

انرژی بادی



منظور از توان بادی تبدیل انرژی باد به نوعی مفید از انرژی (انرژی الکتریکی) است که این کار به وسیله توربین‌های بادی صورت می‌گیرد. در آسیاب‌های بادی از انرژی باد مستقیماً برای خرد کردن دانه‌ها و یا پمپ کردن آب استفاده می‌شود. در انتهای سال ۲۰۰۶ میزان ظرفیت تولیدی برق بادی در سراسر جهان برابر ۷۳٫۹ گیگاوات بود. گرچه

این میزان چیزی در حدود یک درصد از کل انرژی الکتریکی تولیدی در جهان محسوب می‌شد اما در طول بازه زمانی بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ تقریباً چهار برابر شده است. تولید انرژی بادی در سراسر جهان در پایان سال ۲۰۱۵ به ۴۳۲٫۴۵ گیگاوات رسیده است در حالی که ظرفیت تولید جهانی انرژی هسته‌ای در اول ژانویه ۲۰۱۶، ۳۸۲٫۵۵ گیگاوات بوده است. انرژی بادی در مقادیر زیاد در مزارع بادی تولید و به شبکه الکتریکی متصل می‌شود. از توربین‌ها در تعداد کم معمولاً فقط برای تامین برق در مناطق دور افتاده استفاده می‌شود.

اما از جمله دلایل تمایل کشورها برای افزایش ظرفیت تولید برق بادی مزایای بسیار زیاد این روش تولید انرژی الکتریکی است چراکه انرژی بادی فراوان، تجدیدپذیر و پاک است و همچنین در مقایسه با استفاده از انرژی سوخت‌های فسیلی گاز گلخانه‌ای منتشر نمی‌کند. منشا باد یک موضوع پیچیده است. از آنجاییکه زمین بطور نامساوی به



وسیله نور خورشید گرم می شود بنابراین در قطب ها انرژی گرمایی کمتری نسبت به مناطق استوایی وجود دارد همچنین در خشکی ها تغییرات دما با سرعت بیشتری انجام می پذیرد و بنابراین خشکی ها زمین نسبت به دریاها زودتر گرم و زودتر سرد می شوند. این تفاوت دمای جهانی موجب به وجود آمدن یک سیستم جهانی تبادل حرارتی خواهد شد که از سطح زمین تا هوا کره، که مانند یک سقف مصنوعی عمل می کند، ادامه دارد. بیشتر انرژی که در حرکت باد وجود دارد را می توان در سطوح بالای جو پیدا کرد جایی که سرعت مداوم باد به بیش از ۱۶۰ کیلومتر در ساعت می رسد و سرانجام باد انرژی خود را در اثر اصطکاک با سطح زمین و جو از دست می دهد.

یک برآورد کلی اینگونه می گوید که ۷۲ تراوات (TW) انرژی باد بر روی زمین وجود دارد که پتانسیل تبدیل به انرژی الکتریکی را دارد و این مقدار قابل ترقی نیز هست.

در اینجا لازم است شما را با سه اصطلاح مهم در توربین های بادی آشنا کنیم:

Cut-in : حداقل سرعت باد که از آن پس توربین بادی شروع به تولید برق می کند.

Cut-Out : حداکثر سرعتی که از آن پس برای حفاظت سلامت توربین و جلوگیری از واژگونی آن حرکت توربین بادی متوقف می شود.

Rated Wind Speed : مقدار متوسط سرعت باد که چنانچه با آن سرعت ، باد به توربین بوزد معادل توان نامی توربین برق تولید می شود.

اجزاء اصلی توربینهای بادی محور افقی

روتور: روتور توربین باد شامل پره، هاب، دماغه و یاتاقانهای پره می باشد. روتور یک توربین بادی محور افقی بطور خلاصه متشکل از تعدادی پره می باشد که بطور شعاعی در اطراف یک شفت که موازی باد قرار می گیرد نصب شده اند و بدین ترتیب روتوری را تشکیل می دهند که عمود بر جهت باد دوران می کند. معمولا روتور توسط یک برج در ارتفاع مناسبی نسبت به زمین قرار می گیرد و البته پیش بینی های لازم برای هم جهت شدن امتداد شفت با جهات مختلف باد و همچنین برای کنترل سرعت آن صورت می گیرد و قدرت جذب شده توسط این روتور مستقیما و یا توسط یک سیستم مکانیکی به ماشینی که قرار است رانده شود منتقل می



گردد. تعداد پره ها معمولا متغیر بوده و پهنای پره (کوردر) ممکن است در تمام طول پره ها ثابت و یا آنکه متغیر باشد و پره از هاب به سمت نوک باریک شود. ضمنا پره ممکن است در امتداد محور طولی تاب داشته باشد یا اصطلاحا پیچیده باشد و بالاخره گام پره ممکن است ثابت و یا متغیر باشد.

پره: یکی از مهمترین بخشهای توربین بادی بوده و وظیفه آن تولید نیروی لازم برای چرخاندن شفت اصلی توربین باد است. پره به گونه ای ساخته می شود که استحکام و استقامت بسیار بالا در برابر نیروهای دینامیکی و آیرودینامیکی داشته باشد.

برج: سازه های مشبک فولادی- برجهای استوانه ای فولادی یا بتنی و همچنین ستونهای مهار شده توسط کابل از رایج ترین برجهای نگهدارنده محسوب می شوند. ارتفاع برج معمولا بین یک تا یک ونیم برابر قطر روتور در نظر گرفته می شود. انتخاب نوع برج وابستگی به شرایط سایت دارد. همچنین سفتی برج فاکتور مهمی در دینامیک سازه توربین باد محسوب می گردد چرا که احتمال کوپل شدن ارتعاشات بین برج و روتور که منجر به خطر رزونانس می گردد وجود دارد.

ناسل: شامل پوشش خارجی مجموعه توربین، شاسی و سیستم دوران حول محور برج می باشد که روتور به آن متصل است. ناسل در بالای برج قرار دارد. بعضی از ناسل ها آنقدر بزرگند که تکنسین ها می توانند داخل آن باستند.

سیستم انتقال قدرت: سیستم انتقال قدرت شامل اجزاء گردنده توربین باد است. این اجزاء عمدتاً شامل محور کم سرعت (سمت روتور)، گیربکس و محور سرعت بالا (در سمت ژنراتور) می باشد. سایر اجزاء این سیستم شامل یاتاقانها، یک یا چند کوپلینگ، ترمز مکانیکی و اجزاء دوار ژنراتور می باشد. در این مجموعه وظیفه گیربکس افزایش سرعت نامی روتور از یک مقدار کم (در حد چند ده دور در دقیقه) به یک مقدار بالا (در حد چند صد یا چند هزار دور در دقیقه) که مناسب برای تحریک یک ژنراتور استاندارد است، می باشد. عمدتاً دو نوع گیربکس در توربین های بادی مورد استفاده قرار می گیرد: گیربکس های با شفت های موازی و گیربکس های سیاره ای. برای توربین های سایز متوسط به بالا بزرگتر از (KW 500) مزیت وزن و سایز در گیربکس های سیاره ای نسبت به نوع دیگر یعنی گیربکس های با شفت موازی کاملاً بارزتر است. بعضی از توربین های باد از یک طرح خاص برای ژنراتور استفاده می کند (ژنراتور با تعداد قطب بالا) که در آن نیازی به استفاده از گیربکس نمی باشد.

ژنراتور: پره های توربین بادی انرژی جنبشی باد را به انرژی دورانی در سیستم انتقال تبدیل می کنند و در قدم بعدی ژنراتور، انرژی توربین را به شبکه برق منتقل می نماید. بطور معمول از سه نوع ژنراتور در توربین های بادی استفاده می شود. - ژنراتور جریان مستقیم - آلترناتور یا ژنراتور سنکرون - ژنراتور القایی یا آسنکرون

گیربکس (جعبه دنده): از آنجائی که محور توربین دارای دور کم و گشتاور بالا و بر عکس آن محور ژنراتور دارای دور بالا و گشتاور کم است، سیستم انتقال قدرت باید به نحوی این دو محور را به یکدیگر متصل نماید.

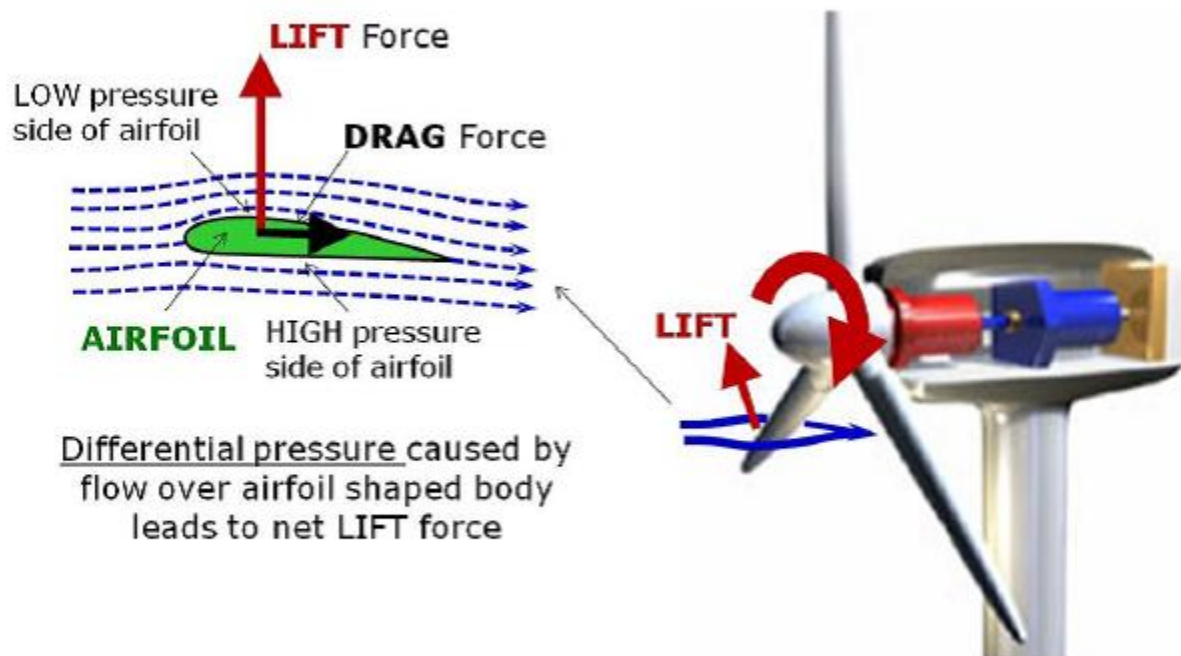
ترمز: در توربین های بادی با ظرفیت بسیار پایین (۱ الی ۵ کیلووات) معمولاً از سیستم های ترمز کفشکی استفاده می شود، زیرا جهت متوقف نمودن پره ها، نیروی زیادی مورد نیاز نیست. در توربین های بادی با ظرفیت بالا، از ترمزهای دیسکی استفاده می شود.

سیستم کنترل: برای بدست آوردن حداکثر راندمان از یک توربین بادی، باید بتوان همواره صفحه دوران توربین را عمود بر جهت وزش باد قرار داد. برای این منظور از سیستم هایی برای تغییر جهت توربین بادی و قرار دادن سیستم در مسیر باد استفاده می شود. این سیستم (yaw system) یک سیستم ترکیبی الکتریکی- مکانیکی است که هدایت آن توسط واحد کنترل انجام میشود. در توربین های بادی سایز کوچک به جای چرخ انحراف (yaw system) از بالچه استفاده می کنند. همچنین سیستم هایی جهت کنترل و تنظیم سرعت دورانی در توربین بادی مورد استفاده قرار می گیرند. چنین سیستمهایی علاوه بر کنترل دور روتور، مقدار قدرت تولیدی و نیروهای وارده بر روتور در بادهای شدید را نیز محدود می کنند.

سیستم هیدرولیک: سیستم های هیدرولیک به مجموعه جک و یونیت هیدرولیکی و اتصالات جانبی آنها اطلاق می شود. جک هیدرولیکی از یک سیلندر و پیستون دو طرفه تشکیل شده است و با انتقال سیال به هر ناحیه از آن، جک به سمت مخالف حرکت می کند. یونیت هیدرولیکی از الکتروموتور، پمپ، مخزن تامین فشار اولیه، شیرهای هیدرولیکی، شیلنگهای انتقال سیال به دو ناحیه داخل سیلندر جک، مخزن روغن، روغن مخصوص و تجهیزات جنبی تشکیل شده است. پس از دریافت فرمان، پمپ مقداری روغن را از داخل مخزن به محفظه جلو یا عقب سیلندر جک پمپ می کند تا جک بتواند به مقدار مورد نیاز محور تراورس را در جهت مورد نیاز حرکت دهد. محور تراورس محوری است که از سوراخ داخل شفت اصلی عبور می کند و یک سمت آن با جک هیدرولیکی و طرف دیگر آن با مکانیزم مثلثی واقع درون هاب مرتبط است. وظیفه این محور انتقال حرکت جک هیدرولیکی و در واقع فرمان کنترلر به مکانیزم مثلثی است که باعث چرخش پره ها می گردد. مکانیزم مثلثی درون هاب باعث تبدیل حرکت انتقالی محور تراورس به حرکت چرخشی و نتیجتاً چرخش پره ها به دور محورشان می گردد.

چرخش توربینهای بادی بر پایه نیروی لیفت

با استفاده از نیروی لیفت انرژی بیشتری نسبت به نیروی درگ بدست می آید. ولی تنها نیاز آن سطحی ایرودینامیکی شکل می باشد شبیه چیزی که در بالهای هواپیما استفاده می شود. این مقطع ایرودینامیکی برای ایجاد اختلاف فشار بین سطح بالا و پایین و ایجاد یک نیروی خالص عمود بر جهت باد می باشد.



داخل توربین بادی به چه صورت می باشد:

باد سنج (Anemometer): این وسیله سرعت باد را اندازه گرفته و اطلاعات حاصل از آنرا به کنترل کننده ها انتقال می دهد.

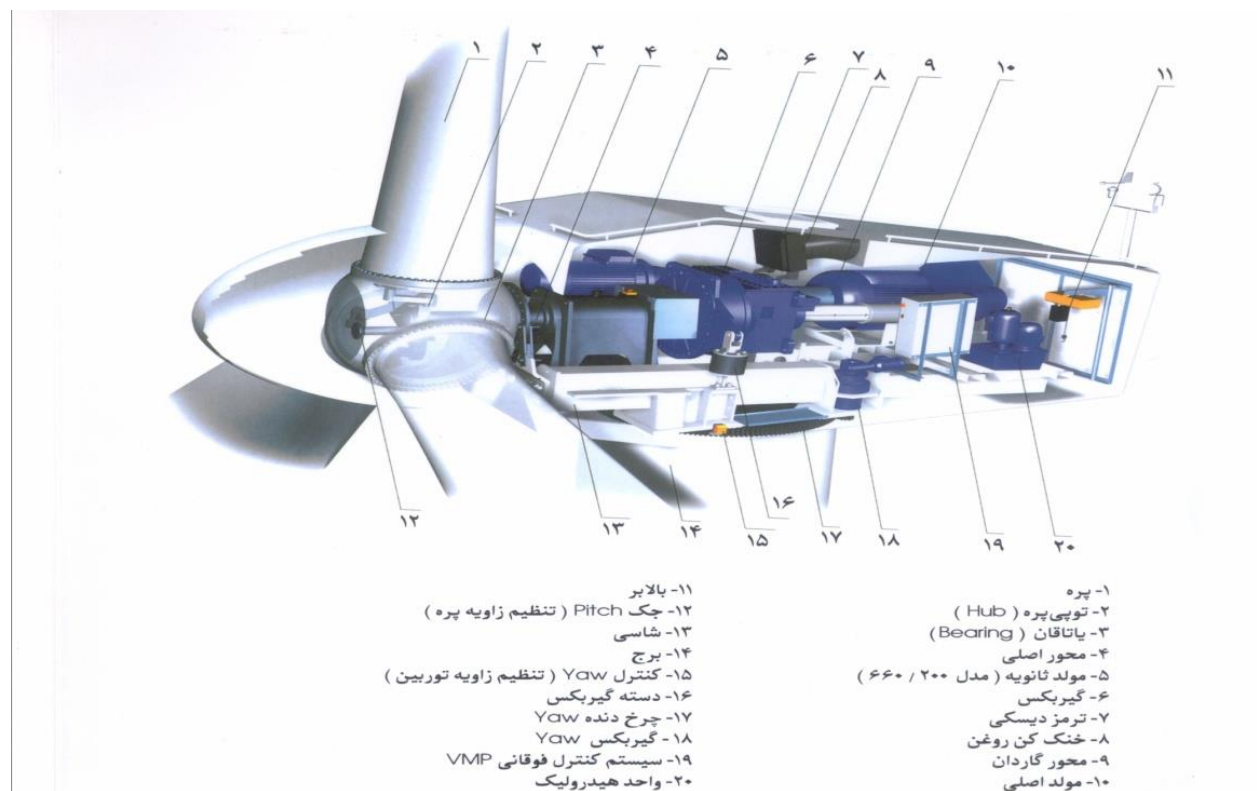
۲- پره ها : (Blades) بیشتر توربین ها دارای دو یا سه پره می باشند. وزش باد بر روی پره ها باعث بلند کردن و چرخش پره ها می شود.

۳- ترمز : (Brake) از این وسیله برای توقف روتور در مواقع اضطراری استفاده می شود. عمل ترمز کردن می تواند بصورت مکانیکی ، الکتریکی یا هیدرولیکی انجام گیرد.

۴-کنترلر (Controller) : کنترلر ها وقتی که سرعت باد به ۸ تا ۱۶ mph میرسد ماشین راه را اندازی می کنند و وقتی سرعت از ۶۵ mph بیشتر می شود دستور خاموش شدن ماشین را می دهند. این عمل از آن جهت صورت میگیرد که توربین ها قادر نیستند زمانی که سرعت باد به ۶۵ mph می رسد حرکت کنند زیرا ژنراتور به سرعت به حرارت بسیار بالایی خواهد رسید.

۵-گیربکس (Gear box) : چرخ دنده ها به شفت سرعت پایین متصل هستند و آنها از طرف دیگر همانطور که در شکل مشخص شده به شفت با سرعت بالا متصل می باشند و افزایش سرعت چرخش از ۳۰ تا ۶۰ rpm به سرعتی حدود ۱۲۰۰ تا ۱۵۰۰ rpm را ایجاد می کنند. این افزایش سرعت برای تولید برق توسط ژنراتور الزامیست. هزینه ساخت گیربکس ها بالاست درضمن گیر بکس ها بسیار سنگین هستند. مهندسان در حال انجام تحقیقات گسترده ای می باشند تا درایو های مستقیمی کشف نمایند و ژنراتورها را با سرعت کمتری به چرخش درآورند تا نیازی به گیربکس نداشته باشند.

۶-ژنراتور (Generator) : که وظیفه آن تولید برق متناوب می باشد.



مقطع برش خورده توربین بادی

توربین های نسل جدید مغناطیسی

این توربین ها که نسل جدید توربین های بادی می باشند قابلیت تولید برق در سرعت های پایین در حدود ۱ متر بر ثانیه می باشند، که کاملاً بی صدا بوده و دارای عمر طولانی تر نسبت به توربین های افقی و سایر توربین های عمودی می باشد . شرکت سورینا صنعت فردا به عنوان نمایندگی فروش این توربین ها در سطح ایران ، توربین ها از توان ۲۰۰ وات تا ۵۰۰ کیلو وات را بسته به نیاز مشتری ارائه می دهد. هدف ما همگام بودن با تکنولوژی روز دنیا و ارائه خدمات به مشتریان می باشد.



مقایسه توربین های محور عمودی مغناطیسی با توربین های افقی معمولی

نوع توربین	توربین های افقی	توربین های محور عمودی مغناطیسی
		
سرعت باد برای استارت توربین	۳ متر بر ثانیه	۱ متر بر ثانیه
شرایط باد مورد نیاز	نیاز به جهت باد پایدار	قابلیت کارکرد با هر جهت باد
مواجهه با جریان توربولانس	بازده کاهش پیدا می کند	بازده تحت تاثیر قرار نمی گیرد
پایداری تولید برق	با تغییر جهت باد تغییر پیدا می کند	تحت تاثیر جهت باد قرار نمی گیرد
صدا	۴۵db دسیبل	بدون نویز می باشد چون دارای اصطکاک مکانیکی نمی باشد.
شکل محصول	معمولی	زیبا
ارتفاع مورد نیاز	ارتفاع بالا (برای جلوگیری از ناحیه توربولانس)	ارتفاع پایین (تحت تاثیر ناحیه توربولانس نمی باشد)
محل مورد نیاز برای نصب	در محیط باز	در هر گونه محلی می توان نصب کرد
جنس ژنراتور	پلاستیکی یا کامپوزیت	فلز
مقاومت استحکامی توربین	ضعیف (براحتی میشکند)	مقاوم (مقاومت استحکامی بالا)
مقاومت در برابر بیشنه سرعت بادی که بدون خرابی می توانند تحمل کنند	کم (تا حدود ۴۰ m/s)	بالا (تا حدود 65 m/s)
امنیت در هنگام بهره برداری	ضعیف	بالا
وزن	20 kg	38 kg