

## انرژی های تجدید پذیر

بشر از دیرباز با بکارگیری انرژیهای فراوان و در دسترس طبیعت، در پی گشودن دریچه‌ای تازه به روی خویش بود تا از این رهگذار، بتواند افزون بر آسانتر کردن کارها، فعالیت‌های خود را با کمترین هزینه و بالاترین سرعت به انجام رساند و گامی برای آسایش بیشتر بردارد. نخستین انرژی بکاررفته توسط بشر، انرژی خورشید بود. انسان از نور و گرمای آفتاب بهره‌های فراوان می‌برد؛ تا آنجا که این انرژی جزئی جدایی‌ناپذیر از فرآیند برخی صنایع گشت و حتی امروزه نیز جایگاه خود را از دست نداده است. مردمانی که به جریانهای آزاد آب دسترسی داشتند یا در سرزمینهای بادخیز می‌زیستند، از این انرژی حرکتی استفاده می‌کردند و با تبدیل و مهار آن، بر توان خویش جهت انجام کارهای بزرگتر و دشوارتر، می‌افزودند. انرژی دیگری که در گذشته با آن آشنا بوده، از آن یاری می‌جستند، انرژی گرمایی زمین بود. انسانهای ساکن نواحی آتشفشانی، آگاهانه یا ناخودآگاه، با بهره بردن از ویژگیهای درمانی- گرمایی چشمه‌های آبگرم، بنوعی این انرژی را بکار می‌بستند.

با افزایش جمعیت و گسترش و پراکندگی آن و نیز همگام با نیاز روزافزون به انرژیهای جدید و کارآتر با بازده بیشتر، کم‌کم بشر سوخت‌های فسیلی را کشف کرد و آن را منبعی پایان‌ناپذیر یافت که نویدبخش آینده‌ای روشن بود.

وابستگی انسان به سوخت‌های فسیلی، روزبروز بیشتر می‌شد و با پیشرفت علم و فناوری و ساخت ماشینها و ابزارهای گوناگون و بویژه با رخ دادن انقلاب صنعتی، بکارگیری سوخت‌های فسیلی به اوج خود رسید؛ اما در کنار این پیشرفتها، رفته‌رفته بشر دریافت که گذشته از محدود بودن انرژی فسیلی، بهره‌گیری از این انرژی نیز چندان بدون هزینه نخواهد بود و دیری نپایید که پیامدهای ناشی از سوزاندن سوخت‌های فسیلی، خود به چالشی تازه برای جوامع انجامید. برای نمونه مصرف کنونی نفت، حدود ده میلیارد تن در سال است که بیش از این نیز خواهد شد و با این که ذغالسنگ از ابتدایی‌ترین سوخت‌های فسیلی است، امروز هنوز ۴۰٪ انرژی الکتریکی جهان و ۵۶٪ برق آمریکا، از سوختن ذغالسنگ بدست می‌آید و سالان چندین میلیون تن گاز  $NO_x$ ،  $SO_x$  و  $CO$  حاصل از سوختن ذغال؛ در جو زمین رها می‌شود. امروزه عوامل بسیاری از جمله گسترش فزاینده‌ی نیاز به انرژی، محدودیت منابع فسیلی، فاجعه‌ی

آلودگی زیست‌محیطی ناشی از سوخت مواد فسیلی، گرم شدن هوا و اثر گلخانه‌ای، لزوم تعادل پخش گازهای آلاینده و بسیاری از دیگر عوامل، سبب رویکرد دوباره‌ی علم به انرژی‌های تجدیدپذیر طبیعی شده؛ با این تفاوت که پیشرفت علم و فناوری، فصلی تازه در بکارگیری و تبدیل و مهار این انرژی‌ها گشوده است. در بکارگیری انرژی‌های تجدیدپذیر، دو رویکرد عمده وجود دارد؛ روش نخست، روش ترکیبی است که در آن تمامی انواع این انرژی‌ها به برق تبدیل می‌شود. در روش دوم با تجهیزات ویژه، این انرژی‌ها را بی‌واسطه در گرمایش، سرمایش و محورهای چرخان مکانیکی بکار می‌برند (روش مجموعه‌های مکمل). روش دوم بدلیل حذف تبدیلهای غیرلازم، نسبت به روش نخست برتری دارد و بازدهی آن نیز بسیار بیشتر است؛ اما بخاطر فراگیرتر بودن فناوری، گرایش بیشتری به روش ترکیبی نشان داده شده است.

### انرژی خورشیدی (Solar Energy)

خورشید سرچشمه‌ی عظیم و بیکران انرژی است که حیات زمین بدان بستگی دارد و تمامی دیگر انواع انرژی نیز، بگونه‌ای از آن نشأت گرفته‌اند. اگر تمامی سوخته‌های فسیلی را جمع کرده، بسوزانیم، این انرژی معادل تابش خورشید به زمین، تنها برای ۴ روز خواهد بود و حرارت و نوری که در هر ثانیه از خورشید به زمین می‌رسد، میلیون‌میلیون برابر قدرت بمب اتمی منفجرشده در هیروشیما یا ناکازاکی است. در حال حاضر، تأمین انرژی بیش از ۱۶۰ هزار روستا در سراسر جهان بر پایه‌ی انرژی خورشیدی است و این تازه آغاز راه است. در کشوری مانند اندونزی که از چندین هزار جزیره‌ی کوچک و بزرگ تشکیل شده است، بکارگیری نیروگاه و خطوط انتقال نیرو، تقریباً ممکن نیست و انرژی خورشیدی تنها امید جمعیت ۲۰ میلیونی روستاهای اندونزی است. هم‌اکنون تحقیقات دامنه‌دار و بی‌وقفه‌ای در حال انجام است و در آینده‌ای نه چندان دور، موج ساخت و بهره‌برداری از نیروگاه‌های بزرگ خورشیدی، همه‌گیر خواهد شد. امروزه شش شیوه‌ی تولید برق از نور خورشید شناخته شده است که عبارت‌اند از: آئینه‌ی سهمیگون، دریافت‌کننده‌ی مرکزی، آئینه‌های شلجمی (بشقابی یا استرلینگ)، دودکش خورشیدی، استخر خورشیدی و سلولهای نوری (فتوولتاییک)؛ اما امروزه انرژی خورشیدی را بیشتر با بکارگیری سلولهای خورشیدی یا راه‌اندازی نیروگاه‌های حرارتی، مهار می‌کنند. فراگیر ساختن روشهای دیگر نیز در دست بررسی است. صحرای نوادا در آمریکا - که زمانی محل آزمایشهای هسته‌ای بود - اینک به بزرگترین آزمایشگاه خورشیدی جهان تبدیل شده است و بانک جهانی نیز از مدتها پیش تحت فشار است تا طرح بهره‌گیری از انرژی خورشیدی و دیگر طرحهای سازگار با محیط زیست را زیر پوشش مالی قرار دهد. نیروگاههای خورشیدی با هزینه‌ای بسیار کم، بدون تولید گازهای مخرب و بدون اشغال فضاهای مفید، بزودی جایگزینی کامل برای نیروگاههای سوخت فسیلی خواهند بود.

کشور ما ایران، بر کمربند خورشیدی زمین قرار دارد و یک چهارم مساحت آن را کویرهایی با شدت تابش بیش از ۵ کیلووات ساعت بر متر مربع، پوشانده است که اگر ۱٪ این مساحت، برای ساخت نیروگاه خورشیدی با بازده ۱۰٪ بکار رود، توان تولید برق بدست آمده، از ۷ برابر میزان تولید ناخالص برق همهی نیروگاههای کشور در سال ۱۳۷۶ (۹ میلیون مگاوات ساعت) بیشتر خواهد بود. در این بخش، فعالیتهایی در کشور انجام شده است که عبارت اند از: -

- \* هواگر مکنهای خورشیدی و مجموعه های ذخیره کردن و خشک کردن خورشیدی.
- \* -آبرگر مکنهای خورشیدی و حمام خورشیدی.
- \* -تیوبهای حرارتی.
- \* -آب شیرین کنهای خورشیدی.
- \* متمرکزکننده های خورشیدی. -
- \* دنبال کننده های خورشیدی. -
- \* مجموعه های غیرفعال خورشیدی.
- \* سردکننده ی خورشیدی.

برخی از این روشها هم اکنون در بخشهای مختلف کشور در حال آزمایش و بهره برداری می باشد و امید است با پژوهشهای کارشناسانه و پشتیبانیهای دولتی، بزودی شاهد گامی بزرگ بسوی بکارگیری فزاینده ی انرژی خورشیدی در کشور باشیم.

### انرژی باد (Wind Energy)

باد گونه ای از انرژی است که در اصل از تابش خورشید به زمین و تفاوت دمای هوای بین دو ناحیه، ایجاد می شود و گاه آن قدر نیرومند است که سختترین سازه های نیز در برابر آن یارای ایستادگی ندارند. در برخی از مناطق، وزش باد دائمی، یا موسمی با دوره ی تکرار معین است و می توان از همین ویژگی برای برآورد انرژی بادی در دسترس، بهره برد.

نیروگاه های بادی به شکل امروزی، از دههی ۱۹۸۰ رواج یافتند و در آن زمان تنها حدود ۵۰ کیلووات انرژی تولید می کردند؛ اما اکنون این مقدار به بیش از چندین مگاوات می رسد. نیروگاه های کنونی، در جهت حرکت باد، تغییر راستا می دهند و با محورهای افقی یا قائم، انرژی جنبشی باد را به انرژی مکانیکی و سپس آن را به انرژی الکتریکی تبدیل می کنند. نیروگاه های بادی با هزینه ی بسیار کم و توان بالا، بدون آلودگی زیست محیطی و نیاز به فضای گسترده، می توانند در بسیاری از مناطق راهگشا باشند. در کشور ما، بخاطر موقعیت جغرافیایی ویژه، در فصلهای مختلف سال، بادهای موسمی و غیرموسمی فراوانی می وزد

و سرزمینهای بادخیز بسیاری وجود دارد که امکان برپایی نیروگاه بادی در آنها فراهم است و نیز، به لطف ساحلهای گسترده، بادهای ساحلی، همیشه قابل بهره‌برداری است. امروزه صنعتگران داخلی هم توانسته‌اند، انواع گوناگونی از مولدهای بادی را در داخل تولید کنند. همچنین نیروگاههایی در برخی نقاط بادخیز برپاشده (مانند رودبار و منجیل) و ساخت نیروگاه در شهرهای دیگر، در دست بررسی است. برای نمونه، استان محروم سیستان و بلوچستان، با داشتن بادهای موسمی چند ده‌روزه و قدرتمند، می‌تواند گزینه‌ای مناسب برای این هدف باشد. در بخش پیشین به لزوم و چگونگی رویکرد انسان به انرژیهای تجدیدپذیر پرداختیم و انرژی خورشیدی و انرژی بادی را بعنوان پرکاربردترین انرژیهای تجدیدپذیر، معرفی کردیم و تواناییهای بالقوه‌ی ایران در بکارگیری این منابع کارآمد را برشمردیم. اینک در ادامه، با دیگر انرژیهای تجدیدپذیر، آشنا می‌شویم.

### انرژی هسته‌ای (Energy Nuclear)

انرژی هسته‌ای از بحث‌برانگیزترین انرژیهای تجدیدپذیر است که با وجود تنگناها و دغدغه‌ها، هنوز بسیاری از کشورها آن را سالمترین و ارزانترین منبع انرژی آینده‌ی خود می‌دانند و بهره‌گیری از آن را در دستور کار برنامه‌ی بلندمدت خود قرار داده‌اند. قیمت هر کیلووات‌ساعت برق هسته‌ای، معادل نصف هزینه‌ی برق تولیدشده از سوخته‌های فسیلی است. بزرگترین مشکل این انرژی، پسابهای پرتوزاست که برای دفع آن در مقیاس وسیع، حتما باید چاره‌ای اندیشیده شود. از این انرژی می‌توان برای تولید برق و تولید گرما بهره برد؛ البته امروزه نگرانیهایی درباره‌ی محدود بودن منابع اورانیوم در جهان، وجود دارد؛ اما رشد فناوری، امکان بکارگیری سایر مواد پرتوزا بجای اورانیوم را فراهم کرده است.

ایران با داشتن منابع اورانیوم و دیگر عناصر از این دست و نیز بخاطر بومی بودن فناوری هسته‌ای آن، از کشورهایی است که می‌تواند با سرمایه‌گذاری در این بخش، به روند توسعه‌ی انرژی خود شتاب دهد. برای تولید برق هسته‌ای، اورانیوم باید تا سه درصد غنی شود که امکان این غنی‌سازی نیز در ایران فراهم است و هم‌اکنون دو نیروگاه در دست ساخت ایران، در آینده‌ای نزدیک، بیش از ۲۰۰۰ مگاوات به توان تولید برق کشور خواهد افزود.

### انرژی زمین- گرمایی (Geothermic Energy)

زمین سیاره‌ای زنده و از بیرون و درون، در حال تغییر همیشگی است. مرکز زمین، از سیالی مذاب و تحت فشار تشکیل شده است و بر سطح آن، دریچه‌های اطمینانی برای کنترل این فشار و جلوگیری از متلاشی شدن پوسته،

وجود دارد. این دریچه‌ها - که آتشفشانها هستند - انرژی گرمایی اعماق زمین را به سطح انتقال می‌دهند و همواره در اطرافشان، چاهها و چشمه‌های آب جوشان و آتشفشانهای فراوان به چشم می‌آید. انرژی زمین - گرمایی از گرمای تجزیه‌ی مواد پرتوزا و واکنشهای شیمیایی مرکز زمین، هسته‌ی مذاب کره‌ی زمین، پدیده‌ی کوهزایی و فشار طبقات ضخیم در حوضه‌های رسوبی بدست می‌آید. این گرما را می‌توان مستقیماً به ماشینهای مکانیکی داد یا از آن برق گرفت، و یا آن را بگونه‌ای غیرمستقیم، در صنعت بکار برد. امروزه از این انرژی برای فرآیندهایی همچون خشک کردن، تبخیر، تقطیر و سرمایش و گرمای محیطهای صنعتی بهره می‌برند و مناطقی را هم که امکان ساخت نیروگاه زمین - گرمایی در آنها نیست، معمولاً به جاذبه‌های گردشگری و تفریحگاه تبدیل می‌کنند. هم‌اکنون با وجود این که بکارگیری این انرژی هنوز توجیه اقتصادی ندارد، بیش از ۳۵ کشور بطور مستقیم و حدود ۲۰ کشور بطور غیرمستقیم از آن بهره می‌برند. ایران نیز از آنجا که بر کمر بند آتشفشانی و لرزه خیز جهان قرار دارد، دارای مخازن زمین - گرمایی فراوانی است که مهمترین و سرشارترین آنها، در سبلان، دماوند، ماکو و سهند می‌باشند. این منابع در کل دارای ذخیره‌ی حرارتی معادل ژول هستند. از دیگر نواحی کشور می‌توان تفتان، بزمان، کرمان، طبس، شیراز، مرکز ایران و مشهد را برشمرد. گروه زمین - گرمایی مرکز تحقیقات نیرو، از سال ۱۳۷۱، بررسیهای خود را در این زمینه آغاز کرده است و احتمالاً بزودی در مناطق یادشده، شاهد نیروگاههایی از این دست، خواهیم بود.

### انرژی اقیانوسی Ocean Energy

اقیانوسها، منابعی عظیم از انرژی حرکتی‌اند که به صورت امواج، جزر و مد و جریانهای همیشگی سطحی یا زیرآبی ناشی از اختلاف حرارت نقاط گوناگون، دیده می‌شود. بررسی بکارگیری انرژی امواج، پیشینه‌ای طولانی ندارد و تنها چنددهه است که پژوهشها در این زمینه آغاز شده، اما بهره‌گیری از انرژی حاصل از اختلاف حرارتی در اقیانوسها، به سال ۱۹۲۹ باز می‌گردد.

امروزه ساخت نیروگاههای (OTEC) *Ocean Temperature Energy Conversion* رو به افزایش است که با تبدیل انرژی حاصل از اختلاف حرارت، به انرژی الکتریکی، گامی نو در تولید برق بشمار می‌رود؛ اما هنوز تنگناهایی در این راستا هست که باید رفع شود. برای نمونه باید خطهای انتقال نیرو را تا سواحل گسترش داد و بناهای تولید و انتقال را در برابر طوفانهای دریایی و آب و هوای ساحلی مقاوم ساخت و نیز، تجهیزات نیروگاههایی از این دست هنوز بسیار پرهزینه و حجیم هستند. با ساخت این نیروگاهها میتوان به مناطقی که بدلیل دور از دسترس بودن یا محصور بودن در آب، امکان وصل شدن به شبکه‌ی سراسری را ندارند، برق رساند و حتی آب شیرین این نواحی را نیز در کنار همین نیروگاهها فراهم ساخت.

ایران نیز با داشتن خط ساحلی بسیار طولانی (بیش از ۱۸۰۰ کیلومتر در جنوب) و جزایر متعدد، از جمله کشورهای است که می‌تواند بهره‌های فراوانی از این انرژی ببرد.

### انرژی سوخت‌های گیاهی (Biomasse Energy)

سوخت‌های گیاهی بدست‌آمده از پسماندهای جنگلها و محصولات کشاورزی جهان، بنوعی بزرگترین منبع ذخیره‌ی انرژی خورشیدی بشمار می‌آید و می‌تواند سالانه به اندازه‌ی ۷۰ میلیارد تن نفت خام، انرژی، در دسترس بشر قرار دهد. این میزان برابر ۱۰ برابر مصرف سالانه‌ی انرژی در جهان است. نکته‌ی مهم در بکارگیری این منبع، آن است که  $CO_2$  حاصل از سوخت‌های گیاهی، دوباره توسط گیاهان تازه، جذب و مصرف خواهند شد و هیچ اثری در پدیده‌ی گلخانه‌ای و گرم شدن زمین، نخواهند داشت. از این سوختها بیشتر در تولید گرما بهره می‌برند و اگرچه بازده آنها نسبت به سوخت‌های فسیلی، بالا نیست، اما با این حال، باعث صرفه‌جویی اقتصادی چشمگیری می‌شوند. بکارگیری این انرژی هنوز با تنگنانهایی روبروست؛ از جمله نبود مکان مناسب برای بنای تأسیسات پروژه‌های سوخت گیاهی و احتمال اعمال سیاست‌های دفاع از جنگلکاری. ایران با داشتن منابع جنگلی گسترده، از کشورهایی است که می‌تواند برای فراهم کردن انرژی مورد نیاز مناطق جنگلی، از سوخت‌های گیاهی بهره ببرد و در صورت بررسیهای بیشتر و رسیدن به توجیه اقتصادی، همهی امکانات جهت بهره‌گیری از این انرژی در ایران مهیاست. در عصر حاضر، گونه‌های تازه‌ی انرژی بیش از دو درصد کل تولید انرژی را هرچند به نظر می‌رسد فاصله‌ی زیادی تا فراگیر شدن انرژیهای تجدیدپذیر در میان است، اما پیشرفت بسیار شتابان علم و فناوری، راه را برای استفاده‌ی روزافزون از این انرژیها، هموارتر کرده است و امید است بشر بتواند با به خدمت گرفتن انرژیها و نیروهای عظیم و سهمگین طبیعت، هراس و ترس از این نیروها را به فراموشی بسپارد و بدانها به چشم منابع حیاتی آینده‌ی بشر بنگرد؛ چرا که انرژی سرآغازی برای رسیدن به توسعه‌ی پایدار و یکی از عوامل اصلی تعیین سرنوشت ملت‌ها است.

منبع

سایت سازمان پژوهش و برنامه ریزی آموزشی - گروه درسی جغرافیا به نشانی:

<http://geography-dept.talif.sch.ir/index.php>

تهیه کننده: راحله اصغری