بهینه سازی انرژی و جذب انرژی خورشیدی در ساختمان های مسکونی

Optimize energy and absorb solar energy in the building

نویسندگان :

دکترحیدر دشتی ناصر آبادی (عضو هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد چالوس)

محسن قلی زاده تلابنی کارشناسی ارشد مهندسی عمران – مدیریت ساخت

کاوه مظفری کارشناسی ارشد مهندسی عمران – مدیریت ساخت

مقدمه نویسندگان :

انسان از بدو پیدایش، در پی استحصال منابع در جهت استفاده در رفاه خویش بوده است. رفاهی که با برهم زدن تعـادل طبیعت، وارد نـمودن آلودگی‌های مختلف به محیط‌زیست و آسـیب بر پیکره آن همراه شده است. این روند نه‌تنها منابع تجدید ناپـذیر و پایان یافتنـی انرژی را به‌سرعت تخریب می‌کند بلکـــه آلاینده‌های گوناگونی را در محیط‌های پذیرنده (آب – هوا و خاک) رها می‌سازد و این آثار نه‌تنها به یک منطقه خاص محـــدود نمی‌شود بلکه در بسیاری از موارد به‌صورت مشکلی فرامرزی و جهانی پدیدار می‌گردد. در این میان یگانه راه برون‌رفت از تنگناهای فوق‌الذکر، همانا برنامه‌ریزی همه‌جانبه به‌منظور ارتقـاء بهره‌وری در کلیه فعالیت‌های تولیدی، صنعتی و خدماتی می‌باشد و لـذا افزایش بهره‌وری انرژی و تغییر ساختار و کاهش مصرف انـرژی در جهت تقویت بخش‌های مولد از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. در میان آلاینده‌های محیط‌زیست آن‌هایی که از مصرف انرژی‌های فسیلی حاصل می‌شوند بیش از انواع دیگر انرژی موجب آلودگی محیط‌زیست می‌شود.

ایران کشوری درحال‌توسعه بوده که با رشد فزاینده جمعیت روبرو می‌باشد. پیشرفت و توسعه کشور در گروی دانش و فنّاوری و استفاده از فن‌آوری و انرژی‌های نو میسر می‌باشد. درحالی‌که در ۲۰ سال آینده روند تولید انرژی با توقف صادرات نفتی کند شده، ضرورت استفاده از انرژی‌های نو به‌عنوان انرژی جایگزین احساس می‌شود بطوریکه استفاده از انرژی‌های نو که یکی از در دسترس ترین انواع انرژی‌ها بشمار می‌رود امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشد. بحران انرژی فعلی و به‌ویژه در آینده، استفاده از انرژی‌های نو را در طول سالیان آتی امری اجتناب‌ناپذیر می‌کند. بدیهی است توسعه فن‌آوری‌های جدید بدون صدمه دیدن محیط‌زیست و مصرف بهینه و مدیریت مصرف، ضروری به نظر رسیده و امری اجتناب‌ناپذیر می‌باشند. در این راستا ارتقاء سطح زندگی جمعیت کنونی کشور ما نیاز به برنامه‌ریزی داشته و اقتصاد ملی را تحت‌الشعاع قرار خواهد داد. بهینه‌سازی مصرف، نوسازی زیرساخت‌ها و افزایش تولید، تأمین انرژی با مناسب‌ترین شیوه و افزایش راندمان انرژی از طریق استفاده از فن‌آوری‌های جدید میسر بوده و باید در جهت افزایش بهره‌وری، کاهش میزان اتلاف و هرز رفتن انرژی و تعدیل هزینه‌ها همراه باشد.

از طرفی فعالیت‌هایی درزمینه توسعه و تحقیق استفاده از این انرژی‌ها (آب، باد، دریا) و استفاده از CNG و اتانول، هیدروژن و سایر انرژی‌ها ضروری است احداث نیروگاه‌هایی که از انرژی تجدید پذیر استفاده می‌کنند و به‌طورکلی استفاده از انرژی‌های تحدید پذیر که هم‌اکنون از سیاست‌های ملی دولت می‌باشد انرژی موردنیاز میلیون‌ها واحدهای صنفی و صنعتی و واحدهای مسکونی و اماکن تجاری را تأمین نموده و این انرژی نیز می‌تواند ضامن ایمنی واحدهای استفاده‌کننده در کشور بوده و راندمان بالا و قابل‌اطمینانی را برای کشور نیز در برداشته باشد. به‌ویژه اینکه این انرژی نمی‌بایستی هیچ‌گونه آلـودگی زیست‌محیطی داشته و در جهت مهار گازهای گلخانه‌ای که جو زمین را آلوده می‌نماید سوق داده شود. به‌هرحال کشور ما روز بروز به انرژی بیشتری نیاز داشته و تجهیزات لازم را نیز می‌بایستی تهیه نموده و این توان در کشور وجود دارد که به اکتشاف، استخراج و تولید و از استفاده از انرژی موردبحث را انجام داده و به مهار و کنترل و جلوگیری آلودگی زیست‌محیطی بپردازد. امروزه قیمت فرآورده‌های نفتی (بنزین موتور، نفت سفید و نفتگاز) در کشور ما بسیار پائین بوده و مصرف انرژی با رشد بالایی مواجه که به نظر می‌رسد در کشور ما اعمال مدیریت توزیع انرژی ضروری است به عبارتی تنظیم میزان تولید و مصرف انرژی در حال حاضر و در هر زمان و به‌ویژه در کوتاه‌مدت و صرفه‌جوئی در انرژی و تنظیم تقاضا بر اساس نیاز به انرژی. ذخیره انرژی نیاز به برنامه‌ریزی داشته و تولید انواع انرژی به‌ویژه از نوع برقی از آب از ضروریات آینده در کشور می‌باشد.

بـخش خـانگی و تـجاری که عـمدتاً در ارتبـاط با مصارف انرژی واحدهای ساختمانی است، بیشتریـن سـهم را در مصرف انرژی دارا می‌باشد حدود ۳۵ درصد از کل مصرف انرژی هیدروکربوری کشور به بخش خانگی و تجاری تعلق دارد. بیشـتر مـصرف این بـخش بـه مـصرف وسـایـل گرمایشی و سرمایشی مـربوط اسـت و حامل اصـلی انرژی این بخش گاز طبیعی اسـت و سایر حامل‌های هیدروکربوری دیـگـر ازجمله نفت سـفید، نفـت گـاز و گاز مایع و نفت کوره چنانچه گاز طبیعی در دسترس نباشد نیز مـصرف می‌گردند. تلفات انرژی‌بخش ساختمان و مسکن عـمدتاً در ارتبـاط با چگـونگی سـاخت بنا و راندمان دستگاه‌ها و وسـایل انرژی بر است. در قدم اول هنگام سـاخت بنا تمهیدات صرفه‌جویی انرژی ازجمله: عایق‌های حرارتی، پنجره‌های دوجداره، درزبندی پنجره‌ها و درها و موارد مشابه می‌تواند سبب کاهش مصرف انرژی می‌گردد اما باید به فکر جایگزینی انرژی فسیلی مصرفی باانرژی پاک و تجدید پذیر باشیم.

در این کتاب به معرفی انواع انرژی‌های تجدید پذیر و میزان مصرف آن درکشورهای مختلف می‌پردازیم سپس به بررسی عوامل و پارامترهای مؤثر در استفاده بهینه از انرژی‌های فسیلی و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر می‌پردازیم.

فصل اول

معرفی انواع انرژی

مقدمه:

با به‌کارگیری آتش به‌عنوان تنها منبع انرژی، تحولی عظیم در استاندارد زندگی بشر در مقایسه با موجودات زنده دیگر که تنها منبع انرژی آن‌ها فقط از طریق جذب انرژی مواد غذایی بوده به وجود آمد. به‌طوری‌که امروز تمامی فعالیت‌های انسانی، وابسته به مصرف انرژی است و این انرژی موردنیاز از منابع گوناگون قابل تأمین است.

انرژی بسان خون و نیروی حیات‌بخش پیکر اقتصاد و جامعه بشری است. خانه‌ها و مدرسه‌هایمان را گرم و یا خنک می‌کند، بیمارستان‌ها را روشنی می‌بخشد و صنایع را با نیروی خویش به‌پیش می‌راند. انرژی به‌صورت گوناگون خود جوانب مختلف حیات وزندگی را برای ما و دیگر موجودات زنده این سیاره به ارمغان می‌آورد و این در حالی است که روشن کردن یک کلید برق تنها چیزی است که شاید آگاهانه و البته به‌ندرت در مورد آن بیندیشیم. امروزه در جهان درحال‌توسعه بیش از دو میلیارد انسان هنوز به سرویس‌ها و خدمات مدرن تأمین انرژی دسترسی ندارند و این در حالی است که تأمین خدمات انرژی پاک و اساسی برای دستیابی به توسعه پایدار و کاهش فقر و نیز برای تضمین سلامت جامعه بسیار ضروری است.

علاوه بر این دنیای امروز با چالش بزرگ دیگری نیز دست‌به‌گریبان است و این چالش جدی دورنمایی از اقلیم و اوضاع آب‌وهوای این سیاره است که در صورت تداوم روند کنونی مصرف سوخته‌ای فسیلی به مرز بحرانی خود وارد خواهد شد. مصرف انرژی‌های فسیلی و آزادسازی انرژی‌های نهفته در این قبیل سوخت‌ها علاوه بر فواید قابل‌توجه، میراث و ارمغان شومی نیز به همراه دارد و این ارمغان ناخواسته چیزی نیست جز گازهای به‌اصطلاح گلخانه‌ای که بسان یک تله حرارتی عمل می‌کنند. گازهایی نظیر دی‌اکسید کربن و متان همچون شیشه یک گلخانه اطراف سیاره زمین را احاطه کرده‌اند و بخش اعظم انرژی گرمایی خورشید را درون خود به دام می‌اندازند و به عبارتی یک گلخانه عظیم‌الجثه در فضا ایجاد می‌کند.

درگذشته از انرژی‌های تجدید پذیر استفاده می‌شده که از دلایل آن می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- ارزان نبودن تولید انرژی از انرژی فسیلی
- وجود محدودیت در دسترسی به منابع انرژی تجدید ناپذیر

مصرف بی‌رویه انرژی در درازمدت عواقب ناخوشایند و مضر را به همراه داشته که از این موارد می‌توان به آثار مخرب زیست‌محیطی مانند گرمایش زمین، تخریب لایه اوزون، تغییرات اقلیمی، نابودی محیط‌زیست و ... اشاره کرد

شناخت انرژی خورشیدی و استفاده از آن برای نیازهای مختلف به زمان‌های دور بازمی‌گردد. شاید به دوران سفالگری، در آن هنگام روحانیون معابد به کمک جام‌های بزرگ طلائی صیقل داده‌شده و پرتو خورشید، آتشدان‌های محراب‌ها را روشن می‌کردند. یکی دیگر از این کاربردها استفاده از انرژی خورشیدی برای باز و بسته نمودن درب‌ها در زمان مصر باستان است.

اما مهم‌ترین روایتی که درباره استفاده از خورشید بیان‌شده داستان ارشمیدس دانشمند و مخترع بزرگ یونان باستان است که ناوگان روم را با استفاده از انرژی حرارتی خورشید به آتش کشید. گفته می‌رود که ارشمیدس با نصب تعداد زیادی آیینه‌های کوچک مربعی شکل در کنار یکدیگر که روی یک‌پایه متحرک قرار داشته، پرتو

خورشید را از راه دور روی کشتی‌های رومیان متمرکز ساخته و به‌این‌ترتیب آن‌ها را به آتش کشیده است. در تاریخ ایران باستان نیز معماری سنتی ایرانیان باستان نشان‌دهنده توجه خاص آنان در استفاده صحیح و مؤثر از انرژی خورشید در زمان‌های قدیم بوده است.

باوجودآنکه انرژی خورشید و مزایای آن در قرون گذشته به‌خوبی شناخته‌شده بود ولی بالا بودن هزینه اولیه چنین دستگاه‌هایی ازیک‌طرف و عرضه نفت خام و گاز طبیعی ارزان از طرف دیگر سد راه پیشرفت این دستگاه‌ها شده بود. با افزایش قیمت نفت در سال ۱۹۷۳ کشورهای صنعتی به مسئله تولید انرژی از راه‌های دیگر (غیر از استفاده سوخته‌ای فسیلی) توجه جدی‌تری نمودند.

تعریف منابع انرژی:

منابع انرژی با توجه به منشان تولید به دودسته تقسیم می‌رود:

۱ - منابع تجدید ناپذیر[1]:

سوخت‌های فسیلی به‌طورکلی سه دسته‌اند: زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی. هر سه دسته چندین صد هزار سال قبل، حتی پیش از ظهور دایناسورها، شروع به شکل‌گیری کرده‌اند به همین خاطر است که به آن‌ها سوخت‌های فسیلی می‌گویند. دوره‌ای که این سوخت‌ها شروع به شکل‌گیری کردند را دوره‌ی کربنی فرو سمی[2] گویند که بخشی از دوران پالئوزوئیک بوده است. «کربنی فروس» نام خود را از کربن که مهم‌ترین عنصر تشکیل‌دهنده‌ی زغال‌سنگ و دیگر سوخت‌های فسیلی است .

دوره‌ی کربنی فروش از حدود ۲۸۶ تا ۳۶۰ میلیون سال پیش بوده است. در آن زمان، زمین پوشیده از باتلاق‌هایی بوده که با درختان عظیم، سرخس‌ها و دیگر گیاهان برگ‌دار پوشیده بوده است. آب‌ها و دریاها با جلبک (گیاهی که در آب‌های راکد شکل می‌گیرد) پوشیده بوده است.

شکل ۱: نحوه شکل‌گیری منابع فسیلی (پایه)

بعضی از منابع زغال‌سنگ در زمان دایناسورها وجود داشته است. مثلاً لایه‌های نازک کربن از اواخر دوره‌ی کرت است (یکی از دوره‌های زمین‌شناسی در حدود ۶۵ میلیون سال پیش) دوره‌ای که در آن تیراناسوروس رکس زندگی می‌کرد. اما اصلی‌ترین منابع سوخت‌های فسیلی مربوط به همان دوران کربنی فروش است.

[1] Nonrenewable resources
[2] Carboniferous

همان‌طور که درخت‌ها و گیاهان می‌مردند، در اعماق اقیانوس‌ها غرق و به‌تدریج دفن می‌شدند و لایه‌ای اسفنجی به نام «پیت» تشکیل می‌شد. بعد از گذشت صدها سال، پیت با شن و خاک رس و مواد معدنی دیگر پوشیده می‌رود این مواد معدنی به‌مرورزمان به‌نوعی صخره‌ی رسوبی تبدیل می‌شوند.

همین‌طور که لایه‌های بیشتری روی‌هم انباشته می‌شوند، وزنشان هم بیشتر می‌رود و پیت را تحت‌فشار قرار می‌دهند. لایه‌ی پیت آن‌قدر له و فشرده می‌رود تا آب آن تخلیه شود و بعد از میلیون‌ها سال تبدیل به زغال‌سنگ، نفت و گاز طبیعی گردد.

۱-۱ زغال‌سنگ:

زغال‌سنگ ماده‌ای سفت، سیاه و سنگ مانند است و از کربن، هیدروژن، اکسیژن، نیتروژن و مقداری گوگرد تشکیل‌شده است. سه دسته‌ی عمده از زغال‌سنگ وجود دارد: انتراسیت، قیری و قهوه‌ای. زغال‌سنگ انتراسیت سخت‌ترین نوع زغال‌سنگ است و کربن بیش‌تری هم دارد که باعث می‌رود انرژی ذخیره‌شده در آن‌هم بیش‌تر باشد. زغال قهوه‌ای، نرم‌ترین زغال‌سنگ است اما بیش‌ترین اکسیژن و هیدروژن را دارد. زغال‌سنگ قیری چیزی بین این دو نوع است. امروزه ماده‌ی اصلی سازنده‌ی زغال‌سنگ، یعنی پیت، در بسیاری از کشورهای دنیا یافت می‌رود و حتی به‌عنوان منبع انرژی مورداستفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۲: زغال‌سنگ

تاریخچه استفاده از زغال‌سنگ:

اولین بار در چین بود که از زغال‌سنگ استفاده کردند. زغال‌سنگی که از معدن فو-شون در شمال شرقی چین به‌دست‌آمده بوده، در حدود ۳۰۰۰ سال پیش برای ذوب مس مورداستفاده بوده است. چینی‌ها به زغال‌سنگ به چشم سنگی نگاه می‌کردند که می‌تواند آتش بگیرد.

زغال‌سنگ در ایالت‌های جنوبی آمریکا و هم‌چنین در مناطق مختلف کره‌ی زمین پیدا می‌رود. برای استخراج زغال‌سنگ از زیرزمین شیوه‌های مختلفی وجود دارد. بعضی از معادن زغال‌سنگ به‌طور افقی یا عمودی در زمین کنده‌شده‌اند و استخراج به‌وسیله‌ی بالابرها یا قطارها از اعماق زمین انجام می‌گیرد. اما در بعضی از مناطق که زغال‌سنگ در نزدیکی سطح زمین فراوان است، بیل‌های مکانیکی غول‌پیکر برای گود کردن زمین و جمع‌آوری زغال‌سنگ مورداستفاده قرار می‌گیرد. بعدازاینکه زغال‌سنگ‌ها از منطقه تخلیه شد، گودال ایجادشده را پر می‌کنند.

در مرحله‌ی بعد زغال‌سنگ در قایق‌ها و کشتی‌ها بار می‌رود و یا از طریق خطوط لوله منتقل می‌رود. برای انتقال از خطوط لوله، زغال‌سنگ را با آب مخلوط می‌کنند تا چیزی به نام دوغاب به دست آید و بتوانند آن را به

کیلومترها پمپ کنند. در انتهای دیگر لوله‌ها، زغال‌سنگ از دوغاب گرفته می‌رود و در نیروگاه‌های تولید انرژی یا کارخانه‌ها، مورداستفاده قرار می‌گیرد.

شکل ۳: حمل زغال‌سنگ توسط سیستم ریلی

۲-۱ نفت:

نفت یکی دیگر از سوخت‌های فسیلی است که آن‌هم بیش از ۳۰۰ میلیون سال پیش شکل‌گرفته است. بعضی از دانشمندان معتقدند که منشان نفت، آغازیان بسیار ریز بوده‌اند. آغازیان موجودات آبزی هستند که هرکدام به‌اندازه‌ی نوک یک سوزن‌اند. آن‌ها می‌توانند درست شبیه گیاهان عمل کنند یعنی نور خورشید را به انرژی ذخیره‌شده در خودشان تبدیل کنند.

شکل ۴: نحوه قرارگیری سوخت‌های فسیلی در زمین

آغازیان بعد از مرگ به کف دریا سقوط می‌کردند،و به‌تدریج در زیر لایه‌های رسوبی و صخره‌ها مدفون می‌شدند. سنگ‌ها و صخره‌ها به این موجودات ریز فشار می‌آوردند و انرژی موجود در بدن آن‌ها نمی‌توانست تخلیه شود. کربن به‌مرورزمان تحت‌فشار و گرمای شدید تبدیل به نفت می‌شد. با جابه‌جایی‌ها و تغییراتی که در زمین اتفاق افتاد، در زیرزمین بسته‌های نفت و گاز طبیعی شکل گرفت.

تاریخچه استفاده از نفت:

نفت بیش از ۵۰۰۰ تا ۶۰۰۰ سال است که مورداستفاده قرار می‌گیرد. در زمان باستان سومری‌ها، آشوری‌ها و بابلی‌ها از نفت خام و قیر (آسفالت) که درروود فرات از زیرزمین نشت کرده بوده، استفاده می‌کردند. مصری‌های باستان نفت را به‌عنوان دارو برای زخم‌ها و سوخت برای چراغ‌های روشنایی مصرف می‌کرده‌اند .در شمال آمریکا بومی‌ها با پتو و رواندازهایشان نفت را از سطح جاری و دریاها جمع‌آوری می‌کردند و از آن برای درمان و ضد

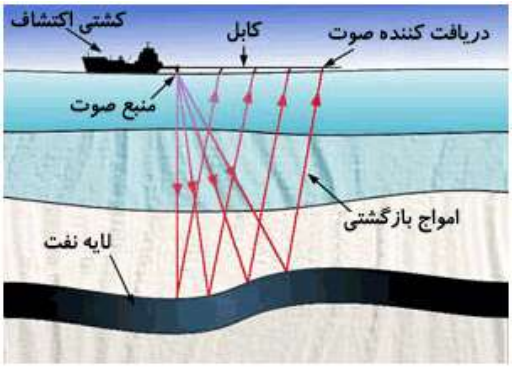
آب‌کردن قایق‌هایشان استفاده می‌کردند. در زمان جنگ‌های انقلابی آمریکا همه در عجب بودند که نیروهای جرج واشنگتن چطور با نفت به جنگ یخبندان می‌رود.

همان‌طور که زندگی پیشرفت می‌کرد نیاز مردم به نفت برای روشنایی بیشتر می‌شد. کم‌کم نفت خام جایگزین چربی حیوانی در چراغ‌ها می‌شد چون قیمت چربی خیلی گران بود. اما روش به دست آوردن نفت هم چنان مثل قدیم و از طریق جمع‌آوری آن از سطح آب‌ها بود.

در اوت ۱۸۵۹ میلادی، ادوین دریک در چاه خود در پنسیلوانیا به نفت برخورد کرد و راهی پیدا کرد که آن را از زیرزمین به بالا پمپ کند. نفت پمپ شده در کانال‌هایی چوبی جاری می‌شد. هنوز هم در مناطقی از دنیا که نفت در زیرزمین پیدا شود، ازاین‌روش برای استخراج آن استفاده می‌کنند.

نفت و گاز طبیعی در زیرزمین بین چین‌خوردگی‌های صخره‌ها، در مناطقی که سنگ‌های متخلخل وجود دارد و می‌تواند نفت را در خلل و فرج خود جا دهد، یافت می‌رود. چین‌خوردگی‌های زمین در اثر حرکت لایه‌های زمین شکل‌گرفته‌اند؛ درست شبیه فرشی که در بعضی قسمت‌ها چین بخورد.

شرکت‌های نفتی برای رسیدن به نفت و گاز طبیعی، از سطح زمین تا عمق زمین، چاه می‌زنند و در سکوهای نفتی، نفت و گاز را به سطح زمین پمپ می‌کنند. مواد نفتی حاصل یا به‌وسیله‌ی کشتی یا از طریق لوله منتقل می‌شوند.



شکل ۵: روش اکتشاف منابع زیرزمینی نفت

مزایای انرژی نفت

نیروگاه‌های نفتی می‌توانند در زمان بسیار کوتاهی شروع به کار کنند. به‌عبارت‌دیگر زمان راه‌اندازی آن‌ها کوتاه است. هم‌چنین زمان ساخت آن‌ها کم است. توان تولیدی آن‌ها نیز بسیار زیاد است.

معایب انرژی نفت

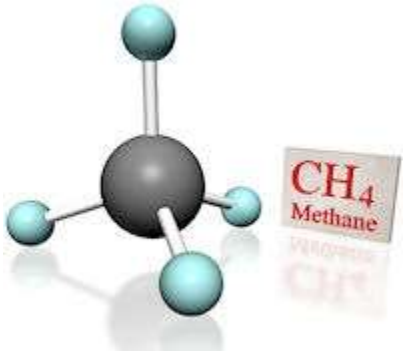
نفت سوختی، تجدید ناپذیر است؛ هم‌چنین قیمت نفت در حال افزایش است.

نفت محیط‌زیست را آلوده می‌کند و مصرف آن اثرات منفی بر محیط‌زیست برجا می‌گذارد. گازهای حاصل از سوختن نفت (مثل دی‌اکسید سولفور) باعث باران اسیدی می‌شوند. در ضمن دی‌اکسید کربن حاصل از آن باعث افزایش اثر گلخانه‌ای می‌رود

۳-۱ -گاز طبیعی:

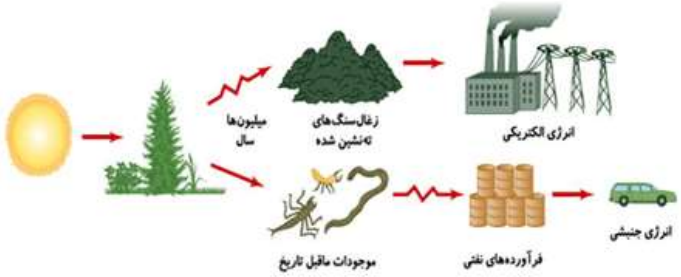
چیزی در حدود دو تا شش هزار سال قبل، اولین کشفیات گاز طبیعی در ایران صورت گرفت. نویسندگان بسیار قدیمی وجود نفت را در خاورمیانه به‌خصوص در منطقه‌ی باکو (آذربایجان کنونی)، گزارش داده‌اند. از این گاز احتمالاً برای روشن نگه‌داشتن آتش‌های جاودانی در آتشکده‌ها استفاده می‌شده است. در آن هنگام ایرانی‌ها به دین زرتشتی ایمان داشتند و آتش آتشکده‌ها همیشه روشن بود. نمونه‌ای از این آتش‌های جاودانی امروز هم در یزد وجود دارد.

گاز طبیعی از هوا سبک‌تر است و به‌طور عمده از گازی به نام متان ساخته‌شده است. متان ترکیب شیمیایی ساده‌ای است که از اتم‌های کربن و هیدروژن[3] ساخته‌شده، این گاز شدیداً قابل اشتعال است.



شکل ۶: ترکیب شیمیایی متان (گاز طبیعی)

گاز طبیعی اغلب در نزدیکی منابع زیرزمینی نفت پیدا می‌رود و از زیرزمین به بالا پمپ شده و از طریق لوله‌های گاز به محل مخازن گاز منتقل می‌شوند



شکل ۷: چرخه تبدیل انرژی

مزایا و معایب سوخت‌های فسیلی:

[3] CH_4

مزایا

سوخته‌ای فسیلی نسبت به منابع انرژی دیگر دارای چندین مزیت است.به همین خاطر است که آن‌ها هنوز هم به‌عنوان منبع اصلی تأمین‌کننده‌ی انرژی به شمار می‌رود. مزایای سوخته‌ای فسیلی عبارت است از:

• سوخته‌ای فسیلی دارای انرژی گرمایی بالایی است.

سوزاندن ۱ گرم سوخت فسیلی مقدار زیادی انرژی آزاد می‌کند. مقدار انرژی تولیدشده توسط سوخته‌ای فسیلی بیشتر از انرژی تولیدشده توسط همان مقدار از منابع انرژی دیگر است.

• بهره‌برداری از مخازن سوخته‌ای فسیلی به کمک تجهیزات پیشرفته بسیار آسان است.

• زغال‌سنگ سوخت فسیلی است که به‌وفور یافت می‌رود. از زغال‌سنگ در بسیاری از نیروگاه‌ها استفاده می‌رود زیرا هزینه‌ی تولید را تا حد زیادی کاهش می‌دهد.

• حمل‌ونقل سوخته‌ای فسیلی که به شکل مایع یا گاز است بسیار آسان است. آن‌ها را به‌سادگی از طریق لوله انتقال می‌دهند.

• ساخت‌وساز نیروگاه‌هایی که با سوخت فسیلی کار می‌کنند نیز آسان است.

• نفت برجسته‌ترین شکل سوخته‌ای فسیلی است که در انواع وسایل نقلیه مورداستفاده قرار می‌گیرد.

• استخراج و فرآوری سوخته‌ای فسیلی آسان‌تر بوده و ازاین‌رو، ارزان‌تر از منابع انرژی دیگر است.

معایب

اگرچه سوخته‌ای فسیلی تا همین اواخر به منابع انرژی دیگر ترجیح داده می‌شد

ولی مصرف بیش‌ازحد آن‌ها و برخی خواص غیر مطلوب باعث ایجاد برخی مسائل مهم شده است. معایب سوخته‌ای فسیلی عبارت است از:

• اگرچه نفت، گاز طبیعی و زغال‌سنگ به‌وفور در طبیعت یافت می‌رود ولی مصرف بیش‌ازحد باعث تخلیه‌ی قابل‌توجه مخازن آن‌ها شده است. در کنار این، جایگزینی منابع غیرممکن است زیرا، میلیون‌ها سال طول می‌کشد تا زنجیره‌های هیدروکربنی تشکیل شود.

• هیدروکربن‌های حاضر در سوخته‌ای فسیلی گازهای گلخانه‌ای مانند متان و دی‌اکسید کربن آزاد می‌کند که باعث سوراخ شدن لایه‌ی اوزون می‌رود.

• در کنار این، گازهای مضر دیگر مانند کربن مونوکسید و دی‌اکسید گوگرد باعث ایجاد باران‌های اسیدی می‌رود.

• استخراج سوخته‌ای فسیلی تعادل زیست‌محیطی را در برخی نواحی در معرض خطر قرار داده است. به‌علاوه، معدن کاری زغال‌سنگ جان کارگران معدن بسیاری را گرفته است.

• کاهش مخازن باعث افزایش هزینه‌های استخراج سوخته‌ای فسیلی شده است. این قیمت سوخت را نیز تحت تأثیر قرار می‌دهد.

• نشت برخی سوخته‌ای فسیلی مانند گاز طبیعی و نفت خام می‌تواند خطرات جدی را به دنبال داشته باشد. ازاین‌رو، حمل‌ونقل این سوخت‌ها خطرناک است.

• سوخته‌ای فسیلی باعث گرمایش جهانی می‌رود، مسئله‌ای که سرتاسر جهان با آن مواجه است.

۲- منابع انرژی تجدید پذیر[4]:

انرژی تجدید پذیر که انرژی برگشت‌پذیر نیز نامیده می‌رود، به انواعی از انرژی می‌گویند که منبع تولید آن نوع انرژی، برخلاف انرژی‌های تجدید ناپذیر (فسیلی)، قابلیت آن را دارد که توسط طبیعت در یک بازه زمانی کوتاه مجدداً به وجود آمده یا به عبارتی تجدید شود.

در سال‌های اخیر با توجه به این‌که منابع انرژی تجدید ناپذیر رو به اتمام هستند این منابع موردتوجه قرارگرفته‌اند. در سال ۲۰۰۶ حدود ۱۸٪ از انرژی مصرفی جهانی از راه انرژی‌های تجدید پذیر به دست آمد. سهم زیست‌توده به‌طور سنتی حدود ۱۳٪، که بیشتر جهت حرارت دهی و ۳٪ انرژی آبی بود. ۴/۲٪ باقی‌مانده شامل نیروگاهای آبی کوچک، زیست‌توده مدرن، انرژی بادی، انرژی خورشیدی، انرژی زمین‌گرمایی و سوخته‌ای زیستی هست که به‌سرعت در حال گسترش هستند.

استفاده از انرژی بادی با رشدی سالانه حدود ۳۰٪ با ظرفیت نصب‌شده ۱۵۷۹۰۰ مگاوات در سال ۲۰۰۹، به‌صورت وسیعی در اروپا، آسیا و ایالات‌متحده به چشم می‌خورد. در پایان سال ۲۰۰۹ میلادی مجموع انرژی تولیدی به‌وسیله فتوولتاییک به بیش از ۲۱۰۰۰ مگاوات رسید. ایستگاه‌های انرژی گرما-خورشیدی در آمریکا و اسپانیا مشغول به کار می‌باشند که بزرگ‌ترین آن‌ها با ظرفیت ۳۵۴ مگاوات در بیابان موهاوی در حال کار است

بزرگ‌ترین نیروگاه زمین‌گرمایی دنیا در کالیفرنیا بانام نیروگاه گیسرز با ظرفیت ۷۵۰ مگاوات در حال فعالیت هست. برزیل یکی از کشورهایی است که پروژه‌های بزرگی برای استفاده از انرژی‌های نو (انرژی‌های تجدید پذیر) انجام می‌دهد. ۱۸٪ از کل مصرف سوخت اتومبیل‌های برزیل از طریق سوخت اتانولی که از ساقهٔ نیشکر به دست می‌آید تأمین می‌رود .سوخت اتانولی به‌صورت گسترده در ایالات‌متحده مورداستفاده قرار می‌گیرد.

بیشترین پروژه‌ها و محصولات انرژی‌های نو در مقیاس بزرگ موجود می‌باشند، ولی انرژی‌های نو را می‌توان در مقیاس‌های کوچک (نیروگاه کوچک خارج مدار یا نیروگاه کوچک مدار بسته) هم استفاده کرد. به این دلیل که منابع انرژی‌های تجدید پذیر در تمام نقاط کره زمین در دسترس می‌باشند، در حواشی و درجاهای دورافتاده، نقش انرژی‌های نو به‌خوبی نمایان می‌رود، درحالی‌که منابع سوخته‌ای فسیلی (نفت، گاز، و زغال‌سنگ) فقط در کشورهای خاصی یافت می‌رود .کنیا دارای بالاترین نرخ سالانه فروش دستگاه‌های کوچک خورشیدی (۲۰–۱۰۰ وات) به میزان ۳۰۰۰۰ سیستم در سال هست.

نگرانی درباره تغییرات زیست‌محیطی در کنار افزایش قیمت روزافزون نفت و اوج تولید نفت و حمایت دولت‌ها، باعث رشد روزافزون وضع قوانینی می‌رود که بهره‌برداری و تجاری سازی این منابع سرشار تجدید پذیر را تشویق می‌کنند

۲-۱ انرژی جزرومد[5]:

انرژی جزرومد شکلی از انرژی آبی است که از تبدیل نیروی جزرومد به تولید انرژی الکتریکی به دست می‌آید. انرژی جزرومد یک منبع تجدید پذیر است.

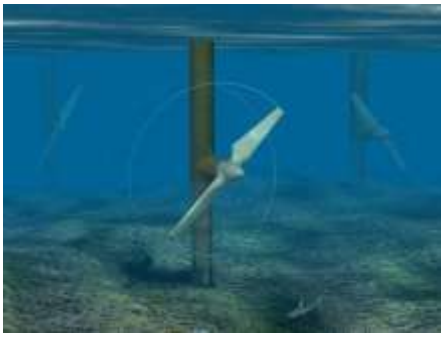
---

[4] Renewable energy
[5] Tidal energy

گرچه هنوز استفاده از انرژی جزرومد فراگیر نشده اما می‌تواند یکی از منابع تولید برق آینده باشد. وقوع جزرومد بهتر از انرژی باد و انرژی خورشیدی قابل پیش‌بینی است. در میان منابع انرژی‌های تجدید پذیر، استفاده از انرژی کشند همیشه با مشکل هزینهٔ بالا و محدودیت در مکان‌های با کشند شدید یا سرعت‌بالای جریان آب روبرو بوده است.

بااین‌وجود، بسیاری از پیشرفت‌های اخیر در طراحی (مانند نیروگاه کشند دینامیکی، تالاب‌های کشند) و هم در فنّاوری توربین (مانند توربین‌های جدید محوری و کراس جلو) نشان می‌دهد که کل برق کشند موجود ممکن است ازآنچه تا پیش‌ازاین فرض می‌شد بسیار بیشتر باشد و ممکن است هزینه‌های اقتصادی و زیست‌محیطی آن‌هم به سطح قابل‌رقابتی کاهش یابد.

ازنظر تاریخی آسیاب‌هایی که از انرژی کشند بهره می‌گرفته‌اند هم در اروپا و هم در سواحل شرقی آمریکای شمالی وجود داشته‌اند. آب ورودی در استخرهای بزرگی ذخیره می‌شدند و در هنگام فروکش کردن مد چرخ‌های آبی را به چرخش درمی‌آوردند که از این نیروی مکانیکی برای آرد کردن غلات استفاده می‌شد.تاریخ اولین آسیاب‌ها به سده‌های میانی و حتی به روم باستان برمی‌گردد. تنها در سده نوزدهم بود که فرایند استفاده از آب‌های ریزان و توربین‌های چرخان برای تولید برق در آمریکا و اروپا معرفی شد.



شکل ۸: جذب انرژی جزرومد

یکی از اثراتی که ماه بر زمین می‌گذارد جزر و مد[6] است .نیروهای گرانشی مابین ماه و خورشید و زمین سبب بالا و پایین رفتن منظم آب اقیانوس‌ها در سراسر جهان گردیده که نتیجه آن امواج جزرومدی هست. ماه نیرویی بیش از دو برابر نیرویی که خورشید بر امواج جزرومد تأثیر می‌گذارد اعمال می‌کند. درنتیجه جزرومد به‌وضوح تابعی است از گردش ماه به دور زمین. در کل به نیروی حاصل از جزر (پایین رفتن آب) و مد (بالا آمدن آب دریا) در نواحی ساحلی گویند. این دو اثر را از وجود نیروی جاذبه ای به‌غیراز جاذبه زمین می‌دانیم. در میان سیارات منظومه شمسی، سیاره زمین تنها سیاره‌ای است که دارای مقادیر بسیار زیاد آب در سطحش هست به‌طوری‌که تقریباً سه‌چهارم سطح آن از آب پوشیده شده است. بیشتر مردم با تغییرات روزانه سطح آب دریاها به‌عنوان جزرومد آشنا هستند. تقریباً در تمام نقاط ساحلی دنیا جزرومد به‌صورت دو بار مد (بالا آمدن آب) دوباره جزر (پایین آمدن آب) وجود دارد. مقدار اختلاف بالا و پایین آمدن آب بین چند سانتی‌متر تا چند متر و در نقاط مختلف دنیا متفاوت است. برای نمونه درمنطقه‌ای در مرز کانادا وآمریکا این مقدار به حدود ۲۰ متر می‌رسد.

[6] Tides

برای بهره‌برداری از این نیرو توربین‌هایی در نواحی ساحلی مستقر می‌کنند که باقدرت آب می‌چرخند و با استفاده از این قدرت آن را به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند.

ایجاد موج در روز و سیکل جزر در سطح هر جزئی از اقیانوس وجود دارد. دامنه ارتفاع موج جزرومد در اقیانوس‌های آزاد درجایی که چندین سانتی‌متر آشفتگی در مرکز موج بالغبر صدها کیلومتر آشفتگی می‌رود بسیار کم است. به‌هرحال موج می‌تواند مطابق دستورالعمل خاصی زمانی که به نواحی اقلیمی می‌رسد افزایش پیدا کند و حجم عظیمی از آب را به فواصل کوچک رودخانه‌ها و دهانه رودها در ساحل سرازیر نماید. اغلب جزرومدهای ساحلی کشند شامل دو طغیان و دو فروکش با یک دوره نیم روزی دوازده ساعت و بیست‌وپنج دقیقه‌ای هستند. ازاین‌رو برخی از سواحل وجود دارند که در آنجا جزرومد تا دومرتبه ازلحاظ زمان جزرومد روزانه طولانی‌تر هستند یا اینکه دست‌کم تلفیقی از هر دو با اختلاف و نابرابری روزانه. اما به‌هرحال همیشه در دوره‌ٔ روزانه یا نیم روزی ثابت هستند. میزان جزرومد در هرماه قمری متغیر است. بلندترین جزرومدها، جزرومدهای بهاری نامیده می‌شوند که زمانی رخ می‌دهد که ماه و زمین و خورشید ازنظر موقعیت مکانی در یک خط مستقیم قرار می‌گیرند (استقرار نقطه سه‌گانه) یا کهکشند نامیده می‌شوند و زمانی رخ می‌دهند که ماه و زمین و خورشید در زوایای قائم نسبت به یکدیگر قرار بگیرند. درواقع این تأثیرات، دوباره در فاصله میانگین ۲۴ساعت و ۵۳ دقیقه رخ می‌دهند. یعنی در هر ۱۲ساعت و ۲۶ دقیقه دو جزر یا دو مد اتفاق می‌افتد. هنگامی‌که ماه و زمین و خورشید هر سه در یک امتداد باشند شدت به حداکثر می‌رسد. اگر خشکی‌ها مقابل کره ماه قرار بگیرند به علت مقاومت خشکی، خشکی حدود ۲۰ سانتی‌متر جابجا می‌رود که به آن جزرومد خشکی می‌گویند؛ ولی مقاومت اقیانوس‌ها در مقابل کره ماه کمتر از خشکی است باید در نظر داشت که وقتی آن قسمت از زمین که در مقابل کره هست حالت مد داشته باشد نقطه مقابل آن در طرف دیگر زمین نیز، همین حالت مد را خواهد داشت. یعنی قسمت از زمین که ماه روی نصف النهاربوده در اثر جاذبه ماه برای آب‌ها، مد پیش می‌آید و در طرف دیگر که از جاذبه ماه دور بوده کمتر تحت تأثیر است. نیروهای جزرومد می‌توانند اثرات شگفت‌انگیزی را ایجاد کنند. اصطکاک آب‌های اقیانوس با بستر دریا چرخش زمین را به میزان ۰۰۱٪ثانیه در هرروز از قرن کاهش می‌دهد. بررسی فسیلهای حیوانات ثابت کرده است که۴۰۰ میلیون سال پیش روز زمینی فقط ۲۲ساعت طول می‌کشیده به‌علاوه میدان گرانشی زمین نیز، نیروهای جزرومد روی ماه اعمال می‌کند. بر روی سطح ماه، آب وجود ندارد اما اصطکاک، خم کردن و حرکت دادن صخره‌ها تا حدی حرکت چرخشی ماه را کند می‌کند و در درازمدت باعث شده که فقط یک‌سوی ماه به‌طرف زمین قرار گیرد که به آن گردش هماهنگ یا قفل جزرومدی می‌گویند.

شکل ۹: مبدل انرژی کشند سی‌گن با توربین ۳۰۰ کیلووات

۲-۲ انرژی خورشیدی[7]

خورشید تنها یکی از میلیاردها ستاره‌ای است که در کهکشان راه شیری به دور مرکز کهکشان در حال گردش است. اما این ستاره (خورشید) برای سیاره زمین و دیگر خانواده‌های منظومه شمسی ما بیشترین اهمیت را دارد. این خورشید است که تمام اجزای منظومه را با گرانش خود نگه‌داشته و موجب شده است تمام اجزا از سیاره‌ها تا سیارک‌ها و ستاره‌های دنباله‌دار به دور آن بگردند. این گوی آتشین غول‌پیکر در مرکز منظومه شمسی تولیدکننده نور و گرما است و به این خاطر ستاره‌ای حیات‌بخش برای زمین به شمار می‌آید.

گرمایی که بدن ما از تابش خورشید حس می‌کند، به خاطر پرتوهای فروسرخ خورشید است و نور مرئی تولیدشده موجب دیدن اشیا توسط چشم انسان و همچنین اشعه‌ی فرابنفش خورشید سبب سوختگی پوستمان می‌رود. روی زمین آب دریاها به‌وسیله انرژی خورشید گرم و سپس تبخیر می‌رود و به شکل باران بر زمین می‌بارد. باد به دلیل اختلاف دمایی که خورشید به وجود می‌آورد و موجب تفاوت فشار در هوا می‌رود، به وجود می‌آید. درختان با نور خورشید است که عمل فتوسنتز را انجام می‌دهند و موجب تولید اکسیژن و دیگر عنصرها می‌رود و زمانی که برخی از ذرات باردار خورشید به‌وسیله میدان مغناطیسی زمین به قطب‌ها می‌رسد، موجب پدید آمدن شفق‌های قطبی همانند پرده‌ای رنگین در آسمان می‌رود. اگر خورشید نبود، مطمئناً امکان تشکیل حیات در سیاره زمین نبود.

ستاره منظومه شمسی، خورشید همانند گویی گازی است و خود به‌تنهایی ۹۹ درصد از جرم کل منظومه شمسی را تشکیل می‌دهد. خورشید از ۷۲ درصد هیدروژن و ۲۶ درصد حلیم و حدود ۲ درصد عنصرهای دیگر تشکیل‌شده است. شعاع این گوی یعنی حدفاصل بین مرکز کره تا سطح آن حدود ۱۰۹ برابر شعاع زمین است. برای درک غول‌پیکر بودن خورشید باید گفت ۱۳۳۱۰۰۰ کره به حجم زمین را می‌توان در درون خورشید جای داد. دمای سطح آن حدود ۵۵۰۰ درجه سانتی‌گراد است. دما در مرکز خورشید به بیش از ۱۵ میلیون درجه

[7] Solar Energy

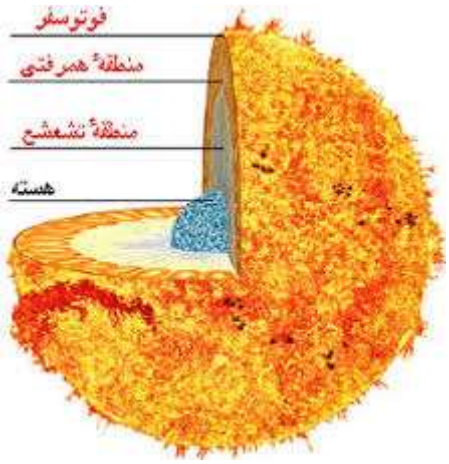
می‌رسد.

منشان اصلی تولید انرژی عظیم خورشید چیست؟

درگذشته و قبل از بررسی‌های علمی دقیق درباره منشان انرژی خورشید، عقیده بر این بود که این ستاره (خورشید) توسط واکنش‌های شیمیایی مانند سوختن، انرژی تولید می‌کند، اما امروز می‌دانیم که این دیدگاه اشتباه بوده است و خورشید همچون یک رآکتور بزرگ هیدروژنی عمل می‌کند. همان‌طور که بیان شد، بیشتر جرم خورشید از عنصر هیدروژن است؛ اتم هیدروژن ساده‌ترین و فراوان‌ترین عنصر در عالم است که به‌صورت عادی دارای یک پروتون با بار مثبت و یک الکترون با بار منفی است که به دور هسته (پروتون) در حال چرخش است. اما در ستارگان، همانند خورشید به سبب دما و فشار زیادِ داخل ستاره، اتم هیدروژن نمی‌تواند به‌صورت عادی یعنی به‌طوری‌که الکترون به دور پروتون بچرخد، باقی بماند و تحت شرایط موجود، الکترون‌ها از پروتون‌ها جداشده و آزادانه در ستاره رها می‌رود. به چنین حالتی از ماده، پلاسما می‌گویند. در هسته خورشید چهار هسته‌اتم هیدروژن تحت دما و فشار زیاد داخل خورشید، باهم ترکیب و به یک هسته‌اتم هلیم تبدیل می‌شوند. به این عمل که هرلحظه در خورشید در حال رخ دادن است، همجوشی هسته‌ای می‌گویند. در این فرآیند مقدار زیادی انرژی آزاد می‌رود، زیرا جرم یک هسته‌اتم حلیم تولیدشده، از جرم چهار هسته‌اتم هیدروژن اولیه کمی کمتر است. این انرژی را می‌توانیم به‌صورت امواج الکترومغناطیس همانند امواج نور، ایکس، فرابنفش و گاما مشاهده و ذرات تولیدشده در این فرآیند را همچون نوترینوها (که ذراتی بدون بار و تقریباً بدون جرم هستند) آشکارسازی کنیم. در فرآیند همجوشی هسته‌ای خورشید، در هر ثانیه حدود ۵۶۴ میلیون تن هیدروژن به ۵۶۰ میلیون تن حلیم تبدیل می‌رود و همین تفاوت جرم اولیه و ثانویه منشان اصلی تولید انرژی در خورشید و ستارگان است. چنین فرآیندی در تمام ستارگان آسمان هرلحظه در حال انجام است. برخی از ستارگان آسمان تا صد برابر خورشید جرم‌دارند. خورشید در بین ستارگان آسمان اندازه‌ای متوسط دارد. خورشید جوان ۴/۶ میلیارد سال از عمرش می‌گذرد و تا ۵ میلیارد سال دیگر همچنان سوخت دارد تا بتواند به‌راحتی فرآیند همجوشی هسته‌ای را در درونش انجام دهد. خورشید در آینده‌ای دور (زمانی که در حال به اتمام رساندن سوخت خود است) تا نزدیکی مدار زمین بزرگ‌شده و به یک غول سرخ تبدیل می‌رود. در این حالت عطارد و زهره را می‌بلعد و زمین تا هزار درجه سانتی‌گراد گرم می‌رود. خورشید در آخر عمر با پراکندن لایه‌های خود به فضا به زندگی خود خاتمه می‌دهد و هسته‌ای فشرده به نام کوتوله سفید را از خود باقی می‌گذارد. خورشید هم مانند سیاره‌ها به دور خود می‌چرخد. حدوداً هر یک ماه، خورشید یک گردش کامل به دور محورش می‌زند. البته به دلیل آنکه خورشید گویی گازی است تمام سطح آن با سرعتی معین حول مرکزش نمی‌چرخد، بلکه سرعت چرخش آن در استوا بیشتر از سرعت چرخشش در قطب‌ها است.

در اخترشناسی و اخترفیزیک به خورشید بسیار توجه می‌کنند زیرا دیگر ستارگان کهکشان راه شیری آن‌چنان از ما دورند که اگر با سرعت نور که ۳۰۰ هزار کیلومتر بر ثانیه است، به نزدیک‌ترین ستاره (که پروکسی مای قنطورس نام دارد) سفر کنیم، باید ۴/۳ سال نوری درراه باشیم. به این دلیل بررسی خورشید به‌عنوان مدلی از نزدیک‌ترین ستاره به ما از اهمیت فوق‌العاده‌ای برخوردار است.

انرژی خورشیدی به تبدیل نور خورشید به الکتریسیته، به‌صورت مستقیم و با استفاده از سامانه فتوولتاییک و یا غیرمستقیم، با استفاده از توان خورشیدی متمرکز، گفته می‌رود. سامانه‌های توان خورشیدی متمرکز، از عدسی و آینه و سامانه‌های ردیاب، برای متمرکز کردن نور خورشید استفاده می‌کنند. همچنین سامانه‌های فتوولتاییک، با استفاده از اثر فوتوالکتریک، نور را به جریان الکتریکی تبدیل می‌کنند. نیروگاه‌های توان خورشیدی متمرکز، در دهه ۱۹۸۰ ایجاد شدند.



شکل ۹: ساختار خورشید

مزایا و معایب انرژی خورشیدی

استفاده از انرژی خورشیدی به‌عنوان یک منبع انرژی تجدید پذیر مستلزم اطلاع داشتن از مزایا و معایب این نوع انرژی است.

مزایای انرژی خورشیدی

۱-تجدید پذیر بودن :این انرژی دارای منبع بی‌پایان است و از بین نمی‌رود. تا زمانی که خورشید در حال تابش است امکان استفاده از انرژی خورشیدی وجود دارد – دانشمندان عمر خورشید را حدود ۶/۵ میلیارد سال تخمین زده‌اند.

۲-فراوانی :پتانسیل انرژی خورشیدی فراتر از تصور است. سطح زمین ۱۲۰۰۰۰ تراوایت تابش خورشید را دریافت می‌کند که این مقدار ۲۰۰۰۰ بار بیشتر از توان موردنیاز کل دنیاست.

۳-پایداری :منابع پایدار، نیاز انرژی امروز را بدون اینکه به تأمین نیاز آیندگان لطمه‌ای وارد کنند، برآورده می‌کنند. به‌عبارت‌دیگر، انرژی خورشید به این خاطر پایدار است که به‌هیچ‌وجه نمی‌توان بیش‌ازحد از آن استفاده کرد.

۴-دوستدار محیط‌زیست :استفاده از انرژی خورشیدی در کل آلودگی به همراه ندارد. هرچند که مقداری آلودگی در اثر ساخت، انتقال و نصب نیروگاه‌های خورشیدی وجود دارد اما میزان آن‌ها در مقابل نیروگاه‌های سوخت فسیلی متداول بسیار کم است. انرژی خورشیدی پاک است و وابستگی به منابع تجدید ناپذیر را کاهش می‌دهد.

۵-قابلیت دسترسی :انرژی خورشیدی در همه جای دنیا یافت می‌رود و این انرژی فقط مربوط به کشورهای نزدیک استوا نیست. به‌طور مثال می‌توان گفت که آلمان بالاترین ظرفیت توان خورشیدی دنیا را دارد.

۶-کاهش هزینه برق :صاحبان خانه‌های مسکونی درصورتی‌که امکانات شبکه‌ای آن وجود داشته باشد می‌توانند میزان برق تولیدی مازاد بر مصرف خود را به شبکه فروخته و در مقابل تعرفه‌های مصوب را دریافت نمایند. این بدین معنی است که صاحبان خانه می‌توانند هزینه برق مصرفی خود را به‌شدت کاهش دهند.

۷-کاربردهای فراوان :انرژی خورشیدی برای کاربردهای مختلفی می‌تواند مورداستفاده قرار گیرد. می‌تواند برای تولید برق در مک آن‌هایی که شبکه برق‌رسانی وجود ندارد و یا برای شیرین سازی آب در و یا حتی تولید برق موردنیاز ماهواره‌ها در فضا به کار گرفته شود. انرژی خورشید به‌عنوان انرژی مردمی نیز شناخته می‌رود که بیان‌کننده این موضوع است که قابلیت افزایش سلول‌های خورشیدی به سطح نیاز مشتریان بستگی دارد.

۸-عدم وجود صدا :در برخی از کاربردهای انرژی خورشید، هیچ قسمت متحرکی وجود ندارد. به‌طور مثال سلول‌های فتوولتاییک هیچ‌گونه صدایی ندارند. به‌طورقطع این فنّاوری خیلی مطلوب‌تر از سایر فناوری‌های سبز مانند توربین‌های بادی است.

۹-هزینه نگهداری پایین :ازآنجایی‌که قطعات متحرک ندارند و یا کم هستند، هزینه نگهداری این انرژی بسیار پایین است. به‌طور مثال سلول‌های خورشیدی خانگی فقط نیازمند ۲ بار تمیزکاری در سال هستند.

۱۰-فنّاوری در حال پیشرفت: پیشرفت‌های علمی زیادی دائم در حال انجام است. نوآوری‌ها و ابداعات جدید در علوم نانوتکنولوژی و فیزیک کوانتوم این پتانسیل را به همراه دارند که بتوانند توان خروجی سلول‌های خورشیدی را ۳ برابر افزایش دهند.

معایب انرژی خورشیدی

۱-قیمت بالا :نیروی محرکه لازم برای پیشبرد انرژی خورشیدی ریشه در برنامه‌ریزی‌های یک کشور دارد. این برنامه‌ها می‌توانند مشوق خوبی برای منابع خورشیدی در مقابل سایر منابع باشند. لازم به ذکر است که علت

نیازمند بودن به برنامه‌ریزی و حمایت دولت ازاین‌جهت است که هزینه‌های اولیه راه‌اندازی تجهیزات خورشیدی گران‌قیمت است و سرمایه‌گذاران شخصی برای خرید و نصب سل‌های خورشیدی به تسهیلات مالی نیازمندند.

۲-متناوب بودن :انرژی خورشید یک منبع متناوب است. دسترسی به نور خورشید در یک بازه زمانی خاص در طول شبانه‌روز امکان‌پذیر است. همچنین پیش‌بینی آب‌وهوای روزانه نیز دشوار است. ازاین‌رو برای تولید برق موردنیاز، انرژی خورشید به‌عنوان منبع اصلی و اولیه برای این منظور محسوب نمی‌شود.

۳-ذخیره‌سازی هزینه‌بر :دستگاه‌های ذخیره کننده انرژی خورشیدی مانند باتری‌ها به یکنواخت بودن و پایدار بودن جریان برق کمک می‌کنند. اما این فناوری‌ها بسیار گران‌قیمت هستند.

۴-آلایندگی :گرچه انرژی خورشیدی قطعاً بدون آلایندگی است اما مشکلاتی نیز در این میان وجود دارد. برخی از مواد مورداستفاده در فرآیند ساخت سلول‌های خورشیدی مانند نیتروژن تری فلوراید و سولفور هگزا فلوراید، انتشار گازهای گلخانه‌ای را به همراه دارند. انتقال و نصب سلول‌های خورشیدی نیز می‌توانند به‌صورت غیرمستقیم آلودگی ایجاد کنند.

۵-مواد نایاب :برخی از سلول‌های خورشیدی خاص نیازمند موادی هستند که گران‌قیمت بوده و در طبیعت نیز نایاب‌اند. این قضیه برای سلول‌های خورشیدی نازک[8] که بر پایه کادمیوم فلوراید [9]یا مس این دیوم گالیوم سلوناید[10] هستند صادق است.

۶-نیازمند فضا :زمانی که قرار است مشخص شود از یک ناحیه مشخص چه مقدار انرژی به دست می‌آید، پارامتر چگالی توان یا همان وات بر مترمربع [11]به‌عنوان یک عامل ضروری خود را نشان می‌دهد. چگالی توان پایین نیروگاه خورشیدی نشان‌دهنده این است که برای تأمین برق موردنظر به فضای زیادی برای احداث نیروگاه خورشیدی نیاز است. میانگین جهانی چگالی توان تابشی خورشید ۱۷۰ وات بر مترمربع هست.

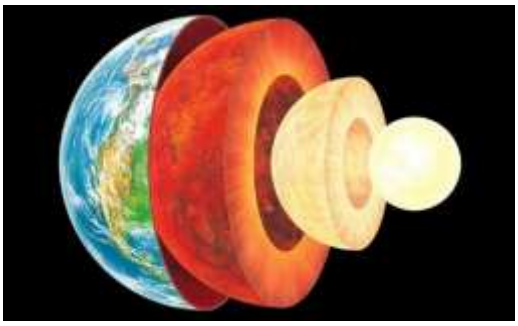
۳-۲ انرژی زمین‌گرمایی[12]:

اصطلاح زمین‌گرمایی ترجمه واژه[13] است که ریشه یونانی داشته و از کلمات ژئو[14]به معنای زمین و تریم[15] به معنی حرارت تشکیل‌شده است. انرژی زمین‌گرمایی، انرژی موجود در عمق زمین است که از انرژی خورشیدی

---

[8] Thin-film Solar Cells
[9] CdTe
[10] CIGS
[11] $\frac{w}{m^2}$
[12] Geothermal electricity
[13] Geothermal
[14] Geo

که در طول هزاران سال در داخل زمین ذخیره‌شده و همچنین فروپاشی یا زوال ایزوتوپ‌های اورانیوم رادیواکتیویته،توریم و پتاسیم در طی سالیان دراز در عمق زمین نشأت‌گرفته است که عمدتاً در نواحی زلزله‌خیز و آتش‌فشانی جوان و صفحات تک تونیکی زمین متمرکزشده است. زمین منبع عظیمی از انرژی است به‌طوری‌که حرارت در هسته آن بیش از ۵۰۰۰ درجه سانتی‌گراد می‌رسد حرارت زمین به طرق مختلف ازجمله فوران آتش‌فشان – چشمه‌های آبگرم- آبفشان‌ها- و گل‌افشان‌ها در اثر کاهش چگالی زمین و خاصیت رسانایی از بخش‌هایی از زمین به سطح آن هدایت می‌شوند. درجه حرارت زمین با توجه به عمق آن به‌صورت غیرخطی زیاد می‌رود. (با تقریب خطی هر ۱۰۰ متر ۳ درجه سانتی‌گراد) انرژی حرارتی ذخیره‌شده در ۱۱ کیلومتر فوقانی پوسته زمین معادل پنجاه‌هزار برابر کل انرژی به‌دست‌آمده از منابع نفت و گاز شناخته‌شده امروز جهان است.



شکل ۱۰: ساختار لایه‌های کره زمین

انرژی زمین‌گرمایی برخلاف سایر انرژی‌های تجدید پذیر محدود به فصل، زمان و شرایط خاصی نبوده بدون وقفه قابل بهره‌برداری هست. همچنین قیمت تمام‌شده برق در نیروگاه‌های زمین‌گرمایی با برق تولیدی از سایر نیروگاه‌های متعارف(فسیلی) قابل‌رقابت بوده و حتی از انواع دیگر انرژی‌های نو به‌مراتب ارزان‌تر است.

تاریخ اولین استفاده از انرژی زمین‌گرمایی به شاهزاده پیرو گینوری کونتی در ایتالیا بازمی‌گردد. در سال ۱۹۰۴ میلادی برای اولین بار استفاده تجاری از انرژی زمین‌گرمایی به‌عنوان یک منبع تولید برق در ایتالیا شروع شد و سپس در سال ۱۹۵۸ نیروگاه زمین‌گرمایی وایراکی در نیوزیلند و در دهه ۱۹۶۰ نیروگاهی در منطقه آتش‌فشانی آبفشان‌ها در ایالت کالیفرنیای آمریکا ساخته شد که امروزه بزرگ‌ترین نیروگاه زمین‌گرمایی به شمار می‌رود. تا سال ۲۰۰۸ انرژی زمین‌گرمایی سهمی کمتر از یک درصد از تولید کل انرژی الکتریکی جهان را به خود اختصاص داده.

[15] Thermal

شکل ۱۱: نیروگاه تولید الکتریسیته از انرژی زمین‌گرمایی

منابع انرژی زمین‌گرمایی:

انرژی زمین‌گرمایی به پنج صورت در طبیعت یافت می‌رود.

منابع آب داغ

منابع آب داغ (آب گرمایی یا هیدروترمال) منابع آبی هستند که در زیرزمین داغ شده، سپس به سطح زمین انتقال پیدا می‌کنند که در میان انواع منابع زمین‌گرمایی این منابع امروزه دارای بیشترین کاربرد هستند. این نوع منابع زمین‌گرمایی خود به سه گروه تقسیم می‌شوند:

- مخازن دمابالا با دمای بالاتر از 150 درجه سانتی‌گراد که مناسب برای تولید برق با تکنیک‌های معمولی
- مخازن با دمای بین ۱۰۰ الی ۱۵۰ درجه سانتی‌گراد که مناسب برای تولید برق با فن‌های پیشرفته‌تر باینری
- مخازن دما پائین با دمای کمتر از ۱۰۰ درجه سانتی‌گراد مناسب برای کاربردهای مستقیم

منابع بخار خشک

منابعی با درجه حرارت بسیار بالا که از آن‌ها بخار خشک یا آمیزه‌ای از بخار و آب با درجه حرارت بسیار بالا به دست می‌آید که برای تولید برق این منابع دارای بهترین شرایط هستند، اما این منابع در مناطق محدودی یافت می‌شوند

منابع تحت‌فشار زمین

منابع عظیمی هستند که از آب‌شور تشکیل یافته‌اند و ازنظر شرایط کلی به درجه اشباع رسیده‌اند و در لایه‌های میان صخره‌های اعماق زمین به‌صورت محبوس وجود دارند. این منابع عمدتاً حاوی گاز متان محلول هستند و در عمق ۳ تا ۶ کیلومتری از سطح زمین یافت می‌شوند و درجه حرارت آن‌ها بین ۹۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی‌گراد تخمین زده می‌شوند.

تخته‌سنگ‌های خشکِ داغ

تخته‌سنگ‌های بسیار عظیم با منبع آتش‌فشانی هستند که در اعماق زمین وجود داشته و درجه حرارت بسیار بالا و بافت سخت دارند. به دستگاه‌های بهره‌برداری از این منابع سامانه‌های زمین‌گرمایی پیشرفته[16] گفته می‌رود. ازآنجاکه در همه جای کره زمین در اعماق گرما با شدت‌های مختلف وجود دارد و تنها محدودیت موجود نبود منابع آب هست لذا با کمک این سیستم می‌توان رشد چشمگیری را در گسترش و پیشرفت انرژی زمین‌گرمایی رقم زد. سیستم بهره‌برداری به این صورت هست که با حفر چاه‌های بسیار عمیق (با عمق ۴ تا ۶ هزار متر) به لایه‌های داغ زمین دسترسی پیداکرده، سپس آب با فشار بالا به چاه تزریق‌شده که در اثر این فشار هیدرولیکی در سنگ شکاف ایجاد می‌رود. همین کار برای چاه تولیدی نیز انجام می‌رود و بین دو چاه ارتباط برقرار می‌گردد. بدین‌صورت آب هنگام عبور از شکاف‌های ایجادشده، حرارت را از سنگ‌های داغ دریافت و از چاه تولیدی خارج و وارد چرخه نیروگاه می‌رود. درجه حرارت آب حاصل از این منابع بین ۱۳۵ تا ۱۸۰ درجه سانتی‌گراد بوده و در این حالت امکان افزایش بازده نیروگاه تا ۱۵ درصد وجود دارد.

منابع ماگمایی

این منابع که آن‌ها را اغلب به نام گدازه‌ها می‌شناسیم، درواقع ایده‌آل‌ترین حالت ممکن برای منابع زمین‌گرمایی بوده که درجه حرارت آن بین ۷۰۰ تا ۲ هزار درجه سانتی‌گراد است. با توجه به درجه حرارت بالای این مخازن و محدودیت‌های فنی موجود، امروزه از این منابع عظیم بهره برده نمی‌شود؛ که با توجه به فناوری امروزه فقط از منابع آب گرمایی (هیدروترمال) جهت مصارف مستقیم و غیرمستقیم استفاده می‌رود.

منابع انرژی زمین‌گرمایی در ایران:

مناطقی از ایران که دارای ذخایر انرژی زمین‌گرمایی هستند:

- منطقه مشکین‌شهر
- منطقه تفتان و بزمان
- منطقه طبس
- منطقه شیراز
- منطقه مرکزی ایران
- منطقه غرب
- منطقه مشهد، نیشابور، سبزوار، قوچان، بجنورد و گرگان به خاطر کانون‌های زلزله و وجود گسل‌های رباط و قره بیل و میامی و...
- منطقه جنوب
- منطقه شرق شامل: زابل، خاش، سیرجان و زاهدان

[16] EGS Enhanced Geothermal Systems)

مزایا و معایب:

مزایا

انرژی حاصل از گرمای زمین برای تولید برق، حرارت منزل و مصارف صنعتی قابل‌استفاده است. اگرچه هزینه ساخت نیروگاه با حرارت زمین زیاد است ولی هزینه انرژی آن خیلی کم است و در حقیقت مجانی است. چنین نیروگاه‌هایی آلودگی کم‌تر و مساحت کمی را اشغال می‌کنند. در ضمن هزینهٔ انرژی موردنیاز آن‌ها مجانی است .انرژی زمین‌گرمایی افزون بر تولید انرژی الکتریکی، کاربردهای دیگری از قبیل گرمایش ساختمان‌ها،فعالیت‌های صنعتی و ایجاد مراکز گردشگری برای بهره‌مندی از خواص درمانی آب‌های گرم درون زمین است

معایب

- مناطق مناسب برای استفاده از انرژی حرارتی بسیار محدود است. اگر انرژی حرارتی زمین در یک منطقه به مقدار زیادی مصرف شود، این منبع انرژی دیگر تجدید پذیر نخواهد بود و به عبارتی دمای زمین در آن ناحیه کاهش می‌یابد.
- حفاری‌های به‌عمل‌آمده برای بیرون کشیدن حرارت زمین عمدتاً با خارج شدن گازهای سمی آمونیوم، بخار جیوه، ارستیک و ایزوتوپ‌های رادیواکتیو همراه است. ساخت چنین نیروگاه‌هایی گران بوده و در مواردی خاص مقرون به ساخت هستند.
- بخارآب در این منابع بسیار پرسروصدا و خطرناک است. در ضمن بعضی از لایه‌های زمین از گرانیت بوده و به‌سختی قابل حفاری هستند، بنابراین هزینه تولید انرژی را بالا خواهند برد.
- اثرات زیست‌محیطی: نیروگاه‌های حرارتی اثرات جانبی بر زیبایی محیط دارند و در بعضی موارد باعث مهاجرت حیوانات و ماهی‌ها شده‌اند.

نیروگاه‌های زمین‌گرمایی:

نیروگاه‌های زمین‌گرمایی با توجه به فنّاوری در دسترس، هزینه ساخت و موقعیت محل از روش‌های مختلفی برای استخراج و تبدیل انرژی زمین‌گرمایی استفاده می‌کنند.

نیروگاه زمین‌گرمایی با دو سیال

سیالی که معمولاً به شکل دو فاز مایع و بخار هست از چاه‌های زمین‌گرمایی خارج می‌رود که هرچه تعداد این چاه‌ها بیشتر باشد میزان مایع وبخارخارج‌شده از چاهها و متناسب با آن میزان تولید برق نیز بیشتر می‌رود. این سیالات در مخزن جداکننده بخار از مایع جمع‌آوری شده و سلیس فاز بخار از مایع جدا می‌رود. بخار جداشده وارد توربین شده و باعث چرخش پره‌های توربین می‌رود. پره‌ها نیز به نوبه خود محور توربین و درنتیجه محور ژنراتور را به حرارت وا می‌دارند که باعث به وجود آمدن قطب‌های مثبت و منفی در ژنراتور شده و درنتیجه برق تولید می‌شود.

نیروگاه زمین‌گرمایی با سیال تک فاز

در این نوع نیروگاه‌ها نیاز به مخزن جدا کننده نمی‌باشد زیرا آب گرم وارد مبدل حرارتی شده و حرارت خود را به سیال عامل دیگری که معمولاً ایزوپنتان هست و نقطه جوش پایین‌تری نسبت به آب دارد منتقل می آند، در این فرایند ایزوپنتان به بخار تبدیل شده و به توربین منتقل می‌شودکه در اینجا توربین و ژنراتور طبق توضیحات فوق می‌توانند برق تولید کنند.

نیروگاه‌های بخار خشک

این دسته نیروگاه‌ها از آب‌های داغ موجود در پوسته زمین که معمولاً به‌صورت بخار به سطح زمین می‌رسند استفاده می‌کنند. این بخار مستقیماً وارد یک توربین که به مولد وصل شده می‌رود و از انرژی جنبشی آن برای چرخش توربین استفاده می‌رود. این روش ابتدایی‌ترین روش استفاده از انرژی زمین‌گرمایی به‌حساب می‌آید و برای اولین بار در لاردالرو[17] در ایتالیا و در سال ۱۹۰۴ به کار گرفته شد. این نوع نیروگاه‌ها باوجود بهره‌وری بالایشان آب زیادی را به‌صورت بخار به همراه مقداری از گازهای مختلف در هوا آزاد می‌کنند.

نیروگاه‌های تبدیل به بخار سیال[18]

در این دسته نیروگاه‌ها از سیال‌های با دما و فشار بالا (دمای بالای ۱۸۲ درجه) استفاده می‌رود. ازآنجایی‌که آب در داخل زمین در تحت فشار بالایی قرار دارد همواره به‌صورت مایع است. در این دسته نیروگاه‌ها آب بیرون آمده از داخل زمین وارد مخزنی کم فشار می‌رود. پایین بودن فشار داخل مخزن موجب خواهد شد که سیال موجود در مخزن به‌سرعت بخار شود. سپس از بخار تولیدشده برای چرخاندن توربین استفاده می‌رود. درصورتی‌که مقداری از سیال به‌صورت مایع در داخل مخزن باقی بماند این مایع در مخزن دوم به بخار تبدیل می‌رود.

نیروگاه چرخه دوگانه

در این دسته از نیروگاه‌ها امکان استفاده از سیال در دمای پایین‌تر از ۱۸۰ درجه نیز وجود دارد. در این روش آب بیرون آمده از زمین برای گرم کردن سیالی دیگر با دمای جوش پایین مورداستفاده قرار می‌گیرد. گرمای ناشی از آب داغ سیال دوم را به‌سرعت بخار می‌کند و از این سیال برای چرخاندن توربین استفاده می‌رود. یکی از مزایای این نیروگاه‌ها آزاد نکردن بخارآب در محیط است و از طرف دیگر امکان پیدا کردن منابع زمین‌گرمایی در دمای پایین‌تر از ۱۸۰ درجه بسیار بیشتر است و به همین دلیل بیشتر نیروگاه‌های زمین‌گرمایی آینده از این نوع خواهند بود.

الکتریسیته زمین‌گرمایی:

الکتریسیته زمین‌گرمایی به تولید انرژی الکتریکی از انرژی زمین‌گرمایی اطلاق می‌رود. فناوری مورداستفاده در این طرح‌ها شامل نیروگاه‌های بخار خشک، نیروگاه‌های تبدیل به بخار سیال، نیروگاه چرخه دوگانه است. در حال حاضر ۲۴ کشور جهان از انرژی زمین‌گرمایی برای تولید برق استفاده می‌کنند، درحالی‌که حرارت زمین‌گرمایی در ۷۰ کشور جهان مورد بهره‌برداری قرار می‌گیرد.

---

[17] Lardarello
[18] Flash Steam

پتانسیل تولید برق از انرژی زمین‌گرمایی از ۳۵ تا ۲,۰۰۰ گیگاوات برآورد شده است .ظرفیت نصب‌شده کنونی در جهان ۱۰,۷۱۵ مگاوات است که ایالات‌متحده آمریکا با ظرفیت تولید ۳,۰۸۶ مگاوات جایگاه نخست و کشورهای فیلیپین و اندونزی در رتبه‌های بعدی قرار دارند .در کشور ایسلند ۸۷٪ انرژی گرمایی موردنیاز ساختمان‌ها توسط انرژی زمین‌گرمایی تولید می‌رود

تولید انرژی زمین‌گرمایی به علت میزان بسیار اندک استخراج انرژی گرمایی در مقایسه با حرارت درونی کره زمین انرژی‌ای پایایی در نظر گرفته می‌رود

شدت انتشار گازهای گلخانه‌ای در نیروگاه‌های زمین‌گرمایی موجود به‌طور متوسط ۱۲۲ کیلوگرم کربن دی‌اکسید [19]به ازای هر مگاوات ساعت انرژی الکتریکی است که حدود یک هشتم یک نیروگاه با سوخت زغالی معمولی است.

۲-۴ نیروی برق آبی:

بیشتر نیروگاه‌های برق- آبی انرژی موردنیاز خود را از انرژی پتانسیل آب پشت یک سد تأمین می‌کنند. در این حالت انرژی تولیدی از آب به حجم آب پشت سد و اختلاف ارتفاع بین منبع و محل خروج آب سد وابسته است. به این اختلاف ارتفاع، ارتفاع فشاری می‌گویند و آن را با هد[20] نمایش می‌دهند. درواقع میزان انرژی پتانسیل آب با ارتفاع فشاری آن متناسب است. برای افزایش فاصله یا ارتفاع فشاری، آب معمولاً برای رسیدن به توربین آبی فاصله زیادی را در یک لوله بزرگ طی می‌کند.

شکل ۱۲: تولید انرژی برق از نیروی آب (بر اساس اختلاف ارتفاع)

برخی نیروگاه‌های آبی که تعداد آن‌ها زیاد هم نیست از انرژی جنبشی آب جاری استفاده می‌کنند. در این دسته از نیروگاه‌ها نیازی به احداث سد نیست. توربین این نیروگاه‌ها شبیه یک چرخ آبی عمل می‌کند. این نوع استفاده از انرژی شاخه نسبتاً جدیدی از علم جنبش مایعات است.

در سال ۲۰۰۳ هیدرو الکتریسیته نزدیک به ۷۱۵۰۰۰ مگاوات یا ۱۹٪ از کل انرژی الکتریکی تولیدی جهان را پوشش می‌داده که این نسبت به‌سرعت در حال گسترش است. نیروی برق‌آبی همچنین ۶۳٪ از انرژی الکتریکی تولیدی از منابع تجدید پذیر را شامل می‌رود. در سال میلادی ۲۰۱۰ کل انرژی الکتریکی از منابع تجدید پذیر

[19] co_2
[20] Head

۳,۴۲۷,۰۰۰ مگاوات بوده است. پیش‌بینی می‌رود که تا سال ۲۰۲۵ سالیانه به‌طور متوسط ۳,۱ درصد به تولید انرژی الکتریکی از منابع تجدید پذیر افزوده شود.

معایب استفاده از این روش برای تولید برق عبارت است از:

۱- آسیب به محیط‌زیست

پروژه‌های احداث سد معمولاً با تغییرات زیادی در اکوسیستم منطقه احداث سد همراه هستند. برای مثال تحقیقات نشان می‌دهد که سدهای ساخته‌شده در کرانه‌های اقیانوس اطلس و اقیانوس آرام در آمریکای شمالی از میزان ماهی‌های قزل‌آلای رودخانه‌ها به‌شدت کاسته‌است و این به دلیل جلوگیری سد از رسیدن ماهی‌ها به بالای رودخانه برای تخم‌گذاری است و این درحالی‌که است که برای عبور این ماهی‌ها به بالای رودخانه محل‌های خاصی در سد در نظر گرفته‌شده است. همچنین ماهی‌های کوچک در طول مهاجرت از رودخانه به دریا در بین توربین‌ها آسیب می‌بینند که برای رفع این عیب نیز در قسمتی از سال ماهی‌ها را با قایق‌های کوچک به پایین رودخانه می‌برند. با تمام فعالیت‌هایی که برای ایجاد محیط مناسب برای ماهی‌ها انجام می‌رود بازهم با ساخت سد از میزان ماهی‌ها کاسته می‌رود. در کشورهایی مانند ایالات‌متحده بستن مسیر مهاجرت ماهی‌ها و دیگر موجودات آبزی به‌وسیله سد ممنوع است و حتماً باید برای عبور آن‌ها تمهیداتی اندیشیده شود. به‌این‌ترتیب در برخی موارد سدها می‌توانند واقعاً برای ماهی‌ها آسیب‌رسان باشند که نمونه‌ای از آن‌ها سد مارموت[۲۱] در ایالات‌متحده است که عملیات حذف آن در ۲۰ اکتبر ۲۰۰۷ به پایان رسید. پس از تخریب این سد رودخانه برای اولین بار پس از ۱۰۰ سال جریان آزاد خود را آغاز کرد. عملیات حذف این سد بزرگ‌ترین عملیات حذف سد در ایالات‌متحده بود.

ایجاد سدها معمولاً باعث به وجود آمدن تغییراتی در قسمت‌های پایینی رودخانه می‌شوند. آب خروجی از توربین‌ها معمولاً حامل مقدار کمتری از رسوبات است و این خود باعث پاک شدن بستر رودخانه و از بین رفتن حاشیه‌های رودخانه می‌رود. به دلیل اینکه توربین‌ها معمولاً به‌نوبت کار می‌کنند نوساناتی در جریان آب خروجی ایجاد می‌رود که شدت فرسایش بستر رودخانه را افزایش می‌دهد. همچنین ظرفیت اکسیژن حل‌شده در آب به دلیل کار توربین‌ها کاهش می‌یابد چراکه آب خروجی توربین‌ها معمولاً گرم‌تر از آب ورودی آن‌هاست که این خود می‌تواند جان برخی گونه‌های حساس را به خطر بیندازد. برخی دیگر از سدها برای افزایش ارتفاع فشار مسیر رودخانه را منحرف کرده و باعث عبور آب از مناطق پرشیب‌تر می‌شوند و به‌این‌ترتیب مسیر قبلی رودخانه را خشک می‌کنند. برای مثال درروخانه‌های تپاکو [۲۲]و پوکاکی [۲۳]ازاین‌روش استفاده‌شده که نه‌تنها موجب به خطر افتادن برخی گونه‌های موجودات آبزی شده بلکه پرندگان مهاجر منطقه را نیز به‌شدت درخطر قرار داده است.

سدهای بسیار بزرگ مانند سد اسوان در مصر و سد سه‌دره در چین تغییرات زیادی را در بالا و پایین رودخانه به وجود می‌آورند.

---

[21] Marmot Dam
[22] Tekapo
[23] Pukaki

۲- انتشار گازهای گلخانه‌ای

آب جمع شده در پشت سد در مناطق گرمسیری می‌تواند مقدار قابل‌توجهی از گاز متان و گاز کربنیک را تولید کند. این گازها در اثر پوسیدگی قسمت‌های مختلف گیاهان و زباله‌هایی به وجود می‌آیند که از بالای رودخانه آمده‌اند و به‌وسیله باکتری‌های نا هوازی تجزیه می‌شوند. بیشتر گاز تولیدی در اثر پوسیدگی را گاز متان تشکیل می‌دهد که ازنظر آثار گلخانه‌ای از دی‌اکسید کربن خطرناک‌تر است. بر اساس گزارش کمیسیون جهانی سدها، در سدهایی که منبع آن‌ها نسبت به برق تولیدی آن‌ها کوچک است (کمتر از ۱۰۰ وات به ازای هر مترمربع از آب) و درخت‌های اطراف مسیر رودخانه پاکسازی نشده‌اند، میزان گاز گلخانه‌ای تولیدی از یک نیروگاه گرمایی با سوخت نفت بیشتر است.

۳- جابجایی جمعیت

از دیگر معایب ساخت سدها، جابجایی جمعیت ساکن در مناطق زیر آب‌رفته توسط آب پشت سد است. این مناطق ممکن است شامل مناطقی باشد که ازنظر فرهنگی یا اعتقادی دارای ارزش بالایی هستند و بدین ترتیب دلبستگی زیادی بین مردم ساکن با منطقه و آن منطقه خاص وجود دارد و به‌این‌ترتیب با بالا آمدن آب این مکان‌های تاریخی یا فرهنگی از بین خواهند رفت. ازجمله سدهایی که در مراحل ساخت با این قبیل مشکلات روبه‌رو شدند می‌توان به سد سه‌دره یا سد کلاید اشاره کرد.

۴- شکست سد

شکسته شدن سدها گرچه به‌ندرت اتفاق می‌افتد اما خطری جدی و خطرناک است. برای نمونه می‌توان به شکسته شدن سد بانکیاو[۲۴] در جنوب چین اشاره کرد که موجب کشته شدن ۱۷۱۰۰۰ تن و بی‌خانمان شدن حدود نیم میلیون نفر شد. همچنین سدها می‌توانند هدف خوبی برای دشمن در طول جنگ یا اقدامات خرابکارانه تروریست‌ها باشند. سدهای کوچک در این حملات کمتر آسیب‌رسان هستند.

انتخاب محلی نامناسب برای احداث سد می‌تواند به فاجعه منجر شود، برای مثال می‌توان به سد واجنت[۲۵] در ایتالیا اشاره کرد که در سال ۱۹۶۳ موجب مرگ حدوداً ۲۰۰۰ نفر شد.

کشور	میزان تولید برق آب (کیلووات ساعت)	ظرفیت (مگاوات)	ضریب ظرفیت	درصد از تولید کل کشور
چین	1064	311	0.37	18.7%
کانادا	383	76	0.59	58.3%
برزیل	373	89	0.56	63.2%

[24] Banqiao
[25] Vajont

کشور	میزان تولید برق آب (کیلووات ساعت)	ظرفیت (مگاوات)	ضریب ظرفیت	درصد از تولید کل کشور
ایالات‌متحده آمریکا	282	102	0.42	6.5%
روسیه	177	51	0.42	16.7%
هند	132	40	0.43	10.2%
نروژ	129	31	0.49	96.0%
ژاپن	87	50	0.37	8.4%
ونزوئلا	87	15	0.67	68.3%
فرانسه	69	25	0.46	12.2%

جدول ۱ – مقایسه کشورهای تولیدکننده برق‌آبی در جهان (سال ۲۰۱۴)

طبق اطلاعات آخرین اطلاعات موجود ایران در رده ۱۷ این جدول قرار دارد و ۲۶۳۴۰۰ میلیون کیلووات ساعت برق از این روش تولید می‌کند.

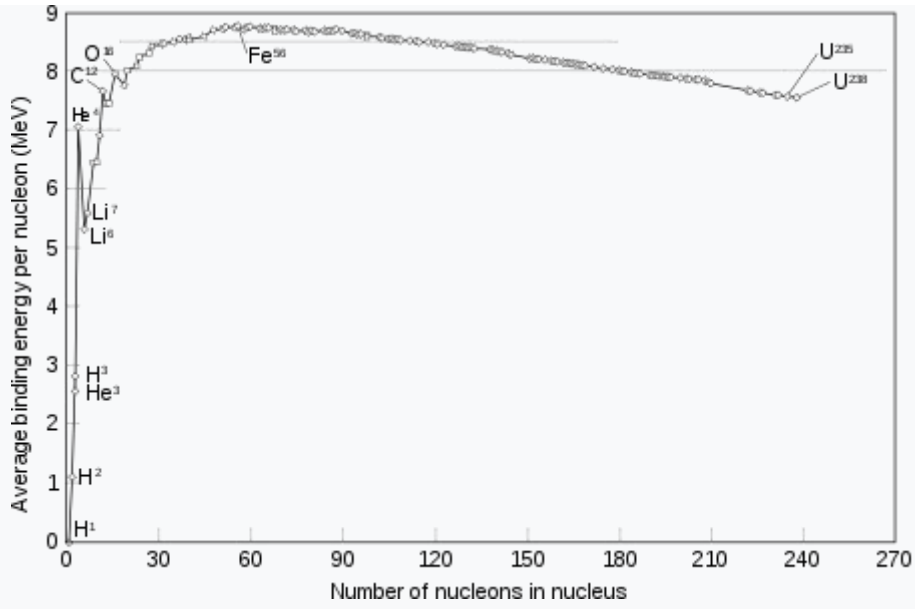
۵-۲ انرژی اتمی یا هسته‌ای[۲۶]:

انرژی اتمی یا انرژی هسته‌ای عبارت است از استفاده فرایندهای هسته‌ای حرارت‌زا برای ایجاد گرما و الکتریسیته ی مفید. این واژه شامل شکافت هسته‌ای، پرتوزایی و همجوشی هسته‌ای هست. امروزه، شکافت هسته‌ای عناصر دسته آکتینیدها در جدول تناوبی اکثریت‌قریب‌به‌اتفاق انرژی هسته‌ای موردنیاز بشر را با استفاده از فرایندهای پرتوزایی تولید می‌کند که در درجه اول به شکل انرژی زمین‌گرمایی و مولد گرما-الکتریکی ایزوتوپی نیاز انسان را برطرف می‌سازد .نیروگاه‌های هسته‌ای، جدا از سهمی که در تأمین رآکتورهای شکافت هسته‌ای نیروهای دریایی دارند، حدود ۵٫۷ درصد انرژی جهان و ۱۳ درصد الکتریسیته جهان را در سال ۲۰۱۲ تأمین می‌کردند. در سال ۲۰۱۳، آژانس بین‌المللی انرژی اتمی گزارش داد که ۴۳۷ رآکتور هسته‌ای فعال در ۳۱ کشور وجود دارد اگرچه تمام رآکتورها الکتریسیته تولید نمی‌کنند. به‌علاوه، تقریباً ۱۴۰ کشتی دریایی وجود دارد که با استفاده از حدوداً ۱۸۰ رآکتور، نیرومحرکه هسته‌ای آنان را تأمین می‌کنند. پس از ۲۰۱۳، رسیدن به افزوده خالص انرژی به‌وسیلهٔ همجوشی هسته‌ای پایدار، به‌استثنای منابع انرژی همجوشی مانند خورشید، فضایی مداومی برای تحقیقات فیزیکی و مهندسی ایجاد کرده است. انرژی هسته‌ای نوعی انرژی است که توسط واپاشی هسته‌ای، شکافت هسته‌ای، یا گداخت هسته‌ای تولیدشده و اساس آن را می‌توان با معادله زیر توصیف کرد

$$\Delta E = \Delta m.c^2$$

[26] nuclear energy

در هراتمی، ذراتی از انرژی نهفته که اجزای مختلف اتم نیز به‌وسیله همان به هم پیوندیافته است لذا هسته‌اتم منبعی از انرژی به شمار می‌رود که با شکافت اتم این انرژی رها می‌رود. انرژی نهفته در هسته‌ای برخی از عناصر (مانند اورانیوم) می‌تواند با آزاد شدن، همان کاری را بکند که سوزاندن مقدار زیادی نفت و گاز انجام می‌دهد که البته سوزاندن نفت و گاز، مشکلات زیست‌محیطی ایجاد کرده و مقدار زیادی گاز گلخانه‌ای تولید می‌کند.



نمودار ۱: انرژی بستگی هسته

مذاکرات انرژی هسته‌ای به‌طور مداوم وجود دارد. حامیانی چون سازمان هسته‌ای جهانی، آژانس بین‌المللی انرژی اتمی و طرفداران محیط‌زیست انرژی هسته‌ای مدعی هستند که انرژی اتمی، یک منبع انرژی ایمن و پایدار است که تولید کربن را کاهش می‌دهد. مخالفانی چون سازمان جهانی صلح سبز و اطلاعات و منابع خدمات هسته‌ای، بر این باورند که انرژی هسته‌ای خطر بزرگی برای انسان و محیط‌زیست محسوب می‌رود.

بررسی از دست دادن حیات به ازای هر واحد انرژی تولیدشده، نشان می‌دهند که انرژی هسته‌ای، مرگ‌ومیر کمتری نسبت به دیگر منابع اصلی انرژی، ایجاد می‌کند. انرژی حاصل از زغال‌سنگ، نفت، گاز طبیعی و انرژی آبی به ازای واحد انرژی تولیدشده، به علت آلودگی هوا و حوادث انرژی مرگ‌ومیر بیشتری ایجاد می‌کنند. هزینه انسان برای تخلیه جمعیت‌های تحت تأثیر معیشت‌های ازدست‌رفته، بسیار گزاف است.

همراه سایر منابع انرژی پایدار، انرژی هسته‌ای، روش تولید انرژی کم‌کربن برای ایجاد الکتریسیته است که در مقایسه با انتشار گازهای گلخانه‌ای در هر واحد از انرژی تولیدشده، شبیه سایر منابع تجدید پذیر است. بدین ترتیب، از زمان آغاز تجاری‌سازی نیروگاه‌های هسته‌ای در دهۀ ۱۹۷۰، از تولید ۶۴ گیگا تن کربن دی‌اکسید معادل، جلوگیری شده است.

شکل ۱۳: نیروگاه هسته‌ای

۶-۲ انرژی موج[۲۷]:

انرژی موج در دریا و اقیانوس‌ها براثر وزش باد روی سطح آب، موج تولید می‌رود. انرژی مکانیکی باد که در اثر جذب نابرابر گرمای پرتوهای فروسرخ و نور مریی خورشید به وجود می‌آید، به شکل انرژی پتانسیل گرانشی در آب دریا ذخیره‌شده که پس از مدت کوتاهی آب دریا آن را به شکل انرژی جنبشی (موج) پس می‌دهد. کل انرژی موجِ توزیع‌شده در زمین در حدود ۲۵۰۰ گیگاوات تخمین زده می‌رود که در حدود توزیع کلی انرژی جزرومد است. انرژی موج منبع تجدید پذیر است (انرژی برگشت‌پذیر) و معمولاً نسبت به انرژی باد بیشتر قابل‌تولید است.

انرژی‌ای که از امواج استخراج می‌رود دوباره به‌سرعت توسط برهمکنش با دو سطح اقیانوس پر می‌رود. انرژی موج نامنظم، نوسانی و دارای فرکانس پائین است که قبل از اضافه شدن به شبکه باید به فرکانس ۶۰ هرتز تبدیل شود و همچنین انرژی که از امواج استخراج می‌رود دوباره به‌سرعت توسط برهمکنش با دو سطح اقیانوس پر می‌رود. انرژی امواج عمدتاً ناشی از تأثیر باد روی سطح دریا است و باد، خود حالت خاصی از انرژی خورشیدی است که به‌عنوان منبع انرژی پاک و تجدید پذیر می‌تواند نقش مهمی در تأمین نیازهای روزافزون انرژی جهان ایفا نماید.

شکل ۱۴: دریافت انرژی موج

از مزایای تولید انرژی با این روش می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

[27] Wave power

انرژی امواج دریا از نوع انرژی تجدید پذیر است. چنین منابعی نیازی به میلیون‌ها سال زمان برای به وجود آمدن ندارند و بی‌پایان می‌باشند. تولید انرژی به این روش آلودگی در برندارد. این نیروگاه‌ها در طول زمستان می‌توانند بیشترین میزان انرژی را تولید کنند و خوشبختانه در چنین زمان‌هایی به انرژی بیشتری نیازمند هستیم. مولدهای کوچک موجی می‌توانند در نواحی دوردست که انتقال برق مقرون‌به‌صرفه نیست، به کار روند.

ازآنجایی‌که آب حدود ۸۰۰ برابر چگال‌تر از هواست، تراکم انرژی موج بیش از انرژی باد و انرژی خورشیدی است و مقدار انرژی موجود برای برداشت را افزایش می‌دهد. امواج قابل پیش‌بینی هستند و ازاین‌رو پیش‌بینی آن برای عرضه و تقاضا آسان‌تر است.

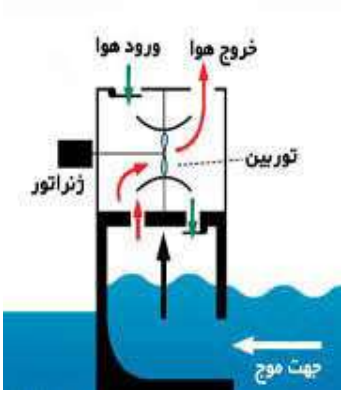
همچنین معایب این روش نیز به شرح زیر هست:

توان تولیدشده در نیروگاه‌های موج ثابت نبوده و بستگی به شرایط موج دریا دارد. هزینه ساخت ژنراتورهای موج زیاد و ساخت آن‌ها دشوار است.کابل زیردریایی که به‌وسیله آن مولدهای موج به هم متصل می‌شوند برای قایق‌ها و کشتی‌ها مشکل‌آفرین هست. در ضمن انتقال برق از طریق کابل نیز خطرناک است. زیرا ممکن است کابل لخت شده و جریان برق وارد آب شود و موجودات دریایی را به خطر اندازد. در ضمن این نیروگاه‌ها باید طوری ساخته شوند که در شرایط بد و طوفانی صدمه نبینند.

برای استفاده از انرژی امواج به سه روش از انرژی آن بهره‌برداری می‌رود:

۱- استفاده از استوانه‌های شناور

استوانه‌ها را طوری می‌سازند که بیشترین وزن آن‌ها در ته باشد و در قسمت پائین یک دریچه دارند. وقتی امواج می‌آید فشار آب دریچه (۲) بسته می‌رود و هوای متوسط دریچه (۱) تخلیه می‌رود، دریچه (۳) نیز بسته است و هوا از طریق دریچه (۴) خارج‌شده و موجب چرخش پره‌ها می‌گردد. وقتی موج پایین می‌رود، یک حالت مکش ایجاد می‌رود؛ لذا دریچه (۱ و ۲) بسته‌شده دریچه (۳ و ۴) باز می‌رود و هوا ضمن ورود به استوانه موجب چرخش پره‌ها می‌گردد. چرخش پره‌ها باعث چرخش توربین‌ها و ژنراتورها برای تولید الکتریسیته استفاده می‌رود.



شکل: استوانه شناور

۲- استفاده از بادامک‌های شناور

وقتی موج می‌آید بادامک‌ها را می‌چرخاند و این حرکت چرخشی را به ژنراتور وصل می‌کنند. درواقع تعداد زیادی از این بادامک‌ها را توسط میله‌ای به هم وصل می‌کنند و مجموعه را در نزدیکی ساحل روی امواج می‌گذارند، این دستگاه‌ها برای امواج سنگین کاربرد دارد.

شکل: بادامک شناور

۳- استفاده از جزایر طبلک

سیستم طبلکی چیزی شبیه تیوپ اتومبیل است که دیواره‌های آن قابل ارتجاع هست. قسمت‌های داخلی تقسیم‌بندی، توربین جاگذاری کرده‌اند. این سیستم را به‌صورت شناور روی آب می‌اندازند و موج به آن‌ها ضربه وارد می‌کند. این ضربه به بدنه تیوپ وارد می‌رود و موجب فرورفتگی آن می‌رود. فرورفتگی باعث فشرده شدن هوای داخل آن شده درنتیجه هوای فشرده از یک محفظه وارد محفظه دیگر می‌رود و باعث چرخش توربین‌ها می‌رود.

۲-۷ انرژی باد:

انرژی بادی در مقادیر زیاد در مزارع بادی تولید و به شبکه الکتریکی متصل می‌رود. از توربین‌ها در تعداد کم معمولاً فقط برای تأمین برق در مناطق دورافتاده استفاده می‌رود. باد یکی از شاخصه‌های اصلی انرژی خورشیدی و هوای متحرک است و جزء کوچکی از خورشید که از تابش خورشید که از خارج به اتمسفر می‌رسد به انرژی باد تبدیل می‌رود اما ازجمله دلایل تمایل کشورها برای افزایش ظرفیت تولید برق بادی مزایای بسیار زیاد این روش تولید انرژی الکتریکی است چراکه انرژی بادی فراوان، تجدید پذیر و پاک است، در همه جای دنیا وجود دارد و همچنین در مقایسه با استفاده از انرژی سوخته‌ای فسیلی میزان کمتری گاز گلخانه‌ای منتشر می‌کند. قدیمی‌ترین روش استفاده از انرژی باد، به ایران باستان بازمی‌گردد. برای نخستین بار، ایرانیان موفق شدند با استفاده از نیروی باد، دلو (دولاب) یا چرخ چاه را به گردش درآورده و از چاه‌های آب خود، آب را به سطح مزارع برسانند. احتمالاً نخستین ماشین بادی توسط ایرانیان باستان ساخته‌شده است و یونانیان برای خرد کردن دانه‌ها و مصری‌ها، رومی‌ها و چینی‌ها برای قایقرانی و آبیاری از انرژی باد استفاده کرده‌اند.

در قرن ۱۳ این فناوری توسط سربازان صلیبی به اروپا برده شد و هلندی‌ها فعالیت زیادی در توسعه دستگاه‌های بادی داشتند، به‌طوری‌که در اواسط قرن نوزدهم در حدود ۹ هزار ماشین بادی به منظورهای گوناگون مورداستفاده قرار می‌گرفته است.

شکل ۱۵: توربین بادی

در جهان هزاران توربین بادی در حال بهره‌برداری وجود دارد که ظرفیت تولیدی آن‌ها به ۷۳,۹۰۴ مگاوات می‌رسد و در این میان اتحادیه اروپا ۶۵٪ از کل توان بادی جهان را تولید می‌کند. تولید برق بادی در میان دیگر روش‌های تولید انرژی الکتریکی دارای بیشتری شتاب رشد در قرن ۲۱ بوده است به‌طوری‌که تولید توان بادی جهان در بین سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۶ چهار برابر شده است. در دانمارک و اسپانیا برق بادی حدود ۱۰٪ یا بیشتر از کل تولید انرژی الکتریکی را تشکیل می‌دهد. گرچه ۸۱٪ از توان بادی تولیدشده در جهان به ایالات‌متحده و اتحادیه اروپا تعلق دارد اما سهم پنج کشور اول تولیدکننده برق بادی از ۷۱٪ در سال ۲۰۰۴ به ۵۵٪ در سال ۲۰۰۵ کاهش‌یافته است.

انجمن جهانی انرژی بادی پیش‌بینی کرده در سال ۲۰۱۰ ظرفیت تولیدی برق بادی به ۱۶۰ گیگاوات برسد. با توجه به میزان تولید کنونی ۷۳,۹ مگاوات این رقم پیش‌بینی یک رشد ۲۱٪ را در هرسال نشان می‌دهد.

ازجمله کشورهایی که سرمایه‌گذاری زیادی در این زمینه انجام داده‌اند می‌توان به آلمان، اسپانیا، ایالات‌متحده، هند و دانمارک اشاره کرد. کشور دانمارک یکی از کشورهای برجسته در تولید تجهیزات و استفاده از توان بادی است. دولت دانمارک در دهه ۱۹۷۰ ملزم شد تا تولید انرژی الکتریکی از انرژی باد را به ۵۰٪ کل تولید برق برساند و تا به امروز برق بادی ۲۰٪ (بیشترین میزان تولید برق بادی ازنظر درصد تولید) از کل تولید انرژی الکتریکی در این کشور را تشکیل می‌دهد؛ این کشور همچنین پنجمین تولیدکننده بزرگ برق بادی محسوب می‌رود (درحالی‌که دانمارک ازنظر میزان مصرف در جهان رتبه ۵۶ را دراست). آلمان و دانمارک دو کشور پیشتاز درزمینهٔ صادرات توربین‌های بزرگ (۰,۶۶ تا ۵ مگاوات) به‌حساب می‌آیند.

آلمان یکی از کشورهای پیشتاز درزمینهٔ تولید برق بادی بوده است به‌طوری‌که در سال ۲۰۰۶ این کشور ۲۸٪ از کل توان بادی تولیدشده در جهان (۷,۳٪ در آلمان) را به خود اختصاص داده است. این در حالی است که آلمان برنامه دارد تا سال ۲۰۱۰ ۱۲,۵٪ از کل توان تولیدی خود را از منابع تجدید پذیر تأمین نماید. کشور آلمان دارای حدود ۱۸۶۰۰ توربین بادی است که بیشتر آن‌ها در شمال آلمان نصب‌شده‌اند که در این میان سه توربین از بزرگ‌ترین توربین‌های جهان نیز وجود دارند.

در سال ۲۰۰۵ دولت اسپانیا قانونی را تصویب کرد که بر طبق آن نصب ۲۰۰۰۰ مگاوات ظرفیت بادی تا سال ۲۰۱۲ در برنامه دولت قرار گرفت. البته در سال ۲۰۰۶ یارانه‌ها و پشتیبانی دولت از ساخت این ظرفیت‌ها به ناگهان قطع شد. قابل‌ذکر است که در سال ۲۰۰۵ در هر دو کشور آلمان و اسپانیا تولید انرژی الکتریکی از راه استفاده از نیروگاه‌های بادی از تولید انرژی الکتریکی به‌وسیله نیروگاه‌های برق آبی بیشتر بود.

در سال‌های اخیر ایالات‌متحده از هر کشور دیگری بیشتر توربین بادی به شبکه برق خود افزوده است. تولید برق بادی در ایالات‌متحده در بازه زمانی بین فوریه ۲۰۰۶ تا فوریه ۲۰۰۷ ۳۱٫۸٪ رشد را نشان می‌دهد. ایالت تگزاس با پیشی گرفتن از کالیفرنیا اکنون بیشترین تولید برق بادی را در بین ایالت‌های مختلف این کشور دارد .تگزاس در سال ۲۰۰۹ نزدیک به ۱۷٪ برق خود را از باد به دست آورد، و تگزاس اکنون بزرگ‌ترین مزرعه بادی جهان را با ۷۸۲ مگاوات ظرفیت در روستایی به نام راسکو در اختیار دارد.

کاربردهای توربین بادی:

الف - کاربرد غیر نیروگاهی

۱- پمپاژ آب در مناطق دورافتاده

یکی از کاربردهای مهم غیر نیروگاهی انرژی حاصل از استحصال انرژی بادی پمپاژ آب هست. با توجه به برتری انرژی برق. در سال‌های انقلاب صنعتی و رونق پمپ‌های الکتروموتور به‌جای پمپ‌های بادی هنوز پمپ‌های بادی در مناطقی از چین و افریقای جنوبی آرژانتین و ایالات‌متحده آمریکا به فروش می‌رسد .پمپ‌های بادی عمدتاً از نوع توربین‌های بادی پر پره کلاسیک هست؛ که فنّاوری در این زمینه دز دهه‌های اخیر به مداوم بهبودیافته است .موارد استفاده از پمپ‌های بادی جهت پمپاژ آب عبارت‌اند از:

الف-تأمین آب مصرفی

ب-آبیاری زمین در مقیاس کم

ج-آبیاری حجم کم جهت پرورش آبزیان

د-تأمین آب آشامیدنی حیوانات در مناطق دورافتاده.

۲-توربین‌های کوچک تولیدکننده برق

جزیره مصرف به منطقه‌ای که برق‌رسانی به آن از طریق شبکه سرا سری برق غیرمنطقی و غیراقتصادی باشد و همچنین تأمین برق آن از طریق مولدهای کوچک برقی تأمین می‌رود گفته می‌رود. توربین بادی نقش مؤثری در بهبود تأمین برق جزیره مصرف و یا به‌عنوان اصلی‌ترین کاربرد غیر نیروگاهی به‌حساب می‌آید .ازنظر هزینه اولیه توربین‌های برق بادی در مقایسه با مجموع موتوربرق و هزینه سوخت آن کاملاً مقرون‌به‌صرفه هست .امروزه این توربین‌ها در مقیاس پایین تا قدرت ۱۰ کیلووات برای تأمین برق موردنیاز مناطق جزیره مصرف مورداستفاده قرار می‌گیرد؛ که می‌توان از آن به حالت ترکیبی با منابع فتوولتاییک با ژنراتورهای دیزلی مورداستفاده قرار گیرد.

۳-شارژ باتری

سومین دسته کاربرد غیر نیروگاهی شارژ باتری هست .جهت شارژ باتری استفاده از توربین‌های باقیمت ارزان و توربین‌های با روتور قطر ۳ متر کاربرد دارد؛ که استفاده از آن در مصرف خانگی و کاربردهای تجاری هست و در مصارف مشابه تأمین برق دستگاه‌های کمک ناوبری و مخابرات نیز کاربرد فراوان دارد.

ب- کاربرد نیروگاهی:

کاربردهای نیروگاهی توربین‌های برق بادی شامل کاربردهای متصل به شبکه برق‌رسانی کلی است که جهت استحصال انرژی برق در مقیاس‌های رده‌بندی‌شده زیر استفاده می‌رود:

۱-توربین‌های بادی منفرد:

اندازه این توربین‌ها از ۱۰ تا ۱۰۰ کیلووات که کاربردان در نزدیکی کشتزارها استفاده گروهی خانه‌های مسکونی و یا صنعتی کشاورزی استفاده می‌رود.

۲-توربین‌های گروهی تولید:

۲-۱ نیروگاه‌های کوچک

عمده مصرف این نیروگاه‌ها مصرف در بخش خصوصی بوده که تا ظرفیت تولید آن به ۸۰ کیلووات می‌رسد. قطر روتور در این توربین‌ها میانگین به ۲۰ متر می‌رسد.

۲-۲ نیروگاه‌ها حجم متوسط

معمولاً صاحبان این نیروگاه‌ها تعاونی‌های برق بادی و یا خصوصی هستند که به شبکه سرا سری برق می‌فروشند .ظرفیت تولید این نیروگاه‌ها از ۸۰ تا ۷۵۰ کیلووات هست و قطر روتور آن از ۲۰ تا ۴۵ متر می‌رسد.

۲-۳ نیروگاه‌های بزرگ

سرمایه‌گذاری‌های لازم جهت این احداث این نیروگاه‌ها به چند میلیون یورو می‌رسد. ظرفیت تولیدی بیش از ۷۵۰ کیلووات و قطر روتور آن به بیش از ۴۵ متر می‌رسد

آثار زیست‌محیطی استفاده از انرژی بادی عبارت‌اند از:

انتشار دی‌اکسید کربن و آلودگی

توربین‌ها بادی برای راه‌اندازی و بهره‌برداری نیاز به هیچ‌گونه سوختی ندارند و بنابراین در قبال انرژی الکتریکی تولید آلودگی مستقیمی ایجاد نمی‌کنند. بهره‌برداری از این توربین‌ها دی‌اکسید کربن، دی‌اکسید گوگرد، جیوه، ذرات معلق یا هیچ‌گونه عامل آلوده‌کننده هوا تولید نمی‌کند؛ اما توربین‌ها بادی در مراحل ساخت از منابع مختلفی استفاده می‌کنند. در طول ساخت نیروگاه‌های بادی باید از موادی مانند فولاد، بتن، آلمینیوم و... استفاده کرد که تولید و انتقال آن‌ها نیازمند مصرف انواع سوخت‌هاست. دی‌اکسید کربن تولیدشده در این مراحل پس از حدود ۹ ماه کار کردن نیروگاه جبران خواهد شد.

نیروگاه‌های سوخت فسیلی که برای تنظیم برق تولیدی در نیروگاه‌های بادی مورداستفاده قرار می‌گیرند موجب ایجاد آلودگی خواهند شد :بعضی از اوقات به این نکته اشاره می‌رود که نیروگاه‌های بادی نمی‌توانند میزان دی‌اکسید کربن تولیدی را کاهش دهند چراکه برق تولیدی از طریق نیروگاه بادی به دلیل نامنظم بودن همیشه باید به‌وسیله یک نیروگاه سوخت فسیلی پشتیبانی شود. نیروگاه‌های بادی نمی‌توانند به‌طور کامل جایگزین نیروگاه‌های سوخت فسیلی شوند اما با تولید انرژی الکتریکی مبنای تولیدی نیروگاه‌های حرارتی را کاهش داده و از تولید آن‌ها می‌کاهند که به‌این‌ترتیب میزان انتشار دی‌اکسید کربن کاهش می‌یابد.

تأثیرات بوم‌شناختی

برخلاف نیروگاه‌های هسته‌ای و نیروگاه‌های سوخت فسیلی که مقدار زیادی آب را برای خنک کردن منتشر می‌کنند، نیروگاه‌های بادی نیازی به آب برای تولید انرژی الکتریکی ندارند.

درباره نشت روغن یا آب سیالی که در نیروگاه‌ها مورداستفاده قرار می‌گیرد حوادث متعددی گزارش‌شده. در برخی موارد سیال وارد آب شرب مناطق اطراف نیز می‌رود که خسارت‌هایی را بر جای خواهد گذاشت. این سیال‌های معمولاً در اثر حرکت در پره توربین موادی را در خود حل کرده و سپس در محیط پراکنده می‌کنند.

استفاده از زمین

توربین‌های بادی باید ده برابر قطرشان در راستای باد غالب و پنج برابر قطرشان در راستای عمودی از هم فاصله داشته باشند تا کمترین تلفات حاصل شود. درنتیجه توربین‌های بادی تقریباً به ۰٫۱ کیلومترمربع مکان خالی به ازای هر مگاوات توان نامی تولیدی نیازمند هستند.

معمولاً برای نصب این توربین‌ها نیازی به پاک‌سازی درختان منطقه نیست. کشاورزان می‌توانند برای ساخت این توربین‌ها زمین‌های خود را به شرکت‌های سازنده اجاره می‌دهند. در ایالات‌متحده کشاورزان حدود ۲ تا ۵ هزار دلار به ازای هر توربین در هرسال دریافت می‌کنند. زمین‌ها مورداستفاده قرارگرفته برای توربین‌ها بادی همچنان می‌توانند برای کشاورزی و چرای دام مورداستفاده قرار بگیرند چراکه تنها ۱٪ از زمین برای ساخت پی توربین و راه دسترسی مورداستفاده قرار می‌گیرد و به‌عبارت‌دیگر ۹۹٪ زمین هنوز قابل‌استفاده است.

توربین‌های بادی عموماً در مناطق شهری نصب نمی‌شوند چراکه ساختمان‌ها جلوی وزش باد را سد می‌کنند و قیمت زمین نیز معمولاً زیاد است. بااین‌حال پروژه نمایشی تورنتو اثبات کرد که نصب توربین‌های بادی در چنین مک آن‌هایی نیز ممکن است.

پتانسیل انرژی باد در ایران

جمهوری اسلامی ایران در بخش غربی فلات و در جنوب غرب آسیا واقع‌شده است. ایران با مساحت ۱۶۴۸۱۹۵ کیلومترمربع بین طول جغرافیایی شرقی ۴۴ تا ۶۳/۹۹ درجه و عرض شمالی ۲۵ تا ۳۹/۹۹ درجه قرارگرفته و بیش از نیمی از مساحت آن را نواحی کوهستانی پوشانده است.

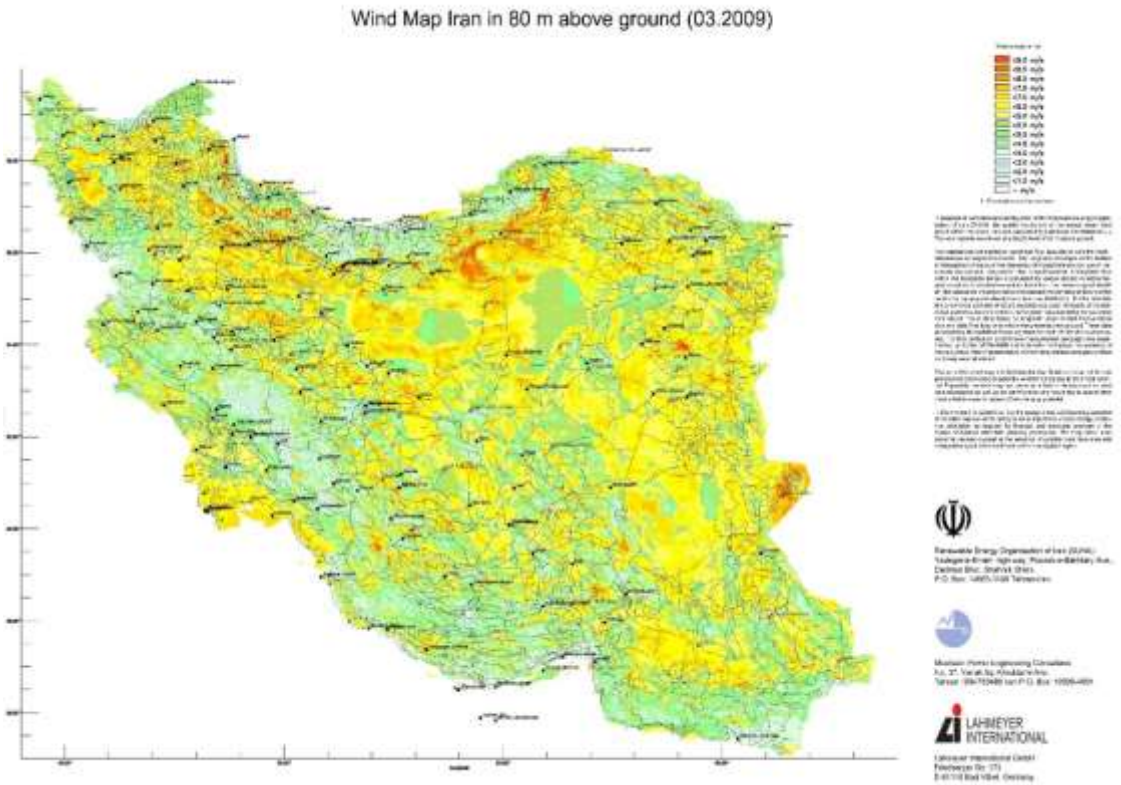
این کشور با تنوع آب‌وهوایی زیادی روبروست. نواحی شمالی ایران دارای آب‌وهوای معتدل و بارندگی فراوان به‌ویژه در نواحی غربی استان گیلان است. آب‌وهوای نواحی غربی ایران در فصول سرد، سرد و مرطوب و در فصول گرم، خشک و معتدل است. در نواحی جنوبی، دمای هوا و رطوبت بیشتر است، تابستان‌های بسیار گرم و

زمستان‌های معتدل از مشخصات آب‌وهوایی این ناحیه است و تغییرات روزانه دما کمتر محسوس هست. نواحی شرقی و جنوب شرقی دارای آب‌وهوای بیابانی با تغییرات قابل‌ملاحظه دما در طول روز است. برای اینکه بتوان از منابع باد موجود جهت تولید برق استفاده نمود، وجود اطلاعات باد قابل‌اعتماد در خصوص پتانسیل باد منطقه موردنظر جهت احداث نیروگاه بادی ضروری است.

در ایران با توجه به وجود مناطق بادخیز، بستر مناسبی جهت گسترش بهره‌برداری از توربین‌های بادی فراهم هست. یکی از مهم‌ترین پروژه‌های انجام‌شده درزمینهٔ انرژی بادی تهیه اطلس بادی کشور بوده است که پروژه مذکور در سازمان انرژی‌های نو ایران صورت گرفته و به‌عنوان یکی از پروژه‌های ملی در صنعت انرژی باد محسوب می‌گردد.

طبق اطلس بادی تهیه‌شده و بر اساس اطلاعات دریافتی از ۶۰ ایستگاه و در مناطق مختلف کشور، میزان ظرفیت اسمی سایت‌ها در حدود ۶۰۰۰۰ مگاوات هست. بر پایه پیش‌بینی‌های صورت گرفته، میزان انرژی قابل استحصال بادی کشور ازلحاظ اقتصادی بالغبر ۱۸۰۰۰ مگاوات تخمین زده می‌رود که مؤید پتانسیل قابل‌توجه کشور درزمینهٔ احداث نیروگاه‌های بادی و همچنین اقتصادی بودن سرمایه‌گذاری در صنعت انرژی بادی هست.

در انجام پروژه پتانسیل سنجی بادی در ایران شرکت لامایر آلمان نیز به‌عنوان مشاور همکاری داشته است و بر اساس مطالعات شرکت مذکور پتانسیل بادی قابل استحصال در کشور در حدود ۱۰۰ هزار مگاوات برآورد گردیده است.



شکل: نقشه امکان‌سنجی استفاده از انرژی باد

رتبه	کشور	۲۰۰۵	۲۰۰۶	۲۰۰۷	۲۰۰۸
۱	آمریکا	۹,۱۴۹	۱۱,۶۰۳	۱۶,۸۱۹	۲۵,۱۷۰
۲	آلمان	۱۸,۴۲۸	۲۰,۶۲۲	۲۲,۲۴۷	۲۳,۹۰۳
۳	اسپانیا	۱۰,۰۲۸	۱۱,۶۳۰	۱۵,۱۴۵	۱۶,۷۴۰
۴	چین	۱,۲۶۶	۲,۵۹۹	۵۹۱۲	۱۲,۲۱۰
۵	هند	۴,۴۳۰	۶,۲۷۰	۷۸۵۰	۹,۵۸۷
۶	ایتالیا	۱,۷۱۸	۲,۱۲۳	۲,۷۲۶	۳,۷۳۶
۷	فرانسه	۷۷۹	۱,۵۸۹	۲,۴۷۷	۳,۴۲۶
۸	انگلیس	۱,۳۵۳	۱,۹۶۳	۲,۳۸۹	۳,۲۸۸
۹	دانمارک	۳,۱۳۲	۳,۱۴۰	۳,۱۲۹	۳,۱۶۴
۱۰	پرتغال	۱,۰۲۲	۱,۷۱۶	۲,۱۳۰	۲,۸۶۲
۱۱	کانادا	۶۸۳	۱,۴۶۰	۱,۸۴۶	۲,۳۶۹
۱۲	هلند	۱,۲۳۶	۱,۵۷۱	۱,۷۵۹	۲,۲۳۷
۱۳	ژاپن	۱,۰۴۰	۱,۳۰۹	۱,۵۲۸	۱,۸۸۰
۱۴	استرالیا	۵۷۹	۸۱۷	۸۱۷	۱,۴۹۴
۱۵	ایرلند	۴۹۵	۷۴۶	۸۰۵	۱,۲۴۵
۱۶	سوئد	۵۰۹	۵۷۱	۸۳۱	۱,۰۶۷
۱۷	اتریش	۸۱۹	۹۶۵	۹۸۲	۹۹۵
۱۸	یونان	۵۷۳	۷۵۸	۸۷۳	۹۹۰
۱۹	لهستان	۸۳	۱۵۳	۲۷۶	۴۷۲
۲۰	ترکیه	۲۰	۶۵	۲۰۷	۴۳۳
۲۱	نروژ	۲۶۸	۳۲۵	۳۳۳	۴۲۸
۲۲	مصر	۱۴۵	۲۳۰	۳۱۰	۳۹۰

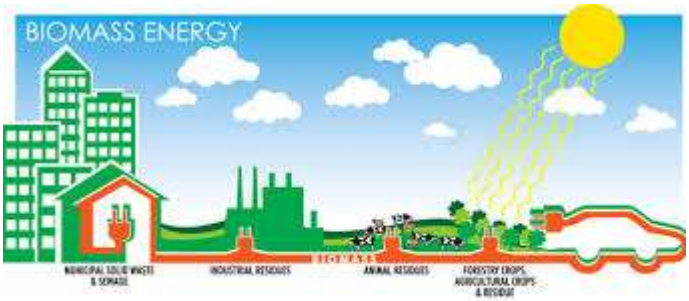
۲۳	بلژیک	۱۶۷	۱۹۴	۲۸۷	۳۸۴
۲۴	تایوان	۱۰۴	۱۸۸	۲۸۰	۳۵۸
۲۵	برزیل	۲۹	۲۳۷	۲۴۷	۳۳۹
۲۶	نیوزیلند	۱۶۸	۱۷۱	۳۲۲	۳۲۵
۲۷	کره جنوبی	۱۱۹	۱۷۶	۱۹۲	۲۷۸
۲۸	بلغارستان	۱۴	۳۶	۵۷	۱۵۸
۲۹	جمهوری چک	۳۰	۵۷	۱۱۶	۱۵۰
۳۰	فنلاند	۸۲	۸۶	۱۱۰	۱۴۰
۳۱	مجارستان	۱۸	۶۱	۶۵	۱۲۷
۳۲	مراکش	۶۴	۶۴	۱۲۵	۱۲۵
۳۳	وکراین	۷۷	۸۶	۸۹	۹۰
۳۴	مکزیک	۲	۸۴	۸۵	۸۵
۳۵	ایران	۳۲	۴۷	۶۷	۸۲
	بقیه اروپا	۱۴۱	۲۰۴	۲۳۳	۲۶۱
	بقیه قاره آمریکا	۱۵۵	۱۵۹	۱۸۴	۲۱۰
	بقیه آفریقا و خاورمیانه	۵۲	۵۲	۵۱	۵۶
	بقیه آسیا و اقیانوسیه	۲۷	۲۷	۲۷	۳۶
	کل جهان	**۵۹,۰۲۴**	**۷۴,۱۵۱**	**۹۳,۹۲۷**	**۱۲۱,۱۸۸**

جدول: رتبه‌بندی کشورهای جهان در استفاده از انرژی باد

۸-۲ زیست‌توده:

فناپذیری سوخت‌های فسیلی، تنوع‌بخشی به منابع انرژی، توسعه پایدار ایجاد امنیت انرژی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصارف انرژی فسیلی ازیک‌طرف و تجدید پذیر بودن منابع انرژی‌های نو نظیر خورشید، باد، زیست‌توده و ... از طرف دیگر باعث توجه جدی جهانیان به توسعه و گسترش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و افزایش سهم این منابع در سبد انرژی جهانی شده است. امروزه ما شاهد افزایش چشمگیر فعالیت‌ها و

بودجه دولت‌ها و شرکت‌ها در امر تحقیق، توسعه و عرضه دستگاه‌های انرژی‌های تجدید پذیر هستیم و این فعالیت‌ها همراه با صرف بودجه‌های کلان در این زمینه درنهایت موجب کاهش قیمت تمام‌شده انرژی‌های تجدید پذیر و رقابت‌پذیری این فنّاوری با دستگاه‌های انرژی سنتی موجود می‌گردد.



شکل ۱۶: منشأ انرژی زیست‌توده

ناپذیری سوخته‌ای فسیلی، تنوع‌بخشی به منابع انرژی، توسعه پایدار ایجاد امنیت انرژی، مشکلات زیست‌محیطی ناشی از مصارف انرژی فسیلی ازیک‌طرف و تجدید پذیر بودن منابع انرژی‌های نو نظیر خورشید، باد، زیست‌توده و ... از طرف دیگر باعث توجه جدی جهانیان به توسعه و گسترش استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و افزایش سهم این منابع در سبد انرژی جهانی شده است. امروزه جهان شاهد افزایش چشمگیر فعالیت‌ها و بودجه دولت‌ها و شرکت‌ها در امر تحقیق، توسعه و عرضه دستگاه‌های انرژی‌های تجدید پذیر است و این فعالیت‌ها همراه با صرف بودجه‌های کلان در این زمینه درنهایت موجب کاهش قیمت تمام‌شده انرژی‌های تجدید پذیر و رقابت‌پذیری این فنّاوری با دستگاه‌های انرژی سنتی موجود می‌گردد. از دیدگاه تاریخی استفاده از انرژی زیست‌توده به ابتدایی‌ترین دوره‌های تاریخ بازمی‌گردد. از زمانی که آتش شناخته شد، انسان نخستین همواره چوب و برگ خشک درختان را به‌عنوان سوخت استفاده می‌کرده و این چرخه تا قرن حاضر نیز ادامه پیداکرده است.

استفاده از زیست‌توده در ایران نیز رایج بوده که برخی از این سوابق عبارت‌اند از:

- محمدبن حسین عاملی معروف به شیخ بهائی (۱۰۳۱–۹۳۵ هجری قمری) جزء نخستین کسانی بوده که از بیوگاز حاصل از زیست‌توده (فاضلاب حمام) استفاده کرده و آن را به‌عنوان سوخت یک حمام در اصفهان به کار برده‌است.
- اولین هاضم تولید گاز متان در ایران در روستاهای نیازآباد لرستان در سال ۱۳۵۴ ساخته‌شده‌است. این دستگاه به گنجایش ۵ متر مکعب فضولات گاوی روستا را مورداستفاده قرار داده و بیوگاز مصرفی حمام مجاور را تأمین می‌نموده‌است.
- ازنظر استفاده‌های سنتی از این منبع، مطابق سرشماری سال ۱۳۷۵، ۱۰ درصد خانوارهای روستایی برای گرمایش منازل خود و ۵ درصد خانوارهای روستایی برای پخت‌وپز عمدتاً از چوب و فضولات دامی استفاده می‌کرده‌اند.
- در سال ۱۳۵۹ دو واحد کوچک آزمایشی در دانشگاه بوعلی سینا همدان احداث گردید که با فضولات کشتارگاه و کودگاوی تغذیه می‌گردید.

- دانشگاه صنعتی شریف نیز در سال ۱۳۶۱ یک واحد ۳ متر مکعب را به‌صورت آزمایشی مورد مطالعه قرار داد که با فضولات گاوی بارگیری می‌شد.
- در حال حاضر پروژه‌های متعددی در این خصوص توسط وزارت نیرو و بخش خصوصی در دست اجرا هست.

طیف وسیعی از مواد در دسته زیست‌توده قرار می‌گیرند. دسته‌بندی‌های متنوعی از این مواد ارائه‌شده است که یکی از مناسب‌ترین تقسیم‌بندی از منابع به شرح زیر است:

الف – پسماندهای جامد:

شامل مواد زائد جامدی هستند که از مراکز تجاری، اداری، خانگی و برخی صنایع حاصل می‌رود. این مواد یک منبع مناسب برای تولید انرژی می‌باشند. فرایندهای تبدیل و تولید مواد و انرژی از زباله در دنیا توسعه‌یافته و پروژه‌های زیادی درزمینهٔ تولید انرژی) برق– حرارت (از زباله در دنیا مورد بهره‌برداری قرارگرفته‌اند.

دورریزهای جامد شهری را می‌توان به مواد ذیل طبقه‌بندی نمود

- **دورریزهای غذایی**:

بقایای حیوانات و میوه یا سبزی (آشغال‌ها) ناشی از حمل‌ونقل، آماده‌سازی، پختن یا خوردن غذا، همچنین مواد غذایی فاسد که به‌ویژه در هوای گرم سریعاً تجزیه می‌شوند.

- **زباله (به‌غیراز مواد غذایی):**

مواد زائد جامد قابل‌احتراق و غیرقابل‌احتراق به‌استثنای مواد زائد یا سایر مواد فاسدشدنی. عموماً زباله قابل‌احتراق از موادی مانند:کاغذ، مقوا، پلاستیک، پارچه، لاستیک، چرم، چوب، اثاث منزل و تزیینات باغ و گیاه تشکیل می‌رود. زباله غیرقابل‌احتراق عبارت است از اقلامی نظیر شیشه، بلور، قوطی‌های حلبی، قوطی‌های آلومینیومی، فلزات آهنی و غیر آهنی، چرک و کثافات و نخاله‌های ساختمانی.

- **خاکسترها و بقایا:**

موادی که از سوختن چوب، زغال‌سنگ، زغال و سایر مواد زائد قابل‌احتراق باقی می‌مانند. بقایای حاصل از نیروگاه‌ها معمولاً در این گروه طبقه‌بندی نمی‌شوند. خاکسترها و بقایا به‌طور عادی شامل مواد ریز پودری شکل و مقادیر اندکی از موادی است که به‌طور ناقص سوخته‌اند.

- **مواد زائد حاصل از تخریب و نخاله‌های ساختمانی:**

مواد زائد حاصل از ساختمان‌های تخریب‌شده و سایر ساختمان‌ها در ضمن مواد زائد حاصل از تخریب طبقه‌بندی می‌شوند. مواد زائد ساختمانی، قالب‌ریزی و تعمیر ساختمان‌های مسکونی، تجاری و صنعتی و سازه‌های مشابه به‌عنوان نخاله‌های ساختمانی شناخته می‌شوند. این مواد شامل کثافات، سنگ‌ها، بتون، آجرها، پلاستر، چوب، تیرهای چوبی، لوله‌کشی، تأسیسات حرارتی و الکتریکی می‌شوند.

- **مواد زائد مخصوص :**
- مواد زائدی مانند مواد جاروب شده خیابانی، زباله‌های کنار جاده، بقایای حاصل از ویرانی، جانوران مرده و وسایل نقلیه اسقاط جزو مواد زائد مخصوص طبقه‌بندی می‌شوند.

- **مواد زائد حاصل از واحدهای تصفیه :**

مواد زائد جامد و نیمه جامد حاصل از آب، فاضلاب و تأسیسات صنعتی تصفیه پساب در این گروه طبقه‌بندی می‌شوند.

ب – انواع دورریزها و پسماندهای جامد

- **مواد زائد شهری:**

به مواد ناشی از فعالیت‌های که در محیط سکونت انسان تولیدشده و به‌صورت جامد دورریختنی تلقی می‌رود.

- **مواد زائد صنعتی:**

مواد ناشی از فعالیت‌های صنعتی.

- **مواد زائد خطرناک:**

مواد زائدی که برای انسانها یا جانوران یا گیاهان خطرآفرین باشد.

دورریزهای خطرناک نیز معمولاً به گروه‌های زیر تقسیم می‌شوند

- مواد رادیواکتیو
- ترکیبات شیمیایی
- مواد زائد بیولوژیکی
- مواد زائد قابل اشتعال
- مواد منفجره

فاضلاب‌های شهری

سالانه میلیون‌ها تن لجن در فرایند تصفیه فاضلاب در تصفیه‌خانه‌های شهرها و صنایع مختلف تولید می‌گردد که دارای پتانسیل مناسبی برای تولید انرژی هست. درحالی‌که دفع و دفن این لجن‌ها از معضلات اساسی تصفیه‌خانه‌ها بوده و هزینه‌های گزافی در این زمینه صرف می‌گردد. با بهره‌گیری از فناوری‌های مناسب می‌توان ضمن حل معضل این پسماندهای آلی به تولید انرژی پاک اقدام نمود.

زائدات کشاورزی و جنگلی

چوب یا همان سوخته‌ای چوبی اصطلاحی است، شامل انواع سوخته‌ای حاصل از جنگل‌کاری، ضایعات حاصل از بهره‌برداری منابع جنگلی، ضایعات حاصل از صنایع تبدیلی چوب، صنایع چوب و کاغذ و تأسیسات پردازشی مجاور مناطق جنگلی که می‌تواند به‌عنوان یک ماده اولیه جهت احداث نیروگاه برای تأمین انرژی همان صنایع یا صنایع دیگر مورداستفاده قرار گیرد. زائدات کشاورزی نیز مواد سرشار از انرژی بوده که ارزش غذایی برای انسان ندارند. سالانه میزان زیادی از زائدات کشاورزی نظیر کاه و کلش غلات، شاخه و برگ انواع گیاهان و محصولات باغی در مراحل مختلف کشاورزی تولید می‌گردد که می‌تواند در فرایند تولید انرژی مورداستفاده قرار بگیرد.

فضولات حیوانی

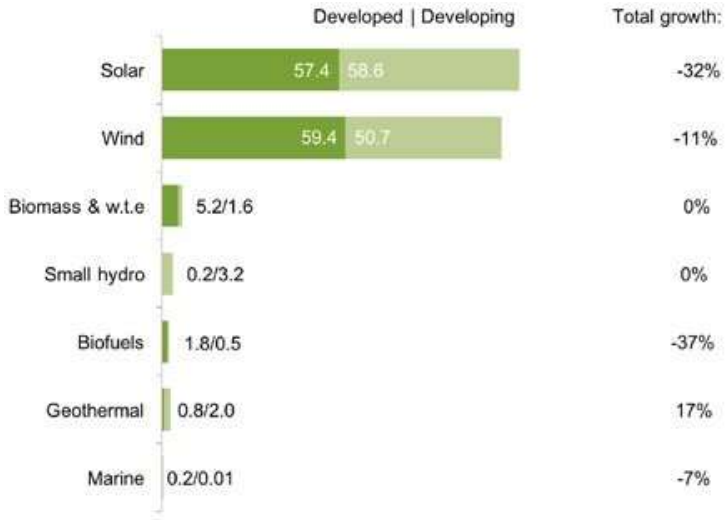
فضولات حاصل از دام و طیور سرشار از مواد آلی بوده و در فرایند تولید انرژی می‌تواند به‌عنوان یک ماده اولیه مناسب در نیروگاه‌های زیست‌توده مورداستفاده قرار گیرند.

پسماندهای صنایع غذایی و کشاورزی

در فرایندهای تولید و تبدیل در صنایع غذایی و کشاورزی سالانه مقدار زیادی پسماندهای آلی جامد و مایع تولید می‌گردد که می‌تواند ماده اولیه مناسبی برای نیروگاه‌های زیست‌توده باشد. انرژی حاصل از این پسماندها می‌تواند در همان صنایع یا صنایع دیگر مورداستفاده قرار گیرد. استفاده از این ضایعات در فرایند تولید انرژی و احداث نیروگاه‌های زیست‌توده می‌تواند در راستای توسعه پایدار در صنعت کشاورزی مدنظر قرار گیرد.

شکل: منابع انرژی زیست‌توده

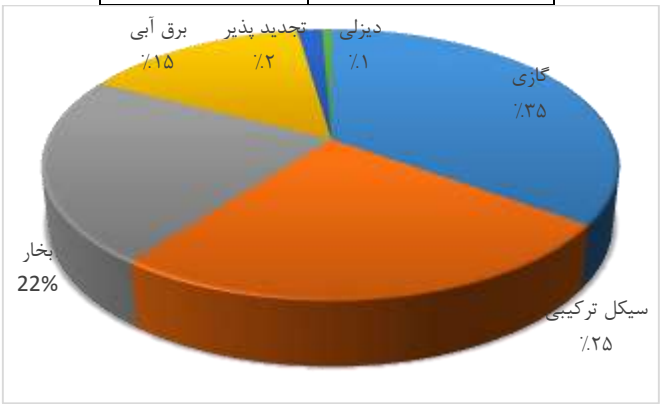
درصد استفاده از انرژی‌های مختلف تجدید پذیر به شرح زیر است:



مقایسه استفاده از منابع تجدید ناپذیر و تجدید پذیر انرژی

طبق آمارهای سال ۱۳۹۴ میزان تولید برق در کشور از منابع مختلف انرژی به شرح زیر هست:

نوع نیروگاه	قدرت نصب‌شده (مگاوات ساعت)
گازی	۲۴۷۱۵
سیکل ترکیبی	۱۷۸۵۰
بخار	۱۵۸۳۰
برق آبی	۱۰۶۲۵
تجدید پذیر	۱۱۸۱
دیزلی	۴۳۹
جمع کل	۵۶۳۹۳



جدول و نمودار تولید برق از منابع مختلف انرژی در سال ۱۳۹۴

زمین گرمایی	انرژی خورشیدی	زیست‌توده و ضایعات	انرژی بادی	برق آبی	مقدار کل	سال	کشور	رتبه
		۲۸،۲	۴۲،۰	۱۰۶۶،۱	۱۳۰۰،۰	۲۰۱۴	چین	۱
۵،۹	۷۵،۶	۵۱،۳	۲۲۷،۴	۳۹۵،۵	۷۵۵،۷	۲۰۱۳	*حادیه اروپا*	
۱۵،۶	۴،۳	۷۱،۴	۱۴۰،۸	۲۷۶،۲	۵۰۸،۴	۲۰۱۲	الات‌متحده	۲
		۳۵،۳	۵،۰	۴۱۱،۲	۴۵۱،۵	۲۰۱۲	زیل	۳
	۰،۴	۹،۰	۱۱،۳	۳۷۶،۷	۳۹۷،۳	۲۰۱۲	نادا	۴
۰،۵		۳،۰		۱۶۴،۴	۱۶۷،۹	۲۰۱۲	سیه	۵
	۲،۰	۵،۰	۲۸،۳	۱۲۴،۴	۱۶۰،۰	۲۰۱۲	ند	۶
		۰،۴	۱،۶	۱۴۰،۵	۱۴۲،۴	۲۰۱۲		۷

	وژ							
۸	مان	۲۰۱۳	۱۳۱٫۶	۲۸٫۶	۵۱٫۷	۲۰٫۲	۳۱٫۰	۰٫۰۸
۹	پن	۲۰۱۲	۱۲۲٫۴	۷۴٫۷	۴٫۸	۳۳٫۲	۷٫۰	۲٫۶
۱۰	سپانیا	۲۰۱۳	۱۰۷	۳۹٫۸	۵۳٫۹	۰٫۶	۱۲٫۷	

کشور ایران باوجود دارا بودن پتانسیل‌های بسیار بالا در تولید انرژی‌های تجدید پذیر، نظیر دارا بودن به‌طور میانگین ۳۰۰ روز آفتابی، وزش باد با سرعت مناسب در مناطقی نظیر منجیل در استان گیلان و شهرهای استان سیستان و بلوچستان، امکان استفاده از انرژی زمین‌گرمایی در استان اردبیل و شهر مشکین‌شهر، درصد کمی از انرژی خود را از منابع تجدید پذیر تأمین می‌نماید که با توجه به نمودار فوق مشاهده می‌گردد، تنها ٪۱۷ از برق مصرفی از منابع تجدید پذیر تولید می‌گردد که این میزان مصرف در مقایسه با کشورهای دیگر در جهان، ایران را در جایگاه ۱۲۲ بین ۱۲۷ کشور قرار می‌دهد.

خلاصه فصل

دسترسی کشورهای درحالی‌که توسعه به انواع منابع جدید انرژی، برای توسعه اقتصادی آن‌ها اهمیت اساسی دارد و پژوهش‌های جدید نشان داده که بین سطح توسعه یک کشور و میزان مصرف انرژی آن، رابطه مستقیمی برقرار است. با توجه به ذخایر محدود انرژی فسیلی و افزایش سطح مصرف انرژی در جهان فعلی، دیگر نمی‌توان به منابع موجود انرژی متکی بود .

درکشورما نیز، با توجه به نیاز روزافزون به منابع انرژی و کم شدن منابع انرژی فسیلی، ضرورت سالم نگه‌داشتن محیط‌زیست، کاهش آلودگی هوا، محدودیت‌های برق‌رسانی و تأمین سوخت برای نقاط و روستاهای دورافتاده و... استفاده از انرژی‌های نو مانند انرژی باد، انرژی خورشید هیدروژن، انرژی‌های داخل زمین می‌تواند جایگاه ویژه‌ای داشته باشد .

امروزه، بحران‌های سیاسی، اقتصادی و مسائلی نظیر محدودیت دوام ذخایر فسیلی، نگرانی‌های زیست‌محیطی، ازدحام جمعیت، رشد اقتصادی و ضریب مصرف، همگی مباحث جهان مشمولی هستند که با گستردگی تمام، فکر اندیشمندان را در یافتن راهکارهای مناسب در حل مناسب معضلات انرژی در جهان، به‌خصوص بحران‌های زیست‌محیطی، به خود مشغول داشته است. بدیهی است امروزی، پشتوانه اقتصادی و سیاسی کشورها، بستگی به میزان بهره‌وری آن‌ها از منابع فسیلی دارد و تهی گشتن منابع فسیلی، نه‌تنها تهدیدی است برای اقتصاد کشورهای صادرکننده، بلکه نگرانی عمده‌ای را برای نظام اقتصادی ملل واردکننده به وجود آورده است .صاحبان منابع فسیلی بایستی واقع نگرانه بدانند که برداشت امروز ایشان از ذخایر فسیلی، مستلزم بهره‌وری کمتر فردا و نهایتاً، تهی شدن منابعشان در مدت‌زمانی کمتر خواهد بود .

خوشبختانه، بیشتر کشورهای جهان به اهمیت و نقش منابع مختلف انرژی، به‌ویژه انرژی‌های تجدید پذیر (نو) در تأمین نیازهای حال و آینده پی برده و به‌طور گسترده، در توسعه بهره‌برداری از این منابع لایزال، تحقیقات وسیع و سرمایه‌گذاری‌های اصولی می‌کنند. با توجه به این‌گونه گرایش‌های اساسی و فزاینده درزمینهٔ استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و فناوری‌های مربوط در کشورهای صنعتی و درحالی‌که توسعه در ایران نیز لازم است راهبردها و برنامه‌های زیربنای و اصولی مدون شود .

گرایش جهانی در توجه به بهره‌برداری از انرژی‌های تجدید پذیر و پیامدهای زیست‌محیطی ایجاب کرده که سازمان‌ها و مراکز متعددی در ایران، علاقه‌مند به اجرای پروژه‌هایی در این زمینه باشند، هرچند این‌گونه فعالیت‌ها لازم و مؤثراست، ولی آیا این اقدامات طبق برنامه‌ریزی و تحقیقات اصولی در سطح ملی انجام می‌گیرند یا این را انفعالی به‌صورت پراکنده، تفویض مستقل و سلیقه‌ای اجرا می‌کنند. بدین ترتیب است که هنوز بسیاری از چالش‌ها و سؤال‌ها در توجیه و دفاع از توسعه بهره‌برداری از انرژی‌های تجدید پذیر در ایران، بدون جواب مانده‌اند .

بدیهی است که این‌گونه روند توسعه، بدون برنامه جامع و مدرن، صحیح و پایدار نخواهد بود. تدوین راهبردی جامع جهت بهره‌وری بهتر از انرژی در کشور، مستلزم شناخت کامل وضعیت کنونی و تعیین دقیق وضعیت مطلوب آن در جمیع جهات است .

انتظار می‌رود با توسعه بهره‌برداری از انرژی‌های پاک در جمهوری اسلامی ایران، طبق نتایج ارائه‌شده در این رساله و برم بنای راهبردی و برنامه‌ای مدون بتوان بسیاری از چالش‌ها را شناسایی و راهکارهای مناسب را انتخاب و تبیین نمود. امید است روند کاری ارائه‌شده بتواند به ابهامات و سؤال‌های مهمی چون :

۱ -میزان پتانسیل هر یک از حامل‌های انرژی تجدید پذیر در ایران؛

۲ -شناسایی و انتخاب مناطق مناسب (سایت یابی)؛

۳ -چشم‌اندازی مدون برای آینده انرژی‌های تجدید پذیر (به‌ویژه انرژی پاک هیدروژن) در ایران؛

۴ -توجیه اقتصادی با توجه با عوامل گوناگون مطروحه؛

۵ -برنامه‌ریزی، نحوه و ظرفیت سرمایه‌گذاری، با تشخیص ارجحیت برای هر یک از انرژی‌های تجدید پذیر؛

۶ -برنامه‌ای مدون جهت توسعه فناوری‌های مربوط در ایران؛

۷ -ظرفیت و قابلیت جانشین؛ پاسخ‌گو باشد .