

انرژی حاصل از نیروی باد

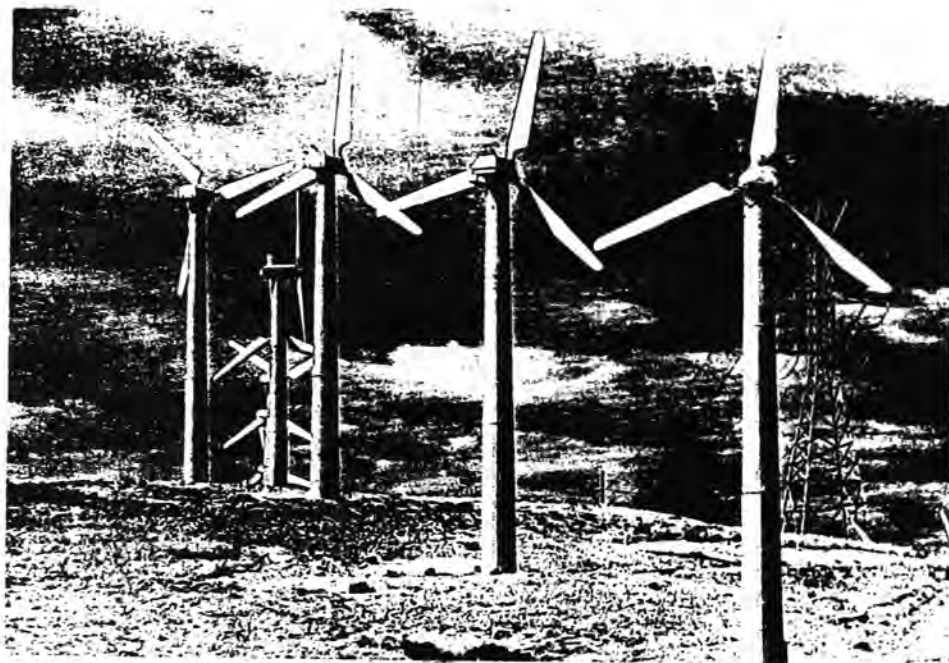
دکتر عبدالرزاق کعبی نژادیان

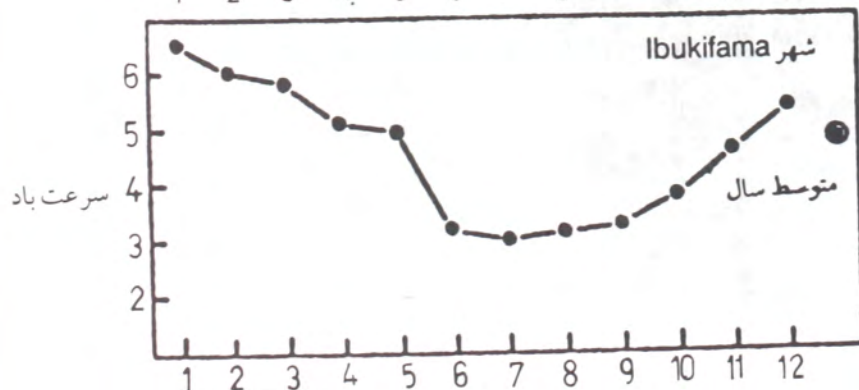
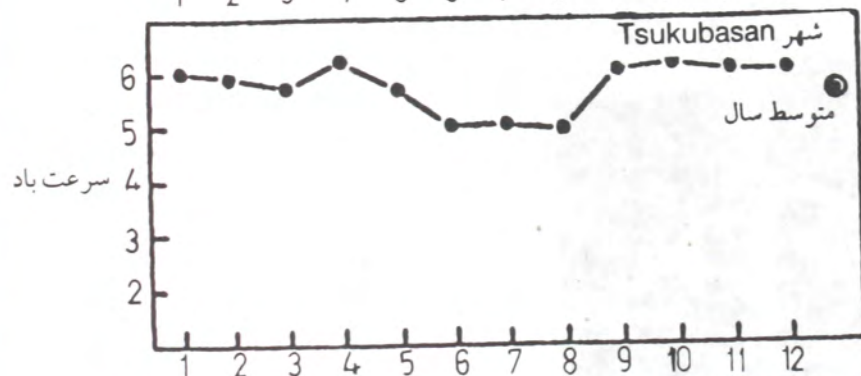
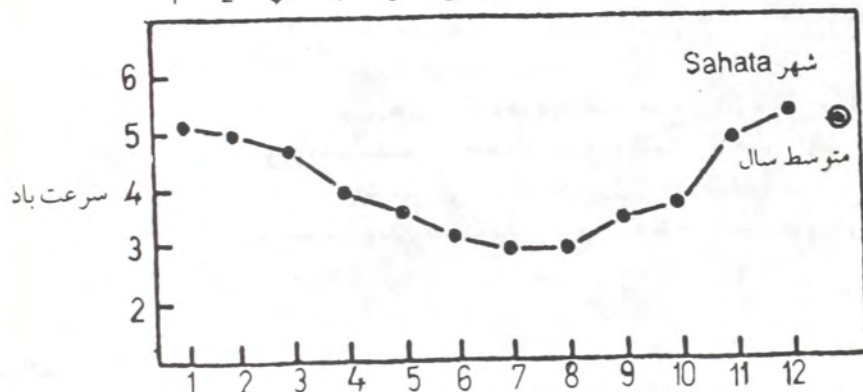
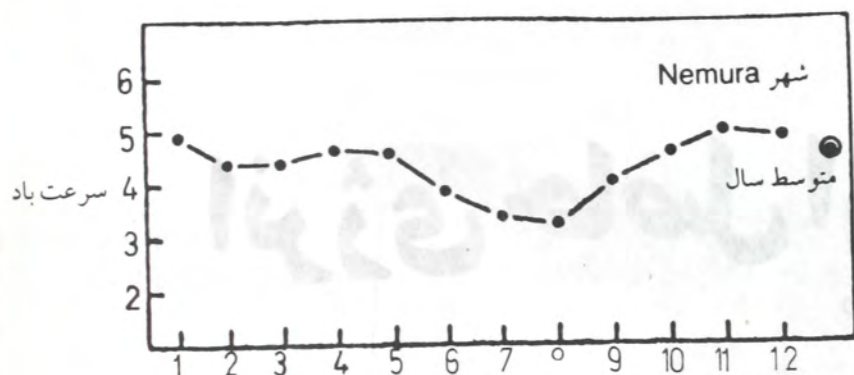
در میان انرژی‌های موجود در دنیا، شاید منابع انرژی فسیلی برتری همیشگی خود را تا ابد حفظ نماید، اما موجودیت مستمر آن موضوع بحث روز است. به همین جهت با استفاده از انرژی باد به عنوان جایگزین به مقدار قابل توجهی می‌توان کمبود انرژی را در زمینه تولید برق و حرارت تأمین کرد. نوشتار حاضر، پیشرفت و توسعه پروژه‌های سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت را در بعضی کشورها به ویژه کشور ژاپن، مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد.

پیشگفتار:

در پاییز سال ۱۹۷۳ و به موازات وارد شدن اولین شوک نفتی، پژوهش در زمینه انرژی جایگزین نفت قوت گرفت. از این رو، نیروی باد به نحو گسترده‌ای در کشور ژاپن مورد آزمایش واقع شد. به ویژه طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۷۹ پس از عملی شدن طرحی به نام طرح باد TOPIA استفاده از نیروی باد در نقاط مختلف کشور سریعاً توسط سازمان فنی و علمی ژاپن مورد پیگیری واقع شد.

نیروی باد در نقاط با عرض جغرافیایی بیشتر شدیدتر و در زمستان بیش از تابستان است. اگر بتوان این نیرو را مستقیماً به حرارت تبدیل کرد می‌توان از آن در سیستم‌های حرارتی مانند گرمایش استفاده نمود. تحقق این منظور، پیشرفت و توسعه سیستم‌های ذخیره حرارتی و رانندمان تبدیل را پیش نیاز دارد. نوشتار حاضر، پیشرفت و توسعه پروژه‌های سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت در بعضی کشورها را مورد بحث و بررسی قرار می‌دهد.





دورنمای تبدیل نیروی باد به حرارت :

در حال حاضر، در تولید نیروی برق از نیروی باد استفاده می‌شود. در اوایل دهه ۱۹۸۰ کشورهای آمریکا و اروپای غربی به صورت آزمایشی موفق به تولید چندین مگاوات برق مصرفی از نیروی باد گردیدند. برای این منظور آنان با نصب تعدادی توربین بادی در یک نقطه موفق به تولید پنجاه تا یکصد کیلووات برق شده‌اند. در ایالت کالیفرنیا واقع در سواحل غربی آمریکا، نصب ده‌هزار دستگاه توربین بادی موجب تولید پانصد مگاوات برق گردیده است. با نصب هزار دستگاه توربین بادی در یک منزل مسکونی واقع در دانمارک برق تولید شده را به شبکه برق شهری متصل و مستقیماً در گرمایش و مصرف برق به کار گرفته‌اند.

در کشور ژاپن معمولاً در تابستان انرژی خورشیدی و در زمستان در مناطق سردسیر نیروی باد شدید است. شکل شماره یک تغییرات سرعت باد در طول سال برای شهرهای NEMURO, IBUKIYAMA, TSUKUBASAN, SAKATA, ژاپن را نشان می‌دهد.

شکل ۱- تغییرات سالانه سرعت باد در چهار نقطه مختلف کشور ژاپن از شمال تا جنوب.

افزایش سرعت باد در زمستان کاملاً مشخص شده است. این تغییرات منحنی، نه فقط در کشور ژاپن بلکه در سایر کشورها نیز صدق می کند. به عبارت دیگر، از نقطه نظر موقعیت جغرافیایی، کشورهای با عرض جغرافیایی زیاد و از نظر فصلی، در زمستان، وزش باد شدیدتر می شود که از آن می توان در مصارف انرژی حرارتی مانند سیستم های گرمایش

استفاده نمود.

گرچه تراکم انرژی خورشیدی معمولاً بیش از نیروی باد است، اما در بعضی نقاط عکس این موضوع نیز صدق می نماید. در جدول شماره یک مشخصات این دو انرژی برای مقایسه ارائه شده است.

تغییرات و توزیع انرژی	انرژی خورشیدی	انرژی باد
توزیع به صورت منطقه ای	ضعیف شدید به شرایط محلی بستگی ندارد، اما وجود سایه بر ساختمان های مجاور اثرات منفی دارد.	معمولاً شدید معمولاً ضعیف به شرایط و وضعیت محلی مانند شکل زمین مانند کوه، جنگل و وجود ساختمان ها مستقیماً بستگی دارد.
توزیع در ارتباط با ارتفاع از سطح دریا	در ارتفاع خیلی زیاد از سطح دریا (مثلاً ۱۰۰۰۰ متر) در سطح زمین	به ارتفاع از سطح دریا بستگی ندارد.
تغییرات فصل	فصل تابستان فصل زمستان	شدید ضعیف
تغییرات روزانه	ظهر شب	شدید (وجود دارد) ضعیف (وجود ندارد)
تغییرات نامنظم	تغییرات حاصل از ابر. (در صورت طولانی بودن پریود، رو به کاهش خواهد رفت) تغییرات زیادی در مورد انرژی خورشیدی پیش نمی آید.	قدرت باد متناوباً کم و زیاد می شود. در شرایط طوفان بوده و روبه افزایش خواهد بود.

جدول ۱ - مقایسه انرژی نیروی باد با انرژی خورشیدی

چون فشار باد با مجذور سرعت نسبت مستقیم دارد، لذا در شرایط طوفانی، امکان از بین رفتن سیستم وجود دارد. از این رو باید این نکته در هنگام طراحی سیستم‌های مصرف نیروی باد مورد توجه قرار گیرد. در مجموع، با بهبود بهره‌وری و با قیمتی ارزان و قابل اطمینان، می‌توان به طور مؤثر سیستم‌های تبدیل نیروی باد به حرارت را در زمینه‌های مختلف به کار گرفت.

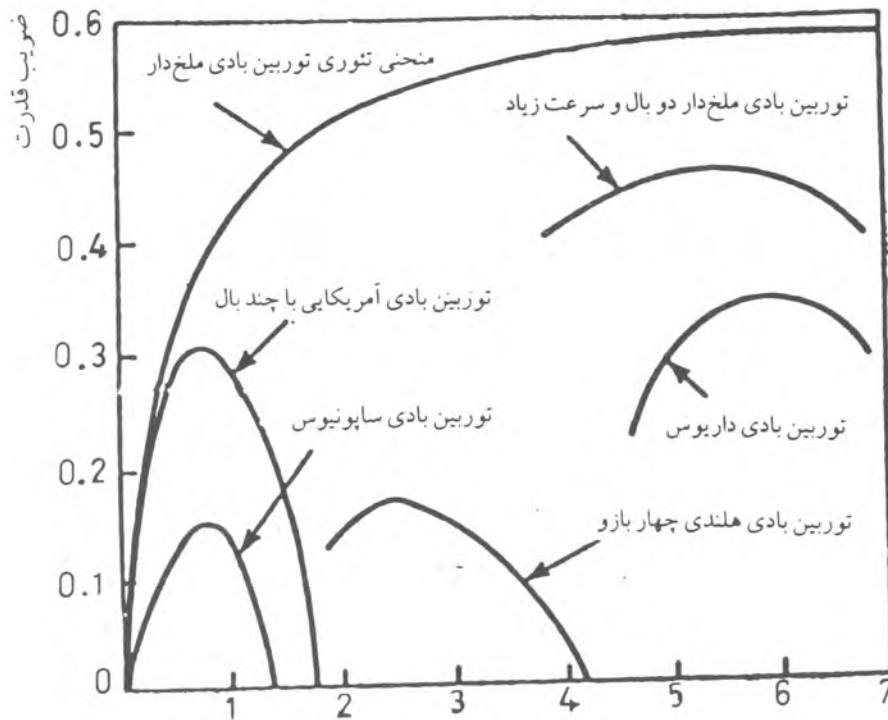
مناسب‌ترین شرایط برای گردش توربین بادی:

با گردش توربین بادی، انرژی جنبشی عبور هوا به انرژی مکانیکی تبدیل می‌شود. این انرژی شامل حاصلضرب نیروی گشتاور (نیرویی که موجب گردش محور توربین بادی می‌شود) و سرعت زاویه‌ای (سرعت گردش محور) است.

با داشتن چگالی هوا ρ (kg/m^3)، سرعت باد V (m/s)، سطح توربین بادی A (m^2)، مقدار هوای عبور داده شده معادل PVA می‌شود که حاصلضرب آن با $\frac{1}{2}V^3$ ، مقدار انرژی جنبشی را تشکیل می‌دهد و در نتیجه قدرت $(W)P$ توربین بادی را می‌توان به وسیله رابطه زیر نشان داد:

$$P = C_p \cdot \frac{1}{2} \rho A V^3$$

در این رابطه C_p ضریب قدرت را تشکیل داده و معادل بهره‌وری توربین بادی است. با گردش توربین بادی در فضای آزاد C مقدار تئوری C_p نمی‌تواند بیش از $59\% = 16/27$ درصد گردد. نسبت سرعت محیطی به سرعت باد به λ (Tip Speed Ration) نامیده شده و رابطه آن با ضریب قدرت توربین بادی مختلف به وسیله شکل ۲ نشان داده می‌شود.



شکل ۲- منحنی ضریب قدرت انواع مختلف توربین بادی.

شکل ۳- روش‌های مختلف مبدل حرارتی.

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 می توان مستقیماً بدون اتلاف انرژی به حرارت تبدیل نمود.

روش های تبدیل مستقیم نیروی باد به حرارت، امتیازات و مشکلات آن ها ذیلأ مورد بحث قرار خواهد گرفت.

- ۱- روش اصطکاک جامد با جامد؛
- ۲- روش اصطکاک جامد با مایع؛
- ۳- روش اصطکاک گاز با گاز یا گاز با جامد؛
- ۴- روش ترکیب منفذ (Orifice) با پمپ فشار قوی؛
- ۵- روش جریان گردابی (Eddy Current).

در شکل سه، بخش a روش شماره یک نشان داده شده است.



(a) روش اصطکاک با جامدات



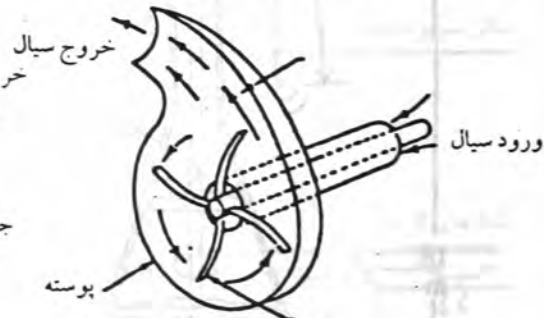
(d) سیستم دمیدن با فشار ضعیف



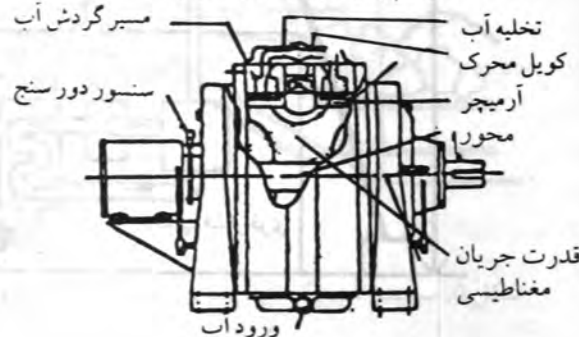
(b) مخلوط کن سیال



(e) سیستم فشار قوی



(c) سیستم پمپ نیروی گریز از مرکز



(f) سیستم جریان گردابی

گشتاور نیز معلوم خواهد شد. به دست آوردن بهترین شرایط گردش توربین بادی بدون توجه به تغییرات سرعت باد، مستلزم افزایش یا کاهش گشتاور است. تحقق این امر در وهله اول باید در مقابل سرعت باد، مقدار گشتاور مطلوب را تنظیم کرده و پس از آن مقدار گشتاور به نحو خودکار متناسب با مجذور سرعت تغییر خواهد کرد. در نتیجه به وسیله توربین بادی دستگاه هایی مانند دستگاه مخلوط کن، کمپرسور، پمپ فشار قوی و غیره را می توان به کار انداخت.

خصوصیات و انواع سیستم های تبدیل نیروی باد به حرارت:

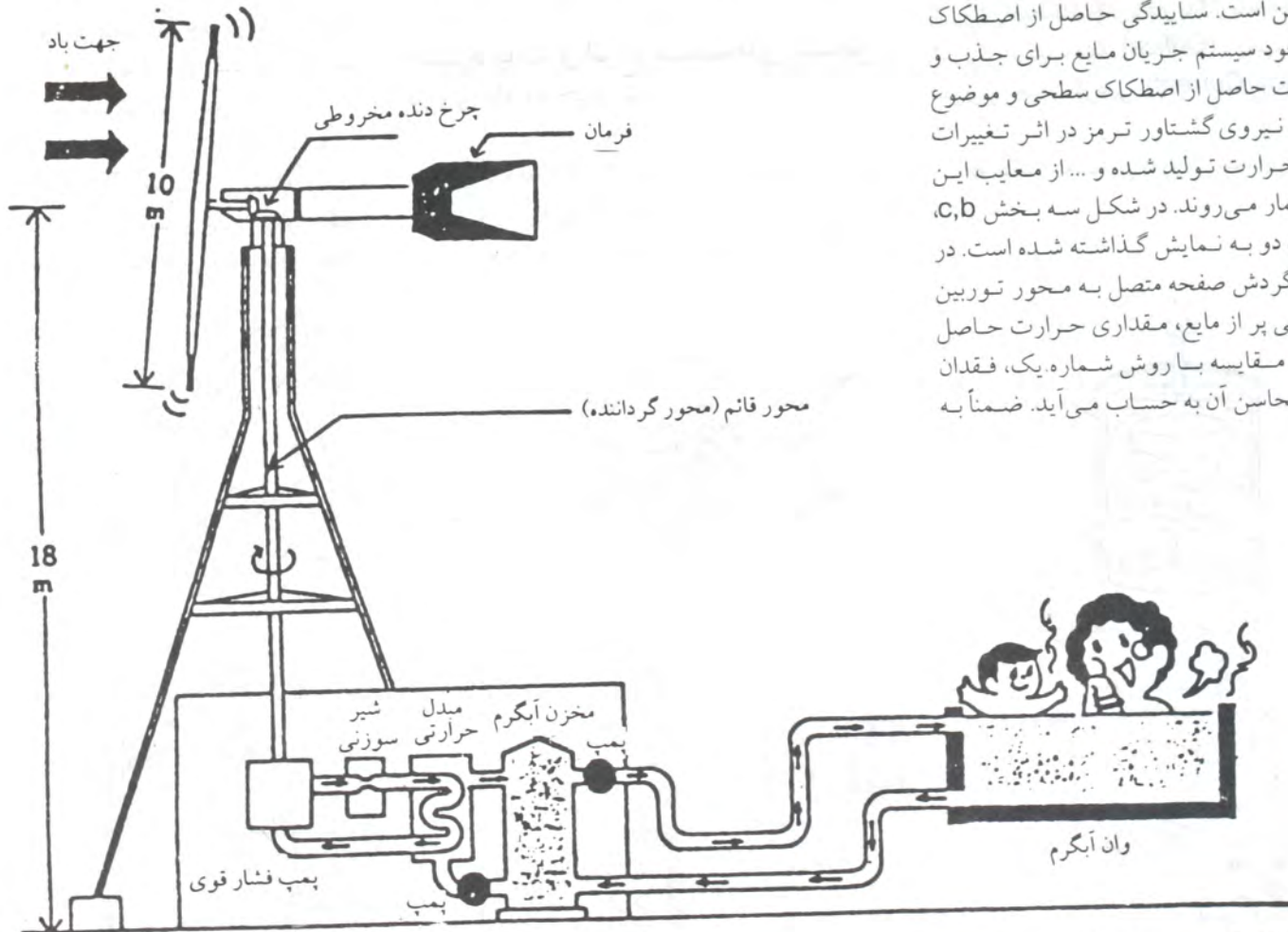
بخش عمده مصارف انرژی حرارتی با درجه حرارت کم در تولید آبگرم و گرمایش به کار می رود. تبدیل نیروی باد به حرارت حاوی دو امتیاز است. اولاً به

باتوجه به این شکل، حداکثر بهره وری برابر با ۴۵٪ به توربین بادی نوع ملخ دار و حداقل بهره وری برابر با ۱۵٪ به توربین بادی نوع Saponius تعلق دارد. از طرفی برای افزایش حداکثر ضریب قدرت، نیاز به متناسب کردن سرعت زاویه ای با سرعت باد است. در این حالت نیروی گشتاور توربین بادی با مجذور سرعت باد متناسب نیز خواهد بود. ناگفته نماند که قدرت را با حاصلضرب گشتاور و سرعت زاویه ای نشان می دهند که در نتیجه قدرت با مکعب سرعت متناسب خواهد شد. معمولاً با کم کردن گشتاور وارده به توربین بادی، سرعت گردش توربین بادی افزایش پیدا می کند و با افزایش گشتاور وارده به آن موجب کاهش سرعت توربین بادی خواهد شد. بنابراین برای به دست آوردن مقدار ایده آل (Tip Speed Ration) مستلزم به دست آوردن مقدار متناسب گشتاور است. برای این منظور اگر مقدار سرعت باد تعیین شود، در مقابل آن مقدار

در این سیستم گردش توربین بادی، درام ترمز را به حرکت وامی دارد. به این ترتیب که در داخل درام، کفشک ترمز بر اثر فشار بر روی دیسک ترمز موجب اصطکاک سطحی شده و در نتیجه حرارت تولید شده به وسیله مایع جذب می شود. این مایع پیش گرم شده و در سایر موارد به کار گرفته می شود و یکی از مزایای این سیستم آن است که با سرعت کم گردش توربین بادی می توان مقدار گشتاور بیشتری جذب کرد. از این رو مقدار بار حرارتی مورد نیاز به وسیله توربین بادی با سرعت کم و بدون توجه به افزایش سرعت آن قابل تأمین است. ساینده گی حاصل از اصطکاک سطحی، وجود سیستم جریان مایع برای جذب و انتقال حرارت حاصل از اصطکاک سطحی و موضوع ثابت نبودن نیروی گشتاور ترمز در اثر تغییرات ساینده گی، حرارت تولید شده و ... از معایب این سیستم به شمار می روند. در شکل سه بخش a, b, c ، روش شماره دو به نمایش گذاشته شده است. در قسمت b با گردش صفحه متصل به محور توربین بادی در ظرفی پر از مایع، مقداری حرارت حاصل می شود. در مقایسه با روش شماره یک، فقدان ساینده گی از محاسن آن به حساب می آید. ضمناً به

علت سرعت کم، امکان جذب گشتاور به میزان کافی وجود ندارد. برای این منظور نیاز به افزایش سرعت توربین بادی است. در بخش c در اثر افزایش سرعت توربین بادی، پمپ سانتریفوژ به گردش افتاده و در نتیجه درجه حرارت آب به وسیله اصطکاک در قسمت خروجی پمپ افزایش می یابد. روش شماره سه عبارت از تراکم کردن بخار یا ایجاد اصطکاک بین جامد و بخار است. در مقیاس کوچک از کمپرسور پیستونی و در مقیاس بزرگ از

کمپرسور توربین می توان نام برد که سیستم کنترل بار و تولید صدا از معایب آن به شمار می رود. ضمناً در مورد کمپرسور توربین نیاز به وجود دستگاه افزایش دهنده سرعت است. برای مثال در شکل سه بخش d دستگاه مبدل حرارتی روش هوا دمنده با فشار ضعیف نشان داده شده است. همانطور که در شکل سه بخش e نشان داده شده است، پمپ فشار قوی به وسیله توربین بادی کار می کند. چون این پمپ، گشتاور زیادی جذب می کند لذا با سرعت کم توربین



شکل ۴- سیستم تولید آبگرم حمام.

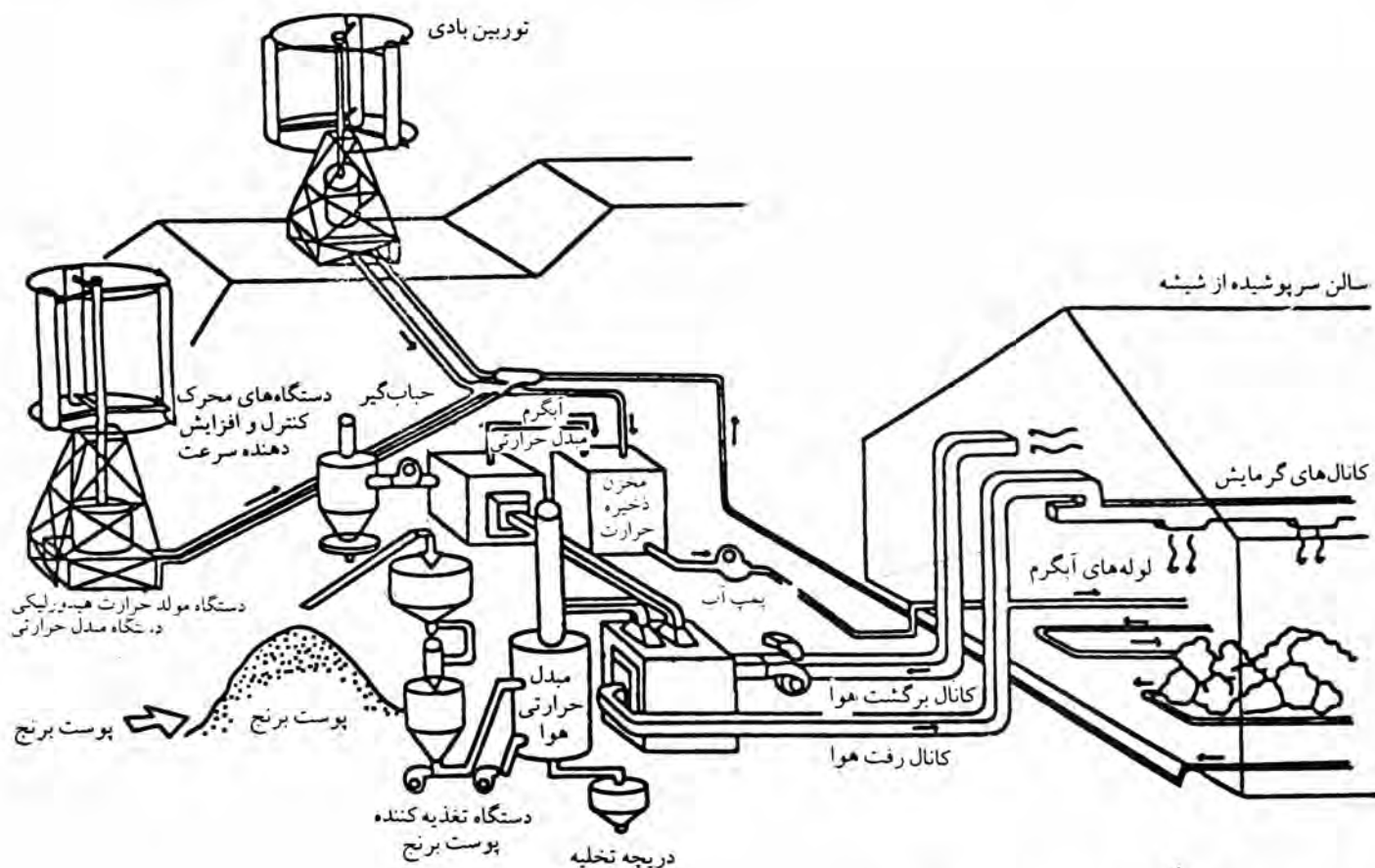
این روش، کنترل بار به وسیله برق قابل تنظیم است.

طرح‌های عملی سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت:

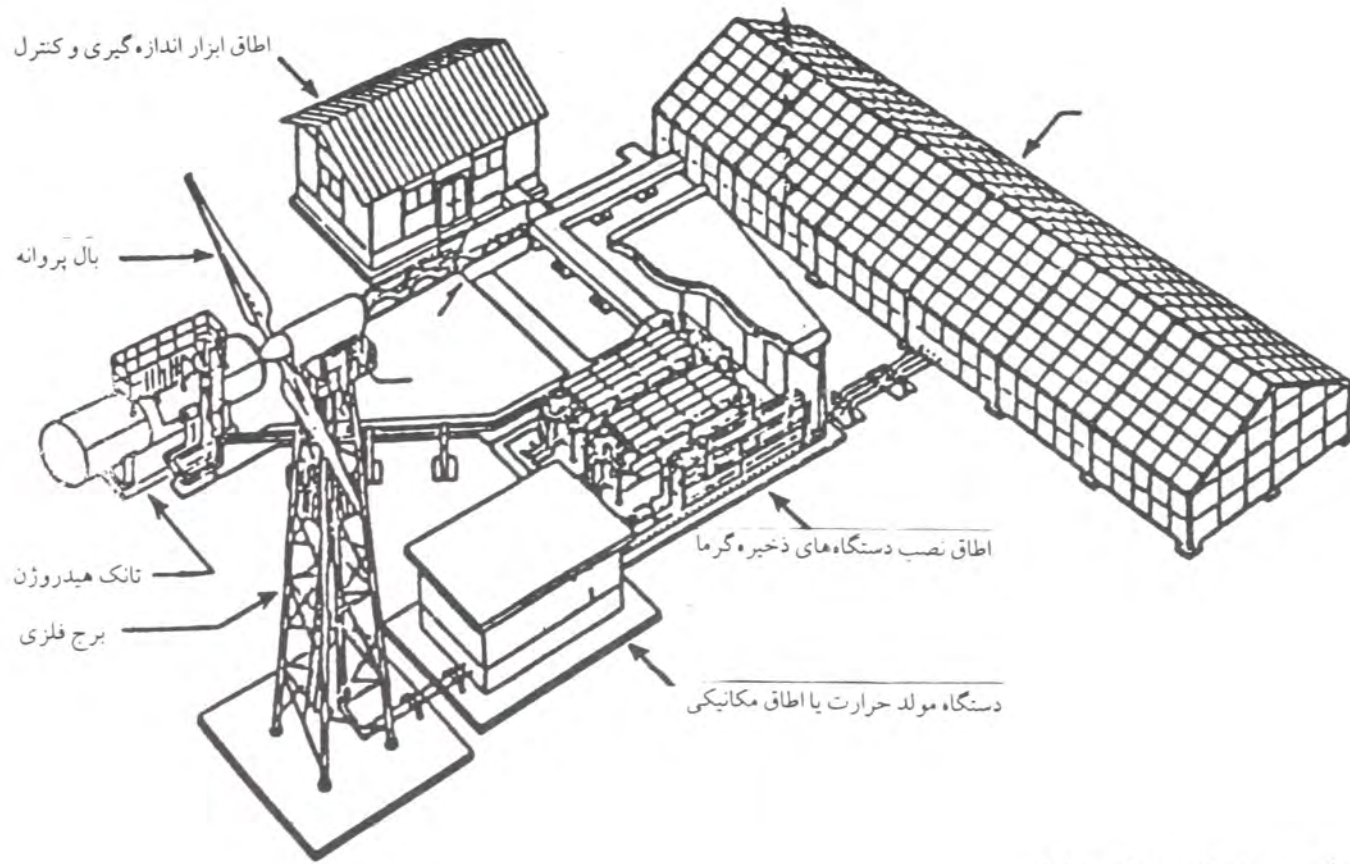
لازم به ذکر است که حدود سال ۱۹۸۰ پژوهش‌هایی جهت توسعه و پیشرفت سیستم‌های تبدیل نیروی باد به حرارت در مقیاس‌های کوچک و متوسط آغاز شد. ذیلاً چند نمونه از پروژه‌های سیستم تبدیل نیروی باد

شده در فوق، مبدل حرارتی به روش مکانیکی بوده، در حالی که روش شماره پنج به روش برقی با استفاده از جریان گردابی اختصاص دارد. همانطور که در شکل سه، بخش f نشان داده شده است، جریان ضعیف را از بوبین تحریک عبور داده و با تغییر قدرت جریان مغناطیسی بر روی آرمیچر واقع در میدان مغناطیسی جریان گردابی تولید می‌شود. این جریان گردابی بر روی آرمیچر مقاومت دورانی ایجاد کرده و مقدار گشتاور را افزایش می‌دهد، از مزایای

بادی نیز امکان کار کردن پمپ فشار قوی وجود دارد. در وهله اول انرژی باد به وسیله توربین بادی به انرژی مکانیکی تبدیل گشته سپس انرژی مکانیکی به واسطه پمپ فشار قوی به انرژی فشار تبدیل می‌گردد. این انرژی فشار از طریق منفذ کوچک مدور به انرژی جنبشی تبدیل گشته که پس از خروج از منفذ، انرژی جنبشی به انرژی حرارتی تبدیل خواهد شد. این روش در حال حاضر در کشور ژاپن و سایر کشورها به مرحله اجراء رسیده است. روش‌های ذکر



شکل ۵- سیستم تأمین گرمایش سالن سرپوشیده از شیشه



شکل ۶- سیستم مصارف انرژی حرارتی

به حرارت در نقاط مختلف کشور ژاپن، به ترتیب از شمال تا جنوب، معرفی می‌گردند.

۱- در آزمایشگاه کشاورزی استان هوکایدو از سال ۱۹۸۰ پروژه‌ای به نام طرح انرژی سبز متعلق به وزارت کشاورزی، گرمایش فضا از طریق سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت را مورد پژوهش قرار داد.

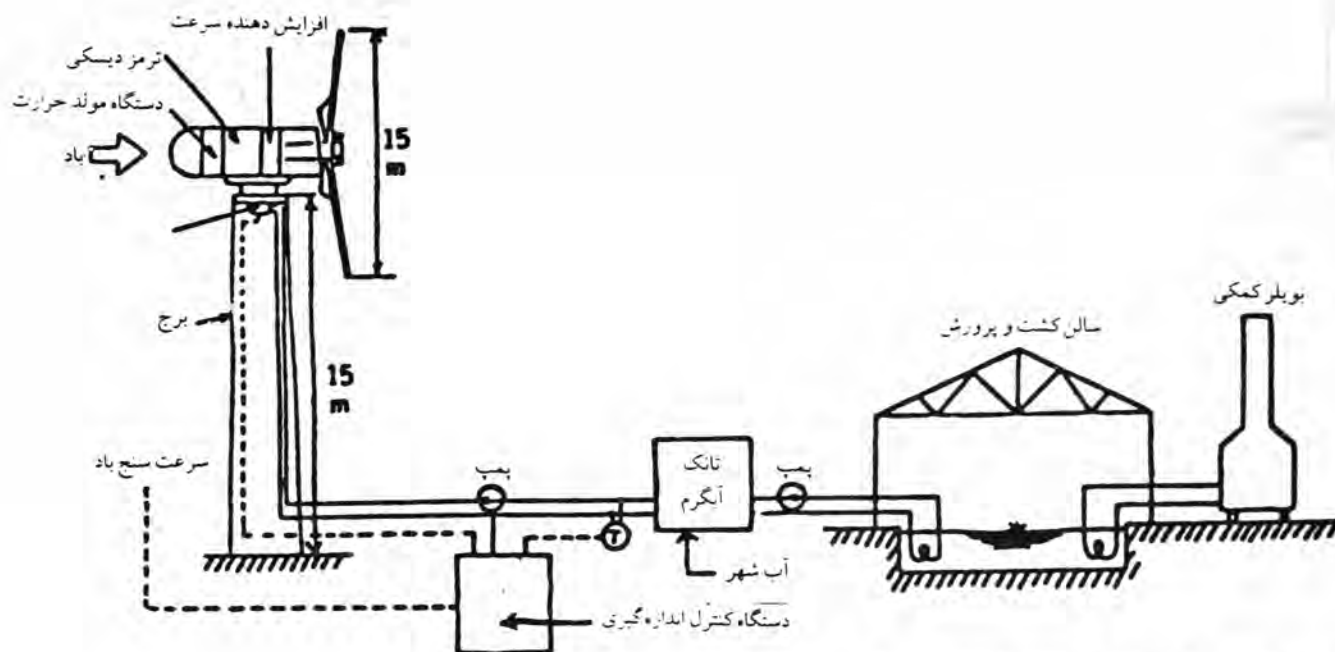
پروژه شماره یک در سال ۱۹۸۰ با نصب سیستم تبدیل حرارت به روش فشار قوی و توربین بادی نوع ملخ‌دار به قطر چهار متر بر روی برج به ارتفاع بیست و پنج متر را مورد آزمایش

قرار داد. در این آزمایش مقدار متوسط بهره‌وری تولید حرارت از طریق باد ۳۰/۵٪ بدست آمد. اتلاف حرارت در هنگام گردش روغن، ایجاد خوردگی در پمپ فشار قوی با ایجاد حباب در اثر تعاش از معایب اصلی این سیستم به شمار می‌رود.

در سال ۱۹۸۱ با توجه به نتایج حاصل از پروژه شماره یک، توربین بادی به قطر ده متر و قدرت خروجی بیست کیلووات، به عنوان پروژه شماره دو مورد آزمایش قرار گرفت. در این آزمایش مقدار بهره‌وری که ۳۵ تا ۴۵٪ بیش از

آزمایش شماره یک است، بدست آمد. در سال ۱۹۸۲ با انجام اصلاحات بیشتری، آزمایش شماره سه به عمل آمد که در ادامه این طرح تا سال ۱۹۸۴ سیستم کنترل نیز تکمیل گردید.

۲- در شهر هاماتون بتسو واقع در استان هوکایدو، در سال ۱۹۸۲ سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت نصب گردید و در شکل شماره چهار نشان داده شده است. این توربین بادی به قطر ده متر و به قدرت خروجی بیست کیلووات است. ضمناً از سیستم تبدیل حرارت به وسیله پمپ فشار قوی نیز استفاده شده است.



شکل ۷- سیستم تأمین گرمایش سالن کشت و پرورش

سوختن پوست برنج و تولید هوای گرم دویست درجه سانتی‌گراد، سیستم تولید آبگرم حاصل از مبدل حرارتی آبگرم را با سیستم مبدل حرارتی انرژی نیروی باد با هم ترکیب کرده و آبگرم با درجه حرارت مورد نیاز را تولید می‌کنند. در این سیستم از دو توربین بادی با بال‌های قائم و به قدرت هر کدام هشت کیلووات استفاده شده است.

۴- طی سال‌های ۱۹۷۸ تا ۱۹۷۹ سازمان فنی و علمی به مدت دو سال پژوهش‌هایی را در مورد استفاده از نیروی باد به وسیله توربین بادی مدل کوچک آغاز نمود. از سال ۱۹۸۰ به مدت شش سال پژوهش مفصلی را در زمینه تکنیک استفاده از انرژی حرارتی نیروی باد عملاً پیگیری کرد. این سیستم در شکل شماره شش نشان داده شده است

و درجه حرارت آن یکصد و پنجاه درجه سانتی‌گراد بوده که از آن برای گلخانه و پرورش گیاهان استفاده می‌شد. به وسیله سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت، آبگرم بیش از شصت درجه سانتی‌گراد تولید شده و سپس آن را به وسیله لوله به زیرزمین هدایت می‌کنند. در شرایطی که سرما به حداکثر می‌رسد از سوختن پوست برنج به عنوان مولد حرارتی کمکی استفاده خواهد شد. ضمناً در این سیستم هوای گرم با درجه حرارت تقریباً هفتصد درجه سانتی‌گراد تولید شده و از طریق دستگاه مبدل حرارتی باد گرم در اثر تماس با هوای محیط به درجه حرارت مورد نیاز کاهش داده سپس از طریق کانال‌ها به سالن سرپوشیده از شیشه هدایت می‌شود. در شرایط ضعیف یا نبودن باد، با

۳- در سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۱ سازمان منابع انرژی وابسته به وزارت صنایع و تجارت، استفاده و توسعه از انرژی منطقه‌ای در سراسر کشور را مورد بررسی قرار داد. پس از تشخیص نوع و مقدار انرژی موجود، شروع به تأسیس صنایعی کرد که بتواند انرژی موجود محلی را بکار گیرد. در ارتباط با این طرح، برای بهره‌برداری از نیروی باد در قریه شاریکی واقع در استان آموری، گرمایش سالن سرپوشیده از شیشه را به وسیله سیستم نیروی باد و سوختن پوست برنج تأمین کردند. این طرح در سال ۱۹۸۲ با یکصد و پنجاه و یک میلیون یمن هزینه تکمیل شده و در حال حاضر نیز به صورت آزمایش به کار خود ادامه می‌دهد. تجهیزات موصوف در شکل شماره پنج نشان داده شده است. زیربنای سالن سرپوشیده یک هزار متر مربع

و از ماه دسامبر سال ۱۹۸۵ در قریه اوگانا واقع در استان آکیتا به مرحله آزمایش در آمد. شکل ۶. در این طرح از سیستم ذخیره و تبدیل نیروی باد به حرارت به وسیله آلیاژ جذب و ذخیره کننده هیدروژن استفاده می شود. آلیاژ موصوف از آلیاژ اکسیژن Chitanyumu فولاد است که به میزان ۲/۴ تن پودر در مخزن ذخیره کننده حرارت قرار دارد. بهره‌وری حرارتی در این سیستم بیش از ۷۰٪ و مقدار حرارت تولید شده پنجاه و سه هزار کیلوکالری بود. در این سیستم از توربین بادی به قطر چهارده متر و به قدرت بیست کیلووات با بهره‌وری ۴۵٪ استفاده شده است. ضمناً در تبدیل حرارتی از کمپرسور هوایی که قدرت تولید باد گرم تا ۱۷۰ درجه سانتی‌گراد را دارا بود استفاده شده است.

۵- در سال ۱۹۸۱ سازمان فنی و علمی در شهر هون‌جو واقع در استان آکیتا با استفاده از انرژی محلی که شامل حرارت خورشید، نیروی باد و حرارت زمین بود، آسایشگاه افراد مسن را بنا کرد. در این آسایشگاه از چهار توربین بادی به قطر چهار متر و به قدرت پنج کیلووات استفاده شد. در وهله اول نیروی برق به حرارت تبدیل گردید و سپس از طریق کف ساختمان در گرمایش و آبگرم مصرفی به کار رفت.

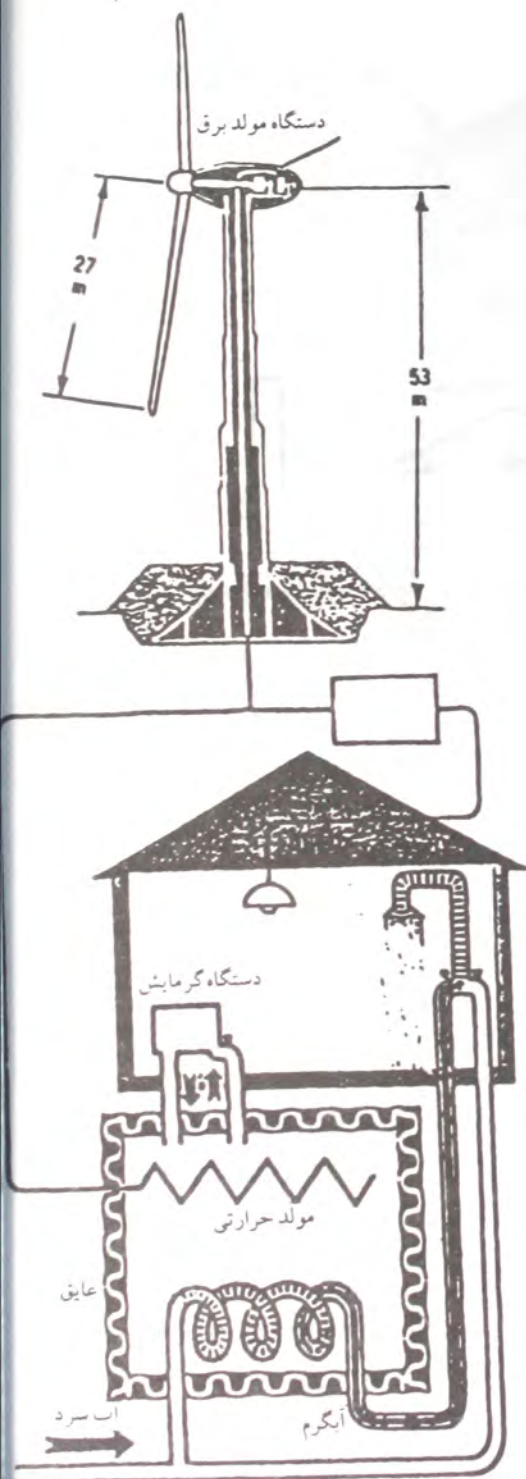
۶- از سال ۱۹۸۰ تا ۱۹۸۲ در استان شی‌زووکا با نصب تأسیسات مربوطه، نیروی باد به حرارت تبدیل شد. این سیستم در شکل هفت نشان داده شده و بیش از یک‌هزار ساعت به صورت آزمایشی کار کرده است. توربین بادی آن از سه پره ملخ‌دار به قطر پانزده متر تشکیل شده است.

در وهله اول از دستگاه مولد حرارت به روش آب مخلوط کن (برهم‌زن) استفاده شد. اما تغییرات شدید سرعت اشکالاتی را به وجود آورد و از همین‌رو به دلیل استفاده از سیستم پیچیده کنترل چرخش، دستگاه مولد حرارتی را

به روش جریان گردابی تغییر دادند. در این روش سرعت هشت متر بر ثانیه و به قدرت بیست و پنج کیلووات و با سرعت حداکثر بیست متر بر ثانیه حداکثر قدرت هفتاد کیلووات را به دست داد. دستگاه دارای دو تانک به حجم دو مترمکعب، و یکصد مترمربع حوض زراعی به عمق پنجاه سانتی‌متر بود. در نتیجه، طی یک روز معادل سی و پنج لیتر نفت صرفه‌جویی شد.

۷- از سال ۱۹۷۹ در استان ایشی‌کاوا طرح سیستم مبدل حرارتی زیرزمینی با حرارت خورشید و سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت در یک منزل مسکونی مد نظر واقع شد. در اوایل سال ۱۹۸۲ این طرح عملاً مورد آزمایش قرار گرفت. سیستم موصوف دارای توربین بادی با دو پره به قطر شش متر بود که بر روی برجی به ارتفاع پانزده متر، نصب گردیده بود. این توربین باد، دستگاه مبدل حرارتی به روش آب مخلوط کن (برهم‌زن) را به حرکت و داشته و در نتیجه درجه حرارت آبگرم تانک را تا پنجاه درجه سانتی‌گراد افزایش می‌داد. سپس آبگرم را از لوله‌های نصب شده در عمق چهل سانتی‌متری زمین هدایت کرده و موجب گرم کردن زمین می‌شد.

۸- از سال ۱۹۸۰ دانشکده کشاورزی دانشگاه شی‌مانه، در محل تأسیسات کشاورزی خود استفاده از حرارت خورشید و نیروی باد را طرح‌ریزی کرد. در این طرح برای تأمین گرمایش سالن‌های کشاورزی خود از طریق آبگرم، از کلکتور خورشیدی مسطح و سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت استفاده گردید. در ابتدا، توربین بادی به قطر پانزده متر و با سه پره دستگاه مبدل حرارتی به روش اصطکاک جامدات (ترمز نیروی گریز از مرکز) را به حرکت و می‌داشت اما در حال حاضر از دستگاه مبدل حرارتی به روش فشار قوی استفاده می‌شود.



ماهی، دامپروری، واحدهای مسکونی و آبگرم، خشک کردن غلات و ماهی، افزایش دمای تبخیر، ذوب برف جاده‌ها و پشت‌بام‌ها ضروری تشخیص داده شده است. باید اذعان کرد که امروزه انرژی باد نیز در تأمین کمبود انرژی حرارتی و الکتریکی مورد نیاز بشر سهم ویژه‌ای را به خود اختصاص داده است ●

نتیجه گیری :

در میان انرژی‌های موجود در دنیا، شاید منابع انرژی فسیلی برتری همیشگی خود را تا ابد حفظ نماید، اما موجودیت همیشگی آن موضوع بحث روز است. این تصور که روزی عمر نفت سپری خواهد شد، برای کلیه کشورها اعم از تولید کننده و مصرف کننده موجب خواهد شد که در مورد جایگزین نمودن منبع انرژی دیگری بجای نفت پژوهش بیشتر نمایند و در نتیجه توسعه انرژی حاصل از نیروی باد در جهت تولید برق و گرمایش ساختمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار خواهد شد.

با بکارگیری انرژی باد که مستلزم پیشرفت و توسعه سیستم‌های ذخیره و بهره‌وری است، به مقدار قابل توجهی می‌توان کمبود انرژی را تأمین کرد. کما اینکه در آمریکا با نصب ده‌هزار دستگاه توربین بادی موفق به تولید پانصد مگاوات برق شده‌اند. حدود سال ۱۹۸۰ تحقیقات جهت توسعه و پیشرفت سیستم‌های تبدیل نیروی باد به حرارت به نحو مستقیم در مقیاس‌های کوچک و متوسط شروع گردید. در کشور ایران نیز حدود سه هزار سال پیش از انرژی باد در کشاورزی استفاده می‌شده است. آثار آسیاب بادی را در بخش شرقی و اطراف زابل هنوز می‌توان مشاهده کرد. امروزه با احداث نیروگاه بادی هزار کیلوواتی در منطقه منجیل موفق به تولید برق شده‌اند. در این روش ظرف مدت چهار ماه یک میلیون کیلووات ساعت برق به دست آمده است. این توربین بادی به قطر سی و هفت متر و با ظرفیت اسمی پانصد کیلووات مورد بهره‌برداری قرار گرفته است. با عنایت به در دست داشتن تجربه تکنولوژی کاربرد انرژی باد، عملاً توسعه کاربرد آن را در افزایش دمای گلخانه‌ای، گرمایش محل پرورش

برای آشنایی بیشتر ذیلاً چند طرح تبدیل نیروی باد به حرارت در کشورهایی با عرض جغرافیایی زیاد واقع در شمال اروپا معرفی می‌گردند.

در سال ۱۹۷۸ در دانمارک توربین بادی به قطر پنجاه و چهار متر و به قدرت دو هزار کیلووات نصب شد و به وسیله آن از انرژی طبیعی، انرژی مورد نیاز پارک (به ویژه گرمایش در فصل زمستان) را کلاً تأمین کردند. در مناطق با عرض جغرافیایی زیاد حرارت خورشید در مقابل نیروی باد ضعیف بوده و لذا، ساخت و نصب توربین بادی ارجحیت و برتری دارد. همانطور که در شکل شماره هشت نشان داده شده است، در این سیستم هشتاد درصد برق تولید شده به وسیله توربین بادی جهت گرم کردن آب تانک و بیست درصد آن از طریق مبدل جریان مستقیم به شبکه برق شهر جهت روشنایی ساختمان وصل شده است. این سیستم عملاً بیش از دو هزار ساعت بکار افتاده است. در سال ۱۹۷۶ در کشور دانمارک منزل مسکونی یک خانواری را با انرژی طبیعی بنا کردند. انرژی مورد نیاز گرمایش (سالی شش هزار کیلووات ساعت) و انرژی مورد نیاز آبگرم (سالی چهار هزار و هشت صد کیلووات ساعت) را تا آنجا که ممکن بود به وسیله انرژی طبیعی تأمین کردند. در این طرح از سیزده متر مربع کلکتور خورشیدی و توربین بادی با پره‌های قائم استفاده شده و موفق به تأمین شصت و هفت درصد انرژی حرارتی منزل شدند. در فنلاند در دانشگاه راپن رانتا از سال ۱۹۸۴ اقدام به طرح‌های گرمایش ساختمان یا سالن‌های سرپوشیده کشاورزی به وسیله توربین بادی با پره‌های قائم و به قطر چهل متر گردید. از طریق این توربین بادی دستگاه مبدل حرارتی به روش فشار قوی به حرکت می‌افتاد. این سیستم در سواحل دریا نصب شد و قدرت تولید دو یست مگاوات ساعت انرژی حرارتی را دارا بود.

شکل ۸- سیستم تبدیل نیروی باد به حرارت برای پارک در کشور دانمارک