دانشگاه زنجان

دانشکده مهندسی

گروه برق

پایان نامه کارشناسی

گرایش: کنترل

عنوان پایان نامه:

برنامه ریزی انتخاب سیستم توربین های بادی کم توان

نگارنده: حامد رضایی

استاد راهنما: دکترمهرداد بابازاده

زمستان ۹۵-۹۶

با تقدیر و تشکر از زحمات مضاعف استاد ارجمند جناب آقای دکترمهرداد بابازاده که در انجام این پروژه مرا بسیار یاری نمودند.

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
فصل اول: معرفی	۲
۱,۱ رتور	۴
۱,۲ ژنراتور	۷
۱,۳ برج	۸
۱,۴ فرمول تولید برق	۹
۱,۴,۱ مهم بودن فرمول تولید برق	۱۰
فصل دوم: مصرف برق و نصب و راه اندازی	۱۱
۲,۱ مبانی مصرف برق	۱۲
۲,۲ SWT چیست؟	۱۳
۲,۳ سیستم خارج از شبکه و باتری	۱۳
۲,۴ اندازه گیری خالص	۱۳
۲,۵ مصرف برق	۱۶
فصل سوم: ارزیابی منابع باد	۱۹
۳,۱ ارزیابی باد در سایت خود	۲۰

۳,۱,۲ سرعت باد و نقشه های باد ۲۰
۳,۲ منابع داده های محلی ۲۱
۳,۳ برش باد ۲۲
۳,۴ توزیع باد ۲۴
۳,۵ باد رز ۲۵
۳,۶ تلاطم ۲۷
۳,۷ چگالی هوا ۲۸
فصل چهارم: برآورد تولید انرژی ۲۹
۴,۱ محاسبه تولید انرژی ۳۰
۴,۲ روش های براورد انداره ی سیستم ۳۱
۴,۳ اصطلاحات رایج ۳۵
۴,۳,۱ خروجی انرژی سالانه ۳۵
۴,۳,۲ منحنی قدرت ۳۵
۴,۳,۳ سرعت برش و قطع ۳۷
۴,۳,۴ درجه سرعت باد ۳۷
فصل پنجم: انتخاب مدل توربین و ارتفاع برج ۴۰
۵,۱ انتخاب مدل توربین ۴۱
۵,۲ ضریب ظرفیت ۴۴

۵,۳ بازدید از سایت ۴۴
۵,۴ انتخاب ارتفاع برج ۴۴
فصل ششم: ملاحظات اقتصادی و مشوق ها ۴۶
۶,۱ ملاحظات اقتصادی ۴۷
۶,۲ روش ارزیابی اقتصادی توربین ۴۸
۶,۳ هزینه ی انرژی (COE) ۵۰
۶,۴ ارزش خالص فعلی و نرخ بازده داخلی ۵۰
۶,۵ حسابگر آنلاین و محاسبات سازنده ها ۵۲
۶,۶ هزینه های توربین بادی ۵۵
فصل هفتم: زندگی با توربین بادی ۵۷
۷,۱ مجوز و پروانه ۵۸
۷,۲ عملیات تعمیر و نگهداری ۵۹
۷,۳ قطعات مورد بازرسی ۶۰
۷,۴ مشکلات توربین بادی ۶۲
پیوست (لیست مشخصات توربین های بادی) ۶۴
مراجع ۷۲

واژه نامه

فهرستی از واژه های رایج مورد استفاده در رابطه با انرژی باد کوچک در زیر ارائه شده:

چگالی هوا: توده های هوا در واحد حجم است. چگالی هوا به انرژی موجود در باد با چگالی هوای بالاتر تاثیر می گذارد.

ایرفویل: شکل مقطع تیغه است،که برای ایجاد نیروهای لیفت قابل توجهی از حرکت هوا طراحی شده است.

بادسنج: دستگاهی است که سرعت باد را اندازه گیری می کند.

سرعت متوسط باد: سرعت باد متوسط در طی یک دوره مشخص از زمان.

تیغه: سطح آیرودینامیکی است که به تولید نیروی لیفت از حرکت باد می کند.

ترمز: سیستم های مختلفی برای جلوگیری از حرکت روتور استفاده می شود.

برش در سرعت باد: سرعت بادی که در آن یک توربین بادی شروع به تولید برق می کند.

قطع کردن سرعت باد: سرعت بادی که در آن یک توربین بادی متوقف به تولید برق می شود.

چرخش: برای حفاظت توربین که در آن روتور در جهت انحراف باد و یا کج کردن تماس می چرخد.

HAWT: توربین بادی محور افقی.

قطب: مرکز روتور توربین بادی، که در آن تیغه به شفت وصل می شود.

ارتفاع توپی: فاصله عمودی بین مرکز روتور توربین بادی و زمین.

اینورتر: دستگاهی است که جریان مستقیم (DC) را به جریان متناوب (AC) تبدیل می کند.

O&M: هزینه ی عملیات و هزینه های نگهداری.

ضریب قدرت: نسبت قدرت استخراج شده توسط یک توربین بادی به قدرت موجود در جریان باد.

منحنی قدرت: نموداری برای نشان دادن قدرت خروجی توربین بادی در سراسر طیف وسیعی از سرعت باد.

ظرفیت درجه ی خروجی: قدرت خروجی یک دستگاه در سرعت باد امتیاز.

سرعت باد امتیاز: کمترین سرعت باد که در آن قدرت خروجی اسمی از یک توربین بادی تولید می شود.

روتور: قسمت چرخشی از یک توربین بادی، از جمله هر دو تیغه و تیغه مونتاژ یا بخش چرخش ژنراتور است.

قطر روتور: قطر دایره جاروب شده توسط روتور.

سرعت باد راه اندازی: سرعت باد که در آن یک روتور توربین بادی آغاز به چرخش می کند.

منطقه جاروب: منطقه جاروب شده توسط روتور توربین، $A= \pi R^2$، که در آن R شعاع روتور و π ۳,۱۴۲ است.

نسبت سرعت نوک پره: سرعت نوک پره روتور نسبت به زمین تقسیم بر سرعت باد.

VAWT: توربین بادی محور عمودی.

انحراف: چرخش روتور در مورد یک محور عمودی، که اجازه می دهد توربین روبرو به باد بماند.

لیست شکل ها

صفحه

شکل ۱,۱ بررسی اجمالی سیستم توربین بادی ۷

شکل ۱,۲ اعضای اصلی یک توربین ۸

شکل ۱,۳ نیروهای ایجاد شده روی ایرفول ۱۰

شکل ۱,۴ جهت توربین در مقابل وزش باد ۱۱

شکل ۱,۵ انواع برج ۱۳

شکل ۲,۱ دستگاه اندازه گیری مصرف برق ۱۹

شکل ۲,۲ سیستم توربین بادی خارج از شبکه ۲۰

شکل ۳,۱ رابطه ی بین ارتفاع برج و قدرت باد ۳۰

شکل ۳,۲ توزیع باد ۳۲

شکل ۳,۳ مثالی از سایت هواشناسی ۳۳

شکل ۳,۴ تلاطم ایجاد شده توسط موانع ۳۵

شکل ۴,۱ منحنی قدرت ۴۰

شکل ۵,۱ اجزای اصلی یک توربین خلاف جهت باد ۵۱

شکل ۵,۱ اجزای اصلی یک توربین خلاف جهت باد ۵۲

لیست جدول ها

صفحه

جدول ۲,۱ محاسبه ی مصرف برق سالیانه ۲۳

جدول ۴,۱ برآورد اندازه ی سیستم ۴۰

جدول ۴,۲ نمونه ای از برآورد اندازه ی سیستم ۴۰

جدول ۴,۳ نمونه ای از تاثیر سرعت باد بر قدرت خروجی ۴۸

جدول ۶,۱ نمونه ای از NPV ۶۴

جدول ۶,۲ هزینه های سیستم توربین بادی ۶۹

جدول ۶,۳ اقتصاد نشان دهنده ی سیستم توربین بادی ۶۹

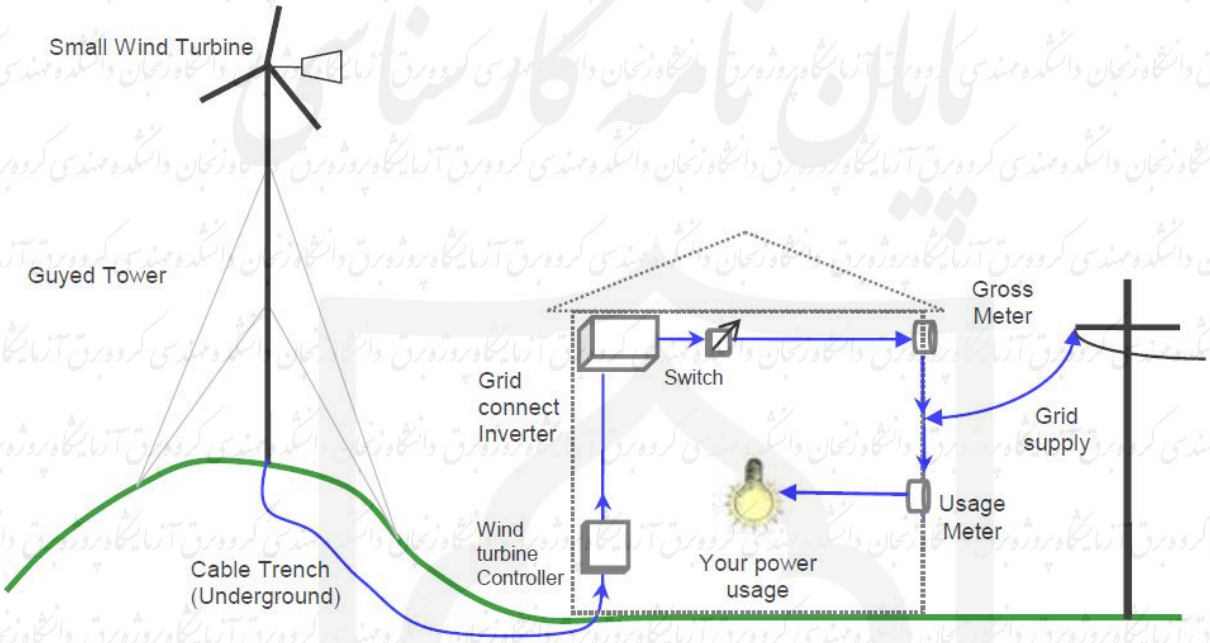
مقدمه

توربین بادی به توربینی گفته می‌شود که برای تبدیل انرژی جنبشی باد به انرژی مکانیکی به کار می‌رود که توان بادی نام دارد. توربین های بادی در دو نوع با محور افقی و با محور عمودی ساخته می‌شوند. توربین های بادی کوچک برای کاربرد هایی مانند شارژ کردن باتری ها و یا توان کمکی در قایق های بادبانی و... مورد استفاده قرار می‌گیرند، آزمایشگاه ملی انرژی های تجدیدپذیر وزارت انرژی آمریکا، توربین‌های بادی با توان کمتر از ۱۰۰ کیلووات را توربین بادی کوچک تعریف می‌کند. در این توربین‌ها، معمولاً ژنراتور به‌صورت مستقیم (بدون جعبه‌دنده) به روتور متصل شده و خروجی جریان مستقیم ایجاد می‌کند. همچنین برای تعیین جهت باد، معمولاً از یک بادنما استفاده می‌کنند.

فصل اول

معرفی

معرفی



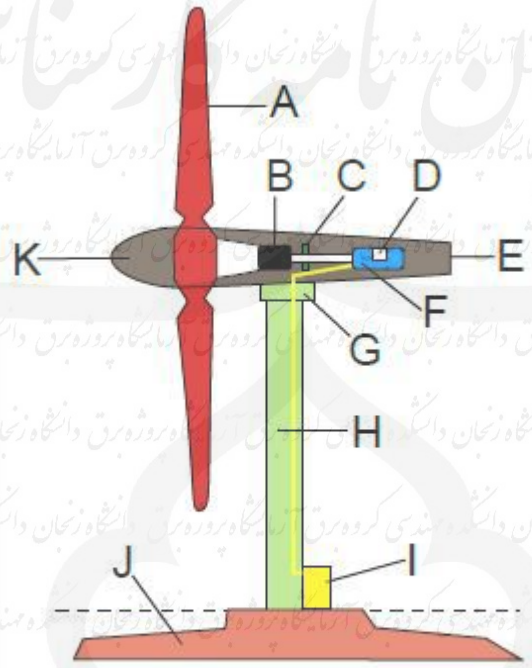
شکل ۱,۱: بررسی اجمالی سیستم توربین بادی

این تصویر نشان می دهد که چگونه یک SWT [1]متصل به شبکه کار می کند. نمودار یک توربین بادی سه پره نشسته در بالای یک دکل مهاری را نشان می دهد. برق تولید شده توسط توربین بادی از طریق یک کابل به یک کنترل کننده می رود. کنترل کننده تولید توربین را در محدوده امن از فرکانس های مختلف AC به DC اصلاح می کند. قدرت DC به یک اینورتر می رود که در آن به قدرت AC از همان ولتاژ و فرکانس برق از شبکه تبدیل می شود. یک سوئیچ در صورت نیاز به قطع اینورتر و برای تعمیر و نگهداری سیستم توربین وجود دارد. برق از اینورتر توربین خود به متر سنج می رود تا برق مصرفی توربین بادی خود، که شب و روز تولید می شود را محاسبه کند.

[1] Small Wind Turbine

در یک سیستم باد کوچک چهار بخش اصلی وجود دارد:

۱) روتور، ۲) ژنراتور، ۳) برج، ۴) کنترل سیستم.



Wind turbine components A: Rotor blade B: Gearbox (not used with gearless wind turbines) C: Brake D: Switchgear & Control system E: Nacelle F: Generator G: Pivot gear and motor H: Tower I: Electrical connection J: Foundation K: Rotor hub & Blade adjustment

شکل ۱,۲: اعضای یک توربین

۱,۱ روتور

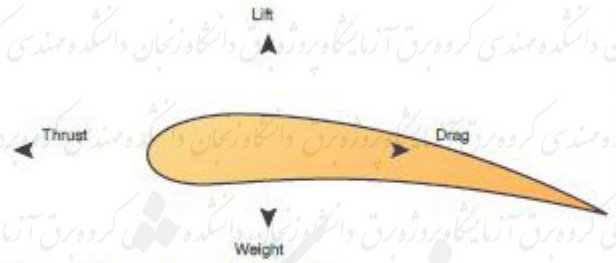
روتور شامل تیغه و هاب [۲](قطب) های قراردادی روی محور افقی سیستم بادی کوچک است. تیغه ها برای گرفتن انرژی از باد و تبدیل آن به گشتاور چرخشی طراحی شده اند. گشتاور چرخشی نیرویی است که روی محور (شفت) مرکزی می چرخد. قطب های روتور به یک شفت مرکزی متصل میشوند که ژنراتور را می چرخاند.

[2] Hub

پره های توربین از بسیاری از مواد مختلف ساخته شده است. اغلب تیغه ها از مواد مرکب (کامپوزیت) ساخته شده اند (فایبر گلاس رایج است). چرا که آنها محکم، سبک وزن، و از مواد دیگر ارزانتر هستند. ممکن است انواع پره های دیگر را دید،گرچه آنها رایج و عمومی نیستند. تیغه های چوبی را می توان قوی، سبک و نسبتا ارزان تولید کرد. گرچه، تیغه های چوبی راحت تر دچار شکستگی و خراش می شوند، و نیاز به تعمیر و نگهداری منظم دارند. بالانس یا تعادل تیغه های چوبی از آنجا که هیچ دو قطعه چوب یکسان نیستند می تواند مشکل باشد. آنها همچنین می توانند آب را جذب کنند، که باعث تاب برداشتن و انحراف و مشکلات تعادل (بالانس) می شود. لرزش های شدید بر روی توربین زمانی رخ می دهد که یک روتور از تعادل (بالانس) درمی آید. تیغه های آلومینیوم سبک وزن و کم هزینه برای تولید و ساخت هستند، اما آسیب پذیر و حساس ترند. تیغه های فولادی قوی ترند، اما انها گران قیمت و سنگین هستند و زنگ می زنند. پره های آلومینیوم و فولادی دیگر برای توربین های تجاری استفاده نمی شوند، اما توربین های قدیمی تر در مناطق غرب روستایی از این مواد ساخته شده اند. باید از مشخصات مواد تیغه ها قبل از خرید یک توربین اگاه شد به طوری که شخص قادر به برنامه ریزی برای هزینه های تعمیر و نگهداری آنها باشد. تیغه های توربین های بادی ایرفویل[3] شکل هستند، مانند بال هواپیما. ایرفویل اشکالی هستند که وقتی جریان هوا در اطراف آنها ست باعث یک نیروی بالابر[4] می شود که این تنها به دلیل شکل آنها است. نیروی بالابر توسط وزش جریان هوا در اطراف شکل ایرفویل ایجاد می شود.

نیروی کشیدن[5] توسط پوش هوا علیه تیغه ها ایجاد می شود. در ماشین آلات "بالابر"، تیغه ها به شکلی هستند که نیروی بالابر بیشترین حد خود را داشته باشد. مقدار نیروی بالابر بستگی به زاویه ی برخورد باد با تیغه ها دارد. با تغییر زاویه ی پره، نیروی لیفت را می توان زیاد و کم کرد و همچنین می توان سرعت توربین را تنظیم نمود.

[3] Airfoil
[4] Lift
[5] Drag

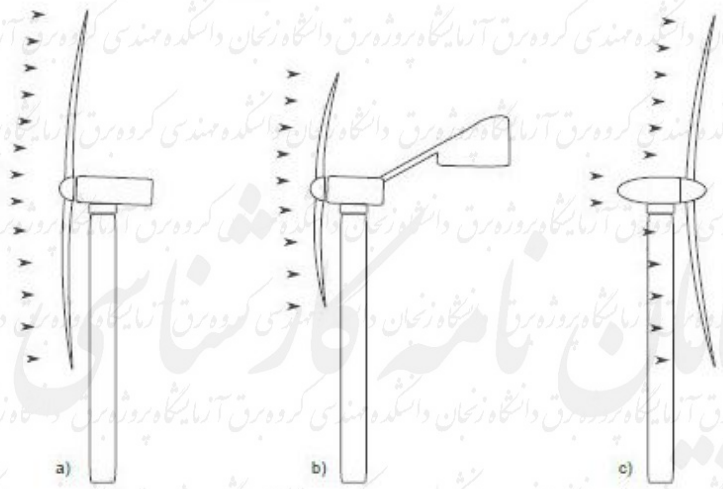


Forces of Lift and Drag on an Airfoil
Courtesy of Wikimedia Commons, public domain image

شکل ۱,۳: نیروهای ایجاد شده روی ایرفول

اکثر توربین های بادی تجاری موفق از ماشین آلات بالابر[6] می باشند. برخی توربین ها (از جمله آسیاب های بادی تاریخی در دهه ی گذشته که در مزارع و باغ ها وجود داشتند) از ماشین آلات درگ می باشند. این توربین ها به نیروی درگ برای ایجاد حرکت دواری تکیه می کنند. پره های ماشین الات درگ ممکن است مزدوج[7] باشد و یا با استفاده از یک صفحه ی فلپ انرژی باد را به جای بلند کردن تیغه برای هل دادن پره ها استفاده کند.

[6] Lift
[7] Cupped



a) Upwind wind turbine equipped with an active yaw system, b) Upwind wind turbine equipped with a passive yaw system, c) Downwind wind turbine equipped with a passive yaw system.

شکل ۱,۴: جهت توربین در مقابل باد

توربین ها ممکن است به صورت ماشین های "خلاف جهت باد[8]" و یا "در مسیر باد [9]" باشند. ماشین آلات خلاف جهت باد با استفاده از یک باله دمی و یا بادنما تیغه ها را در مسیر خلاف جهت باد از برج قرار می دهند، در حالی که در یک توربین در مسیر باد، تیغه ها در مسیر باد از برج هستند. هر نوع توربین دارای مزایا و معایب خاص خود است. تیغه ها به صورت پیچ و تاب[10] و مخروطی شکل در امتداد طول تیغه طراحی شده اند. این ویژگی های طراحی برای حفظ یکنواخت تنش در امتداد طول تیغه مورد نیاز هستند. زمانی که رتور میپرخد, برای تولید نیروی لیفت مورد نظر حرکت نوک تیغه باید در یک سرعت سریع تر از پایه ی تیغه و نیاز به یک زاویه کم تر و تیغه ای با مقطع عرضی کوچکتر باشد. تیغه ی برخی از توربین های بادی پیچ شده و ثابت است به طوری که وقتی سرعت باد افزایش می یابد زاویه ی تیغه ها تغییر می کند. ثابت کردن تیغه ها در توربین های بادی بزرگ یک ابزار مقیاس است، اما برای توربین های بادی کوچک کمتر رایج است.

۱,۲ ژنراتور

[8] Upwind
[9] Downwind
[10] Twist

دانشجویان محترم:

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

مراجع

۱. US Department of Energy. (2011, March). *State Energy Database*. Retrieved April 12, 2011, from EIA Consumption Price and Expenditures Estimates: http://www.eia.doe.gov/states/_seds.html

۲. Alternative Energy Institute. (n.d.).

۳. Bergy. (n.d.). *WindCAD Turbine Performance Model*.

۴. Retrieved April 2010, from Bergey Excel Calculator Battery Charging Version: www.bergey.com/Technical/ExcelR.xls

۵. California Energy Comission Renewable Energy Program. (2002, February). *Buying a Small Wind Electrical System*. Retrieved April 2010, from Buying a Small Wind Electrical System Publication Download: http://www.consumerenergycenter.org/erprebate/documents/2002-05-01_WIND_GUIDE.PDF

۶. NREL. (2005). *US Small Wind Consumer's Guide*.Boulder: NREL.

۷. NREL, Rebecca Meadows. (2009, December 7). *Basics of Farm /Residential Small Wind Turbines*. Presentation.Great Falls, MT: NREL.

۸. REUK. (2010, May). *Wind Speed Distribution Weibull*.United Kingdom.

USDA Rural Development. (2009). *Small Wind Quick Guide*. Retrieved March 9, 2010, from USDA Rural Development: http://www.rurdev.usda.gov/or/biz/QuickGuide2SmallWind.pdf

۹. Western Regional Climate Center. (2010). *Wind Roses from Montana*. Retrieved May 2010, from Western Regional Climate Center: http://www.wrcc.dri.edu/wraws/nidwmtF.html

۱۰. Rashford, Benjamin S., Milton Geiger and Natalie Macsalka. 2010. *The Effect of Altitude on Small Wind Turbine Production*. Bulletin B-1207. Cooperative Extension Service, University of Wyoming, Laramie, pp. 7.

۱۱. Alternative Energy Institute. (n.d.).

۱۲. Bergey. (n.d.). *WindCAD Turbine Performance Model*. Retrieved April 2010, from Bergey Excel Calculator Battery Charging Version: www.bergey.com/Technical/ExcelR.xls

۱۳. California Energy Comission Renewable Energy Program. (2002, February). *Buying a Small Wind Electrical System*. Retrieved April 2010, from Buying a Small Wind Electrical System Publication Download: http://www.consumerenergycenter.org/erprebate/documents/2002-05-01_WIND_GUIDE.PDF
۱۴. NREL. (2005). *US Small Wind Consumer's Guide*. Boulder: NREL.
۱۵. NREL, Rebecca Meadows. (2009, December 7). *Basics of Farm /Residential Small Wind Turbines*. Presentation. Great Falls, MT: NREL.
۱۶. REUK. (2010, May). *Wind Speed Distribution Weibull*. United Kingdom.
۱۷. USDA Rural Development. (2009). *Small Wind Quick Guide*. Retrieved March 9, 2010, from USDA Rural Development: http://www.rurdev.usda.gov/or/biz/QuickGuide2SmallWind.pdf
۱۸. Western Regional Climate Center. (2010). *Wind Roses from Montana*. Retrieved May 2010, from Western Regional Climate Center: http://www.wrcc.dri.edu/wraws/nidwmtF.html
۱۹. Rashford, Benjamin S., Milton Geiger and Natalie Macsalka. 2010. *The Effect of Altitude on Small Wind Turbine Production*. Bulletin B-1207. Cooperative Extension Service, University of Wyoming, Laramie, pp. 7.
۲۰. Gipe, P. (2006, January 23). *Generator Ratings and Capacity Factors.* Retrieved December 2010, from Wind-Works.org: http://www.wind-works.org/articles/generatorratingandcapacityfactors.html
۲۱. J.F. Manwell, J. M. (2010). *Wind Energy Explained*. West Sussex: John ۲۲. Wiley and Sons, Ltd.
۲۳. NREL, Rebecca Meadows. (2009, December 7). *Basics of Farm /Residential Small Wind Turbines*. Presentation. Great Falls, MT: NREL.
۲۴. Sagrillo, M. (2002, August & September). *Apples and Oranges 2002: Choosing a Home-Sized Wind Generator*. Home Power Magazine, pp. 50-66.
۲۵. Sagrillo, M. (2010). *Renewwisconsin.org*. Retrieved March 2011, from Back to the Basics 6: Estimating Annual Energy Output: http://www.renewwisconsin.org/wind/ToolboxHomeowners/Back%20to%20the%20Basics%206Estimating%20Annual%20Energy%20Output.pdf
۲۶. Woofenden, I. (2008, October & November). *Home Power Magazine*. Retrieved December 2010, from Wind Power Curves: What's Wrong, What's Better? http://homepower.com/article/?file=HP127_pg92_Woofenden

۲۷. Association, A. W. (2008). *Windletter*. Retrieved December 2010, from www.awea.org:http://www.renewwisconsin.org/wind/Toolbox-Homeowners/Questions%20Any%20Manufacturers%20Should%20Answer.pdf

۲۸. California Energy Comission Renewable Energy Program. (2002, February). *Buying a Small Wind Electrical System*. Retrieved April 2010, from Buying a Small Wind Electrical System Publication Download: http://www.consumerenergycenter.org/erprebate/

۲۹. Gipe, P. (2006, January 23). *Wind-Works.org*. Retrieved April 14, 2011, from Generator Ratings and Capacity Factors: Why You Should avoid them: http://www.windworks.org/articles/generatorratingandcapacityfactors.html

۳۰. NREL. (2005). *US Small Wind Consumer's Guide*. Boulder: NREL.

۳۱. NREL, Rebecca Meadows. (2009, December 7). *Basics of Farm /Residential Small Wind Turbines*. Presentation. Great Falls, MT: NREL.

۳۲. Sagrillo, M. (2002, August & September). *Apples and Oranges 2002: Choosing a Home-Sized Wind Generator*. Home Power Magazine, pp. 50-66.

۳۳. Wind Works: Paul Gipe. (2000, Summer). *Testing Power Curves of Small Wind Turbines*.

۳۴. NREL, Rebecca Meadows. (2009, December 7). *Basics of Farm/Residential Small Wind Turbines*. Presentation. Great Falls, MT: NREL.

۳۵. Sagrillo, M. (n.d.). *Renew Wisconsin Small Wind Toolbox*. Retrieved December 2010, from Operating and

۳۶. Maintenance Expenses: http://www.renewwisconsin.org/wind/ToolboxHomeowners/Operation%20and%20maintenance%20costs.pdf

۳۷. US Department of Energy. (2011, March). *State Energy Database*. Retrieved April 12, 2011, from EIA Consumption Price and Expenditures Estimates: http://www.eia.doe.gov/states/_seds.html

۳۸. US Energy Information Administration. (2010). *Annual Energy Outlook 2010*. Retrieved June 2010, from Energy Outlook: http://www.eia.doe.gov/oiaf/aeo/pdf/trend_1.pdf

۳۹. American Wind Energy Assocation. (2008). *In the Public Interest: How and Why to Permit for Small Wind Systems*. Washington DC: AWEA.

۴۰. California Energy Commission. (2003). *Permitting Small Wind Turbines: A Handbook*. Washington DC: American Wind Energy Association.

۴۱. National Renewable Energy Labratory. (2008). *Webinar: Zoning for Small Wind: The Importance of Tower Height*. Golden, CO, USA.
۴۲. Sagrillo, M. (n.d.). *Renew Wisconsin Small Wind Toolbox*. Retrieved April 14, 2011, from Planning Your Wind System–Guides: http://www.renewwisconsin.org/wind/windtoolbox.htm
۴۳. Sagrillo, M. (n.d.). *Renew Wisconsin Small Wind Toolbox*. Retrieved December 2010, from Operating and Maintenance Expenses:

http://www.renewwisconsin.org/wind/ToolboxHomeowners/Operation%20and%20maintenance%20costs.pdf

۴۴. Woofenden, I. (2009, Dec/Jan). *Learning the Ropes: A Beginner's Guide to Tower Climbing Saftey*. Home Power Magazine, pp. 66-70...

۴۵. Woofenden, R. B. (2010, Feb/March). *Wind Electric System Maintenance*. Home Power Magazine, pp. 98-103.
۴۶. American Wind Energy Assocation. (2008). *In the Public Interest: How and Why to Permit for Small Wind Systems*. Washington DC: AWEA.
Jim Green, Wind Powering America. (2003, October). *NREL Small Wind Speakers Toolkit*. Golden, CO, USA.
۴۷. Sagrillo, M. (n.d.). *Renew Wisconsin Small Wind Toolbox*. Retrieved April 14, 2011, from Planning Your Wind System - Guides 6&7: http://www.renewwisconsin.org/wind/windtoolbox.htm
۴۸. State of Montana. (n.d.). *Energize Montana*. Retrieved April 13, 2011, from Net Metering and Easements: http://deq.mt.gov/Energy/Renewable/NetMeterRenew.mcpx
۴۹. 2009 Vick, B.D., Clark, R.N. 2009. *Determining the optimum solar water pumping system for domestic use, livestock water, or irrigation*. In: Proceedings of the 38th American Solar Energy Society Annual Conference, May 11-16, 2009, Buffalo, New York. 2009.