

بهره‌وری انرژی بادگامی در جهت دستیابی به توسعه پایدار

نسیم صابر معاش عشقی

سارا محسنی

کارشناس اداره کل حفاظت محیط زیست گیلان

مقدمه

امروزه همه ما می‌دانیم که محیط زیست جهانی از بسیاری جهات، از رودخانه‌های آلوده و جنگل‌های غارت شده گرفته تا لایهٔ رو به تخریب اوزن، در معرض خطر قریب‌الوقوع نابودی قرار دارد.

انسان به نقشی که در ایجاد این مشکل دارد پی برده است. چندین دهه منابع طبیعی را مصرف و مواد زاید سمی را در محیط زیست تخلیه کرده و دم به دم سیارهٔ زمین را با خطرات بیشتری روبرو ساخته است.

برای رسیدن به رشد و توسعه‌ای که متضمن رفاه بشر است ناگزیریم از منابع طبیعی استفاده کنیم، نمی‌توان دور همه چیز حصار کشید و گفت دست نزنید ولی از طرف دیگر هم نمی‌توان از این منابع چندان بهره گرفت که ثمردهی مجددشان ناممکن شود. امروزه اصلی‌ترین ابزار حفاظت از محیط زیست بهره‌برداری مناسب از منابع و توسعه پایدار است.

در حال حاضر عدم دستیابی به توسعه پایدار یکی از مهمترین مسایل موجود در کشور می‌باشد، که یکی از نتایج این روند کاهش ذخایر انرژی تجدید ناپذیر مثل سوخت‌های فسیلی است. بطوریکه ایران با جمعیتی حدود ۷۰ میلیون نفر که معادل یک درصد جمعیت جهان است و ۹۰ درصد ذخایر نفت خام و ۱۴ درصد ذخایر گاز طبیعی دنیا را داراست، در مجموع بیش از ۹۸ درصد از نیازهای انرژی خود را از محل سوخت‌های فسیلی که غیر قابل تجدید هستند تأمین می‌کند. که ۲۶/۸ درصد در صنعت،

۳۶/۹ درصد در مصارف خانگی و تجاری، ۲۳/۴ درصد در حمل و نقل، ۵/۲ درصد در کشاورزی و ۸/۱ درصد در سایر بخشها مورد استفاده قرار می‌گیرد.

آمار و ارقام موجود در دو دهه ۸۰ و ۹۰ میلادی نشان می‌دهد در حالیکه روند رشد مصرف انرژی در کل جهان و اروپای غربی به ترتیب ۱۶۰ درصد و ۲۰/۵ درصد کاهش داشته، در ایران با رشد قابل توجهی معادل ۲۸/۵ درصد مواجه بوده‌ایم.

بنظر می‌رسد که اگر بدین ترتیب پیشروی کنیم در آینده‌ای نه چندان دور منابعی بنام سوخت‌های فسیلی نخواهیم داشت. ولی اگر اندکی تدبیر و چاره‌اندیشی داشته باشیم می‌توانیم انرژی‌های نو که تجدید پذیرند مثل انرژی خورشیدی و انرژی بادی را جانشین منابع تجدید ناپذیر کنیم و در هر زمینه‌ای از آنها استفاده بهینه داشته باشیم.

این انرژی‌ها را انرژی‌های پاک یا انرژی‌های طبیعی نیز می‌نامند. این گروه از انرژی‌ها با طبیعت هماهنگی دارند و کمتر به محیط زیست زیان می‌رسانند. این انرژی‌ها را بشر از کهن‌ترین دورانها می‌شناخته است. قدیمی‌ترین ابزارهای بشری مانند بادبانها، آسیابهای بادی از جمله این انرژی‌ها هستند و یا حتی معماری ساختمانها به گونه‌ای بود تا بهترین استفاده را از باد و آفتاب داشته باشند همه این‌ها گویای آشنایی بشر با این انرژی‌هاست. کشورهای باستان از جمله چین، ایران، مصر و عربستان در استفاده از انرژی‌های فوق پیشقدم بوده‌اند. کشورهای گوناگون جهان سالهاست در پی آن هستند که بجای انرژی‌های فسیلی قدیمی از انرژی‌های نو و تجدید پذیر استفاده کنند.

هر یک از کشورها به دلایل اقتصادی خواهان استفاده از انرژی‌های نو هستند. وارد کنندگان نفتی با گران شدن نفت از سال ۱۹۷۴ به بعد تصمیم گرفتند وابستگی خود را به این محصول به حداقل برسانند بنابراین نه فقط در مصرف خود صرفه جویی کردند بلکه بخش بزرگی از سرمایه‌های خود را به بخش پژوهش برای یافتن منابع جدید اختصاص داده‌اند و تا زمانی که از این ثروت برخوردارند نباید از آن برای بالا بردن مصرف استفاده کنند بلکه باید آن را برای سرمایه‌گذاری در راه پی‌ریزی ساختار بنیادی کشورشان بکار گیرند.

بدین ترتیب جهان در می‌یابد که راهی جز استفاده از انرژی‌های پاک و تجدید پذیر، برای جلوگیری از انهدام محیط زیست ندارد.

چکیده

باد یکی از منابع طبیعی انرژیست که خود حاصل انرژی خورشیدی و گرم شدن هواست. بطوریکه تقریباً $2/5$ درصد از انرژی خورشیدی که زمین می‌رسد به باد تبدیل می‌شود. بنابر محاسبات علمی میزان تولید بالقوه انرژی باد در دنیا حداکثر دو برابر تولید برق کنونی است. از انرژی باد سالها قبل برای کشتیرانی و آسیابهای استفاده می‌شد ولی امروز، بیشتر از انرژی باد جهت تولید برق استفاده می‌شود.

کشورهای هلند و دانمارک قسمت قابل ملاحظه‌ای از مصرف برق سالانه خود را از طریق نیروگاههای بزرگ بادی تأمین می‌نمایند. در مقایسه با نیروگاههای دیگر انرژیهای تجدید شونده نیروگاههای بادی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه هستند.

در حال حاضر آلمان با ظرفیت بیش از ۱۵۵۰ مگاوات نیروگاه بادی در حال حاضر در اروپا مقام نخست را در استفاده از این نوع انرژی تجدید شونده داراست و دانمارک و آمریکا به ترتیب در مقام دوم و سوم قرار دارند.

کشور ما از لحاظ باد بر خلاف انرژی خورشیدی چندان غنی نیست با این همه در مناطق زابل، منجیل و تاکستان از امکانات بالقوه زیادی برخوردار است.

در رابطه با اینکه آیا استفاده از انرژی بادی مقرون به صرفه است یا نه هم باید گفت که تا سال ۱۹۸۰ سؤال مطرح و مهم در این زمینه همین بود ولی خوشبختانه این سؤال پاسخ مناسب خودش را دریافت کرده و اینک پرسش جالب دهه ۱۹۹۰ تا ۲۰۰۰ این است که تا چه میزان می‌توان نصب نیروگاههای بادی را گسترش داد و آیا امکانات مورد نیاز برای احداث این نیروگاهها فراهم هستند یا نه؟

ما در این مقاله برآنیم تا به انرژی باد و خصوصیات آن و موارد استفاده آن در کشورهای مختلف و ایران پرداخته و مقایسه‌ای داشته باشیم بین نیروگاههای بادی و سایر نیروگاهها در تولید برق و مزایای زیست محیطی مصرف انرژی باد. در خاتمه به ارزیابی راهکارهای مناسب برای جایگزینی این انرژی پاک پرداخته‌ایم.

۱- باد

باد از جابجایی حجم عظیمی از هوای اتمسفر زمین بوجود می‌آید. بادهای از یک قانون تبعیت کرده ولی از لحاظ شدت روزانه و مدت وزش در هر نقطه از زمین بطور قابل ملاحظه‌ای تغییر می‌کند، بعلاوه بعلت اصطکاک باد با سطح ناهموار زمین قسمت

زیادی از قدرت آن کاهش می‌یابد. بهمین علت سرعت وزش باد در روی دریاها بیشتر از خشکی است. لذا سواحل دریاها از مناطق بادخیز محسوب می‌شوند و طبیعتاً برای ایجاد نیروگاه‌های بادی محل مناسبی هستند.

۱-۱- انرژی باد

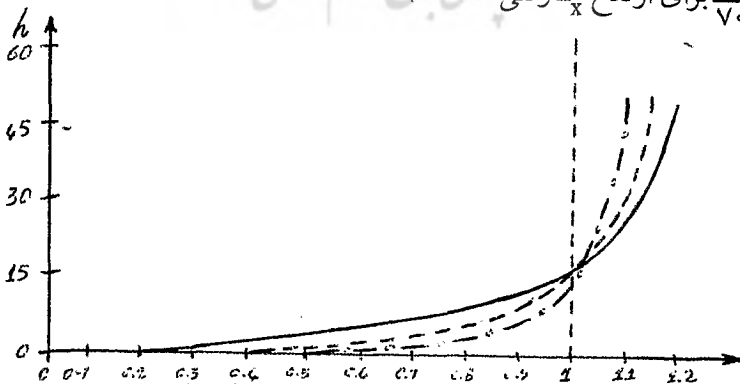
انرژی باد نوع ویژه‌ای از انرژی خورشیدی محسوب می‌گردد و از انرژیهای تجدید شونده است. تقریباً $\frac{2}{5}$ درصد از انرژی خورشیدی که به زمین می‌رسد به باد تبدیل می‌شود. حدود ۳۵ درصد انرژی باد در ضخامت یک کیلومتری از سطح زمین قرار دارد و محاسبات نشان می‌دهد که برای تمام زمین انرژی موجود ۱۳۰ میلیون مگاوات بوده که بیست برابر انرژی مصرفی فعلی جهان است!

انرژی باد اغلب در دسترس بوده و تقریباً هیچگونه آلودگی بر جای نمی‌گذارد و لازم بذکر است که این انرژی به سرعت باد وابسته است.

۲-۱- سرعت باد

سرعت میانگین باد به عوامل مختلفی بستگی دارد. پستی و بلندی سطح زمین روی سرعت باد تأثیر می‌گذارد. سرعت باد و نحوه وزش آن بعلاوه تماس با سطح زمین تغییر می‌کند، هر قدر عامل پستی و بلندی کم باشد به همان اندازه سرعت باد، کمتر دستخوش تغییر می‌گردد.

نسبت $\frac{V_x}{V_0}$ برای ارتفاع h_x وقتی که $h_0 = 30\text{m}$ است نشان داده شده است.



شکل شماره ۱-۱ ارتباط سرعت باد با ارتفاع و ناهمواری رویه زمین

۳-۱- جهت وزش باد

جهت وزش باد نسبت به فصول سال و وضع جوی تغییر می‌کند. برای مشخص کردن جهت وزش باد مراقبتهای روزانه بطور دراز مدت (چند سال) لازم است، بطوریکه بتوان بعد از چند سال عملاً مشخص نمود که جهت وزش باد منطقه حداکثر در کدام جهت است.

۴-۱- توان انرژی باد

توان باد با مکعب سرعت، ارتباط مستقیم دارد. مثلاً هرگاه سرعت باد دو برابر شود، توان آن هشت برابر خواهد شد و این بدین معنی است که افزایش سرعت باد از $\frac{5m}{s}$ به $\frac{6m}{s}$ توان آن را در حدود ۷۰ درصد افزایش می‌دهد.

۲- موارد کاربرد باد

در گذشته از نیروی باد در آسیابهای بادی و کشتی‌های بادبانی استفاده می‌گردید. امروزه با پیشرفت علوم و فنون از این نیرو در جهت تولید حرارت و برق نیز استفاده می‌شود.

۱-۲- کاربرد باد در تولید حرارت

تبدیل این نیرو به حرارت حاوی دو امتیاز است: اولاً - به سادگی قابل ذخیره بوده، ثانیاً - فاقد اتلاف انرژی است. به این معنی که انرژی حرارتی حاصل از نیروی باد نیاز به تبدیل به برق و سپس تبدیل به حرارت ندارد، بلکه نیروی باد را مستقیماً بدون اتلاف انرژی به حرارت می‌توان تبدیل نمود.

در رابطه با تولید حرارت از این نیرو کارهای تحقیقاتی و عملی زیادی در کشور ژاپن انجام شده است که بدلیل افزایش حجم مقاله از آوردن آنها خودداری می‌نمایم.

۲-۲- کاربرد باد در تولید برق

در حال حاضر، در تولید نیروی برق از نیروی باد استفاده می‌شود. آلمان با ظرفیت بیش از ۱۵۵۰ مگاوات نیروگاه بادی در حال حاضر در اروپا مقام نخست را در استفاده از این نوع انرژی تجدید پذیر داراست و دانمارک در جایگاه دوم قرار دارد. هر چند از نظر

ظرفیت نصب شده نیروگاههای بادی، ایالات متحده آمریکا در جهان مقام نخست را حایز است ولی از این نظر تفاوت زیادی با آلمان ندارد.

جداولی که در صفحه بعد آورده شده ظرفیت نیروگاههای بادی در حال کار در قاره آمریکا و اروپا را نشان می دهد. روند گسترش نیروگاههای بادی در اروپا و بالاخص در آلمان بنا به دلایل زیست محیطی و پشتیبانی مردم به مراتب سریعتر از آمریکاست.

جدول شماره ۱- ظرفیت نیروگاههای بادی در حال کار در قاره آمریکا

کشور	ظرفیت تمام نیروگاههای بادی در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۵	ظرفیت تمام نیروگاههای بادی در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۶
۱- ایالات متحده آمریکا	۱۵۹۱ MW	۱۵۹۶ MW
۲- کانادا	۲۱	۲۱
۳- مکزیک	۱/۶	۱/۶
۴- آمریکای جنوبی و مرکزی	۱۰	۳۲
- جمع	۱۶۲۳/۶ MW	۱۶۵۰/۶ MW

جدول شماره ۲- ظرفیت نیروگاههای بادی در حال کار در قاره اروپا

کشور	ظرفیت تمام نیروگاههای بادی در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۵	ظرفیت تمام نیروگاههای بادی در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۶
۱- آلمان	۱۱۳۲ MW	۱۵۵۲ MW
۲- دانمارک	۶۳۷	۸۳۶
۳- هلند	۲۴۹	۲۹۹
۴- انگلستان	۲۰۰	۲۷۳
۵- اسپانیا	۱۳۳	۲۴۹
۶- سوئد	۶۹	۱۰۳
۷- ایتالیا	۳۲/۵	۷۰/۵
۸- یونان	۲۸	۲۹
۹- پرتغال	۸/۵	۱۹/۱
۱۰- ایرلند	۷	۱۱
۱۱- فنلاند	۶/۱	۷/۲
۱۲- فرانسه	۳	۵/۷
۱۳- دیگر کشورهای اروپایی	۲۷	۴۳
- جمع	۲۵۳۲/۱ MW	۳۴۹۷/۵ MW

* ارقام مندرج در جداول منطبق است با آخرین آمار ارایه شده در طرف BMT - consult تا

پایان سال ۱۹۹۶

در آسیا کشور هند با کل ظرفیت نصب شده بیش از ۸۲۰ مگاوات نیروگاه بادی بعد از دانمارک مقام چهارم را در استفاده از این نوع انرژی تجدید شونده در جهان نصیب خود ساخته است.

جدول شماره ۳- ظرفیت نیروگاههای بادی در قاره آسیا، آفریقا، و اقیانوسیه

کشور	ظرفیت تمام نیروگاههای بادی در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۵	ظرفیت تمام نیروگاههای بادی در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۶
۱- هند	۵۷۶MW	۸۲۰MW
۲- چین	۴۴	۷۹
۳- خاورمیانه	۸	۸/۸
۴- دیگر کشورهای آسیایی	۱۰/۲	۱۲/۹
۵- کشورهای مشترک المنافع روسیه	۱۶/۷	۱۷/۷
۶- کشورهای آفریقایی	۸/۶	۸/۸
۷- استرالیا و نیوزیلند	۲/۸	۶/۳
۸- اقیانوسیه	۰/۳	۳
- جمع	۶۶۶/۶MW	۹۵۶/۵MW

استفاده از این انرژی بجای سوخت‌های فسیلی در کشور بزرگی نظیر هند نشان‌دهنده مقرون به صرفه بودن انرژی بادی می‌باشد.

آمار و ارقام نیروگاههای بادی جهان تا پایان سال ۱۹۹۶ نیز گزارش شده است. در پایان سال ۱۹۹۶ در کشورهای اروپایی در مجموع ۳۴۹۷/۵ مگاوات نیروگاه بادی در حال کار و نصب گزارش شده است. که این رقم در پایان سال ۱۹۹۵ برابر ۲۵۳۲/۱ مگاوات بوده است. یعنی سال ۱۹۹۶ نسبت به سال قبل ۹۶۵/۴ مگاوات و بعبارت دیگر ۳۸ درصد افزایش ظرفیت نشان می‌دهد. در همین سال ۱۹۹۶ افزایش قابل ملاحظه‌ای در کل ظرفیت نصب شده در قاره آمریکا مشاهده نمی‌شود. در حالیکه در سه قاره (آسیا، آفریقا، استرالیا) در مجموع ۴۳ درصد افزایش ظرفیت نیروگاههای بادی گزارش شده است. یعنی حدود ۲۹۰ مگاوات.

کشورهای اروپایی نظیر دانمارک و آلمان سهم بزرگی در احداث نیروگاههای بادی در داخل (InLand) و خارج از کشور (Export) دارند. که باز دانمارک در صادرات رتبه اول را حایز می باشد.

جدول شماره ۴- نیروگاههای بادی در جهان (۱۹۹۵ و ۱۹۹۶)

ظرفیت نصب شده در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۶	ظرفیت نصب شده در حال کار تا پایان سال ۱۹۹۵	قاره
۳۴۹۷/۵ MW	۲۵۳۲/۱ MW	۱- اروپا
۱۶۵۰/۶	۱۶۲۳/۶	۲- امریکا
۹۵۶/۵	۶۶۶/۶	۳- آسیا، افریقا، اقیانوسیه
۶۱۰۴/۶ MW	۴۸۲۲/۳ MW	- جمع

کشور دانمارک و آلمان از نظر تجربه و فعالیت در زمینه نیروگاههای بادی از امتیاز ویژه‌ای برخوردارند. گفته می شود تا سال ۲۰۰۰ میلادی، دانمارک ۱۰ درصد برق مصرفی کشور را از همین نیروگاهها تأمین خواهد کرد. برق حاصل از نیروگاههای بادی از نظر اقتصادی در مقایسه با نیروگاههای ذغالسنگی مقرون به صرفه است و تولید هر کیلو وات ساعت برق بادی حدود چهار سنت محاسبه شده است. با توجه به اعداد و ارقام ارایه شده و علاقمندی کشورها برای جایگزینی انرژیهای نوین بجای سوخت‌های فسیلی، آینده نیروگاههای بادی بسیار امید بخش است.

۲-۲-۱- مقایسه آمار نیروگاههای هسته‌ای و بادی نصب شده در جهان برای تولید برق

طبق آمار ارایه شده از طرف سازمان بین‌المللی انرژی اتمی در اطریش، تا اوایل خرداد ۱۳۷۶ تعداد ۴۴۴ نیروگاه هسته‌ای در کشورهای مختلف جهان با ظرفیت ۳۵۱۴۷۵ مگاوات در حال بهره‌برداری و تعداد ۳۵ نیروگاه هسته‌ای در دست ساخت بوده‌اند. ایالات متحده امریکا با تعداد ۱۱۰ نیروگاه هسته‌ای با ظرفیت بیش از صد هزار

جدول شماره ۵- توسعه نیروگاههای بادی در آینده

کشور	تخمین برای سالهای ۱۹۹۷-۲۰۰۱ MW	تخمین برای سال ۱۹۹۷ MW	طی سال ۱۹۹۶ نصب شده است MW
۱- هند	۲۰۰۰	۲۰۰	۲۴۴
۲- آلمان	۱۵۰۰	۳۰۰	۴۲۰
۳- اسپانیا	۱۲۰۰	۲۰۰	۱۱۵
۴- آمریکا	۱۰۵۰	۱۵۰	۱۲
۵- چین	۷۵۰	۱۰۰	۳۵
۶- دانمارک	۷۰۰	۱۵۰	۲۰۰
۷- انگلستان	۵۵۰	۱۰۰	۷۳
۸- سوئد	۳۳۰	۳۰	۳۴
۹- هلند	۳۰۰	۵۰	۵۰
۱۰- کانادا	۳۰۰	۲۰	۰/۲
۱۱- یونان	۲۴۰	۴۰	۱
- جمع	۸۹۲۰ MW	۱۳۴۰ MW	۱۱۸۴/۲ MW

مگاوات مقام نخست را در استفاده از انرژی هسته‌ای داراست و بعد از آن کشور فرانسه با تعداد ۵۸ نیروگاه و با ظرفیت ۵۹ هزار مگاوات در جهان مقام دوم را حایز است. با توجه به این اعداد و ارقام می‌توان پیش‌بینی نمود که سهم نیروگاههای هسته‌ای در آلودگی محیط زیست نیز بسیار بالاست.

باتوجه به آمار، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که در حال حاضر حدود ۱/۸ درصد نیروگاههای بادی در مقایسه با نیروگاههای هسته‌ای در جهان نصب شده برای استفاده از انرژی بادی موجود است و همچنانکه در جدول (۵) نیز آورده شده است، آینده نیروگاههای بادی بسیار امید بخش است.

سهم برق هسته‌ای در جهان حدود ۱۷ درصد کل انرژی الکتریکی تولید شده می‌باشد، در میان انرژیهای نوین با توجه به پیشرفت‌های تکنولوژیکی بیشترین امید به انرژی بادی است. طبق پیش‌بینی کارشناسانی که بازار جهانی نیروگاههای بادی را بررسی نموده‌اند، قدرت نیروگاههای بادی را تا سال ۲۰۱۰ میلادی در سراسر جهان ۶۰ هزار مگاوات و تا سال ۲۰۲۰ میلادی ۱۸۰ هزار مگاوات می‌باشد.

در صفحه بعد تعداد و ظرفیت نیروگاههای هسته‌ای در جهان آورده شده است که به ترتیب آمریکا بیشترین ظرفیت و قزاقستان کمترین ظرفیت را دارا می‌باشند.

معاونت امور انرژی
وزارت نیرو

جدول شماره ۶- تعداد و ظرفیت نیروگاههای هسته‌ای در جهان (۱۹۹۷)

نیروگاههای هسته‌ای در دست ساخت		نیروگاههای هسته‌ای در حال کار		کشور
ظرفیت MW	تعداد	ظرفیت MW	تعداد	
—	ندارد	۱۰۰۵۷۹	۱۱۰	۱- ایالات متحده آمریکا
۴۳۵۵	۳	۵۹۹۴۸	۵۸	۲- فرانسه
۲۱۱۱	۲	۴۲۳۳۵	۵۳	۳- ژاپن
—	ندارد	۱۲۹۲۸	۳۵	۴- انگلستان
۳۳۷۵	۴	۱۹۸۴۳	۲۹	۵- فدراسیون روسیه
—	ندارد	۱۴۹۰۲	۲۱	۶- کانادا
—	ندارد	۲۲۲۸۲	۲۰	۷- آلمان
۴۷۵۰	۵	۱۳۷۶۵	۱۶	۸- اوکراین
—	ندارد	۱۰۰۴۰	۱۲	۹- سوئد
۳۲۲۰	۴	۹۷۷۰	۱۲	۱۰- جمهوری کره جنوبی
۸۰۸	۴	۱۶۹۵	۱۰	۱۱- هند
—	ندارد	۷۲۰۷	۹	۱۲- اسپانیا
—	ندارد	۵۷۱۲	۷	۱۳- بلژیک
—	مشخص نیست	۴۸۸۴	۶	۱۴- تایوان (چین تایپه)
—	ندارد	۳۵۳۸	۶	۱۵- بلغارستان
—	ندارد	۳۰۷۸	۵	۱۶- سوئیس
—	ندارد	۲۳۵۵	۴	۱۷- فنلاند
—	ندارد	۱۷۲۹	۴	۱۸- مجارستان
۱۸۲۴	۲	۱۶۴۸	۴	۱۹- جمهوری چک
۱۵۵۲	۴	۱۶۳۲	۴	۲۰- جمهوری اسلواک
مشخص نیست	۱	۲۱۶۷	۳	۲۱- چین
—	ندارد	۳۳۷۰	۲	۲۲- لیتوانی
—	ندارد	۱۸۴۲	۲	۲۳- آفریقای جنوبی
—	ندارد	۱۳۰۸	۲	۲۴- مکزیک
۶۹۲	۱	۹۳۵	۲	۲۵- آرژانتین
—	ندارد	۵۰۴	۲	۲۶- هلند
۶۵۰	۱	۶۵۰	۱	۲۷- رومانی
—	ندارد	۶۳۲	۱	۲۸- اسلوانی
۱۲۴۵	۱	۶۲۶	۱	۲۹- برزیل
—	ندارد	۳۷۶	۱	۳۰- ارمنستان
۳۰۰	۱	۱۲۵	۱	۳۱- پاکستان
—	ندارد	۷۰	۱	۳۲- قزاقستان
۲۱۴۶	۲	—	ندارد	۳۳- ایران
۲۷۰۲۸	۳۵	۳۵۱۴۷۵	۴۴۴	- جمع

۲-۲-۲- انرژی بادی در ایران و میزان بهره‌برداری از آن

تخمین پتانسیل باد در ایران و انتخاب منطقه‌ای مناسب برای نصب توربین‌های بادی امری بسیار مهم است. از این رو مطالعات علمی و دقیقی در مورد برآورد پتانسیل انرژی باد در ایران و تعیین سایت‌های مناسب جهت احداث مزرعه بادی توسط تیمی از محققین دانشگاه صنعتی شریف با نظارت مرکز تحقیقات و کاربرد انرژی‌های نوسازمان انرژی اتمی ایران به عمل آمد.

این پروژه از چند سال قبل در دو فاز آغاز شد. سپس در کل کشور آمار مساحت سایت‌های کاملاً مناسب و مستعد بر اساس تقسیم‌بندی پتانسیل باد تهیه شد.

نتایج حاصل از تحقیق‌های بعمل آمده به شرح زیر است:

منطقه ۱؛ استانهای تهران، زنجان، سمنان و مرکزی 16128 km^2

منطقه ۲؛ استانهای آذربایجان شرقی و غربی و دشت مغان 5000 km^2

منطقه ۳؛ استانهای مازنداران و ترکمن صحرا 3780 km^2

منطقه ۴؛ استانهای گیلان، یزد و اصفهان 14800 km^2

منطقه ۵ و ۶؛ استان خراسان (دوبخش) 12000 km^2

منطقه ۷ و ۸؛ استان سیستان و بلوچستان (دو بخش) 35000 km^2

منطقه ۹؛ استان هرمزگان 15000 km^2

منطقه ۱۰؛ استانهای فارس و خوزستان 14794 km^2

منطقه ۱۱؛ استانهای کردستان، لرستان، ایلام و همدان 7920 km^2

بنابراین کل سایت مطالعه شده در کشور 124423 کیلومتر مربع می‌باشد. در ماشینهای بادی از روتورها با پروانه‌های یک پره، دوپره، سه پره، چندپره، دوچرخه‌ای، عمیق‌کننده و متراکم‌کننده استفاده می‌شود. این پروانه‌ها با گردش خود برق تولید می‌کنند.

ظرفیت این ماشین‌ها گاه به 250 تا 500 کیلووات نیز می‌رسد و بهای تمام شده برق آنها گاه با بهای برق تولید برق از انرژی فسیلی قابل رقابت است.

در ایران دو نیروگاه بادی در مجموع به ظرفیت یک مگاوات در منجیل و رودبار از طرف سازمان انرژی اتمی از شرکت Nord tank خریداری و در سال 1373 نصب شده است.

تعداد توربین‌های در حال تولید به عبارت زیر می‌باشد:

۱- توربین ۳۰۰ کیلو واتی به تعداد ۸ دستگاه در منجیل

۲- توربین ۶۰۰ کیلو واتی به تعداد ۲ دستگاه در منجیل

۳- توربین ۵۵۰ کیلو واتی به تعداد ۱ دستگاه در رودبار

تا پایان دی ماه سال ۱۳۷۶ بیش از ۱۴/۵ میلیون کیلو وات ساعت از نیروگاههای برق بادی والفجر منجیل و رودبار تولید داشته‌اند. در ضمن در سال ۱۳۷۷ تعداد ۸ دستگاه توربین ۸۰۰ کیلوواتی در منجیل و رودبار و ۱۱ دستگاه توربین ۳۰۰ کیلوواتی در هرزویل منجیل نصب خواهد گردید.

لازم به ذکر است که بیشترین تولید نیز در فصلهای بهار و تابستان و پاییز می‌باشد. دریافتی شرکت توزیع برق در مهرماه امسال (۱۳۷۶) ۶۱۰۵۰۸ کیلو وات ساعت بوده که بالاترین قدرت در حال حاضر بوده است.

۳- بررسی‌های زیست محیطی انرژی باد در تولید برق

طبق بررسی‌های انجام شده تا پایان سال ۱۹۹۵ تعداد بیش از سه هزار نیروگاه بادی و در مجموع به قدرت بیش از یک هزار مگاوات در کشور آلمان نصب و مورد استفاده قرار گرفته است و در تولید هر کیلو وات ساعت برق بادی از آلودگی محیط زیست به مقادیر مندرج در جدول زیر جلوگیری می‌شود.

جدول شماره ۷- مقادیر کاهش آلودگی‌های زیست محیطی در تولید

هر کیلو وات ساعت برق بادی

ردیف	مقدار	مواد آلاینده
۱	۷/۸g	SO ₂
۲	۲/۸g	NO _x
۳	۱/۱۱۴kg	CO ₂
۴	۰/۹g	CO
۵	۰/۱۸g	گردوغبار ناشی از سوخت‌های فسیلی
۶	۳/۱mg	زباله و پسماندهای نیروگاههای هسته‌ای

۴- نتیجه‌گیری

باید اذعان داشت با وجود مزایایی چون تجدیدپذیری و تمیز بودن انرژی باد

مشکلاتی در استفاده از آن وجود دارد که عبارتند از:

۱- انرژی جنبشی هوای در حال حرکت، رقیق است بطوریکه به تجهیزات بزرگ و با تعداد زیاد نیاز است تا بتوان انرژی قابل توجهی را استخراج کرد.

۲- به فضای فیزیکی زیادی نیاز است زیرا محل نیروگاههای بادی باید عاری از درختها و ساختمانهای بلند باشد.

۳- باد بصورت ناپیوسته و غیرقابل پیش‌بینی می‌وزد، با توجه به اینکه قدرت تولید شده متناسب با توان سوم سرعت باد است در نتیجه میزان انرژی باد ممکن است در زمانهای کوتاه (ساعت) و یا زمانهای بلند (روز) تغییر نماید. بنابراین مشکل است که میزان عرضه انرژی الکتریکی تولید شده توسط نیروگاههای بادی را با مصرف هماهنگ کرد.

ولیکن علیرغم تمامی این مشکلات با توجه به اعداد و ارقام سرسام‌آور از انرژیهای فسیلی که آلودگی محیط زیست را در پی دارند، استفاده از این انرژی پاک بسیار جالب توجه است.

استفاده از منابع تجدیدپذیر مانند انرژی باد، انرژی خورشیدی، زمین‌گرایی، بیوگاز و انواع انرژی که در همه حال در دسترس قرار دارند می‌تواند هم آلودگی محیط زیست را به حداقل برساند و هم در مصرف انرژی تجدیدناپذیر مؤثر باشد و گام مؤثری است در راه بهره‌وری و توسعه پایدار. از طرفی می‌توان فرآورده‌های اضافی را صرف صادرات و مواد با ارزشی کرد و این را از نظر اقتصادی حایز اهمیت بسیار دانست.

به هر حال باید این واقعیت را پذیرفت که انتخاب الگوی مناسب مصرف و ارایه مدیریت صحیح با برنامه‌ریزیهای حساب شده می‌تواند، موجبات استفاده از منابع تجدیدناپذیر را فراهم کند و به همراه آن باید با جایگزین کردن تدریجی سوخت‌های تجدید شونده، مصرف سوخت‌های فسیلی را به سود محیط زیست و اقتصاد کشور به حداقل رساند. با توجه به نداشتن معیار مناسب برای مصرف، آمار مصرف سرانه فرآورده‌های فسیلی به رقم ۸/۹ شبکه در سال برای هر نفر تخمین زده می‌شود که صد البته این رقم با هیچگونه معیار جهانی قابل مقایسه نیست. به اعتقاد بسیاری از افراد، تفکری که ما بر روی دریایی از نفت نشسته‌ایم، برداشت غلطی است که تنها مصرف بی‌رویه را بدنبال دارد و در نتیجه به تخلیه آن در مدت زمان اندک دامن خواهد زد.

منابع و مأخذ

- اطلاعات علمی سال دهم، شماره ۱۲، مهر ماه ۱۳۷۵، برق در بریتانیا
- سازمان برنامه و بودجه استان گیلان
- شرکت برق منطقه‌ای گیلان
- کیهان، دهم دی ماه ۱۳۷۶، انرژی را بی‌رویه و بد مصرف می‌کنیم
- کیهان، یازدهم دی ماه ۱۳۷۶، برق و نفت، قدر نور و گرما را نمی‌دانیم
- کیهان، چهاردهم دی ماه ۱۳۷۶، بهینه‌سازی مصرف انرژی
- کیهان، پانزدهم دی ماه ۱۳۷۶، باد و خورشید انرژی‌های نو، بجای فسیلی‌ها
- عامدی دکتر محمد - جیب‌زاده شیخ مهندس بهمن، بررسی فنی - اقتصادی نیروگاههای بادی
- جمیل، دکتر مجید، انرژی باد و نیروگاههای بادی، مجله پژوهش در علم و صنعت، سال سیزدهم شماره ۲۵، بهار ۱۳۷۳
- جمیل، دکتر مجید، محیط زیست و جهانی شدن سیاست‌های انرژی، مجله جام شماره ۳۴، فروردین ۱۳۷۴
- جمیل، دکتر مجید، نیروگاههای بادی در جهان ۱۹۹۶
- نیروگاه بادی منجیل و رودبار استان گیلان
- همشهری، پنجشنبه ۲۰ آذر ۱۳۷۶، تشکیل سازمان انرژی نو یک ضرورت است
- همشهری، پنجشنبه ۱۸ دی ۱۳۷۶، سوخت را به زیان اقتصاد ملی هدر ندهیم.
- همشهری، شنبه ۲۰ دی ۱۳۷۶، گرایش جهانی به سوخت‌های پاک
- Jamil, M.: Wind power statistics and Evaluation of wind Energy Density Wind Engineering, vol. 18, NO 5 , pp 227 - 239 , 1994.
- Rehfeld , Knud , Aachener Windenergietage (AWEt' 96) 16. und 17.NOV. 1996
- International Atomic Energy Agency (IAEA) Bulletin , NO. 39/2/1997. p 37.