



دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش قدرت

عنوان: بررسی مشکلات اتصال نیروگاه بادی به شبکه

استاد راهنما: دکتر کاوه نظامی زاده

نگارش:

فرزاد احمدی

دی 1390

دانشگاه زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان

زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان

دانشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان

## فهرست

مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان

گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان

7.....مقدمه

8.....بخش اول : نگاهی کلی به باد، توربین و نیروگاه های بادی

9.....تغییر پذیری باد و قدرت توربین

10.....تعیین محل توربین های بادی

11.....نصب توربین ها نزدیک ساحل

12.....نصب توربین ها دور از ساحل

13.....توربین های هوایی (معلق در هوا)

13.....نیروگاه های بادی کوچک

15.....رشد و روند هزینه

15.....ذخیره انرژی

16.....اکولوژی (شناخت محیط زیست) و آلودگی تولید گاز Co2 و آلودگی محیط زیست

17.....تأثیر نیروگاه های بادی در حیات وحش

پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان

19.....بخش دوم : توربین بادی

20.....انواع

3.....زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان و انشده مهندسی گروه برق آزمایشگاه پروژه برق و انشده زنجان



35.....	ژنراتورهای سنکرون
35.....	ساختمان روتور
35.....	انتقال توان روتور
37.....	مدار الکتریکی ژنراتور سنکرون
37.....	تلفات در ژنراتور سنکرون
38.....	مشخصه‌های فرکانس – توان ژنراتور سنکرون
39.....	بررسی توان اکتیو و راکتیو ژنراتور سنکرون
40.....	مقادیر نامی ژنراتور سنکرون
40.....	ولتاژ، سرعت و فرکانس نامی
40.....	توان ظاهری و ضریب توان نامی
41.....	کار کوتاه مدت
41.....	ضریب سرویس
42.....	بخش چهارم: مشکلات اتصال نیروگاه بادی به شبکه
43.....	غیر قابل پیش بینی بودن سرعت باد
44.....	مشکل جزیره شدن نیروگاه بادی





## مقدمه

پیشرفت علم و فناوری علاوه بر دستاوردهای فراوان برای رفاه بشر، همواره مشکلات تازه ای به همراه داشته است. با توجه به مسایل و مشکلات ناشی از استفاده از منابع قدیمی تامین کننده ی انرژی و با توجه به هزینه ی این منابع (منابع سوخت های فسیلی) و در ضمن عواقب بعدی از جمله آلودگی هوا و هزینه ی حفاظت محیط زیست را به همراه داشته است.

به همین دلیل استفاده از انرژی های پاک و رایگان همچون انرژی باد و انرژی خورشیدی و زیوترمال مورد توجه قرار گرفته است.

در این پروژه پس از معرفی و آشنایی با مفاهیم کلی نیروگاه بادی، به بررسی

مشکلات اتصال آن به شبکه پرداخته می شود و در پایان، مطالب و نتیجه گیری های ذکر شده با برنامه ی شبیه سازی (simulink) شده ی نیروگاه بادی، آزمایش می شود.

## بخش اول

# پایان نامه کارشناسی

## نگاهی کلی به

### باد

### توربین

## و نیروگاه های بادی

نیروی باد سریع‌ترین روش در حال رشد تولید برق در سال‌های اخیر است و بین سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۰۵ ظرفیت تولید برق از طریق انرژی باد در جهان چهار برابر شده است.

جدیدترین روش استفاده از نیروی باد تولید انرژی الکتریکی به وسیله تبدیل حرکت دورانی تیغه‌های توربین به جریان برق توسط ژنراتور الکتریکی است. در آسیاب‌های بادی (فناوری بسیار قدیمی) انرژی باد برای چرخش ماشین‌آلات مکانیکی به منظور انجام کار فیزیکی مانند خرد کردن گندم یا پمپاژ آب مورد استفاده قرار می‌گیرد.

نیروی باد در مزارع بادی بزرگ برای تأمین برق شبکه سراسری همچنین برای ساکنین روستاها یا مکان‌های جدا از شبکه سراسری در مقیاس کوچکتر استفاده می‌شود. در صورتی که از انرژی بادی برای تولید برق بجای سوخت‌های فسیلی استفاده می‌شود انرژی بادی دارای مزیت‌های زیادی است. این مزیت‌ها عبارتند از مقدار فراوان، تجدیدپذیر بودن، گسترده‌ی تولید، تمیز بودن و کاهش دهنده گازهای سمی و گازهای گلخانه‌ای در فضا.

انرژی باد حدود ۵۰ تا ۱۰۰ برابر بیشتر از انرژی زیست توده (بیومس) در جهان وجود دارد. اغلب انرژی بادی در ارتفاعات که سرعت مداوم باد بیش از ۱۶۰ کیلومتر در ساعت است وجود دارد. بالاخره انرژی بادی از طریق اصطکاک در سطح کره زمین و آتمسفر به حرارت تبدیل می‌شود. زمین به طور غیر یکنواخت در اثر نور خورشید گرم می‌شود و در قطب‌های شمال و جنوب انرژی خورشیدی کمتری دریافت می‌کند و در ناحیه استوایی انرژی خورشیدی بیشتری جذب می‌کند. همچنین زمین خشک سریع‌تر از دریا گرم و خنک می‌شود. اختلاف حرارت باعث ایجاد سیستم جابجایی جوی می‌شود و هوای سطح زمین را به طبقه فوقانی جو (از ۱۱ کیلومتر به بالا) انتقال می‌دهد.

### تغییرپذیری باد و قدرت توربین

از آنجایی که سرعت باد ثابت نیست تولید انرژی سالیانه یک ژنراتور بادی هرگز به اندازه ظرفیت اسمی آن نیست. نسبت بهره‌وری واقعی آن در طول سال به حداکثر تئوری آن عامل ظرفیت نامیده می‌شود. یک ژنراتور بادی که در جای مناسب نصب شده باشد از عامل ظرفیتی معادل حدود ۳۵ درصد برخوردار خواهد بود. این درصد با عوامل ظرفیت ۹۰ درصد برای نیروگاه‌های اتمی و ۷۰ درصد برای نیروگاه‌های ذغال سنگی و ۳۰ درصد برای سایر نیروگاه‌های فسیلی مقایسه می‌شود.



وقتی که نیروگاههای بادی را با نیروگاههای فسیلی مقایسه می‌کنیم متوجه می‌شویم که از نیروگاه بادی ۱۰۰۰ کیلوواتی انتظار می‌رود در طول یک سال تقریباً معادل ۵۰۰ کیلووات برق (از نیروگاه ذغال سنگی) تولید شود. اگرچه بازده کوتاه مدت (ساعت یا روز) نیروگاه بادی کاملاً قابل پیش‌بینی نیست، بازده انرژی سالیانه آن فقط چند درصد متغیر است.

## تعیین محل توربین‌های بادی

به عنوان یک قانون کلی ژنراتورهای بادی جایی که سرعت باد زیاد است (۱۶ کیلومتر در ساعت یا ۵/۴ متر در ثانیه یا بیشتر) نصب می‌شوند. معمولاً محل اجرای نیروگاه بادی بر اساس اطلس باد تعیین می‌شود. واضح است هواشناسی در تعیین محل پارک‌های (نیروگاههای) بادی نقش مهمی ایفا می‌کند. اطلاعات هواشناسی باد معمولاً برای تعیین محل دقیق یک طرح بزرگ نیروگاه بادی کافی نیست. داده‌های مخصوص هواشناسی محلی برای تعیین پتانسیل محل اجرا بسیار لازم است. محل ایده‌آل برای یک نیروگاه بادی بایستی دارای جریان تقریباً ثابت و غیرمتلاطم باد در سراسر سال بوده و فاقد تلاطم‌های شدید و ناگهانی در طول سال باشد.

مهمترین مرحله در توسعه نیروگاه بادی جمع‌آوری اطلاعات سرعت و مسیر دقیق باد و سایر پارامترها است.

به منظور جمع‌آوری اطلاعات مربوط به باد یک برج هواشناسی در محل مورد نظر با تجهیزات اندازه‌گیری که در ارتفاعات مختلف بر روی آن نصب می‌شود لازم است. کلیه برج‌های هواشناسی برای تعیین سرعت باد و جهت باد مجهز به بادسنج و بادنما هستند. بطور کلی ارتفاع برج‌های هواشناسی از ۳۰ تا ۶۰ متر است. بعضی از برج‌های هواشناسی بسیار بلندتر و دائمی هستند مانند برج هواشناسی اوبننسک (Obninsk) در روسیه که ۳۱۵ متر ارتفاع دارد.

برج‌های هواشناسی که برای تعیین امکان‌پذیری محل مزرعه‌های بادی استفاده می‌شوند از سازه‌های فولادی لوله‌ای ساخته می‌شوند و به مدت یک تا دو سال آنها را به حال خود رها می‌کنند تا در این مدت اطلاعات لازم را جمع‌آوری کنند و سپس آنها را پیاده می‌کنند. اطلاعات جمع‌آوری شده به سرور (Server) منتقل می‌شود. این اطلاعات در آنجا ذخیره و سپس تجزیه و تحلیل می‌شود.

## مراجع

بخش help در نرم افزار matlab

<http://fa.wikipedia.org>

[/http://power-system.blogfa.com](http://power-system.blogfa.com)

[/http://vista.ir/-1](http://vista.ir/-1)

<http://www.petronet.ir/index.php>

[/http://rashidi1363.blogfa.com](http://rashidi1363.blogfa.com)

[/http://forum.vatandownload.com/forum312](http://forum.vatandownload.com/forum312)

<http://www.energyhouse.ir>

<http://azenasanatparsian.com>