

Wind Energy

هنگامی که تابش خورشیدی به طور نامساوی به سطح ناهموار زمین می‌رسد باعث ایجاد تغییرات در فشار و دما می‌گردد، آن گاه باد به وجود می‌آید.

در مناطق گرمسیر افزایش خالص در حرارت محیط به علت تابش خورشیدی ایجاد شده و در مناطق قطبی افت خالص در حرارت محیط حاصل می‌شود. این بدان معنی است که اتمسفر کره زمین به دلیل چرخش، گرما را از مناطق گرمسیر به مناطق قطبی انتقال می‌دهد. جریانات اقیانوسی به طور مشابه عمل نموده و موجب ۳۰ درصد انتقال حرارت در جهان می‌باشد. در مقیاس جهانی، این جریانات اتمسفری به صورت یک عامل قوی انتقال گرما عمل می‌کند. دوران کره زمین در برقراری الگوهای نیمه دائم جریانات سیاره‌ای در اتمسفر اثر مضاعف دارد. علاوه بر عوامل عمده فوق، فاکتورهای دیگری مانند مشخصات توپوگرافی (Topography) و تغییرات فصلی دما، توزیع انرژی باد را تغییر می‌دهند. برای مثال، اختلاف ظرفیت گرمایی بین زمین و آب در خطوط ساحلی، ایجاد نسیم دریایی ایجاد می‌کند. در دره‌ها و کوهستانها نیز فرآیند مشابهی، منجر به ایجاد بادهای محلی می‌شود.

بیشتر منابع انرژی باد در نواحی ساحلی و کوهستانی واقع شده است اما منابع قابل توجهی نیز در دشت‌ها وجود دارد. مطالعات نشان می‌دهد که تخمین جهانی این انرژی به صورتی که قابل دستیابی و بهره‌برداری باشد، در حدود دو برابر تولید فعلی برق در دنیا است. انرژی باد را می‌توان با استفاده از توربین‌های بادی افقی یا عمودی به انرژی مکانیکی تبدیل و از آن برای پمپاژ آب یا تولید برق یا از طریق اصطکاک برای تولید انرژی حرارتی استفاده کرد. فن‌آوری توربین بادی در ۲۰ سال گذشته به ویژه در آمریکا و اروپا از توسعه و پیشرفت قابل توجهی بوده است. اندازه توربین‌های بادی در حال افزایش است. هزینه سیستم‌های نصب شده در دهه گذشته به طور چشمگیری کاهش یافته و انرژی باد در بسیاری از نواحی مستعد با منابع انرژی سنتی رقابت می‌کند. از پمپ‌های بادی می‌توان در اکثر نواحی روستایی که آب زیرزمینی نزدیک به سطح دارند استفاده نمود.

توسعه سیستم‌های انرژی بادی شامل افزایش قابلیت اطمینان، کاهش هزینه‌های نگهداری و کارایی بهتر در شرایط مختلف وزش باد می‌شود. چند محدودیت در کاربرد گسترده انرژی باد وجود دارد که عبارتند از فقدان اطلاعات دقیق از منابع باد در منطقه و اثرات آن بر محیط مانند تداخل در چشم انداز و زیبایی، صدا، تلفات پرندگان و پارازیت در سیستم‌های مخابراتی. (ل ۱۹۵، ۵، ۴ و ۱۹۶)

ارزش انرژی باد

Wind Energy Value

ارزش انرژی باد به کاربرد انرژی و هزینه‌های گزیننده‌های دیگر برای پوشش همان کاربرد، وابسته است. این ارزش را می‌توان به صورت هزینه‌های سوخت، ظرفیت و انتشاراتی که در صورت کاربرد انرژی باد از آنها پیشگیری خواهد شد، تعریف کرد. به طور کل میزان درک و دریافت اجتماعی از این ارزش، معادل صرفه‌جویی‌های خالص در کل هزینه‌های اجتماعی است. (ل ۲۵۰)

اندازه‌گیری پتانسیل انرژی باد

Wind Energy Measurement

در اندازه‌گیری پتانسیل انرژی باد بایستی انواع گوناگونی از استعدادها شناخته شوند. این استعدادها را می‌توان به ۵ گروه زیر تقسیم کرد:

پتانسیل هواشناسی: این پتانسیل در واقع بیانگر منبع انرژی باد در دسترس می‌باشد.

پتانسیل محل: این پتانسیل بر مبنای پتانسیل هواشناسی بنا شده ولی محدود به محلهایی است که از دیدگاه جغرافیایی برای تولید انرژی در دسترس هستند.

پتانسیل فنی: این پتانسیل با در نظر گرفتن فن‌آوری در دسترس (کارایی، اندازه توربین و...) از پتانسیل محل محاسبه می‌شود.

پتانسیل اقتصادی: این پتانسیل، استعداد بالقوه فنی است که به صورت اقتصادی قابل تحقق است.

پتانسیل اجرایی: این پتانسیل با در نظر گرفتن محدودیت‌ها و عوامل تشویقی برای تعیین ظرفیت توربین‌های خاص تعیین می‌شود. (ل ۱۹۹)

توربین بادی (آسیاب بادی)

Wind Turbine (Windmill)

دستگاهی است که برای تبدیل انرژی بادی به انرژی مکانیکی به کار می‌رود. کاربرد این توربین بیش‌تر در جاهایی است که به یک منبع قدرت

مکانیکی یا برق ثابت محلی نیاز باشد. (ج ۳۰۶)

ژنراتور بادی (مولد بادی)

Aero Generator

تأسیساتی است که در آن محور پروانه یا «روتور» Rotor یک توربین بادی به یک مولد (ژنراتور) برق بسته شده است. مولدهای بادی در جاهایی که به انرژی کم و میانه نیاز باشد، به ویژه در جاهای دور افتاده، می‌توانند کاربرد داشته باشند. (ج ۳۰۶)

گرمایش آب

Water Heating

این سیستم‌ها در منازل خصوصی به کار برده می‌شوند. در این کاربرد توربین بادی عموماً به طور مستقیم به آب گرمکن یا یک رادیاتور الکتریکی متصل می‌شود. (ل ۲۰۶)

۲-۶- انرژی خورشیدی

Solar Energy

کره زمین انرژی خورشیدی را به صورت تابش خورشیدی دریافت می‌کند. کاربرد انرژی خورشیدی کاملاً متنوع است و شامل گونه‌های حرارتی مستقیم (سیستم‌های عامل و غیرعامل)، تولید نیروی برق از طریق سیکل‌های ترمودینامیکی و تبدیل مستقیم به الکتریسیته با کمک سیستم‌های فتوولتایی (Photovoltaic-PV) می‌شود.

مطالعات وسیعی در ۲۰ سال گذشته در مورد فن‌آوری و کاربردهای انرژی خورشیدی انجام شده و پیشرفت‌های زیادی در زمینه توجیه اقتصادی و مقرون به صرفه بودن این انرژی انجام گرفته است. اکنون برخی از این کاربردها کاملاً جنبه تجاری پیدا کرده ولی کاهش بیشتر هزینه‌ها که از طریق تولید انبوه و توسعه فنی میسر می‌باشد مورد نیاز است. انرژی خورشیدی از دیدگاه محیط زیست بی‌خطر است اگرچه استفاده متمرکز در ابعاد وسیع ممکن است منجر به اثرات زیست محیطی محلی شود. (ل ۳ و ۴)

بشقاب سهموی

Parabolic Dish

نوعی از گردآورنده‌ها تحت عنوان بشقاب سهموی یک سطح فضایی است که از دوران یک سهمی به وجود می‌آید و کانون آن یک نقطه است. برای اینکه چنین سیستمی کاملاً مؤثر باشد لازم است که این گردآورنده تمام مدت به طرف خورشید نشانه‌گیری شود و در نتیجه به یک مکانیسم ردگیری دو محوری نیاز دارد. انرژی حرارتی را می‌توان با کمک یک سیال مناسب در ناحیه کانونی جمع‌آوری کرد و این انرژی را یا به یک سیکل ترمودینامیکی جدا از گردآورنده منتقل نمود و یا اینکه در یک موتور کوچک (در حدود ۲۵ kWe) که در پشت نقطه کانونی سوار می‌شود، به کار برد. (ل ۸۹)

تابش پراکنده

Diffuse Radiation

تابش پراکنده آن بخش از تابش خورشیدی است که از همه راستاهای دیگر (به جز راستای مستقیم از قرص خورشید) پس از پخش و پراکنش در جو (در اثر وجود مولکول‌های گرد و غبار شناور در هوا، ابرها) و یا احتمالاً از سطح زمین (در اثر وجود زمین، دریا، درختان و ساختمان‌ها) بازتابیده می‌شود. (ج ۲۷۶)

ثابت خورشیدی

Solar Constant

ثابت خورشیدی عبارت است از شدت تابش آفتاب بیرون از جو در فاصله میانگین میان زمین و خورشید، بر روی یک سطح که عمود بر راستای پرتوهای خورشیدی می‌باشد. (ج ۲۷۶)

تابش کلی

Global Radiation

مجموع تابش مستقیم و تابش پخش و پراکنده شده بر روی یک سطح هموار افقی است که در یک زمان معین به ترتیب از نور خورشید و آسمان به آن سطح می‌رسد. (ج ۲۷۶)

تابش مستقیم

Direct Radiation

تابش مستقیم آن بخش از پرتو خورشیدی است (آفتاب) که به طور مستقیم از قرص خورشید سرچشمه گرفته و به جز اثرات شکست نور در لایه‌های پایین جو زمین هیچ گونه تغییری در راستای آن پدید نیامده است. (ج ۲۷۶)

تابش مستقیم، پراکنده و منعکسه

Insolation

تابش خورشیدی در روی صفحه افقی که به آن Insolation گفته می‌شود دارای دو مؤلفه است که یکی از آنها مستقیم و دیگری پراکنده است. تابش مستقیم به طور مستقیم از دیسک خورشید می‌آید. تابش افقی پراکنده نتیجه پخش شدن مقداری از تابش خورشیدی در اتمسفر است. تابش مستقیم را می‌توان با کمک عدسی یا بازتابنده‌ها متمرکز کرد. اگر ضریب تمرکز بالا باشد آن گاه به شدت‌های بالایی از انرژی می‌توان دست یافت اما تابش پراکنده از دست خواهد رفت. اگر ضریب تمرکز پایین باشد آن گاه بخشی از تابش پراکنده دور خورشیدی هم متمرکز می‌شود. تابش پراکنده تغییرات بسیاری دارد و از حداقل ۱۰٪ کل برای شرایط آسمان صاف و ارتفاع بالای خورشید شروع و به ۱۰۰٪ در زمانی که قرص خورشید به علت ابرها دیده نمی‌شود ختم می‌شود. بنابراین گردآورنده‌های متمرکز کننده معمولاً انرژی به مراتب کم‌تری را از گردآورنده‌های غیرمتمرکزی جمع می‌کنند. تابش منعکسه معمولاً مؤلفه کوچکی است ولی در روی یک صفحه عمودی در جایی که برف بر روی زمین باشد ممکن است تا ۴۰٪ تابش کل باشد. (ل ۶۳-۶۴)

تولید هیدروژن

Hydrogen Generation

تولید هیدروژن از انرژی خورشیدی و آب اهمیت زیادی دارد زیرا که هیدروژن سوخت تمام نشدنی است و سازگار با محیط زیست نیز هست. هنگامی که هیدروژن می‌سوزد، چه به طور مستقیم برای مصارف گرمایی یا مکانیکی و یا در پیل‌های سوختی برای تولید الکتریسته، تنها محصول این سوختن، آب است. نور متمرکز شده خورشید می‌تواند واکنش‌های گرما شیمیایی (Thermochemical Reaction) یا الکترولیز با دمای بالا را برای تولید هیدروژن خورشیدی به کار اندازد. هیدروژن خورشیدی را می‌توان از سیستم‌های فوتوالکتروشیمیایی نیز که هیدروژن و اکسیژن را مستقیماً از آب تولید می‌کنند، به دست آورد. (ل ۹۷ و ۹۸)

جمع کننده با صفحه هموار (جمع کننده مسطح)

Flat Plate Collector

یک جمع کننده خورشیدی است که از دستگاه‌های تمرکز دهنده بهره نمی‌گیرد. این جمع کننده از همه تابش خورشید بهره می‌گیرد. انواع اصلی جمع کننده‌هایی که از مایع استفاده می‌کنند عبارتند از: جمع کننده لوله‌ای - صفحه‌ای، جمع کننده لوله‌ای - باله‌دار، جمع کننده بند پیچ‌های (جمع کننده لوله در ورق، جمع کننده لوله‌ای - تسمه‌ای نیز نامیده می‌شود) جمع کننده چکه‌ای (یا جمع کننده چکه - آبی)، جمع کننده لوله‌ای - گرمایشی. (ج ۲۸۲)

جمع کننده خورشیدی متمرکز ساز

Concentrating Solar Collector

یک جمع کننده خورشیدی است که شامل بازتاب دهنده‌ها (آینه‌ها)، عدسی‌ها و دستگاه‌های دیگر نوری است و انرژی خورشیدی تابیده شده به درون روزن یا شکاف (مدخل) جمع کننده را به طور متمرکز بر روی یک جذب کننده که مساحت صفحه آن کوچک‌تر از سطح شکاف کلکتور است، می‌اندازد.

انواع اصلی جمع‌کننده‌های موجود را می‌توان به آنها پی که به روش شکست نور عمل می‌کنند (عدسی‌های همگرا) و آنهایی که به روش بازتابش نور عمل می‌نمایند، تقسیم کرد. سطح‌های بازتابنده مورد دوم به شکل نیم کره، هذلولی، استوانه‌های شلجمی (محدب) و یا مخروطی می‌باشند. (ج ۲۸۲)

جمع‌کننده‌های خورشیدی (کلکتور خورشیدی)

Solar Collectors

دستگاهی است که برای جذب تابش‌های خورشیدی، تبدیل (واگردانی) آنها به انرژی گرمایشی و انتقال آن به یک واسط مبدل گرما، طراحی شده است. در برخی موارد اصطلاح «جمع‌کننده» به طور انحصاری به قطعه‌ای که تابش خورشید را دریافت می‌نماید نسبت داده می‌شود.

جمع‌کننده خورشیدی خنک شونده با هوا: یک جمع‌کننده خورشیدی است که در آن از هوا به جای واسط مبدل گرمایش استفاده می‌شود.

جمع‌کننده خورشیدی خنک شونده یا مایع: یک جمع‌کننده خورشیدی است که در آن به جای واسط مبدل گرمایش از مایعی استفاده می‌شود. (ج ۲۸۲)

دریافت‌کننده مرکزی

Central Receiver

دریافت‌کننده مرکزی، معادل یک بشقابک بزرگ سهموی است. مجموعه‌ای از آینه‌هایی که هر یک به طور جداگانه انرژی خورشید را منعکس و متمرکز می‌کنند هلیوستات (Heliostat) نامیده می‌شوند. انرژی توسط یک مبدل حرارتی که در روی یک برج نصب شده است و گیرنده نامیده می‌شود جذب می‌شود. یک کامپیوتر هر یک از هلیوستات‌ها را طوری کنترل می‌کنند که زاویه بین خورشید و گیرنده همیشه نصف می‌شود. اندازه و درجه حرارت این سیستم‌ها به آسانی با بویلرهای بخار صنعتی و نیروگاهی قابل قیاس هستند. (ل ۸۹ و ۹۰)

دودکش خورشیدی

Solar Chimney

یک سیستم به مراتب ساده‌تر ولی با کارایی به مراتب کمتر، سیستم دودکش خورشیدی است. مجموعه‌ای دایره‌ای هلیوستات‌ها (Heliostats) را با یک ناحیه دایره‌ای زمین که پوشش شیشه‌ای دارد و برج گیرنده مرکزی را با یک دودکش که یک توربین بادی در آن قرار دارد جایگزین می‌کنند. هوایی که در زیر شیشه به وسیله خورشید گرم می‌شود توسط دودکش کشیده می‌شود و در اثر این جریان توربین ژنراتور را به گردش وا می‌دارد. (ل ۹۰ و ۹۱)

سلول فتوولتاییک خورشیدی

Solar Photovoltaic Cell (Solar Cell)

دستگاه یا وسیله‌ای است که با به کارگیری اثر فتوالکتریک (تبدیل انرژی فوتون یا ذرات نورانی به انرژی الکتریسته) تابش آفتاب را به طور مستقیم به برق تبدیل می‌کند. همان طور که در اثر فتوالکتریک مشاهده می‌شود جریان برق تولیدی توسط تابش آفتاب در اثر وجود یک میدان الکتریکی درونی در مدارهای بیرونی جاری می‌شود.

امروزه کاربری باتری‌های خورشیدی (پیل‌های فتوولتاییک) به مواردی که نیاز به یک منبع تولید برق به ویژه در شرایطی که مناسب چنین باتری‌هایی است محدود می‌باشد؛ مانند جاهای دور افتاده‌ای که به منابع تولید با توان کم نیاز دارند مثل تلمبه‌های خورشیدی، چشمک‌زن‌های هشدار دهنده، ارتباطات راه دور، شارژر باتری‌ها، منابع برق ماهواره‌ها، آبکاری فلزات، جایگزینی به جای سلول‌های شیمیایی یا باتری‌ها (در ساعت، ماشین حساب، اسباب‌بازی و...) و موارد دیگر (ج ۲۸۸).

سیستم‌های حرارتی خورشیدی

Solar Thermal Systems

این گروه، سیستم‌هایی را در بر می‌گیرد که بر پایه گردآوردن‌های حرارتی با دمای پایین عمل می‌نمایند. این سیستم‌ها از منبع خورشیدی برای مصرف نهایی حرارتی استفاده می‌کنند. (ل ۷۸)

سیستم‌های فتوولتایی

Photovoltaic Systems

سیستم‌های فتوولتائی (PV) که در اصل برای کاربردهای فضایی ابداع و تکمیل شده بود انرژی نوری را مستقیماً به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کنند. اصل مقدماتی در این فن‌آوری «اثر فتوالکتریک» است که اولین بار به وسیله اینشتین توضیح داده شده که نور باعث می‌شود الکترون‌ها از ماده جدا شوند. مکانیسم‌های فتوولتائی - سلول‌های خورشیدی - کریستال‌های صافی هستند که از لایه‌های نازک از جنس نیمه هادی‌ای ساخته شده‌اند که خصایص الکترونیکی متفاوت دارند و این امر موجب پیدایش میدان‌های الکتریکی قوی درون آنها می‌شود. هنگامی که نور وارد کریستال می‌شود، الکترون‌هایی که توسط نور تولید می‌شوند به وسیله این میدان جدا می‌شوند و اختلاف پتانسیلی بین وجوه بالایی و پایینی سلول به وجود می‌آید. در صورتی که مدار کامل شود آن گاه این اختلاف پتانسیل جریان مستقیمی را به وجود می‌آورد. (ل ۹۱)

سیستم‌های گرما شیمیایی و نور شیمیایی

Thermo Chemical/Photochemical Systems

این گروه به سیستم‌هایی اطلاق می‌شود که از انرژی خورشیدی برای القاء واکنش‌های شیمیایی استفاده می‌کنند تا کیفیت محصولات موجود را افزایش دهند تا قابل استفاده شود، یا اینکه محصولات کاملاً نوینی را بسازند. گرمایشیمیایی به استفاده از گرما برای رانش واکنش‌ها اطلاق می‌شود و نورشیمیایی به استفاده مستقیم فوتون‌ها مانند بخش ماوراء بنفش طیف خورشید اطلاق می‌گردد. (ل ۹۵ و ۹۶)

گردآورنده‌های با تمرکز کم

Low-Concentration Collectors

این گردآورنده‌ها تابش مستقیم خورشید و جزئی از تابش پراکنده خورشیدی را متمرکز می‌نمایند. با کمک طرح‌های هندسی پیشرفته و برخورداری از عایق حرارتی، به درجه حرارتی بالاتر از درجه حرارت گردآورنده‌های تخت می‌رسند. در یک نمونه از این گردآورنده‌ها از لوله‌های شیشه‌ای تخلیه شده که جذب کننده، در درون آن قرار می‌گیرد و اتصالات نفوذناپذیر برای لوله‌ها استفاده می‌شود. در این سیستم‌ها اغلب از بازتابنده‌های فلزی یا شیشه‌ای برای افزایش نسبت تمرکز استفاده می‌شود.

گردآورنده‌های خورشیدی معمولاً بر روی صفحه‌ای که به طرف خط استوا گرایش دارد ثابت می‌شوند و برای آنها زاویه‌ای نزدیک به عرض جغرافیایی محل ساخته می‌شود تا گردآوری سالیانه انرژی خورشید به حداکثر برسد. (ل ۷۹ و ۸۱)

گردآورنده‌های تخت

Flat-Plate Collectors

از این نوع گردآورنده خورشیدی بیش از هر نوع گردآورنده خورشیدی دیگر استفاده می‌شود. عنصر اصلی آنها یک ورق است که بوسیله تابش کلی خورشید حرارت می‌گیرد و حرارت خود را به یک سیال جذب کننده حرارت که در حال جریان است منتقل می‌کند. این سیال معمولاً آب و هواست. رنگ این ورق همیشه تیره است و ممکن است دارای پوشش خاصی باشد که ضریب جذب انرژی خورشیدی را به حداکثر برساند. از ورق‌های لاستیک، پلاستیکی و فلزی برای خروجی‌هایی با دمای فزاینده استفاده می‌شود. ممکن است که ورق تنها جز تشکیل دهنده گردآورنده باشد اما برای رسیدن به دمای بالا معمولاً ورق را در داخل یک جعبه عایق شده که روکش شفاف آن دارای کارایی بالایی است قرار می‌دهند تا از اثر گلخانه‌ای استفاده شود. تابش مرئی خورشید، از طریق این پوشش نیمه شفاف وارد می‌شود ولی جزئی از تابش طول موج بلندتر مادون قرمز که به وسیله ورق حرارت دیده داخل جعبه ساطع می‌شود در درون جعبه به دام می‌افتد و نمی‌تواند خارج شود. (ل ۷۸ و ۷۹)

متمرکز کننده سهموی خطی

Parabolic Through

متمرکز کننده خط سهموی، نوع عمده سیستم‌های تمرکزی خطی است که از ردیف‌های طولانی‌ای از تمرکز دهنده‌هایی که سطح مقطع آنها سهمی است تشکیل شده است. پوشش داخلی منعکس کننده، انرژی خورشیدی را بر روی یک لوله سیاه که در طول کانون سهمی امتداد یافته و نصب شده

است متمرکز می‌نماید. مایعی مانند روغن ویژه انتقال حرارت، در درون لوله در گردش است که انرژی خورشیدی را جمع‌آوری کرده و آن را حمل می‌نماید. (ل ۸۷ و ۸۸)

نیروگاه خورشیدی

Solar Thermal Power Plants

این تأسیسات به روالی طراحی شده است تا انرژی خورشید را به کمک واسط انتقال گرما جمع‌آوری و به انرژی الکتریکی تبدیل نماید. یک نیروگاه با برج خورشیدی، گونه‌ای از یک نیروگاه خورشیدی است که در آن از یک برج برای گردآوری انرژی خورشیدی و تبدیل آن به برق استفاده می‌شود. (ج ۲۸۶)

۳-۶- انرژی زمین گرمایی

Geothermal Energy

انرژی زمین گرمایی به حرارتی اطلاق می‌شود که در زیر سطح کره زمین انبار شده است. مقدار این انرژی به مراتب بیش از مصرف فعلی انرژی در جهان است، لیکن شدت آن بجز در محل تلاقی صفحات تکتونیک (Tectonics) و در نواحی‌ای که به عنوان محل آتشفشان یا زلزله شناخته می‌شوند بسیار کم است. این انرژی در صورتی تجدیدپذیر محسوب می‌شود که انرژی برداشت شده بیش از انرژی‌ای که از طریق مرکز زمین جایگزین می‌شود نباشد و آبی که برای حمل انرژی به سطح زمین مورد استفاده قرار می‌گیرد دوباره تزریق شود. منابع کم‌دما (کمتر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد) از زمان قدیم برای حمام‌ها و گرمایش اماکن زیستی مورد استفاده بوده‌اند و اخیراً از این منابع برای گلخانه‌ها و گرمای مورد نیاز برخی فرایندها نیز استفاده می‌شود. بخار خشک (در حدود ۲۴۰ درجه سانتیگراد) و آب خیلی گرم (۳۵ تا ۹۰ درجه سانتیگراد) برای تولید نیروی برق، اقتصادی است.

در طول دهه گذشته پیشرفت‌های قابل ملاحظه‌ای در زمینه استفاده از آب گرم متوسط (با دمایی پایین‌تر از ۱۰۰ درجه سانتیگراد) از طریق سیکل‌های دوگانه جهت تولید انرژی انجام گرفته است. استفاده تجاری از انرژی زمین گرمایی در حداقل ۲۰ کشور انجام گرفته و ظرفیت تولید برق در سال ۱۹۹۱ با استفاده از این نوع انرژی حدوداً بیش از ۵۹۰۰ MWe بوده است.

ذخایر انرژی زمین گرمایی در برخی نواحی متمرکز است ولی مقادیر قابل توجهی از این نوع انرژی در تمام نواحی جهان وجود دارد. برای بهره‌برداری از این منابع لازم است که به اکتشاف، استخراج و فن‌آوریهای تبدیل ادامه داده شود و به نکات زیست محیطی مانند مقادیر اندکی از گازهای محلول که شامل H_2S و CO_2 می‌شود و به مصرف یا تزریق مجدد آب نمک غلیظ توجه شود. در دراز مدت، با توسعه ابزار و روشهای مؤثر برای استخراج انرژی از سنگ‌های خشک گرم (که عمده‌ترین بخش این انرژی است) و منابع تحت فشار زمین و گدازه‌ها؛ سهم بالقوه انرژی زمین گرمایی به مقدار زیادی افزایش خواهد یافت.

انرژی زمین گرمایی معمولاً به چهار دسته تقسیم می‌شوند که عبارتند از هیدروترمال (Hydrothermal)، لایه‌های تحت فشار (Geopressured)، تخته سنگهای خشک و داغ (Hot Dry Rock) و گذاره‌های آتشفشانی (Magma). مشخصات فیزیکی هر یک از آنها متفاوت است اما صرف‌نظر از اقتصادی بودن، هر یک از آنها بالقوه توانایی تولید برق را دارند. (ل ۷، ۶، ۳۲۰ و ۳۲۶)

تخته سنگهای خشک و داغ

Hot Dry Rock

این منابع بیشتر در مناطق بسیار داغ و خشک یا مناطقی که حاوی مقدار بسیار جزئی آب است به چشم می‌خورند. سنگ‌های خشک و داغ (HDR) در عمل تمام نشدنی است. ایده کلی در این فن‌آوری ایجاد یک سفره زمین گرمایی مصنوعی می‌باشد. روش کار به این ترتیب است که ابتدا مسیری را از طریق حفر چاه‌هایی با عمق ۴۰۰۰ تا ۵۰۰۰ متر، به داخل سنگهای داغ با درجه حرارت بالا و نفوذپذیری پایین برقرار می‌کنند، سپس از طریق

ترکهای حاصل از انفجار یا روشهای هیدرولیکی، سیستم تبادل حرارتی بزرگی ایجاد می‌شود. چاههای حفر شده که چاههای تزریق آب سرد و برگشت آب داغ می‌باشد از طریق حوضچه مصنوعی به همدیگر مرتبط شده و تشکیل سیکل سیرکوله را می‌دهد و آب از طریق ترکهای حاصل از انفجار، چرخش خود را در سیکل انجام می‌دهد. (ل ۳۲۷ و ۳۲۸)

گدازه‌ها

Magma

گدازه‌ها سنگهای مذابی است که دارای درجه حرارتی بین ۷۰۰ تا ۱۲۰۰ درجه سانتیگراد می‌باشد. محفظه‌های حاوی گدازه‌ها دارای پتانسیل انرژی فوق‌العاده بوده و تقریباً وسیع‌ترین منبع زمین گرمایی را تشکیل می‌دهند، با وجود این به ندرت پیش می‌آید که این منابع نزدیک سطح زمین به وجود آیند. عمق قابل دسترسی به این منابع بین ۳۰۰۰ تا ۱۰۰۰۰ متر تخمین زده شده لذا انتظار می‌رود که بهره‌برداری از انرژی گدازه‌ها بسیار مشکل‌تر از سایر روش‌های انرژی باشد. در مورد بهره‌برداری از این منابع تاکنون اقدامات مؤثری به عمل نیامده است. (ل ۳۲۸)

منابع لایه‌های تحت فشار

Geopressured Resources

منابع لایه‌های تحت فشار، سفره‌های آب داغ حاوی گاز متان محلول می‌باشد که در عمقی حدود ۳ تا ۶ کیلومتری سطح زمین، تحت فشار بالا در لایه‌های رسوبی حبس شده است. دمای این منابع بین ۹۰ تا ۲۰۰ درجه سانتیگراد تخمین زده می‌شود اما در عمل به ندرت پیش آمده تا دمای ذخایری که تاکنون کشف شده به ۱۵۰ درجه سانتیگراد برسد.

گستره این ذخایر هنوز به طور دقیق شناخته نشده است و تنها منبعی که تاکنون به وجود آن پی برده شده در نواحی شمال خلیج مکزیک است که گفته می‌شود وسعتی معادل ۱۶۰۰۰۰ کیلومتر مربع دارد. این نوع ذخایر بسیار خوش آتیه است چرا که از این ذخایر امکان استخراج سه نوع انرژی، انرژی حرارتی از سیالات گرم شده، انرژی هیدرولیک ناشی از فشارهای بالای حبس شده و انرژی شیمیایی ناشی از سوخت گاز متان محلول می‌توان به دست آورد. (ل ۳۲۷)

منابع هیدروترمال

Hydrothermal Resources

به آبهای داغ و بخارهایی که در قسمت‌های با عمق کم یا متوسط پوسته زمین (۱۰۰-۴۵۰۰ متر)، درون گسلها یا خلل و فرج سنگهای متخلخل قرار گرفته‌اند منابع هیدروترمال می‌گویند. این منابع تنها منبعی هستند که در حال حاضر از آنها استفاده تجاری می‌شود. این منابع بر حسب فاز سیال غالب، به دو دسته تحت بخار (بیشتر مخزن را فاز بخار آب اشغال کرده) یا تحت مایع (بیشتر مخزن را آب داغ اشغال کرده) دسته‌بندی می‌شوند. منابع هیدروترمالی که جهت تولید برق به کار گرفته می‌شوند باید درجه حرارتی بین ۹۰°C تا ۳۵۰°C داشته باشند که البته تخمین زده می‌شود، تقریباً دو سوم منابع هیدروترمال طبیعت، در محدوده دمایی متوسط ۱۵۰ تا ۲۰۰°C باشند. غنی‌ترین این منابع آنهایی است که دارای بخار خشک یا بخار با میزان ناچیزی مایع باشد. متأسفانه تاکنون تنها دو منبع بزرگ از این نوع شناسایی شده که یکی در ایتالیا و دیگری در ایالات متحده آمریکاست. (ل ۳۲۶ و ۳۲۷)

۴-۶- انرژی دریایی

انرژی امواج

Wave Energy

امواج در اثر انتقال انرژی از باد به دریا به وجود می‌آیند. میزان این انتقال انرژی بستگی به سرعت باد و نیز به مسافتی دارد که در طول آن باد با سطح آن در فعل و انفعال بوده است (میدان وزش). موجها به خاطر جرم آبی که نسبت به سطح متوسط دریا جابجا شده، انرژی پتانسیل، و به خاطر

سرعت ذرات آب، انرژی جنبشی با خود حمل می‌کنند. انرژی ذخیره شده از طریق اصطکاک، و با شدتی که بستگی به ویژگی امواج و عمق آب دارد، تلف می‌شود. موجهای بزرگ در آبهای عمیق انرژی خود را با کندی بسیار از دست می‌دهند، در نتیجه سیستم‌های امواج بسیار پیچیده هستند و اغلب هم از بادهای محلی و هم از طوفان‌هایی که روزها قبل در دور دست اتفاق افتاده‌اند سرچشمه می‌گیرند.

امواج توسط ارتفاع، طول موج (فاصله بین قله‌های متوالی) و دوره تناوب آنها (زمان بین قله‌های متوالی) مشخص می‌شوند. قدرت امواج معمولاً بر حسب کیلووات بر متر بیان می‌شود که نمایانگر میزان انتقال انرژی از عرض یک خط فرضی به طول یک متر و موازی با جبهه موج می‌باشد.

شدیدترین بادهای بین عرض‌های جغرافیایی ۴۰ تا ۶۰ درجه در هر دو نیمکره شمالی و جنوبی می‌وزند. همچنین بادهایی با سرعت کمتر در مناطق بادهای تجاری (بین عرض‌های جغرافیایی ۳۰ درجه از خط استوا) به علت نظم نسبی‌شان وضعیت موجی بالقوه جذابی را ایجاد می‌کنند. (ل ۴۸۹-۴۹۱ و ۵۲۶)

انرژی حرارتی دریا

Ocean Thermal Energy

انرژی حرارتی دریا بزرگ‌ترین منبع انرژی در دریاهاست که بیش از ده برابر مصرف جهانی انرژی در وضعیت فعلی است. تمام فن‌آوری‌هایی که برای بهره‌برداری از انرژی دریایی وجود دارند خیلی ابتدایی و پیش پا افتاده هستند. انرژی جزر و مد از دیگر انرژی‌های دریایی پیشرفته‌تر است زیرا از سدها و توربین‌هایی که مشابه نیروگاه‌های برق آبی کم‌ارتفاع هستند، استفاده می‌نماید. انرژی امواج از ابزار مکانیکی متنوعی برای جذب انرژی حاصل از نوسان سطح آب استفاده می‌کند. انرژی حرارتی دریا از مبدل‌های حرارتی بزرگ و پمپ‌ها برای استخراج انرژی و به منظور تولید توان در سیکل ترمودینامیکی با راندمان بسیار پایینی استفاده می‌کند.

انرژی امواج دریا عبارت است از انرژی مکانیکی منتقل شده از باد که امواجی با دوره زمانی کوتاه، آن را به صورت انرژی پتانسیل جنبشی در خود ذخیره می‌کنند. نوع دیگری از انرژی که در اثر حرکت دورانی زمین و جاذبه ماه و خورشید به صورت امواج با پریود بلند ذخیره می‌شوند تحت عنوان انرژی جزر و مدی مورد بحث قرار می‌گیرد. انرژی ذخیره شده در آبهای گرم سطحی که به خاطر وجود آبهای عمیق و سرد اقیانوس‌ها قابل استفاده است، تحت عنوان انرژی حرارتی دریاهای مطرح می‌شود. (ل ۹، ۱۰، ۴۶۶ و ۴۶۷)

انرژی جزر و مد

Tidal Energy

جزر و مد دریا در اثر جاذبه ماه و خورشید به هنگام گردش زمین به وجود می‌آید. در دریاهای جاذبه ماه ارتفاع آب را هم از سمت نزدیک و هم از سمت دور کره زمین بالا می‌برد. این برآمدگی‌ها در آب دریا که به علت گردش زمین به دور خود، به سمت غرب جریان پیدا می‌کنند، به صورت موجهای دریاهای عمیق با پریود ۱۲ ساعت و ۲۵ دقیقه ظاهر می‌شوند که دامنه نوسان آنها کم‌تر از یک متر است. اثر جاذبه خورشید نیز مشابه ولی کم‌تر از اثر ماه بوده و هر ۱۲ ساعت یک مرتبه ظاهر می‌شود. بدین ترتیب جزر و مد به صورت منظمی در قالب امواج ظاهر می‌شود. جزر و مد حداکثر، زمانی اتفاق می‌افتد که ماه و خورشید و زمین در یک راستا قرار گیرند و جزر و مد حداقل، موقعی رخ می‌دهد که آنها در تریب واقع شده باشند. علاوه بر سیکل‌های نیمروزی و ماهیانه قمری، حرکت انتقالی زمین و ماه باعث به وجود آمدن سیکل‌های فراوان دیگری می‌شود که دارای پریود زمانی بین چند روز تا چند سال می‌باشند.

هنگامی که امواج جزر و مدی به سواحل و فلات قاره‌ها برخورد می‌کنند دامنه آنها ممکن است در اثر بالا دوییدن آب، کیفی شدن و ایجاد «رزونانس» Resonance به طور قابل ملاحظه‌ای افزایش یابد. جزر و مدهای محلی نیز اغلب وجود دارند که از امواج جزر و مدی آبهای عمیق دریا انرژی کسب کرده و دارای حالت خاص خود می‌باشند. علی‌رغم پیچیدگی خاصی که در مورد جزر و مد وجود دارد، پیش‌بینی و محاسبه دقیق آن در هر محل ممکن است.

استخراج انرژی از جزر و مد فقط هنگامی عملی به نظر می‌رسد که انرژی زیادی به صورت جزرومدهای بزرگ متمرکز شده باشد و به علاوه

جغرافیای محل نیز برای احداث نیروگاه جزر و مدی مکانهای مناسبی فراهم کرده باشد. چنین مکان‌هایی در هر جا یافت نمی‌شوند. اما تا به حال تعداد قابل ملاحظه‌ای از آنها شناسایی شده‌اند. (ل ۴۷۲ و ۴۷۳)

۵-۶ - سایر

الکل اتیلیک (اتانول)

Ethanol (Ethyl Alcohol)

الکلی است که از تخمیر مواد قندی تولید می‌شود. این مواد قندی از گیاهان دارای قند مانند نیشکر، چغندر قند، مواد نشاسته‌ای و سلولزی و از راه هیدرولیز گرفته می‌شوند. الکل اتیلیک را می‌توان از راه تقطیر غلیظ‌تر نمود.

الکل اتیلیک را می‌توان با فرآورده‌های نفتی آمیخت تا سوخت مناسب و ارزانی به عنوان سوخت موتور تولید شود. این سوخت به نام گاسل (Gasohol) شناخته می‌شود. (ج ۳۰۰)

تخمیر اتانول

Ethanol Fermentation

تخمیر اتانول از هیدراتهای کربن، احتمالاً یکی از قدیمی‌ترین روش‌های شناخته شده برای بشر است. تولید الکل از شکر، گندم و سایر مواد نشاسته‌ای به عنوان پتانسیلی معتبر و منبع جانشین سوخت‌های مایع در بخش حمل و نقل به طور وسیعی مورد توجه بوده است.

در تولید اتانول از طریق تخمیر می‌توان مواد خام را براساس نوع هیدرات کربن به سه دسته تقسیم کرد: مواد ساخارینی، مواد نشاسته‌ای و مواد سلولزی. مواد ساخارینی به صورت قند موجود در مواد قابل تخمیری، نیاز به مقدمات کمتری برای آماده‌سازی دارد ولی به طور کلی به دست آوردن و فراهم کردن آن بسیار پرهزینه است. مواد حاوی نشاسته غالباً ارزان‌تر بوده ولی نیازمند عملیات حل کردن و تبدیل نشاسته به مواد قندی قابل تخمیر است. مواد سلولزی مواد خامی هستند که به سهولت در دسترس می‌باشند. سلولز یک ترکیب آلی است که به وفور در جهان یافت می‌شود، ولی به عملیات آماده‌سازی بسیار پرخرج و پرهزینه‌ای نیاز دارد. (ل ۴۱۴)

الکل متیلیک (متانول)

Methanol (Methyl Alcohol)

این الکل در وهله نخست از سنتز شیمیایی به دست می‌آید ولی از راه تقطیر چوب پوسیده نیز حاصل می‌شود. متانول به عنوان سوخت مصنوعی و قابل فروش برای موتورها به شمار می‌آید. (ج ۳۰۰)

بیوگاز

Biogas

اغلب اوقات، ضایعات آلی کارخانه‌ها، حیوانات و انسانها به عنوان یک در دسر تلقی می‌شود. اما این ضایعات، بالقوه حاوی مقدار کافی انرژی در تأمین انرژی مناطق زیادی به خصوص مناطق روستایی در کشورهای در حال توسعه است.

چین، بیش از ۵۰ سال برای توسعه این فن آوری تلاش کرده است. اخیراً، تلاش هماهنگی برای اشاعه فن آوری و تربیت نیروی انسانی جهت اداره گوارنده‌ها (Digesters) انجام گرفته است. سازمان‌های مخصوص بیوگاز در سطح ولایت و استان، در هر جایی که برای فن آوری امیدبخش‌تر به نظر می‌رسد، تشکیل شده است. در حال حاضر، پنج میلیون «گوارنده خانگی» بیشتر در استانهای جنوبی کشور، به طور رضایت بخشی کار می‌کنند. بیش از ۱۰۰۰۰ گوارنده بزرگ و متوسط در کارخانه‌ها و پرورشگاههای بزرگ حیوانات اهلی کار می‌کنند.

هند کشور دیگری با سابقه طولانی در استفاده از بیوگاز است. از سال ۱۹۷۰، یک برنامه هماهنگ در هند وجود داشته و در پایان سال ۱۹۸۰، حدود ۱۰۰۰۰ واحد فعال بوده است. هند با ۲۴۰ میلیون رأس گله، پتانسیل خیلی زیادی برای استفاده از بیوگاز دارد.

در سال‌های اخیر، هدف فن‌آوری بیوگاز از «بازیابی انرژی» به «حفاظت محیط زیست» تغییر یافته است. این پیشرفت در کشورهای توسعه یافته‌ای نظیر دانمارک و هلند که تولید انبوه کشاورزی و کشت و صنعت پیشرفته‌ای دارند، اثبات شده است. در طی پنج سال گذشته، فن‌آوری کارخانه‌های بزرگ بیوگاز در دانمارک با استفاده از کود چندین مزرعه، توسعه یافته است. این کارخانه‌ها، در حال حاضر به تولید گاز با مقدار بالا و تثبیت‌شده‌ای دست یافته‌اند. در مجموع، ۹ کارخانه نمایشی مشغول کار هستند که بزرگ‌ترین آنها، روزانه ۵۰۰ متر مکعب بیوماس، عمدتاً به صورت کود، دریافت می‌کند و سالیانه، بیش از ۲ میلیون مترمکعب گاز تولید می‌شود.

علاوه بر مزایای بیوگاز از دیدگاه انرژی و محیط زیست، مزارع نیز از کمتر شدن نیاز به کود تجارتي و استفاده بهتر از کود تولید شده توسط خود کشاورزان بهره‌مند می‌شوند. (ل ۳۸۷ و ۳۸۸)

زیست توده

Biomass

به هر ماده آلی غیرفسیلی با خاستگاه حیاتی که بخشی از آن یک منبع انرژی‌زای قابل بهره‌برداری را تشکیل دهد، بیوماس می‌گویند. اشکال گوناگون انرژی به دست آمده از بیوماس را همیشه به عنوان انرژی «تجدیدپذیر» به شمار می‌آورند ولی میزان تجدیدپذیری آنها متفاوت است. این میزان به چرخه‌های فصلی یا روزانه، میزان تابش آفتاب، تغییرات ناگهانی آب و هوا (ویژگی‌های اقلیمی)، روند یا چرخه رویش گیاه بستگی دارد و می‌تواند به علت بهره‌برداری گسترده دچار آسیب شود. با وجود این از دیدگاه آماری می‌تواند آنها را در روندی سالانه تجدیدپذیر به شمار آورد.

۱- بیوماس نخستین (اولیه): گیاهانی با رشد سریع را می‌گویند که یا به طور مستقیم انرژی‌زا هستند و یا پس از طی فرایندهای تبدیل (واگردانی) برای انرژی‌زایی آماده می‌شود.

۲- بیوماس دومین (ثانویه): به پسماندهای بیوماس گفته می‌شود که بعد از تولید الیاف گیاهی (فیبر)، خوراک و دیگر فرآورده‌های کشاورزی به جای می‌ماند و یا به بیوماس فرآورده‌های فرعی که از دامداری‌ها و یا پسماندهای صنایع خوراکی (غذایی) که بیشتر از دیدگاه فیزیکی و نه به لحاظ شیمیایی بهبود یافته باشد گفته می‌شود. برای نمونه می‌توان از مواد دورریختنی حاصل از صنایع کشاورزی و صنایع جنگلداری (چوب‌بری)، و دیگر مواد نام برد، که در هر یک امکان انرژی‌زایی وجود دارد.

تمایز اشاره شده در بالا میان بیوماس نخستین و دومین (اولیه و ثانویه) تنها بر پایه عوامل اقتصادی است. در دانش زیست محیطی این اصطلاحات به شکل دیگری تعریف شده‌اند. همچنین می‌توان انواع گوناگون بیوماس را با توجه به طبیعت جزء اصلی تشکیل دهنده آن رده‌بندی نمود مانند بیوماس سلولز چوبی، بیوماس گلوئوسیدیک (Glucidic biomass) یا قندی (سلولز، نشاسته و دیگر قندها)، بیوماس لیپیدیک (Lipidic biomass) یا چربی. این روش (رده‌بندی) ضمن تعیین فرآورده‌های برونداد (خروجی یا حاصله)، نوع تجهیزات پردازنده و روشهای کاربردی آنها را نیز تعیین می‌نماید. (ج ۲۹۴)

تجزیه شیمیایی به کمک گرما

Pyrolysis

بیوماس در دمای بالا ($t > 200^{\circ}\text{C}$) و در غیبت اکسیژن متلاشی و تجزیه می‌شود (پیرولیز). فرآورده‌های این فرآیند به طور عموم آمیزه‌های مایع و پیچیده‌ای از اسیدها، الکل‌ها، آلدئیدها و فنلها (Phenols) می‌باشند که برای داشتن بازار مصرف می‌بایست به روشهای مناسب از هم جدا شوند. پسماند جامد این فرایند ماده‌ای، زغالی است که می‌تواند جایگزین زغال کک مورد نیاز در صنعت ذوب آهن شود. فرآورده‌های گازی این فرایند آمیزه‌ای از گازهای با ارزش گرمایشی میانه، نزدیک به ۱۵ مگاژول در هر مترمکعب، است که شامل منواکسید کربن، هیدروژن، متان و دیگر گازها می‌گردد. (ج ۲۹۶)

پیرولیز سریع

Fast Pyrolysis

اخیراً به دلیل علاقه شایع به فن‌آوری‌های تبدیل بیوماس نسبتاً ساده، جهت تولید سوخته‌های گازی و مایع با ارزش حرارتی پایین یا بالا، پیرولیز توجه بیشتری را جلب کرده است. تحقیقات زیادی در نقاط مختلف جهان روی فرآیندهای جدید پیرولیز بیوماس که در آنها مدت زمان حضور گاز در ناحیه واکنش کوتاه بوده و نرخ گرمایش بالاست (پیرولیز سریع و آبی) انجام می‌شود. بعضی از این پروژه‌ها به مرحله‌ی عرضه و نمایش رسیده‌اند، ولی هنوز هیچ کدام از آنها کاملاً تجاری نشده‌اند. (ل ۴۱۳)

تخمیر غیرهوازی

Anaerobic Fermentation

این فن‌آوری متنوع بوده و برای استفاده به عنوان یک وسیله مؤثر و قابل اعتماد تولید سوخت گازی از ضایعات ارگانیکی مختلف موسوم به بیوگاز، نسبتاً ساده می‌باشد. کاربرد بسیار متداول و معمولی آن، عبارت از گوارش تفاله حیوانات، ضایعات کشاورزی و فاضلاب‌های خانگی است. در فرآیند تخمیر بی‌هوازی، ماده آلی به طور کامل به محصولات گازی نظیر متان و اکسیدکربن تبدیل می‌شود که تا ۹۰ درصد انرژی ماده آلی در متان حفظ می‌شود. (ل ۴۱۳-۴۱۴)

کربونیزه کردن

Carbonization

قرنها است که عمل کربونیزه کردن بیوماس، یا تولید زغال چوب صورت می‌گیرد. با کربونیزه کردن بیوماس، انرژی چگال تری در واحد جرم بدست می‌آید و حمل و نقل آن بسیار اقتصادی می‌شود. زغال چوب برای مصرف در محیط‌های خانگی مناسب است. در بخش صنعت، زغال چوب در بخش‌های خاصی مصرف می‌شود که مشخصات ویژه‌ای از سوخت لازم است، مثلاً کربن بالا و گوگرد کم. در فرآیند داخل کوره‌های ساخت زغال چوب، قسمتی از چوب سوزانده می‌شود تا درجه حرارت مورد نیاز برای عمل پیرولیز (Pyrolysis) حفظ شود. ساده‌ترین کوره‌ها که در بسیاری از مناطق جهان در حال توسعه به کار برده می‌شود، از تلی از چوب یا خاک در گودالهایی در زمین پوشیده شده، تشکیل یافته است. در این کوره‌ها، کربونیزه کردن بسیار کند بوده و اغلب یک فرآیند غیرکارایی است و کیفیت زغال چوب تولید شده نامرغوب می‌باشد. کوره‌های بسیار پیشرفته با کارایی بالا و تولیدکننده زغال چوبی با کیفیت بالا در بسیاری از کشورهای در حال توسعه نظیر برزیل مورد استفاده قرار می‌گیرد. (ل ۴۱۲)