

بنام خدا

نیروگاههای بادی همراه با

اصول وقوائد اتصال توربینهای بادی به شبکه

پدید آورنده: علی کهریزی، مسعود کهریزی

انتشارات مدیرفلاح

سرشناسه	: کهریزی، علی، ۱۳۵۷ -
عنوان و نام پدیدآور	: نیروگاههای بادی همراه با اصول و قواعد اتصال توربینهای بادی به شبکه / پدیدآورنده علمی کهریزی، مسعود کهریزی؛ به سفارش دانشگاه علمی کاربردی قند گرج.
مشخصات نشر	: گرج: مدیر فلاح، ۱۳۹۳.
مشخصات ظاهری	: ۹۲ ص:، مصور.
شابک	: ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۷۵-۴۰-۹
وضعیت فهرست نویسی	: فیا
موضوع	: نیروگاههای بادی
موضوع	: توربینهای بادی
شناسه افزوده	: کهریزی، مسعود، ۱۳۵۷ -
شناسه افزوده	: دانشگاه جامع علمی - کاربردی. مرکز آموزش علمی - کاربردی قند گرج
رده بندی کنگره	: ۹۱۳۹۳/ک۹TK1541
رده بندی دیویی	: ۶۲۱/۳۱۲۱۳۶
شماره کتابشناسی ملی	: ۳۷۰۳۳۸۳

نام کتاب: نیروگاههای بادی همراه با اصول و قواعد اتصال توربینهای بادی به شبکه

پدیدآورندگان: علی کهریزی، مسعود کهریزی

ناشر: مدیر فلاح گرج

نوبت چاپ: اول ۱۳۹۳

تعداد صفحه: ۹۲ ص

شمارگان: ۱۰۰۰

ناظر فنی چاپ: سعید بهروان

چاپخانه و صحافی: انتشارات مدیر فلاح

قیمت: ۸۰۰۰۰ ریال

شابک ۹۷۸-۶۰۰-۷۴۷۵-۴۰-۹

مرکز بخش: انتشارات مدیر فلاح

نشانی: گرج، میدان امام حسین کوچه شهید احمد خراسانی، رو به روی در جنوبی دانشکده کشاورزی

پلاک ۴۴

همراه: ۰۹۱۲۱۵۰۷۶۳۶

تلفن: ۰۲۶-۳۲۸۱۶۱۳۷

Email: r.modirfallah@yahoo.com

خلاصه:

کاهش تدریجی منابع سوخت فسیلی و آلودگی های زیست محیطی ناشی از بهره برداری مداوم از آنها، بازنگری در انتخاب منبع انرژی در صنعت تولید برق را به ضرورتی محتوم و اجتناب ناپذیر تبدیل کرده است.

انرژی باد به عنوان منبعی عاری از آلودگی و در دسترس، با توجه به وجود منابع بادخیز بسیار در کشور دارای پتانسیل بالایی برای تحقیق و توسعه می باشد در این پروژه ابتدا به بیان تاریخچه ایی از نیروگاههای بادی پرداخته و به بیان ارقام و آماری از پیشرفت نیروگاههای بادی می پردازیم و در ادامه به بررسی نحوه اتصال توربینهای بادی به شبکه می پردازیم؛ سپس به بررسی انواع توربین های بادی و معادله های حاکم بر آنها خواهیم پرداخت و در آخر نمونه ای از نیروگاه بادی شبیه سازی شده توسط برنامه مطلب ارائه خواهد شد.

فصل اول

تاریخچه و سیر تکاملی استفاده از نیروی باد

مقدمه :

استفاده از انرژی های نو و تجدیدپذیر به علت مزایای فراوان آن امروزه بسیار مورد توجه قرار گرفته است، پس از بحران های انرژی که عمده ترین آنها در دهه هفتاد میلادی به وقوع پیوست، توجه بسیاری از کشورهای دنیا به استفاده از انرژی های نو نظیر انرژی باد، انرژی خورشید، زمین گرمایی و سایر منابع تجدیدپذیر جلب شده است، البته قبل از دهه هفتاد میلادی نیز پژوهش های پراکنده ای در این رابطه صورت می پذیرفت ولی پس از سالها، دامنه تحقیقات و پژوهش های کاربردی در ارتباط با انرژی های نو وسعت گرفت .

۱- ماهیت پایان ناپذیر این نوع انرژی ها، ۲- روند رو به اتمام سوخت های فسیلی، ۳- حفظ سلامت محیط زیست و سایر مزایای بارز این انرژی ها موجب تشویق بشر در سرمایه گذاری در این راه بوده است .

باد یکی از منابع انرژی پایان ناپذیر جهان هستی است که بر اثر اختلاف ترمودینامیکی نظیر اختلاف دما و فشار بین نواحی مجاور به وجود می آید، یکی از بهترین روش های بهره برداری از انرژی باد، تولید انرژی الکتریکی از باد می باشد، به این صورت که می توان با قرار دادن یک توربین در مسیر باد و انتقال انرژی مکانیکی توربین به یک ژنراتور متناوب سنکرون یا آسنکرون به طور مستقیم یا از طریق جعبه دنده با نسبت تبدیل مناسب، انرژی الکتریکی DC تولید کرد.

برای کنترل هر چه بهتر توان تولیدی از سرعت متغیر باد، یک توربین بادی با محور افقی و زوایای متغیر پرده ها بهترین انتخاب ممکن است.

سیستم روتور توربین های بادی معمولاً دارای دو یا سه پره می باشد، پره ها در سیستم ها قابلیت چرخش حول محور خود جهت رگولاسیون قدرت را دارا می باشند، چرخش این پره ها بر اساس اطلاعات دریافتی از ژنراتور و سنسورهای بادسنجی انجام می شود.

تاریخچه وسیر تکامل توربین بادی

طبق اسناد و مدارک موجود، اولین قایقی که با نیروی باد حرکت می کرد، حدوداً پنج هزار سال پیش، در مصر ساخته شد، اولین آسیاب بادی با محور قائم نیز ۲۰۰ سال، پیش از میلاد مسیح توسط ایرانیان ساخته شد، در قرن یازدهم میلادی در خاورمیانه از آسیاب های بادی استفاده های گوناگونی می شد، آسیاب های بادی در قرن سیزدهم میلادی به کشورهای اروپایی راه یافت، هلندی ها در قرن چهاردهم میلادی کوشش های فراوانی برای اصلاح آسیاب های بادی به عمل آوردند و از آنها برای خشک کردن باتلاق ها استفاده فراوانی بردند، در سال ۱۵۸۶ میلادی در هلند اولین آسیاب بادی به منظور ساختن کاغذ بر پا گردید، تحقیقات در زمینه انرژی باد در سال های ۱۸۷۰ تا ۱۹۱۰ میلادی در کشورهای اروپایی و آمریکا ادامه داشت ولی با ساخت موتور دیزل توسط «رودلف دیزل» در آلمان و فراوانی نفت در این ایام، استفاده از انرژی باد تقریباً متوقف و گرایش به استفاده از نفت بیشتر شد، تا اینکه در سال ۱۹۷۳ میلادی جهان با بحران نفتی مواجه شد و این امر ممالک غربی را تشویق به جایگزین کردن منابع انرژی غیر فسیلی به جای منابع انرژی فسیلی برای تولید برق کرد و در نتیجه

مطالعات و تحقیقات بر روی روش‌های بهبود و به صرفه کردن بهره‌برداری از انرژی باد به عنوان یکی از منابع انرژی جدید آغاز گردید در دهه اخیر نیز، بوجود آمدن مشکلات زیست محیطی و تغییرات آب و هوای کره زمین به علت استفاده از منابع انرژی فسیلی این علایق را تشدید کرده است.

از آغاز دهه ۹۰ میلادی با کاهش هزینه تولید انرژی الکتریکی از طریق توربین‌های بادی و افزایش بازدهی و قابلیت اطمینان آنها، روند نصب و بهره‌برداری از توربین‌های بادی در جهان از رشد قابل ملاحظه‌ای برخوردار گردیده است طبق آمار موجود، استفاده از انرژی باد در سراسر جهان به سرعت در حال گسترش است به طوریکه انرژی باد در میان دیگر منابع و گزینه‌های انرژی، عنوان سریع‌ترین رشد در صنعت انرژی را به خود اختصاص داده است، نرخ رشد این صنعت در سال ۲۰۰۱ میلادی برابر ۳۵ درصد و در سال ۲۰۰۲ میلادی برابر ۲۸ درصد بوده است اولین توربین بادی جهت تولید الکتریسیته در سال ۱۸۹۰ برای کارهای روستایی و کشاورزی در آمریکا ساخته شد، در همین زمان در دانمارک فردی به نام «پروفسور لاکور»^۱ یک آزمایشگاه تحقیقاتی تأسیس نمود و تا سال ۱۹۰۷ به تحقیقات سیستماتیک در زمینه توربین‌های بادی پرداخت توربین اورتوری به قطر ۲۲/۸ متر و پره‌هایی به عرض ۲/۵ متر داشته و دو دینام به قدرت ۹ کیلووات را تغذیه می‌نمود، در حال حاضر ظرفیت استفاده از توربین‌های بادی در جهان بیش از ۴۶۰۰۰ مگاوات است، دانمارک با حدود ۶۰ درصد بزرگترین کشور سازنده توربین‌های بادی و آلمان با تولید بیش از ۱۶۰۰۰ مگاوات برق از طریق این توربین‌ها بزرگترین استفاده کننده از آن است، در کشور مالت نیز ۱۱ مگاوات تولید برق از طریق نیروگاههای بادی انجام می‌شود، ایران در آسیا بعد از هند، چین و ژاپن در مکان چهارم استفاده از نیروگاه بادی قرار دارد، بزرگترین توربین برق- بادی جهان با قدرت ۵ مگاوات و با روتوری به قطر ۱۲۸ متر در آلمان ساخته شده است و برق مورد نیاز ۴۵۰۰ منزل سه خانواری را تأمین می‌کند بزرگترین شرکتهای سازنده توربین بادی جهان در حال حاضر شرکت وستاس، شرکت انرکون و شرکت NEG مایکون هستند که به ترتیب ۱۴/۴، ۲۳/۳ و ۱۲/۴ درصد از بازار جهان را در اختیار دارند، برخی اطلاعات که از بررسی بازار تکنولوژی باد

در آلمان، بعنوان پیشتاز صنعت باد جهان بدست آمده بیانگر روند تحولات در سالهای اخیر در این صنعت می باشد و لذا توجه به آنها در پیش بینی آینده سودمند خواهد بود، میانگین ظرفیت توربینهای بادی نصب شده در آلمان در حدود ۹۰۰ کیلووات است، اما اگر فقط توربینهای نصب شده در نیمه اول سال ۲۰۰۳ را در نظر بگیریم، میانگین ظرفیت توربینهای جدید در حدود ۱۵۶۰ کیلووات می باشد لذا روند آشکاری از افزایش سایز توربینهای بادی مدرن قابل مشاهده است در بازار توربینهای بادی ۵۸ مدل توربین وجود دارد که از این ۵۸ مدل فقط ۴ مدل آن بدون گیربکس هستند که روی سایزهای متوسط و بزرگ آزمایش شده اند اما ۵۴ مدل دیگر (شامل سایزهای متوسط، بزرگ و خیلی بزرگ) هنوز از گیربکس استفاده می کنند بنابراین توربینهای بدون گیربکس هنوز در ابتدای راه هستند و وضعیت آنها پس از سالها تجربه و بهره برداری روشن خواهد شد در گذشته توربینهای بادی با یک سرعت دورانی ثابت (دور روتور) کار می کردند، اما مدلهای امروزی تقریباً سیستم یک سرعت را کنار گذاشته و به سیستم های دو سرعت یا سرعت متغیر روی آورده اند از میان ۵۸ مدل موجود در بازار، فقط ۲ مدل از نوع یک سرعت هستند و ۲۳ مدل دو سرعت و ۳۳ مدل با سرعت متغیر دیده می شوند، قیمت هر توربین بادی در جهان به ازای هر کیلو وات ۹۰۰ یورو است و فروش هر دستگاه توربین بادی بدون نصب و راه اندازی در ایران ۷۲۰ میلیون تومان، معادل ۶۰ هزار یورو است که این قیمت به استاندارد جهانی نزدیک می باشد.

اما نکته ای بسیار مهم که باید به آن توجه داشت این است که استفاده از توربین های بادی در هر نقطه ای از جهان از لحاظ اقتصادی مقرون به صرفه نیست و استفاده فنی از انرژی باد وقتی ممکن است که متوسط سرعت باد در محدوده ۵ الی ۲۵ متر بر ثانیه باشد.

پتانسیل قابل بهره برداری انرژی باد در جهان ۱۱۰ اگاژول (هر اگاژول معادل ۱۰۱۸ ژول) برآورد گردیده است.

در سالهای اخیر با توجه به استفاده از کامپیوترهای مقاوم و ارزان قیمت جهت ساخت توربینهای بزرگ، کاهش قیمت ادوات الکترونیک قدرت، استفاده از ژنراتورهای دور متغیر جهت استفاده از حداکثر توان باد، افزایش ضریب دسترسی این نیروگاهها و اقتصادی تر شدن این نیروگاهها با افزایش اندازه آنها هزینه تولید برق در نیروگاههای بادی کاهش داشته است