



به اهتمام محمد تقیولو، دانش آموخته
 دانشکده فنی دانشگاه تبریز
 دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی
 مکانیک گرایش تبدیل انرژی
 دانشگاه تهران

بررسی و معرفی

منابع تجدیدپذیر انرژی در ایران

۱. مقدمه

دسترسی کشورهای در حال توسعه به انواع منابع جدید برای تداوم توسعه آنها اهمیتی کلیدی دارد اما توجه به ذخایر انرژی فسیلی پایان پذیر و افزایش سطح انرژی در جهان امروز و تهی شدن آنها، چه کشورهای صادرکننده حامل انرژی و یا کشورهای واردکننده، با نگرانی عمده‌ای روبه‌رو بوده و بیشتر کشورها به شکلی روزافزون به منابع پایان‌ناپذیر انرژی و سازگار با محیط زیست - نظیر انرژی‌های بادی، خورشیدی، زمین‌گرمایی و زیست‌توده (بیوماس) - روی آورده‌اند. به گونه‌ای که در پایان نخستین دهه هزاره سوم این منابع، بنا بر شماری برآوردها، دست کم ده درصد نیاز انرژی جهان را تأمین خواهند کرد.

در کشور ما با توجه به سیاست‌های تولید نفت، فاصله‌گیری از خام‌فروشی و روی‌آوری به سمت تولید فرآورده‌ها و کالاهایی با منشأ انرژی فسیلی اما با ارزش افزوده بالاتر و از سوی دیگر مواردی چون تنوع اقلیمی، میزان روزهای آفتابی در طول سال، محدودیت‌های برق‌رسانی به نقاط سخت‌گذر و وجود پتانسیل و توانش‌هایی چون انرژی زمین‌گرمایی و باد، بهره‌گیری از منابع پایان‌ناپذیر تولید انرژی (انرژی‌های نو) سبب شده تا دولت برنامه‌هایی جامع را برای شناخت این توانش‌ها در نظر بگیرد و در این راستا سازمان‌ها و مراکز پژوهشی برای بررسی توجیهی فنی و اقتصادی این انرژی‌ها تأسیس شوند. باید دانست که سازمان ملل متحد در راستای توسعه پایدار و در قالب برنامه توسعه هزاره نقشی ویژه برای منابع تجدیدپذیر انرژی قائل شده است.

ایران دارای دومین منابع گسترده نفت و گاز و پتانسیل عمده انرژی‌های نو است اما به هر شکل کشور کم‌آبی است و نیروگاه‌های آبی بزرگ دارای پتانسیل محدودی هستند. لذا در چشم‌انداز درازمدت جانشین دیگری غیر از منابع تجدیدپذیر دیده نمی‌شود. این منابع به لحاظ فناوری ساخت و بهره‌برداری، مسائل زیست‌محیطی، امکان دستیابی و توزیع جغرافیایی مشخصه‌های خود را دارند و نکته مهم آن است که امکان ایجاد

و توسعه آنها به لحاظ فناوری‌های مورد نیاز به نسبت ساده‌تر بوده باعث کاهش خروج ارز و افزایش انتقال مولد می‌شود. به این شکل در تدوین برنامه‌ای جامع و انتخاب راهکارهای مناسب این موارد مطرح است:

- پتانسیل هر کدام از منابع و حامل‌های انرژی تجدیدپذیر در کشور
- شناسایی و انتخاب مناطق مناسب و توجیه‌پذیر به لحاظ اقتصادی و فنی
- برنامه‌ریزی، نحوه و ظرفیت سرمایه‌گذاری و مشخص کردن اولویت هر یک از منابع تجدیدناپذیر
- تدوین برنامه جامع آینده انرژی‌های تجدیدپذیر
- تدوین برنامه گسترده برای توسعه فناوری‌های مربوط به این منابع انرژی

بررسی‌ها نشان داده‌اند در ازای هر یک کیلووات ساعت برق تولیدی از منابع انرژی نو به جای ذغال سنگ از انتشار یک کیلوگرم CO_2 جلوگیری می‌شود.

۲. انرژی بادی

ایران به دلیل موقعیت جغرافیایی خود از پتانسیل انرژی بادی مناسبی بهره‌مند است. علاوه بر مناطق ساحلی توانمندی و پتانسیل احداث مزارع بادی در مناطق فراساحلی خلیج فارس نیز وجود دارد. به همین دلیل برنامه‌ریزی فعالیت‌های تحقیق و توسعه برای شناسایی مناطق مناسب و بهره‌برداری از این منابع مد نظر است.

در پروژه اطلس باد سراسر ایران که به منظور تعیین سهم باد در سبد کل انرژی در ایران و تهیه اطلاعات مطمئن و منسجم برای سرمایه‌گذاران با همکاری "سازمان انرژی‌های نو ایران"، وابسته به وزارت نیرو طبق استانداردهای جهانی فعال شده و مناطق مناسب برای بهره‌برداری از قدرت باد که دارای توجیه اقتصادی نیز هست - مشخص گشته است. مطالعات و محاسبات انجام‌شده در زمینه تخمین پتانسیل انرژی باد در ایران نشان داده‌اند که تنها در ۲۶ منطقه از کشور (شامل بیش از ۴۵ سایت

مناسب) میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها، با در نظر گرفتن یک راندمان کلی ۲۳٪، در حدود ۶۵۰۰ مگاوات می‌باشد. و این در شرایطی است که ظرفیت اسمی کل نیروگاه‌های برق کشور در حال حاضر حدود ۵۰۰۰۰ مگاوات برآورد می‌شود. در سال ۲۰۰۴ میلادی تنها ۲۵ مگاوات از ۳۳۰۰۰ مگاوات برق تولیدشده در ایران با استفاده از انرژی بادی تولید شده بود. در سال ۲۰۰۶ میلادی سهم برق تولیدشده در ایران با استفاده از انرژی بادی ۴۵ مگاوات بود (رتبه سی‌ام در دنیا) که به نسبت سال ۲۰۰۵ رشد چهار درصدی را نشان می‌داد. در سال ۲۰۰۸ میلادی نیروگاه بادی منجیل (گیلان) و بینالود (خراسان رضوی)، ظرفیت ۱۲۸ مگاوات برق را داشته‌اند. ظرفیت برق بادی در ایران در سال ۲۰۰۹ میلادی ۱۳۰ مگاوات ساعت بوده است.

در سال ۱۳۸۵ با توجه به طبیعت سوخت‌های فسیلی و پایان‌پذیر آن عوامل انگیزشی متعددی برای پیشرفت بهبود شرایط تولید برق بادی در نظر گرفته شده است. دولت جمهوری اسلامی ایران به‌منظور تشویق استفاده مفید از منابع مختلف انرژی سیاست‌های جدیدی را در پیش گرفته و طرح افزایش سهم انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق را ارائه داده است. سازمان انرژی نو ایران (SANA) که در سال ۱۳۷۸ تأسیس شده است، مطالعات متعددی را در خصوص بررسی و برآورد منابع بادی انجام داده و مزارع بادی آزمایشی به‌منظور امکان‌سنجی فنی انرژی بادی احداث کرده است. دولت علاوه بر تمرکز بر تخصیص ضمانت‌های خرید برای برق تجدیدپذیر با توجه به دائمی‌بودن انرژی بادی در نظر دارد در آینده سرمایه‌گذاری بیشتری در توسعه این انرژی انجام دهد و همچنین گذشته از سرمایه‌گذاری در طرح‌های آزمایشی احداث یک مزرعه بادی ۳۰۰ مگاوات را در دست بررسی دارد. به دلیل مزیت‌های زیست‌محیطی و جنبه اقتصادی توسعه مزارع بادی حمایت از سرمایه‌گذاری در این بخش در شمار برنامه‌های دولت است.

۳. پایه تولید

توربین‌های اولیه مزرعه بادی ایران در سال ۱۳۷۹ از سوی دولت وارد شد. اما پس از آن یک پایه قوی در قالب یک شرکت به عنوان اولین و تنها دارنده توربین‌های بادی در ایران در همان سال گذاشته شد و این شرکت فعالیت خود را آغاز کرد.

هدف این شرکت طراحی، توسعه و تولید توربین‌های بادی با آخرین فناوری‌های جهان طبق استانداردهای جهانی همچون ISO 12000-900 در سیستم مدیریت کیفیت، گواهی 12004-ISO1400 در سیستم مدیریت محیط زیست و گواهینامه 11999-OHSAS1800 در سیستم مدیریت ایمنی شغلی در طراحی، تولید و خدمات پس از فروش برعهده دارد.

در حال حاضر سازمان انرژی‌های نو ۱۴۳ دستگاه توربین بادی ۳۰۰، ۵۵۰، ۶۶۰ کیلووات برای احداث مزرعه بادی ۹۰ مگاواتی در مناطق "منجیل"، "هرزویل"، و "سیاهپوش" استان گیلان، شرکت توانیر ۴۳ دستگاه توربین باد ۶۶۰ کیلووات برای احداث مزرعه بادی ۲۸/۳ مگاوات در "بینالود" خراسان و شرکت سانیر ۴ دستگاه توربین بادی ۶۶۰ کیلووات برای نصب در سایت "پوشکین پاس" ارمنستان را از شرکت یاد شده تهیه کرده‌اند.

۴. انرژی فتوولتائیک

انرژی فتوولتائیک تبدیل نور خورشید به الکتریسیته از طریق یک سلول فتوولتائیک (PVS) می‌باشد، که به‌طور معمول یک سلول خورشیدی

نامیده می‌شود. سلول خورشیدی یک ابزار غیرمکانیکی است که معمولاً از آلیاژ سیلیکون ساخته می‌شود. نور خورشید از فوتون‌ها یا ذرات انرژی خورشیدی ساخته شده‌است. این فوتون‌ها که مقادیر متغیر انرژی را شامل می‌شوند، درست مشابه با طول موج‌های متفاوت طیف‌های نوری هستند. وقتی فوتون‌ها به یک سلول فتوولتائیک برخورد می‌کنند، ممکن است منعکس شوند، مستقیم از میان آن عبور کنند و یا جذب شوند. فقط فوتون‌های جذب‌شده انرژی را برای تولید الکتریسیته فراهم می‌کنند. وقتی که نور خورشید کافی یا انرژی توسط جسم نیمه‌رسانا جذب شود، الکترون‌ها از اتم‌های جسم جدا می‌شوند. (به دلیل اینکه آخرین الکترون یک اتم با گرفتن انرژی فوتون به لایه بالاتر رفته و می‌تواند از میدان پروتون خلاص شده و آزادانه در نیمه‌رسانا حرکت کند.) رفتار خاص سطح جسم در طول ساختن

باعث می‌شود سطح جلویی سلول که برای الکترون‌های

آزاد بیشتر پذیرش یابد. بنابراین الکترون‌ها به‌طور طبیعی به

سطح مهاجرت می‌کنند. زمانی که الکترون‌ها موقعیت n را ترک می‌کنند، سوراخ‌هایی شکل می‌گیرد. تعداد الکترون‌ها زیاد بوده و هر کدام یک بار منفی را حمل می‌کنند و به طرف جلو سطح سلول پیش می‌روند، در نتیجه عدم توازن بار بین سلول‌های جلویی و سطوح عقبی یک پتانسیل ولتاژ شبیه قطب‌های مثبت و منفی یک باتری ایجاد می‌شود. وقتی که دو سطح از میان یک راه داخلی مرتبط می‌شود، الکتریسیته جریان می‌یابد. سلول فتوولتائیک قاعده بلوک ساختمان یک سیستم PV است. سلولهای انفرادی می‌توانند در اندازه‌هایی از حدود ۱cm تا ۱۰cm از این سو به آن سو متغیر باشند. با وجود این، توان ۱ یا ۲ وات تولید می‌کند، که برای بیشتر کار بردها این مقدار از انرژی کافی نیست. برای اینکه بازده انرژی را افزایش دهیم، سلول‌ها به‌طور الکتریکی به داخل هوای بسته یک مدول سخت مرتبط می‌شود. مدولها می‌توانند بیشتر برای شکل‌گیری یک آرایش مرتبط شوند. اصطلاح آرایش به کل صفحه انرژی اشاره می‌کند، اگر چه آن از یک یا چند هزار مدول ساخته شده باشد، آن تعداد مدول‌های مورد نیاز می‌توانند به هم مرتبط شوند برای اینکه اندازه آرایش مورد نیاز (تولید انرژی) را تشکیل دهند. اجرای یک آرایش فتوولتائیک به انرژی خورشید وابسته است. شرایط آب و هوایی (همانند ابر و مه) تاثیر مهمی روی انرژی خورشیدی دریافت شده توسط یک آرایش PV و در عوض، اجرایی آن دارد. موفقیت PVS در فضا کاربردهای تجاری برای تکنولوژی PVS تولید کرد. ساده‌ترین سیستم‌های فتوولتائیک انرژی تعداد زیادی از

شده است. تأمین برق تونل شماره ۶ سد امیرکبیر کرج از طریق سیستم فتوولتائیک صورت می‌پذیرد. در دامنه البرز جنوبی و سایت طالقان نیز از این سیستم برای تولید ۳۰ کیلووات برق استفاده می‌شود. نیروگاه خورشیدی ۲۵۰ کیلووات شیراز بزرگ‌ترین پروژه برق خورشیدی کشور است.

۶. انرژی زمین‌گرمایی

مرکز زمین بنا به محاسبات حدود ۴۰۰۰ درجه سانتی‌گراد حرارت دارد این مرکز به‌عنوان یک منبع حرارتی عمل می‌کند و موجب تشکیل و پیدایش مواد مذاب یکپارچه با درجه حرارت ۱۲۰۰-۶۵۰ درجه سانتی‌گراد در عمق ۱۰۰-۸۰ کیلومتری از سطح زمین می‌شود. به‌طور میانگین میزان انتشار این حرارت از سطح زمین که یک فرآیند مستمر است معادل ۸۲ میلی‌وات در واحد سطح است که با در نظر گرفتن سطح کل زمین مجموع اتلاف حرارت آن معادل ۴۲ میلیون مگاوات است. این میزان حرارت غیرعادی عامل اصلی پدیده‌های زمین‌شناسی مانند فعالیت‌های آتشفشانی، ایجاد زمین‌لرزه‌ها و پیدایش کوه‌ها می‌باشد. امروزه با بهره‌گیری از فناوری موجود تنها بخش کوچکی از این منبع سرشار مهار شده و به‌طور اقتصادی قابل بهره‌برداری است. بنابراین انرژی زمین‌گرمایی (ژئوترمال) همان انرژی قابل استحصال از پوسته جامد زمین است. به تعبیر دیگر این انرژی از حرارت حاصل از تجزیه مواد رادیواکتیو، هسته مذاب کره زمین کره‌زایی و واکنش‌های درون زمین قرار می‌گیرد و تقریباً در همه‌جا، در قسمت‌های کم‌عمق زمین وجود دارد و درجه حرارت آن ۱۶-۱۰ درجه سانتی‌گراد است.

از این انرژی در دو بخش کاربرد نیروگاهی (غیرمستقیم) و غیرنیروگاهی (مستقیم) استفاده می‌شود. در سال ۲۰۰۰ حجم تولید برق و حرارت از انرژی زمین‌گرمایی در جهان به ۴۹۲۶۱/۶۵ گیگاوات ساعت برق رسید. تولید برق از منابع زمین‌گرمایی هم‌اکنون در ۲۲ کشور جهان صورت می‌گیرد و مجموع ظرفیت نصب‌شده به بیش از ۸۰۰۰ مگاوات می‌رسد.

در ایران پتانسیل سنجی انرژی زمین‌گرمایی در کل کشور صورت گرفته و مناطق دارای پتانسیل شناسایی شده‌اند که عبارتند از: تفتان، بزمان، ناینندان، طیس، فردوس، تکاب، بیجار، خور، بیابانک، اصفهان، محلات، رامسر، بندرعباس، میناب، بوشهر، کازرون و لار. همچنین منطقه دماوند در سال ۱۳۸۳ برای سنجش میزان انرژی زمین‌گرمایی مورد بررسی قرار گرفت. فاز اول پتانسیل سنجی در خوی و بوشلی (جنوب سبلان) تمام شده قرار است از این مخازن که در عمق ۵۰۰ متری بیش از ۱۰۰۰ درجه حرارت دارد، برای تولید برق، استحصال CO₂ (به‌صورت مایع و خشک)، ایجاد سردخانه صنعتی و گرم کردن اماکن مسکونی هم‌جوار استفاده شود. از پروژه‌های دیگر در دست اجرا ساخت نیروگاه ۵۵ مگاوات زمین‌گرمایی در ناحیه سبلان است که در دو مرحله انجام می‌گیرد. مرحله اول شامل اکتشاف و ارزیابی پتانسیل نیروگاهی میدان زمین‌گرمایی سبلان به‌منظور انجام مقدمات لازم برای ساخت و راه‌اندازی زمین‌گرمایی برای نخستین بار در کشور و مرحله دوم توسعه میدان زمین‌گرمایی برای ساخت نیروگاه است.

ایران توانمندی بالقوه بالایی در استفاده از انرژی‌های نو دارد و با آشنایی بیشتر و تسلط علمی و تکنیکی و تأمین اعتبار طرح‌های انرژی نو و گسترش مطالعات و خروج از فاز مطالعاتی و رسیدن به فاز اجرایی می‌تواند بستر لازم برای استفاده بیشتر از این پدیده‌های طبیعی پایان‌ناپذیر و مقرون بصره را فراهم ایجاد کند.

ماشین حساب‌های کوچک و ساعت‌های مچی را که روزانه مورد استفاده قرار می‌گیرد، تأمین می‌کند. بیشتر سیستم‌های پیچیده الکترونیته را برای پمپاژ آب، انرژی ابزارهای ارتباطی، و حتی فراهم کردن الکترونیته برای خانه‌هایمان فراهم می‌کنند. خصوصیت مدولی انرژی فتوولتائیک اجازه می‌دهد به‌طور سریع آرایش‌ها در هر اندازه مورد نیاز یا اجازه داده شده نصب شوند. سلولهای فتوولتائیک، همانند باتری‌ها، جریان مستقیم (DC) را تولید می‌کنند که به‌طور عمومی برای موارد کوچکی مورد استفاده است (ابزار الکترونیک). راندمان سلولهای فتوولتائیک در سال ۲۰۱۰ حدود ۱۷٪ می‌باشد و توان آن در تابش مستقیم آفتاب (۱۰۰۰ وات بر مترمربع) به ازای هر مترمربع حدود ۱۷۰ وات است.

۵. انرژی خورشیدی

ایران به دلیل قرار گرفتن روی کمربند خورشیدی جهان یکی از کشورهای است که از تابش نور خورشید با قدرت و توان مطلوب برخوردار بوده از مناطق بسیار مستعد برای بهره‌گیری از این انرژی است. میزان تابش متوسط روزانه آفتاب به ۴ کیلووات ساعت بر مترمربع می‌رسد و متوسط تعداد ساعات آفتابی به ۲۸۰۰ ساعت در سال (در یزد تا ۳۲۰۰ ساعت در سال) می‌رسد. ایران به دلیل آنکه اکثر نقاط آن در آن در ارتفاعی بیش از ۱۰۰۰ متر از سطح دریا قرار دارند کوهستانی است و توان دریافتی از تابش نور خورشید آن بالاست. مناطقی که دارای پتانسیل بالایی برای انرژی خورشیدی هستند، عبارتند از: شیراز، تهران، خراسان، یزد و سمنان. هرچند هزینه استفاده از انرژی خورشیدی بسیار بالاست اما امروزه در سیاستگذاری‌ها فقط سیستم‌های خورشیدی در نظر گرفته نمی‌شوند بلکه فواید حاصل از به‌کارگیری آنها نیز به دلیل کاهش آلودگی محیط زیست مد نظر قرار می‌گیرد.

یک مورد استفاده از انرژی خورشیدی تأمین برق و نیازهای الکتریکی خانواده‌های روستایی در مناطق دور از شبکه برق است. نمونه آن نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک "دریبد" در یزد است که در ۴۵ کیلومتری این شهر در منطقه‌ای کوهستانی در دل کویر قرار دارد و ظرفیت آن ۱۲ کیلو وات قابل افزایش تا ۴۰ کیلووات است. در سال ۱۳۸۴ این سایت ۱۸۰۰۰ کیلووات ساعت برق تولید کرد. نیروگاه خورشیدی فتوولتائیک کویر معلمان سمنان در ۱۲۰ کیلومتری جنوب دامغان دارای ظرفیت ۹۷ کیلووات بوده به منظور جبران کاهش ولتاژ و توان شبکه فشار ضعیف روستا شناخته

