جمهوری اسلامی ایران

سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های خورشیدی – فتوولتاییک

ضابطه شماره ۷۸۵

آخرین ویرایش: ۲۱-۱۰-۱۳۹۸

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

nezamfanni.ir

وزارت نیرو

سازمان انرژی‌های تجدید پذیر و بهره‌وری انرژی برق

دفتر مطالعات اجتماعی ، اقتصادی و زیست محیطی

http://satba.gov.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

ریاست جمهوری
سازمان برنامه و بودجه کشور
رییس سازمان

بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران	شماره:	۹۸/۶۳۸۳۶۳
	تاریخ:	۱۳۹۸/۱۱/۰۵

موضوع: دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های خورشیدی- فتوولتاییک

در چارچوب ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور موضوع نظام فنی و اجرایی یکپارچه، ماده(۲۳) قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی، به پیوست ضابطه شماره ۷۸۵ امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران با عنوان «**دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های خورشیدی– فتوولتاییک**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۹/۰۴/۰۱ الزامی است.

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران این سازمان دریافت‌کننده نظرات و پیشنهادهای اصلاحی در مورد مفاد این ضابطه بوده و اصلاحات لازم را اعلام خواهد کرد.

محمد باقر نوبخت

ش‌ش: ۳۸۲۴۹۱۳

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران معاونت فنی، امور زیر بنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این ضابطه کرده و آن را برای استفاده به جامعه مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط های مفهومی، فنی، ابهام، ایهام و اشکالات موضوعی نیست.

از این‌رو، از شما خواننده گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هرگونه ایراد و اشکال فنی مراتب را به صورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت نام فرمایید: sama.nezamfanni.ir

۲- پس از ورود به سامانه سما و برای تماس احتمالی، نشانی خود را در بخش پروفایل کاربری تکمیل فرمایید.

۳- به بخش نظر خواهی این ضابطه مراجعه فرمایید.

۴- شماره بند و صفحه موضوع مورد نظر را مشخص کنید.

۵- ایراد مورد نظر را به صورت خلاصه بیان دارید.

۶- در صورت امکان متن اصلاح شده را برای جایگزینی ارسال کنید.

کارشناسان این امور نظرهای دریافتی را به دقت مطالعه نموده و اقدام مقتضی را معمول خواهند داشت.

پیشاپیش از همکاری و دقت نظر جنابعالی قدردانی می‌شود.

نشانی برای مکاتبه : تهران، میدان بهارستان، خیابان صفی علی‌شاه - مرکز تلفن ۳۳۲۷۱

سازمان برنامه و بودجه کشور، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

Email:nezamfanni@mporg.ir **web: nezamfanni.ir**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

باسمه تعالی

پیشگفتار

باتوجه به رشد روزافزون مصرف انرژی و محدودبودن ذخایر انرژی فسیلی و از طرف دیگر آلاینده‌های ناشی ازمصرف این نوع سوخت، کشور ایران نیز مانند سایرکشورهای در حال توسعه برای دستیابی به انرژی‌های تجدید پذیر برنامه‌ریزی نموده است. به طوری که براساس برنامه ششم توسعه، سهم نیروگاه های تجدیدپذیر و پاک به ۵٪ کل ظرفیت برق کشور خواهد رسید. اما این صنعت نیز مانند سایر صنایع در مرحله ساخت و بهره برداری نیاز به رعایت الزامات محیط زیست بهداشت و ایمنی برای به حداقل رساندن آسیب‌ها و صدمات ناشی از فعالیت‌های خود دارد.

با توجه به مطالب فوق، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق، تهیه ضابطه «دستورالعمل محیط‌زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های خورشیدی-فتوولتاییک» را با هماهنگی امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور در دستور کار قرار داد و پس از تهیه، آن را برای تایید و ابلاغ به عوامل ذینفع نظام فنی و اجرایی کشور به این معاونت ارسال نمود که پس از بررسی، براساس نظام فنی اجرایی یکپارچه، موضوع ماده ۳۴ قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور، ماده ۲۳ قانون برنامه و بودجه و آیین‌نامه استانداردهای اجرایی مصوب هیات محترم وزیران تصویب و ابلاغ گردید.

علیرغم تلاش، دقت و وقت زیادی که برای تهیه این مجموعه صرف گردید، این مجموعه مصون از وجود اشکال و ابهام در مطالب آن نیست. لذا در راستای تکمیل و پربار شدن این ضابطه از کارشناسان محترم درخواست می‌شود موارد اصلاحی را به امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران سازمان برنامه و بودجه کشور ارسال کنند. کارشناسان سازمان پیشنهادهای دریافت شده را بررسی کرده و در صورت نیاز به اصلاح در متن ضابطه، با همفکری نمایندگان جامعه فنی کشور و کارشناسان مجرب این حوزه، نسبت به تهیه متن اصلاحی، اقدام و از طریق پایگاه اطلاع رسانی نظام فنی و اجرایی کشور برای بهره‌برداری عموم، اعلام خواهند کرد.

حمیدرضاعدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

زمستان ۱۳۹۸

omoorepeyman.ir

تهیه و کنترل«دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه های خورشیدی- فتوولتاییک»

[ضابطه شماره ۷۸۵]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

تیکا سهراب	ساتبا	فوق لیسانس بهداشت، ایمنی و محیط زیست
سمیرا منشی پور	ساتبا	فوق لیسانس مهندسی صنایع
شیرین بهار	ساتبا	فوق لیسانس مهندسی طراحی محیط
علی حسین زاده	ساتبا	فوق لیسانس شیمی
حمیدرضا خادم	ساتبا	فوق لیسانس مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست
علی رضا محمود پور	ساتبا	فوق لیسانس مهندسی متالوژی

اعضای گروه نظارت:

رضا صمدی	ساتبا	مدیرکل دفتر مطالعات اجتماعی، اقتصادی و زیست‌محیطی
تیکا سهراب	ساتبا	رئیس گروه مطالعات اجتماعی و مدیریت ریسک
رضا امیر نژاد	شرکت بهره برداری و تعمیراتی مپنا	مدیر بهداشت، ایمنی و محیط زیست

اعضای کمیته تدوین دستورالعمل HSE مزارع بادی و خورشیدی:

آقایان: محمود پور، حسین زاده، فقیه، فراشی، خادم و صمدی

خانم‌ها: منشی پور، سهراب

اعضای گروه هدایت و راهبری (سازمان برنامه و بودجه کشور):

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
فرزانه آقارمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
محمدرضا طلاکوب	کارشناس برق و الکترونیک، امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران
سیدوحیدالدین رضوانی	کارشناس امور نظام فنی اجرایی، مشاورین و پیمانکاران

omoorepeyman.ir

فهرست مطالب

عنوان	صفحه
مقدمه	**۱**
هدف	**۱**
دامنه کاربرد	**۱**
فصل اول-کلیات	**۲**
۱-۱- تعاریف	**۳**
۱-۲- مسئولیت ها	**۵**
فصل دوم- اثرات نیروگاه‌های خورشیدی- فتوولتاییک و راهکارهای مدیریتی	**۷**
۲-۱- محیط زیست	۸
۲-۱-۱- کاربری زمین	۹
۲-۱- ۲- مصرف آب	۹
۲-۱-۳- مواد خطرناک	۱۰
۲-۱-۴- چرخه حیات انتشار گازهای گلخانه‌ای	۱۰
۲-۱-۵- منظر و تاثیرات بصری	۱۱
۲-۱-۶- صدا	۱۱
۲-۱-۷- تنوع زیستی	۱۱
۲-۱-۸- بازیافت	۱۲
۲-۲- بهداشت و ایمنی شغلی	۱۳
۲-۲-۱- استفاده از سیستم Lockout/Tagout	۱۳
۲-۲-۲- ایمنی در کار با ولتاژ بالا	۱۴
۲-۲-۳- شوک الکتریکی	۱۴
۲-۲-۴- ایجاد قوس الکتریکی	۱۵
۲-۲-۵- خطر بریدگی و له شدگی	۱۵
۲-۲-۶- آفتاب سوختگی	۱۶
۲-۲-۷- کار در مناطق دور افتاده	۱۶
۲-۲-۸- حمل دستی بار	۱۶

omoorepeyman.ir

۲-۲-۹- کار در ارتفاع و جلوگیری از سقوط اشیا ۱۷
۲-۲-۱۰- آسانسور ۱۸
۲-۲-۱۱- کار در محیط باز ۱۸
۲-۲-۱۲- کار روی آب ۱۹
۲-۲-۱۳- عملیات بار برداری ۱۹
۲-۲-۱۴- واکنش در شرایط اضطراری ۲۰
۲-۳- الزامات عمومی ۲۱
۲-۳-۱- چارت سازمانی ۲۱
۲-۳-۲- الزامات آموزشی ۲۱
۲-۳-۳- وسایل حفاظت فردی ۲۲
۲-۳-۴- ارزیابی ریسک ۲۳
۲-۳-۵- سیستم‌های اطفاء حریق ۲۴
۲-۳-۶- سیستم اتصال به زمین و حفاظت در برابر صاعقه ۲۴
۲-۳-۷- پروانه کار ۲۵
۲-۳-۸- تعمیر و نگهداری ۲۵
۲-۴- ایمنی و سلامت جامعه ۲۵
۲-۴-۱- هواپیمایی ۲۶
۲-۴-۲- دسترسی عمومی به نیروگاه‌های خورشیدی ۲۶
۲-۵- سایر نکات مهم ۲۶
فصل سوم- پایش شاخص‌های دوره ساخت و بهره‌برداری **۳۳**
۳-۱- محیط زیست ۳۴
۳-۱-۱- انتشار آلاینده‌ها ۳۴
۳-۱-۲- پایش محیط زیست ۳۴
۳-۱-۳- پایش تنوع زیستی در مرحله بهره برداری ۳۴
۳-۲- بهداشت و ایمنی شغلی ۳۴
۳-۲-۱- دستورالعمل‌های بهداشت و ایمنی شغلی ۳۴
۳-۲-۲- نرخ حوادث و مرگ و میر ۳۵

omoorepeyman.ir

۳-۲-۳- پایش ایمنی و بهداشت حرفه‌ای ۳۵
منابع و مراجع **۳۶**
پیوست **۳۸**

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

مقدمه

براساس سیاست‌های وزارت نیرو برای نصب و توسعه نیروگاه‌های تجدیدپذیر در طول برنامه ششم توسعه، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) با توجه به وظیفه حاکمیتی در ارتقا و توسعه کاربرد انرژی‌های تجدیدپذیر، به منظور استفاده کارآمد و تدوین استانداردها و معیارها، تدوین برنامه‌های کلان، مقررات و دستورالعمل‌های لازم و نظارت بر حسن اجرای آن‌ها، در حوزه وظایف سازمان، اقدام به تهیه این دستورالعمل برای به حداقل رساندن حوادث و پیامدهای نامطلوب زیست محیطی، بهداشتی و ایمنی ناشی از تولید انرژی در نیروگاه‌های خورشیدی - فتولتائیک نمود.

گرچه انرژی خورشیدی در زمره انرژی‌های پاک و بدون انتشار آلودگی[1] (در مرحله بهره برداری) محسوب می‌شود ولی مانند هر صنعت دیگری از فرآیندهای تولید تجهیزات و مواد اولیه مورد نیاز تا مرحله احداث و بهره برداری، بر روی محیط زیست اثر گذار است. لذا لازم است در مرحله برنامه ریزی برای احداث این نوع نیروگاه‌ها تصمیمات لازم جهت کاهش تبعات زیست محیطی آن‌ها اخذ گردد. همچنین در طول مراحل ساخت و بهره‌برداری از این نوع نیروگاه، امکان بروز حوادث و شبه حوادث و آسیب به کارکنان وجود دارد. در این دستورالعمل سعی شده است تا با ارائه راهکارهای مدیریتی، آمار حوادث و شبه حوادث را تا حد ممکن کاهش داد.

هدف

هدف از تدوین این دستورالعمل به حداقل رساندن حوادث و پیامدهای نامطلوب زیست محیطی، بهداشتی و ایمنی ناشی از تولید انرژی در نیروگاه‌های خورشیدی می‌باشد. منظور از نیروگاه‌های خورشیدی در این دستورالعمل نیروگاه‌های خورشیدی از نوع فتوولتاییک است.

دامنه کاربرد

این دستورالعمل، اطلاعات مرتبط با جنبه‌های محیط زیستی، بهداشتی و ایمنی نیروگاه‌های خورشیدی از نوع فتوولتاییک را شامل می‌شود. این دستورالعمل باید از مرحله امکان سنجی و ارزیابی اثرات زیست محیطی، در طول مراحل ساخت و ساز و عملیات بهره برداری برای تأسیسات انرژی خورشیدی، مورد استفاده قرار گیرد. ضابطه شماره ۶۶۷ با عنوان "راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک به منظور تامین انرژی الکتریکی به

[1] Zero emission

omoorepeyman.ir

تفکیک اقلیم و کاربری" حاوی مطالبی جهت آشنایی و معرفی سامانه‌های فتوولتاییک می باشد. مسائل مربوط به EHS ساخت و بهره برداری خطوط انتقال در دستورالعمل‌های EHS برای انتقال و توزیع نیروی برق ارائه گردیده است.

omoorepeyman.ir

فصل ۱

کلیات

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۱-۱- تعاریف

A

حادثه ***accident***

رویدادی است که منجر به مصدومیت، بیماری، مرگ و یا خسارت به اموال شود.

طرف ذینفع ***Beneficiary party***

فرد یا گروهی که به عملکرد EHS مرتبط می‌شود یا از آن تأثیر می‌پذیرد.

محیط‌زیست ***Environment***

آن چه اطراف ما را احاطه کرده اعم از زنده یا غیر زنده که برهم روابط متقابل دارند.

صلاحیت ***Competence***

توانایی انجام یک کار مشخص مطابق با استانداردهای کاری

اقدام اصلاحی ***Corrective Action***

اقدامی که به‌منظور حذف یک عدم انطباق کشف‌شده صورت می‌پذیرد.

اثرات تجمعی ***Cumulative effects***

اثراتی که در نتیجه اضافه شدن یک فعالیت در ترکیب و تقابل با اثر دیگر فعالیت‌ها و پروژه‌های منطقه در گذشته، حال و پروژه‌های توسعه جدید و آینده به وجود می‌آید.

جنبه محیط‌زیستی ***Environmental Aspect***

بخشی از فعالیت‌ها یا محصولات یا خدمات یک سازمان که بتواند با محیط‌زیست تاثیرمتقابل داشته باشد.

پیامد محیط‌زیستی ***Environmental Consequences***

هر تغییری در محیط‌زیست اعم از مطلوب یا نامطلوب، که تمام یا بخشی از آن ناشی از جنبه‌های محیط زیستی یک سازمان باشد.

ریسک محیط‌زیستی ***Environmental Risk***

ترکیبی از احتمال رخداد یک جنبه محیط‌زیستی و وخامت پیامد ناشی از آن، خواه این پیامد به‌صورت تدریجی رخ دهد و یا فاجعه‌بار باشد.

محیط زیست، بهداشت و ایمنی ***Environment, Health and Safety (EHS)***

شرایط اضطراری ***Emergency situation***

شرایط اضطراری نتیجه یک حادثه می‌باشد. وسعت شرایط اضطراری بستگی به نوع و میزان رویداد به وقوع پیوسته دارد. تعداد سازمان‌هایی که در این وضعیت درگیرمی‌شوند و وسعت مقابله باشرایط اضطراری، بستگی به شدت و پیامد حادثه دارد.

omoorepeyman.ir

Hazard

خطر

منبع، وضعیت و یا اقدامی که پتانسیل آسیب، به‌صورت مصدومیت، بیماری و یا خسارات مالی و یا ترکیبی از آن‌ها را داشته باشد.

Hazard identification

شناسایی خطر

فرآیند شناسایی و تشخیص وضعیت یا اقداماتی که موجب مصدومیت، بیماری و یا خسارت مالی می‌گردد.

Health and Safety Risks

ریسک ایمنی و بهداشت

ترکیبی از احتمال رخداد یک اتفاق خطرناک و وخامت مصدومیت، بیماری یا خسارت وارده که می‌تواند به‌موجب آن اتفاق پدید آید.

Incident

رویداد

اتفاق مرتبط با کار که به موجب آن یک مصدومیت، بیماری (صرف نظر از وخامت آن)، مرگ و یا خسارت به اموال رخ داده یا بتواند رخ دهد.

Life Cycle Assesment(LCA)

ارزیابی چرخه حیات

ارزیابی چرخه حیات یا ارزیابی چرخه عمر یک رویکرد «گهواره تا گور» برای ارزیابی سیستم های صنعتی است. این رویکرد با جمع آوری مواد خام از زمین برای تولید محصول شروع می شود و با برگشت محصول مصرف شده به زمین به پایان می رسد. ارزیابی چرخه حیات یا ارزیابی چرخه عمر ، امکان تخمین اثرات زیست محیطی تجمعی ناشی از همه مراحل چرخه حیات محصول را فراهم می‌کند.

Lockout/Tagout

ابزار قفل و برچسب زنی

ابزاری برای جلوگیری از برق گرفتگی کارکنان، هنگام کار با تجهیزات برقی و در زمان تعمیرات وبازدیدها

Near Miss

شبه حادثه

رویدادی که به موجب آن مصدومیت، بیماری یا مرگ‌ومیر یا خسارت به اموال رخ ندهد، به‌عنوان یک «شبه حادثه»، «شبه سانحه»، «اتفاق ختم به خیر» یا رخداد خطرناک نامیده می‌شود.

Noncompliance

عدم انطباق

برآورده نشدن یک الزام را عدم انطباق می‌گویند. یک عدم انطباق می‌تواند هرگونه انحراف از موارد زیر باشد:

Occupational Disease

بیماری شغلی

شرایط قابل‌تشخیص و نامطلوب جسمی یا ذهنی (روحی) که از یک فعالیت کاری و یا محیط کار ناشی می‌شود و یا براثر آن فعالیت محیط کار/ شرایط جسمی یا ذهنی فرد بدتر می‌شود.

Preventive action

اقدام پیشگیرانه

اقدامی که برای حذف علت یک عدم انطباق بالقوه انجام می‌پذیرد.

Personal Protective Equipment (PPE)

تجهیزات حفاظت فردی

وسایل حفاظت فردی تجهیزاتی هستند که کارکنانی که در کارگاه‌های صنعتی فعالیت می کنند، برای ارتقاء ایمنی باید متناسب با نوع کار خود، از آنها استفاده کنند.

Safety

ایمنی

درجه دوری از خطر

Water Pollution

آلودگی آب

تغییر مواد محلول یا معلق یا تغییر درجه حرارت و دیگر خواص فیزیکی و شیمیایی و بیولوژیکی آب در حدی که آن را برای مصرفی که برای آن مقرر است مضر یا غیر مفید سازد.

Work Permit

پروانه کار

omoorepeyman.ir

فرم مخصوصی است که بوسیله مقام مسئول صادر می‌گردد. این فرم نشان می‌دهد که آزمایش‌های مخصوص انجام و اقدامات احتیاطی لازم به عمل آمده است و تایید می‌نماید که کار در محل قید شده تحت شرایط و زمان معین بلامانع و بی‌خطر است. درضمن در این فرم اقدامات ایمنی تکمیلی نیز که بایستی توسط کارکنان انجام گردد، ذکر و تصریح می‌شود.

ساختگاه: *منظور از ساختگاه در این دستورالعمل، زمین مورد استفاده برای ساخت نیروگاه خورشیدی با طول و عرض جغرافیایی مشخص و محصور شده است.*

فتوولتاییک: *به پدیده ای که در اثر آن انرژی تابشی مستقیما به انرژی الکتریکی تبدیل می شود فتوولتاییک گفته می شود.*

مدول‌های خورشیدی: *صفحات خورشیدی مبدل انرژی تابشی به انرژی الکتریکی، که به آن مدول های خورشیدی یا مدول های فتوولتاییک گفته می‌شود*[۲].

پیمانکارEPC: *پیمانکاری که مسئولیت احداث (طراحی، تامین و تجهیز، نصب و راه اندازی) نیروگاه خورشیدی را بر عهده دارد .*

مالک یا سرمایه گذار: *فردی است حقیقی /حقوقی که تامین اعتبار و بودجه لازم برای ساخت نیروگاه خورشیدی را بر عهده داشته و از نظر حقوقی مالک نیروگاه شناخته می‌شود.*

پیمانکار بهره بردار : *منظور پیمانکاری است که بر اساس قرارداد با مالک یا سرمایه گذار ، مسئولیت بهره برداری و نگهداری نیروگاه خورشیدی را به عهده دارد .*

طرح و برنامه ایمنی، بهداشت و محیط زیست HSE PLAN: *منظور مدرک مکتوبی است که پیمانکار طرح و برنامه ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست خود را جهت انجام تعهدات قراردادی با مالک/ یا پیمانکار EPC که کارفرمای پروژه می‌باشد، مشخص کرده و در آن مخاطرات شغلی، روش‌های کنترل و کاهش ریسک و نیز منابع و امکانات لازم جهت تحقق الزامات، استانداردها و برنامه‌های HSE را مشخص کرده و به تایید مالک/کارفرما می‌رساند.*

۱-۲- مسئولیت‌ها

- **پیمانکار EPC:** مسئولیت رعایت الزامات و استانداردهای EHS در زمان طراحی، تامین و تجهیز، احداث و راه اندازی. همچنین پیمانکار موظف است دو مدرک HSE plan و ارزیابی ریسک را به تایید مالک/سرمایه گذار برساند.

- **پیمانکار بهره بردار:** مسئولیت رعایت الزامات و استانداردهای EHS در زمان بهره برداری، نگهداری، بازدیدهای دوره‌ای وتعمیرات اساسی. همچنین پیمانکار موظف است دو مدرک HSE planو ارزیابی ریسک را به تایید مالک یا سرمایه گذار برساند.

[۲] در استانداردهای ملی تدوین شده در کشور، این صفحات مبدل انرژی مدول فتوولتاییک نامیده شده است.

omoorepeyman.ir

– **مالک یا کارفرما:** مسئولیت عملکرد و نظارت بر رعایت الزاماتEHS توسط پیمانکاران EPC و بهره بردار و بکارگیری پیمانکاران ذی صلاح در حوزه EHS. مسئولیت جمع آوری نیروگاه بعد از پایان دوره بهره برداری نیز با مالک یا کارفرما است.

– سازمان انرژی‌های تجدید پذیر و بهره وری انرژی برق (ساتبا): مسئولیت نظارت عالیه بر اجرای الزامات حاکمیتی و قانونی مرتبط با EHS در نیروگاه‌های خورشیدی، توسط مالک/سرمایه گذار را بر عهده دارد.

– **دستگاه نظارت:** مسئولیت نظارت بر اجرای کار ایمن پیمانکاران و مجریان مطابق با الزامات استانداردی، ضوابط دولتی و تعهدات قراردادی از طریق تنفیذ مالک/سرمایه گذار را دارد.

omoorepeyman.ir

فصل ۲

اثرات نیروگاه‌های خورشیدی و راهکارهای مدیریتی

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

در این بخش خلاصه‌ای از مسائل مربوط به EHS تاسیسات نیروگاه‌های خورشیدی همراه با توصیه‌های مدیریتی آن‌ها ارائه می‌شود. همان‌طور که در معرفی عمومی دستورالعمل EHS توضیح داده شده است، باید در صورت امکان در چرخه پروژه، حتی در انتخاب محل سایت، رویکرد کلی به مدیریت مسائل EHS ، در نظر گرفته شود تا اثرات نامطلوب بالقوه به حداقل برسد. لازم به ذکر است که با انتخاب دقیق مکان ساختگاه، ممکن است اثرات EHS مرتبط با نیروگاه‌های خورشیدی، تقلیل یابد.

۲-۱- محیط زیست

فعالیت‌های ساخت و ساز برای تاسیسات نیروگاه خورشیدی معمولا شامل پاکسازی زمین برای آماده‌سازی ساختگاه نیروگاه و احداث راه‌های دسترسی می‌باشد. فعالیت‌های اصلی در مرحله ساخت عبارت است از: اجرای سازه‌های نگهدارنده، بعضا خاکبرداری، تسطیح و بتن ریزی؛ ساخت، نصب و اجرای ساختمان‌ها و تاسیسات مورد نیاز و دیگر زیرساخت‌های مرتبط؛ نصب و راه اندازی تجهیزات الکتریکی، الکترونیکی و یا مخابراتی، مسیرهای کابل‌کشی(روی زمین و یا زیر زمین) و راه اندازی تجهیزات جدید می‌باشد.

اثرات زیست محیطی مربوط به ساخت و ساز، بهره برداری و جمع آوری تاسیسات نیروگاه‌های خورشیدی می‌تواند شامل اثرات فیزیکی روی محیط و زمین محل احداث نیروگاه (مانند تغییر در مکانیک خاک محل احداث، سر و صدا یا تاثیر بصری) و تنوع زیستی باشد. با توجه به این که معمولا ساختگاه‌های احداث نیروگاه-های خورشیدی در مکان‌های دور از دسترس واقع شده‌اند، ممکن است در طول ساخت و ساز سایت با چالش-های تدارکاتی حمل و نقل تجهیزات و مواد مواجه باشند. ساخت جاده‌های دسترسی برای انتقال دادن تجهیزات نیروگاه خورشیدی به نقاط دور افتاده ممکن باعث تاثیرات زیست محیطی بر مناطق بکر و نسبتا دست نخورده، از جمله تاثیر نامطلوب بر تنوع زیستی گردد.

مسائل محیط زیستی مربوط به مرحله ساخت، بهره برداری و جمع آوری تاسیسات و امکانات نیروگاه‌های خورشیدی عبارتند از:

- تغییرکاربری زمین
- عملیات خاکبرداری
- استفاده از منابع طبیعی
- عملیات ساخت و ساز ساختمانی
- چرخه حیات انتشار گازهای گلخانه‌ای
- منظر و تاثیرات بصری
- تولید صدا

omoorepeyman.ir

۲-۱-۱- کاربری زمین

یکی از مسایل مهم در نیروگاه‌های خورشیدی، مساله اختصاص زمین برای استقرار تاسیسات نیروگاه است. مطابق با دستورالعمل خرید تضمینی برق جاری در کشور، در این نوع نیروگاه‌ها بسته به نوع سیستم و فناوری بکار رفته در آن، برای اخذ زمین از منابع طبیعی مجوز داده می شود. بر این اساس برای نیروگاه‌های فتوولتاییک با مدول‌های کریستالی ، از ۱۵۰۰۰ تا ۲۰۰۰۰ مترمربع به ازاء هرمگاوات، زمین مورد نیاز است. اگرچه نیروگاه-های بادی هم مساحت مشابهی را اشغال می‌کنند ولی در آن‌ها همچنان امکان کشاورزی وجود دارد. با استقرار نیروگاه‌های خورشیدی در مناطق مستعد به لحاظ پتانسیل تابش و در زمین‌های بی‌کیفیت (مانند معادن متروکه، مسیرهای حمل و نقل و ...) می‌توان اثر تغییر کاربری زمین را کاهش داد. همچنین این نوع تاسیسات در مقیاس متوسط و یا کوچک می‌توانند بر بام و یا نمای ساختمان‌های بزرگ تجاری یا به عنوان عایق صدا در بزرگراه‌ها و ... نصب گردند. میزان تاثیر احداث نیروگاه‌های خورشیدی بر اکوسیستم‌های طبیعی به عواملی مانند توپوگرافی منطقه، فاصله از آثار طبیعی ملی و اکوسیستم‌های حساس بستگی دارد.

یکی دیگر از اثرات استفاده از مدول‌های خورشیدی، امکان بالارفتن دمای هوای محیط ساختگاه است. در این نوع نیروگاه‌ها بخشی از نور خورشید که به طور طبیعی از سطح زمین منعکس می‌شود، جذب مدول‌ها می-گردد و می تواند باعث افزایش دما در محل احداث و یا ساختگاه نیروگاه شود.

ضمن آن‌که عملیات خاکبرداری، تسطیح و یا تغییرات دیگر در خاک می‌تواند بر خاک منطقه، نوع پوشش گیاهی و یا کاربرد کشاورزی ساختگاه احداث نیروگاه‌های خورشیدی به ویژه برای نیروگاه‌های بزرگ که سطح وسیعی را تحت پوشش قرارمی‌دهند، تاثیرات منفی داشته باشد. برای حفظ پوشش گیاهی بهتر است خاک سطحی (نباتی) که حاوی بذر گیاهان است، جمع آوری گردد و پس از پایان عملیات ساخت نیروگاه دوباره در محیط پخش گردد. جزییات این موضوع در مطالعات زیست محیطی باید با دقت بیشتری مورد مطالعه قرار گیرد.

۲-۱-۲- مصرف آب

در مرحله آماده‌سازی ساختگاه نیروگاه خورشیدی آب مورد استفاده قرار می‌گیرد، اما در فرایند تولید برق، آبی مصرف نمی‌شود و در مرحله بهره برداری فقط آب برای تمیزکاری مدول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

اگرچه در فرایند تولید برق از نیروگاه‌های فتوولتاییک، آب به صورت مستقیم مورد استفاده قرار نمی‌گیرد ولی می‌تواند بر روی هیدرولوژی آب منطقه اثر گذار باشد. به طور نمونه این تاسیسات می‌تواند باعث کاهش

omoorepeyman.ir

شارژ آب‌های زیر زمینی و پدیده فیلتراسیون آب باران توسط پوشش خاک و همچنین افزایش احتمال وقوع سیل در منطقه بشود.

۲-۱-۳- مواد خطرناک

مقدار و نوع مواد شیمیایی مورد استفاده در مرحله ساخت سلول‌ها و تولید مدول‌ها، به نوع سلول مورد استفاده در مدول، مقدار تمیزکاری مورد نیاز و ضخامت سیلیکون، بستگی دارد. فرآیند تولید سلول‌های فتوولتاییک برای کارگرانی که در معرض خطر استشمام گرد و غبار سیلیکون هستند، خطرناک است. تعداد مواد خطرناک در فن آوری‌های پیشرفته تر بیشتر است. به عنوان مثال، فتوولتاییک نازک دارای مواد سمی بیشتری (از جمله گالیوم آرسنید، دیسلسین گالیم، دی‌اکسید مس و تلورید کادمیوم) نسبت به سلول‌های مبتنی بر سیلیکون سنتی هستند. در مراحل بهره برداری، سلول‌های تلورید کادمیوم هیچ خطر زیست محیطی را ایجاد نمی‌کنند. ولی در صورت بروز آتش سوزی، گازهای سمی تولید می‌نماید. سلول‌های با ترکیبات عنصر مس در مقایسه با سلول‌های تلورید کادمیوم خطرات بالقوه کمتری دارند. اگر خطرات این مواد نادیده گرفته شود، می‌تواند تهدید جدی برای محیط زیست و سلامت عمومی باشد. باتوجه به ارزشمند و نادر بودن این عناصر، انگیزه مالی قوی برای بازیافت آنها وجود دارد. با این حال، چرخه زندگی نیروگاه‌های خورشیدی در مقایسه با شکل‌های معمول تولید انرژی الکتریکی، شامل مواردی است که به مراتب کم خطرتر هستند. برای مثال، انتشار کادمیوم از نیروگاه‌های زغال سنگ سوز بیش از کادمیومی است که ممکن است در اثر آتش سوزی مدول‌های خورشیدی منتشر شود. انتشار گازهای آلاینده، نظیر NO_x و SO_2 که برای سلامت انسان‌ها خطرناک است، بسیار پایین‌تر از سایر انرژی‌های متعارف است. بنابراین می‌توان برای حفظ محیط زیست، تمهیدات جداگانه‌ای را برای برچیدن نیروگاه‌ها و مدول‌های آن‌ها لحاظ نمود که در طبیعت پراکنده و رها نشوند.

برگ اطلاعات ایمنی مواد شیمیایی(MSDS[3]) برای تمام مواد بکار رفته در ساختار سلول‌های خورشیدی خصوصا فلزات سمی می بایست توسط مالک یا دستگاه نظارت از سازنده یا طراح تجهیز مربوطه درخواست و در اختیار پیمانکار EPC و بهره بردار قرارداده شود.

۲-۱-۴- چرخه حیات انتشار گازهای گلخانه‌ای

بی‌تردید، در طول عملیات بهره برداری از نیروگاه‌های خورشیدی ، انتشار گازهای گلخانه‌ای تقریبا صفر است. ولی در سایر مراحل چرخه حیات سیستم‌های فتوولتاییک گازهای گلخانه‌ای تولید می‌شود. برخی از این مراحل شامل تولید مدول‌های فتوولتاییک و سایر قسمت‌های مرتبط، حمل و نقل، نصب و راه اندازی سایت، روند تعمیر

[3] Material Safety Data Sheet (MSDS)

omoorepeyman.ir

و نگهداری، حتی جمع‌آوری، دفن و بازیافت تاسیسات است. همچنین می‌توان به بکارگیری گاز سولفور هگزار فلوراید به عنوان عایق در پستهای الکتریکی نیز اشاره نمود. که یک گاز گلخانه‌ای مهم می‌باشد.

مطالعات نشان می‌دهد که فن آوری‌های جدید فتوولتاییک، با به حداقل رساندن انتشار دی اکسید کربن از برترین انواع انرژی محسوب می‌گردند. همانطور که توضیح داده شد، این میزان انتشار شامل تولید و حمل و نقل مواد مورد نیاز برای نصب مدول فتوولتاییک و تاسیسات الکتریکی نیز می باشد. انتشار گازهای آلاینده و گلخانه-ای در طول چرخه حیات نیروگاه‌های فتوولتاییک نسبت به نیروگاه‌های سوخت فسیلی، در هرکیلووات ساعت بسیار کمتر است، زیرا اکثر گازهای گلخانه‌ای منتشره ناشی از عملیات ساخت مدول‌ها است.

۲-۱-۵- منظر و تاثیرات بصری

یکی دیگر از تاثیرات مهم زیست‌محیطی، تاثیرات بصری است که ممکن است سیستم‌های فتوولتاییک در مناطق و ساختمان‌ها داشته باشند. همچنین باید اثرات بازتابش این تاسیسات را نیز در نظر گرفت.

این تاثیر نیروگاه‌های خورشیدی در مقیاس بزرگ، بیش‌تر بوده و باید از نصب و راه اندازی این تاسیسات در مناطق مجاور جاذبه‌های طبیعی، جاذبه‌های توریستی، سایت‌های باستان شناسی، مناطق زیست محیطی و سایر مکان‌های مشابه اجتناب شود. زمین‌های بایر و بلا استفاده و زمین‌های با کیفیت پایین برای کشاورزی معمولا مناسب‌ترین مکان برای احداث نیروگاه‌های خورشیدی هستند.

لازم به ذکر است که نیروگاه‌های از نوع شناور نسبت به سایر نیروگاه ها از آلودگی منظر بالاتری برخوردار هستند. مخصوصا وقتی که در جاهایی مثل پارک ها یا مناطق تفریحی به‌کار گرفته شوند.

۲-۱- ۶- صدا

سر و صدای ایجاد شده در مرحله آماده سازی سایت و نصب تجهیزات می‌تواند باعث مزاحمت برای ساکنان منطقه و یا فرار حیوانات وحشی گردد. این عملیات شامل: خاکبرداری و تسطیح، ساخت جاده‌ها و حمل و نصب تجهیزات می‌باشد. برای به حداقل رساندن اثرات، بهتر است فعالیت‌های ساخت و آماده سازی سایت در طول روز به انجام رسد.

۲-۱-۷- تنوع زیستی

تأسیسات نیروگاه‌های خورشیدی، در مراحل ساخت و ساز می‌توانند بر روی تنوع زیستی منطقه تاثیرات منفی داشته باشند. نمونه‌هایی از این اثرات شامل جابجایی حیات وحش؛ تبدیل/ تخریب زیستگاه می‌باشد. لذا مکان‌یابی مناسب سایت از اثرات نامطلوب بر تنوع زیستی جلوگیری نموده و اثرات را به حداقل می‌رساند.

omoorepeyman.ir

مدول‌های خورشیدی از نوع شناور در آب[۴] می‌توانند مشکلات زیر را برای اکوسیستم‌های آبی ایجاد نمایند:

- ممکن است بر روی مناطق حفاظت شده و حساس محیط‌زیست تاثیر گذار باشند.
- باعث کاهش پتانسیل رشد جلبک‌ها به دلیل کاهش انتشار نور خورشید و در نتیجه کاهش فتوسنتز شوند.
- مدول سیلیکون و پلی اتیلن با چگالی بالا[۵] ترموپلاستی؛ ممکن است کیفیت آب را تحت تأثیر قرار دهد.
- با توجه به عبور کابل‌ها از زیر آب احتمال حوادث الکتریکی و تاثیر منفی بر اکوسیستم وجود دارد.
- ممکن است ماهی‌گیری و سایر فعالیت‌های حمل و نقل در مسیرهای آبی را تحت تاثیر قرار دهد.
- تنوع زیستی سیستم آبزی به احتمال زیاد تحت تأثیر قرار می‌گیرد.

۲-۱-۸- بازیافت

یکی از مسایل مهم زیست محیطی نیروگاه‌های خورشیدی، بجا ماندن تاسیسات و تجهیزات بعد از پایان عمر نیروگاه است که جهت بازیافت آن مطابق با قوانین کشور و دستورالعمل‌های وزارت نیرو، نسبت به جمع آوری و بازیافت تاسیسات نیروگاهی پس از پایان عمر آن و تعطیلی نیروگاه می بایست اقدام نمود. یکی از تجهیزات اصلی در این نیروگاه‌ها، مدول‌های فتوولتاییک می باشد. تجربه نشان داده است که در نیروگاه‌ها بیشتر از مدول‌های سیلیکونی استفاده می‌گردد. مدول‌های فتوولتاییک که در کشور بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، از ۷۶٪ شیشه، ۱۰٪ پلاستیک، ۸٪ آلومینیوم، ۵٪ سیلیکون و ۱٪ فلز و مدول‌های فیلمی از ۸۹٪ شیشه، ۴٪ پلاستیک، ۶٪ آلومینیوم و ۱٪ فلز تشکیل گردیده‌اند. مهمترین بخش این مدول‌ها فلز بکار رفته در آنها است. در برخی از انواع مدول های فتوولتاییک که در آنها از فلزاتی مانند کادمیوم، کروم و سرب در ساخت این تجهیزات باعث شده تا بازیافت آنها اهمیت پیدا کند. مدول‌ها معمولاً توسط شیشه و یا فایبرگلس، بصورت کپسولی محافظت می گردند و از ایمنی بالایی برخوردار هستند. اما وقتی که محافظ آن شکسته شود یا مدول‌ها آسیب بینند، این مواد قابلیت نشت به محیط اطراف را خواهند داشت. بنابراین این تجهیزات تا زمان بازیافت باید در محل مناسب نگهداری شوند تا از نشت مواد سمی به محیط زیست جلوگیری گردد.

باتوجه به سابقه و طول عمر جوان بکارگیری سامانه‌های فتوولتاییک در جهان یک رویه و فرآیند تجربه شده و قابل استنادی برای بازیافت این مدول‌ها در جهان تاکنون پیاده سازی نشده است. لیکن برای این موضوع نیز

[4] Floating Solar PV Plant
[5] High-density polyethylene (HDPE)

omoorepeyman.ir

تدابیری اندیشیده شده و در برخی از کشورها راهکارهایی تعریف شده است که در این قسمت به آنها اشاره می‌گردد.

- تدوین قوانین تشویقی برای کارخانجات تولید کننده مدول‌های فتوولتاییک نسبت به جمع آوری محصولات مستهلک شده و اقدام به بازیافت آنها یکی از این موارد می باشد. این روش در برخی از کشورها در حال مطالعه و بررسی می‌باشد.
- عقد قرارداد با تامین کننده تجهیزات جهت تعهد به جمع آوری و بازیافت تجهیزات که این شیوه می‌بایست توسط مالک سامانه اجرایی شود. این روش در برخی از قراردادهای نیروگاه‌های بزرگ در دنیا لحاظ شده است.

روش‌های بازیافت مدول‌های فتوولتاییک با توجه به اجزا تشکیل دهنده آنها، بیشتر بر پایه جدا سازی فریم‌های آلومینیومی و بازیافت آلومینیوم، استفاده از از روش‌های شیمیایی و یا حرارتی برای جدا سازی EVA[۶]، صفحات محافظ از سلول فتوولتاییک، خرد کردن و جداسازی اجزا (شامل شیشه، سیلیکون و فلز-نوارهای فلزی) و انجام فرآیندهای بازیافت بر مبنای جنس مواد و اجزای جدا شده، تعریف شده است.

محدودیت این موضوع، بالا بودن هزینه‌های توضیح داده شده و عدم صرفه اقتصادی در خصوص بازیافت می-باشد، چرا که فرایندهای جایگزین پرهزینه هستند و حجم زباله حاصل از این مدول‌ها در مقایسه با سایرصنایع نسبتا پایین است. لذا، باتوجه به طول عمر این سامانه‌ها و کاهش هزینه‌های تولید با تدوین قوانین زیست محیطی این موارد قابل اصلاح و تامین منابع مالی خواهد بود.

۲-۲- بهداشت و ایمنی شغلی

مهمترین مساله در خصوص ایمنی شغلی بهره برداری از نیروگاه‌های خورشیدی، به‌کارگیری صحیح ابزار Lockout/Tagout و استفاده از تجهیزات حفاظت فردی (PPE) می‌باشد. به منظور کاهش و یا پیشگیری از خطرات احتمالی می‌بایست تمامی موارد ایمنی اعم از برق گرفتگی، حمل تجهیزات سنگین و یا تیز و برنده، کار در ارتفاع، گرمازدگی و سایر موارد مربوطه رعایت شود.

۲-۲-۱- استفاده از سیستم Lockout/Tagout (قفل و برچسب زنی LOTO)

در زمان تعمیرات، راه اندازی یا نصب تجهیزات الکتریکی و پست برق باید از سیستم "Lockout/Tagout" استفاده شود. برای این منظور، لازم است که تعمیرکار/نصاب دستگاه را خاموش کرده و آن را قبل از انجام

[۶] اتیلن وینیل استات (EVA) یکی از اجزای اصلی پنل خورشیدی است که از یک لایه پلیمر بسیار شفاف (پلاستیکی) طراحی شده است.. اتیلن وینیل استات برای کپسوله کردن سلول ها و نگه داشتن آنها در موقعیت در طول تولید استفاده می شود. مواد اتیلن وینیل استات بسیار با دوام و مقاوم در برابر درجه حرارت و رطوبت بسیار شدید است، بنابراین در جلوگیری از رطوبت و نفوذ خاک، نقش مهمی در عملکرد بلند مدت ایفا می‌کند.

omoorepeyman.ir

تعمیرات از منبع انرژی جدا کند. سپس دستگاه خاموش شده را قفل کرده و علامت گذاری کند تا از انتشار ناخواسته انرژی خطرناک جلوگیری شود. همچنین بایستی تمام مراحل انجام شده را بررسی کند تا از قرنطینه شدن (ایزوله شدن) دستگاه مورد نظر برای تعمیر /راه اندازی /بازدید اطمینان حاصل نماید. اگر احتمال انتشار انرژی انباشته شده خطرناک وجود داشته باشد یا احتمال دوباره انباشته شدن انرژی تا سطح خطرناک وجود داشته باشد، پیمانکار اجرایی یا بهره بردار می بایست کارکنان ذی ربط را به بررسی دستگاه مدنظر برای جلوگیری از بروز جراحات در اثر انتشار انرژی انباشته شده ملزم کند.

قفل باید طوری کار گذاشته شود که هیچ فردی بدون استفاده از کلید یا ابزارهای مخصوص بازکننده قفل، یا با استفاده از وسایل غیرمعمول مانند قفل شکن‌ها توانایی باز کردن آن را نداشته باشد.

از سوی دیگر ابزار Tagout، ابزار هشداردهنده‌ای است که تعمیرکار آن را روی دستگاه قرنطینه شده قرار می‌دهد تا به کارمندان هشدار دهد در هنگامی که او مشغول تعمیر دستگاه است آن را به منبع انرژی متصل نکنند. ابزارTagout به راحتی قابل جداشدن هستند و کارکنان را از حفاظت کمتری نسبت به ابزار Lockout برخوردار می‌کند.

۲-۲-۲- ایمنی در کار با ولتاژ بالا

در حین نصب و راه اندازی تجهیزات الکتریکی اعم از برقراری اتصالات مدول‌ها، اینورترها، پست‌های برق و حفاظت‌های الکتریکی، کابلکشی‌ها و سایر امور مربوطه رعایت استانداردها و ضوابط فنی ایمنی کار با ولتاژ بالا شامل برق با جریان مستقیم و جریان متناوب الزامی می باشد. همچنین رعایت حریم خطوط و قوانین آن نیز الزامی می باشد.

با توجه به ماهیت این نیروگاه‌ها کلیه قوانین و مقررات ایمنی و حفاظت در برابر برق گرفتگی تجهیزات الکتریکی، پست‌ها و دیگر موارد مربوطه باید رعایت شود. برای اطلاعات بیشتر به "آیین نامه حفاظتی تاسیسات و وسایل الکتریکی در کارگاه‌ها" و "آیین نامه ایمنی در عملیات انتقال نیروی برق" و "راهنمای ایمنی، بهداشت و محیط زیست انتقال و توزیع نیروی برق" مراجعه گردد.

۲-۲-۳- شوک الکتریکی

ازآنجائی که مدول‌های فتوولتاییک زمانی که در معرض تابش خورشید قرار می‌گیرند قادر به تولید توان و ولتاژ و جریان از نوع مستقیم هستند، هنگام نصب، مخصوصا زمان سیم کشی الکتریکی، اقدامات زیر باید برای جلوگیری از ایجاد شوک الکتریکی در نظر گرفته شود:

omoorepeyman.ir

برای سیم کشی از اتصال دهنده‌های مقاوم در برابر آب استفاده شود به طوری که قسمت برق دار آن در معرض تماس قرار نگیرد یا سایر روش‌های مناسب برای جلوگیری از ایجاد شوک الکتریکی، استفاده شود.

- باید از دستکش‌های عایق ولتاژ (متناسب با سطح ولتاژ محل کار) استفاده شود.
- باید از ابزارهای عایق بندی شده استفاده شود.
- از کار در زمان بارندگی اجتناب شود.
- از راه رفتن و یا کار روی مدول‌ها پرهیز شود.
- سیستم اتصال به زمین برای تجهیزات و تاسیسات نصب شود.

۲-۲-۴- ایجاد قوس الکتریکی

یکی از خطراتی که کارکنان این نیروگاه‌ها را تهدید می‌کند، امکان بروز قوس الکتریکی است. امروزه استفاده از سیستم‌های با ولتاژ مستقیم بالای ۱۵۰۰ ولت در نیروگاه‌های خورشیدی بسیار رایج شده است. این مساله باعث افزایش احتمال بروز قوس الکتریکی می‌شود. بنابراین ضمن رعایت استانداردهای لازم برای تجهیزات بکار رفته در نیروگاه که در سطح ولتاژ یاد شده کار می کنند، باید حتما روی تجهیزات، برچسب اخطار در مورد "خطر قوس الکتریکی" و "خطر مرگ" نیز نصب گردد. باید ارزیابی‌های لازم انجام شود تا در صورت نیاز از وسایل حفاظت فردی با درجه ایمنی بالاتر برای افرادی که با این تجهیزات کار می‌کنند استفاده شود. باید در زمان تعمیرات حداقل یک فرد واجد شرایط برای احیاء قلبی عروقی در محل کار حاضر باشد. تجهیزات حفاظت فردی مانند کلاه مخصوص، عینک ایمنی، چکمه، لباس‌های ضد آتش و جلیقه‌های ایمنی برای افرادی که با این تجهیزات کار می‌کنند، توصیه می‌شود.

سوئیچ کردن یا غیرفعال کردن کنتاکتور برق یا قطع اتصال، فرآیندی است که اغلب بی خطر به نظر می‌رسد، اما می‌تواند خطرناک ترین کار در مرحله نگهداری سیستم‌های فتوولتاییک باشد. کارکنان باید هنگام استفاده از قطع کننده‌ها، لباس‌های حفاظتی مناسب و یا تکنیک‌های مناسب برای قطع و جداسازی سوئیچ ها، استفاده نمایند.

برخی از سوئیچ‌هایی که برای کنترل مدارهای DC سیستم‌های فتوولتاییک استفاده می‌شود، برای عمل قطع بار نیستند. سوئیچ‌های بدون بار، باید قفل شده و برچسب گذاری شوند و هرگز نباید در حالی که سیستم فعال است، باز شوند.

برای راهنمایی بیشتر به استاندارد ملی شماره ۱۷۳۹۲ با عنوان "راهنمای پیش‌گیری از آتش سوزی پانل‌ها، ماژول‌ها و سامانه‌های فتوولتاییک" مراجعه گردد.

omoorepeyman.ir

۲-۲-۵- خطر بریدگی و له شدگی

در مرحله نصب مدول‌های خورشیدی احتمال رهاشدن مدول‌ها و افتادن بر روی بدن کارگر وجود دارد که می‌تواند باعث شکستگی یا له شدگی عضو شود. همچنین در اثر تماس دست با قسمت‌های تیز احتمال بریدگی نیز وجود دارد. استفاده از وسایل حفاظت فردی مناسب می‌تواند این خطرات را کاهش دهد.

۲-۲-۶- آفتاب سوختگی

به دلیل کار کردن در فضای باز در مرحله ساخت و بهره‌برداری نیروگاه‌های خورشیدی احتمال آفتاب سوختگی و آسیب پوستی وجود دارد. به همین دلیل باید از وسایل حفاظت فردی مناسب برای کارکنان استفاده شود.

۲-۲-۷- کار در مناطق دورافتاده

برنامه‌ریزی برای حصول اطمینان از ایمنی، سلامت و رفاه کارکنان در هنگام فعالیت در مناطق دور افتاده، بسیار حائز اهمیت است. نکاتی که هنگام برنامه‌ریزی برای کار در مناطق دور افتاده باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- مناسب بودن تجهیزات ارتباطی برای کارکنان.
- توجه به تامین مکانیزم‌های ارتباطی (تامین بی‌سیم، تلفن و ...) به خصوص برای مناطق دور افتاده.
- آموزش و صلاحیت کارکنان برای کار در مناطق دور افتاده و مهیا کردن تمام تجهیزات ایمنی لازم در محل.
- بکارگیری کارکنان با صلاحیت که توانایی تصمیم گیری در زمان وقوع حوادث و شرایط اضطراری محل کار را دارند.
- استفاده مدیران از ابزارهای لازم برای ردیابی محل دقیق کارکنان.
- اجرای مانور در محل خصوصا برای شرایط اضطراری وفوریت‌ها.
- بکارگیری کارکنان آموزش دیده و متخصص کمک‌های اولیه در محل کار.
- آموزش کار در ارتفاع (درصورت لزوم)

۲-۲-۸- حمل دستی بار

انتقال و جابجائی بار توسط دست یا دیگر بخش‌های بدن که همراه با بالا بردن، پایین آوردن، کشیدن، هل دادن، نگه داشتن، چرخاندن بار و یا ترکیبی از موارد فوق باشد، حمل دستی بار گفته می‌شود. در مرحله ساخت

omoorepeyman.ir

نیروگاه‌های خورشیدی و نصب تجهیزات، کارگران باید تجهیزات را به صورت دستی حمل و نصب نمایند. برای جلوگیری از آسیب به کارگران در موقع حمل بار، آن‌ها باید آموزش‌های لازم را دیده باشند.

برای اطلاعات بیشتر به "آیین نامه بهداشتی حمل بار دستی"، مصوب وزارت بهداشت درمان و آموزش پزشکی مراجعه شود.

۲-۲-۹- کار در ارتفاع و جلوگیری از سقوط اشیاء

در مواردی که مدول‌های خورشیدی بر روی سقف نصب می‌گردند رعایت نکات ایمنی مربوط به کار در ارتفاع الزامی می‌باشد. خطرات احتمالی که باید مورد توجه قرارگیرند عبارتند از: سقوط افراد و اشیاء و شرایط آب وهوایی نامطلوب (سرعت باد، دمای شدید، رطوبت و نمناکی). مدیریت کار در ارتفاع نیاز به برنامه‌ریزی مناسب و تخصیص منابع کافی دارد. روش‌های کاهش خطر به ترتیب اولویت عبارتند از:

- حذف یاکاهش نیاز به کار در ارتفاع، در مرحله برنامه ریزی، طراحی و نصب که در صورت امکان بایدتغییراتی با هدف حذف نیاز به کار در ارتفاع صورت پذیرد. برای مثال انجام ساخت سازه نگهدارنده وکارهای جانبی در سطح زمین و سپس بلند نمودن ساختار کامل و انتقال به موقعیت، به شرطی که امکان‌پذیر و مقرون به صرفه باشد.
- اگر کار در ارتفاع نمی‌تواند حذف شود، از تجهیزات کار یا روش‌های دیگر برای جلوگیری از افتادن استفاده شود. باید قبل از استفاده از تجهیزات سیستم‌های حفاظتی جمعی، مانند حفاظت لبه یا گارد محافظ برای جلوگیری از سقوط اجرا شوند. علاوه بر این، برای کاهش پیامدهای سقوط می‌توان شبکه-های ایمنی یا کیسه‌های هوا را مورد استفاده قرار داد.

علاوه بر موارد فوق، نکات زیر نیز باید به عنوان روش‌های جلوگیری از وقایع کار در ارتفاع و سقوط در نظرگرفته شود:

- برای کار در ارتفاع باید مناطق امن جهت عبور و مرورکارگران و جلوگیری از سقوط اشیا ایجاد و نگهداری شود.
- باید تمام کارکنانی که درحال کار در ارتفاع هستند، در مورد استفاده از سیستم‌های حفاظتی کار در ارتفاع و سیستم‌های نجات، آموزش دیده و صلاحیت لازم را داشته باشند.
- کارگران به ابزارمناسب تثبیت کننده موقعیت کاری مجهز باشند؛ همچنین اطمینان حاصل شودکه اتصالات سیستم‌های تثبیت کننده موقعیت کاری با اجزایی که به آن‌ها متصل هستند، سازگاراست.
- در صورت استفاده از داربست و نردبان جهت کار در ارتفاع و سهولت دسترسی، رعایت الزامات ایمنی مربوطه مانند استفاده از کمربند ایمنی (هارنس) کلاه ایمنی و.... الزامی است. در ضمن داربست و

omoorepeyman.ir

نردبان از لحاظ استحکام و ایمنی می بایست مطابق با الزامات وآیین نامه ایمنی اداره کار بوده وقبل از شروع کار از سالم بودن آنها اطمینان حاصل شود.

- اطمینان حاصل کنیدکه تجهیزات بالابر به درستی ارزیابی شده و نگهداری می‌شوند و اپراتورهای بالابر به درستی آموزش دیده‌اند.
- هنگام کار در ارتفاع، هرجا که امکان‌پذیراست باید تمام ابزار و تجهیزات با یک تسمه یا طناب محکم شده باشند و در صورت امکان باید از تورهای ایمنی[۷] استفاده شود.
- کارگران برای بالا بردن ابزار، از کیسه ابزار استاندارد و تایید شده استفاده کنند.
- از نصب یا تعمیر و نگهداری در شرایط آب و هوایی بد و به ویژه محل‌هایی که خطر رعد و برق وجود دارد، اجتناب شود.
- باید یک طرح نجات اضطراری با جزئیات روش نجات کارکنان برای مواقعی که درارتفاع گیرکرده یا ناتوان شده‌اند، آماده شود.

برای اطلاعات بیشتر به آیین نامه کار در ارتفاع (کد۱۶۳۲) مراجعه شود.

۲-۲-۱۰- آسانسور

در نیروگاه‌های خورشیدی که مدول‌ها بر روی سقف نصب شده‌اند و برای دسترسی از آسانسور استفاده می‌شود، باید نکات زیر رعایت گردد:

- مالک یا کارفرما موظف است گواهی سلامت و ایمنی آسانسور را از سازمان ملی استاندارد یا از اداره کار اخذ وتحویل پیمانکار بهره‌بردار دهد.
- بازدیدهای دوره‌ای و سرویس و نگهداری آسانسور صرفا توسط شرکت‌های بازرسی فنی ذی صلاح مورد تایید اداره استاندارد /کار انجام شود.
- اخذ و تمدید گواهی‌نامه سلامت و ایمنی آسانسور از شرکت‌های ذی صلاح بازرسی فنی مورد تایید اداره کار/استاندارد الزامی است.
- استفاده از بالابر تجهیزات برای جابجایی نفرات ممنوع است.

۲-۲-۱۱- کار در محیط باز (شرایط بد جوی)

- در صورت وجود شرایط بد جوی نظیر توفان، تگرگ، برف و باران شدید؛ انجام کار در نیروگاه‌های خورشیدی به دلیل احتمال برخورد صاعقه و... ممنوع است.

[۷] capture netting

omoorepeyman.ir

- نفراتی که در محیط‌های خیلی گرم وخیلی سرد کار می‌کنند از نظر سلامتی، باید مورد تایید پزشک طب کار قرار گیرند.
- نفرات شاغل در نیروگاه‌های خورشیدی باید به اندازه کافی مایعات بنوشند تا از عوارض گرما زدگی مصون باشند.

۲-۲-۱۲- کار روی آب

در مواردی که نیروگاه از نوع شناور و یا دریایی است، اقدامات پیشگیری و کنترل مربوط به کار روی آب، شامل موارد ذیل می‌باشد:

- تکمیل ارزیابی ریسک به منظور ایجاد یک سیستم کاری ایمن برای تمام وظایف تعریف شده برای کار روی آب و تخصیص منابع مناسب برای کاهش خطرات.
- اطمینان از این که همه کارکنان آموزش دیده و شایستگی لازم برای انجام تمام وظایف محوله و همچنین استفاده از تمام تجهیزات را دارا باشند، از جمله تجهیزات حفاظت فردی که انتظار می‌رود از آن استفاده کنند.
- همان‌طور که در بالا ذکر شد، علاوه بر استفاده از تجهیزات حفاظت فردی استاندارد، وقتی که کارگران در مجاورت آب، روی آب و یا محل‌هایی که خطرغرق شدن وجود دارد مشغول کار هستند باید از تجهیزات شناوری تایید شده (مانندکت‌ها، جلیقه‌ها، خطوط شناور و حلقه‌ها) استفاده نمایند.
- در جایی که به دلیل دمای پایین آب، احتمال افت دمای بدن[۸] افزایش می‌یابد، اقدامات کنترلی مانند استفاده از لباس‌های نجات (بقا) باید انجام شود.
- کارگران برای جلوگیری از تماس با امواج و آب شور آموزش ببینند.
- کارگران باید حتما آموزش شنا دیده باشند.
- در صورت نیاز کشتی‌های نجات مناسب با اپراتورها و پرسنل متخصص اورژانس تامین شود.

۲-۲-۱۳- عملیات بار برداری

عملیات باربرداری نیاز به استفاده از پرسنل مجرب، برنامه‌ریزی، ارتباط موثر و سطح بالایی از نظارت در هنگام انجام باربرداری دارد و باید به موارد زیرتوجه شود:

- اطمینان حاصل شودکه همه اطلاعات مربوط به بار، به عنوان مثال اندازه، وزن، روش زنجیرکردن و نقاط اتصال شناخته شده هستند.
- عملیات بلند کردن مدول‌ها مطابق دستورالعمل سازنده آن انجام شود.

[8] Hypothermia

omoorepeyman.ir

- اطمینان حاصل شود که تمام تجهیزات بالابر (ازجمله نقاط اتصال بار) مناسب است،کابل قادر به تحمل و حمایت از بار، در شرایط مناسب بوده و تمام بازرسی‌های مورد نیاز انجام شده باشد.
- جرثقیل باید دارای گواهینامه مورد تایید اداره کار/سازمان ملی استاندارد ایران باشد.
- اطمینان حاصل شود که تمام ناظران، اپراتورهای تجهیزات و زنجیرها[9] با وسایل باربرداری و تکنیک‌های بالابری آشنا، آموزش دیده و صلاحیت دار باشند.
- به منظور جلوگیری از هر گونه دسترسی غیرمجاز به مناطق باربرداری، زون‌های (نواحی) ممنوعه باید مشخص و حفاظت شود.
- هنگام جابه‌جایی و بارگیری‌های بزرگ، از مناسب بودن شرایط آب وهوایی برای انجام کار اطمینان حاصل شود.
- تجهیزات باربرداری سنگین معمولا پارامترهای عملیاتی ایمن را در راهنمای عملیات خود دارند و در هر زمانی نباید از این پارامترها تجاوزکرد.

برای اطلاعات بیشتر به آیین نامه ایمنی جرثقیل موبایل مراجعه شود.

۲-۲-۱۴- واکنش در شرایط اضطراری

شرایط اضطراری به وقایعی اطلاق می‌شودکه در اثر رخدادها و عملکردهای طبیعی و انسانی به طور ناگهانی ایجادشده و منجر به شرایطی می‌گردد که بر طرف کردن آن نیاز به اقدامات فوری و فوق العاده دارد. این شرایط ممکن است:

- سلامت انسانها، تأسیسات و محیط‌زیست را در معرض خطر جدی قرار دهد.
- فعالیت تجاری سازمان را متوقف کند.
- فعالیت‌های عملیاتی سازمان را قطع کند.
- دارایی‌های نیروگاه و حتی جامعه را تهدید کند.

به منظور آمادگی برای مقابله با چنین شرایطی و به حداقل رساند خسارات احتمالی آن لازم است که موارد زیر از قبل انجام شده باشد:

- تشکیل کمیته واکنش در شرایط اضطراری: باید افراد و مسئولیت‌های هریک از اعضا مشخص گردد و کلیه اعضا آموزش‌های لازم را دیده و با وظایف خود آشنا باشند.

[9] Slinger

omoorepeyman.ir

- تهیه دستورالعمل واکنش در شرایط اضطراری: در این دستورالعمل مسئولیت کلیه افراد، سازمان دهی و هماهنگی بین گروه‌های وضعیت اضطراری، چگونگی هماهنگی با نیروهای امداد رسانی، اعلام وضعیت اضطراری، آماده نگهداشتن و طرز استفاده از وسایل مورد نیاز مورد بررسی قرار می‌گیرد.
- انجام ارزیابی ریسک: در بند ۲-۳-۴ این گزارش به آن پرداخته شده است.
- برگزاری مانور: :به اجرا در آوردن برنامه مقابله با شرایط اضطراری در یک حادثه فرضی است که به وسیله آن توانایی‌های افراد در عمل سنجیده شود و انتظارات واقع‌گرایانه از فعالیت‌های افراد در زمینه برنامه‌ریزی، سازماندهی، مسئولیت پذیری و توانمند سازی مشخص گردد. با برگزاری مانور آمادگی عملیاتی کارکنان نیروگاه در به حداقل رساندن صدمات جانی، خسارت‌های مالی و زیان‌های زیست محیطی محک زده می‌شود.

۲-۳- الزامات عمومی

۲-۳-۱- چارت سازمانی

به منظور نظارت بر عملکرد ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست و شناسایی مخاطرات ناشی از فعالیت‌ها و پیشگیری از حوادث و تلفات نیروی انسانی در نیروگاه‌های خورشیدی، باید حداقل یک کارشناس HSE ذی صلاح در چارت سازمانی پیش بینی شود. کارشناس HSE می بایست دارای مدرک از رشته‌های تحصیلی مرتبط مانند ایمنی، بهداشت حرفه‌ای، محیط زیست و HSE باشد.

در نیروگاه‌هایی که محدودیت در استخدام نفر وجود دارد باید یکی از کارکنان، آموزش‌های HSE مورد تایید وزارت کار را گذرانده و مسئولیت‌های مربوطه را به عهده بگیرد. صلاحیت نفر ایمنی باید مورد تایید اداره کار باشد. برای اطلاعات بیشتر به "آیین نامه بکارگیری مسؤول ایمنی در کارگاه‌ها" مراجعه شود.

۲-۳-۲- الزامات آموزشی

براساس ارزیابی ریسک انجام شده باید الزامات آموزشی کارکنان تعیین گردد. تمام کارکنان مرتبط با این دستورالعمل باید آموزش‌های مقدماتیEHS را قبل از شروع به کار، حداقل به مدت ۸ ساعت سپری نمایند. از جمله این آموزش‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ایمنی برق
- تئوری حریق و روش‌های اطفاء
- کلیات بهداشت شغلی
- کلیات محیط‌زیست

omoorepeyman.ir

در بازه‌های زمانی مشخص ترجیحا یکساله، آموزش‌های مذکور حسب صلاحدید مسئول HSE می بایست بازنگری و باز آموزی شود.

۲-۳-۳- وسایل حفاظت فردی[10]

کارکنان باید بدانند که چه نوع PPE برای یک کار خاص مورد نیاز است و هنگام انجام کار، آن را پوشیده باشند. مهمترین وسایل حفاظت فردی مورد استفاده در نیروگاه‌های خورشیدی عبارتند از: وسایل حفاظت در برابر سقوط، کلاه ایمنی، حفاظت از قوس‌الکتریکی، لباس ضد آتش، دستکش‌های گرم، چکمه و عینک محافظ . وسایل حفاظت فردی برای کمک به کاهش قرار گیری در معرض خطرات ذاتی سیستم طراحی شده است. شناسایی خطرات بالقوه برای فرآیند انتخاب PPE مناسب، وظیفه بسیار مهمی است. تمام کارکنانی که روی سیستم‌های فتوولتاییک کار می‌کنند، باید آموزش نحوه شناسایی خطرات را دیده باشند و PPE مناسب را برای از بین بردن یا کاهش این خطرات انتخاب کنند.

دستکش عایق الکتریکی که اغلب به عنوان "دستکش‌های گرم" نامیده می‌شود، اولین خط دفاع در برابر شوک الکتریکی است که همیشه باید با دستکش‌های محافظ چرمی روی آن‌ها پوشیده شوند و قبل از هر بار استفاده مورد بررسی قرار گیرند. علاوه بر این، بازنگری مجدد دستکش‌ها یا جایگزینی آن‌ها در فواصل منظم زمانی (شش ماه پس از قرار دادن در اختیار کارکنان) ضروری می‌باشد. استفاده از ابزار دستی عایق بندی شده نیز فرد را از اثرات شوک حفاظت خواهد کرد.

وجود جعبه کمک‌های اولیه که حاوی تدارکات و تجهیزاتی است که در صورت لزوم بتوان با آن اقدام به انجام کمک‌های اولیه نمود، الزامی است.

برای کارکنانی که در زمان طولانی در زیر آفتاب فعالیت می‌کنند، استفاده از عینک و کرم محافظ در برابر اشعه UV ضروری است.

تمامی کارکنان باید به وسایل حفاظت فردی مناسب و استاندارد مجهز بوده و در هنگام کار از آن‌ها استفاده نمایند. به همین منظور موارد زیر باید انجام گردد:

- تهیه ماتریس تجهیزات حفاظت فردیPPE
- تدارک تجهیزات حفاظت فردی
- آموزش نحوه استفاده از تجهیزات حفاظت فردی
- نظارت بر استفاده از تجهیزات حفاظت فردی توسط مدیران و سرپرستان

[10] Personal Protective Equipment (PPE)

omoorepeyman.ir

۲-۳-۴- ارزیابی ریسک

شناسایی خطرات و جنبه‌های مرتبط با پروژه باید در مرحله ساخت و بهره‌برداری انجام گیرد. ریسک‌های مرتبط با خطرات شناسایی شده و جنبه‌های مربوطه، توسط کمیته EHS پیمانکار و مطابق با روش اجرایی تعیین شده ارزیابی گردد. ارزیابی ریسک باید در ابتدای طراحی سیستم و سپس به صورت سالیانه و بعد از هر تغییر در عملکرد سیستم انجام شود. پیمانکار EPC بایستی دو مدرک HSE plan و ارزیابی ریسک را در ابتدای اجرای طرح به کارفرما تحویل نماید. خطرات عمده و ذاتی این پروژه، خطرات مرتبط با فعالیت‌های ذیل می‌باشد:

الف- مرحله ساخت:

- عملیات آماده سازی ساختگاه
- کار با تجهیزات و دستگاه‌های برقی
- عملیات جوشکاری و برشکاری
- رنگ آمیزی
- بتن ریزی
- استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات
- قرار گرفتن در معرض عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط کار همانند سر و صدای ناشی از تجهیزات و ماشین‌آلات، ارتعاش، نور، گرما و سرمای شدید
- قرار گرفتن در معرض گرد و غبار، فیوم‌ها و بخارات ناشی از مواد مختلف
- کار با جرثقیل و وسایل حمل و بستن بار
- کار روی آب (سیستم‌های شناور و دریایی)
- خطر گزیدگی توسط حشرات موذی وحیوانات وحشی

ب- مرحله بهره برداری:

- کار با تجهیزات و دستگاه‌های برقی
- کار در ارتفاع
- قرار گرفتن در معرض عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط کار همانند سروصدای ناشی از تجهیزات و ماشین آلات، ارتعاش، نور، گرما و سرمای شدید
- کار با جرثقیل و وسایل حمل و بستن بار
- کار در مناطق دور افتاده
- خطر گزیدگی توسط حشرات موذی وحیوانات وحشی

omoorepeyman.ir

۲-۳-۵- سیستم‌های اطفاء حریق

برای مقابله با حریق باید تجهیزات لازم نظیر کپسول آتش نشانی سیار و ثابت و....فراهم گردیده و کارکنان آموزش‌های لازم را دیده باشند.

برای اطلاعات بیشتر به آیین‌نامه پیشگیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها و دستورالعمل NFPA 850 و NFPA70E-article 690 ,691مراجعه شود.

۲-۳-۶- سیستم اتصال به زمین و حفاظت در برابر صاعقه

همزمان با آماده سازی فوندانسیون باید سیستم اتصال به زمین نصب گردد. سیستم اتصال زمین باید مطابق با "استاندارد سیستم اتصال زمین شبکه‌های توزیع" نصب گردد.

اتصال به زمین یکی از مهم‌ترین عوامل موثر بر عملکرد ایمن سیستم‌های فتوولتاییک می‌باشد. در صورتی که ولتاژ مستقیم سیستم از ۵۰ ولت بیشتر باشد حتما یکی از هادی‌ها باید اتصال به زمین شود. جزئیات روش ایمن و صحیح اتصال به زمین سیستم های فتوولتاییک در استاندارد NEC690 به طور کامل توضیح داده شده است. سیستم زمین شامل سیم زمین، الکترود زمین و چاه ارت می باشد. هدف از زمین کردن در سیستم‌های فتوولتاییک این است که اطمینان حاصل شود که در هیچ شرایطی بین دو نقطه آهنی بی حفاظ (لخت) سیستم ولتاژی القا نمی شود.

براساس استاندارد، باید به گونه‌ای طراحی شود که باعث ایجاد اضافه ولتاژی فراتر از مقدار نامی تجهیزات متصل شده به شبکه برق نشود و همچنین نباید موجب اختلال در هماهنگی حفاظت خطای زمین در شبکه برق گردد.

در صورتی که مدول‌های خورشیدی بر روی سقف نصب شده باشند، باید سیستم حفاظتی خطای زمین بر روی واحد نصب شود. اگر هادی حامل جریان در بیش از یک نقطه زمین شود، بخشی از جریان که باید از الکترود زمین عبور کند از سیم های زمین می‌گذرد.

مدول‌های خورشیدی به منظور جلوگیری از آتش سوزی باید دارای سیستم حفاظت خطای زمین باشد. سیستم حفاظت خطای زمین باید بر روی مبدل نصب شود و به گونه ای عمل کند که اگر جریان زمین از ۱ آمپر بیشتر باشد (مطابق استاندارد NEC690)، آنگاه مبدل، تغذیه سیم‌های زمین نشده را متوقف سازد و سیمی که به سیم زمین متصل شده است را باز کند.

omoorepeyman.ir

مطابق با استاندارد NEC690.45 باید تمامی قسمت‌های فلزی واحد فتوولتاییک که حامل جریان نیستند فارغ از سطح ولتاژ سیستم، زمین شوند. بدین معنی که در صورتی که نیاز به زمین کردن سیم حامل جریان نباشد، بازهم تمامی قسمت‌های فلزی باید زمین شوند.

با توجه به نصب مدول‌های فتوولتاییک در فضای آزاد، احتمال برخورد صاعقه به آن ها وجود دارد. در اثر برخورد صاعقه ولتاژ بسیار زیادی تولید می‌شود که باعث آسیب رساندن به مدول‌های فتوولتاییک خواهد شد. همچنین در اثر صاعقه و اختلاف پتانسیلی که در سیستم زمین به وجود می‌آید، احتمال آسیب به اینورتور و دستگاه‌های اندازه گیری نیز بسیار زیاد خواهد بود. بنابراین لازم است سیستم حفاظت در برابر صاعقه برای نیروگاه‌های خورشیدی نصب گردد. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد "حفاظت در برابر ضربه الکترومغناطیسی ناشی از صاعقه" مراجعه گردد.

۲-۳-۷- پروانه کار (پرمیت یا مجوزکار)Permit To Work

برقراری مکانیسم صدور پروانه کار برای کارهای پرمخاطره که پتانسیل آسیب رسانی به کارکنان و محیط زیست را داشته باشد در تمام مراحل(ساخت، بهره برداری و جمع آوری تاسیسات) الزامی می‌باشد. برقراری این مکانیسم می‌تواند آمار حوادث را به مقدار قابل توجهی کاهش دهد.

۲-۳-۸- تعمیر و نگهداری

به منظور حصول اطمینان از عملکرد مناسب تجهیزات و ماشین آلات، باید برنامه مدون تعمیر و نگهداری تدوین و اجرا گردد. همچنین باید تجهیزات به صورت دوره‌ای مورد بازرسی قرار گیرند و در صورت مشاهده هرگونه شرایط نامنطبق با الزامات EHS، نسبت به برطرف کردن مورد اقدام گردد. تعمیر و نگه داری باید مطابق با دستورالعمل سازنده یا طراح تجهیزات باشد. در طول برنامه‌های تعمیر و نگهداری باید از وجود و استفاده از تجهیزات ایمنی اطمینان حاصل شود.

۲-۴- ایمنی و سلامت جامعه

خطراتی که برای ایمنی و سلامت جامعه در طول ساخت و ساز، بهره برداری و جمع آوری تجهیزات نیروگاه‌های خورشیدی به وجود می‌آید، ممکن است مربوط به زیرساخت‌های پروژه، آماده سازی ساختگاه، جاده‌های دسترسی درون نیروگاه و یا دسترسی به نیروگاه، تاسیسات الکتریکی مورد نیاز، عملکرد تاسیسات خورشیدی باشد و باعث ایجاد شرایط اضطراری گردد. خطرات ایمنی و بهداشت جامعه مربوط به تجهیزات نیروگاه‌های خورشیدی شامل موارد زیر می‌باشد:

- انعکاس نور

omoorepeyman.ir

- ناوبری هوایی و هواپیمایی
- دسترسی عمومی

۲-۴-۱- هواپیمایی

در زمان نصب مدول‌های خورشیدی که در نزدیکی فرودگاه هستند، باید دقت شود که زاویه انعکاس نور برای برج مراقبت ایجاد مشکل نکند. با تغییر محل قرار گیری ساختگاه نیروگاه و یا مدول‌ها به راحتی می‌توان این مشکل را بر طرف کرد. در چنین مواردی که احتمال بروز مشکل برای ناوبری هوایی وجود دارد، باید مجوزهای لازم از سازمان هواپیمایی کشوری اخذ شود.

۲-۴-۲- دسترسی عمومی به نیروگاه خورشیدی (کنترل تردد)

با توجه به امکان دسترسی عمومی به مجموعه نیروگاه خورشیدی و یا تاسیسات الکتریکی نیروگاه، قبل از احداث و راه اندازی باید به منظور اطمینان از ایمنی و جلوگیری از حادثه، نسبت به شناسایی موارد لازم، اقدام نمود. اقدامات پیشگیری و کنترل برای مدیریت مسائل دسترسی عمومی عبارتند از:

- در جاده‌های دسترسی از درب کنترل ورود و خروج (گیت ورود و خروج) استفاده شود.
- از آنجا که دسترسی عمومی به ساختگاه نیروگاه خورشیدی توصیه نمی‌شود، پیشنهاد می‌گردد برای ممنوعیت از دسترسی عمومی مجوز تردد در محوطه صادرشود.
- حصارکشی و محصور نمودن ساختگاه نیروگاه و محل پست مطابق با استاندارد انجام شود و همچنین از علائم هشدار دهنده (به‌طور مثال برای خطر برق گرفتگی، ورود افراد متفرقه ممنوع) نیز استفاده شود.
- برای حصار کشی ترجیحا از موانع طبیعی استفاده شود و در غیر این صورت از فنس کشی فلزی (توری مرغی) استفاده شود.
- تابلوها و صفحات اطلاعات در مورد خطرات ایمنی و امنیتی عمومی و اطلاعات تماس اضطراری در محل‌های اصلی و پرتردد نصب گردد.
- برای امکان نظارت بیشتر بر محوطه نیروگاه می‌توان به استفاده از دوربین‌های حفاظتی در اطراف نیروگاه اشاره کرد.

۲-۵- سایر نکات مهم

- از پرتاب کردن اشیا و اجسام بر روی صفحات خورشیدی خودداری شود.
- در هنگام جابجایی و نصب صفحات خورشیدی، باید مراقب بود تا صفحات شیشه‌ای دچار شکستگی و خردشدگی نشوند. (استفاده از دستکش‌های مخصوص و ضد برش الزامی است)

omoorepeyman.ir

- از عملکرد درست سیستم ارتینگ (اتصال زمین) و صاعقه گیر نصب شده در نیروگاه‌های خورشیدی اطمینان حاصل شود.
- تمامی پیمانکاران، مجریان و مالکان نیروگاه‌های خورشیدی می‌بایست دارای گواهی صلاحیت ایمنی از اداره کار باشند.
- کار کردن به تنهایی در نیروگاه‌های خورشیدی ممنوع است. جهت مواقع اضطراری و فوریت‌های پزشکی، می‌بایست حداقل دو نفر در محل کار و نزدیک هم حضور داشته باشند.
- در هنگام کار تعمیراتی در نیروگاه خورشیدی، نفرات نباید دارای اشیا فلزی مانند انگشتر، گردن بند، ساعت و نظایر آنها باشند زیرا احتمال خطر برق گرفتگی را افزایش می دهد.
- جهت کاهش آسیب و خرابی از قرارگیری کابل‌های اصلی برق در مسیرهای تردد افراد، ماشین آلات، نورمستقیم خورشید جلوگیری شود.
- از دستورالعمل‌ها، استانداردها و توصیه‌های سازنده/طراح نیروگاه‌های خورشیدی در حین فرایندهای احداث، بهره برداری، نگهداری وتعمیرات پیروی شود.
- در صورت نیاز به کوتاه کردن و هرس گیاهان زیر مدول‌های خورشیدی از روش‌هایی که آسیب کمتری برای محیط زیست دارند استفاده شود و یا از سموم دوستدار محیط زیست استفاده شود.
- از تجمع گیاهان خشک در محدوده مدول‌های خورشیدی جلوگیری شود. این گیاهان از محدوده مدول‌ها جمع آوری گردند و ترجیحا برای مصرف دام استفاده گردند.
- امکانات اولیه درمانی برای فوریت‌های پزشکی وحوادث احتمالی کارکنان تامین شود.
- ساختمان یا محل مناسب برای دفتر کار و استراحت کارکنان در نیروگاه‌های خورشیدی در نظر گرفته شود.
- مدول‌های فتوولتاییک باید طور طراحی شوند تا خطر آتش‌سوزی کمینه شده و در هنگام نصب، ایمنی‌آنها در برابر آتش‌سوزی مدنظر قرارگیرد. نصب‌کنندگان این سامانه‌ها باید از موارد آتش‌سوزی مرتبط با مدول‌های فتوولتاییک که تاکنون اتفاق افتاده و همچنین علت این آتش‌سوزی‌ها آگاه باشند.
- مدول‌های فتوولتاییک، منابع‌الکتریکی‌جریان‌مستقیم DC هستند. با توجه به نحوه شکل گیری قوس الکتریکی و قطع آن در مدارهای DC، که به یکباره تشکیل شده و به دلیل‌عدم‌گذرجریان مستقیم ازصفر، قوس‌الکتریکی به طور خودکار قطع نمی‌شود، منابع DC توجه خاصی را می‌طلبند. مدول‌های خورشیدی درمجموعه‌هایی که‌در کنار یکدیگر قرارگرفته‌اند، از طریق نورخورشید و یا در خلال شرایط خطا، انرژی‌دارخواهند شد.

omoorepeyman.ir

- با افزایش روز افزون نصب مدول‌های فتوولتاییک، این استاندارد برای افزایش سطح آگاهی از روش‌های کاهش‌خطرآتش سوزی این سامانه‌ها، تلاش می‌کند.
- قوس‌الکتریکی می‌تواند بین‌دو هادی مجاور دارای اختلاف پتانسیل الکتریکی تشکیل شود. برخلاف قوس‌های AC که ممکن‌است در طول دوره تناوب جریان در نقطه‌گیر از صفر جریان خاموش شوند، یک قوس الکتریکی DC به طور نامحدود تا زمانی که قطع شود، ادامه خواهد داشت. تا زمانی‌که اعمالی نظیر کاهش اندازه ولتاژ، اختلال‌در جریان قوس توسط دستگاه تشخیص قوس و یا افزایش فاصله موثر بین هادی‌ها انجام نشود، قوسDC تداوم خواهد داشت، حتی زمانی‌که قوس‌الکتریکی حذف شود ممکن است موجب سوختن و یا اشتعال مواد اطراف آن شود.
- قوس‌الکتریکی ممکن‌است در سراسر سطح مدول به عنوان مثال، در امتداد فاصله بین ردیف‌هایی از سلول‌ها همچنان که مواد در حال سوختن هستند، انتشار یابد.
- قوس‌الکتریکی ممکن است خاموش و دوباره به دلیل تغییر شرایط محیطی و یا با انبساط و انقباض موادسوخته مشتعل شود.

منابع متداول قوس الکتریکی در مدول‌های فتوولتاییک عبارتند از:

- وجود ترک‌هایی درسلول‌های خورشیدی (کریستالی یا لایه نازک)
- عدم وجود فاصله‌کافی بین بخش‌های دارای اختلاف پتانسیل
- پیوند نامناسب اتصالات بین سلول‌ها
- پیوند نامناسب اتصالات به باسبار
- اتصال نامناسب باسبار به پایانه سیم‌کشی و یا اتصالگر.
- فاصله آزاد ناکافی برای انبساط و انقباض حرارتی بین مواد که منجر به خستگی مکانیکی[11] تجهیزات می‌شود. مثال‌های متداول و شایع شامل اتصالات سلول‌ها و مفصل انبساطی درکانال‌های محل‌عبور سیم‌ها است.
- فضای رفع کنش[12] ناکافی بین بخش‌ها، به خصوص انتهای رشته سیم‌کشی و اتصالات لحیم کاری، و رساناهای داخلی
- قوس الکتریکی AC درسامانه‌های فتوولتاییک‌خورشیدی ممکن است، هر دو مدار AC وDC وجود داشته باشند و هر دو مدار شامل منابع بالقوه قوس الکتریکی هستند. با توجه به یک جهته بودن

[11] Mechanical fatigue
[12] Strain

omoorepeyman.ir

جریانDC، قوس‌الکتریکی DC ممکن است در فاصله بزرگتر و مدت‌زمان طولانی‌تر نسبت به یک قوس الکتریکی AC برقرار بماند و این قوس به راحتی نیز قطع نمی‌شود. جریان در قوس الکتریکی AC همیشه در هر دوره تناوب دوبار صفرمی‌شود.

- طراحی مدول‌ها باید به‌گونه‌ای باشدکه احتمال خطر قوس الکتریکی کاهش‌یابد.
- مدول‌ها باید الزامات مربوط به فواصل را طبق استانداردهای ملی‌ایران به شماره۱-۱۱۲۷۴ و۲-۶۱۷۳۰ یا UL ۱۷۰۳ برآورده سازند تا امکان وجود قوس الکتریکی تحت شرایط بهتر بهره‌برداری عادی و شرایط خطا کاهش یابد.
- مواد و روش‌های اجرایی مورد استفاده در ساخت مدول‌های فتوولتاییک باید به‌گونه‌ای طراحی شوند که در تمام مدت عمرکاری مدول فتوولتاییک قابل اعتماد و بادوام باشند.
- سازوکارهای خرابی، مانند عدم تطابق ضرایب انبساط‌حرارتی، خستگی فلز، خوردگی و یا لرزش، باید در طی انتخاب مواد، جانمایی مدول و مونتاژ آن نیز در نظر گرفته شوند.
- در نزدیکی جعبه انشعاب باید کمترین قوس الکتریکی دیده شود.
- انتخاب مواد باید با توجه به دما عملیاتی و مشخصه‌های پیری مواد باشد.
- مواد در تماس نزدیک با منابع بالقوه قوس‌الکتریکی، مانند جعبه انشعاب، باید دارای کمترین قوس الکتریکی ومیزان اشتعال پذیری مطابق با استانداردهای ملی‌ایران به شماره۱-۱۱۲۷۴ و۲-۶۱۷۳۰ یا UL 1703 باشد. این ویژگی‌سبب‌کاهش‌خطرآتش‌سوزی در هنگام بروز قوس الکتریکی می‌شود.
- دستگاه‌آشکارساز قوس الکتریکی برای قطع جریان درصورت بروز قوس الکتریکی مورد نیاز است. بسته به محل نصب دستگاه، قابلیت محافظت از مدول تک یا مجموعه‌ای از مدول‌ها توسط دستگاه فوق وجود دارد. ملاحظاتی برای قابلیت اطمینان چنین دستگاه‌هایی باید مبذول داشت تا از دردسر سفرها و سرویس دهی هزینه‌بر، جلوگیری شود.
- یک مدول فتوولتاییک بخشی از انرژی خورشید را به انرژی الکتریکی تبدیل‌می‌کند. بخشی از انرژی خورشید که به انرژی الکتریکی تبدیل نمی‌شود بازتاب شده، از میان مدول منتقل گردیده و یا تبدیل به انرژی حرارتی می‌شود. بنابراین، مدول فتوولتاییک به‌طور معمول در دمایی گرمتر از دمای محیط اطراف آن عمل‌می‌کند که بسته به شرایط مختلف محیط (سرعت و جهت باد و دمای محیط) ، شرایط نصب (زاویه نصب، نوع قاب، فاصله گذاری مدول ها، محل قرارگیری، موانع وزش باد و ....) و شرایط مرتبط به مدول (رنگ، فریم، شفافیت، رسانایی حرارتی مواد، ویژگی‌های همرفتی حرارتی، عدم تطابق سلول و ...) متفاوت است.
- دمای عملیاتی دقیق مدول و هریک از اجزای داخلی آن، بستگی به عوامل مختلف دارد.

omoorepeyman.ir

- عوامل محیطی - سرعت‌باد، جهت‌باد، دمای محیط، تابش‌خورشید، و پوشش‌ابر.
- عوامل مربوط به نصب - زاویه نصب، نوع قاب‌ها، فاصله گذاری مدول، محل قرارگیری، موانع وزش‌باد، تجهیز سلول به ردیاب خورشیدی و یا عدم نصب ردیاب، تهویه، حوادث منجر به سایه‌دار شدن‌سلول.
- عوامل مرتبط با مدول – شامل عدم تطابق سلول (که منجر به تولید حرارت غیر یکنواخت می‌شود، عایق بندی بخش‌ها (به عنوان مثال جعبه انشعاب)،رنگ، فریم، شفافیت، رسانایی حرارتی مواد، ویژگی-های همرفت حرارتی، محدودیت عبورجریان ازقطعات برقدار می‌باشد
- سایه‌دار شدن – رویدادهای منجر به سایه‌دار شدن می‌تواند باعث ایجاد سلول‌های سایه دار شده که به عنوان مصرف‌کننده توان الکتریکی (مقاومت) در مقابل مولد توان الکتریکی عمل می‌کنند. بنابراین، سلول‌های سایه‌دار شده می‌توانند بسیار داغ‌تر از سلولهای مجاور باشند. اگر چه مدول‌ها به منظور عمل در شرایط بدون سایه طراحی شده‌اند، ولی چند درجه سایه موضعی در بسیاری از تاسیسات اجتناب‌ناپذیر است. برای اطلاعات بیشتر به استاندارد ملی ایران شماره۱۱۸۸۲ و ASTM E2481 مراجعه‌کنید.
- مقدار حرارت یک سلول به ویژگیهای مقاومت سری وشنت در سلولهای سایه‌دار، جریان عبور از طریق سلول و این که سلول تا چه حد می‌تواند نور دریافت‌کنند، بستگی دارد .
- اشتعال مواد – موادی که در تماس با سلولها هستند، باید قادر به تحمل دمای تحت شرایط سایه‌دار بدون فراتر رفتن از میان دمای اشتعال مواد باشند. این طرح در ارزیابی تناسب مواد مندرج در 1703 UL، بخش۱۹، قسمت‌آزمون دما قابل‌آزمون است.
- مدولها باید حفاظت‌کافی در برابر وقوع سایه داشته باشند.
- دیودها - یک روش‌معمول برای حفاظت در برابر سایه استفاده از دیودهای کنارگذر است که به صورت موازی با سلول‌های مورد نظر متصل می‌شوند. ازآنجایی‌که‌مشخصه‌های مستقیم و معکوس یک سلول فتوولتاییک با همدیگر متفاوت است، دیود یا باید به‌گونه‌ای سایز بندی شوندکه در هنگام بروز سایه در تمام یا قسمتی از یک یا چند سلول از تشکیل نقاط داغ موضعی جلوگیری شود. دیودها کنارگذر باید توانایی عبور جریان مجموعه سلول‌ها را داشته باشند. فعال شدن دیود درخلال یک رویداد وقوع سایه درسلول نباید موجب افزایش بیش از حدگرمای دیود و مواد اطراف آن شود. دیود باید با استفاده ازیک روش‌مقاوم و قابل اعتماد، به صورت مناسب نصب و متصل شود. کیفیت دیود و روش نصب باید از لحاظ میزان‌دوام مورد ارزیابی قرارگرفته باشد. اگر دیودها به صورت مکانیکی نصب شده باشند، برای حصول اطمینان از اتصال‌مناسب درطول زمان نگهداری باید تحت شرایط میدانی شبیه سازی شده، تحت آزمون قرارگیرند

omoorepeyman.ir

مستندسازی:

تشخیص - مدول باید توسط سازمان مصوب، برای برآوردن حداقل سطح ایمنی تایید شود. استانداردهای ۱۷۰۳ UL واستانداردهای ملی ایران به شماره۱-۱۱۲۷۴ و۲-۶۱۷۳۰ به طور معمول برای ارزیابی حداقل سطح ایمنی مورداستفاده قرارمی‌گیرند.

سیستم کیفیت – تولیدکننده فتوولتاییک باید دارای یک سیستم مدیریت کیفیت باشد تا اطمینان حاصل شودکه تمام مدولهای ساخته شده ازسطح پایه کیفیت از نقطه نظر ایمنی آتش برخوردارند. منابع قوسDC و همچنین هرگونه مواد یا فرایند گام‌های حیاتی برای دمای عملیاتی مدول، باید مورد توجه خاص باشند

راهنمای نصب – هرگونه محدودیت در محل و شرایط نصب موثر بر بهره‌برداری ایمن سامانه فتوولتاییک باید در راهنما نصب‌نشان‌داده شده باشد. این راهنما ممکن است شامل شرایط محیطی، پیکربندی نصب، الزامات سیم‌کشی، دستگاه‌های حفاظت اضافه‌جریان وجریان نامی فیوز باشد.

- در اغلب موارد که در آن دو یا چند رشته مدول فتوولتاییک بصورت موازی به هم متصل شده‌اند، هر شاخه و یا رشته فرعی باید توسط یک فیوز محافظت شود. فیوز از مدول‌ها و دیگر اجزای الکتریکی سامانه در برابر اضافه جریان در زمان بروز وضعیت خطا محافظت می‌کند.
- تمام سیم کشی و اتصالات مورد استفاده باید از نظر نوع و اندازه مطابق توصیه تولید کننده مدول و مطابق با قوانین منطقه‌ای باشد. سیم کشی باید متناسب با کاربرد آن از جمله بازه دمایی، سنجه سیم، مقاومت در برابر اشعه، مقاومت در برابر آب و ولتاژ سامانه در نظر گرفته شود.
- اینورتر باید با اندازه مناسب برای محل در نظر گرفته شود و توسط استاندارد های مورد قبول تایید و قوانین منطقه ای مورد نیاز برای اتصال به شبکه را براورده کند.
- تاباندن نور خورشید به صورت متمرکز در مدول مجاز نیست مگر اینکه به صراحت توسط تولید کننده فتوولتاییک مجاز شده باشد.
- از تهویه کافی مدول فتوولتاییک مطابق با دستورالعمل توصیه شده توسط سازنده اطمینان پیدا کنید.
- همه نصاب ها باید به صورت مناسب روش صحیح اتصال الکتریکی و رفع کنش را آموزش دیده باشند. تمام اتصالات باید پس از نصب و پیش از راه اندازی سامانه برای اطمینان از اتصال الکتریکی و رفع کرنش در تمام اتصالات الکتریکی تایید و ثبت شوند.
- اطمینان حاصل کنید که اقدامات احتیاطی مناسبی برای جلوگیری از صدمه مکانیکی به مدولها و تجهیزات الکتریکی به کار گرفته شده است. ترک‌ها، فرورفتگی‌ها و دیگر آسیب‌های فیزیکی می‌توانند به به رویدادهای قوس منجر شوند.

omoorepeyman.ir

- تعمیر و نگهداری منظم برای اطمینان از ایمنی و در دسترس بودن سامانه در طول عمر مورد انتظار این سامانه ها مهم است.
- استفاده از دوربین مادون قرمز می‌تواند در تشخیص گرمایش موضعی در مدارهای DC و AC کمک کند. مسیرهای دسترسی به قطعات بحرانی مانند جعبه‌های ترکیب‌کننده و اینورترها باید به طور منظم کنترل و نگهداری شوند تا امکان بازرسی و خاموشی اضطراری وجود داشته باشد.
- کنترل پوشش گیاهی در محدوده نیروگاهی و اطراف آن نیز مد نظر قرار گیرد.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

فصل ۳

پایش شاخص‌های دوره ساخت و بهره برداری

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

۳-۱- محیط زیست

۳-۱-۱- انتشار آلاینده‌ها (پساب‌ها و آلاینده‌های هوا، آب و خاک)

تاسیسات نیروگاه‌های خورشیدی، معمولا در طول عملیات بهره برداری، انتشار آلاینده‌های هوا و گازهای گلخانه‌ای ندارند. در چرخه تولید برق تاسیسات فتوولتاییک آب مصرف نمی‌شود ولی مقدار کمی آب برای شستشوی مدول‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۱-۲- پایش محیط زیست

برای تمام فعالیت‌هایی که تاثیرات قابل توجهی بر محیط‌زیست دارند، در طی عملیات عادی و شرایط اضطراری باید برنامه‌های پایش محیط‌زیست اجرا شود. نظارت بر فعالیت‌های پروژه باید بر اساس شاخص‌های مستقیم یا غیرمستقیم انتشارآلاینده‌ها در هوا، خاک، آب و منابع مورد استفاده، انجام شود. نظارت باید توسط افراد واجد شرایط و با استفاده از تجهیزاتی که به روش صحیح کالیبره شده‌اند، انجام شود و اطلاعات بدست آمده مطابق روش اجرایی ثبت و نگهداری شود.

۳-۱-۳- پایش تنوع زیستی در مرحله بهره برداری

پایش تنوع زیستی برای فرار یا مهاجرت گونه‌های جانوری، ضروری است. یک برنامه مدیریتی مناسب ممکن است باعث کاهش یا حذف مسایل زیست محیطی شود. برنامه‌های نظارت باید بر روی گونه‌هایی که در ارزیابی پیش از ساخت نگرانی برای از بین رفتنشان وجود دارد، متمرکز شود.

در صورتی‌که چندین نیروگاه خورشیدی در یک منطقه جغرافیایی و نزدیک به حوزه‌های با ارزش تنوع زیستی بالا قرار دارند، توسعه دهندگان پروژه‌های خورشیدی تشویق می‌شوند که روش‌های نظارتی مشترک پس از ساخت را به کار گیرند تا بتوانند به طور کامل ارزیابی شوند.

۳-۲- بهداشت و ایمنی شغلی

۳-۲-۱- دستورالعمل‌های بهداشت و ایمنی شغلی

آمار و ارقام مربوط به بهداشت و ایمنی شغلی باید با آمار مربوط به وقایع منتشر شده بین المللی ارزیابی شود (در صورتی که در دسترس باشد). روش‌های معمول برای ارزیابی عملکرد عبارتند از:

- ثبت تمام حوادثی که طی دوره اجرای پروژه رخ می‌دهد. ثبت اطلاعات شبه حادثه در طول پروژه به منظور شناسایی روند و بهبود کارایی اجرا.

omoorepeyman.ir

- انجام ارزیابی کارکنان و محل کار به منظور ارزیابی اثربخشی سیستم‌های مدیریت ریسک و فرهنگ ایمنی محل کار.
- انجام مشاوره و ارزیابی کارگران از طریق پرسشنامه یا جلسات دوره‌ای ایمنی.
- مقایسه داده‌های سازمانی با داده‌های منتشر شده مربوط به صنعت خاص(در صورتی که وجود داشته باشد).

۳-۲-۲- نرخ حوادث و مرگ و میر

مدیریت پروژه باید با هدف کاهش تعداد حوادث در میان کارکنان پروژه (کارکنان سازمان و پیمانکاران) اقدام نمایند. به ویژه حوادثی که ممکن است منجر به از دست رفتن زمان کار، ایجاد سطوح مختلف ناتوانی و معلولیت یا حتی مرگ و میر شود. می‌توان از نرخ حوادث به عنوان یک معیار برای مقایسه با کشورهای توسعه یافته در بخش‌های مشابه، استفاده کرد.

۳-۲-۳- پایش ایمنی و بهداشت حرفه‌ای

محیط کاری باید مستقیما برای خطرات شغلی مرتبط با پروژه خاص پایش شود. پایش باید توسط کارشناسان صاحب صلاحیت به عنوان بخشی از یک برنامه نظارت بر سلامت و ایمنی شغلی طراحی و اجرا شود. سازمان همچنین بایستی سابقه‌ای از حوادث و بیماری‌های شغلی و وقایع خطرناک و حوادث را ثبت نمایند.

کلیه کارکنان نیروگاه‌های خورشیدی باید حداقل سالی یک بار در مراکز بهداشتی و درمانی توسط پزشک طب کار معاینه شده و آزمایش‌های لازم به عمل آید و نتایج در پرونده پزشکی کارکنان نگهداری شود. برای اطلاعات بیشتر به ماده ۹۲ قانون کار مراجعه شود.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

منابع و مراجع

- Emmanouil Fylladitakis Brunel University UK, Environmental Impacts of Photovoltaic Systems.

- Bhanu Mahsjan, Negative environment impact of solar energy, Environmental science and policy, 2012.

- SAFETY OF PEOPLE: RECOMMENDATIONS FOR DRRG SOLAR PV SYSTEMS, Dubai Electricity & water authority, 2015.

- Theocharis Tsoutsosa,Niki Frantzeskakib ,Vassilis Gekas, Environmental impacts from the solar energy technologies, Energy Policy 33 (2005) 289–296

-V.M. Fthenakis, H.C. Kim, Photovoltaics: Life-cycle analyses, Science Direct, Solar Energy 85 (2011) 1609–1628.

-Mustapha Hatti, Operation and Maintenance Methods in Solar Power Plants, Springer International Publishing Switzerland 2014.

- CLIFFORD K. HO, reducing solar glare Relieving a Glaring Problem, 28 April 2013 SOLAR TODAY solartoday.org

- OSHA Fact Sheet, lockout/tagout, U.S. Department of Labor Occupational Safety and Health Administration 2002.

- Alok Sahu, Neha Yadav, K. Sudhakar, Floating photovoltaic power plant: A review, Renewable and Sustainable Energy Reviews 66 (2016) 815–824

- Gardenio Diogo Pimentel Da Silva and David Alves Castelo Branco, Is floating photovoltaic better than conventional photovoltaic? Assessing environmental impacts, International Association for Impact Assessment, 28 May 2018.

-EH&S risk assessment IEC TS 62994 ED1 In progress Environmental health and safety (EH&S) risk assessment of the PV module through the life cycle - General principles and definitions of terms

-NFPA 70 , National Electrical Code , National Fire Protection Association, 2015.

-NFPA 850 , National Electrical Code , Recommended Practice for Fire Protection for Electric Generating Plants and High Voltage Direct Current Converter Stations, 2015.

- IEC 60364-6 (all parts), Low-voltage electrical installation

- دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، زیست محیطی و اجتماعی برق و انرژی، راهنمای ایمنی، بهداشت و محیط زیست انتقال و توزیع نیروی برق.

-سازمان ملی استاندارد ایران، طراحی سازه و نصب آرایه فتوولتاییک برای اماکن مسکونی (نوع پشت بامی)، ۱۳۹۵.

-استاندارد ملی شماره ۱۷۳۹۲ با عنوان "راهنمای پیش گیری از آتش سوزی پانل ها، ماژول ها و سامانه های فتوولتاییک"

- سازمان بهره وری انرژی ایران، پیاده‌سازی سیستم مدیریت HSE در نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زمستان ۱۳۹۴.

- روزنامه رسمی ۱۳۹۶/۲/۴،آیین نامه ایمنی در عملیات انتقال برق

- آیین نامه حفاظت و بهداشت کار، آیین نامه کار در ارتفاع

omoorepeyman.ir

- آیین نامه حفاظت و بهداشت کار، آیین نامه بهداشتی حمل بار دستی

- آیین نامه حفاظت و بهداشت کار، آیین نامه حفاظتی تاسیسات و وسایل الکتریکی در کارگاه‌ها

- آیین نامه حفاظت و بهداشت کار، آیین‌نامه پیش‌گیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها

- آیین نامه وسایل حفاظت انفرادی موسسه کار و تامین اجتماعی

- مرکز تحقیقات و تعلیمات حفاظت و بهداشت کار، وزارت کار و امور اجتماعی، دستورالعمل و راهنمای بررسی ایمنی آسانسورها، ۱۳۸۸.

- کتابچه آموزش شناسایی خطرات و ارزیابی ریسک برای مسئولین ایمنی کارگاه ها، معاونت روابط کار وزارت تعاون، کار و رفاه اجتماعی،۱۳۹۶.

- استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۵۵۰، طراحی سازه و نصب آرایه فتوولتاییک برای اماکن مسکونی (نوع پشت بامی)، ۱۳۹۵

- استاندارد ملی ایران شماره ۲۱۵۶۸، راهنمای طراحی سازه‌های آرایه فتوولتاییک، ۱۳۹۵.

-استاندارد ملی ایران شماره ۱۰۳۰۰، تجهیزات حفاظت فردی در برابر سقوط از ارتفاع -ابزار جاذب انرژی.، ۱۳۸۶.

- استاندارد ملی ایران شماره ۱-۶۲۱۶، حفاظت در برابر ضربه الکترومغناطیسی ناشی از صاعقه، قسمت اول: اصول کلی، ۱۳۸۱.

- شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)، استاندارد سیستم اتصال زمین شبکه های توزیع، ۱۳۷۴.

- سازمان مدیریت و برنامه ریزی کشور، راهنمای طراحی سیستم‌های فتوولتاییک به منظور تامین انرژی الکتریکی به تفکیک اقلیم و کاربری، ضابطه شماره ۶۶۷، ۱۳۹۳.

omoorepeyman.ir

پیوست

omoorepeyman.ir

براساس مصوبه سازمان حفاظت محیط زیست، رئوس و سرفصل گزارش ارزیابی (EIA) طرح‌ها و پروژه‌های مشمول ارزیابی اثرات زیست محیطی در برگیرنده موارد زیر حداکثر در ۱۰۰ صفحه می‌باشد:

۱-چکیده غیرفنی: شامل نوع و ویژگی‌های پروژه، گزینه‌های موجود، خلاصه‌ای از وضعیت موجود محیط زیست، آثار مهم طرح بر محیط زیست و برنامه‌های پیشگیری کاهش و کنترل آثار نامطلوب و نتیجه‌گیری از ارزیابی زیست محیطی (حداکثر تا ۵ صفحه)

۲- تشریح طرح یا پروژه پیشنهادی (حداکثر تا ۲۰ صفحه)

۲-۱- عنوان طرح

۲-۲- اهداف، نیازها و ضرورت‌های طرح

۲-۳- جایگاه طرح در برنامه‌ها و سیاست‌های کلی مملکت

۲-۴- قوانین، مقررات و استانداردهای زیست محیطی مرتبط با طرح

۲-۵- موقعیت مکان پیشنهادی طرح (روی نقشه با ذکر فواصل از کلیه کاربری‌های موجود در منطقه)

۲-۶- گزینه‌های مکانی و فنی طرح

۲-۷- فازبندی کلی طرح (آماده‌سازی، ساخت و ساز، اجرا و بهره‌برداری و ...) برنامه‌های توسعه آتی

۲-۸- تشریح زیر فعالیت‌های طرح به تفکیک فاز احداث و بهره‌برداری

۲-۹- نمودار خط تولید، و تشریح فرآیندها برای واحدهای صنعتی و معدنی (تولیدی)

۲-۱۰-تأسیسات جانبی و پروژه‌ای پی‌آیند (احداث راه، اماکن و خدمات عمومی و...)

۲-۱۱-ویژگی‌های طرح در هر یک از گزینه‌ها و فازهای طرح شامل:

۲-۱۱-۱- ارائه ظرفیت تولید (در مورد طرح‌های صنعتی، معدنی و عمرانی تولیدی نظیر نیروگاه‌های برق آبی) و یا ارایه سطح خدمات‌رسانی برای طرح‌های عمرانی خدماتی (احداث راه، فرودگاه، خطوط انتقال گاز و...)

۲-۱۱-۲-تخمین کلی سرمایه‌گذاری ریالی و ارزی

۲-۱۱-۳- برآورد نوع و میزان مواد اولیه، محل تأمین و نحوه انتقال آن‌ها

omoorepeyman.ir

۲-۱۱-۴- برآورد نوع و میزان منابع (آب، انرژی، سوخت و ...) و موارد مصرف، محل تأمین و نحوه انتقال آن‌ها

۲-۱۱-۵- برآورد نیروی انسانی و محل تأمین

۲-۱۱-۶- برآورد و میزان محصولات اصلی و جانبی (برای طرح‌های تولیدی)

۳-تشریح مرحله آماده‌سازی و اقدامات زیر بنایی که منجر به تغییر و تخریب محیط‌زیست می‌شود به صورت فهرستی از خاکبرداری برداشت پوشش گیاهی، احداث استخر باطله، زهکشی، حفاری، انفجار، تغییر در مسیر آب‌های سطحی، محل تأمین منابع قرضه، احداث جاده و تأسیسات عمومی و خدماتی و (حداکثر تا ۴ صفحه)

۴-آلاینده‌ها و پسماندهای مهم تولید شده طی فرآیند و عملیات در هر یک از گزینه‌ها و فازهای طرح شامل :

آلاینده‌ها و پسماندهای تولید شده طی فرآیند و عملیات در هر یک از گزینه‌ها و فازهای طرح شامل آلاینده‌های هوا، فاضلاب‌های بهداشتی و صنعتی زایدات و ضایعات زباله، سر و صدا، ارتعاشات، پرتوها و ... (حداکثر تا ۵ صفحه)

۵- خطرات، سوانح و عدم ایمنی مرتبط با طرح در هر یک از گزینه‌ها و فازهای پیشنهادی شامل احتمال انفجار، نشت پیامدهای وقوع بلایای طبیعی و موارد غیر منتظره (حداکثر تا ۵ صفحه)

۶- تشریح وضعیت موجود محیط زیست منطقه

در زمینه‌های زیر پیش از اجرای طرح برای هر یک از گزینه‌های پیشنهادی (همراه با نقشه‌ها و ترجیحاً به صورت جداول و نمودارها حداکثر تا ۲۵ صفحه)

۶-۱- تعریف محدوده مطالعاتی و نمایش روی نقشه

۶-۲- محیط فیزیکی شامل موارد:

۶-۲-۱- خاکشناسی (نوع و قابلیت‌های کار، شیب، فرسایش و ...) آلودگی‌های خاک و منابع مهم آن‌ها

۶-۲-۲- زمین شناسی (مثل توپوگرافی، زلزله خیزی، رانش زمین و...)

۶-۲-۳- منابع آب (موقعیت، کیفیت و کمیت آبهای سطحی و زیرزمینی، وضعیت سطح ایستایی منطقه و رژیم-های سیلابی و کم آبی) آلودگی‌های آب و منابع مهم آن‌ها، مصارف فعلی منابع آب)

۶-۲-۴- هوا و اقلیم (وضعیت اقلیمی گلباد، نزولات، دما و تبخیر در دوره زمانی ۵ ـ ۱۰ ساله) آلودگی‌های هوا و منابع مهم آن‌ها

omoorepeyman.ir

۶-۲-۵- صدا و ارتعاشات (سطح صدا) آلودگی‌های صوتی و منابع مهم آن‌ها

۶-۳- محیط طبیعی و بیولوژیکی: زیستگاه‌های آبی و خشکی با ذکر لیست جوامع گیاهی و جانوری و گونه‌های نادر و با ارزش، مناطق ۴ گانه محیط زیست)

۶-۴- بهداشت و سلامت جامعه (با لحاظ نظرات دانشگاه علوم پزشکی ذیربط محل احداث پروژه)

۶-۵- محیط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی (جمعیت و ویژگی‌ها و تحولات آن، اشتغال، تسهیلات، آموزش، اعتقادات فرهنگی و مذهبی، میراث فرهنگی)

۶-۶- معرفی اجمالی سایر طرح‌های توسعه مصوب و یا در دست اجرای محدوده مطالعاتی (طرح‌های توسعه کشاورزی، صنعتی و خدماتی با نمایش موقعیت آن‌ها نسبت به محل اجرای طرح مورد نظر روی نقشه توپوگرافی سازمان جغرافیایی نیروهای مسلح)

۶-۷- تشریح کاربری اراضی محدوده مورد مطالعه و راهبردهای طرح‌های برنامه‌ریزی بالادست برای محدوده فوق‌الاشاره

۷- پیش‌بینی آثار و پیامدهای مثبت و منفی طرح (در طرحهای چند پروژه‌ای با تأکید بر اثرات تجمعی) برای هر یک از گزینه‌ها و فازهای پیشنهادی (حداکثر تا ۲۰ صفحه) به صورت زیر:

۷-۱- اثر بر محیط فیزیکی (توپوگرافی، خاک، ویژگیهای زمین‌شناسی، آب، هوا و اقلیم)

۷-۲- اثر بر محیط طبیعی و بیولوژیکی (جوامع گیاهی و جانوری، زیستگاه‌های آبی و خشکی)

۷-۳- اثر بر وضعیت بهداشت و سلامت جامعه (با لحاظ نظرات دانشگاه علوم پزشکی ذیربط محل احداث پروژه)

۷-۴- اثر بر محیط اجتماعی، اقتصادی، فرهنگی (جمعیت، اشتغال، مسکن، آموزش، اعتقادات فرهنگی و مذهبی، میراث فرهنگی و...)

۷-۵- اثر بر کاربری‌های اراضی و دیگر طرح‌های توسعه محدوده مطالعاتی

۸- تجزیه و تحلیل آثار کاربری‌ها و پیامدهای زیست محیطی طرح و استنتاج

۹- مدیریت و پایش زیست محیطی

omoorepeyman.ir

۹-۱- ارائه شیوه‌های پیشگیری کاهش و کنترل برای هر یک از آثار منفی زیست محیطی مرتبط با فعالیت‌های طرح (حداکثر تا ۱۰ صفحه)

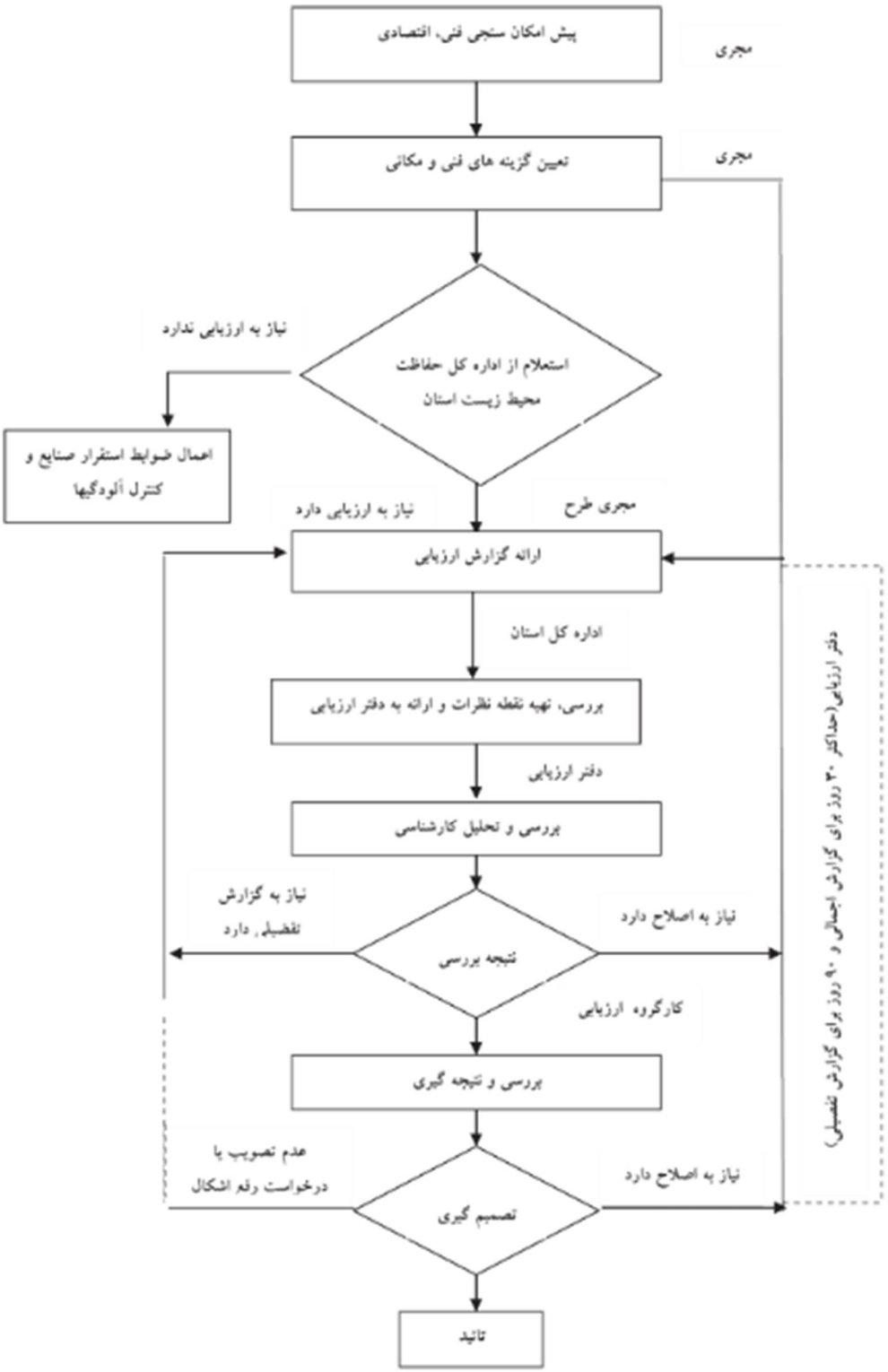
۹-۲- ارائه برنامه کلی مدیریت زیست محیطی برای اندازه‌گیری و پایش آثار زیست محیطی و بازرسی و نظارت بر حسن انجام اقدامات پیشنهادی کنترل و کاهش

۱۰- ارزیابی و مدیریت ریسک زیست محیطی (بر حسب ضرورت)

۱۱- منابع و مراجع مورد استفاده در تهیه گزارش ارزیابی اجمالی، ادارات سازمان‌های دولتی، اشخاص حقیقی و حقوقی

۱۲- نام و مشخصات، مسئولیت و تجربیات ارزیابی هر یک از مشاوران و تهیه‌کنندگان گزارش ارزیابی اجمالی

omoorepeyman.ir



شکل ۴: فرایند ارزیابی اثرات زیست محیطی در ایران

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Environmental, Health and Safety Guideline for Photovoltaic Solar Power Plants [No.785]

Authors & Contributors Committee:

Teeka Sohrab	SATBA	M.Sc. of Health, safety and Environment
Samira Maneshipour	SATBA	M.Sc. Industrial Engineering
Shirin bahar	SATBA	M.Sc. Environmental Design Engineering
Hamid reza Khadem	SATBA	M.Sc. of Environmental Management
Ali Hosseinzadeh	SATBA	M.Sc.Chemistry
Alireza Mahmoudpour	SATBA	M.Sc.Metallurgy Engineering

Supervisory Committee:

Reza samadi	SATBA	Director General Social, Economic, and Environmental study Office
Teeka sohrab	SATBA	Head of social study and risk management group
Reza amirnezad	MAPNA O&M Co	Manager of Health, Safety and Environment

Steering Committee (Plan and Budget Organization):

Alireza Toutounchi	Deputy of Technical and Executive Affairs Department
Farzaneh Agharamezanali	Head of Water & Agriculture Group, Technical and Executive Affairs Department
Mohamad Reza Talakoob	Expert in Electrical & Electronics Engineering, Technical and Executive Affairs Department
Seyed Vahidedin Rezvani	Expert, Technical and Executive Affairs Department

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Abstract

This publication, entitled "Environmental, Health and Safety Guidelines for Photovoltaic Power Plants", has been developed to introduce identifying, controlling and reducing the issues of Photovoltaic power plants in the field of environment, health and safety with two appendices, included: Concepts, Responsibilities and general methods to reduce the effects of Photovoltaic power plants.

omoorepeyman.ir

omoorepeyman.ir

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Environmental, Health and Safety Guideline for Photovoltaic Solar Power Plants

No. 785

Last Edition: 01-11-2020

Ministry of Energy
Deputy of Technical, Infrastructure and Production Affairs

Department of Technical & Executive affairs, Consultants and Contractors

nezamfanni.ir

Renewable Energy and Energy Efficiency Organization (SATBA)

Social, Economic and Environmental Studies Office

http://satba.gov.ir

2020

omoorepeyman.ir

این ضابطه

با عنوان «دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های خورشیدی » در راستای معرفی و آشنایی با شناسایی، کنترل و کاهش مسایل نیروگاه‌های خورشیدی-فتوولتاییک در حوزه محیط زیست، بهداشت و ایمنی و یک پیوست تدوین شده است که شامل: مفاهیم، مسئولیت‌ها و روش‌های کلی برای کاهش اثرات نیروگاه‌های خورشیدی می‌باشد.

omoorepeyman.ir