

**دانشگاه زنجان**

**پروژه مقطع کارشناسی**

**رشته برق - قدرت**

**عنوان:**

**بررسی کارایی نیروگاه های انرژی های تجدیدپذیر در جهان**

**استاد راهنما:**

**دکتر منصور اوجاقی**

**نگارش:**

**فرشته صبوری فر**

**زمستان ۹۴**

## تقدیر و تشکر:

## چکیده:

نیروگاه‌های انرژی‌های تجدیدپذیر بعنوان نیروگاه‌های پیشرفته و نوین در حال توسعه بوده و به سرعت با افزایش میزان قدرت منصوبه و کاهش قیمت روبرو می‌باشد.

بهره برداری از تجربیات کشورهای توسعه یافته منجر به استفاده از انرژی‌های نوین در کشورهای در حال توسعه خواهد شد. گروه

محدودیت انرژی‌های فسیلی و رشد روزافزون تقاضای انرژی، افزایش استانداردهای انرژی، گرم شدن کره زمین و در نهایت مشکلات زیست محیطی سبب گردیده تا هر روز شاهد پیشرفت‌هایی در فناوری و استفاده از انرژی‌های نو باشیم. گروه

رشد و توسعه جوامع انسانی همواره موازی با تولید و مصرف انرژی بوده است. طبق آمارهای به ثبت رسیده، طی ۳۰ سال گذشته احتیاجات انرژی جهان به مقدار قابل توجهی افزایش یافته است. گروه

در سال ۱۹۶۰ مصرف انرژی جهان معادل ۳/۳ میلیون تن نفت خام بود. در سال ۱۹۹۰ این رقم به ۸/۸ میلیون تن بالغ گردید که دارای رشد متوسط سالانه ۳/۳٪ می‌باشد و در مجموع ۱۶۶ درصد افزایش نشان می‌دهد. گروه

در حال حاضر مصرف انرژی جهان ۱۵ میلیون تن بوده و پیش بینی می‌شود که این رقم در سالهای ۲۰۲۰ و ۲۰۳۰ به ۱۸ الی ۲۰ میلیون تن افزایش یابد. این ارقام نشان می‌دهند که میزان مصرف انرژی جهان در قرن حاضر بالا می‌باشد و بالطبع این سوال مهم مطرح است که آیا منابع انرژی‌های فسیلی در قرنهای آینده جوابگوی نیاز انرژی جهان برای بقای تکامل و توسعه خواهند بود، یا نه؟ گروه

حداقل به دو دلیل عمده جواب این سوال منفی است و باید منابع جدید انرژی را جایگزین منابع قدیم نمود. این دلایل عبارتند از: گروه

۱- محدودیت و درعین حال مرغوبیت انرژی‌های فسیلی، چرا که این سوخت‌ها از نوع انرژی شیمیایی متمرکز بوده و مسلماً کاربردهایی بهتر از احتراق دارند. گروه

۲- مسائل و مشکلات زیست محیطی، به طوریکه امروزه حفظ سلامت اتمسفر از مهمترین پیش شرطهای توسعه اقتصادی

پایدار جهانی به شمار می‌آید. از این روست که دهه‌های آینده بعنوان سالهای تلاش مشترک جامعه انسانی برای کنترل

انتشار کربن، کنترل محیط زیست و در واقع تلاش برای تداوم حضور انسان در کره زمین خواهد بود. بنابراین استفاده از منابع

جدید انرژی بجای منابع فسیلی امری الزامی است.

سیستم‌های جدید انرژی در آینده باید متکی به تغییرات ساختاری و بنیادی باشد که در آن منابع انرژی بدون کربن نظیر

انرژی خورشیدی، بادی، زمین گرمایی و کربن خنثی مانند انرژی بیوماس مورد استفاده قرار می‌گیرند.

در حال باید اذعان داشت که در عمل عوامل متعددی به ویژه هزینه اولیه و قیمت تمام شده‌ی بالا، عدم سرمایه گذاری

کافی برای بومی نمودن و بهبود کارایی تکنولوژی‌های مربوطه، به حساب نیامدن هزینه‌های خارجی در معادلات اقتصادی،

نبود سیاست‌های حمایتی در سطح جهانی، منطقه ای و محلی، نفوذ و توسعه‌ی انرژی‌های نو را بسیار کند و محدود ساخته

است. ولی پژوهشگران و صنعتگران همواره تلاش خود را جهت رفع این مشکل مبذول می‌دارند.

فناپذیری و آلاینده‌ی انرژی‌های فسیلی موجب توجه اکثر کشورهای جهان به انرژی‌های نو شده است. در کشور ما نیز، به

دلیل مسائل فوق و برخوردار بودن از پتانسیل‌های بسیار غنی، منابع مختلف انرژی از جمله: خورشیدی، بادی، زمین گرمایی و

... و موضوع تنوع بخشی در انرژی کشور، بعنوان یک سیاست کلی مورد تاکید است.

به منظور درک موقعیت انرژی‌های تجدیدپذیر، لازم است تا نگاهی به تقاضای برق موجود بپردازیم.

امروزه یک سوم جهان (بیش از دو میلیارد نفر) هیچگونه دسترسی به برق ندارند و یک میلیارد نفر دیگر کمتر از پنج ساعت

در روز برق دارند و شکاف بین کشورهای صنعتی و کشورهای در حال توسعه به شکل باورنکردنی در حال افزایش است.

نگرانیهای زیست محیطی، تغییرات جدی را در رفتارها برای یک تحول واقعی و بنابراین برای پیشرفت انرژی‌های تجدیدپذیر

طلب می‌کند.

آمار، نیاز به توسعه انرژی‌های تجدیدپذیر و تمیز را به دلایل زیر مشخص می‌نماید:

- فراهم کردن برق برای کشورهای در حال توسعه، مخصوصا در مناطق دوردست و در جاهایی که باد، خورشید، زیست توده و

انرژی زمین گرمایی به وسعت در دسترس میباشد.

- محافظت از محیط زیست

- حفظ منابع انرژی فسیلی

در این رابطه، کشورهای به اصطلاح توسعه یافته که همزمان بزرگترین مصرف کننده برق و بزرگترین آلوده کننده محیط زیست می باشند، این مسئولیت را دارند که طلایه دار پیشرفت انرژی های ارزان و تمیز باشند.

اگرچه منابع انرژی تجدیدپذیر (RES) در تولید جهانی نسبتا حاشیه ای هستند، توسعه آنها برای انرژی باد و PV خورشیدی مهم است. بخاطر اینکه میانگین نرخ رشد سالیانه آنها تقریبا ۲۵ تا ۳۰ درصد است. ایالات متحده آمریکا، ژاپن و اروپا (به ویژه

آلمان و ایتالیا و دانمارک) کشورهای پیشرو هستند. زنجان دانشگاه مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق دانشگاه زنجان دانشکده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه کشورهای در حال توسعه هم نظیر هند، مکزیک و برزیل تلاش مهمی در توسعه منابع انرژی های نو انجام می دهند.

به دلیل اهمیت مسائل گفته شده، در این پروژه چهار دسته از منابع انرژی های تجدیدپذیر (باد، خورشیدی، زیست توده و زمین گرمایی) از لحاظ ماهیت و کاربردها و مزایا و در نهایت آمار مربوط به تولید برق از این نیروگاهها در ایران و جهان مورد بررسی قرار گرفته است.

## فهرست مطالب

فصل اول: انرژی باد ..... ۱۳

۱-۱ مقدمه ..... ۱۳

۲-۱ نیروگاه بادی و انواع توربین ..... ۱۴

۳-۱ انواع توربین ها از نظر اندازه ..... ۱۴

۴-۱ انواع توربین ها با توجه به جهت چرخش ..... ۱۴

۵-۱ تعاریف عملکرد نیروی باد ..... ۱۶

۶-۱ رژیم باد و مکان های داده شده ..... ۱۷

۷-۱ مقدار مورد انتظار از تولید سالانه برق ..... ۱۹

۸-۱ توربین های پر پره ..... ۱۹

۹-۱ توربین های مستقل از شبکه ..... ۱۹

۱۰-۱ طرح های فنی ..... ۲۰

۱۱-۱ روند تحولات صنعتی ..... ۲۱

۱۲-۱ آمار ..... ۲۲

۱۳-۱ مزایای انرژی باد ..... ۲۳

فصل دوم: انرژی خورشیدی..... ۲۴

۱-۲ مقدمه..... ۲۴

۲-۲ استفاده از انرژی حرارتی خورشید برای مصارف خانگی، صنعتی و نیروگاهی..... ۲۵

۱-۲-۲ کاربردهای نیروگاهی..... ۲۵

۱-۲-۲-۲ الف) نیروگاه های حرارتی خطی از نوع سهموی خطی..... ۲۶

۱-۲-۲-۲ ب) نیروگاه های حرارتی از نوع دریافت کننده مرکزی..... ۲۸

۱-۲-۲-۲ ج) نیروگاه های حرارتی از نوع شلجمی بشقابی..... ۲۹

۱-۲-۲-۲ د) دودکش های خورشیدی..... ۲۹

۲-۲-۲ کاربردهای غیرنیروگاهی..... ۳۰

۲-۲-۲ الف) آبگرمکن و حمام خورشیدی..... ۳۰

۲-۲-۲ ب) گرمایش و سرمایش و تهویه مطبوع خورشیدی..... ۳۱

۲-۲-۲ ج) آب شیرین کن خورشیدی..... ۳۱

۲-۲-۲ د) خشک کن خورشیدی..... ۳۱

۲-۲-۲ ه) اجاق های خورشیدی..... ۳۲

۲-۲-۲ و) کوره خورشیدی..... ۳۳

۲-۲-۲ ز) خانه های خورشیدی..... ۳۳

۳-۲ سیستم های فتوولتائیک خورشیدی..... ۳۴

۲-۴ اجزای سیستم‌های فتوولتائیک..... ۳۵

۲-۴-۱ پنل‌های خورشیدی..... ۳۵

۲-۴-۲ بخش کنترل..... ۳۵

۲-۴-۳ مصرف کننده یا بار الکتریکی..... ۳۵

۲-۵ مصارف و کاربردهای فتوولتائیک..... ۳۶

۲-۵-۱ مصارف فضانوردی..... ۳۶

۲-۵-۲ روشنایی خورشیدی..... ۳۶

۲-۵-۳ سیستم‌های تغذیه کننده یک واحد مسکونی..... ۳۶

۲-۵-۴ سیستم پمپاژ خورشیدی..... ۳۷

۲-۵-۵ سیستم تغذیه کننده ایستگاه‌های مخابراتی و زلزله..... ۳۷

۲-۵-۶ ماشین حساب، رادیو، ساعت، ضبط صوت و..... ۳۷

۲-۵-۷ نیروگاه‌های فتوولتائیک..... ۳۷

۲-۵-۸ یخچال‌های خورشیدی..... ۳۸

۲-۵-۹ سیستم‌های تغذیه پرتابل یا قابل حمل..... ۳۹

۲-۶ آمار..... ۳۹

۲-۷ مزایای انرژی خورشیدی..... ۳۹



فصل سوم: انرژی زیست توده..... ۴۰

۱-۳ مقدمه..... ۴۰

۲-۳ تاریخچه..... ۴۲

۳-۳ بیوگاز..... ۴۲

۱-۳-۳ اجزای سازنده بیوگاز..... ۴۳

۲-۳-۳ کاربردهای بیوگاز..... ۴۴

۳-۳-۳ الف) اجاق های بیوگاز سوز..... ۴۴

۳-۳-۳ ب) لامپ های بیوگاز..... ۴۴

۳-۳-۳ ج) بخاری های تابشی..... ۴۴

۳-۳-۳ د) آبگرمکن های بیوگاز سوز..... ۴۴

۳-۳-۳ ه) یخچال..... ۴۵

۳-۳-۳ و) موتورهای بیوگاز سوز..... ۴۵

۳-۳-۴ زباله کلانشهرها..... ۴۵

۵-۳ زیست توده (بیوماس)..... ۴۶

۶-۳ منابع زیست توده..... ۴۶

۱-۶-۳ سوخت های چوبی..... ۴۷

۲-۶-۳ ضایعات جنگلی، کشاورزی، باغداری و صنایع غذایی..... ۴۸

۳-۶-۳ جامدات شهری..... ۴۸

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۴۹

۳-۶-۴ ضایعات مایع..... ۴۹

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۴۹

۳-۶-۵ فضولات دامی..... ۴۹

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۴۹

۳-۶-۶ زایدات صنعتی..... ۴۹

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۴۹

۳-۷ تکنولوژی های تبدیل انرژی زیست توده..... ۴۹

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۴۹

۳-۷-۱ فرایندهای احتراق مستقیم..... ۵۰

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۰

۳-۷-۲ فرایندهای ترموشیمیایی..... ۵۰

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۰

۳-۷-۳ فرایندهای بیوشیمیایی..... ۵۰

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۱

۳-۸ آمار..... ۵۱

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۱

۳-۹ پیامدهای ناشی از استفاده از زیست توده..... ۵۲

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۲

فصل چهارم: انرژی زمین گرمایی..... ۵۲

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۲

۴-۱ مقدمه..... ۵۲

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۳

۴-۲ ناحیه تولید..... ۵۳

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۳

۴-۳ نیروگاه..... ۵۳

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۴

۴-۴ ظرفیت نصب شده..... ۵۴

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۴

۴-۵ بار ماکزیمم (بار حداکثر)..... ۵۴

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۵

۴-۶ بار تولید شده سالیانه..... ۵۵

انرژی و انرژی های تجدیدپذیر..... ۵۵

۴-۸ قطعی برنامه ریزی شده..... ۵۶

۴-۹ قطعی اجباری..... ۵۶

۴-۱۰ سقوط یک مرتبه تولید بخار/آب شور..... ۵۶

۴-۱۱ منبع آب شور/بخار..... ۵۶

۴-۱۲ آمار..... ۵۶

۴-۱۳ تعاریف شاخص‌های عملکرد پیشنهاد شده برای انرژی زمین گرمایی..... ۵۷

۴-۱۴ مزیت‌های انرژی زمین گرمایی..... ۵۷

آمار تفضیلی صنعت برق ایران (سال ۱۳۹۱)..... ۵۸

نتیجه گیری..... ۵۸

منابع و مراجع..... ۵۸

## فصل اول: انرژی باد

### ۱-۱ مقدمه:

تابش نامساوی خورشید در عرض‌های مختلف جغرافیایی به سطح ناهموار زمین باعث تغییر دما و فشار شده و در نتیجه باد تولید می‌کند. بعلاوه، اتمسفر کره‌ی زمین به دلیل چرخش، گرما را از مناطق گرمسیری به مناطق قطبی انتقال می‌دهد که این امر نیز باعث به وجود آمدن باد می‌شود. انرژی باد طبیعتی نوسانی و متناوب داشته و وزش دائمی ندارد. باد یکی از صورت‌های مختلف انرژی خورشیدی می‌باشد که دارای یک الگوی جهانی نیمه پیوسته است.

تغییرات سرعت باد ساعتی، روزانه و فصلی بوده و متاثر از هوا و توپوگرافی سطح زمین می‌باشد. بیشتر منابع انرژی بادی در نواحی ساحلی و کوهستانی واقع شده است. با توجه به اقلیم متنوع مناطق بادخیز در سراسر کشور، بستر مناسبی برای بهره‌برداری از توربین‌های مولد برق بویژه در مناطق دور از شبکه برق سراسری فراهم می‌باشد. با توجه به رایگان بودن انرژی باد و توسعه نگرش‌های زیست محیطی و راهبردهای صرفه‌جویانه در بهره‌برداری از منابع تجدیدناپذیر، انرژی باد در مقایسه با سایر منابع انرژی مورد استفاده در بسیاری از کشورهای جهان رو به فزونی گذاشته است. توربین‌های بادی مولد برق جایگزین مناسبی برای نیروگاه‌های گازی و بخاری رایج به شمار می‌رود.

کشورهای باستانی نظیر مصر و عربستان در استفاده از انرژی بادی پیشقدم بوده‌اند. مصری‌ها جزو اولین کشورهایی بوده‌اند که از انرژی باد استفاده کرده‌اند و روی رودخانه نیل با قایق‌های بادبانی رفت و آمد کرده‌اند. در ضمن دانمارکی‌ها اولین ملتی بوده‌اند که در زمینه تولید الکتریسیته از انرژی باد اقدام نموده‌اند. البته طراحی و ساخت توربین‌های بادی امروزی براساس اندیشه‌های جدید صورت می‌گیرد.

با محاسبات دقیق طراحی و تکنولوژی پیشرفته و استفاده از اطلاعات صنعت هواپیمایی، آیرودینامیک و الکترونیک بدست آمده در سالهای اخیر، ساخت توربین‌های بادی توسعه یافته است.

در توربین‌های بادی، انرژی جنبشی باد به انرژی مکانیکی و سپس به انرژی الکتریکی تبدیل می‌گردد. گروه‌های پژوهشی دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی در سراسر جهان با سرعت کم یا زیاد و در طوفان‌ها کامل مفید می‌باشند.

## ۱- ۲ نیروگاه بادی و انواع توربین:

یک توربین بادی دستگاهی است که دارای تعدادی پره می‌باشد که این پرها قابلیت دریافت انرژی از باد و تبدیل آنرا از طریق یک محور به انرژی مکانیکی دارا می‌باشند.

این انرژی مکانیکی در غالب موارد به یک ماشین الکتریکی منتقل می‌شود و در نهایت انرژی الکتریکی تولید می‌شود.

## ۱-۳ انواع توربین‌ها از نظر اندازه:

الف- توربین‌های بادی کوچک: از این توربین‌ها جهت تامین برق جزیره‌های مصرف و یا مناطقی که تامین برق از طریق شبکه سراسری برق بسیار مشکل می‌باشد، استفاده می‌شود. این توربین‌ها تا قدرت ۱۰ کیلووات توان تولید برق را دارا می‌باشند.

ب- توربین‌های بادی متوسط: توان این توربین‌ها عموماً ۲۵۰-۱۰ کیلووات است. از این توربین‌ها جهت تامین مصارف مسکونی، تجاری، صنعتی و یا کشاورزی استفاده می‌شود.

پ- توربین‌های بادی بزرگ (مزارع بادی): این نوع توربین‌ها معمولاً شامل چند توربین بادی متمرکز با توان تولیدی از ۲۵۰ کیلووات به بالا می‌باشند که به صورت متصل به شبکه و یا جدا از شبکه طراحی می‌گردند.

## ۱- ۴ انواع توربین‌ها با توجه به جهت چرخش:

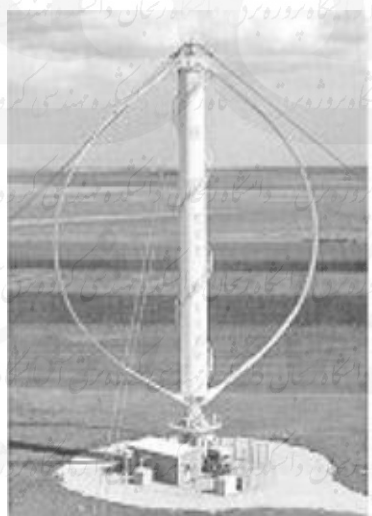
توربین‌های بادی با توجه به جهت چرخش و زاویه آن به دو دسته بزرگ تقسیم می‌شوند:

الف- توربین‌هایی با محور قائم: پره‌های این توربین بر اثر وزش باد بر روی سطح استوانه‌ای فرضی به مرکزیت محور می‌چرخند. مهمترین مزیت آنها این است که مستقل از جهت باد دستخوش تغییر نمی‌شوند. اما به دلیل پایین بودن راندمان کار این توربین‌ها از آنها در حجم زیاد برای ایجاد مزارع استفاده نمی‌شود. در شکل ۱-۱ این نوع توربین را مشاهده می‌کنید.

ب- توربین‌هایی با محور افقی: این توربین‌ها بسیار پر کاربرد هستند، چرا که پره‌های آن‌ها مستقیماً در معرض باد بوده و نیروهای باد بر روی سطح تمام پره‌ها بطور یکسان تاثیر می‌گذارند. این توربین‌ها به دودسته بزرگ تقسیم می‌شوند: (۱) توربین‌های کم سرعت (۲) توربین‌های پرسرعت

مهمترین عامل در تعیین سرعت توربین‌های محور افقی، تعداد پره‌ها می‌باشد. هرچه تعداد پره‌ها بیشتر باشد سرعت کمتر است و گشتاور بیشتری تولید می‌کند. پر طرفدارترین این توربین‌ها سه پره می‌باشد. چرا که انواع با پره بیشتر بدلیل پیچیدگی شکل توپی، صرفه اقتصادی ندارند. در شکل ۱-۲ نوع سه پره از توربین افقی به تصویر کشیده شده است.

بنابراین دو روش برای استفاده از انرژی باد وجود دارد که یک روش آن استفاده از توربین‌های بادی با محور قائم می‌باشد که به وسیله رانش باد می‌چرخند و از محور قائم آن نیرو گرفته می‌شود و مزیت آن وابسته نبودنش به جهت باد است. روش دوم توربین‌های بادی با محور افقی می‌باشند که در این توربین‌ها، باد به وسیله عمل آیرودینامیکی که بلابر نامیده می‌شود، نیروی خود را به مبدل‌های بادی می‌دهد. در این توربین‌ها باد عمود بر سطح چرخش پره‌ها وارد می‌شود. لذا نیروی باد بر تمام پره‌ها بطور یکسان اثر می‌کند. ولی در مورد توربین‌های بادی با محور قائم، چون سطح ایجاد شده بوسیله چرخش پره‌ها تقریباً یک سطح کرویسست و زوایای پره‌ها مرتباً نسبت به باد تغییر می‌کنند، نیروی رانش مرتباً کم و زیاد می‌شود. پس توربین‌های نوع افقی به دلیل بازده بالاتر امروزه بیشتر رایج می‌باشند.



شکل ۱-۱ توربین‌های با محور قائم

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

## آمار تفصیلی صنعت برق ایران ( سال ۱۳۹۱ ) :

نوع نیروگاه	سهم تولید ( % )	بازده	تعداد
نیروگاه بخار	۳۶/۱	۳۶/۷	۱۹
نیروگاه گازی	۲۶/۵	۳۱	۳۴
نیروگاه چرخه ترکیبی	۳۱/۷	۴۵/۳	۱۴
نیروگاه برق آبی	۴/۹	-	۴۷
نیروگاه دیزلی و انرژی های نو	۰/۱	۳۴/۷	۱۸
نیروگاه اتمی	۰/۷	-	۱

### نتیجه گیری :

به منظور شناخت دقیق محدودیت‌ها، موانع و امکانات موجود در جهت استفاده‌ی مناسب از منابع انرژی کشور، ضروری است میزان بهره برداری از پتانسیل های موجود انرژی و روند تحولات حامل های انرژی های تجدیدپذیر در کشور نیز به روش علمی و دقیق محاسبه و ارزیابی شود.

### منابع و مراجع :

- ۱- تولید برق در نیروگاه‌ها - دکتر رحمت اله هوشمند- انتشارات دانشگاه شهید چمران
- ۲- فناوری انرژی های نو - دکتر کعبی نژادیان
- ۳- سازمان انرژی های نو (سانا) - سالنامه برق و انرژی زنجان و انرژی های نو
- ۴- جزوه‌ی درس تولید و نیروگاه استاد یاسمی دانشگاه زنجان
- ۵- مراجع اینترنتی