یازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
11th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

بررسی انرژی بادی و عوامل موثر بر آن به عنوان یکی از انرژی‌های نوین

سیده الهام زرین گری[1]

[1]دانش آموز رشته ریاضی فیزیک، دبیرستان شاهد زینبیه، استان زنجان، ایران .Elham.z.1384@gmail.com

چکیده

بشر برای بقا و پیشرفت به انرژی نیاز دارد و امروزه باتوجه به محدود بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات ناشی از انتشارات گازهای گلخانه ای، توجه بیش از پیش به انرژی های تجدیدپذیر بر همگان واضح بوده و اهمیت آن بر کسی پوشیده نیست و در کل جهان استفاده از انرژی های نو و تجدیدپذیر نقش پر رنگی در سبد انرژی، بدست آورده است. باتوجه به پایانپذیر بودن انرژی های فسیلی و آلودگی های زیست محیطی فراوانی که به همراه دارند، لذا این امر بشر را به اندیشه سوخت های پایان ناپذیر و پاک واداشته است. انرژی باد یکی از انواع اصلی انرژی های تجدید پذیر می باشد که از دیرباز ذهن بشر را به خود معطوف کرده است به طوری که همواره به فکر کاربرد این انرژی در صنعت بوده است. از همین رو با توجه به پتانسیلی که کشور عزیزمان ایران دارد و انرژی باد می تواند یکی از انرژی های پاک مورد استفاده قرار گیرد، در این مقاله به بررسی این موضوع پرداخته شده است.

واژه‌های کلیدی

انرژی باد، انرژی های نوین، انرژی های تجدید پذیر، انرژی پاک

مقدمه

در واقع حرکت گاز در اتمسفر را به عنوان باد تعریف می کنند. به ساده ترین و عامیانه ترین شکلی که می توان توضیح داد این است که باد در اثر حرکت هوا از یک منطقه پر فشار به یک منطقه کم فشار شکل می گیرد. زمانی که زمین بر اثر نور خورشید گرم می شود ، هوای اطراف آن نیز گرم و در نتیجه سبک می شوند و به سمت بالا می روند. حال با کم شدن فشار در این نقطه و خالی شدن آن فضا هوا های سرد تر اطراف، به این سمت حرکت می کنند. این فرایند که باعث حرکت و جابجایی هوا می شود را باد می گویند. از آن جایی که باد همیشه وجود دارد مانند نور خورشید به آن انرژی تجدید پذیر می گویند. انسان همیشه در طول زندگی به دنبال داشتن منبع عظیم و دائمی انرژی می باشد. و یکی از انرژی های مهم که از زمان های قدیم بسیار مورد اهمیت بوده ، همین انرژی باد است که برای حرکت کشتی ها و آسیاب های بادی از آن ها استفاده می شده است. در این مقاله تلاش شده است تا مزیت ها و مشکلات استفاده از انرژی باد در ایران و برخی دیگر کشورها مورد بررسی قرار گیرد و هزینه های تولید این انرژی با سوخت های فسیلی مقایسه و راهکارهایی جهت استفاده از این منابع ارائه شود. همچنین در پایان بازار خرید انرژی باد در سال های اخیر مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. با توجه به برخورداری از پتانسیل مطلوب و مناسب انرژی های تجدیدپذیر در کشور، توسعه منطقی این منابع ارزشمند و خدادادی موجه به نظر می رسد، چرا که از این طریق می توان در جهت اهداف توسعه پایدار نیز گام برداشت.

پیشینه و ادبیات پژوهش

منابع انرژی از مهمترین عوامل و عناصر توسعه پایدار است. داشتن انرژی مناسب عمده ترین عامل اقتصادی جوامع صنعتی پس از نیروی انسانی است چرا که انرژی یک نیاز اساسی برای استمرار توسعه اقتصادی، رفاه اجتماعی، بهبود کیفیت زندگی و امنیت جامعه است. اگر انرژی به نحوی تولید و مصرف شود که توسعه انسانی را در بلندمدت در تمام ابعاد اقتصادی، اجتماعی و زیست محیطی تامین کند، مفهوم انرژی پایدار تحقق خواهد یافت، براین اساس می توان گفت تامین انرژی پایدار ضرورت توسعه پایدار است. به همین دلایل، در سال های اخیر کشورهای مختلف پیشرفته و در حال توسعه توجه فزاینده ای به انرژی تجدیدپذیر(انرژی خورشید، باد، ژئوترمال و غیره)جهت ایجاد تنوع در استفاده از منابع انرژی و کاهش وابستگی به یک حامل انرژی و ملاحظات زیست محیطی برای دستیابی به انرژی پایدار معطوف داشته اند. بالا رفتن قیمت سوخت های فسیلی، ملاحظات زیست محیطی، امنیت تامین انرژی، کاربری در پتروشیمی، پیشرفت فناوری و توجیه اقتصادی در برخی موارد از جمله عوامل تعیین کننده آینده انرژی های تجدیدپذیر است. به هر حال این قلمرو به طور دائم در حال تغییر بوده و آینده این تغییرات نمایانگر کاهش هزینه ها و گسترش نفوذ آن در بازار انرژی جهان و رسیدن به انرژی پایدار است. مستندات حاصل از انرژی بادی یک سیر تکاملی را به استفاده از قطعات سبک و ساده برای به حرکت درآوردن پره ها به جای قطعات سنگین پیش گرفته است تا استفاده از قطعات سبک و مواد ایرودینامیکی پر بازده در دوران مدرن امروزی رواج پیدا کند. اما نباید اینگونه پنداشت که نیروی لیفت (نیرویی که باعث پرواز هواپیما می گردد) یک مفهوم جدید می باشد و برای باستانیان ناشناخته بوده است. اولین استفاده شناخته شده از انرژی باد مربوط به کاربرد در قایق های بادی است و این تکنولوژی نقش بسیار مهمی در توسعه آسیاب های بادی دارد. ملوانان باستانی نیروی لیفت را می شناختند و روزانه از آن استفاده می کردند ولی هیچ توضیحی علمی برای آن نداشتند. اولین آسیاب های بادی برای آسیاب کردن غلات و پمپاژ آب به کار گرفته شده بودند و قدیمی ترین مدل طراحی شده آن از نوع محور عمودی بوده که در طی سالهای ۵۰۰-۹۰۰ میلادی در ایران توسعه یافته است. ظاهرا اولین استفاده از این آسیاب ها برای پمپاژ آب بوده است ولی نحوه دقیق کار آن معلوم نیست زیرا هیچ گونه طراحی و یا نقاشی از این آسیاب ها موجود نیست. نخستین مستندات مربوط به طراحی این آسیاب های بادی نیز مربوط به ایرانیان می باشد. که پره های آن یا اصطلاحا بادبان های آنها از جنس چوب و یا نی بوده که با تیرهای افقی به یک محور عمودی متصل می شدند.

انواع انرژی

اصولا منابع انرژی را می توان به دو طبقه منابع تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر تقسیم نمود:

منابع تجدید ناپذیر شامل انواع انرژی هایی است که در زمان بسیار طولانی به وجود آمده و با مصرف تدریجی ذخایر آن رو به پایان خواهد گذاشت. انرژی هایی چون نفت خام، گاز، میعانات گازی، سنگ های رستی نفتی، زغال سنگ و انرژی هسته ای از این نوع هستند. آنچه در خصوص این نوع از انرژی ها حائض اهمیت است این موضوع است که عواملی چون: تمام نشدنی بودن این انرژی ها، تولید کربن دی اکسید بر اثر سوزاندن این منابع و تأثیرات مخرب این گاز بر طبیعت و عدم وجود ارزش افزوده در استفاده از این منابع برای تأمین سوخت و تولید الکتریسیته سبب تغییر اقلیم در سال های اخیر شده است (کاویانیف ۱۳۷۸ ص:۲۷۳). یکی از راه حل هایی که در این زمینه مطرح شده است و امروزه به شدت پیگیری می شود، استفاده از دسته دوم منابع انرژی یعنی منابع تجدید پذیر است. انرژی های تجدید پذیر به آن دسته از حامل های انرژی گفته می شود که یا ذخیره آن به اندازه ای زیاد است که در مدت میلیون ها سال تمام نمی شود و یا اینکه می توان با همان شرایط قبلی و مجددا از آنها استفاده نمود. این نوع انرژی ها شامل خورشیدی، هیدرو الکتریک، باد، زمین گرمایی، جزر و مد دریا، امواج دریا و... می باشد. هم اکنون ۶/۱ درصد از انرژی مورد نیاز جهان از انرژی های تجدید پذیر تأمین می شود که ۲/۴ درصد آن از انرژی هیدروالکتریک است (بهمنی پور، ۱۳۸۷). انرژی های تجدید پذیر، مجالی برای فراهم نمودن انرژی کافی و ایمن فراهم می کنند. بنابراین، فرصتی برای توسعه صلح آمیز و ایمنی بیشتر خلق می کند. کشور های دانمارک، آلمان و فنلاند نشان داده اند که استفاده از انرژی باد از نظر تکنیکی و اقتصادی انجام پذیر است. انرژی بادی بخشی از ترکیب انرژی آینده است که شامل انرژی خورشیدی، نیروی آب، بیومس، انرژی ژئوترمال و غیره است. استراتژی انجمن جهانی انرژی باد بر این مبناست که تا پایان سال ۲۰۲۰ حدود ۱۰ درصد از انرژی مصرفی جهان را انرژی باد تأمین کند.

باد و انرژی بادی

باد یکی از شاخصه‌های اصلی انرژی خورشیدی و هوای متحرک است که از تابش خورشید که از خارج به اتمسفر می‌رسد به انرژی بادی تبدیل می‌شود. قدیمی‌ترین روش استفاده از انرژی باد، به ایران باستان بازمی‌گردد. برای نخستین بار، ایرانیان موفق شدند با استفاده از نیروی باد، دلو یا چرخ چاه را به گردش درآورده و از چاه‌های آب خود، آب را به سطح مزارع برسانند. احتمالاً نخستین ماشین بادی توسط ایرانیان باستان ساخته شده‌است و یونانیان برای خرد کردن دانه‌ها و مصریها، رومی‌ها و چینی‌ها برای قایقرانی و آبیاری از انرژی باد استفاده کرده‌اند. از جمله دلایل تمایل کشورها برای افزایش ظرفیت تولید برق بادی مزایای بسیار زیاد این روش تولید انرژی الکتریکی است، چراکه انرژی بادی تجدیدپذیر و پاک محسوب می‌شود و در همه جای دنیا وجود دارد، همچنین استفاده از آن در مقایسه با استفاده از انرژی سوخت‌های فسیلی، میزان کمتری گاز گلخانه‌ای منتشر می‌کند(لوکاس، ۲۰۰۶). انرژی بادی تبدیل انرژی باد به نوعی مفید از انرژی مانند انرژی الکتریکی (با استفاده از توربین‌های بادی)، انرژی مکانیکی (مثلاً در آسیاب‌های بادی یا پمپ‌های بادی) یا پیش‌رانش قایق‌ها و کشتی‌ها (مثلاً در قایق‌های بادبانی) است. در آسیاب‌های بادی از انرژی باد مستقیماً برای خرد کردن دانه‌ها یا پمپ کردن آب استفاده می‌شود. نخستین استفاده از انرژی باد توسط ایرانیان باستان برای آبیاری مزارع بود. آن‌ها از توان باد برای به حرکت درآوردن چرخ‌هایی استفاده می‌کردند تا آب را به سطح زمین و مزارعشان بیاورند. از آنجایی که منابع فسیلی مانند نفت و گاز تجدید

ناپذیر بوده و روزی به پایان می‌رسند، باد به عنوان یک منبع انرژی پاک محسوب شده و هزینه تولید برق به وسیله آن کمتر از تولید برق با استفاده از سوخت‌های فسیلی است و همچنین آلودگی و گاز گلخانه ای کمتری تولید می‌کند.

باد در اثر عوامل مختلف طبیعی و مصنوعی می تواند امکان پذیر گردد:

- عوامل مصنوعی: نیروهای وارده بر یک توده هوا از طریق دستگاه ها و یا عوامل انسانی صورت می گیرد، مثل حرکت یک ماشین که پس از عبور آن یک سری اغتشاشات و ناهنجاری هوا در توده هوای پشت سرآن ایجاد می گردد یا جابجایی دست، استفاده از بادبزن دستی و... .
- عوامل طبیعی: باد در اطراف سواحل دریاها و اقیانوس ها، وزش باد از کوه به دره و برعکس و ... همه مثال های یاد شده یک نوع حرکت فیزیکی می باشند که بر اثر نیروی وارده رخ می دهند که در حالت طبیعی وزش باد، این نیرو می تواند در اثر تغییرات دمایی و فشار بین دو نقطه از یک توده هوا (گرادیان حرارتی و فشاری) صورت گیرد. حاصل این گرادیان ها، ایجاد نیرو می باشد که می تواند عامل اصلی در جابجایی منظور گردد.

ساختار جو کره زمین

با تمرکز بر روی ساختار جوی کره زمین و عوامل موثر در آن می توان به نکات زیر اشاره نمود:

تابش خورشید:

- تابش مستقیم نور خورشید و تاثیر قسمت حرارتی آن در سطوح پایین جو باعث ایجاد تغییرات دمایی در توده های هوایی می گردد، که این عامل نیز با تغییرات فشار همراه است.

- بخار نمودن آب های سطحی و تشکیل توده هوای گرم و مرطوب و صعود آن به بالا و تشکیل ابرها.

- برخورد مستقیم با سطح زمین و گرم نمودن آن با توجه به متفاوت بودن جذب (گرمایی ظرفیت) سطوح مختلف و در نهایت تغییرات دمایی.

حرکت وضعی زمین:

چرخش زمین به دور خود در هر ۲۴ ساعت یکبار باعث ایجاد امواج مختلف جوی از جمله امواج راسبی می گردد و با در نظر گرفتن قوانین نیوتن، نیروی گریز از مرکز ایجاد شده در اتمسفر آن باعث جابجایی نسبتا منظم مکانی و زمانی آن گردیده که توده های کم فشار و پر فشار نمونه هایی از آن می باشند.

جاذبه زمین:

وجود جاذبه زمین باعث ایجاد فشار متعادل در اتمسفر زمین و جلوگیری از فرار توده های هوایی اطراف آن در اثر نیروی گریز از مرکز شده و یک تعدیل در برآیند نیروها بوجود می آورد. با در نظر گرفتن عوامل یاد شده، وقتی یک توده هوا شروع به حرکت می کند، در هنگام حرکت (افقی) به عوامل طبیعی همچون توپوگرافی (کوهها، دره ها و ...) برخورد می نماید که این تغییرات افقی و قائم و تغییرات در گرادیان دمایی و فشار صعود و نزول توده های هوایی را شامل می شود.

مزایای استفاده از انرژی باد

- انرژی باد، یک منبع سوخت پاک محسوب می شود؛
- انرژی باد همانند نیروگاه هایی که به احتراق سوخت های فسیلی مانند زغال سنگ یا گاز طبیعی متکی هستند، هوا را آلوده نمی کند.؛
- توربین های بادی، گازهای گلخانه ای که باعث باران اسیدی یا گازهای گلخانه ای می شود، ایجاد نمی کنند؛
- انرژی باد یکی از کم هزینه ترین فناوری های انرژی تجدید پذیر موجود بوده که امروزه بسته به منبع باد و تأمین اعتبار پروژه، بین ۴ تا ۶ سنت در هر کیلووات ساعت هزینه دارد. در واقع می توان گفت که این انرژی رایگان است؛
- توربین های بادی می توانند در مزارع یا دامداری ها ساخته شوند، از این رو مناطق روستایی که بهترین مکان های بادی در آن مناطق یافت می شوند، می توانند از اقتصاد بهره مند شوند. کشاورزان و دامداران می توانند به کار خود در زمین ادامه دهند زیرا توربین های بادی تنها از بخشی از زمین را به خود اختصاص می دهند. صاحبان نیروگاه های بادی در قبال استفاده از زمین به کشاورز یا دامدار، کرایه پرداخت می کنند؛
- می توان در سوخت فسیلی و هزینه های مربوط به آن صرفه‌جویی کرد؛
- به خاطر مزرعه‌های بادی می توان از جاذبه‌های گردشگری و درآمد حاصل از آن بهره برد؛
- فرصت هایی برای اشتغال و زمینه های مطالعاتی و تحقیقاتی ایجاد می شود.

معایب استفاده از انرژی باد

- اگرچه هزینه انرژی باد طی ۱۰ سال گذشته به طرز چشمگیری کاهش یافته است، این فناوری نیاز به سرمایه گذاری اولیه بالا تری نسبت به تولید سوخت های فسیلی دارد.
- مهم ترین چالش استفاده از باد به عنوان منبع انرژی این است که باد به طور دائم در حال وزیدن نیست، انرژی باد را هم نمی توان ذخیره کرد مگر اینکه از باتری استفاده شود و همه بادها را نمی توان برای استفاده در زمان تقاضای برق مهار کرد.
- سایت های بادی خوب غالباً در مکان های دور افتاده و به دور از شهرهایی قرار دارند که مصرف برق شان بالاست.
- توسعه منابع باد ممکن است با دیگر کاربردهای زمین رقابت کند در حالی که شاید اگر از آن زمین ها، استفاده های دیگری می شد از تولید برق بسیار با ارزش می بود.
- اگرچه نیروگاه های بادی نسبت به سایر نیروگاه های معمولی تأثیر نسبتاً کمی بر محیط زیست دارند، اما صدای ناشی از چرخش پره های روتور باعث آلودگی صوتی می شود و بعضی اوقات پرندگان به خاطر برخورد با روتور کشته می شوند.

- برخورد صاعقه، بادهای شدید و... باعث آسیب پذیری بالای توربین های بادی شده است.

ساختار توربین های مدرن

برج و پایه (فندانسیون): به منظور تضمین ثبات توربین های بادی یک پایه ی مسطح یا توده ای استفاده شده است که این پایه چگونگی آن به ثبات زمین وابسته است. ساختار برج نه تنها وزن پره های روتور را تحمل می کند، بلکه جذب بادهای استاتیکی بزرگ ناشی از نیرو های مختلف بادی بایستی تحمل کند.

روتور و تیغ های روتور: موتور جزئی است که با کمک تیغ هایش، انرژی موجود در باد به حرکت دوارمکانیکی تبدیل می کند. در حال حاضر روتور های با محور افقی و سه تیغه حکم فرما هستند. تیغ های روتور به طور عمده از فیبر شیشه ای یا فیبر کربن پلاستیک های تقویت شده ساخته شده است. نمایش مشخصات تیغه شبیه به بال هواپیما می باشد.

گیربکس[۲] (جعبه دنده): حرکت روتور را از ۵۰-۱۸ دور بر دقیقه را به ۱۵۰۰ دور بر دقیقه تبدیل می کند و همچنین قادر به تولید الکترسیته می باشد. به این منظور باید از جعبه دنده یا گیربکس برای هماهنگی سرعت روتور استفاده کرد. یکی از نکات بسیار قالب وجه در طراحی گیربکس توربین های بادی، حداقل بودن سرو صدای حاصل از گیربکس و در عین حال بالا بودن راندمان می باشد.

ژنراتور: برای توربین های با قدرت باد با ژنراتور های ناهمزمان با تغذیه ی مضاعف استفاده می شود. در این حالت، سرعت چرخش عملیاتی می تواند تغییر کند، برخلاف زمانی که از مولد های غیر همزمان مرسوم استفاده می شود.

کاربرد هوشمند انرژی بادی

تولید انرژی: توربین های بادی برای جذب نیروی باد نصب شده اند و قادر به تبدیل آن به انرژی هستند. این کار می تواند در مقیاس وسیع باشد، مانند توربین های بادی که در مزارع بادی یافت می شوند یا می توانند در مقیاس کوچکتر باشند، مانند توربین های بادی منفرد که مردم برای تولید برق برای خانه خود از آن استفاده می کنند.

پمپاژ آب: شاید شنیدن این موضوع برایتان جالب باشد که از انرژی باد و پمپ بادی می توان برای پمپاژ آب استفاده کرد. پمپ های بادی از نظر ظاهری خیلی شبیه آسیاب های بادی می باشند اما آنها به جای اینکه غلات را آسیاب کنند، آب را پمپاژ می کنند. با پیشرفت تکنولوژی و ظهور موتورهای برقی این پمپ ها نیز از رده خارج شده اند.

ورزش های بادی: ورزش هایی مثل باد سواری، قایق رانی، کایتینگ و... از لذت بخش ترین فعالیت های ورزشی هستند که همگی از انرژی باد بهره می گیرند و به آن متکی می باشند. همه ما می دانیم که قایق رانی قدمتی چند هزار ساله دارد و اکثر کشورها از انرژی باد برای قایق رانی بهره می گرفتند.

---

[2] gearbox

تولید مواد غذایی: انرژی باد از گذشته های دور و قبل از انقلاب صنعتی برای آسیاب کردن غلات از جمله گندم و تهیه آرد در آسیاب های بادی استفاده می شد. آرد ماده اصلی نان و یکی از مواد اصلی برخی از غذاها می باشد و در صنعت شیرینی پزی هم کاربرد زیادی دارد. درست است که امروزه تکنولوژی پیشرفت کرده و هم اکنون آسیاب بادی زیاد مورد استفاده قرار نمی گیرد ولی بازهم مناطقی در ایران وجود دارند که با این شیوه کار می کنند.

نتیجه گیری

محدود بودن منابع انرژی فسیلی و مشکلات ناشی از انتشارات گازهای گلخانه ای، توجه بیش از پیش به انرژی های تجدیدپذیر را بر همگان روشن و ضروری کرده است.برای کشورهایی همانند ایران که اقتصادی رو به رشد دارند، نیاز به الکتریسیته و تولید برق ضرورتی اجتناب ناپذیر است و آنها نباید فقط متکی به سوخت های فسیلی باشند. حتی شاهد آن هستیم که بسیاری از مناطق و روستاهای این کشور هم اکنون از نعمت برق بی بهره می باشند پس می توان نتیجه گرفت که چون شبکه برق سراسری هنوز به این مناطق نرسیده است باید از روش های جایگزین مثل استفاده از انرژی باد و توربین های بادی اقدام به برق رسانی به این مناطق کرد. با استفاده از این انرژی می توان در دور نمای آینده اقتصادی کشور ایران تحولات عظیم و شگرفی ایجاد و موجب صرفه جویی در فرآورده های نفتی و سوخت های فسیلی شود. با صرفه جویی حاصله می توان باعث حفظ فراورده های نفتی شد و امکان صادرات آنها و همچنین تبدیل آنها به مشتقات پتروشیمی با ارزش افزوده را فراهم کرد. الکتریسیته حاصل از انرژی باد هیچ گونه آلودگی زیست محیطی نداشته و همین عامل باعث حفظ طبیعت شده و حاصل آن رسیدن به توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی خواهد بود. استفاده از انرژی باد در ایران علاوه بر عمران و آبادانی موجب اشتغال شده و همچنین با بومی سازی فناوری انرژی باد می توان اقتصاد کشور را رشد و پیشرفت داد. به امید آن روزی که اقدامات جدی در زمینه های انرژی های تجدید پذیر صورت گیرد.

پیشنهادات

محدودیت ها و موانع زیادی بر مکان گروهی از توربین های بادی که معمولا به عنوان یک پارک یا مزرعه بادی توصیف می شوند تأثیر می گذارد؛ از جمله: مالکیت زمین، مکان در رابطه با ساختمان ها و جاده ها، اجتناب از مکان هایی که دارای اهمیت محیطی خاصی می باشند و ... . علاوه بر اینگونه محدودیت ها مشکل عمده ی دیگری نیز وجود و آن ناپایداری وزش باد است، اینکه وزش باد همواره در یک جهت و با یک قدرت نمی باشد. این عامل یعنی تغییر مسیر وزش باد می تواند خود عاملی برای عدم کارایی مناسب توربین ها باشد. از سوی دیگر انرژی باد را نمی توان ذخیره کرد (مگر اینکه از باتری هایی برای ذخیره انرژی، استفاده شود) و همچنین نمی توان همه باد ها را جمع کرد تا جوابگوی برنامه های زمانی نیاز به برق باشند. (امیری نیا، مظاهری، ۱۳۹۰) مکان های بادخیز خوب، غالبا در مناطق دورافتاده واقع شده اند که از شهر هایی که نیازمند برق می باشند فاصله بسیار دارند، البته ممکن است که زمین های مناسب و بادخیزی نیز در نزدیکی مناطق نیازمند انرژی وجود داشته باشد، اما استفاده های بهتر و با ارزش تری از آن زمین به عمل آید، نباید فراموش کرد که بهره برداری از زمین های با ارزش حومه شهر های بزرگ به علت کاربرد های فراوانی که این زمین ها دارند، برای ایجاد نیروگاه بادی مقرون به صرفه نیست. هرچند که نیروگاه های بادی در مقایسه با نیروگاه های سنتی اثرات مخرب کمتری بر روی محیط زیست دارند، ولی مواردی همچون صدای ایجاد شده توسط پره های روتور و اثرات بصری از مشکلات آنها هستند و همچنین گاهی

اوقات پرندگان با پرواز کردن به سمت روتور این توربین ها و در نتیجه برخورد با آن کشته می شوند. بسیاری از این مشکلات با پیشرفت های فناوری یا با نصب صحیح نیروگاه حل شده و یا کاهش یافته است. علاوه بر مشکلات ذکر شده برای توربین های بادی، عدم قدرت بالای باد در ارتفاعات پایین و عدم پیوسته بودن وزش باد، از دیگر مشکلات جدی و چالش های محققین در بهره گیری از قدرت باد بوده است. اخیرا یک شرکت مهندسی در آمریکا به نام جُبی انرجی[3] طرحی را ارائه داده است که به جای استفاده از توربین های بادی با دکل های بلند که در زمین کاشته می شوند، از توربین هایی که در ارتفاع بالا پرواز می کنند استفاده شود. مزیت این توربین های پرنده، علاوه بر حفظ محیط زیست و خالی گذاشتن مزارع به جای کاشتن دکل های بلند توربین بر روی زمین، بهره گیری از قدرت فوق العاده بیشتر باد در ارتفاعات بالاتر است. مخترع این توربین امیدوار است این توربین های پرنده که اخیرا به صورت موفقیت آمیز آزمایش شده اند در آینده بسیار نزدیک بتوانند در ارتفاع بالای ۱۰۰۰ متری از سطح زمین پرواز کنند و از قدرت ۲۰ برابر بیشتر باد در مقایسه با سطح زمین سود جوید (لندبرگ،۱۹۹۹[10]). راهکار های دیگری نیز برای تولید انرژی باد و رهایی از مشکلات ذکر شده مطرح گردیده است که از جمله آن می توان به نصب توربین های بادی در دریا اشاره کرد. با توجه به اینکه در دریا پایداری و سرعت باد ها بیشتر می باشد، لذا اکثر کشور هایی که به دریا دسترسی دارند به نصب توربین های بادی در دریا توجه ویژه ای دارند. سازه ژاکت نگه دارنده توربین های بادی دریایی هزینه غالب را در ساخت و نصب در مناطق دریایی دارد و توجه به ساخت و نصب توربین های بادی دریایی و ارائه راهکار های عملی برای طراحی و توسعه و همچنین تولید انبوه توربین های بادی دریایی از اولویت برخوردار است. (نژادفرد، کمانه آذری، ۱۳۹۰).

منابع

امیری نیا، غلامرضا، مظاهری، سعید (۱۳۹۰)، "ارزیابی ظرفیت منطقه خلیج چابهار برای نصب توربین های بادی شناور"، سیزدهمین همایش ملی صنایع دریایی ایران.

نژاد فرد، سید حسین، کمانه آذری، حامد (۱۳۹۰)، "فرآیند تحلیل خستگی اتصالات توربین های بادی دریایی"، اولین کنفرانس ملی عمران و توسعه.

چاپار زاده فسقندیس، رضا(۱۳۸۹)، "بررسی اقتصادی استفاده از انرژی باد جهت تولید برق در ایران (مطالعه موردی نیروگاه بادی منجیل، پایان نامه دوره کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

گندمکار، امیر (۱۳۸۸)، "ارزیابی انرژی پتانسیل باد در کشور ایران"، مجله جغرافیا و برنامه ریزی محیطی، شماره۴، سال ۲۰، ص: ۸۵-۱۰۰.

بهمنی پور، نجمه (۱۳۸۷)، "انرژی های تجدیدپذیر انرژی های تجدید ناپذیر و مصرف آنها"، اقتصاد انرژی، شماره ۱۱۱، ص۵۷..

[3] Joby energy

زاهدی، مجید، صلاحی، برومند، جمیل، مجید (۱۳۸۴)، ""محاسبه چگالی و توان باد به منظور استفاده از انرژی آن در اردبیل"، پژوهش های جغرافیایی، شماره ۵۳، ص ۴۱-۵۵.

کاویانی، محمد رضا (۱۳۷۸)، " نیاز انرژی و چشم انداز تغییرات اقلیمی در قرن ۲۱"، مجموعه مقالات دومین کنفرانس تغییر اقلیم.

بنی هاشم، تاج الدین (۱۳۶۰)، "تخمین توان مفید توربین های بادی و تعیین چند نمونه در حاشیه کویر و منطقه منجیل"، مقالات سمینار انرژی درباره بررسی امکان استفاده از انرژی های نو در ایران.

Lucas, Adam (2006), Wind, Water, Work: Ancient and Medieval Milling,technology, Brill Publishers, p. 65

Ackermann, T & Soeder, L 2002, An overview ofwind energy-status 2002, Renewable &sustainable energy pp 67-127.

Ardehali, M.M, Rural energy developmentin Iran: Non-renewable and renewableresources, Journal of Renewable Energy,xx (2005) 1-8.

Jamil, Majid. 1994. Wind power statistics and Evalution of wind Energy Density,Wind Engineering. Vol 18. No. 5, pp. 227- 240.

Landberg. L . 1999. Short - Term Prediction of the power production from windfarms, J.wind Energy .Ind.Aerodyn.80.pp. 207-220.

Lonker, O, A farmer's dream 2006, New energy02 magazine for renewable energy, No 2.

Palutikof, J.P., Kelly, P.M., Davies, T.Dand Halliday, J.A 1987. Impacts of spatial andtemporal windspeed variability on windenergy output, Journal of Climate andApplied Meteorology 26 1124-113.\

Rehmet, F and Gsanger, S and Hossain, J 2006,Wind energy international,Indian wind energy association, NewDelhi, India.

Worldwide wind energy boom in 2005:58.982 MW capacity installed, World windenergy association website.