انرژی‌های تجدیدپذیر

(کاربردها، مزیت‌ها، محدودیت‌ها)

محمدحسین حسین‌زاده*
راحله افشین‌فر

مقدمه

مصرف گسترده و کلان انرژی حاصل [illegible] فسیلی، اگرچه رشد سریع اقتصادی جوامع پیشرفته به همراه داشته است، اما به واسطه‌ی انتشار مواد آلاینده حاصل از احتراق و افزایش دی‌اکسید کربن در جو و پیامدهای [illegible] جهان را با تغییرات روزافزونی مواجه ساخته است. افزایش دمای کره‌ی زمین، تغییرات آب و هوایی، بالا آمدن سطح آب دریا و درنهایت، تشدید منازعات بین‌المللی، از جمله این پیامدها محسوب می‌شوند.

از سوی دیگر، کلیه منابع انرژی فسیلی نظیر نفت، گاز، ذغال‌سنگ، اورانیوم و غیره روزی به پایان خواهد رسید. با پایان انرژی‌های فسیلی غیرقابل تجدید، چرخ عظیم تمدن بشری که به انرژی وابسته است، متوقف خواهد شد. همچنین، منابع مصرف تولید انرژی فسیلی مشکلات و هزینه‌های مادی و زیست‌محیطی خاص خود را در پی دارد. استفاده از انرژی اتمی نیز صرف‌نظر از پیامدهای زیست‌محیطی نظیر زباله‌های اتمی و غیره، هزینه‌ی بالا و تکنولوژی پیشرفته‌ای را می‌طلبد. این مسائل سبب شده‌اند که بشر همواره در پی منابع انرژی نو برای جایگزینی منابع انرژی مذکور باشد؛ منابعی که نه‌تنها ارزان‌قیمت و قابل دسترس باشند، بلکه مصرف آن‌ها آلودگی چندانی به‌بار نیاورد. در این راستا، مجموعه‌ی انرژی‌های تجدیدپذیر[1]، روزبه‌روز سهم بیش‌تری را در سیستم تأمین انرژی جهان برعهده می‌گیرد. در برنامه‌ها و سیاست‌های بین‌المللی نیز، نقش مهمی به منابع تجدیدپذیر انرژی محول شده است.

تقریباً همه‌ی منابع انرژی تجدیدپذیر، به صورت متناوب، در دسترس تمامی ملل جهان هستند و همه‌ی آن‌ها به‌طور بالقوه، امکان برخورداری و بهره‌برداری از تعدادی از منابع تجدیدپذیر را دارند. مهم‌ترین [illegible] های مذکور عبارتند از: انرژی خورشیدی، [illegible] الکتریک، باد، جزر و مد اقیانوس‌ها، امواج، انرژی [illegible]، بیوگاز، بیوماس و... (تصویر ۱).

[illegible] قاله قصد داریم، شناخت جامعی از انرژی‌های [illegible] به انرژی‌های نو ارائه دهیم.

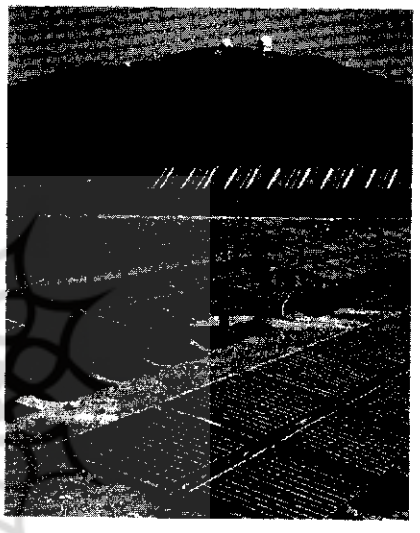
انرژی خورشیدی

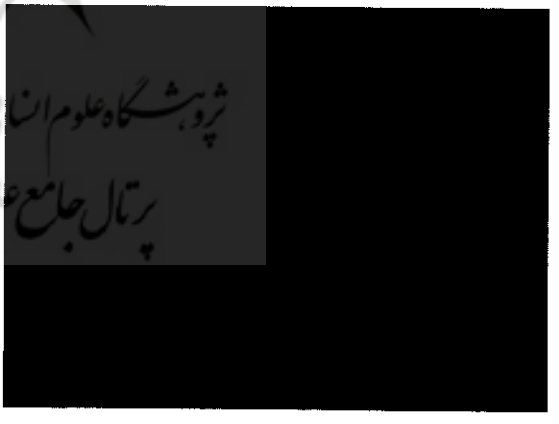
بدیهی و آشکارترین منبع انرژی، خورشید است. جالب است که بدانید، انرژی خورشیدی، بزرگ‌ترین منبع انرژی تجدیدپذیر روی کره زمین است که برخلاف سوخت‌های فسیلی، آلودگی تولید نمی‌کند. مقدار انرژی که هر سال از خورشید به زمین می‌رسد، تقریباً ۴×۱۰^{۲۴} ژول است؛ یعنی ده‌هزار بار بیش‌تر از تمام انرژی‌هایی که ما استفاده می‌کنیم. اگر فقط ۱ درصد از بیابان‌های جهان به نیروگاه‌های حرارتی خورشیدی تجهیز شوند، همین مقدار برای تولید برق سالانه‌ی مورد تقاضای جهان کافی خواهد بود.

تصویر ۱. انرژی پاک تجدیدپذیر

پیش از این، ما کم و بیش از انرژی خورشیدی برای استفاده در گلخانه‌ها و گرم کردن خانه‌ها بهره می‌گرفتیم، اما مقدار مورد استفاده ناچیز بود. لازمه‌ی بهره‌گیری از انرژی خورشیدی، تبدیل این انرژی به شکلی مناسب برای مصرف است که در حال حاضر، دارای هزینه‌ی بالایی و بازدهی و کارایی آن برای بسیاری از مصارف در سطح پائین قرار دارد؛ هر چند هم‌اکنون از آن به طور وسیع در ماشین حساب‌های کوچک، رادیوها و تجهیزات دیگری که به نیروی برق محدودی نیاز دارند، استفاده می‌شود.

امروزه، چالش اصلی بر سر تبدیل مستقیم انرژی خورشیدی به انرژی الکتریسیته است (تصویر ۲). برای سود بردن از انرژی خورشیدی دو راه وجود دارد:





تصویر ۲. صفحه‌های فتوولتائیک جمع‌کننده‌ی انرژی خورشیدی که انرژی خورشیدی را به انرژی الکتریسیته تبدیل می‌کنند (سایت تولید نیرو)

۱. استفاده‌ی مستقیم از نور خورشیدی و تبدیل آن به الکتریسیته از طریق سلول‌های فتو ولتائیک؛

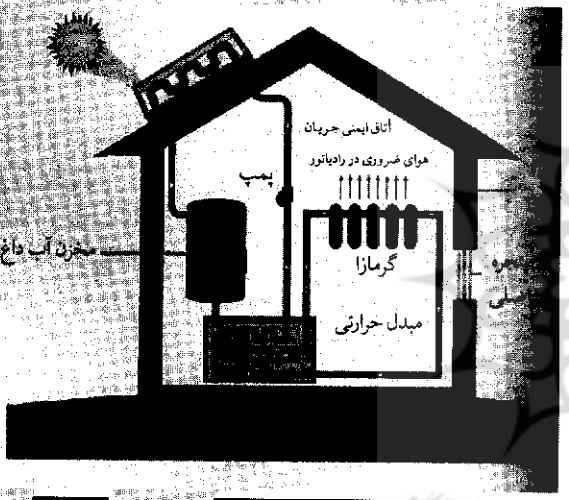
۲. استفاده‌ی مستقیم از انرژی خورشیدی و تبدیل آن به انواع انرژی‌های دیگر با استفاده‌ی مستقیم از آن (کاربردهای نیروگاهی و غیر نیروگاهی خورشیدی).

نیروگاه خورشیدی شامل تأسیساتی است که انرژی تابشی خورشید را جمع می‌کند و با متمرکز کردن آن، درجه حرارت‌های بالا به وجود می‌آورد. انرژی جمع‌شده از طریق مبدل‌های حرارتی- توربین ژنراتورها یا موتورهای بخار- به انرژی الکتریکی تبدیل می‌شود.

از انرژی حرارتی خورشیدی، علاوه بر استفاده‌ی نیروگاهی، می‌توان در زمینه‌های زیر به صورت صنعتی، تجاری و خانگی استفاده کرد:

- گرمایش آب مصرفی (آبگرمکن‌های خورشیدی) برای خانه‌ها، ساختمان‌ها، کارخانجات و استخرها
- گرمایش فضای داخلی ساختمان‌ها (شکل ۳)

تصویر ۳

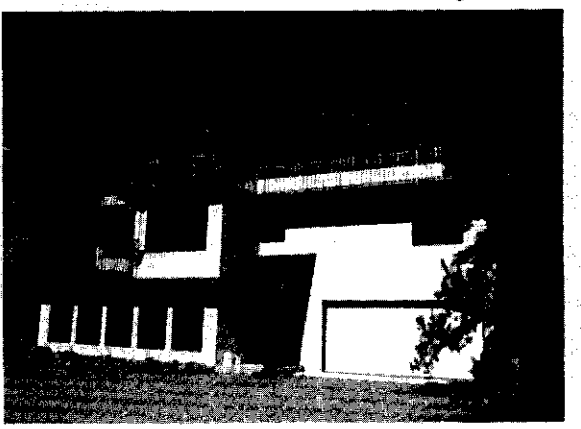


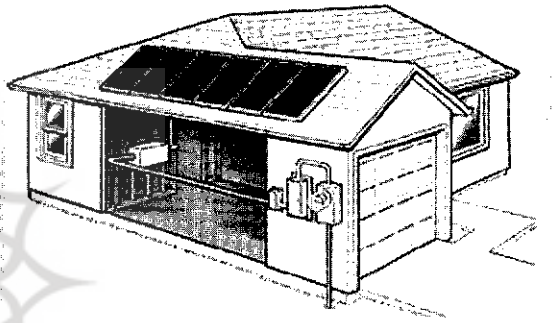
- سرمایش فضای داخلی ساختمان‌ها و یخچال‌های خورشیدی
- آب‌شیرین‌کن‌های خورشیدی (در اندازه‌های خانگی و صنعتی)
- خشک‌کن‌های خورشیدی (برای خشک کردن مواد غذایی و محصولات کشاورزی)
- خوراک‌پزهای خورشیدی

هر چند استفاده از انرژی خورشیدی بر سایر روش‌های تولید انرژی‌های نو برتری آشکار دارد، ولی نباید از این نکته غافل شد که اولاً بازده استفاده از سلول‌های فتو ولتائیک در تبدیل انرژی خورشیدی به برق حدود ۱۰ تا ۱۵ درصد است، ثانیاً مهار انرژی قابل ملاحظه‌ی خورشیدی، مستلزم دسترسی به فناوری پیشرفته و کاربرد کلکتورهای بزرگ و سلول‌های

فتو ولتائیک است که هزینه‌ی گزافی دارد (شکل ۴).

شکل ۴





انرژی باد

باد یکی از حالت‌های ثانویه و فرعی انرژی خورشیدی و یکی از قدیمی‌ترین منابع انرژی، از گذشته مورد توجه و استفاده بشر بوده است. استفاده‌ی مستقیم از باد به صورت خشک کردن، تهویه و حرکت کشتی‌های بادبانی، و استفاده‌ی غیرمستقیم از آن به صورت تبدیل انرژی جریان باد به انواع مختلف گوناگون بااستفاده از آسیاب بادی برای آرد کردن غلات، پمپاژ آب به مزرعه‌ها و استفاده از آن در شبکه‌ی سراسری برق است. طی سالیان دراز ثابت شده است که می‌توان، انرژی باد را به صورت انرژی مکانیکی و یا الکتریکی مورد استفاده قرار داد (شکل ۵).

با توسعه‌ی نگرش‌های زیست محیطی و راهبردهای صرفه‌جویانه در بهره‌برداری از انرژی‌های تجدیدپذیر، استفاده از انرژی باد در مقایسه با سایر منابع انرژی مطرح، در بسیاری از کشورهای جهان رو به فزونی گذاشته است. در حال حاضر، انرژی باد، سریع‌ترین منبع انرژی در حال رشد جهان و یک منبع انرژی تجدیدپذیر و پاک محسوب می‌شود که قرن‌هاست در بسیاری از کشورها نظیر: ایران، عراق، مصر، چین، ایتالیا، اسپانیا و... برای آسیاب و آبیاری از آن استفاده می‌شده است. امروزه استفاده از انرژی باد به دلایل زیر مورد توجه بسیاری از کشورهاست:

۱. تجدیدپذیر است.

۲. میزان تولید آن وابسته به ذخایر آن در دیگر نقاط دنیا نیست.

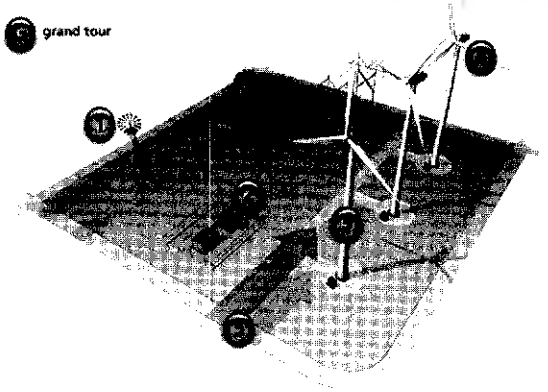
۳. هیچ گونه آلودگی ایجاد نمی‌کند.

۴. هزینه‌ی استفاده از دستگاه‌های بادی در مقایسه با دستگاه‌های تولید انرژی معمولی فعلی، کم‌تر و هزینه‌ی نگهداری و تعمیرات آن نیز پائین‌تر است.

۵. در مقیاس‌های محلی، مانند روستاهای منفرد، می‌توان بدون انتقال نیرو از نیروگاه‌های مرکز، از آن استفاده کرد.

۶. به علت پخش بودن نیروگاه و متمرکز نبودن آن، هنگام جنگ و سایر بلایای طبیعی، آسیب‌پذیری کم‌تری نسبت به نیروگاه‌های متمرکز دارد [صلاحی، ۱۳۸۴].

امروزه مزرعه‌های بزرگ آسیاب بادی در مکان‌هایی که دارای وزش باد مناسبی هستند، دایر شده‌اند (شکل ۶). در سال ۱۹۹۵، ظرفیت نیروگاه‌های بادی نصب شده در سراسر دنیا به ۴۹۰۰ مگاوات رسیده بود. در ضمن، خارج از ایالات متحده، ظرفیت نیروگاه‌های باد به‌طور قابل ملاحظه‌ای مورد توجه قرار گرفته و به‌ویژه در اروپا، فروش فناوری‌های مرتبط با انرژی باد،



شکل ۵. ساختار یک سایت بهره‌برداری از انرژی باد

به‌طور فزاینده‌ای بالا رفته است. با وجود این، در حال حاضر در ارتباط با آسیاب‌های بادی مشکلاتی در زمینه‌ی هزینه‌ی بالای آن‌ها وجود دارد که به نظر می‌رسد، به‌طور احتمالی تا سال ۲۰۱۰ یا زودتر، آسیاب‌های بادی بتوانند از نظر هزینه، با نیروگاه‌های تولید برق که سوخت آن‌ها ذغال‌سنگ است، رقابت کنند. درضمن متأسفانه نیروی باد، همانند نیروی آب و زمین گرمایی، ممکن است در سطح محلی، مهم و قابل استفاده باشند؛ یعنی نمی‌تواند نیازهای جهانی را تأمین کند و در سطح جهانی، به عنوان یک منبع انرژی فراگیر نقش ایفا کند.

شکل ۶. آسیاب‌های بادی، الکتریسیته را با استفاده از انرژی جنبشی باد تولید می‌کنند (منطقه‌ای با آسیاب‌های بادی، نزدیک پالم‌اسپرینگ، کالیفرنیا)

انرژی زمین‌گرمایی

«ژئوترمال» از کلمه‌ی یونانی «ژئو» به معنی «زمین» و «ترمال» به معنی «گرما» گرفته شده است. بنابراین، انرژی ژئوترمال به معنای انرژی زمین گرمایی یا انرژی با منشأ درونی زمین است. این انرژی به شکل گرمای محسوس از بخش درونی زمین منشأ می‌گیرد [حسین‌زاده، ۱۳۸۵]. این انرژی درنتیجه‌ی جمع شدن طبیعی بخار و آب گرم در زیر زمین و مناطقی که درجه‌ی حرارت زیر زمین به دلیل فعالیت‌های آتشفشانی نسبتاً جدید بالاست، یا در مناطقی که گرمای عمقی به‌وسیله‌ی هدایت گرمایی و یا درنتیجه‌ی نفوذ ماگمای مذاب (که منشأ آن اعماق زیاد است) به درون پوسته‌ی زمین و بخش‌های سطحی زمین انتقال می‌یابد، تشکیل می‌شود. بنابراین، در نتیجه‌ی گرم شدن آب‌های زیرزمینی، انرژی زمین گرمایی به شکل آب و بخار آب تولید می‌شود (شکل ۷).

شکل ۷. چگونگی تشکیل انرژی زمین گرمایی به شکل آب و بخار آب

از آب‌های زیرزمینی گرم شده می‌توان مستقیماً برای گرم کردن خانه‌ها، گلخانه‌ها و... استفاده کرد، یا به‌طور غیرمستقیم در نیروگاه‌ها برای تولید الکتریسیته آن را به کار برد (شکل ۸). اگرچه استفاده از نیروگاه‌های زمین گرمایی در سال‌های اخیر توسعه‌ی زیادی یافته است، اما کاربرد بخار طبیعی در تولید الکتریسیته، چندان هم جدید نیست. در اوایل سال ۱۹۰۴، از شکاف‌های دارای بخار طبیعی در «لاردرلودر» ایتالیا، برای تولید برق استفاده شد. در سال ۱۹۸۵، «سازمان زمین شناسی آمریکا» گزارش داد، ۱۸۸ واحد مجزای تولید برق در ۱۷ کشور جهان در حال بهره‌برداری است که ظرفیت کل آن‌ها ۴۸۰۰ مگاوات (میلیون کیلووات) است. علاوه بر آمریکا، کشورهای فیلیپین، مکزیک، ایتالیا، و زلاندنو از جمله کشورهای پیشرو در زمینه‌ی استفاده از نیروگاه‌های زمین گرمایی به شمار می‌روند.

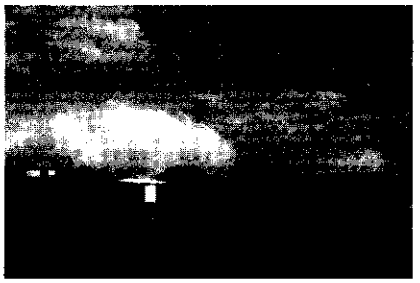
در سال ۱۹۹۵، مجموع ظرفیت انرژی زمین گرمایی آمریکا ۲۹۶۸ مگاوات در سراسر کشور بوده است. این ظرفیت، ۱۴۶۵۶۴۶۳ هزار کیلووات ساعت برق تولید کرد. این مقدار تولید برق تقریباً معادل مصرف ۲۴ میلیون بشکه نفت، ۷/۵ میلیون تن ذغال و ۱۵۲ بیلیون فوت مکعب گازهای طبیعی بوده است. (شکل ۸ صفحه ۴۹)

یک جنبه‌ی مهم از اهمیت و فایده‌ی منابع انرژی زمین گرمایی، کاهش مقدار هیدروکربن‌هایی است که ضرورتاً باید مصرف شوند و باعث تولید گازهای گلخانه‌ای می‌شود.

انرژی زمین گرمایی صرفاً به منظور تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار نمی گیرد. در پایتخت ایسلند، شهر «ریکیاویک»، بخار و آب گرم برای گرمایش به تمام ساختمان‌های شهر لوله‌کشی شده است و نیز برای گرم کردن گلخانه‌ها که در آن‌ها در تمام فصل‌های سال میوه و سبزی رشد می‌دهند، به‌کار می‌رود. همچون سایر شیوه‌های بهره‌برداری از انرژی تجدیدپذیر، انتظار نمی‌رود منابع زمین گرمایی نیز درصد بالایی از نیروی برق مورد نیاز جهان را فراهم کند. البته در نقاطی که پتانسیل موجود فراهم باشد، بدون شک در آینده استفاده از آن گسترش بیش‌تری خواهد یافت.[۲]

انرژی امواج

چین و شکن‌های سطح آب را امواج می‌نامند و انرژی لازم برای این عمل از وزش باد تأمین می‌شود. چنانچه باد ملایمی با سرعت ۳ کیلومتر در ساعت، روی آب شروع به وزیدن کند، امواج کوچکی که غالباً لحظه‌ای هستند، تشکیل می‌شوند. با از بین رفتن باد، چین‌های سطح آب نیز ناپدید می‌شوند. اما اگر بادی با سرعت بیش از ۳ کیلومتر در ساعت بوزد، به تدریج امواج پایداری تشکیل می‌شوند که واجد بیش‌ترین انرژی برای شکل دادن و تغییر خطوط ساحلی هستند. در خط ساحلی، امواجی که صدها کیلومتر را بدون هیچ مانعی طی کرده‌اند، به ساحل برخورد می‌کنند و عملاً نیروهایی قوی به جسم بی‌حرکت برخورد می‌کنند [اخروی، ۱۳۷۲]؛ برخوردی بی‌پایان و گاه عمیق که در صورت مهار، یک منبع بزرگ انرژی خواهد بود. برای مثال، فشار اعمال شده به خشکی توسط امواج اقیانوس اطلس در فصل زمستان به‌طور متوسط ده هزار کیلوگرم بر متر مربع است. نیروی مزبور به هنگام توفان بسیار زیادتر است. برای مثال، طی یکی از این توفان‌ها، بخش ۱۳۵۰ تنی یک موج‌شکن ساخته شده از فولاد و بتون، از بقیه‌ی ساختمان آن جدا شد و بی‌مصرف گردید و به نقطه‌ی دیگر رانده شد. پنج سال بعد، یک واحد ۲۶۰۰ تنی که جانشین واحد قبلی شده بود، به چنین سرنوشتی دچار شد [پیشین] (شکل ۹).

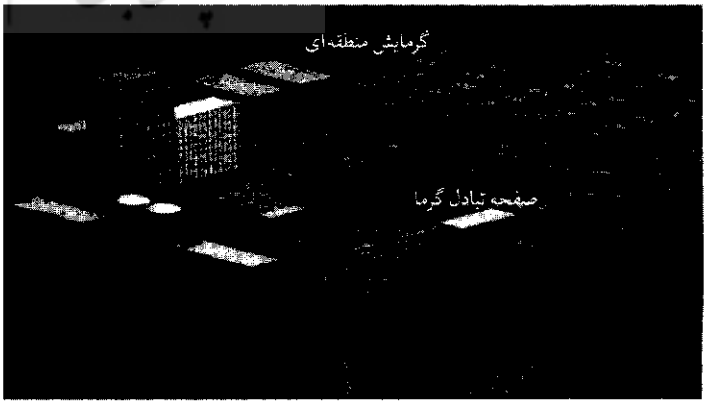


شکل ۹. سایت بهره‌برداری از انرژی امواج و نمونه‌ای از یک توربین برای تولید انرژی حاصل از موج

متأسفانه تاکنون هیچ کس نتوانسته است، روش مناسبی برای بهره‌برداری از انرژی امواج در مقیاس‌های بزرگ‌تر ابداع کند. در عین حال، تاکنون تجهیزاتی که برای بهره‌برداری از انرژی امواج طراحی شده‌اند، چندان کارامد نبوده‌اند و به دلیل زنگ‌زدگی، خوردگی مواد یا خسارت‌های ناشی از توفان، نابود شده‌اند.

انرژی جزر و مد

جذر و مدها[۳]، تغییرات دوره‌ای سطح آب اقیانوس‌ها در یک مکان خاص هستند. بالا و پائین رفتن منظم سطح آب اقیانوس‌ها در امتداد خطوط ساحلی از دیرباز شناخته شده بوده است. جذر و مد، ناشی از نیروی گرانشی اعمال شده روی سطح زمین به‌وسیله ماه و به مقدار کم‌تری خورشید است. با افزایش قیمت سوخت‌های فسیلی و درنهایت تمام شدن آن، توجه زیادی به انرژی تجدیدپذیر شده است. روش‌های زیادی برای تولید انرژی از اقیانوس‌ها ارائه شده‌اند که استفاده از نیروی جذر و مد در

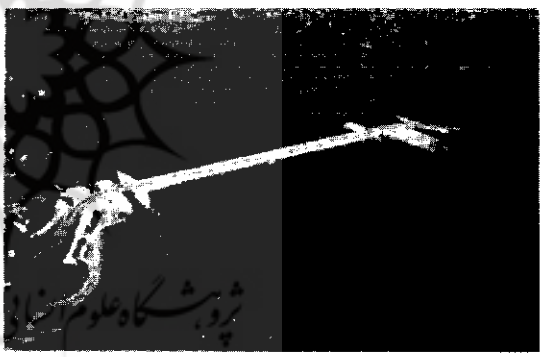


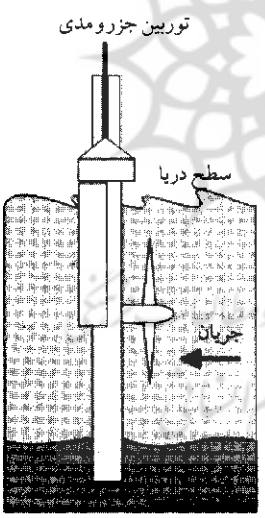
شکل ۸. کاربرد انرژی زمین گرمایی برای گرم کردن خانه‌ها، گلخانه‌ها یا نیروگاه تولید الکتریسیته

تولید برق یکی از مثال‌های تولید انرژی از اقیانوس‌هاست.

جذر و مدها به عنوان منبع انرژی، از قرن‌ها پیش مورد استفاده قرار گرفته‌اند. استفاده از این انرژی در آسیاب‌ها و کارخانه‌های چوب‌بری در قرن دوازدهم آغاز شد. طی قرن‌های هفدهم و هجدهم، قسمت اعظم آرد شهر بوستون در آسیاب‌های جذر و مدی تولید می‌شد. امروزه روش‌های پیچیده‌تری برای استفاده از انرژی جذر و مد ابداع شده‌اند که نیروگاه جذر و مدی نمونه‌ای از آن است.

نیروگاه جذر و مدی با ساختن سد در عرض دهانه‌ی خلیج یا خلیج دهانه‌ای در قسمت ساحلی که دارای تغییرات جذر و مدی زیاد است، ایجاد می‌شود. مدخل باریک بین خلیج و اقیانوس، تغییرات سطح آب، یعنی بیشینه و کمینه را چندبرابر می‌کند. جریان ورودی و خروجی قوی که در این محل به وجود می‌آید، سبب حرکت توربین‌ها و مولدها می‌شود [پیشین]. بزرگ‌ترین نیروگاه جذر و مدی، نیروگاهی است که در دهانه‌ی رودخانه‌ی رنس در فرانسه قرار دارد و در سال ۱۹۶۶ شروع به کار کرده است. در این خلیج دهانه‌ای، بلندی مد به ۱۸/۵ متر می‌رسد (شکل ۱۰). موارد دیگر، شامل مورمانسک در روسیه و تالیانگ در چین هستند که هر دو برای تولید برق به‌کار می‌روند.





تصویر ۱۰. نیروگاه جزر و مدی تولید برق در عرض خلیج دهانه‌ای رودخانه رنس در فرانسه و نمونه‌ای از توربین جزر و مدی نصب شده در نیروگاه جزر و مدی

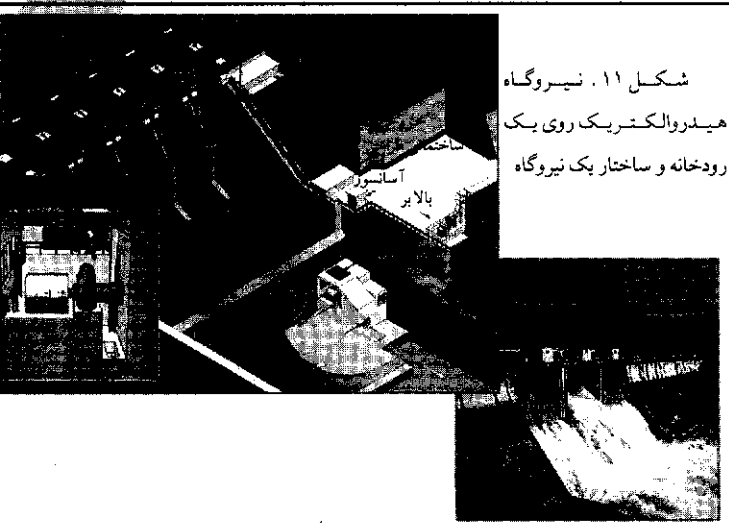
متأسفانه این انرژی چندان فراگیر نیست. یعنی سواحلی که در سراسر دنیا دارای جذر و مدهای بلند باشند و استفاده از انرژی جذر و مدی را امکانپذیر سازند، زیاد نیستند. اگر تغییرات جذر و مدی کم‌تر از هشت متر یا خلیج‌های باریکی وجود نداشته باشند، استفاده از آن‌ها مقرون به صرفه نیست. با وجود کوچک بودن سهم انرژی جذر و مدی در رفع نیاز انرژی جهان، شناخت این منبع انرژی می‌تواند زمینه‌ی صرفه‌جویی در سوخت‌های فسیلی را فراهم آورد. پتانسیل تولید برق از پروژه‌های جذر و مدی در تمام جهان برابر با ۶۳۵۰۰ ژیگاوات، یعنی معادل بیش از یک بیلیون بشکه نفت در سال است.

از امتیازات انرژی حاصل از جذر و مد، جدا از تجدیدپذیر بودنش، این است که تأسیسات مرتبط با آن، در مقایسه با سدهایی که برای ایجاد مخازن بزرگ بر رودخانه‌ها ساخته می‌شوند، کم‌تر ریخت‌های زمین را بر هم می‌زنند.[۴]

انرژی آبی (هیدروالکتریک)

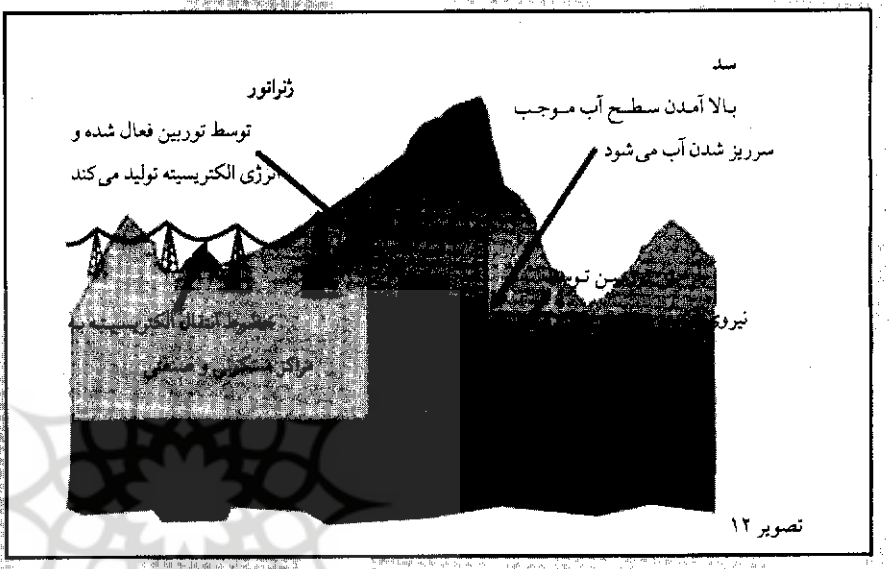
انرژی هیدروالکتریک از انرژی پتانسیل آب‌های جاری در مسیر جریان آن به طرف دریاها به‌دست می‌آید. نیروگاه‌های هیدروالکتریک، انرژی حاصل از آب‌های جاری را به انرژی الکتریسیته تبدیل می‌کنند. برای انجام این کار، یعنی تبدیل انرژی آب‌های جاری به انرژی الکتریسیته در حد کفایت و به طور مفید، به ساخت سدهای آبی روی رودخانه‌ها نیاز است (شکل ۱۱).

از نیروی آب به شکل محدود و کوچک، از گذشته‌های دور (بیش از هزاران سال) استفاده می‌شده است. براورد شده است که از تمام جریان‌های آبی در رودخانه‌های دنیا می‌توان در حدود $۹/۲ \times ۱۰^{۱۹}$ ژول در سال انرژی قابل تجدید به دست آورد؛ یعنی معادل مصرف ۱۵ میلیون بشکه نفت در سال. با وجود این، اگر تمام نیروی آبی بالقوه در دنیا مورد استفاده قرار گیرند و توسعه یابند، فقط می‌توانیم حدود یک‌سوم از انرژی مورد نیاز فعلی دنیا را تأمین کنیم. در حال حاضر نیروی هیدروالکتریک، حدود ۱۰ درصد الکتریسیته‌ی تولید شده در ایالات متحده را به خود اختصاص می‌دهد. متأسفانه استفاده از انرژی هیدروالکتریک مسائلی به دنبال



شکل ۱۱. نیروگاه هیدروالکتریک روی یک رودخانه و ساختار یک نیروگاه

خواهد داشت که از جمله‌ی آن‌ها می‌توان به پر شدن مخزن سدها با رسوبات رودخانه‌ای اشاره کرد و با افزایش عمر سد، از ظرفیت مخزن سد کاسته خواهد شد و بهره‌برداری از آن را محدود خواهد ساخت. درضمن، کشورهای خوش‌شانس با رودخانه‌های بزرگ و دارای مکان‌های مناسب ساخت سد، امکان استفاده از این انرژی را خواهند داشت، درحالی که بسیاری از کشورها در زمینه‌ی تولید این انرژی و بهره‌برداری از نیروی آب، به طور بالقوه با محدودیت‌هایی مواجه هستند که مهم‌ترین آن‌ها نداشتن رودخانه‌های بزرگ و دائمی است (شکل ۱۲).



تصویر ۱۲

بیوانرژی

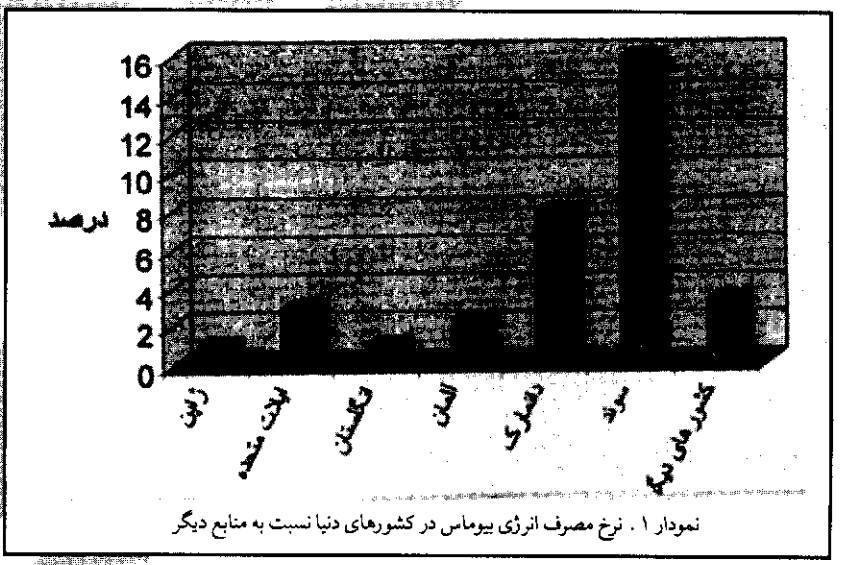
منظور از بیوانرژی، انرژی خورشیدی ذخیره شده در موادی نظیر گیاهان و مواد باقیمانده از حیوانات است که می‌تواند به عنوان منبع انرژی مورد استفاده قرار گیرد. این انرژی «بیوماس» نامیده می‌شود. بیوماس به عنوان یک منبع انرژی تجدیدپذیر از تنوع زیادی برخوردار است که عبارتند از: درختان و پس‌مانده‌ی جنگلی، گیاهان و پس‌مانده‌ی همراه آن‌ها، بافت‌های گیاهی، مواد زائد حیوانی، مواد زائد صنعتی (پس‌مانده‌ی کاغذ و نیشکر)، مواد زائد جامد شهری[5]، محصولات زراعی انرژی‌ساز[6] و زمین‌های اشباع از گاز متان[7] (شکل ۱۳).

بیوماس انرژی تجدیدپذیر شناخته می‌شود، زیرا در مقایسه با سوخت‌های فسیلی که برای تجدید و جایگزینی به میلیون‌ها سال نیاز دارند، خیلی سریع تجدید می‌شود. از این منابع، انرژی به شکل الکتریسیته، گرما، بخار و سوخت می‌تواند اقتباس شود. گیاهان، انرژی خورشیدی را از طریق فتوسنتز در سلولزها و سلول‌های ماده‌ی چوبی ذخیره می‌کنند و زمانی که می‌سوزند، این مواد قندی شکسته و آزاد می‌شوند و انرژی به صورت گرما آزاد می‌شود و می‌توان آن را برای تولید الکتریسیته به‌کار برد. این انرژی نیروی حاصل از مواد زنده[8] است و سوخت حاصل از آن، سوخت حاصل از مواد زنده[9] نامیده می‌شود. هیزم ذغال‌چوب، از سوخت‌های بیوماس مهم در بسیاری از قسمت‌های دنیاست و جمعیت شهری در کشورهای در حال توسعه، تقاضای بالایی برای ذغال‌چوب دارند. پس‌مانده‌ی کشاورزی، نظیر هرس باغ‌ها، به‌علاوه‌ی پس‌مانده‌ی جنگلی، برای تولید نیرو به‌ویژه در کالیفرنیا مورد توجه است. در اروپا، مواد زائد شهری منبع مهم از بیوانرژی است و حتی در کشورهای توسعه‌نیافته، چوب منبع مهم انرژی برای گرم کردن و پختن غذا محسوب می‌شود.

امروزه، اروپا سرامد استفاده از زباله‌های جامد شهری است و سالانه بیش از ۲۷ میلیون تن مواد جامد شهری را برای تولید الکتریسیته و گرم کردن مورد استفاده قرار می‌دهد. کشورهای زیادی در اروپا بیش از این هم از زباله‌ها، انرژی به‌دست می‌آوردند. مثلاً سوئد اکنون تقریباً ۱/۵ میلیون تن زباله‌ی جامد شهری را هر سال به‌کار می‌گیرد. خلاصه این‌که در سراسر دنیا، متوسط سالانه‌ی مصرف سوخت بیوماس تقریباً بالغ بر ۱۴ کادریلیون، در دوره‌ی زمانی ۱۹۹۰-۱۹۸۵ بوده

تصویر ۱۳. تنوع منابع بیوماس به عنوان منبع انرژی تجدیدپذیر

است (نمودار ۱).



نمودار ۱. نرخ مصرف انرژی بیوماس در کشورهای دنیا نسبت به منابع دیگر

دلایل جذابیت بیوماس به عنوان منبع انرژی به شرح زیرند:

۱. مادامی که ما به طور مناسب از آن‌ها، به‌ویژه پوشش گیاهی، استفاده می‌کنیم، یک منبع انرژی تجدیدشدنی است.

۲. برخلاف منابع انرژی دیگر، به طور یکنواخت در سطح زمین توزیع شده است و در هر نقطه از جهان می‌توان چند نمونه از منابع بیوماس را در اختیار داشت و بهره گرفت.

۳. فرصتی برای مناطق در سطح محلی، منطقه‌ای و ملی فراهم می‌کند تا در سطح جهانی خودکفا شوند.

۴. این منبع انرژی می‌تواند جایگزین مناسبی برای سوخت‌های فسیلی فراهم آورد که خود عامل مؤثری در کاهش گازهای گلخانه‌ای و تغییرات اقلیمی است.

درنهایت این‌که به کشاورزان محلی کمک می‌کند، فرصت‌های شغلی جدیدی را در سطح روستا برای خود فراهم کنند.

انرژی هیدروژنی

هیدروژن فراوان‌ترین عنصر روی زمین است که در ترکیب با اکسیژن در آب، و در مواد ارگانیکی شامل گیاهان زنده، نفت، ذغال، گازهای طبیعی و ترکیبات هیدروکربنی دیگر، یافت می‌شود. امتیاز بزرگ هیدروژن آن است که به عنوان یک سوخت تمیز، گازهای گلخانه‌ای، به‌ویژه دی‌اکسید کربن و مواد سمی دیگر را تولید نمی‌کند و می‌توان برای تولید الکتریسیته، حمل و نقل، و تأمین انرژی‌های دیگر مورد نیاز، از آن استفاده کرد.

تاکنون مهم‌ترین سوخت برای استفاده در سرویس‌های حمل و نقل در بسیاری از نقاط دنیا، بنزین و گازوئیل بوده است که نتیجه‌ی آن تولید مواد مضر و آلاینده‌ی هواست. اما سوخت‌های پاک از جمله هیدروژن، دارای خواص فیزیکی و شیمیایی خاصی هستند که پاک‌تر از بنزین با ساختار و ترکیب فعلی، می‌سوزند.

این سوخت‌ها در حین احتراق، مواد آلاینده‌ی کم‌تری تولید می‌کنند. درضمن استفاده از این سوخت‌ها، شدت افزایش و انباشته شدن دی‌اکسید کربن را نیز که موجب گرم شدن زمین می‌شود، کاهش می‌دهد.

هیدروژن به‌عنوان سوختی پاک می‌تواند جایگزین مناسبی برای سایر سوخت‌های فسیلی متداول باشد و در آینده، به عنوان یک حامل انرژی مطرح خواهد شد. سهولت تولید از آب، مصرف تقریباً منحصر به فرد و سودمندی زیست‌محیطی ذاتی هیدروژن، از جمله ویژگی‌هایی است که آن را در مقایسه با سایر گزینه‌های مطرح سوختی، متمایز می‌کند. سیستم انرژی هیدروژنی، به دلیل استقلال از منابع اولیه‌ی انرژی، سیستمی دائمی، پایدار، ناناپذیر، فراگیر و تجدیدپذیر است. از این‌رو پیش‌بینی می‌شود که در آینده‌ای نه‌چندان دور، تولید و مصرف هیدروژن به عنوان حامل انرژی به سراسر اقتصاد جهانی سرایت کند و اقتصاد هیدروژن تثبیت شود.

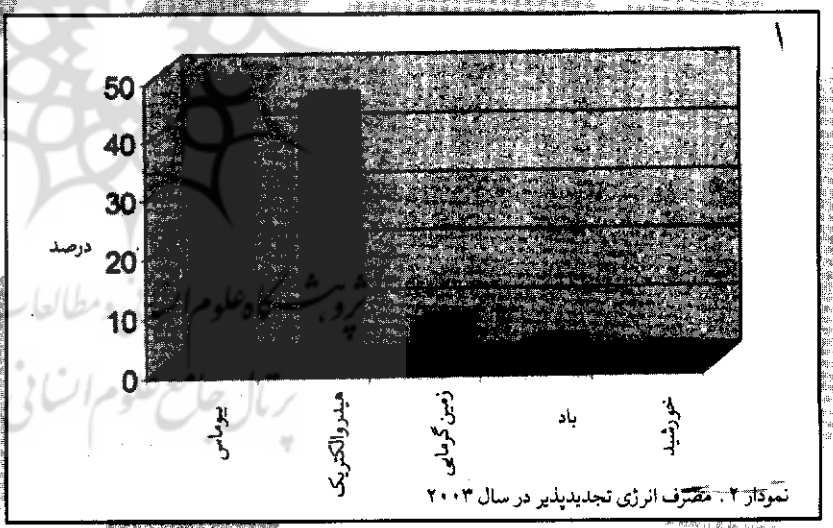
بسیاری معتقدند، رشد استفاده از هیدروژن می‌تواند راه‌حلی طولانی برای محیط و ایجاد امنیت در مقابل مسائل مرتبط با سوخت‌های فسیلی باشد. اگرچه قبلاً نیز از هیدروژن به عنوان سوخت استفاده می‌شد، اما ابتدا لازم بود از مواد حامل هیدروژن، نظیر ذغال‌سنگ، از طریق الکترولیز یا تبدیل با حرارت بالا، آن را استخراج کرد که البته فرایند استخراج می‌تواند آلودگی زیادی داشته باشد. بنابراین، اگر مشکلات استخراج هیدروژن، شامل آزادسازی آلودگی و هزینه‌ی آن حل شود و فناوری مرتبط با سلول‌های سوختی[10] توسعه یابد و با هزینه‌ی مناسب ساخته شود، هیدروژن به طور بالقوه می‌تواند، منبع انرژی تجدیدپذیر پاک برای مصارف متعددی چون روشنایی، گرمایی، سرمایی و حمل و نقل باشد (تصویر ۱۴).

تصویر ۱۴. تجهیزات تولید انرژی از هیدروژن

سلول‌های سوختی، وسایل الکتروشیمیایی هستند که در سطح بالایی از کارایی و با اختلال و آلودگی هوایی کم، عمل می‌کنند و برای تولید الکتریسیته و تهیه‌ی نیروی موتور وسایل حمل و نقل، مورد استفاده قرار می‌گیرند. این سلول‌ها سریع‌تر از سوخت‌های دیگر، انرژی شیمیایی را به‌طور مستقیم به الکتریسیته و گرما تغییر می‌دهند.

جمع‌بندی

بیش از دو بیلیون نفر هنوز به انرژی الکتریسیته دسترسی ندارند. بیش‌تر آن‌ها در کشورهایی زندگی می‌کنند که در نواحی حاره و جنب حاره واقع شده‌اند. این نواحی قابلیت‌های زیادی برای دسترسی به منابع تجدیدشدنی، به‌ویژه خورشید نسبت به کشورهای توسعه یافته دارند. اما بسیاری از این کشورها فاقد بسیاری از زیرساخت‌های اساسی هستند و کشورهای توسعه یافته برای ساخت آن‌ها هزینه‌ی زیادی صرف کرده‌اند. در چنین مواردی، سیستم‌های قابل تجدید با اندازه‌ی کوچک و انعطاف‌پذیر، نظیر گرمای خورشید، باد، امواج، جزر و مد، هیدروالکتریک، زمین‌گرمایی، بیوماس و... می‌توانند ایده‌آل باشند. فایده و مزیت دیگر آن‌ها علاوه بر کوچک بودن، سرعت ساخت آن‌هاست (نمودار ۲).



نمودار ۲. مصرف انرژی تجدیدپذیر در سال ۲۰۰۳

معرفی سوخت‌های جایگزین و مطالعه درخصوص امکان استفاده و بهره‌برداری از آن‌ها، با توجه به ملاحظات فنی-اقتصادی و منابع گسترده‌ی موجود در جهان، همچنین به دلیل روند رو به رشد مصرف سوخت‌های مایع هیدروکربوری که هر ساله موجب ضرر و زیان هنگفت به بودجه‌ی عمومی و محیط زیست می‌شود، از اهمیت قابل توجهی برخوردار شده است.

روشن است که منابع انرژی بی‌شماری وجود دارند و نسبت به انرژی‌هایی که ما در حال حاضر می‌توانیم از آن‌ها استفاده کنیم، هنوز از انرژی‌های بسیاری نتوانسته‌ایم بهره‌برداری کنیم. آشکار است که بشر به اندازه‌ی کافی باهوش است که بفهمد، چگونه از منابع انرژی‌های متفاوت از طریق راه‌هایی که خطرناک و زیانبار نباشند و راه‌هایی که به محیط صدمه نزنند و باعث اخلال در محیط نشوند، بهره‌برداری کند.

* استادیار گروه جغرافیای مؤسسه آموزش عالی طبرستان- چالوس
** دبیر جغرافیای شهرستان نوشهر

زیرنویس

1. renewable energy
۲. برای اطلاعات بیش‌تر به منبع شماره‌ی ۱ مراجعه شود.
3. Tides
۴. برای اطلاعات بیش‌تر مراجعه شود به: مقاله‌ی تولید برق از جذر و مد، مجله‌ی Oceanus، جلد ۲۲ (۱۹۸۰)، ص ۶۴.
5. Municipal solid waste
6. Crops energy
7. Landfill gas
8. Bio power
9. Bio fuel
10. Fuel cells

منابع

۱. حسین‌زاده، محمدمهدی و همکاران. انرژی زمین‌گرمایی. رشد زمین‌شناسی. شماره‌ی ۴۵. ۱۳۸۵.
۲. لوتگن، فردریک ک و همکاران. مبانی زمین‌شناسی. ترجمه‌ی رسول اخروی. انتشارات مدرسه. چاپ اول. ۱۳۷۲.
۳. زاهدی، مجید و همکاران. محاسبه‌ی چگالی و توان باد به منظور استفاده از انرژی آن در اردبیل. پژوهش‌های جغرافیایی. شماره‌ی ۵۳. پائیز ۱۳۸۴.
4. Kaufman, Alan jay. et all. Physical Geology. John wiley & Sons. Inc. 2005.
5. Pickerinc, Kevin T. Global environmental issues. Routledge. 1995.
6. Strahler, Alan. Introducing Physical Geography. John wiley & Sons. Inc. Third Edition. 2003.
7. www.crest.org/
8. www.eia.doe.gov/ solar.renewables renwable.energy.annual/ contents.html
9. WWW.Geothermal.marin.org (yahoo)
10. WWW.Geothermal Resources Council (yahoo)
11. WWW.Ngdir.ir.Geothermal (yahoo)