



امروزه بهره‌گیری از انرژی بادی یکی از گزینه‌های اصلی برای تولید انرژی در جهان بوده و سهم آن در تولید جهانی برق به طور پیوسته در حال افزایش است. ایران نیز همانند بسیاری از کشورها، بر روی انرژی بادی فعال شده است. از لحاظ تاریخی، ایران یکی از کشورهای پیشگام در بهره‌گیری از انرژی بادی در آسیاب‌های بادی بوده و یکی از اولین آسیاب‌های بادی در ناحیه سیستان در جنوب شرقی ایران در سال ۱۶۴۴ پیش از میلاد شناسایی شده است. اما نخستین کاربرد مدرن و صنعتی از نیروی بادی در ایران در سال ۱۳۵۴ رخ داد و در این سال دو توربین بادی مدرن به ظرفیت ۵۰۰ کیلووات خریداری و در استان گیلان نصب شد. پس از آن دولت تصمیم گرفت تا انرژی بادی را توسعه دهد. در این مقاله اطلاعاتی درباره گذشته، حال و آینده و نیز استراتژی نیروگاه‌های بادی در ایران ارائه و فرصت‌های مرتبط برای صنایع جهان، دانشمندان و سرمایه‌گذاران، برای مشارکت در توسعه برق بادی در ایران معرفی شده است.

وضعیت برق بادی در ایران فرصت‌ها و راهبردها

سید حامد رسولی

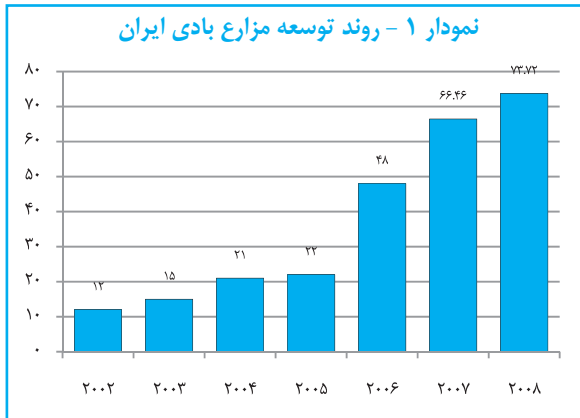
سابقه

پس از نتایج خوبی که از نخستین توربین‌های بادی نصب شده، حاصل شد، دولت با هدف حفاظت از منابع نفتی کشور برای آیندگان و کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی، و نیز کاهش آلودگی هوا و استفاده از مزایای پیشرفت‌های صنعت بادی در جهان، تصمیم به توسعه نیروگاه‌های بادی در مقیاس بزرگ گرفت. برای دستیابی به این اهداف سازمان انرژی‌ها نو ایران (سانا) توسط معاونت امور انرژی

وزارت نیرو تأسیس شد. براساس سند چشم‌انداز بیست ساله رقمی معادل ۱۶۹۰ مگاوات مزارع بادی باید راه‌اندازی شود ولی تاکنون تنها ۷۳/۷۲ مگاوات برق بادی در دست بهره‌برداری است. بر این اساس سانا به طور جدی تصمیم دارد تا ظرفیت برق بادی ایران را به طور گسترده‌ای توسعه دهد. در این نوشتار عناوین پروژه‌ها و راهبردهای توسعه برق بادی ایران، ارائه شده است.

وضعیت نیروگاه‌های بادی در ایران

پس از خرید و نصب ۲ دستگاه توربین مذکور، سانا توربین‌های



ایران واقع شده است. قسمت بادخیز این استان، دامنه کوه‌های بینالود در همسایگی شهر نیشابور است. تعداد و ظرفیت توربین‌های بادی در دست بهره‌برداری در جدول (۱) قابل مشاهده است. همان‌گونه که مشاهده می‌شود توربین‌های بادی با ظرفیت بیش از یک مگاوات در ایران وجود ندارد اما سانا تصمیم گرفته است تا توربین‌های با ظرفیت چند مگاوات را خریداری و نصب کند. تولید داخلی این توربین‌ها نیز در دست بررسی و مطالعه است.

احداث و نگهداری مزارع بادی

در نخستین مزارع بادی، از همکاری‌های کشورهای خارجی بهره گرفته شد. ولی در حال حاضر دانش کامل طراحی مزارع بادی شامل مکان‌یابی، تعیین آرایش توربین‌ها، طراحی مکانیکی و الکتریکی و نصب توربین‌های بادی در داخل کشور موجود است. به عنوان نمونه طراحی و ساخت سایت بینالود، سیاه‌پوش و بخشی از مزرعه بادی منجیل به طور کامل توسط مهندسان ایران انجام شده است. همچنین تعمیر و نگهداری توربین‌های بادی توسط متخصصین داخلی انجام می‌شود.

تولید و ساخت توربین‌های بادی

پس از واردات نخستین توربین‌های بادی از شرکت‌های خارجی، دولت ایران تصمیم گرفت تا توربین‌های بادی را برای بازار داخلی و همچنین صادرات تولید کند. بنابراین کارخانه صبا نیرو به صورت سهامی خاص در سال ۲۰۰۰ به عنوان نخستین و تنها سازنده توربین‌های بادی در ایران و خاورمیانه تأسیس شد. این کارخانه توربین‌های بادی با ظرفیت‌های ۳۰۰، ۵۵۰ و ۶۶۰ کیلووات را همان‌گونه که در جدول (۲) نشان داده شده، تولید کرده است. در حال حاضر

بادی جدیدی به ظرفیت‌های ۳۰۰، ۵۵۰ و ۶۶۰ کیلووات را به یک کارخانه خصوصی سازنده توربین‌های بادی به نام صبا نیرو سفارش داد. در حال حاضر ایران دارای ۵ مزرعه بادی در ۳ استان کشور است که برخی از آن‌ها در دست تأسیس هستند. این استان‌ها عبارتند از: گیلان، قزوین و خراسان رضوی. ظرفیت کنونی و نیز ظرفیت آتی مزارع بادی ایران در جدول (۱) شرح داده شده است:

روند احداث و توسعه نیروگاه‌های بادی در کشور نیز در نمودار (۱) ترسیم شده است همان‌طور که دیده می‌شود در سال ۲۰۰۷ سانا، ۱۹ مگاوات توربین بادی نصب کرده است.

مزارع بادی استان گیلان - مناطق بادخیز این استان عبارتند از منجیل، رودبار و هرزویل، این مناطق بین سیستم‌های کم‌فشار و پرفشار جو واقع شده‌اند که جریان‌های قدرتمند و دائمی باد را به نام کانال باد منجیل ایجاد می‌کند. سرعت متوسط سالیانه باد در این کانال ۷ تا ۱۱ متر بر ثانیه است. سه مزرعه بادی در کانال باد منجیل واقع شده‌اند که عبارتند از: منجیل، رودبار و مزرعه بادی هرزویل.

مزارع بادی استان قزوین - این استان در جنوب استان گیلان واقع شده است. مزرعه بادی سیاه‌پوش در این استان در انتهای کانال باد منجیل قرار گرفته و از پتانسیل خوبی برخوردار است. نصب توربین‌های بادی ۶۶۰ کیلوواتی از سال ۲۰۰۶ در این منطقه آغاز شده است.

مزارع بادی استان خراسان رضوی - این استان در شمال شرقی

جدول (۱): مشخصات مزارع بادی ایران

مزارع بادی نام مزرعه	موجود		برنامه نصب
	تعداد توربین	ظرفیت توربین (کیلووات)	
منجیل	۱۵	۳۰۰	ظرفیت توربین (کیلووات)
	۱	۵۰۰	
	۱۵	۵۵۰	
	۱	۶۰۰	
	۲۲	۶۶۰	
	جمع ظرفیت (مگاوات)	۲۸/۳۷	
هرزویل	۱۲	۳۰۰	۶۰۰
	جمع ظرفیت (مگاوات)	۳/۶	جمع ظرفیت
رودبار	۱	۵۰۰	
	۳	۵۵۰	۶۰۰
	جمع ظرفیت	۲/۱۵	جمع ظرفیت
سیاه بیسه	۱۷	۶۶۰	۶۶۰
	جمع ظرفیت (مگاوات)	۱۱/۲۲	جمع ظرفیت
بینالود	۴۳	۶۶۰	۲۶/۴
	جمع ظرفیت (مگاوات)	۲۸/۳۸	
	جمع کل (مگاوات)	۷۳/۷۲	۲۸/۳۸

جدول (۲): توربین‌های تولیدی شرکت صبا نیرو

در حال ساخت		ساخته شده		تعداد	
۸۴	۸۲	۱۰	۱۰		
ظرفیت (کیلووات)		۶۶۰	۵۵۰	۳۰۰	

اطلس باد ایران

سانا پروژه اطللس بادی ایران را در سال ۲۰۰۵ آغاز کرد. این پروژه توسط شرکت‌های مشاور (ایران) و لاماير (آلمان) در حال پیگیری است. نرم‌افزارهای Windpro و Klimm در این پروژه مورد استفاده قرار گرفته‌اند و بیش از ۶۰ ایستگاه هواشناسی در سراسر کشور در جریان این پروژه راه‌اندازی شده است. گردآوری داده‌های این ایستگاه‌ها هم به صورت استقرار در محل و هم از راه دور به

شرکت صبا نیرو تولید بسیاری از قسمت‌های توربین مانند برج، ماشین‌خانه (ناسل)، تویی پره (هاب)، هاسینگ (مجموعه قسمت‌های ساکن توربین) و پره‌های توربین را، انجام می‌دهد. همچنین صبا نیرو در حال فعالیت به منظور دستیابی کامل و متمرکز به تولید سایر قطعات توربین مانند گیربکس و ژنراتور است. هدف اصلی این کارخانه طراحی و ساخت توربین‌های بادی ۱/۵ مگاواتی بوده و مرکز تحقیقات و توسعه صبا نیرو در حال کار بر روی این موضوع است. همچنین سانا یک توربین بادی به نام کامی ۶۰۰ (KAMI 600) را طراحی و ساخته است که در سال ۲۰۰۱ در منطقه بابائیان منجیل نصب شده است. این توربین بادی ساخت داخل، هم اکنون فعال است و با راه‌اندازی آن دانش و تجربه مهندسی و متخصصین ایرانی ثابت شد ولی این فرایند هرگز منجر به تکمیل خط تولید نگشت.



راهبرد انرژی بادی در ایران

انجام رسیده و تاکنون ویرایش صفر این اطللس باد منتشر شده که پتانسیل خوب انرژی باد در ایران را رقمی بیش از ۳۰۰۰۰ مگاوات تخمین می‌زند.

در حال حاضر داده‌برداری یک ساله به پایان رسیده است و اولین ویرایش اطللس باد ایران بزودی منتشر خواهد شد. البته داده‌برداری ادامه خواهد داشت تا دقت اطللس ارتقاء یابد و این اطلاعات در برنامه‌ریزی و نصب مزارع بادی جدید بکار گرفته شود.

در حال حاضر ظرفیت کل نیروگاه‌های بادی نصب شده در ایران ۷۳/۷۲ مگاوات است که فاصله زیادی تا نصب ۱۶۹۰ مگاوات تا سال ۲۰۲۵ دارد. بر پایه سند چشم‌انداز بیست ساله جمهوری اسلامی ایران تا پایان سال ۲۰۲۵ ایران باید سالانه ۹۰ مگاوات مزرعه بادی تأسیس کند. برای دستیابی به این هدف سانا بر روی اطللس باد ایران، طراحی و ساخت توربین‌های مقیاس مگاواتی و زمینه‌سازی شرایط مساعد برای سرمایه‌گذاری بخش خصوصی متمرکز شده است.

جدول (۳): مزارع بادی خصوصی در برنامه ساخت (ظرفیت مگاوات)

نام مکان	برق قائم ۱	برق قائم ۲	مهتاب گستر	رویاب	ارگ جم	توان پیدار	فجرسدید	شهاب جنوب	فراگامان
جرندق	۱۰۰	۱۰۰	سیاه پوش	بیثالود	توتکابن	سیاه پوش	نهندان	چابهار	زاهدان
ظرفیت	۱۰۰	۱۰۰	۱۲۳	۱۰۰	۹	۲۰	۱۰	۱۰	۱۰

و تجهیزات و هزینه‌ها را نیز ارزیابی کرده است. در مرحله بعد سانا قصد دارد تا شرکت‌های مشاور بین‌المللی را برای مطالعات جزئی و طراحی انتخاب کند.

جمع‌بندی

اگرچه دولت ایران در توسعه برق بادی و مشارکت بخش خصوصی مربوطه جدی است ولی این مهم تنها در صورت تبادلات بین ایران



و صنعت برق بادی جهانی امکان‌پذیر است. فرصت‌های جدید و گسترده‌ای برای مشارکت کشورهای متخصص در صنعت برق بادی در ایران و موارد بسیار دیگر وجود دارد. ■
منبع: ماهنامه صنعت برق شماره ۱۵۸

سیاست‌های حمایتی

بدون شک برای توسعه و ارتقاء ظرفیت تولید برق بادی در ایران به سیاست‌های جذاب و محرک نیاز است. از این رو سانا به عنوان عامل دولتی، قانون خرید تضمین انرژی‌های نو را به اجرا در آورده است. براساس این قانون، سانا برق تولید شده از منابع انرژی‌های تجدیدپذیر شامل برق بادی را به ازاء هر کیلو وات ساعت در ساعات عادی و پیک یا حداکثر مصرف، معادل ۴/۵ سنت یورو یا ۶۵۰ ریال و در ساعات کم مصرف (حداکثر ۴ ساعت در روز) معادل ۳/۱ سنت یورو یا ۴۵۰ ریال خریداری می‌کند. سانا در تلاش است تا این قانون را تغییر داده و قیمت‌ها را برای شرایط جدید افزایش دهد. سیاست‌های مساعد مذکور بخش خصوصی را به توسعه تولید برق بادی تشویق کرده است. در حال حاضر برخی از سرمایه‌گذاران در بخش خصوصی قراردادهایی را براساس قانون خرید تضمینی برق از منابع تجدیدپذیر به امضاء رسانده‌اند. بنابراین آن‌ها مزارع بادی را بدون سرمایه‌گذاری دولت ساخته و برق تولید را به سانا می‌فروشند. مشخصات مزارع بادی غیر دولتی که احداث خواهند شد نیز به شرح (۳) است.

اما این سرمایه‌گذاران در دریافت توربین‌های بادی موردنیاز خود مشکلاتی دارند. در حال حاضر تنها تولیدکننده توربین‌های بادی ایران، شرکت صبائرو فقط توانایی تولید توربین‌هایی با ظرفیت ۶۶۰ کیلووات را داراست و بخش غیردولتی جهت برخورداری از سود بیشتر، خواهان توربین‌هایی با ظرفیت چند مگاوات است که اگر مشکل تأمین این توربین‌ها رفع شود ظرفیت نیروگاه‌های بادی در ایران به سرعت رشد خواهد کرد.

سانا معتقد است که یکی از اصلی‌ترین اهدافی که به صورت جدی بر رشد برق بادی در کشور مؤثر است بومی‌سازی تولید توربین‌های بادی است. سانا پروژه‌ای ۴ ساله با نام طراحی و ساخت توربین‌های بادی مگاواتی را با همکاری مؤسسه تحقیقات نیرو (NRI) از سال ۲۰۰۸ آغاز کرده است. سانا امیدوار است و انتظار دارد که ایران با اتمام این پروژه نه تنها قادر به تأمین نیازهای بازار داخلی باشد بلکه توربین‌های بادی را به کشورهای همسایه نیز صادر کند.

مرکز تحقیق و توسعه انرژی بادی

یکی از پروژه‌های اصلی سانا در مورد انرژی بادی تأسیس مرکزی برای تحقیق و توسعه انرژی بادی است. سانا معتقد است که برای حرکت پایدار در مسیر فناوری جهانی انرژی بادی و توسعه پایدار، باید از دانش روز بهره‌مند بود و برخورداری از مرکز تحقیق و توسعه به حل مشکلات مزارع بادی و یافتن بهترین راه برای رشد و توسعه آن‌ها کمک می‌کند. سانا مطالعات امکان‌سنجی پروژه اخیر را به اتمام رسانده و همچنین مراکز مشابه را مورد مطالعه قرار داده