان مختلف
- جدول ۱۳ - برآورد متوسط میزان تولید انرژی الکتریکی سالانه برای چند استان مختلف

منابع

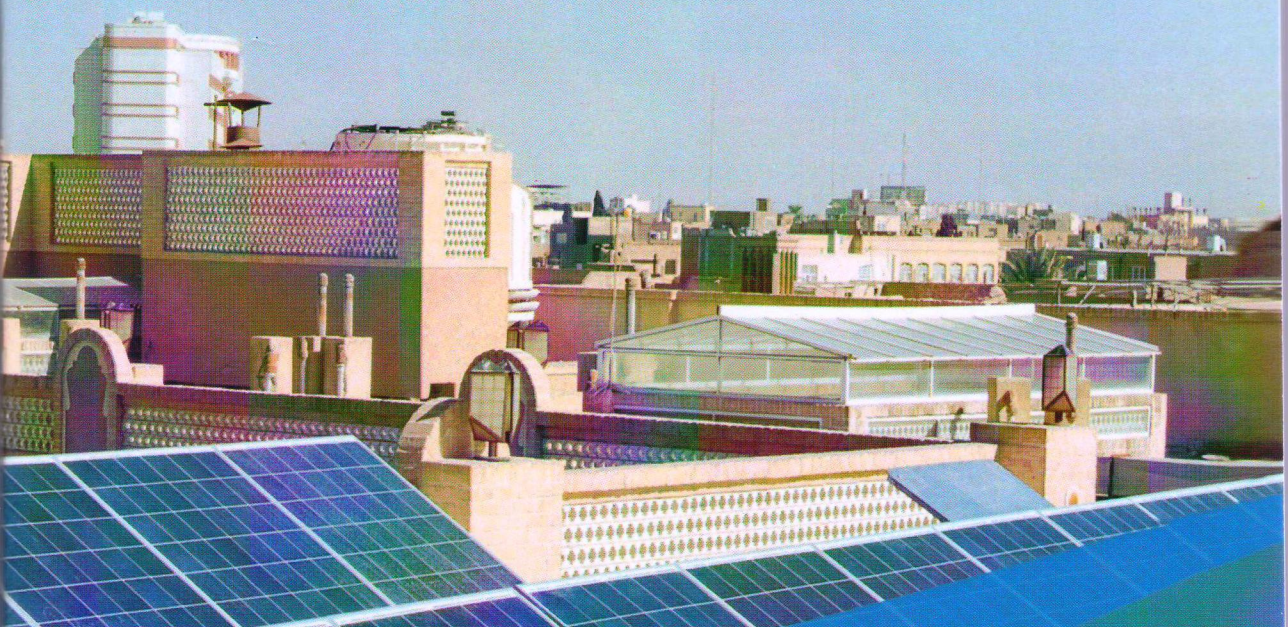
- 1- Best Practices in OPERATION AND MAINTENANCE of Rooftop Solar PV Systems in India, JAYA VASITA, AKHILESH MAGAL. Copyright © 2018
- 2- Installation and Operation Manual –PRI M50A-120, PRI M50A-122 “DELTA”
- 3- Review of Failures of Photovoltaic Modules- Report IEA-PVPS T13-01:2014

۴- مقررات ملی ساختمان- مبحث سیزدهم "تاسیسات الکتریکی و سیم کشی"

۵- استاندارد ملی شماره ۲۰۷۲۹ با عنوان "الزامات برای کابل های مورد استفاده در سامانه های فتوولتائیک"

۶- پیوست چهارم دستورالعمل "اتصال به شبکه سامانه های فتوولتائیک محدود به ظرفیت انشعاب"

هدف اصلی از تهیه کتاب بیان بسیار ساده از مفاهیم بهره برداری و تعمیر و نگهداری از سامانه های خورشیدی فتوولتایک نصب شده بر روی بام ساختمان ها بوده تا سرمایه گذاران را نسبت به اهمیت مقوله بهره برداری و نگهداری آگاه سازد. هرچند از دیدگاه کلی این سامانه ها نیاز به تعمیر و نگهداری ندارند؛ اما مهم است که اطمینان حاصل شود این سیستم ها بخوبی نگهداری شده و در سطح مطلوب عمل خواهد کرد. آگاهی از طرف صاحبان و مالکان چنین سامانه هایی و حتی پیمانکاران نصب، می تواند اهداف کشورمان را برای رسیدن به ظرفیت مورد نظر در برنامه ها و سیاست های کلان کشور تسریع نماید. در آخر جا دارد از مالکان و صاحبان چنین نیروگاه هایی که در رسیدن به اهداف و برنامه های کلان کشور پیش قدم شدند، تشکر و قدردانی گردد.



گروه مولفین:

آقایان: پیمان تقی پور، عباس محمد صالحیان پیرمرد، محمد بنده ای، محمد رضا شاهنواز، یوسف فقیه، وحید ترکاشوند و محمد حسین جمشیدی
خانم ها: سمیرا منشی پور، سمیرا فاضلی، آیدا صیادجو و مونا وثوقی فرد