



انرژی بادی



مقدمه

- باد یک منبع انرژی تجدیدپذیر پاک، رایگان و در دسترس است.
- هر روزه در سرتاسر جهان، توربین‌های بادی نیروی باد را جذب کرده و آن را به برق تبدیل می‌کنند.
- تولید برق از طریق انرژی بادی نقش بسیار مهمی برای سیاره زمین در تامین انرژی به شیوه ای پاک و پایدار ایفا می‌کند.
- توربین‌های بادی به ما این امکان را می‌دهند که از نیروی باد استفاده کرده و آن را به انرژی تبدیل کنیم.
- هنگامی که باد می‌وزد، پره‌های توربین در جهت عقربه‌های ساعت می‌چرخند و انرژی را جذب می‌کنند.



تاریخچه انرژی بادی

- استفاده از انرژی بادی جهت حرکت کشتیهای بادبانی و به راه انداختن آسیابهای بادی به قرنهای قبل از میلاد مسیح برمی گردد.
- در قرن نهم استفاده از پمپ بادی و آسیاب بادی در خاورمیانه رایج بوده است.
- اولین آسیاب بادی برای تولید برق در سال ۱۸۸۷ در اسکاتلند به کار گرفته شد.
- در همان سال اولین توربین بادی در کلیولند اوهایو ساخته شد و انرژی الکتریکی توسعه یافت.
- در طول قرن بیستم، ایستگاههای بادی کوچکی برای مزارع یا خانهها برق تولید می کردند.
- طی بحران نفتی سال ۱۹۷۳ دینامهای بادی صنعتی اختراع شد تا برای استفاده از راه دور به شبکههای برق متصل شوند. امروزه در بعضی کشورها ژنراتورهای بادی در حد گیگاوات برق ملی تولید می کنند.



انرژی باد چه ارتباطی با انرژی خورشید دارد؟

- تابش نامساوی خورشید به سطوح ناهموار زمین باعث تغییراتی در دما و فشار می گردد و بر این اساس باد به وجود می آید.
- اتمسفر کره زمین هم به دلیل حرکت وضعی زمین، گرما را از مناطق گرمسیری به مناطق قطبی انتقال می دهد.



توزیع باد به طور کلی جریان باد در جهان دو نوع توزیع دارد:

- جریان چرخش هادلی
- جریان چرخشی راسبی



جریان چرخش هادلی

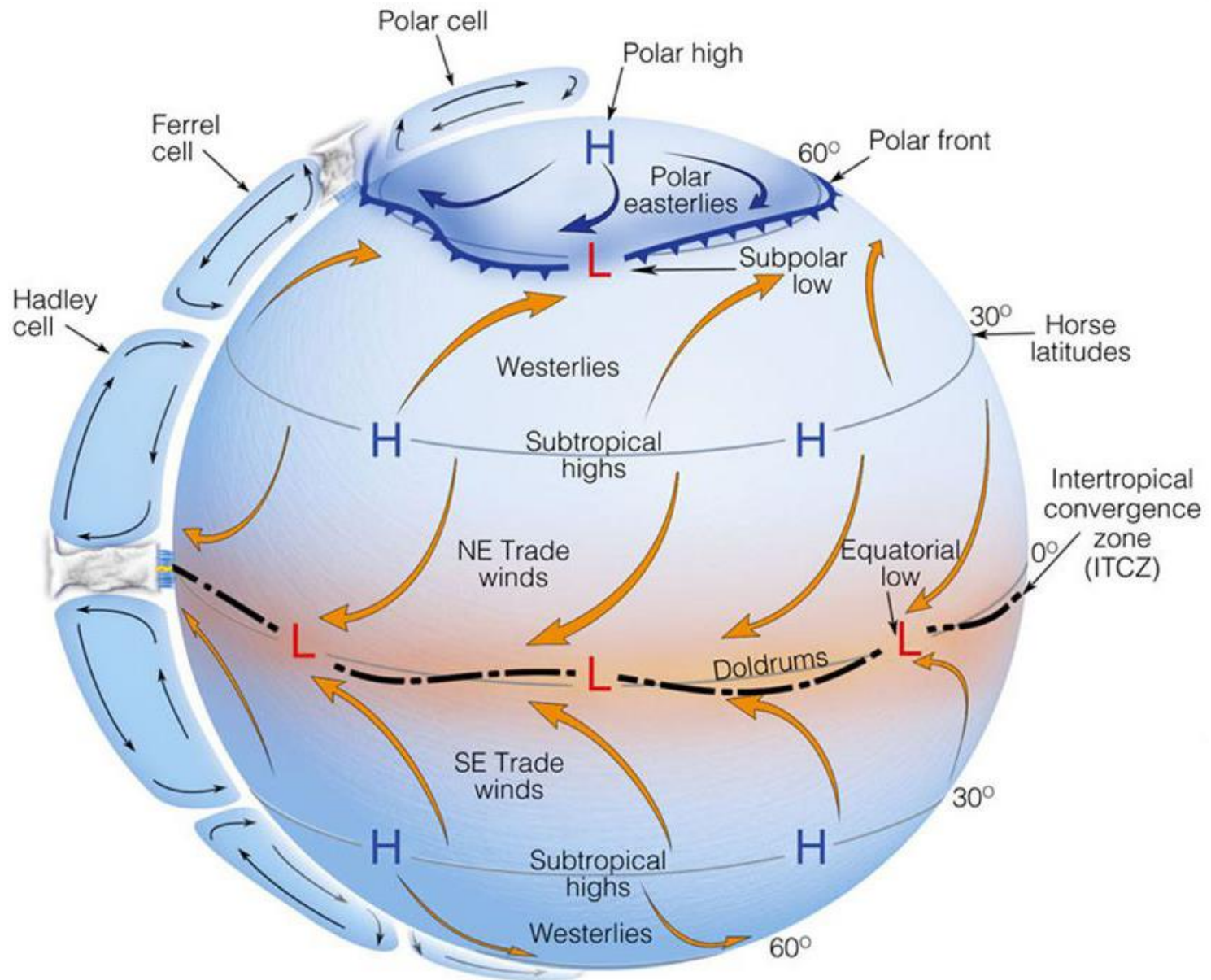
- بین عرض های جغرافیایی ۳۰ درجه ی شمالی و ۳۰ درجه ی جنوبی هوای گرم استوایی به بالا صعود کرده و هوای سردتر که از شمال و جنوب می آید جایگزین آن می شود. این جریان را چرخش هادلی می نامند.
- به دلیل کم تر بودن سرعت دوران زمین در این عرض ها نسبت به استوا این جریان ها به سمت شرق حرکت می کنند. معمولاً در این عرض های جغرافیایی نواحی بیابانی مانند صحرا قرار دارند.



جریان چرخشی راسبی

- حد فاصل عرضه ای جغرافیایی ۳۰ درجه شمالی و جنوبی و ۷۰ درجه شمالی و جنوبی عمدتاً بادهای غربی در جریان هستند
- این بادهای تشکیل یک چرخش موجی را می دهند که هوای سرد را به جنوب و هوای گرم را به شمال منتقل می کنند. این الگو را جریان راسبی می نامند.





انرژی بادی در جهان

ظرفیت بادی (بر حسب گیگاوات)	نام کشور
۳۴۲	چین
۱۳۹	ایالات متحده
۶۰	آلمان
۴۲	هند
۲۹	اسپانیا
۲۶	بریتانیا
۱۹.۱	برزیل
۱۸.۷	فرانسه
۱۴.۴	کانادا
۱۲.۷	ایتالیا



ظرفیت انرژی بادی در ایران

- ایران به دلیل موقعیت خاص جغرافیایی و قرار گرفتن در مناطق پرفشار شمال و شمال غرب به طور کلی در زمستان و تابستان در مسیر بادهای عمده زیر قرار دارد:
- ۱- بادهایی که در زمستان از اقیانوس اطلس و دریای مدیترانه و نیز آسیای مرکزی می وزد.
- ۲- بادهایی که در تابستان از طرف اقیانوس هند و همچنین شمال غرب به سمت ایران می وزد.
- مطالعات نشان می دهد که نزدیک به ۱۵۰۰۰ مگاوات ظرفیت تولید برق از نیروگاه بادی در ایران تخمین زده می شود. .



فهرست نیروگاه‌های بادی ایران

ردیف	استان	ساختمانگاه	نام نیروگاه	ظرفیت نصب شده (هکوات)
۱	گیلان	منجیل	منجیل پسکون هرزویل سیاهوش رودبار	۹۲,۲
۲	قزوین	سیاهوش	آرین مهاباد	۶۱,۲
۳	آذربایجان شرقی	آق کند	مینا	۵۰
۴	سیستان و بلوچستان	میل نادر	انرژی‌های تجدیدپذیر مینا	۵۰
۵	قزوین	کهک	مینا (کهک ۳)	۳۰
۶	خراسان رضوی	بینالود	شرکت تولید نیروی برق سبز بینالود	۲۸,۳۸
۷	قزوین	کهک	مینا (کهک ۲)	۲۰
۸	خراسان رضوی	خواف	فناوران انرژی پاک	۱۰
۹	قزوین	کهک	مینا (کهک ۱)	۵
۱۰	خراسان رضوی	بینالود	تولید و توسعه نیروی برق سبز دیزباد	۴,۱
۱۱	خراسان رضوی	خواف	آترین ایرانیان (آریا رازی خواف)	۲,۵
۱۲	خراسان رضوی	خواف	فن آوران انرژی پاک (بهین ارتباط مهر)	۱,۵
۱۳	خراسان رضوی	خواف	توسعه و احداث نیروگاه‌های بادی تولن باد	۰,۷۱
۱۴	خراسان رضوی	خواف	تولن باد ۲	۰,۷۱
۱۵	خراسان رضوی	خواف	محمد حسین تقی پور (پدیده مروزیت)	۰,۶۶
۱۶	خراسان رضوی	خواف	سید یوسف قاسمی زاوه	۰,۶۶
۱۷	خراسان رضوی	خواف	رضا صادقی	۰,۶۶



نیروگاه بادی منجیل

- نیروگاه بادی منجیل نام نیروگاه بادی در شهر منجیل استان گیلان است. این نیروگاه انرژی جنبشی باد را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند.
- اوایل دهه هفتاد با تصمیم دولت اقدام به خرید و نصب نیروگاه بادی از کشور دانمارک گردید.
- در سایت رودبار ۸۷ درصد روزهای سال، باد وجود دارد که در کل $2/4$ میلیون کیلو وات ساعت برای یک توربین می‌توان بدست آورد.
- این نیروگاه دارای ۱۷۱ توربین است. توربینها از سه پره به طول تقریبی ۱۷ الی ۲۳ متر (قطر روتور ۳۵ الی ۴۷ متر) ساخته شده‌اند.
-



مزایا انرژی بادی

- منبع پاک انرژی
- تجدیدپذیر و پایدار
- ارزان و مقرون بصرفه
- ایجاد شغل
- استفاده از فناوری پیشرفته
- دارای پتانسیل عظیم بازار
- استفاده مناسب از فضا
- جلوگیری از هدر رفت آب



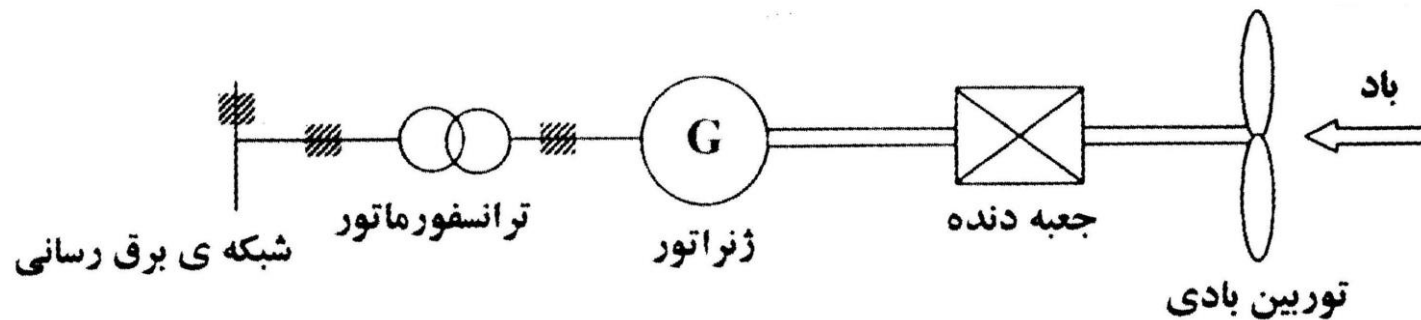
معایب انرژی بادی

- هزینه بر بودن نصب و راه‌اندازی سازه‌ها و انتقال انرژی بادی تولید شده به مناطق شهری و نیمه شهری
- تهدید ایمنی افراد مجاور مزارع بادی هنگام بروز بادهای شدید و طوفانها
- ایجاد سر و صدا
- تغییر چشم انداز طبیعی
- محدودیت مکانی

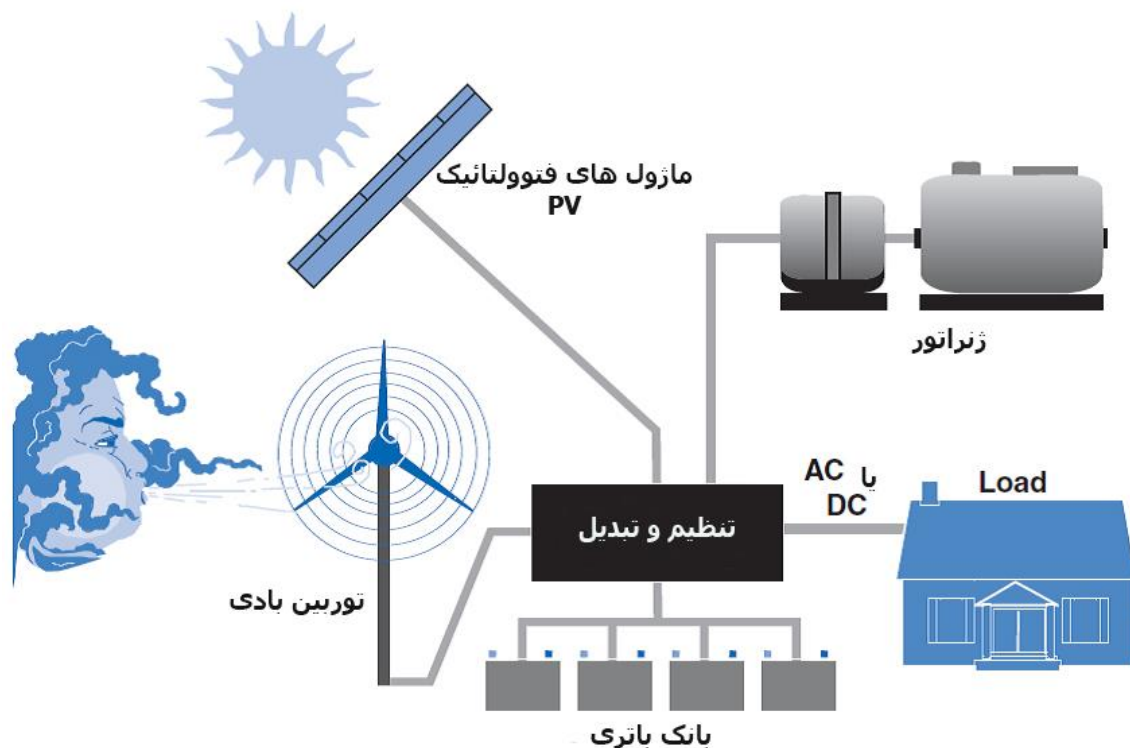


توربین های بادی چگونه کار می کند؟

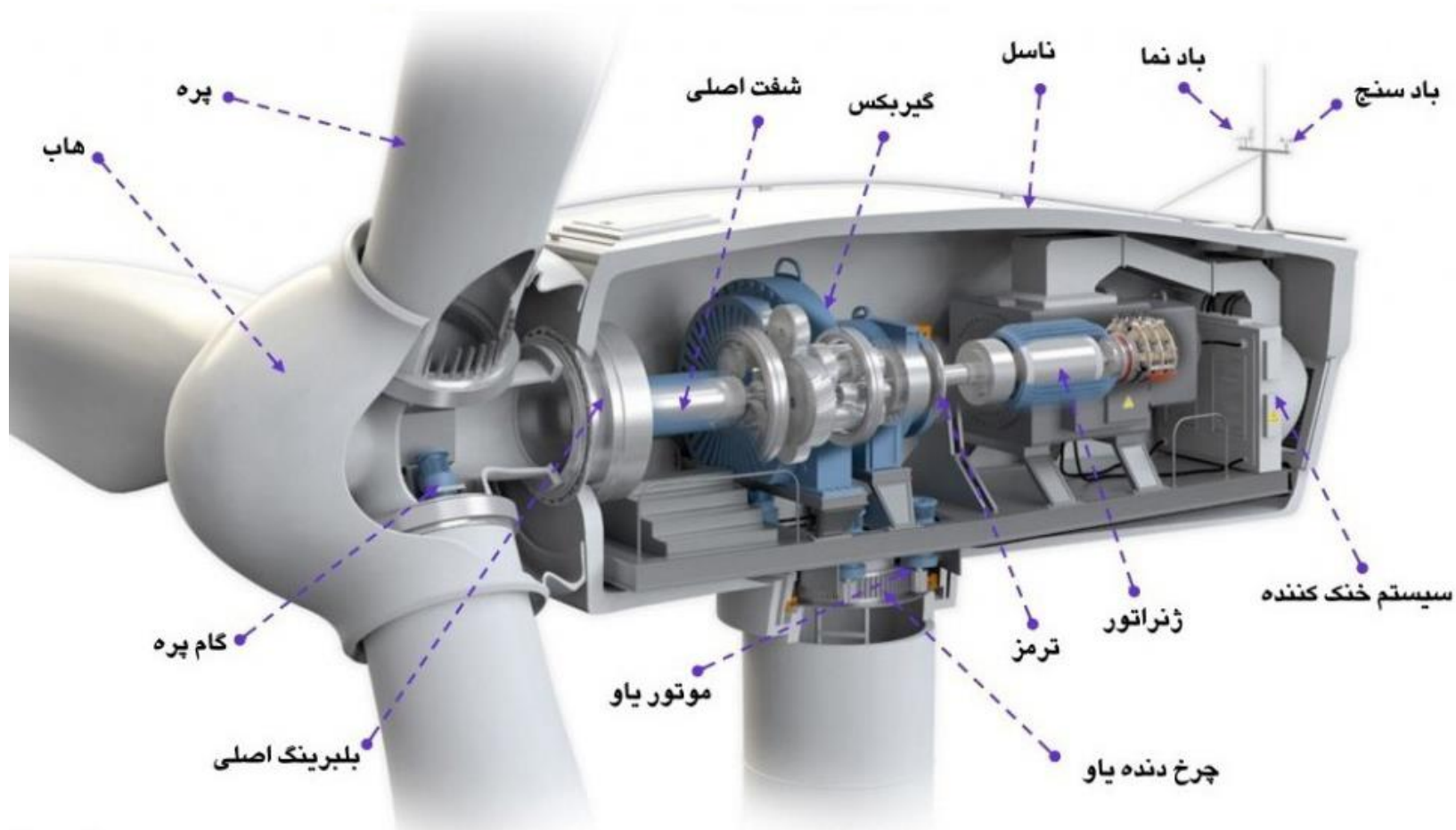
- مراحل کار یک توربین کاملاً بر عکس مراحل کار یک پمپ است. در پمپ انرژی الکتریکی به انرژی مکانیکی تبدیل شده و باعث چرخیدن پره می شود. در توربین، باد به پره ها برخورد می کند و آن ها را می چرخاند.
- چرخش پره ها سبب چرخش محور اصلی می شود و این محور به یک ژنراتور برق متصل است.



- در سیستم های تولید انرژی هیبریدی، از دو یا چند منبع متفاوت انرژی به صورت ترکیبی استفاده می شود که این موضوع سبب می شود که در مقایسه با سیستم هایی که از یک منبع انرژی تغذیه می شوند، سیستم تولید انرژی قابلیت اطمینان بالاتری داشته باشد.
- مزیت استفاده ترکیبی از دو سیستم خورشیدی و بادی در کنار یکدیگر، بازده بیشتر توربین های بادی در فصول سرد و هم چنین استفاده از خروجی پیک تولید پنل های خورشیدی در فصل تابستان است.



اجزای توربین بادی



- - پره ها: بیشتر توربین ها ۲ یا ۳ پره دارند، باد به پره ها برخورد می کند و باعث چرخش آن ها می شود.
- - ترمز: با استفاده از سیستم ترمز دیسکی می توان توربین را به طور هیدرولیکی در مواقع عادی و حتی اضطراری متوقف کرد.
- - ژنراتور: در حقیقت بخش تبدیل انرژی مکانیکی باد به انرژی الکتریکی ژنراتور است. ژنراتورهای به کار برده شده، ژنراتورهای سنکرون می باشند



- ناسل: قسمت اصلی توربین بادی، که روتور به آن متصل است را ناسل گویند. ناسل در بالای برج قرار دارد شامل جعبه دنده، شفت اصلی ژنراتور، بخش کنترل و ترمز می باشد. بعضی از ناسل ها آنقدر بزرگند که تکنسین ها می توانند داخل آن بایستند.
- دکل: معمولاً از فولادی های استوانه ای و یا شبکه ای از میله های فولادی ساخته می شوند. چون سرعت باد با افزایش ارتفاع زیاد می شود، دکل های بلند باعث می شوند توربین انرژی بیشتری بگیرد و الکتریسیته ی بیشتری تولید کند.
- - سنسورهای اندازه گیری: شامل دو سنسور سرعت سنج و جهت نما می باشند که اولی سرعت و دومی جهت باد را به دقت مشخص می کند. این سنسورها اطلاعات را به بخش کنترل می دهند



توربین بادی چه کاربردی دارد؟

- الف) پمپ های بادی آبکش.
- ب) شارژ باتری.
- پ) کاربرد توربین های کوچک به عنوان تولید کننده برق.
- ت) کاربرد توربین های بادی در مزارع بادی (برق متصل به شبکه).
- مزارع بادی معمولاً از چندین توربین بادی متمرکز تشکیل می شوند که به منظور تأمین انرژی شبکه طراحی شده و این موضوع در مقابل توربین های بادی منفرد که به منظور تأمین انرژی بار محلی طراحی می گردد، مطرح است.



انواع توربین های بادی

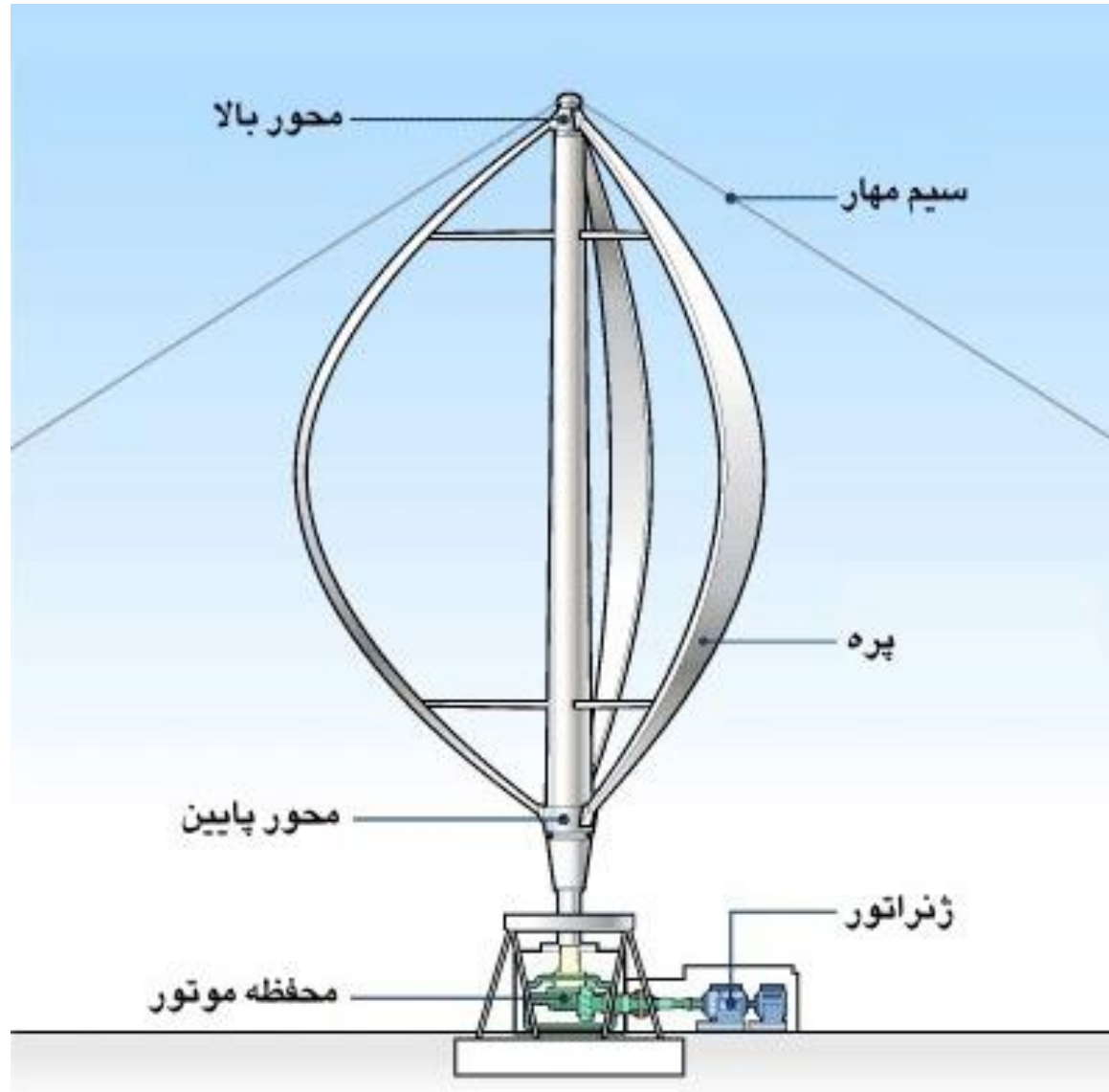
- توربین های بادی با محور چرخش عمودی
- توربین های بادی با محور چرخش افقی



توربین های بادی با محور چرخش عمودی

- توربین های بادی با محور چرخش عمودی از دو بخش اصلی تشکیل شده اند.
- یک میله اصلی که در جهت باد قرار می گیرد و میله های عمودی دیگری که عمود بر جهت باد کار گذاشته می شوند.
- در این توربین ها یک طرف توربین، باد را بیشتر از طرف دیگر جذب می کند و باعث می شود سیستم لنگر پیدا کند.
- سرعت چرخش این سیستم دقیقاً با سرعت باد برابر بوده و در مناطقی که سرعت باد کم است، چندان کار آمد نیست. از مزایای این توربین ها وابسته نبودن سیستم به جهت وزش باد می باشد

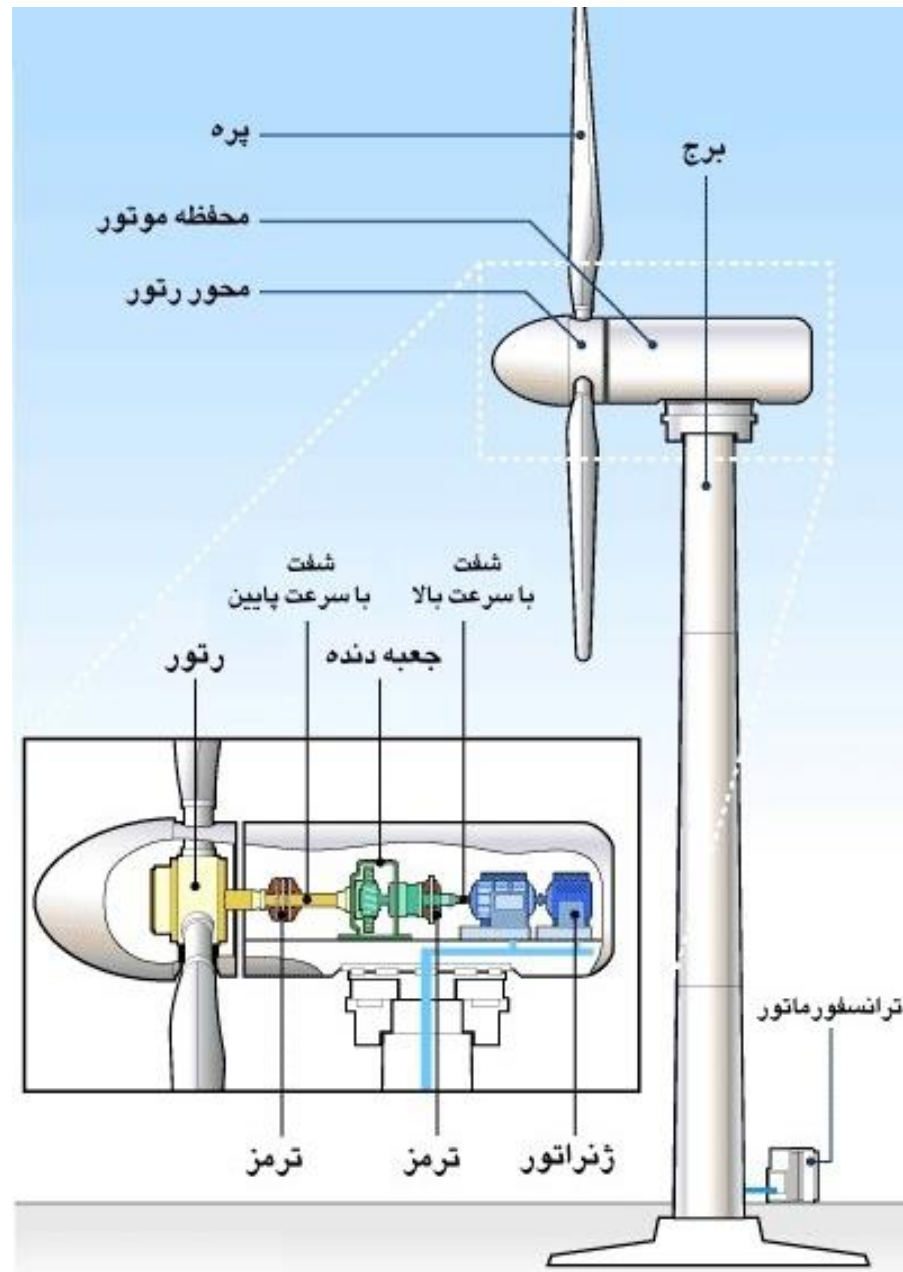




توربین های بادی با محور چرخش افقی

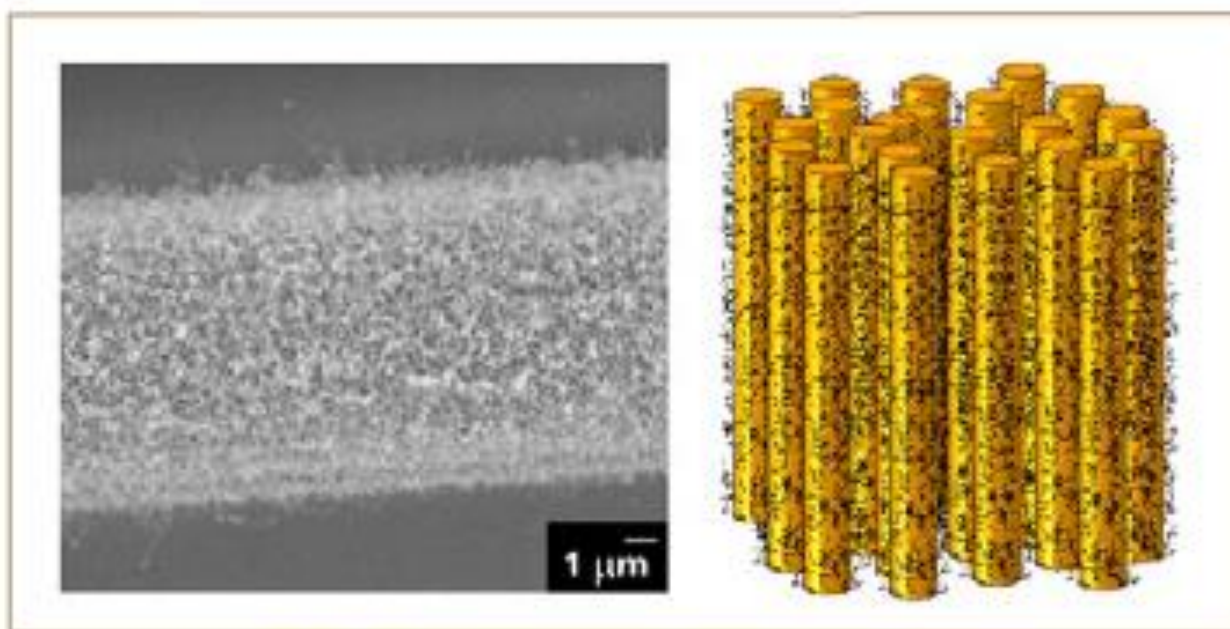
- این توربین ها نسبت به مدل محور عمودی رایج تر می باشند.
- توربین های بادی با محور افقی پیچیده تر و گران تر و ساخت آن ها هم مشکل تر است ولی راندمان بسیار بالایی دارند.
- در همه سرعت ها حتی سرعت های پایین باد هم کار می کنند.
- این توربین ها اغلب ۳ و یا ۲ پره هستند که روی یک پایه نصب شده اند و این پره ها همواره در جهت وزش باد قرار می گیرند.





افزایش توان تولیدی توربین بادی به وسیله فناوری نانو

یک اپوکسی که دارای نانولوله کربنی باشد در ساخت پره های توربین بادی مورد استفاده قرار می گیرد. این فناوری باعث می شود پره های توربین بادی دارای استحکام بیشتری بوده و در عین حال وزن کمتری داشته باشند. لذا با فناوری نانولوله های کربنی، امکان ساخت پره های توربین بزرگ تر فراهم می آید که در نهایت باعث تولید برق بیشتر توربین بادی می شود.



نانولوله های کربنی در پره توربین بادی

یک کامپوزیت فایبرگلاس که به وسیله نانوفیبرهای کربن (CNF) تقویت شده باشد، پتانسیل استفاده از توربین های بادی را افزایش خواهد داد.

■ افزایش عمر گیربکس ها به وسیله نانوروان کارها

گیربکس توربین بادی به دلیل آنکه جزء اجزای متحرک توربین بادی است، لذا نیاز به تعمیر و نگهداری بالایی دارد و استفاده از نانوروان کارها باعث کاهش ضریب اصطکاک و کاهش میزان سایندگی و در نتیجه کاهش سروصدا و کاهش هزینه تعمیر و نگهداری می شود.

در جدول ۱ نمونه ای از فناوری های مختلفی که در زمینه روان کارها استفاده می شود، آورده شده است. این فناوری ها در زمینه روان کارها با استفاده از نانوذرات، ایده ها و محصولات را ارائه داده اند که در جدول ۱ به صورت خلاصه معرفی شده اند.



جدول ۱. فناوری های موجود در زمینه نانوذرات مورد استفاده در روان کارها

مشخصه	فناوری	مکان	نام محصول
غیرقابل حل در روغن	بوریک اسید جامد	تحقیقاتی	Boric Acid بوریک اسید
سوسپانسیون	کلرید فلز در خاک	MI,USA	CerMet
کلوئید جامد	MoS ₂ با سطح اصلاحی	AK,USA	Nanoglide
سوسپانسیون	AL ₂ O ₃ , SiO ₂ و گرافیت	آلمان	NanoVit
کلوئید جامد	نانوذرات پلیمری با Si	CA,USA	CerMax
کلوئید جامد	نانوذرات بورات	IN,USA	DRD Additives
کلوئید جامد	نانوذرات مبتنی بر بورات Si	Calgary	Maryn Rs-037

