

جمهوری اسلامی ایران
سازمان برنامه و بودجه کشور

دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه های بادی

ضابطه شماره ۷۶۲

سازمان انرژی های تجدید پذیر و بهره وری انرژی برق
دفتر مطالعات اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی
<http://satba.gov.ir>

معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی
امور نظام فنی و اجرایی
nezamfanni.ir

شماره:	۹۷/۴۷۰۹۴	بخشنامه به دستگاه‌های اجرایی، مهندسان مشاور و پیمانکاران
تاریخ:	۱۳۹۷/۰۲/۰۸	

موضوع: دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های بادی

در چارچوب نظام فنی و اجرایی یکپارچه کشور موضوع ماده (۳۴) قانون احکام دائمی برنامه‌های توسعه کشور و ماده (۲۳) قانون برنامه و بودجه و مواد (۶) و (۷) آیین‌نامه استانداردهای اجرایی طرح‌های عمرانی - مصوب سال ۱۳۵۲، به پیوست ضابطه شماره ۷۶۲ امور نظام فنی و اجرایی، با عنوان «**دستورالعمل محیط زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های بادی**» از نوع گروه سوم ابلاغ می‌شود.

رعایت مفاد این ضابطه در صورت نداشتن ضوابط بهتر، از تاریخ ۱۳۹۷/۰۷/۰۱ الزامی است.

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

محمد باقر نوبخت

اصلاح مدارک فنی

خواننده گرامی:

امور نظام فنی و اجرایی معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی سازمان برنامه و بودجه کشور، با استفاده از نظر کارشناسان برجسته مبادرت به تهیه این نشریه کرده و آن را برای استفاده به جامعه‌ی مهندسی کشور عرضه نموده است. با وجود تلاش فراوان، این اثر مصون از ایرادهایی نظیر غلط‌های مفهومی، فنی، ابهام، ابهام و اشکالات موضوعی نیست. از این‌رو، از شما خواننده‌ی گرامی صمیمانه تقاضا دارد در صورت مشاهده هر گونه ایراد و اشکال فنی، مراتب را بصورت زیر گزارش فرمایید:

۱- در سامانه مدیریت دانش اسناد فنی و اجرایی (سما) ثبت‌نام 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 نظرخواهی این نشریه مراجعه فرمایید.

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

۵- ایراد مورد نظر را بصورت 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 و اجرایی

Email: nezamfanni @mporg.ir

web: nezamfanni.ir

پیشگفتار

با توجه به رشد روزافزون مصرف انرژی و محدود بودن ذخایر انرژی فسیلی و از طرف دیگر آلاینده‌های ناشی از مصرف این نوع سوخت، کشور ایران نیز مانند سایر کشورهای در حال توسعه برای دستیابی به انرژی‌های تجدیدپذیر برنامه‌ریزی نموده است. به طوری که انتظار می‌رود تا پایان برنامه ششم توسعه میزان دستیابی کشور به این نوع انرژی به ۵۰۰۰ مگاوات برسد. اما این صنعت نیز مانند سایر صنایع در مرحله ساخت و بهره‌برداری نیاز به رعایت الزامات محیط‌زیست 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 بادی» را با هماهنگی امور نظام فنی و اجرایی 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 طرح‌های عمرانی 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 و اجرایی 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. به همین منظور و برای تسهیل در پیدا کردن آخرین ضوابط ابلاغی معتبر، در بالای صفحات، تاریخ تدوین مطالب آن صفحه درج شده است که در صورت هرگونه تغییر در مطالب هر یک از صفحات، تاریخ آن نیز اصلاح خواهد شد. از این‌رو همواره مطالب صفحات دارای تاریخ جدیدتر معتبر خواهد بود.

بدین وسیله معاونت فنی، امور زیربنایی و تولیدی از تلاش‌ها و جدیت رئیس محترم امور نظام فنی و اجرایی جناب آقای مهندس غلامحسین حمزه مصطفوی و کارشناسان محترم امور نظام فنی و اجرایی و متخصصان همکار در امر تهیه و نهایی نمودن این ضابطه تشکر و قدردانی می‌نماید.

حمیدرضا عدل

معاون فنی، امور زیربنایی و تولیدی

بهار ۱۳۹۷

تهیه و کنترل «دستورالعمل محیط‌زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های بادی»

[شماره ضابطه ۷۶۲]

اعضای گروه تهیه‌کننده:

تیکا سهراب	ساتبا	فوق لیسانس بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
رضا صمدی	ساتبا	دکترای مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست
حمید رضا خادم	ساتبا	فوق لیسانس مدیریت و برنامه‌ریزی محیط‌زیست
علی حسین زاده	ساتبا	فوق لیسانس شیمی
سمیرا منشی پور	ساتبا	فوق لیسانس مهندسی صنایع
علی‌رضا محمود پور	ساتبا	فوق لیسانس مهندسی متالوژی
یوسف فقیه ثمرین	ساتبا	لیسانس مهندسی مکانیک
مهدی فراشی	ساتبا	فوق لیسانس مهندسی مواد و متالوژی

اعضای گروه نظارت و تدوین نهایی:

رضا امیر نژاد	شرکت مپنا	فوق لیسانس بهداشت، ایمنی و محیط‌زیست
---------------	-----------	--------------------------------------

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

علیرضا توتونچی	معاون امور نظام فنی و اجرایی
فرزانه آقا رمضانعلی	رییس گروه امور نظام فنی و اجرایی
محمد رضا طلاکوب	کارشناس برق و الکترونیک، امور نظام فنی و اجرایی

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۱	مقدمه
۳۵	فصل اول - کلیات
۵	۱-۱- تعاریف
۷	۱-۲- مسوولیت‌ها
۹	فصل دوم- اثرات نیروگاه‌های بادی و راهکارهای مدیریتی
۱۱	۱-۲- محیط‌زیست
۱۲	۱-۱-۲- منظر و تاثیرات بصری
۱۳	۱-۲-۲- صدا
۱۴	۱-۲-۳- تنوع زیستی
۱۸	۱-۲-۴- اثر سایه روشن/ سوسو زدن سایه
۱۹	۱-۲-۵- کیفیت آب
۲۰	۲-۲- بهداشت و ایمنی شغلی
۲۰	۱-۲-۲- کار در ارتفاع و جلوگیری از سقوط اشیا
۲۱	۲-۲-۲- کار روی آب
۲۲	۲-۲-۳- کار در مناطق دورافتاده
۲۳	۲-۲-۴- عملیات بار برداری
۲۴	۲-۳- الزامات عمومی
۲۴	۲-۳-۱- چارت سازمانی
۲۴	۲-۳-۲- الزامات آموزشی
۲۵	۲-۳-۳- ارزیابی ریسک
۲۶	۲-۳-۴- سیستم‌های اعلام و اطفای حریق
۲۶	۲-۳-۵- مقاوم‌سازی در برابر زلزله
۲۶	۲-۳-۶- سیستم اتصال به زمین و حفاظت در برابر صاعقه
۲۶	۲-۳-۷- پروانه کار
۲۶	۲-۳-۸- تعمیر و نگهداری
۲۷	۲-۴- ایمنی و سلامت جامعه

فهرست مطالب

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۲۷	۲-۴-۱- پرتاب پره و یخ
۲۸	۲-۴-۲- هواپیمایی
۲۹	۲-۴-۳- ایمنی و دریانوردی
۳۰	۲-۴-۴- تداخل الکترومغناطیسی
۳۱	۲-۴-۵- دسترسی عمومی
۳۱	۲-۴-۶- حمل بار غیرعادی (حمل و انتقال تجهیزات)
۳۳	فصل سوم - پایش شاخص‌های دوره اجرا (بهره‌برداری)
۳۵	۳-۱- محیط‌زیست
۳۵	۳-۱-۱- دستورالعمل‌های انتشار آلاینده‌ها (پساب‌ها و آلاینده‌های آب و خاک)
۳۵	۳-۱-۲- پایش صدا
۳۵	۳-۱-۳- پایش محیط‌زیست
۳۵	۳-۱-۴- پایش تنوع زیستی در مرحله بهره‌برداری
۳۶	۳-۲- بهداشت و ایمنی شغلی
۳۶	۳-۲-۱- دستورالعمل‌های بهداشت و ایمنی شغلی
۳۷	۳-۲-۲- نرخ حوادث و مرگ و میر
۳۷	۳-۲-۳- پایش ایمنی و بهداشت حرفه‌ای
۳۹	پیوست ۱
۴۵	پیوست ۲
۵۱	منابع و مراجع

فهرست شکل‌ها

<u>صفحه</u>	<u>عنوان</u>
۴۲	شکل پ.۱-۱- اجزای تشکیل دهنده یک مزرعه بادی در خشکی
۴۲	شکل پ.۱-۲- اجزای ساختار نوعی توربین بادی
۴۴	شکل پ.۱-۳- اجزای تشکیل دهنده نیروگاه‌های بادی
۵۰	شکل پ.۱-۲- فرایند ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در ایران

مقدمه

براساس سیاست‌های وزارت نیرو برای نصب و توسعه نیروگاه‌های بادی (نصب ۵۰۰۰ مگاوات نیروگاه تجدیدپذیر در طول برنامه ششم توسعه)، سازمان انرژی‌های تجدیدپذیر و بهره‌وری انرژی برق (ساتبا) با توجه به وظیفه حاکمیتی برای نظارت بر احداث و بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر اقدام به تهیه این دستورالعمل برای به حداقل رساندن حوادث و پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی، بهداشتی و ایمنی ناشی از تولید انرژی در نیروگاه‌های بادی نمود. گرچه انرژی باد در زمره انرژی‌های پاک و بدون انتشار آلودگی^۱ (در مرحله بهره‌برداری) محسوب می‌شوند ولی مانند هر صنعت دیگری بر روی محیط‌زیست اثر گذار است. البته این اثرات نسبت به روش تولید برق حرارتی بسیار کم‌تر است. اما لازم است در مرحله برنامه‌ریزی جهت احداث این نوع نیروگاه‌ها، اثرات آن به ویژه بر روی گونه‌های خاص جانوری مورد توجه قرار گیرد و برای کاهش اثرات تصمیم‌گیری شود. 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 زیست‌محیطی، بهداشتی و ایمنی ناشی از تولید انرژی در نیروگاه‌های بادی می‌باشد.

- دامنه کاربرد

این دستورالعمل، اطلاعات مرتبط با جنبه‌های محیط‌زیستی، بهداشتی و ایمنی نیروگاه‌های بادی واقع در خشکی و دریا را شامل می‌شود. این دستورالعمل باید از مرحله امکان‌سنجی و ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و همچنین در طول مراحل ساخت و ساز و عملیات بهره‌برداری برای تاسیسات انرژی باد مورد استفاده قرار گیرد. پیوست شماره یک حاوی شرح کامل فعالیت‌های صنعتی برای این بخش است. مسایل مربوط به EHS ساخت و بهره‌برداری خطوط انتقال در دستورالعمل‌های EHS برای انتقال و توزیع نیروی برق ارائه گردیده است.

فصل ۱

کلیات

۱-۱- تعاریف

accident	حادثه
	رویدادی است که منجر به مصدومیت، بیماری، مرگ و یا خسارت به اموال شود.
Beneficiary party	طرف ذینفع
	فرد یا گروهی که به عملکرد EHS مرتبط می‌شود یا از آن تاثیر می‌پذیرد.
Environment	محیط زیست
	محیطی شامل هوا، آب، خاک، منابع طبیعی، گیاهان، جانوران، انسان‌ها و روابط متقابل بین آن‌ها که سازمان در آن فعالیت می‌کند. این محیط، از سازمان تا کل دنیا را شامل می‌شود.
Competence	صلاحیت
	توانایی انجام یک کار مشخص مطابق با استانداردهای کاری
Contingency plan	طرح اقتضایی
	یک طرح از پیش برقرار شده برای کاهش اثرات ناشی از بروز یک وضعیت غیرمعمول که پتانسیل ایجاد آسیب را داشته باشد.
Corrective Action	اقدام اصلاحی
	اقدامی که به منظور حذف یک عدم انطباق کشف شده صورت می‌پذیرد.
Cumulative effects	اثرات تجمعی
	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.
Environmental Aspect	جنبه محیط‌زیستی
	بخشی از فعالیت‌ها یا محصولات یا خدمات یک سازمان که بتواند با محیط‌زیست تاثیر متقابل داشته باشد.
Environmental Consequences	پیامد محیط‌زیستی
	هر تغییری در محیط‌زیست اعم از مطلوب یا نامطلوب، که تمام یا بخشی از آن ناشی از جنبه‌های محیط‌زیستی یک سازمان باشد.

Environmental Risk	ریسک محیط‌زیستی
ترکیبی از احتمال رخداد یک جنبه محیط‌زیستی و وخامت پیامد ناشی از آن، خواه این پیامد به صورت تدریجی رخ دهد و یا فاجعه‌بار باشد.	
Environment, Health and Safety (EHS)	محیط‌زیست، بهداشت و ایمنی
Emergency situation	شرایط اضطراری
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 درگیر می‌شوند و وسعت مقابله با شرایط اضطراری، بستگی به شدت حادثه دارد.	
Hazard	خطر
منبع، وضعیت و یا اقدامی که پتانسیل آسیب، به صورت 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 به موجب آن اتفاق پدید آید.	
Incident	رویداد
اتفاق مرتبط با کار که به موجب آن یک مصدومیت، بیماری یا مرگ‌ومیر (صرف نظر از وخامت آن)، مرگ و یا خسارت به اموال رخ داده یا بتواند رخ دهد.	
Near Miss	شبه حادثه
رویدادی که به موجب آن مصدومیت، بیماری یا مرگ‌ومیر یا خسارت به اموال رخ ندهد، به عنوان 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: استانداردهای کاری، دستورالعمل‌های تخصصی، روش‌های اجرایی، الزامات قانونی الزامات قیدشده در این طرح EHS	

Occupational Disease**بیماری شغلی**

شرایط قابل تشخیص و نامطلوب جسمی یا ذهنی (روحی) که از یک فعالیت کاری و یا محیط کار ناشی می‌شود و یا بر اثر 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.

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 غیرمفید سازد.

Work Permit**پروانه کار**

فرم مخصوصی است که به وسیله مقام مسوول 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. در ضمن در این فرم اقدامات ایمنی تکمیلی نیز که بایستی توسط کارکنان انجام گردد، ذکر و تصریح می‌شود. **پیمانکار EPC:** پیمانکاری که مسوولیت احداث (طراحی، تامین و تجهیز، نصب و راه اندازی) نیروگاه بادی را بر عهده دارد. **مالک یا سرمایه گذار:** فردی است حقیقی / حقوقی که تامین اعتبار و بودجه لازم برای ساخت نیروگاه بادی را بر عهده داشته و از نظر حقوقی مالک نیروگاه شناخته می‌شود.

۱-۲- مسوولیت‌ها

- **پیمانکار EPC:** رعایت الزامات و استانداردهای EHS در زمان طراحی، تامین و تجهیز، احداث و راه اندازی
- **پیمانکار بهره‌بردار:** مسوولیت رعایت الزامات و استانداردهای EHS در زمان بهره‌برداری، نگهداری، بازدیدهای دوره‌ای و تعمیرات اساسی
- **مالک:** مسوولیت نظارت بر رعایت الزامات EHS توسط پیمانکاران EPC و بهره‌بردار
- **ساتبا:** مسوولیت نظارت عالیه بر اجرای الزامات حاکمیتی، قانونی مرتبط با EHS در نیروگاه‌های بادی توسط مالک را بر عهده دارد.

فصل ۲

اثرات نیروگاه‌های بادی و راهکارهای

مدیریتی

در این بخش خلاصه‌ای از مسایل مربوط به EHS تاسیسات نیروگاه‌های باد همراه با توصیه‌های مدیریتی آن‌ها ارائه می‌شود. همان‌طور که در معرفی عمومی دستورالعمل EHS توضیح داده شده است، رویکرد کلی به مدیریت مسایل EHS باید در صورت امکان در چرخه پروژه، از جمله در انتخاب مکان نیروگاه بادی، در نظر گرفته شود تا اثرات نامطلوب بالقوه به حداقل برسد. کما این که، بسیاری از اثرات EHS مرتبط با انرژی باد ممکن است با انتخاب دقیق مکان نیروگاه بادی، تقلیل یابد.

۲-۱- محیط زیست

فعالیت‌های ساخت و ساز برای تاسیسات انرژی باد معمولاً شامل پاکسازی زمین برای آماده‌سازی سایت و راه‌های دسترسی می‌باشد. فعالیت‌های اصلی مرحله ساخت عبارتند از: حفاری و بتن‌ریزی؛ فعالیت جرثقیل برای تخلیه و نصب تجهیزات؛ ساخت و نصب زیرساخت‌های مرتبط؛ نصب و راه اندازی هادی‌های سربار یا مسیرهای کابل (روی زمین و زیر زمین) و راه اندازی تجهیزات جدید. همچنین عملیات جمع‌آوری سایت ممکن است شامل حذف زیرساخت‌های پروژه و بازسازی محل باشد.

اثرات زیست‌محیطی مربوط به ساخت و ساز، بهره‌برداری و جمع‌آوری تاسیسات انرژی باد می‌تواند شامل اثرات فیزیکی روی محیط (مانند سر و صدا یا تاثیر بصری) و تنوع زیستی (موثر بر پرندگان و خفاش‌ها) باشد. با توجه به این که معمولاً سایت‌های نیروگاه‌های بادی در مکان‌های دور از دسترس واقع شده‌اند، در طول ساخت و ساز سایت، پیمانکاران و مجریان پروژه با چالش‌های تدارکاتی نظیر حمل و نقل سازه‌های بلند، سخت و سنگین مانند پره‌ها و ناسل توربین مواجه هستند. ساخت جاده‌های دسترسی در مناطق بکر و نسبتاً دست نخورده برای حمل و نقل تجهیزات باد به نقاط دور افتاده ممکن است منجر به بروز اثرات نامطلوب زیست‌محیطی و اثرات منفی بر تنوع زیستی گردد.

مسایل محیط‌زیستی مربوط به مرحله ساخت، بهره‌برداری و جمع‌آوری تاسیسات و امکانات پروژه نیروگاه‌های بادی عبارتند از:

- آلودگی منظر و اثرات بصری
- سر و صدا
- تنوع زیستی
- چشمک زدن سایه/ سوسو زدن سایه
- کیفیت آب

با توجه به ماهیت تاسیسات انرژی باد، بخش محیط‌زیست ممکن است با سایر بخش‌های محیطی و اجتماعی دارای اثرات تجمعی باشد. ارزیابی اثرات تجمعی تاسیسات انرژی باد در نزدیکی مناطق حساس مانند مناطقی که از ارزش تنوع زیستی بالایی برخوردار هستند، بسیار مهم است.

۲-۱-۱- منظر و تاثیرات بصری

محل تاسیسات انرژی باد، به ویژه اگر در نزدیکی مناطق مسکونی باشد و یا از مکان‌های گردشگری و تفریحی قابل مشاهده باشد، ممکن است بر روی چشم انداز این مناطق تاثیر بگذارد. تاثیرات بصری مربوط به نیروگاه‌های بادی عموماً مربوط به توربین‌های نصب شده و خصوصیات آن‌ها از قبیل رنگ، ارتفاع و تعداد توربین‌ها است. برخی از این تاثیرات ممکن است از اثر متقابل تاسیسات نیروگاه‌های بادی با چشم انداز طبیعی اطراف آن و یا چشم انداز دریایی به وجود آید.

اثرات توربین‌های بادی بر روی مناطق حفاظت شده و شناخته شده ملی و بین‌المللی که دارای تنوع زیستی و ویژگی‌های منحصر به فرد میراث فرهنگی می‌باشند باید مورد توجه ویژه قرار گیرد و پیشنهاد می‌گردد در مرحله ارزیابی و مشاوره نقشه‌های بصری این مناطق تهیه شده و از مناظر مهم آن عکس‌برداری گردد. به منظور کاهش تبعات منفی نیروگاه‌های بادی بر چشم انداز و آلودگی بصری مناطق اطراف، بهترین کار قرار دادن و طراحی زیرساخت‌های مربوط به انتقال برق و اطلاعات در مسیرهای دسترسی زیرزمینی است. توجه به طرح، اندازه و مقیاس توربین در ارتباط با چشم انداز اطراف و طبیعت دریایی و گیرنده‌های بصری اطراف (مانند ساکنان مناطق مسکونی / مناطق تفریحی) الزامی است.

همچنین باید به توربین‌های نزدیک به شهرک‌ها، مناطق مسکونی و دیگر گیرنده‌های بصری توجه شود تا در صورت امکان اثرات بصری و تاثیرات آن بر مناطق مسکونی به حداقل برسد. سایر عواملی که می‌توان برای به حداقل رساندن اثرات بصری در نظر گرفت، عبارتند از:

- توجه به جامعه ورودی (کارکنان غیربومی و خانواده‌های آن‌ها) به طرح و تاسیسات انرژی باد.
- حفظ اندازه و طراحی یکنواخت توربین (به عنوان مثال نوع توربین و برج و همچنین ارتفاع).
- مطابقت با استانداردهای خاص موجود در کشور سازنده توربین، برای حمل و نقل هوایی / دریایی و الزامات زیست‌محیطی (به بخش بهداشت و ایمنی جامعه مراجعه شود).
- با کاهش زیرساخت‌های سایت، از جمله تعداد جاده‌ها، دفن خطوط و پست‌های برق، اجتناب از انباشت مواد حفاری یا بقایای ساخت و ساز، حذف یا انتقال توربین‌های غیر قابل استفاده، ساختارهای جانبی را در سایت کاهش داد.
- برای مقابله با فرسایش خاک ناشی از عملیات پاک‌تراشی زمین‌ها باید بلافاصله بذر گونه‌های محلی روی زمین پاشیده شوند.

۲-۱-۲- صدا

۲-۱-۲-۱- صدا در مرحله ساخت

برای محافظت از ساکنان محلی باید سر و صدای مرحله ساخت محدود و کنترل شود. فعالیت‌هایی که سبب تولید سر و صدا می‌شوند عبارتند از: عملیات انفجار، حفاری، ساخت جاده‌ها و حمل و نصب توربین‌ها. در محیط‌های دریایی سر و صدا و ارتعاش ناشی از ساخت و سازهای دریایی، مانند عملیات اجرای فوندانسیون، می‌توانند بر زندگی جانوران دریایی تاثیر بگذارد. تاثیرات زیست‌محیطی حاصل از انتشار صدا در زیر دریا بسته به ویژگی ساحل و حساسیت گونه‌های دریایی می‌توانند متفاوت باشند. بنابراین باید با ارزیابی مشخص شود کجا و چه زمانی سر و صدای زیر آب بر زندگی جانوران دریایی تاثیر می‌گذارد و اقدامات مناسب برای مقابله با آن تعیین و اجرا گردد.

۲-۲-۱-۲- صدا در مرحله بهره‌برداری

توربین‌های بادی با مکانیزم‌های مختلفی صدا تولید می‌کنند که می‌توانند تقریباً به منابع مکانیکی و آیرودینامیکی تقسیم‌بندی شوند. مکانیزم‌های اصلی عبارتند از:

گیربکس، ژنراتور و موتورهای گردشی^۱، که هر کدام صداها را تولید می‌کنند. سایر سیستم‌های مکانیکی، مانند فن‌ها و موتورهای هیدرولیک، نیز می‌توانند منجر به انتشار صدا شوند. صدای مکانیکی توسط سطح توربو و توسط حفره‌ها در موتورخانه^۲ منتشر می‌شود. تلاقی هوا با پره‌های توربین موجب ایجاد سر و صدای آیرودینامیکی از طریق فرآیندهای مختلف می‌شود، زیرا هوا از بین پره‌های عبور می‌کند.

ارزیابی تاثیرات صدا باید طبق اصول زیر انجام شود:

- گیرنده با توجه به حساسیت محیطی (انسان، دام و یا حیات وحش) انتخاب شود.
- مدل‌سازی مقدماتی باید برای میزان تحقیقات مورد نیاز پروژه انجام شود. مدل‌سازی مقدماتی می‌تواند به صورت ساده (به عنوان مثال، انتشار صدا از نقطه منبع در تمام جهات یکسان فرض شود) انجام شود. مدل‌سازی مقدماتی نیروگاه‌های بادی باید بر روی گیرنده‌های حساس در فاصله ۲۰۰۰ متری از این تاسیسات متمرکز شود.
- اگر مدل اولیه مشخص کند که سر و صدای توربین در طول روز و شب با سرعت ۱۰ متر در ثانیه (m/s) در ارتفاع ۱۰ متری از سطح زمین برای ۹۰ درصد اندازه‌گیری‌ها (LA90) بر تمام گیرنده‌های حساس ۳۵

1- Yaw Motors

2- Nacelle Housing

- دسی بل باشد، این مدل‌سازی اولیه به اندازه کافی برای ارزیابی اثر نویز کافی خواهد بود. در غیر این صورت توصیه می‌شود مدل‌سازی دقیق‌تر انجام شود که ممکن است شامل اندازه‌گیری سر و صدای محیطی نیز باشد.
- لازم است برای اندازه‌گیری صدای زمینه در نبود توربین‌های بادی، اندازه‌گیری صوت بر اساس سر و صدای محیط در نزدیکی هریک از توربین‌ها انجام شود. این اندازه‌گیری باید برای یک یا چند گیرنده حساس به سر و صدا انجام شود. اغلب گیرنده‌های بحرانی آن‌ها بی هستند که به تاسیسات انرژی باد نزدیک‌تر هستند، اما اگر نزدیک‌ترین گیرنده به سایر منابع تولیدکننده سر و صدا نیز نزدیک باشد، لازم است که گیرنده دیگری انتخاب باشد.
 - سر و صدای زمینه در فاصله زمانی ۱۰ دقیقه در ارتفاع ۱۰ متری اندازه‌گیری می‌شود. حداقل پنج مورد از این اندازه‌گیری‌های ۱۰ دقیقه‌ای باید برای سرعت باد ۱۲ متر بر ثانیه انجام شده باشد.
 - حد مجاز آلودگی صوتی براساس ماده ۲ آیین‌نامه اجرایی نحوه جلوگیری از آلودگی صوتی برای روز (۷ صبح تا ۱۰ شب) ۷۰ دسی بل و برای شب (۱۰ شب تا ۷ صبح) ۶۰ دسی بل می‌باشد.

۲-۱-۳- اقدامات مقابله با سر و صدا

- اقدامات پیشگیرانه و کنترلی سر و صدا به طور عمده مربوط به طراحی استاندارد و محل نصب مناسب توربین است. با توربین‌های مدرن، نویز مکانیکی معمولاً به طور قابل توجهی کم‌تر از نویز آیرودینامیکی است و بهبود مستمر در طراحی پره‌ها باعث کاهش سرعت آن نمی‌شود.
- توصیه‌های بیش‌تر برای کنترل سر و صدا شامل موارد زیر می‌باشد:
- به کارگیری توربین‌ها در حالت کاهش سر و صدا.
 - به کارگیری دیوار (دیوارهای پیش ساخته یا ساخت دیوار) به عنوان مانع مناسب در اطراف ساختمان‌های مستعد آسیب (مانند ساختمان‌های اداری یا مسکونی).
 - توربین‌هایی که به دلیل سرعت بالای باد سر و صدای تولید شده از آن‌ها غیر قابل قبول است، باید تعلیق شوند.
 - در بخش اقدامات اصلاحی مربوط به تنوع زیستی گزینه‌های کاهش سر و صدای گیرنده‌های اکولوژیکی در محیط دریایی ارائه گردیده است.

۲-۱-۳- تنوع زیستی

نیروگاه‌های بادی، در مراحل ساخت و ساز، بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری و جمع‌آوری تاسیسات، توانایی ایجاد اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر روی تنوع زیستی مناطق خشکی و دریایی را دارند. نمونه‌هایی از اثرات شامل مرگ و میر ناشی از برخورد پرندگان و خفاش‌ها با پره‌های توربین است. جابجایی حیات وحش؛ تبدیل/تخریب زیستگاه؛ حساسیت پستانداران دریایی نسبت به سر و صدای تاسیسات نیروگاه‌های بادی دریایی از دیگر اثرات این تاسیسات می‌باشد. در

محیط‌های دریایی، کفزیان جذب ساختارهای جدید می‌شوند که می‌تواند روی زیستگاه‌های موجود تاثیرگذار باشد و گونه‌های جدید، مانند حلزون‌ها، صدف‌ها، مرجان‌ها و پوشش‌های گیاهی زیر آب را جذب زیستگاه کنند. محل فعالیت توربین‌ها ممکن است مسیر حرکت روزانه خفاش‌ها و پرندگان را تغییر دهد. مکان‌یابی سایت مناسب از اثرات نامطلوب بر تنوع زیستی جلوگیری نموده و اثرات را به حداقل می‌رساند. انتخاب سایت باید شامل موارد زیر باشد:

- توجه به عدم مجاورت تاسیسات انرژی بادی پیشنهادی به مناطق دارای ارزش تنوع زیستی بالا. غربالگری اولیه انتخاب محل پروژه در سطح کلان و محدوده اولویت‌ها می‌تواند ارزیابی را بهبود بخشیده، در نتیجه سبب کاهش تاثیرات و تحمیل هزینه‌های غیر ضروری بر روی تنوع زیستی در آینده شود.
- با توجه به محل تاسیسات دریایی، کنترل و بازنگری زیستگاه‌های مهم جانوران دریایی، به ویژه ماهی‌ها، پستانداران دریایی و لاک‌پشت‌های دریایی (مانند مناطق تغذیه، پرورش و زاد و ولد) و سایر زیستگاه‌ها به عنوان محل زندگی بچه‌ها/نوزادها، صدف‌های کفزی الزامی است.
- مشاوره با سازمان حفاظت محیط‌زیست و یا سایر سازمان‌های زیست‌محیطی بین‌المللی به انتخاب سایت مناسب برای تاسیسات بادی در خشکی و دریا کمک خواهد نمود.

۲-۱-۳-۱- ارزیابی قبل از ساخت

براساس مصوبه جلسه مورخ ۱۳۹۵/۱۲/۲۴ شورای عالی حفاظت محیط‌زیست، نیروگاه‌های بادی با ظرفیت بیش از ۱۰۰ مگاوات مشمول طرح ارزیابی اثرات زیست‌محیطی می‌باشند. در «پیوست ب» روروس و سرفصل گزارشات ارزیابی اجمالی طرح‌های توسعه ارائه شده است.

پس از بررسی محدوده و موقعیت طرح، برای انجام ارزیابی اثرات زیست‌محیطی (EIA)، ممکن است اطلاعات مربوط به تنوع زیستی برای انتخاب سایت نهایی کافی نباشد. در این صورت بررسی تنوع زیستی، باید در اسرع وقت (به عنوان مثال هنگام نصب تجهیزات هواشناسی) برای فصل‌های مختلف سال صورت گیرد. بررسی تنوع زیستی بهتر است که به صورت دوره‌ای انجام شود تا بتواند برای طراحی و توسعه پروژه، با توجه به ارزش تنوع زیستی موجود در منطقه مفید واقع شود. در این نوع مطالعات باید موارد زیر در نظر گرفته شود:

- مسایل مربوط به سایت: توجه به زیستگاه‌ها، موقعیت جغرافیایی، توپوگرافی و مجاورت نیروگاه‌های بادی با مناطق دارای ارزش تنوع زیستی بالا.
- مسایل مربوط به گونه‌های خاص: باید گونه‌های گیاهی و جانوری دارای ارزش تنوع زیستی بالا، گونه‌های حفاظت شده (ملی یا بین‌المللی)، گونه‌های اندمیک و گونه‌هایی که در معرض خطر برخورد با تاسیسات نیروگاه‌های بادی هستند، مورد مطالعه قرار گیرند. به عنوان مثال، گونه‌هایی که در اثر افزایش شدت و یا چرخش باد، احتمال خطر برخورد با تاسیسات را دارند، عبارتند از پرندگان مهاجر و پرندگانی که به صورت گروهی پرواز می‌کنند و همچنین پرندگان شکاری و مهاجر. بعضی از گونه‌ها نیز ممکن است جذب تاسیسات

انرژی باد شوند، که می‌تواند خطر بالقوه برخورد را افزایش دهد. گونه‌هایی که در معرض خطر برخورد با خطوط و تاسیسات انتقال برق قرار دارند شامل پرندگان نسبتاً سنگین با محدودیت مانور می‌باشند (مانند خانواده عقاب‌ها و لک‌ها) و همچنین سایر گونه‌های پرنده.

وقتی که چندین مزرعه بادی در یک منطقه جغرافیایی مشابه و یا مناطق نزدیک با ارزش تنوع زیستی بالا واقع شده‌اند، توسعه دهندگان پروژه‌های بادی تشویق می‌شوند تا یک رویکرد هماهنگ برای نظارت استفاده نمایند. این روش مقرون به صرفه است، زیرا نظرسنجی‌ها می‌توانند به طور مشترک با هزینه‌های کم‌تر بین توسعه دهندگان، برنامه‌ریزی و اجرا شود. روش متداول و رویکرد رایج نیز به ارزیابی اثرات تجمعی کمک می‌کند. ارزیابی اثرات تجمعی باید در مواردی که چندین مزرعه بادی در نزدیکی مناطق دارای ارزش تنوع زیستی قرار دارند، انجام شود.

۲-۱-۳-۲- اقدامات اصلاحی (در خشکی)

جانمایی و انتخاب دقیق محل سایت، تاثیرات نامطلوب بر تنوع زیستی را کاهش خواهد داد. هر گونه اثرات جانبی قابل توجه به اقدامات کاهش مناسب نیاز دارد که می‌تواند شامل موارد زیر باشد:

- تعداد، اندازه و جانمایی توربین‌ها با توجه به خطرات و اثرات مربوط به هر محل، تغییر داده شود. تعداد محدود برج‌های بلند می‌تواند خطر برخورد بیش‌تر پرندگان را کاسته و پاک‌سازی پوشش گیاهی را برای ساخت و ساز کاهش دهند. مکان زیرساخت‌های مرتبط - مانند خطوط انتقال، پست‌ها، و جاده‌های دسترسی - نیز باید با توجه به خطر و تنوع زیستی ارزیابی شود.
- اگر تاسیسات انرژی باد در نزدیکی مناطق دارای تنوع و ارزش بیولوژیکی زیاد قرار داشته باشد، مدیریت توربین‌های فعال مانند محدود کردن و خاموش کردن باید به عنوان بخشی از استراتژی کاهش در نظر گرفته شود و به عنوان فاکتوری در مراحل اولیه مدل‌سازی مالی در نظر گرفته شود.
- از ایجاد ویژگی‌های محیطی مصنوعی (مانند پهنه‌های آبی، جایگاه نشستن یا لانه پرندگان، مناطق تغذیه جدید، زیستگاه‌ها و مناطق زادآوری) که می‌تواند پرندگان و خفاش‌ها را به تاسیسات نیروگاه‌های بادی جلب نماید؛ اجتناب شود.
- جلوگیری از جذب پرندگان به منابع غذایی، از قبیل محل جمع‌آوری زباله در داخل یا خارج از سایت، مراکز دفن زباله؛ بخصوص در زمانی که لاشخورها و سایر پرندگان مردارخوار وجود دارند. این نوع اقدامات کاهش ممکن است همراه با حصارکشی در اطراف تاسیسات انرژی باد باشد.
- تنظیم سرعت چرخش پره برای کاهش تلفات بالقوه برخورد پرندگان (به ویژه در صورت وجود گونه‌های خاص) در نظر گرفته شود. افزایش اندک در سرعت چرخش پره‌ها، ممکن است تاثیر بالقوه برای رسیدن به کاهش قابل توجهی در مرگ و میر پرندگان، با حداقل کاهش در تولید و یا بازده مالی داشته باشد.
- جلوگیری از «هرزگردی» (چرخش آزاد روتور در شرایط باد کم، هنگامی که توربین تولید برق نمی‌کند).

- در صورت امکان از منابع نور مصنوعی اجتناب شود. چراغ سفید دائمی باعث جذب طعمه (به عنوان مثال، حشرات) می‌شود، که به نوبه خود شکارچیان را جذب می‌کند. اگر از چراغ استفاده می‌شود، چراغ‌های قرمز یا سفید چشمک‌زن بهترین هستند. از چراغ‌های با نور ثابت و یا آهسته چشمک‌زن باید اجتناب شود. لامپ‌های تایمردار، سنسورهای حرکتی یا چراغ‌های کم نور باعث کاهش آلودگی نور می‌شوند.
- خطوط انتقال در محل را دفن کنید / نصب خطوط انتقال زیرزمینی.
- نصب انتقال‌دهنده پرواز پرنده در خطوط انتقال و سیم‌های نگهدارنده دکل‌های هواشناسی برای کاهش برخورد پرنده‌گان در مناطقی که دارای ارزش تنوع زیستی بالایی است.
- استفاده از طراحی لرزاننده ایمنی برای قطب‌های خطوط برق برای کاهش خطر برق گرفتگی.
- ارزیابی وضعیت فعلی تکنولوژی‌های بازدارنده پرنده‌گان و خفاش‌ها و به کارگیری تکنولوژی‌های موثر در صورت لزوم.

۲-۱-۳- اقدامات اصلاحی (در دریا)

- اقدامات مربوط به کاهش اثرات بر تنوع زیستی برای تاسیسات دریایی، از جمله کاهش موارد مرتبط با سر و صدا، می‌تواند شامل موارد زیر باشد:
- اگر گونه‌هایی با ارزش تنوع زیستی بالا در سایت باشند، برای جلوگیری از فعالیت‌های ساختمانی در زمان‌های حساس سال (به عنوان مثال، فصل‌های مهاجرت و تولید مثل) و همچنین برای زمان زادآوری ماهیان برنامه‌ریزی شود.
 - برای جلوگیری از در معرض صدا و ارتعاش قرار گرفتن موجودات دریایی بهتر است استفاده از روش «شروع نرم»^۱ برای فعالیت‌های تیرکوبی صورت گیرد تا فرصت کافی برای ترک منطقه به موجودات آبرزی داده شود. استفاده از پرده‌های حباب^۲ در هنگام شمع‌کوبی نیز توصیه می‌شود.
 - استفاده از سنگ‌شکن ضربه‌ای و یا سایر روش‌های ثابت کردن ژنراتورهای توربین باد برای کاهش اختلال فعالیت شمع‌کوبی.
 - استفاده از پایه توربین تک‌محور در آب‌های کم‌عمق، منجر به اختلال کم‌تر در بستر دریا نسبت به سایر انواع پایه می‌شود. در آب‌های عمیق، پایه‌های جایگزین مانند نوع ژاکت^۳ (در این پایه‌ها اغلب از سه شمع کوچک به جای پایه استفاده می‌کنند) ممکن است مناسب‌تر باشد.

1- Soft Starter

۲- پرده‌های حباب (bubble curtains) سیستمی است که در آب حباب تولید می‌کند. این تکنیک براساس تولید حباب‌های هوا (گاز) در زیر سطح آب می‌باشد و از نزدیک شدن موجودات به محل فعالیت جلوگیری می‌کند.

3- Jacket Type

- از دستگاه‌های کاهنده صوت که از تولید صداهای مخل زندگی آبیان در حین فعالیت‌های ساختمانی در منطقه جلوگیری می‌کند، استفاده شود.
- اگر در مرحله مکان یابی مشخص شود که گونه‌های با ارزش تنوع زیستی بالا مانند پستانداران دریایی و یا لاک‌پشت‌های دریایی در منطقه وجود دارد، ساخت و ساز باید حداقل ۵۰۰ متر دورتر از زیستگاه آن‌ها انجام گردد.
- برای نصب کابل‌ها از تکنولوژی شیارزن هیدرولیک^۱ یا سایر تکنولوژی‌های با آسیب‌رسانی کم‌تر به محیط زیست استفاده گردد.
- اگر در منطقه مورد مطالعه گونه‌های حساس به میدان مغناطیسی و الکتریکی وجود دارد، اقدامات کاهش دهنده شامل انتخاب نوع کابل مناسب، جداسازی و دفن عمیق کابل صورت گیرد.

۲-۱-۴- اثر سایه روشن / سوسو زدن سایه^۲

سوسو زدن سایه هنگامی رخ می‌دهد که آفتاب از پشت توربین بادی عبور می‌کند و ایجاد سایه می‌نماید. در هنگام چرخش روتر و تیغه‌ها، سایه‌های ایجاد شده از همان نقطه گذر می‌کند و باعث می‌شود تا جلوه‌ای به نام سایه چشمک زن (سوسو زن) ایجاد شود. سوسو زدن سایه ممکن است مناطق با جمعیت‌های بالقوه حساس (مثلاً مناطق مسکونی، محل کار، محل آموزش و یا فضاهای بهداشتی و تاسیسات) که در نزدیکی محل تاسیسات نیروگاه‌های بادی قرار دارند را تحت تاثیر قرار دهد.

با توجه به فاصله بین توربین‌های بادی و جمعیت‌های بالقوه در خشکی، سوسو زدن سایه معمولاً به عنوان یک مساله مهم برای تاسیسات انرژی باد در مناطق دریایی محسوب نمی‌شود. پتانسیل سوسو زدن سایه احتمالاً در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از اهمیت بیش‌تری برخوردار است زیرا که خورشید در آسمان پایین‌تر بوده و بنابراین سایه‌های طولانی‌تری دارد. افزایش طول سایه باعث می‌شود که اثرات سوسو زدن منطقه وسیعی را تحت تاثیر قرار دهد.

در مکان‌هایی که پذیرنده‌های حساس وجود دارند، نرم افزار موجود می‌تواند برای مدل سوسو زدن سایه به منظور شناسایی فاصله‌ای که ممکن است اثرات سوسو زدن سایه وجود داشته باشد مورد استفاده قرار گیرد. همان نرم افزار نیز می‌تواند به طور معمول برای پیش‌بینی زمان و طول مدت وقوع سوسو زدن سایه‌ها در شرایط واقعی آب و هوایی در جمعیت‌های خاص واقع در منطقه برای اثرات احتمالی بالقوه سوسو زدن سایه مورد استفاده قرار گیرد.

1- Hydraulic Jet Plowing Technology

2- Shadow Flicker

اگر پیدا کردن موقعیت تاسیسات نیروگاه‌های بادی / توربین‌ها، طوری که پذیرنده‌های هم‌جوار هیچ‌گونه اثرات سوسوی سایه را تجربه نکنند، امکان‌پذیر نباشد، نباید در بدترین شرایط مدت زمان اثر سوسوی سایه در یک گیرنده حساس در حد ۳۰ ساعت در سال و ۳۰ دقیقه در روز بیش‌تر باشد.

اقدامات پیش‌گیری و کنترل برای جلوگیری از تاثیرات مهم سوسو زدن سایه عبارتند از:

- انتخاب محل مناسب برای سایت توربین‌های بادی برای جلوگیری از سوسو زدن سایه‌ها که ایجاد می‌شود و یا برای برآورده شدن محدودیت‌هایی که در طول زمان وقوع سوسو زدن سایه‌ها مطرح می‌شود، همان‌طور که در بند بالا آمده است.

- زمانی که سوسو زدن سایه بیش از حد باشد می‌توان برای خاموش کردن توربین‌های بادی برنامه‌ریزی کرد. همچنین در زمانی که نور خورشید از تیغه روتور یا برج در یک جهت خاص بازتاب می‌شود، باید تلالو تیغه یا برج، در نظر گرفته شود، چراکه تاثیر بالقوه‌ای بر جوامع دارد. با این حال، با توجه به این که توربین‌های بادی با رنگ‌های مات و غیر بازتابی رنگ‌آمیزی می‌شوند در توربین‌های بادی مدرن امروزی، تلالو تیغه یا برج به عنوان موضوع مهمی در نظر گرفته نمی‌شود.

۲-۱-۵- کیفیت آب

۲-۱-۵-۱- در مناطق خشکی

نصب پایه‌های توربین، کابل‌های زیرزمینی، جاده‌های دسترسی و زیرساخت‌های اضافی دیگر می‌تواند موجب افزایش فرسایش، تراکم خاک، افزایش فاضلاب و رسوب‌گذاری آب‌های سطحی شود.

۲-۱-۵-۲- در مناطق دریایی

نصب پایه‌های توربین و کابل‌های زیرزمینی ممکن است بستر دریا را تخریب کرده و موقتاً رسوب‌های معلق در آب را افزایش دهد، بنابراین کیفیت آب کاهش می‌یابد و به طور بالقوه بر گونه‌های دریایی و ماهیگیری (تجاری و تفریحی) تاثیر می‌گذارد. علاوه بر این، نصب سازه‌های دریایی به دلیل تغییرات در حرکات آب ممکن است باعث فرسایش موضعی بستر دریا شود.

سایر اقدامات پیشگیرانه و کنترلی برای کاهش و کنترل تاثیرات نامطلوب بر کیفیت آب عبارتند از:

- اجرای یک فرایند انتخاب سایت مناسب که امکان دخالت اجزای سازنده پروژه را با ماهیگیری (تجاری یا تفریحی) و زیستگاه گونه‌های دریایی در نظر می‌گیرد.
- برنامه‌ریزی برای زمان ساخت، نصب و جمع‌آوری اجزای سازنده توربین بادی، به طوری که با دوره‌های حساس زندگی جانوران تداخل نداشته باشد.

– استفاده از فوران^۱، پرده حباب و تله رسوب^۲؛ انجام چنین فعالیت‌هایی در آب‌های کم‌عمق (یا در مناطق جزر و مد می‌تواند مواد و گل ولای ناشی از عملیات اجرایی را از زیستگاه‌های حساس دور نگه دارد).

۲-۲- بهداشت و ایمنی شغلی

خطرات بهداشت و ایمنی شغلی در طول ساخت و ساز، بهره‌برداری و برچیدن تاسیسات انرژی بادی در خشکی و دریا عموماً شبیه به بسیاری از پروژه‌های بزرگ صنعتی و تاسیسات زیرزمینی، ممکن است شامل خطرات فیزیکی مانند کار در ارتفاع، کار در فضاها بسته، کار با ماشین‌آلات دوار و سقوط اشیاء باشند.

خطرات بهداشتی و ایمنی شغلی خاص تاسیسات، تجهیزات و فعالیت‌های نیروگاه‌های بادی شامل موارد ذیل می‌باشد:

- کار در ارتفاع
- کار روی آب
- کار در نواحی دور افتاده
- عملیات بلند کردن و جابجایی تجهیزات

۲-۲-۱- کار در ارتفاع و جلوگیری از سقوط اشیاء

در اغلب مراحل اجرایی تاسیسات انرژی باد و به طور خاص برای نگهداری تاسیسات مرتبط، کار در ارتفاع انجام می‌شود و تمرکز اصلی مدیریت کار در ارتفاع باید جلوگیری از سقوط باشد.

با این حال، خطرات اضافی که باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از: سقوط اشیاء و شرایط آب و هوایی 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 یا کاهش نیاز به کار در ارتفاع. در مرحله برنامه‌ریزی، طراحی و نصب، در صورت امکان باید تغییراتی با هدف حذف نیاز به کار در ارتفاع صورت پذیرد. برای مثال انجام ساخت سازه و کارهای 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. سیستم‌های حفاظتی جمعی، مانند حفاظت لبه یا گارد محافظ باید قبل از استفاده از تجهیزات حفاظت

1- Jetting

2- Sediment Traps

- فردی برای جلوگیری از سقوط اجرا شوند. علاوه بر این، شبکه‌های ایمنی یا کیسه‌های هوا را می‌توان برای کاهش پیامدهای سقوط، مورد استفاده قرار داد.
- علاوه بر موارد فوق، نکات زیر نیز باید به عنوان روش‌های جلوگیری از وقایع کار در ارتفاع و سقوط در نظر گرفته شود:
- اطمینان حاصل کنید که تمام سازه‌ها با استانداردهای مناسب طراحی و ساخته شده‌اند و دارای ابزارهای مناسب برای سیستم‌های کار در ارتفاع هستند.
 - در هر فعالیت کار در ارتفاع مناطق امن برای عبور و مرور کارگران و جلوگیری از سقوط اشیا ایجاد و نگهداری شود.
 - باید تمام کارکنانی که در حال 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 ابزار مناسب تثبیت کننده موقعیت کاری مجهز باشند؛ همچنین اطمینان حاصل شود که اتصالات سیستم‌های تثبیت کننده موقعیت کاری با اجزای برج که به آن‌ها متصل هستند، سازگار است.
 - اطمینان حاصل کنید که تجهیزات بالابر به درستی ارزیابی شده و نگهداری می‌شوند و اپراتورهای بالابر به درستی آموزش دیده‌اند.
 - هنگام کار در ارتفاع، هر جا که امکان پذیر است باید تمام ابزار و تجهیزات با یک تسمه یا طناب محکم شده باشند و در صورت امکان باید از شبکه گیراندازی^۱ استفاده شود.
 - قبل از شروع به کار، باید موانع از ستون‌ها یا سازه‌ها حذف شوند.
 - از کیسه ابزار استاندارد و تایید شده برای بالا بردن ابزار توسط کارگران استفاده شود.
 - از نصب یا تعمیر و نگهداری برج 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 جزییات روش نجات کارکنان در مواقعی که در ارتفاع گیر کرده یا ناتوان شده‌اند، آماده شود.
- برای اطلاعات بیشتر به آیین‌نامه کار در ارتفاع (کد ۱۶۳۲) مراجعه شود.

۲-۲-۲- کار روی آب

اقدامات پیش‌گیری و کنترل مربوط به کار روی آب علاوه بر اصول اساسی که برای کار در ارتفاع ذکر شد، شامل موارد ذیل نیز 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، از جمله تجهیزات حفاظتی فردی^۱ که انتظار می‌رود از آن استفاده کنند را دارا باشند.
- 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 خطر غرق شدن وجود دارد مشغول کار هستند باید از تجهیزات شناوری تایید شده (مانند کت‌ها، جلیقه‌ها، خطوط شناور و حلقه‌ها) استفاده نمایند.
- در جایی که به دلیل دمای پایین آب، احتمال افت دمای بدن^۲ افزایش می‌یابد، اقدامات کنترلی مانند استفاده از لباس‌های نجات (بقا) باید انجام شود.
- هنگامی که تجهیزات شناوری و تجهیزات جلوگیری از سقوط هنگام کار در ارتفاع هم‌زمان مورد استفاده قرار می‌گیرند، این سیستم‌ها باید با هم سازگار باشند.
- آموزش کارگران برای جلوگیری از تماس با امواج و اسپری نمک (بخارات نمکی آب‌های شور).
- در صورت نیاز کشتی‌های نجات مناسب با اپراتورها و پرسنل متخصص اورژانس تامین شود.

۲-۲-۳- کار در مناطق دورافتاده

برنامه‌ریزی برای حصول اطمینان از ایمنی، سلامت و رفاه کارکنان در هنگام فعالیت در مکان‌های دورافتاده، به ویژه در سایت‌های دریایی، حیاتی است. محدوده‌هایی که هنگام برنامه‌ریزی برای کار از راه دور باید مورد توجه قرار گیرند عبارتند از:

- مناسب بودن تجهیزات ارتباطی برای پرسنل.
- آموزش و صلاحیت کارکنان برای کار در مناطق دور افتاده و مهیا کردن تمام تجهیزات ایمنی لازم در محل.
- توجه به تامین مکانیزم‌های ارتباطی (تامین بیسیم، تلفن و ...) به خصوص برای مناطق دور افتاده.
- به کارگیری کارکنان با صلاحیت که توانایی تصمیم‌گیری 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.

- به کارگیری کارکنان آموزش دیده و متخصص کمک‌های اولیه در محل کار.

۲-۲-۴- عملیات بار برداری

عملیات باربرداری (بلندکردن) جز جدایی‌ناپذیر از ساخت نیروگاه‌های بادی است.

در مرحله ساخت و ساز، به طور معمول قطعات مونتاژ شده به محل سایت که در آن مونتاژ نهایی انجام خواهد شد حمل می‌گردند. این عملیات شامل قطعات بزرگ و پیچیده تجهیزات بار برداری برای بارگیری بارهای مختلف با ابعاد و وزن‌های متفاوت است. اخذ گواهی‌نامه برای کرین و تجهیزات لیفتینگ از اداره استاندارد/ اداره کار الزامی می‌باشد. الزامات باربرداری در هنگام ساخت نیروگاه‌های باد در خشکی شبیه به سایر پروژه‌های ساختمانی است، اما وقتی عملیات باربرداری در محیط دریایی مورد نظر است، این عملیات می‌تواند بسیار پیچیده و شامل چندین کشتی و جرثقیل باشد. این مساله می‌تواند خطرات دیگری را نیز ایجاد کند، که به عواملی چون: شرایط دریا که می‌تواند ثبات سیستم‌های بالابر را تحت تاثیر قرار دهد، محیط دریایی می‌تواند باعث به هم ریختن نقاط تعادل بلندکردن تجهیز و مشکلات ارتباطی بین خدمه‌های چند ملیتی در کشتی‌های جداگانه که انجام باربرداری را بر عهده دارند، بستگی دارد. مدیریت عملیات باربرداری نیاز به استفاده از پرسنل مجرب، برنامه‌ریزی کامل، ارتباط موثر و سطح بالایی از نظارت در هنگام انجام باربرداری دارد. باید به موارد زیر توجه شود:

- اطمینان حاصل شود که همه اطلاعات مربوط به بار، به عنوان مثال اندازه، وزن، روش زنجیر کردن و نقاط اتصال شناخته شده هستند.
- اطمینان حاصل شود که تمام تجهیزات بالابر (از جمله 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.
- اطمینان حاصل شود که تمام ناظران، اپراتورهای تجهیزات و زنجیرها^۱ با وسایل باربرداری و تکنیک‌های بالابردن آشنا، آموزش دیده و صلاحیت‌دار باشند.
- به منظور جلوگیری از هرگونه دسترسی غیرمجاز به مناطق باربرداری، زون‌های ممنوعه باید مشخص و حفاظت شود.
- هنگام جابه‌جایی و بارگیری‌های بزرگ، از مناسب بودن شرایط آب و هوایی برای انجام کار اطمینان حاصل شود.
- تجهیزات باربرداری سنگین معمولاً پارامترهای عملیاتی ایمن را در راهنمای عملیات خود دارند و در هر زمانی نباید از این پارامترها تجاوز کرد.

باید یک جلسه برای برنامه‌ریزی در جابه‌جایی (باربرداری) بین طرف‌های درگیر برگزار شود که شامل موارد زیر باشد: جزییات جابه‌جایی (باربرداری)، نقش هر یک از طرفین درگیر در جابه‌جایی و روش‌هایی که برای برقراری ارتباط بین طرفین استفاده می‌شود. برای اطلاعات بیشتر تر به آیین‌نامه ایمنی جراثقیل موبایل مراجعه شود.

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 بادی، باید حداقل یک کارشناس EHS ذی‌صلاح در چارت سازمانی پیش‌بینی شود.

۲-۳-۲- الزامات آموزشی

تمام کارکنان مرتبط با این دستورالعمل باید آموزش‌های مقدماتی EHS را قبل از شروع به کار، سپری نمایند و این آموزش‌ها به صورت سالیانه بازآموزی گردد. آموزش باید توسط مراجع ذی‌صلاح آموزشی انجام شده و کارکنان گواهی‌نامه دریافت نمایند. این آموزش‌ها عبارتند از:

- ایمنی کار در ارتفاع
- صعود ایمن از برج
- ایمنی برق
- تئوری حریق و روش‌های اطفاء
- کلیات بهداشت شغلی
- کلیات محیط‌زیست
- ایزولاسیون و پرمیت (مجوز کار)
- امداد و نجات
- ارزیابی ریسک
- کار در فضای بسته

۲-۳-۱- وسایل حفاظت فردی

تمامی کارکنان باید به وسایل حفاظت فردی مناسب و استاندارد (کفش، دستکش، لباس کار، کلاه ایمنی، کمربند ایمنی/هارنس، گوشی ایمنی و چراغ قوه) مجهز بوده و در هنگام کار از آن‌ها استفاده نمایند. به همین منظور موارد زیر باید انجام گردد:

- تهیه ماتریس تجهیزات حفاظت فردی.
- تدارک تجهیزات حفاظت فردی
- آموزش نحوه استفاده از تجهیزات حفاظت فردی
- نظارت بر استفاده از تجهیزات حفاظت فردی

۲-۳-۳- ارزیابی ریسک

شناسایی خطرات و جنبه‌های مرتبط با پروژه باید در مرحله مکان‌یابی، 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. خطرات عمده و ذاتی این پروژه، خطرات مرتبط با فعالیت‌های ذیل می‌باشد:

الف- مرحله مکان‌یابی:

- خطر وقوع سوانح طبیعی (زلزله، سیل و...)

ب- مرحله ساخت:

- گودبرداری و خاک برداری
- کار در ارتفاع
- کار با تجهیزات و دستگاه‌های برقی
- عملیات جوشکاری و برشکاری
- کار در فضای بسته
- کار با وسایل بالابر و حمل کننده
- رنگ‌آمیزی
- بتن‌ریزی
- استفاده از تجهیزات و ماشین‌آلات
- قرار گرفتن در معرض عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط کار همانند سروصدای ناشی از تجهیزات و ماشین‌آلات، ارتعاش، نور، گرما و سرمای شدید.
- قرارگرفتن در معرض گرد و غبار، فیوم‌ها و بخارات ناشی از مواد مختلف
- جابجایی تجهیزات با جرثقیل

ج- مرحله بهره‌برداری:

- کار در ارتفاع

- کار با تجهیزات و دستگاه‌های برقی
- کار در فضای بسته
- قرارگرفتن در معرض عوامل زیان‌آور فیزیکی محیط کار همانند سروصدای ناشی از تجهیزات و ماشین‌آلات، ارتعاش، نور، گرما و سرمای شدید

۲-۳-۴- سیستم‌های اعلام و اطفای حریق

بخش موتورخانه (HOUSING) توربین‌ها باید به سیستم اعلام و اطفای حریق مناسب تجهیز گردند. برای اطلاعات بیش‌تر به آیین‌نامه پیش‌گیری و مبارزه با آتش‌سوزی در کارگاه‌ها و دستورالعمل NFPA 850 مراجعه شود.

۲-۳-۵- مقاوم‌سازی در برابر زلزله

با توجه به واقع شدن ایران در کمربند زلزله‌ای جهان و زلزله‌خیز بودن کشور، باید در مرحله مکان‌یابی نیروگاه‌های بادی موارد مرتبط با ایمنی و حفاظت نیروگاه (از جمله فاصله از گسل‌های مهم و مقاومت ساختار زمین‌شناسی منطقه به لحاظ جنس لایه‌ها) در نظر گرفته شود.

در مرحله ساخت نیروگاه‌های بادی با انجام آزمایشات مربوط به مقاومت خاک، مطالعات ژئوتکنیک و در صورت نیاز مطالعات ژئوفیزیکی و انتخاب مصالح مناسب و حجم مناسب فوندانسیون می‌توان ضرر و زیان به نیروگاه را تا اندازه ممکن کاهش داد. برای اطلاعات بیش‌تر به استاندارد IEC 61400-3:2009 مراجعه شود.

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

هم‌زمان با ساخت فوندانسیون باید سیستم اتصال به زمین نصب گردد. سیستم اتصال زمین باید مطابق با «استاندارد سیستم اتصال زمین شبکه‌های توزیع» نصب گردد. همچنین سیستم حفاظت در برابر صاعقه مطابق با استاندارد IEC 61400-24:2010 برای توربین بادی نصب گردد.

۲-۳-۷- پروانه کار

برقراری مکانیسم صدور پروانه کار برای کارهای پرمخاطره که پتانسیل آسیب‌رسانی به کارکنان و محیط‌زیست را داشته باشد در تمام مراحل (ساخت، بهره‌برداری و جمع‌آوری 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 ماشین‌آلات، 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. در طول برنامه‌های تعمیر و نگهداری باید از وجود و استفاده از تجهیزات ایمنی اطمینان حاصل شود.

در صورتی که در برج، سیستم بالابر یا آسانسور نصب شده است. باید برای این سیستم نیز برنامه مدون تعمیر و نگهداری تدوین و اجرا گردد. علاوه بر این اخذ گواهی‌نامه سلامت آسانسور از اداره کار/ استاندارد الزامی می‌باشد.

۲-۴- ایمنی و سلامت جامعه

خطراتی که برای ایمنی و سلامت جامعه در طول ساخت و ساز، بهره‌برداری و جمع‌آوری تجهیزات انرژی باد در خشکی و دریا به وجود می‌آید مشابه پروژه‌های بزرگ صنعتی و زیربنایی می‌باشد. این خطرات ممکن است مربوط به زیرساخت‌های پروژه، جاده‌های دسترسی، عملکرد تاسیسات باد باشد و باعث ایجاد شرایط اضطراری گردد. خطرات ایمنی و بهداشت جامعه مربوط به تجهیزات انرژی باد شامل این موارد می‌شود:

- پرتاب پره و یخ
- ناوبری هوایی و هواپیمایی
- ناوبری دریایی و ایمنی
- تداخل الکترومغناطیسی و تابش
- دسترسی عمومی
- حمل بار غیرعادی

۲-۴-۱- پرتاب پره و یخ

شکست پره روتور می‌تواند به «پرتاب» پره روتور یا بخشی از آن منجر شود، که ممکن است بر ایمنی عمومی تاثیر بگذارد. احتمال خطر پرتاب پره بسیار کم است. اگر تجمع یخ در پرها در شرایط آب و هوایی خاص در مناطق سردسیر رخ بدهد، قطعات یخ ممکن است در زمان کارکرد از روتور جدا شده و پرتاب گردند و یا اگر توربین در حالت خاموش باشد، به زیر پره سقوط نمایند. برای حفاظت از پرتاب یخ یا شکست پره، توربین‌ها باید در یک فاصله قابل قبول از یکدیگر و مناطق حساس مجاور قرار بگیرند تا ایمنی عمومی تامین گردد.

استراتژی‌های مدیریت ریسک پرتاب پره عبارتند از:

- رعایت فاصله قابل قبول بین توربین‌ها و مکان‌های پر جمعیت. حداقل فاصله قابل قبول ۱/۵ برابر ارتفاع توربین (برج + شعاع روتور) است، البته مدل‌سازی نشان می‌دهد که فاصله تئوری پرتاب پره می‌تواند با اندازه، شکل، وزن و سرعت پرها و ارتفاع توربین متفاوت باشد. توصیه می‌شود که حداقل فاصله قابل قبول برای رعایت محدودیت‌های سر و صدا و سوسو زدن، برای حفاظت بیش‌تر از مناطق حساس مسکونی حفظ شود.

- کاهش احتمال شکست پره با انتخاب توربین‌های بادی طراحی شده مطابق با تاییدیه / گواهی‌نامه معتبر (به عنوان مثال، IEC 61400-1) و نظارت بر کیفیت تولید
 - کسب اطمینان در خصوص نصب و نگهداری درست سیستم‌های حفاظت از رعد و برق
 - بازرسی دوره‌ای از پره‌ها انجام شود و هر نقصی که می‌تواند بر سلامت پره‌ها تاثیرگذار حتما برطرف شود.
 - توربین‌های بادی به سنسورهای ارتعاش تجهیز گردد تا بتوان به هر گونه عدم تعادل در پره‌های روتور واکنش نشان داد و در صورت لزوم توربین را خاموش کرد.
- استراتژی‌های مدیریت ریسک پرتاب یخ عبارتند از:
- ایجاد فاصله قابل قبول
 - ایجاد محدودیت در کارکرد توربین‌ها در شرایط آب و هوایی که می‌تواند منجر به افزایش یخ شود.
 - توربین‌ها با آشکارسازهای یخ تجهیز شوند و در صورت وجود یخ، توربین متوقف شود.
 - اگر توربین‌ها نیاز به ادامه کار در شرایط یخ زدگی داشته باشند و یا در یک مکان دور افتاده قرار دارند که احتمال حضور مردم کم است، نصب علائم هشدار دهنده حداقل به فاصله یک قطر روتور از توربین بادی در تمام جهات انجام پذیرد.
 - تجهیز توربین با آشکارساز یخ که برای کنترل سیستم‌های گرمایش پره‌ها جهت یخ زدایی آن‌ها طراحی می‌شوند. این سیستم گرمایش به حفظ راندمان توربین نیز کمک می‌کند.
 - نصب علائم هشدار دهنده در نقطه ورود به تاسیسات انرژی باد.
 - اطمینان حاصل شود که برای شرایط یخ زدگی در دستورالعمل‌های کاری اقدامات احتیاطی نظیر متوقف کردن توربین‌های بادی قبل از این که کارکنان تعمیر و نگهداری به سایت دسترسی پیدا کنند ذکر گردیده باشد.
- برای افزایش ایمنی و سلامت عملیات بهره‌برداری در هوای سرد، مهم است که توربین‌ها از مشخصات مناسب برای دستیابی به عملکرد قابل اعتماد و طولانی مدت برخوردار باشند.

۲-۴-۲- هواپیمايي

۲-۴-۲-۱- ایمنی هواپیما

- نصب نشانگر پره‌های توربین بادی در بالاترین نقطه، که ممکن است با پیشرفت فن آوری ارتفاع توربین تا ۲۰۰ متر هم برسد. اگر در نزدیکی فرودگاه‌ها، مناطق پرواز کم ارتفاع نظامی و یا مسیرهای پرواز شناخته شده باشد، یک مزرعه انرژی باد ممکن است به طور مستقیم از طریق برخورد بالقوه یا تغییر مسیرهای پرواز تاثیر مستقیمی بر ایمنی هواپیما داشته باشد. اقدامات پیشگیرانه و کنترل برای مقابله با این تاثیرات عبارتند از:
- قبل از نصب، مطابق با مقررات ایمنی حمل و نقل هوایی، با سازمان‌های مرتبط با حمل و نقل هوایی تماس گرفته شود.

- در صورت امکان از قرار دادن مزرعه‌های انرژی باد در نزدیکی فرودگاه‌ها، مناطق پرواز کم ارتفاع نظامی و یا مسیرهای پرواز شناخته شده اجتناب گردد. اثرات تجمعی مربوط به محل توربین‌های انرژی باد در داخل یا در نزدیکی مناطق پرواز کم ارتفاع و یا مسیرهای پرواز باید در نظر گرفته شود.
- استفاده از چراغ‌های چشمک زن^۱ و علامت‌گذاری بر روی برج‌ها / پره‌های توربین، مشورت با مسوولین مربوطه و آشنا به زمینه‌های مربوط به حمل و نقل هوایی تا الزامات نورپردازی مناسب و علامت‌گذاری‌ها مطابق با استانداردهای ملی انجام شود. در صورت نبودن استانداردهای ملی، به راهنماهای مناسب و دستورالعمل‌های بین‌المللی مراجعه شود.

۲-۴-۲-۲- رادار هواپیمایی

- وجود تاسیسات نیروگاه‌های بادی در نزدیکی مراکز رادار، ممکن است بر عملکرد رادار تاثیر بگذارد و به دلایل مختلف نوبت ایجاد کند و عملکرد رادار را با اختلال مواجه نماید. به همین دلیل باید اثرات نیروگاه‌های بادی بر عملکرد رادار مورد توجه قرار گیرد. اقدامات پیش‌گیری و کنترلی برای مقابله با این تاثیرات عبارتند از:
- در جانمایی و طراحی تاسیسات نیروگاه‌های بادی، طراحی هندسی، محل توربین‌ها و تغییرات در مسیرهای ترافیکی هوایی در نظر گرفته شود.
- اعمال تغییرات در طراحی رادار، از جمله جابجایی و یا انتقال راداری که تحت تاثیر قرار می‌گیرد، استفاده از سیستم‌های رادار جایگزین برای پوشش منطقه.
- برای پیش‌گیری و تعیین اقدامات کنترلی باید با مقامات مربوطه حمل و نقل هوایی مشورت شود.

۲-۴-۳- ایمنی و دربانوردی

۲-۴-۳-۱- ایمنی دریایی

- نصب توربین‌های بادی خشکی یا دریایی در نزدیکی بنادر یا خطوط شناور شناخته شده می‌تواند مخاطرات جدی ناشی از برخورد یا تغییر ترافیک کشتی را ایجاد کند که ایمنی حمل و نقل را تحت تاثیر قرار می‌دهد. ایجاد ترافیک اضافی در هنگام ساخت و ساز نیز می‌تواند این خطرات را افزایش دهد.

چراغ یا لامپ چشمک زنی که در بالای سکان عمودی یا زیر هواپیما به منظور افزایش قابلیت دیده شدن نصب می‌گردد 1- Anti-Collision Lighting

مسیرهای کابلی و سایر زیرساخت‌های مرتبط به توربین‌های دریایی، نیاز به بررسی دقیق محل و ساختگاه نصب دارند تا فاکتورها و عوامل مختلفی مانند شرایط خشکی، بناهای تاریخی، مسیرهای خطوط انتقال نیرو (کابل‌های دریایی) موجود و خطوط لوله و زمینه‌های ماهیگیری را جهت به حداقل رساندن اثرات و خطرات شناسایی و پیش‌گیری کند. توربین‌های بادی خشکی نیز به دلایل مطرح شده در ایجاد اختلال امواج در عملیات راداری و کنترلی خطوط ناوبری و حمل و نقل دریایی می‌تواند باعث اختلال و مانع از شناسایی کشتی‌ها و همچنین امکان عملیات عادی و حمل و نقل شوند (همانند مواردی که در رادار خطوط هوایی ذکر گردید). اقدامات پیش‌گیری و کنترل برای مقابله با این تاثیرات عبارتند از:

- در مرحله امکان‌سنجی طرح و نیز پیش از نصب، مطالعات لازم با توجه به قوانین ایمنی حمل و نقل دریایی انجام شود و با مقامات نظارتی دریایی مشورت شود.
- در صورت امکان از نصب توربین‌های بادی و تاسیسات بادی در نزدیکی بنادر و خطوط شناور شناخته شده، اجتناب شود.
- از چراغ‌های چشمک زن و علامت‌گذاری بر روی برج‌ها / پره‌های توربین، برای روشنایی و علامت‌گذاری استفاده شود. با تعامل با مقامات دریایی، مقررات و قوانین مربوطه مشخص شود. همچنین باید از کشتی‌های نگهبانی استفاده کرد. به منظور کاهش اختلال برای دیگر کاربران دریایی در طول فاز ساخت و ساز در اطراف هر توربین و واحدهای ساخت و ساز باید از علائم هشدار دهنده ایمنی استفاده نمود.
- برای کمک به ناوبری از علائم و یا پرچم‌های شناور استفاده کنید.

۲-۴-۴-۲- تداخل الکترومغناطیسی

توربین‌های بادی به طور بالقوه می‌توانند تداخل الکترومغناطیسی را با سیستم‌های مخابراتی ایجاد کنند (به عنوان مثال، ایستگاه‌های مایکروویو، تلویزیون و رادیو). این تداخل می‌تواند ناشی از انسداد مسیر، ایجاد سایه، انعکاس، پراکندگی یا بازتابش باشد. طبیعتاً تاثیرات بالقوه به موقعیت قرارگیری توربین بادی نسبت به فرستنده و گیرنده، ویژگی‌های تیغه روتور، سیگنال ویژگی‌های گیرنده فرکانس و ویژگی‌های انتشار موج رادیویی در فضای محلی بستگی دارد.

۲-۴-۴-۱- سیستم‌های مخابراتی

تاثیر بر سیستم‌های مخابراتی می‌تواند شامل مواردی باشد که در سیستم‌های پخش رادیویی و سیستم‌های نقطه به نقطه هستند. اقدامات پیشگیرانه و کنترلی برای رسیدگی به تاثیرات بر سیستم‌های مخابراتی عبارتند از:

- اصلاح موقعیت و محل قرار دادن توربین‌های بادی برای جلوگیری از تداخل مستقیم فیزیکی با سیستم‌های ارتباطی نقطه به نقطه؛ انجام مطالعات لازم و اخذ مشاوره با اپراتورهای مربوطه که می‌تواند در تعیین موقعیت ارتباطات مخابراتی و حریم‌های آن که برای به حداقل رساندن اثرات استفاده می‌شود، کمک کند.

- نصب آنتن چرخشی.
- اصلاح آنتن موجود.
- نصب تقویت کننده برای تقویت سیگنال.

۲-۴-۴-۲- تلویزیون

- اقدامات پیش‌گیری و کنترل برای رسیدگی به تأثیرات بر روی پخش تلویزیونی عبارتند از:
- توربین بادی دور از آنتن و فرستنده تلویزیونی نصب شود.
 - اگر تداخل در حین عملیات تشخیص داده شد، آنتن با کیفیت بالاتر یا آنتن جهت‌دار نصب شود.
 - آنتن به سمت یک فرستنده پخش جایگزین هدایت شود.
 - تقویت کننده نصب شود.
 - آنتن جابجا شود.

۲-۴-۵- دسترسی عمومی

با توجه به امکان دسترسی عمومی به مجموعه توربین‌های بادی و یا تاسیسات الکتریکی نیروگاه‌های بادی (به عنوان مثال، صعود غیر مجاز از توربین)، قبل از احداث و راه اندازی باید به منظور اطمینان از ایمنی و جلوگیری از حادثه، نسبت به شناسایی مواردی که ممکن است لازم باشد، اقدام نمود. اقدامات پیش‌گیری و کنترل برای مدیریت مسایل 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 بادی توصیه نمی‌شود، پیشنهاد می‌گردد برای ممنوعیت از دسترسی عمومی مجوز تردد در محوطه صادر شود.
- حصارکشی و محصور نمودن ساختگاه نیروگاه و محل پست مطابق با استاندارد انجام شود و همچنین از علائم هشدار دهنده (به طور مثال برای عدم صعود) نیز استفاده شود.
- جلوگیری از دسترسی عموم به نردبان برج توربین
- نصب تابلوها و صفحات اطلاعات در مورد خطرات امنیتی عمومی و اطلاعات تماس اضطراری

۲-۴-۶- حمل بار غیرعادی (حمل و انتقال تجهیزات)

مسایل مربوط به حمل و نقل بار ترافیکی در جاده‌ها دستورالعمل و شرایط ویژه‌ای دارد، حمل و نقل تجهیزات مربوط به احداث نیروگاه‌های بادی نیز می‌بایست از این موارد تبعیت کند. باتوجه به تجهیزات نیروگاه‌های بادی، چالش اصلی، حمل و نقل قطعات توربین بادی (تیغه، برج توربین، نایسل و ترانسفورماتور) و جرثقیل به محل احداث نیروگاه است. مطالعات لجستیک، ترافیکی و حمل و نقل باید موارد مربوطه را در جاده‌های دسترسی (عبوری)، پل‌ها، محورها،

گذرگاه‌ها / زیر گذرها، پیچ‌های تند و خدمات عمومی، ایستگاه‌های تخلیه و بار گیری مجدد (در صورت نیاز) یا اسکان مجدد، ارزیابی کند. برای کاهش اثرات جانبی از جمله ترافیک و یا تاخیر برای دیگر کاربران جاده و احتمال تاثیرات دیگر بر جوامع محلی در مجاورت مسیر پیشنهادی، می‌بایست برنامه‌ریزی‌های لازم و مدیریت ترافیک جهت حمل و تحویل بار خارج از ساعات پیک و استفاده از مسیرهای مناسب تایید شده، انجام شود. گاهی جهت حمل و نقل تجهیزات نیاز است مجوز عبور کسب شود و یا با همراهی اسکورت تایید شده (نیروی پلیس)، انجام شود.

برای اطلاعات بیشتر تر به «دستورالعمل جابجایی محموله ترافیکی در راه‌های کشور» مراجعه شود.

استفاده از چراغ‌های چشمک زن و علامت‌گذاری بر روی برج‌ها/ پره‌های توربین تا الزامات نورپردازی مناسب، با مشورت مسوولین مربوطه و آشنا به زمینه‌های مربوط به حمل و نقل هوایی مطابق با استانداردهای ملی انجام شود.

فصل ۳

پایش شاخص‌های دوره اجرا

(بهره‌برداری)

۳-۱-۱- محیط‌زیست

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

معمولا بهره‌برداری از نیروگاه‌های بادی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و فاضلاب ندارند. مقادیر انتشار گاز و پساب‌ها در این بخش نشان از عملکرد خوب این صنعت دارد.

۳-۱-۲- پایش صدا

افزایش سرعت باد ممکن است سر و صدایی که توسط تجهیزات انرژی باده وجود می‌آید را پنهان کند، سرعت و جهت باد می‌تواند جهت و میزان انتشار صوت را تحت تاثیر قرار دهد. برنامه‌ریزی برای کاهش آلودگی صوتی مخصوصا در مواقعی که بالاتر از حد استاندارد باشد، الزامی است. برای بهبود فاکتورهای مزاحمت ناشی از سر و صدای منتشر شده، باید تنظیم تاسیسات نیروگاه‌های بادیمورد توجه قرار گیرد. سر و صدا نباید بیش از مقادیر ارائه شده در استانداردهای سازمان حفاظت محیط‌زیست باشد.

۳-۱-۳- پایش محیط‌زیست

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 انتشار آلاینده‌ها در هوا، 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.

۳-۱-۴- پایش تنوع زیستی در مرحله بهره‌برداری

پایش تنوع زیستی (نظارت پس از ساخت و ساز) برای تایید مرگ و میر پیش‌بینی شده پرندگان یا خفاش‌ها و ثبت مرگ و میر غیرمنتظره، ضروری است. یک برنامه مدیریتی مناسب ممکن است باعث کاهش یا حذف مسایل زیست‌محیطی شود. برنامه‌های نظارت باید بر روی گونه‌هایی که در ارزیابی پیش از ساخت نگرانی برای از بین رفتنشان وجود داشت، متمرکز شود.

بررسی تاثیرات و آمار مربوط به برخورد خفاش‌ها و پرندگان با تاسیسات نیروگاه‌های بادی، با جستجو برای یافتن لاشه روی زمین انجام می‌شود. بسته به نوع و میزان خطر برای تنوع زیستی، چنین جستجو‌هایی باید حداقل یک تا سه سال پس از شروع عملیات مزرعه باد انجام شود و ممکن است در محیط‌های با خطر بالای برخورد پرندگان، جستجو به مدت طولانی ادامه یابد.

جستجو و ارزیابی لاشه پس از ساخت و ساز باید براساس اصول علمی انجام شود تا اطمینان حاصل شود که برآوردهای حاصل از مرگ و میر پرندگان و خفاش‌ها در این مرکز دقیق و معتبر هستند، مانند موارد زیر:

- ۱- بهبود عملکرد جستجوگر (تشخیص لاشه)؛
 - ۲- اصلاح تخریب لاشه توسط خرابکارها؛
 - ۳- اصلاح برای مناطق مورد مطالعه؛
 - ۴- انتخاب فرکانس جستجوی لاشه مناسب براساس میزان مرگ و میر مورد انتظار و میزان تخلیه لاشه؛
 - ۵- انتخاب تعدادی توربین نمونه برای بررسی، تعداد توربین به اندازه پروژه و میزان مرگ و میر مورد انتظار بستگی دارد؛
 - ۶- انتخاب اندازه منطقه جستجو و پیکربندی توربین‌های بسته به قابلیت جستجو در بستر و ملاحظات تحلیلی. در شرایط خاص، پایش مرحله ساخت و ساز ممکن است شامل بررسی دقیق‌تر الگوهای حرکات پرندگان و خفاش‌ها در منطقه پروژه نیز باشد.
- در صورتی که چندین مزرعه بادی در یک منطقه جغرافیایی و نزدیک به حوزه‌های با ارزش تنوع زیستی بالا قرار دارند، توسعه دهندگان پروژه‌های بادی تشویق می‌شوند که روش‌های نظارتی مشترک پس از ساخت را به کار گیرند تا بتوانند به طور کامل ارزیابی شوند. توسعه دهندگان نیروگاه‌های بادی نیز تشویق می‌شوند که نتایج نظارت‌های پس از ساخت و ساز را در اختیار ذینفعان مربوطه قرار دهند.
- پایش تاسیسات انرژی باد دریایی باید به لحاظ زمانی و مکانی برای پارامترهایی از جمله موجودات زنده، پستانداران و ماهی‌ها انجام شود. این پارامترها عبارتند از: رسوبات و جوامع کفزی؛ ماهی؛ شن و ماسه (شاخص تغییرات در ویژگی‌های رسوب)؛ پرندگان و خفاش‌ها و پستانداران دریایی.

۲-۳- بهداشت و ایمنی شغلی

۱-۲-۳- دستورالعمل‌های بهداشت و ایمنی شغلی

- آمار و ارقام مربوط به بهداشت و ایمنی شغلی باید با آمار مربوط به وقایع منتشر شده بین‌المللی 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.
 - 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 دوره‌های ایمنی.
 - مقایسه داده‌های سازمانی با داده‌های منتشر شده مربوط به صنعت خاص (در صورتی که وجود داشته باشد).

۳-۲-۳- 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 مستقیماً 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 نبایستی سابقه‌ای از حوادث و بیماری‌های شغلی و وقایع خطرناک و حوادث را ثبت نمایند. کلیه کارکنان نیروگاه‌های بادی باید حداقل سالی یکبار در مراکز بهداشتی و درمانی 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.

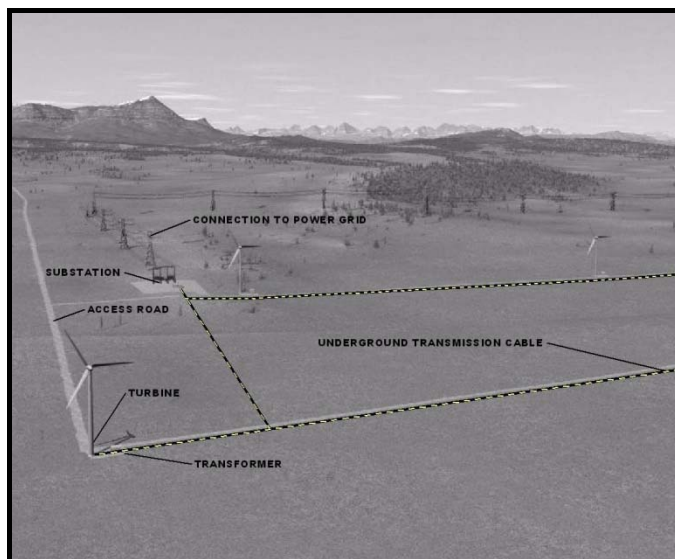
پیوست ۱

تاسیسات نیروگاه‌های بادی با استفاده از انرژی طبیعی باد، انرژی الکتریکی تولید می‌کنند. این تاسیسات هم در خشکی و هم دریا واقع شده‌اند. عامل اصلی در تعیین قابلیت و توان سایت بادی، وجود یک منبع باد خوب است. ارزیابی عملکرد انرژی، برای ارزیابی تولید انرژی پیش‌بینی شده و درآمد حاصل از آن انجام می‌گردد. سایر عوامل مهم در تعیین این که آیا یک سایت مناسب برای پروژه انرژی باد است، شامل بررسی اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی، هزینه ساخت و ساز و بهره‌برداری، توافق بر فروش برق با قیمت مناسب تجاری و دسترسی به یک شبکه انتقال برق با ظرفیت مناسب می‌باشد. همانند سایر بخش‌های صنعت، چرخه حیات یک پروژه انرژی باد نیز شامل ارزیابی منابع باد، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی و اجتماعی، ساخت و ساز، عملیات، نگهداری و مرحله جمع‌آوری تجهیزات است. فعالیت‌هایی که معمولاً با مرحله ساخت و ساز مرتبط می‌شوند عبارتند از: ساخت و ساز یا ارتقاء جاده‌های دسترسی، آماده‌سازی محل (مانند ساخت مسیرهای دسترسی و فوندانسیون توربین) و حمل و نصب اجزای پروژه (به عنوان مثال انومترها، توربین‌های بادی، ترانسفورماتور، ایستگاه‌های برق). فعالیت‌های جمع‌آوری سایت وابسته به پیشنهاد بعدی استفاده از سایت است، اما معمولاً شامل حذف زیرساخت‌ها (مانند توربین‌ها، پست‌ها، جاده‌ها) و بازگرداندن سایت پروژه به شرایط پیش از پروژه است. بخش زیر توضیح تاسیسات و فعالیت‌های مشترک در ساخت و ساز و بهره‌برداری از امکانات انرژی باد در خشکی و دریا را ارائه می‌دهد.

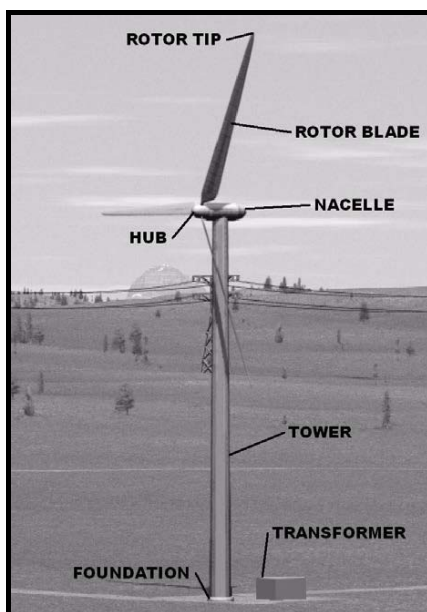
پ.۱-۱- فعالیت‌ها و تاسیسات مشترک برای نیروگاه‌های بادی خشکی و دریا

عناصر ساختاری پروژه انرژی باد عبارتند از: توربین‌های بادی، ترانسفورماتورها، کابل‌های انتقال زیر زمین و یا بین توربین‌های بادی، پست‌ها و خطوط انتقال زمینی برای اتصال به شبکه برق موجود و جاده‌های دسترسی (شکل پ.۱-۱). توربین‌های بادی برای رسیدن به حداکثر بهره‌وری انرژی با حداقل استفاده از سطح زمین طراحی می‌شوند. در نشریه شماره ۶۵۰ معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، «ضوابط اتصال و بهره‌برداری نیروگاه‌های بادی بزرگ به شبکه سراسری برق» شرایط لازم برای اتصال نیروگاه‌های بادی که توان نامی آن‌ها بالاتر از ۲۵ مگاوات است و به شبکه ۶۳ کیلوولت و بالاتر متصل می‌شوند به شبکه برق ارائه شده است. اما نیروگاه‌های بادی پایین‌تر از ۲۵ مگاوات یا متصل به زیر ۶۳ کیلوولت به عنوان تولید پراکنده محسوب می‌شوند و طبق «دستورالعمل اتصال به شبکه منابع تولید پراکنده (مولدهای مقیاس کوچک)» باید به شبکه سراسری برق متصل گردند. برای اطلاعات بیشتر در این زمینه به این دستورالعمل‌ها مراجعه گردد.

ژنراتور توربین بادی جزء اصلی پروژه انرژی باد است و مسوول استفاده از انرژی باد و تبدیل آن به انرژی الکتریکی مفید است. افزایش قطر روتور و ارتفاع برج منجر به افزایش ظرفیت تولید و بهره‌وری می‌شود. توربین شامل یک پایه، برج، موتورخانه، تیغه روتور، توپی روتور و چراغ است (شکل پ.۱-۲). برج توربین‌ها عمدتاً به شکل سیلندر مخروطی هستند و معمولاً از فولاد ساخته می‌شوند. آن‌ها معمولاً سفید یا غیرسفید هستند، اما می‌توانند براساس نیاز کشور، ترافیک هوایی و ایمنی دریایی رنگ متفاوتی داشته باشند.



شکل پ.۱-۱- اجزای تشکیل دهنده یک مزرعه بادی در خشکی



شکل پ.۱-۲- اجزای ساختار نوعی توربین بادی

با افزایش سرعت باد، تیغه روتور شروع به چرخش می‌کند. این چرخش در نهایت ژنراتور داخل موتورخانه را روشن می‌کند، به این ترتیب انرژی باد به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود. بیش‌تر توربین‌های بادی با سرعت تقریبی باد ۳ تا ۴ متر در ثانیه (۱۰/۸ تا ۱۴/۴ کیلومتر بر ساعت) شروع به تولید برق می‌کنند. حداکثر تولید انرژی الکتریکی در سرعت باد حدود ۱۲ متر بر ثانیه (۴۳ کیلومتر بر ساعت) بوده و برای جلوگیری از آسیب وقتی سرعت باد به حدود ۲۵ متر بر ثانیه (۹۰ کیلومتر بر ساعت) می‌رسد، توربین متوقف می‌شود. حداکثر سرعت نوک تیغه می‌تواند تقریباً ۹۰ متر بر ثانیه یا ۳۲۰ کیلومتر بر ساعت باشد. در سرعت‌های بالای باد، قدرت روتور را می‌توان با یکی از سه روش زیر محدود کرد:

- کنترل زاویه

- کنترل زاویه متغیر

- کنترل زاویه فعال

با توجه به طراحی آیرودینامیکی تیغه روتور در سرعت‌های بالای باد، یک تیغه با قفل محدودیت قدرت تعیین شده کنترل می‌شود. در کنترل زمین، لبه‌های روتور می‌تواند تا ۹۰ درجه تغییر داده شود تا حداکثر جذب باد را تغییر دهد. مقدار انرژی تولیدی توربین متناسب با توان ۳ سرعت باد است. به عبارت دیگر، دو برابر شدن سرعت باد موجب هشت برابر شدن انرژی موجود در باد می‌شود. توربین به طور معمول ۷۰ تا ۸۵ درصد برق را تولید می‌کند.

تولید انرژی توربین به همان نسبت تغییر نمی‌کند، اما تقریباً با مربع سرعت باد متناسب است. برق تولید شده توسط توربین بادی معمولاً به میزان ۷۰۰ ولت است که برای انتقال نیرو مناسب نیست. بنابراین، هر توربین از یک ترانسفورماتور استفاده می‌کند تا ولتاژ را تا سطح کافی برای سیستم جمع‌آوری نیروگاه باد (به عنوان مثال ۱۱ کیلو ولت افزایش دهد. سیستم جمع‌آوری کننده برق به یک ترانسفورماتور وصل شده است که ولتاژ را به سطح مناسب برای اتصال به یک ایستگاه برق افزایش دهد. اتصال بین ترانسفورماتور توربین و پست برق از یک طرف و پست و شبکه برق از طرف دیگر، می‌تواند با استفاده از کابل‌های انتقال زیرزمینی یا روی زمین صورت گیرد.

بسته به طراحی پروژه، ترانسفورماتورهای توربین می‌توانند به طور مستقل به ایستگاه متصل شوند، یا توربین‌ها می‌توانند به یکدیگر متصل شده و سپس به یک ایستگاه متصل شوند.

طول عمر طراحی شده برای یک توربین بادی تقریباً ۲۰ سال است، اما در عمل ممکن است با نگهداری مناسب عمر توربین‌ها طولانی‌تر شود. معمولاً تعمیر و نگهداری در طول عمر توربین بادی انجام خواهد شد.

فعالیت‌های تعمیر و نگهداری ممکن است شامل نگهداری توربین و روتور، روانکاری قطعات، تعمیرات کامل ژنراتور و نگهداری قطعات الکتریکی باشد.

بهره‌برداری و نگهداری نیروگاه‌های بادی معمولاً انتشار آلاینده‌های هوا یا پساب صنعتی ندارند. پساب و سایر مواد زائد مرتبط با فعالیت‌های تعمیر و نگهداری معمولاً در محل نیروگاه ذخیره نمی‌شوند و باید مطابق مقررات ملی و روش‌های مدیریتی مناسب امحا شوند.

پ.۱-۲- امکانات منحصر به فرد برای تاسیسات نیروگاه‌های بادی دریایی

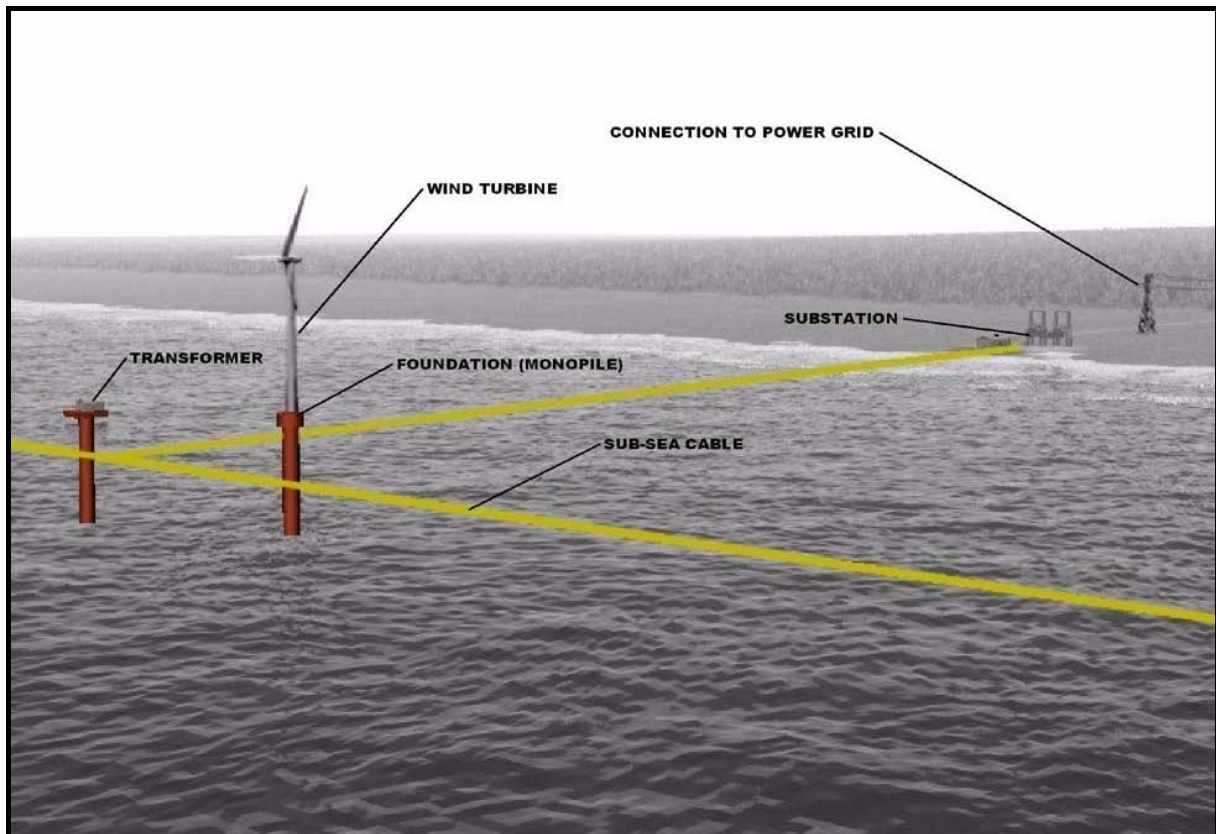
تاسیسات نیروگاه‌های بادی دریایی شبیه به تاسیسات نیروگاه‌های بادی در خشکی است. تفاوت اصلی بین توربین‌های دریایی و خشکی، اندازه توربین‌ها، ارتفاع برج‌های توربین و قطر تیغه‌های روتور است. یکی دیگر از این تفاوت‌ها این است که تاسیسات بادی دریایی به طور معمول از کابل‌های زیرزمینی (دریایی و زمینی) برای انتقال برق از توربین به ترانسفورماتور و از ترانسفورماتور به یک ایستگاه مستقر در زمین استفاده می‌کنند (شکل پ.۱-۳).

مواد تشکیل دهنده ساختار نیروگاه‌های بادی (مانند برج‌ها) شبیه به هم‌تایان خشکی خود هستند، با این تفاوت که از روش‌های مختلف برای سازگاری ساختار با محیط دریایی استفاده می‌شود، از جمله به کارگیری پوشش برای محافظت

قطعات فلزی از خوردگی، استفاده از موتورخانه مهر و موم شده، طراحی متفاوت پایه‌های برج برای مقابله با باد، امواج، جزر و مد و تعاملات دریایی (شکل پ. ۱-۱)؛ و ارائه پلت‌فرم‌های دسترسی ویژه برای تعمیر و نگهداری. فعالیت‌های معمول برای ساخت توربین‌های بادی دریایی شامل ایجاد پایه توربین، حمل و نقل دریایی اجزای توربین، مونتاژ برج، بلندکردن موتورخانه و روتورها و نصب آن بر روی برج است.

انواع پایه‌های توربین مورد استفاده برای نیروگاه‌های بادی دریایی عبارتند از:

- Monopile: مناسب برای اکثر شرایط، ترجیحاً در آب کم‌عمق و نه در آب‌های عمیق، مواد نرم.
- Tripod: برای اکثر شرایط، مواد نرم مناسب برای آب با عمق بیش از ۳۰ متر.
- پایه گرانشی بتن: تقریباً برای تمام شرایط رسوبی مناسب است.
- پایه گرانشی فولادی: تقریباً برای تمام شرایط رسوبی و در آب عمیق‌تر استفاده از بتن.
- caisson Monosuction: برای اراضی شن و ماسه و شرایط رس نرم.
- Multiple suction caisson: برای اراضی ماسه، شرایط رس نرم. آب عمیق‌تر از monosuction
- شناور: برای آب‌های عمیق تا ۱۰۰ متر.



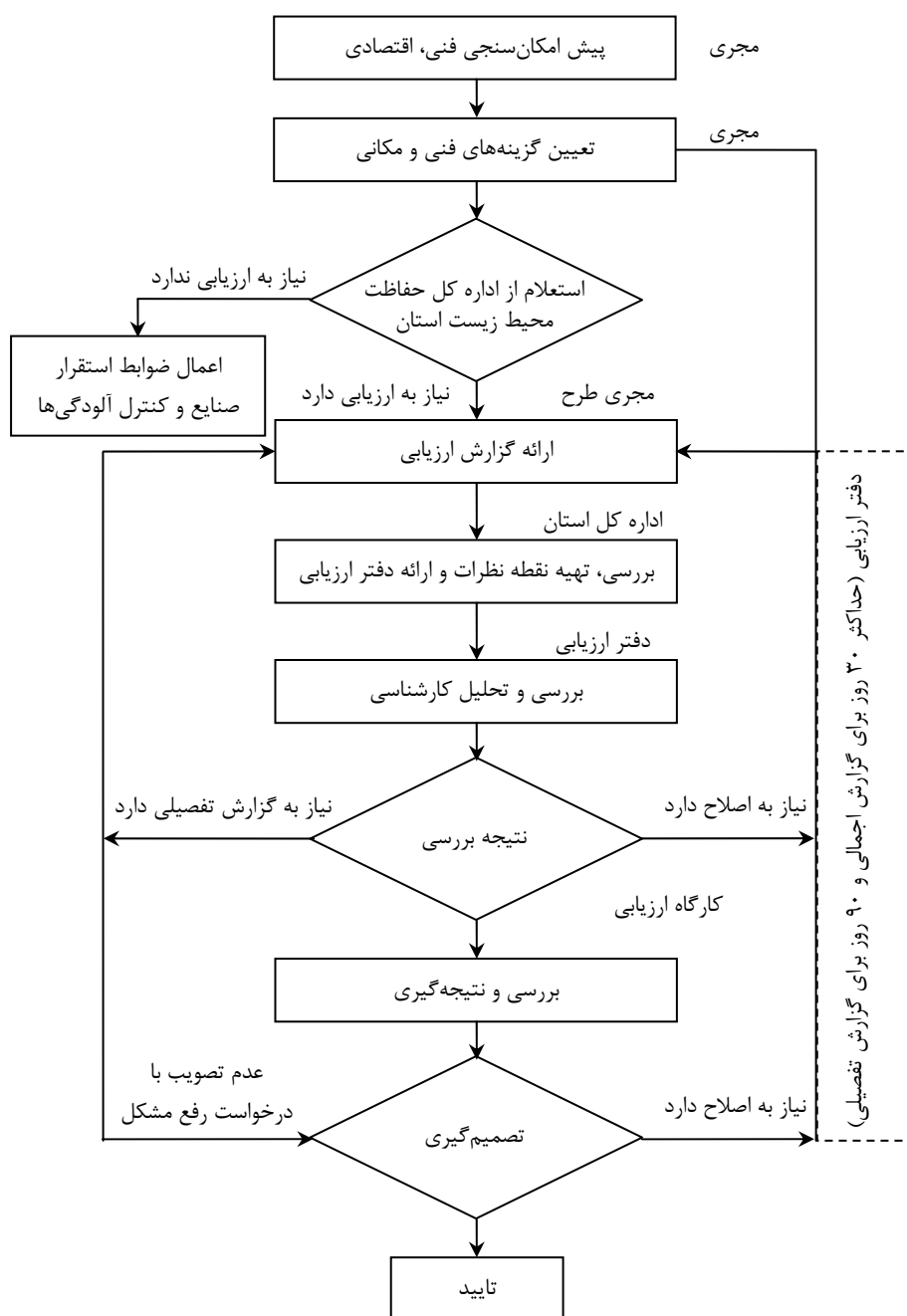
شکل پ. ۱-۳- اجزای تشکیل دهنده نیروگاه‌های بادی

پیوست ۲

- براساس مصوبه سازمان حفاظت محیط‌زیست، رووس و سرفصل گزارش ارزیابی (EIA) طرح‌ها و پروژه‌های مشمول ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در برگیرنده موارد زیر حداکثر در ۱۰۰ صفحه می‌باشد:
- ۱- چکیده غیرفنی: شامل نوع و ویژگی‌های پروژه، گزینه‌های موجود، خلاصه‌ای از وضعیت موجود محیط‌زیست، آثار مهم طرح بر محیط‌زیست و برنامه‌های پیش‌گیری کاهش و کنترل آثار نامطلوب و نتیجه‌گیری از ارزیابی زیست‌محیطی (حداکثر تا ۵ صفحه)
 - ۲- تشریح طرح یا پروژه پیشنهادی (حداکثر تا ۲۰ صفحه)
 - ۱-۲- عنوان طرح
 - ۲-۲- اهداف، نیازها و ضرورت‌های طرح
 - ۳-۲- جایگاه طرح در برنامه‌ها و سیاست‌های کلی مملکت
 - ۴-۲- قوانین، مقررات و استانداردهای زیست‌محیطی مرتبط با طرح
 - ۵-۲- موقعیت مکان پیشنهادی طرح (روی نقشه با ذکر فواصل از کلیه کاربری‌های موجود در منطقه)
 - ۶-۲- گزینه‌های مکانی و فنی طرح
 - ۷-۲- فازبندی کلی طرح (آماده‌سازی، ساخت و ساز، اجرا و بهره‌برداری و ...) برنامه‌های توسعه آتی
 - ۸-۲- تشریح زیر فعالیتهای طرح به تفکیک فاز احداث و بهره‌برداری
 - ۹-۲- نمودار خط تولید، و تشریح فرآیندها برای واحدهای صنعتی و معدنی (تولیدی)
 - ۱۰-۲- تاسیسات جانبی و پروژه‌های پی‌آیند (احداث راه، اماکن و خدمات عمومی و...)
 - ۱۱-۲- ویژگی‌های طرح در هر یک از گزینه‌ها و فازهای طرح شامل:
 - ۱-۱۱-۲- 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
 - ۳-۱۱-۲- برآورد نوع و میزان مواد اولیه، محل تامین و نحوه انتقال آنها
 - ۴-۱۱-۲- برآورد نوع و میزان منابع (آب، انرژی، سوخت و...) و موارد مصرف، محل تامین و نحوه انتقال آنها
 - ۵-۱۱-۲- برآورد نیروی انسانی و محل تامین
 - ۶-۱۱-۲- 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 تامین منابع قرصه، احداث جاده و تاسیسات 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 محیط‌زیست منطقه
- در زمینه‌های زیر پیش از اجرای طرح برای هر یک از گزینه‌های پیشنهادی (همراه با نقشه‌ها و ترجیحا به صورت جداول و نمودارها حداکثر تا ۲۵ صفحه)
- ۱-۶- تعریف محدوده مطالعاتی و نمایش روی نقشه
- ۲-۶- محیط فیزیکی شامل موارد:
- ۱-۲-۶- خاکشناسی (نوع و قابلیت‌های کار، شیب، فرسایش و ...) آلودگی‌های خاک و منابع مهم آن‌ها
- ۲-۲-۶- زمین‌شناسی (مثل توپوگرافی، زلزله خیزی، رانش زمین و ...)
- ۳-۲-۶- منابع آب (موقعیت، کیفیت و کمیت آب‌های سطحی و زیرزمینی، وضعیت سطح ایستایی منطقه و رژیم‌های سیلابی و کم آبی) آلودگی‌های آب و منابع مهم آن‌ها، مصارف فعلی منابع آب
- ۴-۲-۶- هوا و اقلیم (وضعیت اقلیمی گلباد، نزولات، دما و تبخیر در دوره زمانی ۵ - ۱۰ ساله) آلودگی‌های هوا و منابع مهم آن‌ها
- ۵-۲-۶- صدا و ارتعاشات (سطح صدا) آلودگی‌های صوتی و منابع مهم آن‌ها
- ۳-۶- محیط طبیعی و بیولوژیکی: زیستگاه‌های آبی و خشکی با ذکر لیست جوامع گیاهی و جانوری و گونه‌های نادر و با ارزش، مناطق ۴ گانه محیط‌زیست
- ۴-۶- بهداشت و سلامت جامعه (با لحاظ نظرات دانشگاه علوم پزشکی ذیربط محل احداث پروژه)
- ۵-۶- 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)
- ۷-۶- 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 تاکید بر اثرات تجمعی) برای هر یک از گزینه‌ها و فازهای پیشنهادی (حداکثر تا ۲۰ صفحه) به صورت زیر:
- ۱-۷- 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 زیست‌محیطی طرح و استنتاج
- ۹- مدیریت و پایش زیست‌محیطی
- ۹-۱- ارائه شیوه‌های پیش‌گیری کاهش و کنترل برای هر یک از آثار منفی زیست‌محیطی مرتبط با فعالیت‌های طرح (حداکثر تا ۱۰ صفحه)
- ۹-۲- ارائه برنامه کلی مدیریت زیست‌محیطی برای اندازه‌گیری و پایش آثار زیست‌محیطی و بازرسی و نظارت بر حسن انجام اقدامات پیشنهادی کنترل و کاهش
- ۱۰- ارزیابی و مدیریت ریسک زیست‌محیطی (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، مسوولیت و تجربیات ارزیابی هر یک از مشاوران و تهیه‌کنندگان گزارش ارزیابی اجمالی



شکل پ.۲-۱- فرایند ارزیابی اثرات زیست‌محیطی در ایران

منابع و مراجع

- 1- Beyond NIMBYism: towards an Integrated Framework for Understanding Public Perceptions of Wind Energy, Wind Energy, Wind Energ. 2005; 8:125–139 Published online 8 September 2004 in Wiley Interscience (www.interscience.wiley.com). DOI: 10.1002/we.124
- 2- Dennis, y.c. Leung, yuan yang, "renewable and sustainable energy reviews", Renewable and sustainable energy reviews 16 (2012) 1031-1039.
- 3- M. Wolsink, "Wind power and the NIMBY-myth: Institutional capacity and the limited significance of public support," Renewable Energy, vol. 21, 2000.
- 4- Suaad Jaber, Environmental Impacts of Wind Energy, Journal of Clean Energy Technologies, Vol. 1, No. 3, July 2013.
- 5- World bank group, August 7, 2015 ,ENVIRONMENTAL, HEALTH, AND SAFETY GUIDELINES FOR WIND ENERGY.
- 6- World bank, IFC, 2007 ,ENVIRONMENTAL, HEALTH, AND SAFETY GUIDELINES electrical power transmission and distribution, april 30.
- 7- General Specification 660 kw variable slip wind turbines, V47-660kw and V47-660/200kw, 2005.
- 8- Wind turbines - Part 24: Lightning protection ,IEC 61400-24:2010.
- ۹- آزاده دبیری؛ سید مسعود منوری؛ سید محمود شریعت؛ پروین فرشچی، تابستان ۱۳۹۲، ارزیابی اثرات زیست‌محیطی تجمعی شهرک‌های صنعتی شهرستان نظرآباد، دوره ۱۵، شماره ۲، تابستان ۱۳۹۲.
- ۱۰- آمیغ، لیلا. جوزی، سیدعلی. تقوی، لعبت. ۱۳۹۳. بررسی اثرات زیست‌محیطی احداث نیروگاه تجدیدپذیر مرکز تحقیقات کشاورزی و منابع طبیعی استان تهران واقع در پارک ملی خجیر، پایداری، توسعه و محیط‌زیست، دوره اول، شماره ۳، زمستان ۹۳.
- ۱۱- پرامد جین، مهندسی انرژی باد، انتشارات دانشگاه تهران، ۱۳۹۲.
- ۱۲- دفتر استانداردهای فنی، مهندسی، زیست‌محیطی و اجتماعی برق و انرژی، راهنمای ایمنی، بهداشت و محیط‌زیست انتقال و توزیع نیروی برق.
- ۱۳- روزنامه رسمی ۱۳۹۶/۲/۴، آیین نامه ایمنی در عملیات انتقال برق
- ۱۴- سازمان بهره‌وری انرژی ایران، پیاده‌سازی سیستم مدیریت HSE در نیروگاه شهید فیروزی (طرشت)، زمستان ۱۳۹۴.
- ۱۵- شرکت بهره‌برداری و تعمیراتی-مپنا، دستورالعمل HSE نیروگاه‌های بادی، ۱۳۹۳.
- ۱۶- صبا نیرو، دستورالعمل تخلیه، بارگیری و حمل و نقل قطعات
- ۱۷- توانیر، ۱۳۹۲، دستورالعمل اتصال به شبکه منابع تولید پراکنده (مولدهای مقیاس کوچک)
- ۱۸- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رئیس جمهور، ۱۳۹۲، ضوابط اتصال و بهره‌برداری نیروگاه های بادی بزرگ به شبکه سراسری برق
- ۱۹- منیع‌اوی فلاحیه، ماجده، ۱۳۹۲، مدیریت HSE و نقش و اهمیت آن در صنعت نفت، نخستین همایش ملی HSE با رویکرد صنایع بالادستی نفت و گاز، آبادان، دانشگاه صنعت نفت، وزارت نفت جمهوری اسلامی ایران.

- ۲۰- نیروگاه بادی بینالود؛ اولین مزرعه بادی در ایران، نشریه سازمان انرژی‌های نو ایران، سال چهارم، شماره شانزدهم، تیرماه ۸۹.
- ۲۱- معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی رییس جمهور، مشخصات فنی عمومی و اجرایی تاسیسات برقی ساختمان، جلد اول: تاسیسات برقی فشارضعیف و فشارمتوسط (تجدید نظردوم)، نشریه شماره ۱-۱۱۰، ۱۳۸۹.
- ۲۲- دفتر استانداردهای معاونت تحقیقات و تکنولوژی شرکت سهامی تولید و انتقال نیروی برق ایران (توانیر)، استاندارد سیستم اتصال زمین شبکه‌های توزیع، ۱۳۷۴.

خواننده گرامی

امور نظام فنی و اجرایی سازمان برنامه و بودجه کشور، با گذشت بیش از چهل سال فعالیت تحقیقاتی و مطالعاتی خود، افزون بر هفتصد عنوان نشریه تخصصی - فنی، در قالب آیین نامه، ضابطه، معیار، دستورالعمل، مشخصات فنی عمومی و مقاله، به صورت تالیف و ترجمه، تهیه و ابلاغ کرده است. ضابطه حاضر در راستای موارد یاد شده تهیه شده، تا در راه نیل به توسعه و گسترش علوم در کشور و بهبود فعالیت های عمرانی به کار برده شود. فهرست نشریات منتشر شده در سال های اخیر در سایت اینترنتی nezamfanni.ir قابل دستیابی می باشد.

“Environmental, Health and Safty Guidline “Wind Farms [No.762]

Authors & Contributors Committee:

Teeka Sohrab	satba	M.Sc. ofHealth, safty and Environment
Reza Samadi	satba	Ph.D. ofEnvironmentalManagement
Hamid reza Khadem	satba	M.Sc.of Environmental Management
Ali Hosseinzadeh	satba	M.Sc.Chemistry
Samira Maneshipour	satba	M.Sc. Industrial Engineering
Alireza Mahmoudpour	satba	M.Sc.Metallurgy Engineering
Yousef Faghiih samarin	satba	B.Sc. Mechanical Engineering
Mehdi Farashi	satba	M.Sc.Metallurgy Engineering

Supervisory Committee:

Reza amirnezad	Consulting Engineers Co.	M.Sc. of Hydraulic Eng.
----------------	--------------------------	-------------------------

Steering Committee:

Alireza Toutouchi	Deputy of Technical Affairs Department
Farzaneh Agha Ramezanali	Head of Water & Agriculture Group, Technical Affairs Department
Mohammad Reza Talakoob	Expert in Electrical & Electronics Engineering, Technical Affairs Department

Abstract

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

Islamic Republic of Iran
Plan and Budget Organization

Environmental, Health and Safty Guidline “Wind Farms”

No . 762

Office of Deputy for Technical and
Infrastructure Affairs
Department of Technical and Executive Affairs
nezamfanni.ir

Ministry of Energy Renewable Energy And
Energy Efficiency Organization
Economic, Social and Environmental Office
<http://satba.org.ir>

2018

این ضابطه

با عنوان «دستورالعمل محیط‌زیست، بهداشت و ایمنی نیروگاه‌های بادی» در راستای معرفی و آشنایی با شناسایی کنترل و کاهش مسایل نیروگاه‌های بادی در حوزه محیط‌زیست، بهداشت و ایمنی و دو پیوست تدوین شده که شامل: مفاهیم، مسوولیت‌ها و روش‌های کلی برای کاهش اثرات نیروگاه‌های بادی تدوین شده است.