نیروگاه بادی فراساحل

از فرآیند انتقال AC تا اتصال به شبکه ساحلی

تألیف

م.زوبیا- جی.آباد - ا. بارنا- اس.اورتنگزا و ا.ککر

تألیف و ترجمه

دکتر سید ابراهیم افجه‌ای

(هیأت علمی گروه برق، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه شهید بهشتی)

دکتر علیرضا سیادتان

(هیأت علمی گروه برق، دانشکده مهندسی برق، دانشگاه شهید بهشتی)

مجتبی بابادی

(کارشناسی ارشد، دانشکده مهندسی برق و کامپیوتر، دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران غرب)

سید مهدی حسینی

(کارشناس ارشد امور انرژی، سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور)

نیاز دانش

بسمه تعالی

به نام خداوند جان و خرد کزین برتر اندیشه برنگذرد

مقدمه مترجمان

با نگاه به گستره صنایع گوناگون آنچه که ضرورت برپایی این صنایع را محقق می‌سازد بحث انرژی و چگونگی تأمین این مایه حیات بخش صنایع مولد یک کشور است. در سال‌های نخست انقلاب صنعتی هدف اول گسترش روز افزون صنایع بر پایه تولید انرژی به هر سبک و سیاق، الگوی اشتباهی را برای تأمین انرژی به دنیا معرفی و امروزه آسیب‌های جدی و برگشت‌ناپذیری بر حیات طبیعی زمین بر جای گذاشته است. اما هم‌اینک اگر فرآیند تولید صنایع با یک چشم زیر نظر باشد؛ چشم دوم بر چگونگی تأمین و پاک بودن آن معطوف شده است. انرژی باد از جمله آن انرژی‌هاست که پیشنیان ما در ایران نیز از جنوب تا شمال کشور با آن آشنا بوده که محرک بادبان قایق‌ها در خلیج فارس، دریای عمان و دریای خزر، نیروی محرک چرخ آسیاب (سیستان و بوچستان) و بادگیرهای یزد و ... نمونه‌هایی از این مدعاست. از آنجایی که یکی از اهداف اصلی سازمان سانا کشف و استخراج تمامی این نوع از انرژی‌ها با هدف استحصال انرژی الکتریکی است؛ تا کنون مطالعه در این حوزه تنها به محدوده خشکی معطوف شده و ترجمه این کتاب با انگیزه ایجاد مقدمه‌ای از این انرژی لایزال الهی در حوزه آبی (فراساحل) و کنکاو نحوه انتقال آن به خشکی صورت گرفته و امید است که نقطه شروعی بر چشم‌انداز روشن این حوزه در کشور عزیزمان باشد. در فصل هشتم این کتاب مروری چند از انرژی باد با تمرکز بر بسترهای آبی ایران توسط مترجمین این اثر صورت گرفته که به عنوان بخشی مازاد در این کتاب، امید است راهنمایی کلی برای مهندسان داخلی این حوزه باشد.

دکتر سید ابراهیم افجه‌ای: e-afjei@sbu.ac.ir
دکتر علیرضا سیادتان: a_siadatan@sbu.ac.ir
مهندس مجتبی بابادی: mojtababababady@gmail.com
مهندس سید مهدی حسینی: mahdi.hoseini.ee@gmail.com

جا دارد تا بدین لحاظ، ارائه دهندگان این اثر از حسن اخلاق و نگرش علمی جناب آقای دکتر سید ابراهیم افجه عضو ارشد هیئت علمی گروه برق و کامپیوتر دانشگاه شهید بهشتی کمال تشکر و سپاس را پیشکش کرده که همواره به عنوان پدر و استادی دلسوز در فرآیند تحصیل و زندگی راهنمای مترجمین این اثر بوده و آرزوی توفیق روز افزون را از خداوند منان برای ایشان مسئلت نمایند. در انتها گردآورندگان، مایلند تا این اثر هر چند ناچیز را به مقام رفیع پدر و مادر، این دو گوهر درخشان زندگی تقدیم نمایند.

فهرست مطالب

فصل ۱ مقدمه ۹

فصل ۲ انرژی باد ۱۶

۲-۱ باد ۱۶

۲-۱-۱ تلاطم باد ۱۸

۲-۱-۲ الگوی عمومی باد؛ سرعت‌های مختلف و میانگین سرعت باد ۲۰

۲-۲ توان باد ۲۱

۲-۲-۱ انرژی جنبشی باد ۲۱

۲-۲-۲ توان ورودی قابل استفاده، قانون بتز ۲۲

۲-۲-۳ انرژی الکتریکی مفید حاصل از باد ۲۳

۲-۲-۳-۱ ضریب توان ۲۳

۲-۳ اساس ماشین‌های بادی ۲۳

۲-۴ طبقه‌بندی توربینهای بادی ۲۵

۲-۴-۱ طبقه‌بندی بر اساس محورهای افقی و عمودی ۲۶

۲-۴-۲ طبقه‌بندی براساس تعداد پره‌ها ۲۷

۲-۴-۳ طبقه‌بندی براساس قرارگیری درجهت حرکت باد ۲۷

۲-۵ توربین‌های بادی ۲۸

۲-۵-۱ اجزای توربین بادی ۲۸

۲-۵-۲ ژنراتور الکتریکی ۲۸

۲-۵-۳ سیستم‌های توربین بادی ۲۹

۲-۵-۳-۱ سرعت ثابت (یک یا دو سرعته) ۲۹

۲-۵-۳-۲ سرعت متغیر محدود ۳۰

۲-۵-۳-۳ سرعت متغیر بهبود یافته با DFIG ۳۰

۲-۵-۳-۴ سرعت متغیر با مبدل فرکانس مقیاس کامل ۳۱

۲-۵-۳-۴-۱ مبدل فرکانس مقیاس کامل با جعبه دنده ۳۲

۲-۵-۳-۴-۲ مبدل فرکانس مقیاس کامل با درایو مستقیم ۳۲

۲-۵-۴ کنترل توان اکتیو ۳۳

۲-۶ انرژی باد فراساحلی در برابر انرژی باد ساحلی ۳۳

۲-۷ نتیجه‌گیری فصل دوم ۳۵

فصل ۳ مزارع بادی فرا ساحل ۳۶

۳-۱ مروری بر تاریخچه مزارع بادی فراساحلی ۳۶

۳-۲ سیستم انتقال انرژی مزارع بادی فراساحل ۳۹

۳-۲-۱ ساختار AC ۴۰

۳-۲-۱-۱ انتقال HVAC ۴۱

۳-۲-۱-۲ MVAC چندگانه ۴۲

۳-۲-۱-۳ HVAC چندگانه ۴۳

۳-۲-۲ پیکربندی DC ۴۴

۳-۲-۳ پیکربندی AC در مقابل DC ۴۵

۳-۲-۴ طرح بهینه مبتنی بر توان نامی و فاصله ۴۷

۳-۳ سیستم جمع‌آوری برق در مزارع بادی فراساحل ۴۸

۳-۳-۱ طراحی شعاعی ۴۹

۳-۳-۲ طراحی شعاعی تک سویه ۵۰

۳-۳-۳ طراحی شعاعی دو سویه ۵۰

۳-۳-۴ طراحی ستاره ۵۱

۳-۴ نتیجه‌گیری فصل سوم ۵۲

فصل ٤ خطوط انتقال قدرت AC ۵۳

۴-۱ اجزای اساسی کابل‌های قدرت ۵۳

۴-۱-۱ هادی ۵۴

۴-۱-۱-۱ طبقه‌بندی بر اساس ویژگی‌های ساخت ۵۴

۴-۱-۱-۲ طبقه‌بندی بر اساس تعداد هادی‌ها ۵۵

۴-۱-۲ عایق ۵۵

۴-۱-۲-۱ هادی‌های با عایق هوا ۵۵

۴-۱-۲-۲ عایق با پوشش هادی با استفاده از ماده دی الکتریک ۵۶

۴-۱-۳ پوشش عایقی ۵۷

۴-۱-۴ زره یا غلاف ۵۷

۴-۲ مدل‌سازی خطوط انتقال قدرت ۵۸

۴-۲-۱ نمایش الکتریکی خطوط انتقال قدرت ۵۸

۴-۲-۱-۱ اثر پوستی ۶۰

۴-۲-۲ گزینه‌های مدل‌سازی خط انتقال ۶۱

۴-۲-۲-۱ مدل پارامتر ثابت ۶۲
۴-۲-۲-۲ مدل‌های استاندارد خط کوتاه، متوسط و بلند برای حوزه فازور ۶۳
۴-۲-۲-۱-۱ مدل‌های استاندارد خط کوتاه برای حوزه فازور(<۸۰ کیلومتر) ۶۴
۴-۲-۲-۲-۲ مدل‌های استاندارد خط متوسط برای حوزه فازور (طول ۸۰-۲۴۰ کیلومتر) ۶۵
۴-۲-۲-۳ مدل‌های استاندارد خط متوسط برای حوزه فازور (< ۲۴۰ کیلومتر) ۶۶
۴-۲-۲-۴ قسمت‌های متوالی تک فاز "π" ۶۷
۴-۲-۲-۵ موج سیار برگرون ۶۹
۴-۲-۳ مدل‌های وابسته به فرکانس ۷۰
۴-۲-۳-۱ مدل وابسته به فرکانس در حوزه‌ی مدال (جی.مارتی) ۷۰
۴-۲-۳-۲ مدل وابسته به فرکانس در حوزه‌ی فازور (ایدمپودنت) ۷۱
۴-۲-۳ تحقیق مدل‌های کابل ۷۲
۴-۲-۳-۱ مقایسه پاسخ گذرای مدل‌های مختلف کابل ۷۳
۴-۲-۳-۱-۱ مقایسه پاسخ گذار برای مدل مدار «π» ۷۵
۴-۲-۳-۱-۲ مقایسه گذرا برای مدل موج سیار برگرون ۷۶
۴-۲-۴ تطبیق پارامتر کابل برای PSCAD ۷۸
۴-۲-۴-۱ هادی ۷۹
۴-۲-۴-۲ پوشش(شیلد) ۷۹
۴-۲-۴-۳ عایق ۸۰
۴-۲-۴-۴ اندازه‌گیری پارامترهای تطبیق شده با PSCAD ۸۰
۴-۳ مدیریت توان راکتیو در کابل‌های قدرت زیر دریا ۸۱
۴-۳-۱ مقدمه ۸۱
۴-۳-۲ انواع مدیریت توان راکتیو ۸۳
۴-۳-۲-۱ جبران‌سازی توان راکتیو در یک ترمینال و یا در هر دو ترمینال ۸۳
۴-۳-۲-۲ جبران‌سازی توان راکتیو: ثابت یا متغیر .۸۶
۴-۳-۳ مقایسه انواع مختلف جبران‌ساز توان راکتیو برای یک حالت خاص در PSCAD ۸۸
۴-۳-۳-۱ گزینه۱: بدون مدیریت توان راکتیو(جبران‌سازی توان راکتیو در یک طرف خط) ..۸۹
۴-۳-۳-۲ گزینه ۲: سیستم انتقال با جبران‌سازی توان راکتیو ثابت (در هر دو طرف) ۸۹
۴-۳-۳-۳ گزینه ۳: سیستم انتقال با جبران‌سازی توان راکتیو متغیر (در هر دو طرف) ۹۱
۴-۳-۳-۴ تأثیر طول کابل ۹۱
۴-۴ نتیجه‌گیری فصل چهارم ۹۲

فصل ۵ تعریف یک سناریوی اصلی ۹۴

۵-۱ انتخاب طرح مزرعه بادی ۹۴
۵-۱-۱ طرح‌های AC فراساحلی مطرح شده ۹۵
۵-۱-۱-۱ مدل کابل زیر دریایی ۹۶
۵-۱-۱-۲ جبران‌ساز توان راکتیو ۹۶
۵-۱-۲ روش محاسبه هزینه انتقال انرژی ۹۸
۵-۱-۳ تلفات توان اکتیو برای طرح مورد نظر ۹۸
۵-۱-۴ انرژی منتقل شده و هزینه زیرسازی انتقال برای طرح‌های مورد نظر ۱۰۱
۵-۱-۴-۱ انرژی انتقال یافته ۱۰۱
۵-۱-۴-۲ هزینه زیر ساخت‌های اتصال ۱۰۳
۵-۱-۴-۳ هزینه تعمیر و نگهداری ۱۰۳
۵-۱-۵ مقایسه هزینه انتقال انرژی بر حسب €/kWh برای طرح‌های مورد نظر ۱۰۴
۵-۲ توصیف یک مزرعه بادی فرا ساحلی ۱۰۵
۵-۲-۱ طرح عمومی مزرعه بادی فرا ساحلی مورد نظر ۱۰۶
۵-۲-۲ توربین بادی ۱۰۸
۵-۲-۲-۱ مدل توربین بادی موردنظر ۱۱۰
۵-۲-۲-۲ استراتژی کنترل مبدل سمت شبکه ۱۱۰
۵-۲-۲-۳ فیلتر اتصال مبدل سمت شبکه ۱۱۲
۵-۲-۲-۴ تأیید توربین بادی مناسب جهت اتصال به شبکه قدرت طبق نیازهای کد شبکه ۱۱۳
۵-۲-۲-۴-۱ روش تأیید منتشرشده توسط REE.۱۱۴
۵-۲-۲-۴-۲ نتایج توربین بادی مورد نظر در آزمایشات ۱۱۷
۵-۲-۳ ترانسفورماتور افزایند توربین‌های باد۱۲۱ای و سکوهای فراساحل ۱۲۲
۵-۲-۴ کابل‌های زیردریایی AC ۱۲۴
۵-۲-۵ شبکه اصلی ۱۲۶
۵-۳ نتیجه‌گیری فصل پنجم ۱۲۷

فصل ۶ ارزیابی خطر هارمونیک در مزارع بادی فراساحل ۱۲۷

۶-۱ هارمونیک‌ها در شبکه‌های توزیع ۱۲۷
۶-۲ تأثیرات اساسی هارمونیک‌های جریان و ولتاژ ۱۲۸
۶-۳ پاسخ فرکانسی سیستم انتقال توسط شبیه‌سازی

PSCAD ۱۳۰
۶-۳-۱ پاسخ فرکانسی کابل زیردریایی ۱۳۰
۶-۳-۲ پاسخ فرکانسی سیستم انتقال توسط شبیه‌سازی نرم افزار PSCAD ۱۳۱
۶-۳-۳ تأثیر اجزاء اصلی بر پاسخ فرکانسی سیستم انتقال ۱۳۳
۶-۴ پاسخ فرکانسی سیستم انتقال با محاسبات تحلیلی ۱۳۶
۶-۴-۱ پاسخ فرکانسی سیستم انتقال با معادلات فضای حالت ۱۳۶
۶-۴-۲ روشی ساده شده بدون ملاحظه بخش القایی کابل زیردریایی ۱۳۹
۶-۴-۳ مقایسه و درستی پاسخ فرکانسی از طریق معادلات فضای حالت ۱۳۹
۶-۵ پاسخ فرکانسی مزرعه بادی فراساحل ۱۴۰
۶-۵-۱ پاسخ فرکانسی توربین بادی بر اساس موقعیت آن در شبکه میان توربین ۱۴۲
۶-۵-۲ پاسخ فرکانسی مزرعه بادی فراساحل براساس فیدرهای (خطوط تغذیه) شبکه میان توربینی خود. ۱۴۳
۶-۵-۳ پاسخ فرکانس مزرعه بادی فراساحل براساس تعداد فیدرهای هر ترانسفورماتور افزاینده اولیه ۱۴۵
۶-۶ ارزیابی خطر هارمونیک بر سناریوی پایه مورد نظر ۱۴۶
۶-۶-۱ ولتاژ خروجی توربین‌های بادی مورد نظر ۱۴۸
۶-۶-۲ موقعیت فیلترهای پسیو در سیستم انتقال. ۱۵۰
۶-۷ نتیجه گیری فصل ششم ۱۵۲

فصل ۷ تجزیه و تحلیل اغتشاش در سیستم قدرت الکتریکی ۱۵۳

۷-۱ حالات گذرا در سیستم‌های قدرت الکتریکی ۱۵۳
۷-۱-۱ رفع خطا در شبکه میان توربینی ۱۵۵
۷-۱-۲ قطع/وصل برق درکابل زیردریایی ۱۵۶
۷-۲ سناریوی مورد نظر برای تحلیل مسئله ۱۵۹
۷-۳ بررسی عملیات قطع کنندگی در شبکه میان توربین ۱۶۰
۷-۳-۱ عملیات مدارشکن در زیر بار؛ حالت قطع توربین‌های بادی ۱۶۱
۷-۳-۲ عملیات مدار شکن در زیر بار؛ حالت قطع فیدرها ۱۶۲
۷-۳-۳ عملیات مدار شکن در زیر بار؛ حالت رفع خطا در شبکه میان توربین ۱۶۴
۷-۳-۳-۱ رفع خطا در شبکه میان توربینی با استفاده از فیلترهای پسیو ۱۶۶
۷-۴ بررسی افت ولتاژهای نقطه PCC (LVRT) ۱۷۰
۷-۴-۱ ارزیابی تحقق قانون‌نامه شبکه مزرعه بادی مورد نظر برای کاهش ولتاژ PCC ۱۷۲
۷-۴-۱-۱ تزریق توان راکتیو در PCC هنگام افت ولتاژ ۱۷۸
۷-۵ زیرساخت ارتباط الکتریکی پیشنهادی ۱۸۰
۷-۵-۱ تعدیل منحنی Ireactive/Itotal توربین‌های بادی ۱۸۰
۷-۵-۲ تشریح تجهیزات کمکی، STATCOM ۱۸۴
۷-۵-۳ راه حل پیشنهادی ۱۸۵
۷-۵-۴ شناسایی مزرعه بادی پیشنهادی بوسیله PVVC ۱۸۸
۷-۶ نتیجه‌گیری فصل هفتم ۱۹۲

فصل ۸ نگاهی به انرژی بادی و بسترهای آبی ایران ۱۹۴

۸-۱ نقشه اطلس انرژی و سرعت باد در ایران ۱۹۵
۸-۲ ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب شده در ایران و چشم‌اندازه آی آتی ۱۹۶
۸-۳ وضعیت جغرافیایی ایران ۱۹۷
۸-۳-۱ خلیج فارس ۱۹۷
۸-۳-۱-۱ طوفان های بادی در خلیج فارس ۲۰۱
۸-۳-۱-۲ اطلاعات رفتاری باد در خلیج فارس ... ۲۰۲
۸-۴ دریای خزر ۲۰۴
۸-۵ دریای عمان ۲۰۵
۸-۶ دریاچه ارومیه ۲۰۵
۸-۷ توربین‌های باد فراساحلی ساخته شده ۲۰۹
۸-۷-۱ Vesta 90 ..... ۲۱۰
۸-۷-۲ Repower 5M ۲۱۰
۸-۷-۳ Siemens SWT-3.6-107 ..... ۲۱۰
۸-۷-۴ sl ۳,۶ General Electric ۲۱۰

فصل ۹ نتیجه‌گیری و چشم‌اندازهای آینده ۲۱۱

ضمیمه الف: فهرست نمادها ۲۱۴
ضمیمه ب: تقاضای ضریب قدرت در نقطه اتصال مشترک با شبکه ۲۱۸
ضمیمه پ: مقررات قانون‌نامه شبکه REE برای افت ولتاژ ۲۲۰
ضمیمه ت: تبدیل کلارک و پارک ۲۲۳
ضمیمه ث: فیلترهای پسیو رزونانسی ۲۲۵
ضمیمه ج: مقایسه و ارزیابی فیدر معادل ۲۳۳
ضمیمه چ: مدل STATCOM مورد نظر برای اثبات راه حل پیشنهادی ۲۳۷
منابع و مآخذ ۲۳۹

مقدمه

دانمارک اولین کشوری است که مزارع بادی را نصب کرد و اکنون درحال گسترش ظرفیت توان مزارع بادی فراساحل خود می‌باشد. بعد از این تجربه در دانمارک، کشورهای دیگر نیز مزارع بادی خود را تأسیس و گسترش داده‌اند. به دنبال این کشور، UK برنامه‌ای بلند پروازانه را مبتنی بر سه بخش شروع کرده است که در حال حاضر (۲۰۱۱) در دور دوم آن می‌باشد. در سال ۲۰۰۰، UK دور اول برنامه خود را براساس توسعه مزرعه باد فراساحل اعلام کرد. این دور اول به عنوان «نقطه تحول»، در واقع زمینه‌ای برای گسترش تجربه‌های فن‌آورانه محسوب شد. وضعیت فعلی در این دور که تقریباً کامل شد؛ متشکل از یازده سایت کامل بود که توانی معادل با مجموع ظرفیت ۹۶۲ مگاوات آنلاین را تولید می‌کرد، یک سایت کاملاً وضعیت قبول قبولی داشت و پنج سایت نیز که در انتظار ساخت‌وساز هستند بدلیل برخی مشکلات فعلاً به تعویق افتاده‌اند. دور دوم پروژه در سال ۲۰۰۳ اعلام شد که مبتنی بر ۱۵ پروژه با ظرفیت ترکیبی بالای ۷٫۲ گیگاوات استوار است. دو عدد از این پانزده سایت به طور ویژه در زیر گروه دوره‌ی دوم (Gunfleet2 and Thanet) به طور کامل عملیاتی شده و ظرفیت باد فراساحل کل UK را به ۱۳۳۰ مگاوات رسانده‌اند. در سال ۲۰۰۷، دپارتمانی برای کسب و کار، شرکت‌های بازرگانی و اصلاح مقررات در دوره‌ی سوم راه‌اندازی شد.

هلند، برخی از مزارع بادی بسیار نزدیک به ساحل در دهه‌ی ۹۰ تأسیس و اکنون در حال ساخت مزارع بزرگ باد فراساحلی است که از ۲۰۰۷ بصورت عملیاتی در آمده است؛ از جمله AAN Egmond ZEE (2007) و Prinses Amalia (2008). آلمان طرحی استراتژیک برای توسعه انرژی باد فراساحل را آغاز کرده است. برنامه‌ای که منجر به ساخت مزارع بادی دریایی با ظرفیت بین ۲۰ تا ۲۵ گیگاوات تا سال ۲۰۳۰ می شود. به عنوان قدمی در راستای این طرح، دو مزارع بادی دریایی در سال ۲۰۱۰ به بهره‌برداری رسید. یکی از آنها، Alpha ventus (60 MW) است که در 100 کیلومتری درون دریا و در عمق آب ۴۰ متر واقع شده است (بزرگترین فاصله تا ساحل برای یک مزرعه بادی عملیاتی فراساحل).

اسپانیا مطابق با برنامه توسعه نیروگاه‌های فراساحل در حال افزایش ظرفیت توان بادی فراساحل خود در ۲۰۱۲ می‌باشد. وزارت صنعت اسپانیا در سال ۲۰۰۸ با هدف شناسایی بهترین مکان‌ها برای احداث مزارع بادی فراساحل، مطالعاتی را در خط ساحلی انجام داده است. بعد از این مطالعه، پروژه مزرعه بادی فراساحل در بستر دریا در مکان‌های اطراف کادیز، هوئلوا کاستلون و در ابرو دلتا که قبلاً ساخته شده بودند با هدف آزمون اولین پروژه ایستگاه از ۲۰مگاوات آنلاین در سال ۲۰۱۲ مورد نظر قرار گرفته‌اند. با این حال، انجمن انرژی باد اسپانیایی برآورد شش ساله را از طرح اولیه تا اتمام پروژه تخمین زده است؛ به این معنی که اولین مزارع بادی دریایی تجاری اسپانیا را می‌توان سال ۲۰۱۵ نصب شده یافت. این انجمن بیان کرده است که هدف این صنعت به رسیدن به ۴۰۰۰ مگاوات ظرفیت نصب شده مزارع بادی فراساحل تا سال ۲۰۲۰ می‌باشد. با نگاه به این نمونه‌های موردی، نقش حیاتی تکنولوژی بادی فراساحل در توسعه آتی انرژی نو در فرآیند تولید و بالخص توان بادی را می‌توان شاهد بود. بنابراین، کتاب کنونی با هدف نیل به دانشی کامل‌تر در زمینه مسائل کلیدی متعدد و جنبه‌های مشکل آفرین انتقال انرژی مزارع بادی فراساحل AC و اتصال به شبکه ساحلی، پایه‌ریزی شده است.

M. Zubiaga, G. Abad and J. A. Barrena
از دانشگاه موندراگون اسپانیا
S. Aurtenetxea and A. Cárcar
از مؤسسه اینجیدم اسپانیا

فصـــــــل ۱

مقدمه

انرژی باد یکی از مهمترین منابع انرژی در روی کره زمین می‌باشد. این انرژی از حرارت نامساوی سطح زمین که به وسیله خورشید ایجاد می‌شود تولید می‌گردد. در واقع در حدود دو درصد از انرژی که از طریق خورشید دریافت می‌شود به انرژی باد تبدیل می‌شود. این میزان حدود پنجاه تا صد برابر بیشتر از انرژی است که توسط گیاهان به زیست توده تبدیل می‌شود.

تاکنون تحلیل‌های علمی بسیاری نشان داده است که انرژی باد می‌تواند یک منبع انرژی با گستردگی مناسب و البته به میزان بسیار زیاد در سرتاسر پنج قاره دنیا به حساب آید. در همین راستا آژانس محیط زیست اروپا[1] در یکی از گزارش‌های فنی خود پتانسیل باد در اروپا را مورد ارزیابی قرار داده است[۱]. بر اساس تخمین‌های موجود این پتانسیل تا سال ۲۰۲۰ به ۷۰۰۰۰ تراوات ساعت خواهد رسید و تا سال ۲۰۳۰ این میزان برابر ۷۵۰۰۰ تراوات ساعت خواهد شد که ۱۲۲۰۰ کیلووات ساعت از این مقدار به طور اقتصادی پتانسیل رقابتی شدن خواهد داشت. این مقدار از انرژی برای تأمین سه باره مصرف الکتریکی پیش‌بینی شده برای این سال (سال ۲۰۲۰) کافی است. در این مطالعه همچنین این سناریو که وقتی پتانسیل رقابتی اقتصادی آن به ۲۰۰ تراوات ساعت افزایش یابد؛ این میزان هفت برابر مصرف انرژی الکتریکی پیش‌بینی شده برای سال ۲۰۳۰ خواهد بود، مورد ارزیابی و تحلیل قرار گرفته است.

امروزه الکتریسیته‌ی به دست آمده از نیروی باد سهم قابل توجهی از تولید کل الکتریسیته را فقط در بخشی از اتحادیه اروپا به عهده دارد (شکل ۱-۱ را ببینید)، اما باید گفت اهمیت این موضوع روز به روز در حال افزایش است. یکی از دلایل برای این رغبت روزافزون، قابلیت اطمینان این منبع انرژی بوده که از تجارب موجود در کشور دانمارک به دست آمده است. در این کشور بالغ بر ۲۴ درصد از کل انرژی تولیدی تا سال ۲۰۱۰ بر پایه انرژی باد بوده است و همچنین دولت دانمارک برای توسعه تولید الکتریسیته توسط باد تا ۵۰ درصد کل انرژی تولیدی تا سال ۲۰۳۰ برنامه ریزی کرده است. فهرست کشورهای دیگر که با دنباله روی از سیاست‌های کلی کشور دانمارک در زمینه الکتریسیته بیشترین تولید از نیروی باد را دارند عبارت‌اند از: پرتغال: ۱۴٫۸ درصد، اسپانیا ۱۴٫۴ درصد و ایرلند ۱۰٫۱ درصد.

1 the European Environment Agency