POWEREN.IR

گزارش اول:	انرژی خورشیدی ۱
✔ گزارش دوم:	انرژی زمین گرمایی ۱
گزارش سوم:	انرژی باد ۱
گزارش چهارم:	انرژی زیست توده ۱
گزارش پنجم:	انرژی هیدروژن و پیل سوختی ۱
گزارش ششم:	انرژی خورشیدی ۲
گزارش هفتم:	انرژی زمین گرمایی ۲
گزارش هشتم:	انرژی باد ۲

ایجاد تنوع در منابع انرژی کشور و استفاده از آن با رعایت
مسائل زیست محیطی و تلاش برای افزایش سهم
انرژیهای تجدیدپذیر با اولویت انرژی آبی

تلاش برای کسب فناوری و دانش فنی انرژیهای نو برای
ایجاد نیروگاههایی از قبیل بادی خورشیدی پیل های سوختی
و زمین گرمایی در کشور

فهرست مطالب

پیش گفتار ۲
مقدمه ۲
تاریخچه ۳
مکانهای مناسب جهت بهره برداری از انرژی زمین گرمایی ۳
نیروگاه زمین گرمایی با سیال دو فاز ۶
نیروگاه زمین گرمایی با سیال تک فاز ۶
روشهای استفاده مستقیم یا غیر نیروگاهی ۷
۱- استخرهای آب گرم ۷
۲- مراکز گلخانه ای ۷
۳- گرمایش منازل ۸
۴- حوضچه های پرورش ماهی ۸
۵- ذوب برف و پیشگیری از یخبندان در معابر ۹
۶- پمپ حرارتی ۱۰
جایگاه انرژی زمین گرمایی در جهان ۱۰
زمین گرمایی در کشور ایسلند ۱۲
گرمایش ساختمانها در کشور ایسلند ۱۳
استخرهای شنا و مراکز آب درمانی در کشور ایسلند ۱۳
ذوب برف در معابر کشور ایسلند ۱۳
گلخانه های زمین گرمایی در کشور ایسلند ۱۴
حوضچه های پرورش ماهی در کشور ایسلند ۱۴
تولید برق در نیروگاههای زمین گرمایی ایسلند ۱۴
نیروگاه Bjarnarflag ۱۴
نیروگاه Krafla ۱۵
نیروگاه Nesjavellir ۱۵
نیروگاه Svartsengy ۱۵
انرژی زمین گرمایی در ایران ۱۵
منابع ۱۶

انرژی زمین گرمایی

پیش گفتار:

توسعه شگرف علم و فن در جهان امروز ظاهراً آسایش و رفاه زندگی بشر را موجب شده است، لیکن این توسعه یافتگی، مایه بروز مشکلات تازه ای نیز برای انسانها شده است که از آن جمله می توان به آلودگی محیط زیست، تغییرات گسترده آب و هوایی در زمین و غیره اشاره نمود. بویژه می دانیم که نفت و مشتقات آن از سرمایه های ارزشمند ملی و حیاتی کشور می باشند که مصرف غیر بهینه از آنها گاهی زیانهای جبران ناپذیری را ایجاد می کند. از اینرو صاحبنظران و کارشناسان بدنبال منابعی هستند که بتدریج جایگزین سوختهای فسیلی شوند. سازمان انرژیهای نو ایران (سانا) وابسته به وزارت نیرو از سال ۱۳۷۴ فعالیت رسمی و گسترده ای را آغاز کرده است تا از انرژیهای نو مانند انرژی خورشیدی، انرژی زمین گرمایی، انرژی باد، انرژی بیوگاز و بیوماس، انرژی امواج و ... بهره گیری کند، به این انرژیها از آن جهت که به محیط زیست زیانی نمی رسانند، انرژیهای پاک نیز می گویند.

در جهت آگاه سازی عمومی با انرژیهای نو، سازمان انرژیهای نو ایران (سانا) اقدام به انتشار گزارشهای مختصر، ساده و مقدماتی تحت عنوان " از انرژی های نو چه می دانید" نموده است. گزارش اول در زمینه انرژی خورشیدی و راههای استفاده از آن منتشر شد و اینک گزارش دوم (گزارش حاضر) در مورد انرژی زمین گرمایی (ژئوترمال) ارائه می شود. در صورتیکه مایل باشید مطالب بیشتری درباره موضوعات مطرح شده در گزارشهای فوق بدانید، کارشناسان سازمان انرژیهای نو ایران آماده راهنمایی می باشند.

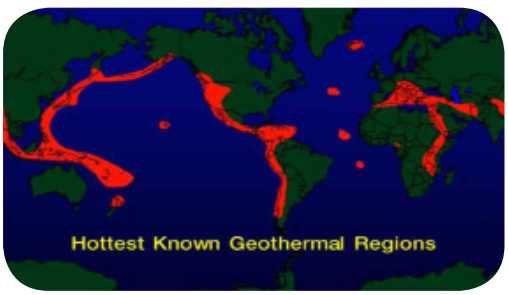
امید است انتشار این جزوه های کوچک و مختصر موجب اشاعه فرهنگ استفاده از انرژی های نو در کشور شود.

مقدمه:

انرژی حرارتی که در پوسته جامد زمین وجود دارد، انرژی زمین گرمایی نامیده می شود. مرکز زمین منبع عظیمی از انرژی حرارتی است که به شکل های گوناگون از جمله فوران های آتشفشانی، آبهای گرم و یا بواسطه خاصیت رسانایی به سطح آن هدایت می شوند. طبق فرضیه های موجود، زمین توده ای آتشین بوده که بیش از ۴ میلیارد سال پیش شکل گرفته و بتدریج به انجماد و سردی گراییده است و این سرد شدن همچنان نیز ادامه دارد.

در حال حاضر از انرژی زمین گرمایی در بسیاری از نقاط جهان و به صورتهای مختلف، در سطح وسیعی استفاده می شود. محققین، همزمان با بکارگیری تکنولوژی های قدیمی تأمین انرژی، شیوه های جدید تأمین انرژی را نیز به تکامل رسانیده اند. در آینده نیز تلاش برای توسعه آن، هم در زمینه کشف منابع انرژی و هم در زمینه انتقال تکنولوژی امری اساسی تلقی می شود. بهره برداری از انرژی زمین گرمایی، بعنوان یک منبع انرژی بالقوه در اعماق زمین، مستقل از شرایط جوی بوده و قابلیت جوابگویی به نیاز کنونی و آتی بشر را دارد.

نواحی که دارای پتانسیل انرژی زمین گرمایی می باشند منطبق بر مناطق آتشفشانی و زلزله خیز جهان هستند.



مناطقی از زمین که دارای پتانسیل زمین گرمایی می باشند

POWEREN.IR

مواد مذاب نزدیک به سطح زمین

تاریخچه:

بشر مدتها است که از منابع انرژی زمین گرمایی با درجه حرارت پایین(چشمه های آبگرم)، جهت استحمام و شستشو و همچنین مصارف درمانی استفاده می کند. اخیراً نیز از این انرژی در تامین گرمایش گلخانه ها؛ حوضچه های پرورش ماهی؛ استخرهای تفریحی پیشگیری از یخ زدگی معابر در فصل سرما، پمپهای حرارتی جهت تامین گرمایش وسرمایش ساختمانها و برخی از فرآیند های صنعتی استفاده می شود. تولید برق با استفاده از منابع انرژی زمین گرمایی با درجه حرارت بالا نیز طی ده سال اخیر رشد قابل ملاحظه ای داشته است .

با مشاهده کوههای آتشفشان ؛بشر از دیر باز به این حقیقت رسیده بود که در اعماق زمین منبعی داغ وجود دارد. در فاصله زمانی بین قرنهای ۱۶و ۱۷ میلادی که اولین منابع زیر زمینی در اعماق چند صد متری حفر شد؛ این نتیجه نیز حاصل شد که هر چه بطرف مرکز کره زمین نزدیکتر شویم دما افزایش می یابد به گونه ای که بطور طبیعی در ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، تقریباً ۳ درجه سانتی گراد به دمای طبیعی زمین افزوده می شود.

نخستین اندازه گیری ها بوسیله دماسنج در سال ۱۷۴۰ ودرمعدنی نزدیک به ناحیه بلفورت در کشور فرانسه انجام شد . درسال ۱۸۷۰ با روشهای پیشرفته علمی نوع رفتار حرارتی زمین مورد مطالعه قرار گرفت .

نخستین تلاشها در لاردرلو (ایتالیا) در سال ۱۹۰۴ برای تولید برق با استفاده از انرژی زمین گرمایی صورت گرفت و از آن زمان تا کنون فعالیتهای زیادی در سراسر دنیا صورت گرفته است که در بخشهای بعدی به تدریج؛ آنها را بررسی خواهیم کرد .

ساخت نیروگاههای دوگانه(باینری) باعث پیشرفتهای چشمگیری در تولیدبرق با استفاده انرژی زمین گرمایی شده است ودر حال حاضر با به تکامل رسیدن این تکنولوژی ؛به طور تجاری از آبهای گرم زیرزمینی با درجه حرارت معمولی {بیشتر از ۱۰۰درجه سانتیگراد} برق تولید می شود . در سالهای اخیر درزمینه پمپهای حرارتی زمین گرمایی نیز پیشرفتهای قابل توجه ای صورت گرفته است. درطولانی مدت پیشرفت در ساخت تجهیزات مربوط به استخراج انرژی از سنگهای خشک وداغ ؛لایه های تحت فشار زمین ومنابع گدازه ها می تواند امکان استفاده بیشتر از پتانسیل بالقوه انرژی زمین گرمایی را میسر سازد .

مکانهای مناسب جهت بهره برداری از انرژی زمین گرمایی

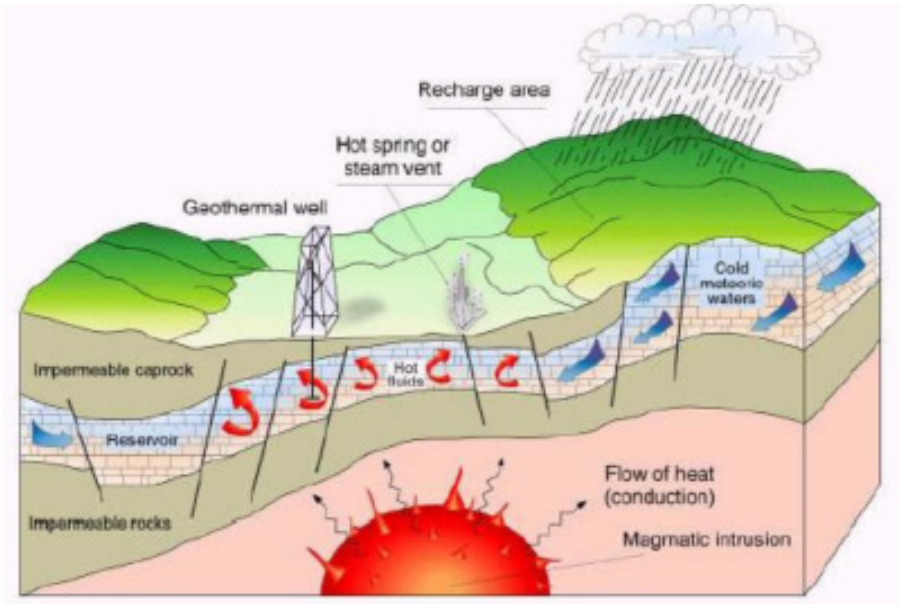
به طور کلی مناطقی از زمین که دارای سه ویژگی مهم زیر باشند می توانند دارای پتانسیل خوب جهت بهره برداری از انرژی زمین گرمایی باشند:

(۱- منبع حرارتی، ۲-سیال حد واسط ۳- محیط متخلخل)

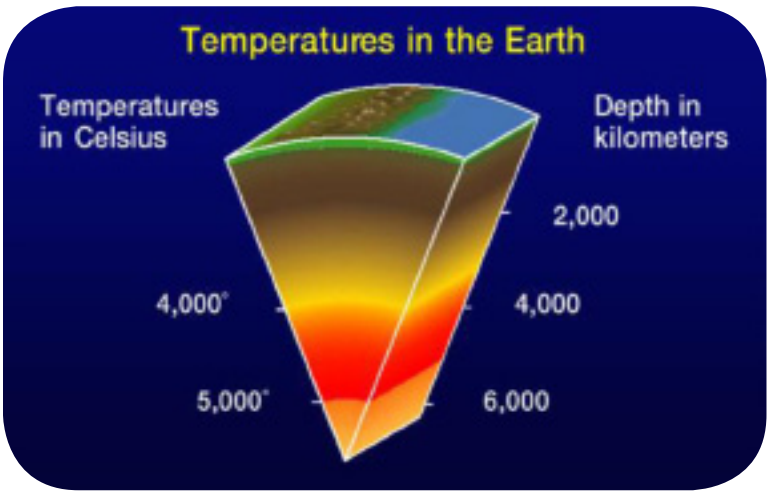
۱-مواد مذاب یا سنگهای داغ مجاور آنها (بعنوان منبع حرارتی) به گونه ای نزدیک به سطح زمین قرار گرفته باشند که موجب گرم شدن آبهای نفوذی شده و در نتیجه با حفاری چاههای تولیدی می توان با استخراج سیال گرم به حرارت مطلوب رسید.

۲-وجود آب برای انتقال حرارت منبع حرارتی به سطح زمین، آبهای جوی، آبهای ماگمایی و فسیل از جمله سیالات انتقال دهنده حرارت در یک سیستم زمین گرمایی هستند.

۳-لایه های مختلف زمین دارای خلل و فرج های زیاد باشند تا آبهای سطحی و نزولات جوی به خوبی داخل



جریان آب در لایه های مختلف زمین



دماهای لایه های مختلف زمین بر حسب درجه سانتی گراد

زمین نفوذ کند.
آبهای سطحی که بر اثر نیروی جاذبه زمین و از طریق خلل و فرجها به داخل آن نفوذ می کنند پس از مدتی به لایه های گرم زمین نزدیک می شوند و حرارت آنها را جذب می کنند بر اثر افزایش دما، چگالی خود را از دست داده و نسبت به آبهای سرد سبکترٍ شده و به صورت طبیعی از طریق خلل و فرجها مجدداً رو به سطح زمین حرکت می کنند و موجب پیدایش مظاهر حرارتی از قبیل چشمه های آبگرم در نقاط مختلف زمین می شوند
در حالت طبیعی سیال گرم از خلال درزه، شکافها و گسلها به سطح زمین می رسد و ظهورهای سطحی ایجاد می کند. اما برای بهره برداری اقتصادی از یک سیستم زمین گرمایی با حفاری چاههای متعدد سیال بیشتری استحصال می شود.

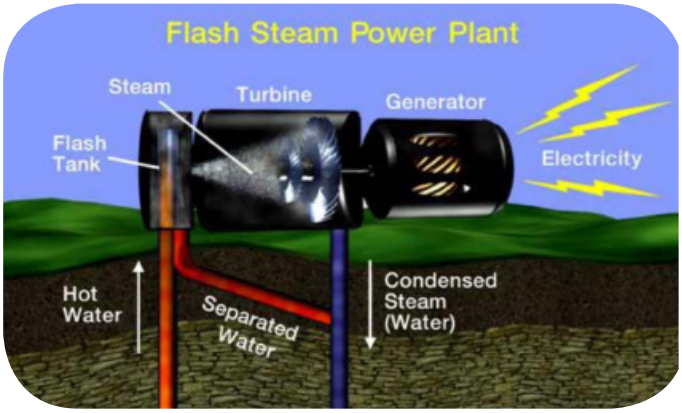
بهره برداری از انرژی زمین گرمایی به دو روش کلی امکان پذیر می باشد که عبارتند از :.
۱- استفاده غیرمستقیم یا نیروگاهی
۲- استفاده مستقیم یا غیرنیروگاهی

در ادامه به تعریف اجمالی از این روشها پرداخته می شود.
فرآیند تولید برق در نیروگاه زمین گرمایی (کاربرد غیر مستقیم انرژی زمین گرمایی)
بطور ساده می توان گفت که نیروگاههای زمین گرمایی به دو دسته مهم تقسیم می شوند.
۱- نیروگاه زمین گرمایی با سیال دو فاز (بخار و مایع)
۲- نیروگاه زمین گرمایی با سیال تک فاز (مایع)

نمونه ای از یک نیروگاه زمین گرمایی

نیروگاه زمین گرمایی با سیال دو فاز:

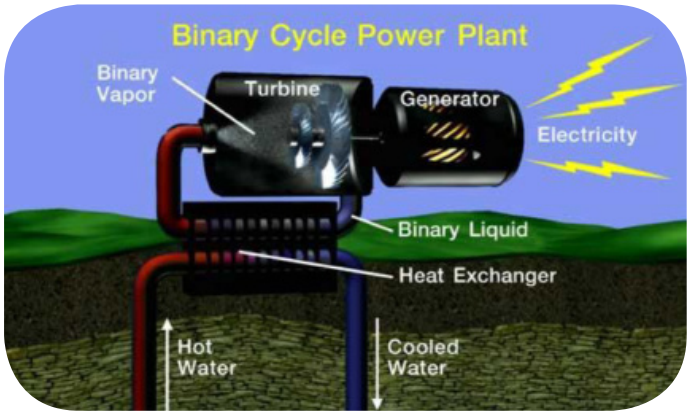
سیالی که معمولا به شکل دو فاز مایع و بخار می باشد از چاههای زمین گرمایی خارج می شود که هرچه تعداد این چاهها بیشتر باشد میزان مایع وبخارخارج شده از چاهها و متناسب با آن میزان تولید برق نیز بیشتر می شود. این سیالات در مخزن جداکننده بخار از مایع جمع آوری شده و در این مخزن فاز بخار از مایع جدا می شود. بخار جدا شده وارد توربین شده و باعث چرخش پره های توربین می شود .پره ها نیز به نوبه خود محور توربین و در نتیجه محور ژنراتور را به حرکت وا می دارند که باعث بوجود آمدن قطبهای مثبت و منفی در ژنراتور شده و در نتیجه برق تولید می شود.



نیروگاه زمین گرمایی دوفازی

نیروگاه زمین گرمایی با سیال تک فاز:

در این نوع نیروگاهها نیاز به مخزن جدا کننده نمی باشد زیرا آب گرم وارد مبدل حرارتی شده و حرارت خود را به سیال عامل دیگری که معمولاً ایزوپنتان می باشد و نقطه جوش پایین تری نسبت به آب دارد منتقل می کند، دراین فرایند ایزوپنتان به بخار تبدیل شده و به توربین منتقل می شودکه در اینجا توربین و ژنراتور طبق توضیحات فوق می توانند برق تولید کنند.



نیروگاه زمین گرمایی با سیال تک فاز

روشهای استفاده مستقیم یا غیر نیروگاهی

۱- استخرهای آب گرم :

دراین روش آب گرم زمین گرمایی را می توان با آب سرد و معمولی ترکیب نمود و آب نسبتاً گرمی را برای اهدافی چون ایجاد مراکز جذب توریست ومجتمع های آب درمانی مورد استفاده قرارداد. از آب گرم زمین گرمایی در صورتی که فاقد مواد مضر برای بدن انسان باشد، می توان جهت مصارف آب درمانی مانند رفع ناراحتی های پوستی، ناراحتی های درد مفاصل و ناراحتی های روحی و روانی استفاده نمود.

همچنین در صورتی که آب گرم زمین گرمایی دارای مواد مضر برای بدن باشد می توان با استفاده از یک مبدل حرارتی، حرارت آن را به آب معمولی منتقل نمود و در نتیجه آب معمولی با دمای نسبتاً گرم در استخرها استفاده شود.

برای استخرهای آب گرم، آبهای زمین گرمایی با دمای در حدود ۳۰ الی ۵۰ درجه سانتیگراد مناسب است.

استخر شنا زمین گرمایی

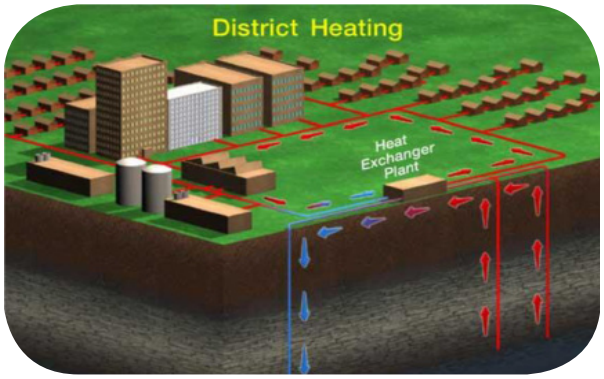
۲- مراکز گلخانه ای

می توان آب گرم زمین گرمایی را توسط لوله کشی به داخل گلخانه ها هدایت نمود، تا بدین وسیله حرارت مورد نیاز جهت رشد و نمو گیاهان، میوه و سبزیهای خاصی را فراهم نمود. برای ایجاد چنین گلخانه هایی دمایی در حدود ۸۰ الی۱۲۰ درجه سانتیگراد مناسب است.

گلخانه زمین گرمایی

۳- گرمایش منازل

با کمک لوله کشی و یا رادیاتورها ی ویژه می توان مانند سیستم های شوفاژ موجود، آب گرم زمین گرمایی را به داخل محیط های منازل، بیمارستانها، ادارات و ... منتقل و از حرارت این‌آبهای گرم جهت تامین گرمایش محیط استفاده نمود. برای گرمایش منازل ؛ آبهای زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۵۰ الی ۱۰۰ درجه سانتیگراد داشته باشند.



گرمایش ساختمانها با استفاده از انرژی زمین گرمایی

۴- حوضچه های پرورش ماهی

در مزارع پرورش ماهی می توان با استفاده از آبهای گرم زمین گرمایی، حرارت و شرایط مورد نیاز برای رشد و پرورش ماهی های خاص را فراهم نمود برای حوضچه های پرورش ماهی، آب گرم زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۲۰ الی ۴۰ درجه سانتیگراد داشته باشد.

پرورش ماهی با استفاده از آبهای گرم

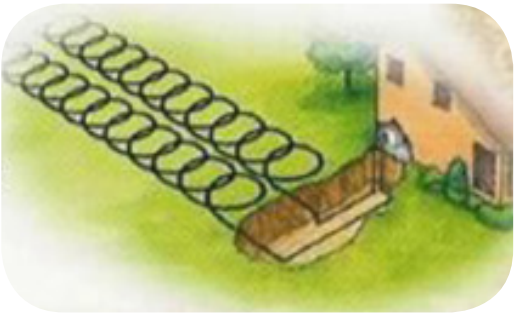
۵- ذوب برف و پیشگیری از یخبندان در معابر

با استفاده از لوله هایی که در زیر معابر تعبیه می شود می توان در فصول سرما حرارت آبهای گرم را به آسفالت خیابانها و جاده ها یا به سطوح پیاده روها منتقل و بدین وسیله برف روی این سطوح را ذوب نمود. برای ذوب برف در معابر ؛آب گرم زمین گرمایی می بایست حرارتی در حدود ۲۰ الی ۵۰ درجه سانتیگراد داشته باشد.

ذوب برف و پیشگیری از یخبندان معابر توسط انرژی زمین گرمایی

۶- پمپ حرارتی

توسط پمپ های حرارتی می توان در تابستان سرمایش و در زمستان گرمایش ساختمانها را تامین نمود.



پمپ حرارتی

جایگاه انرژی زمین گرمایی در جهان

دست یافتن به انواع مختلف منابع انرژی و تامین نیاز بشر به انرژی مهمترین نگرانی و دغدغه جهان امروز است جدول زیر منابع عمده تامین انرژی و درصد آنها را در جهان نشان می دهند

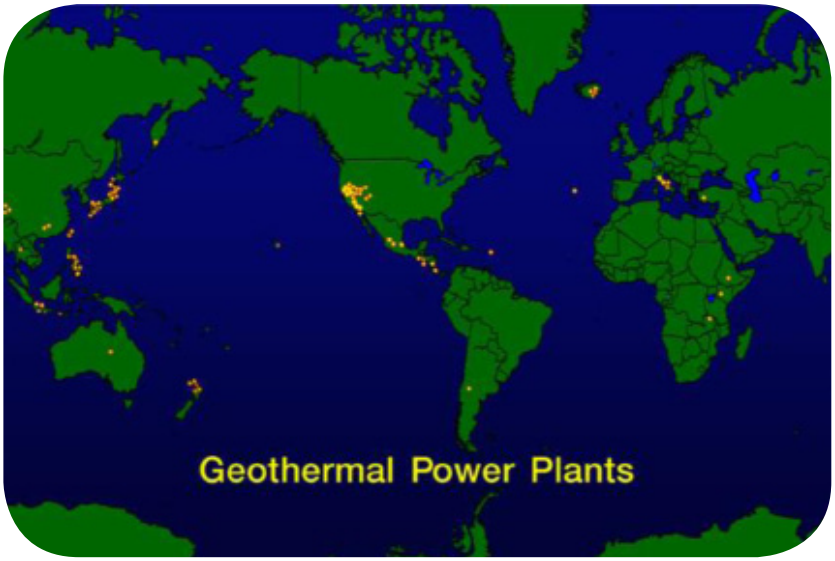
سوختهای فسیلی نیز به نوبه خود شامل سه منبع بشرح جدول زیر می باشد.
جدول زیر میزان انرژی تولیدی در جهان را در بخش انرژیهای پاک نشان می دهد.

سوختهای فسیلی	میزان انرژی تولید شده در سال2006(Mtoe)
نفت خام	4030
گاز طبیعی	2439
زغال سنگ	3077

میزان استفاده از انرژی زمین گرمایی در جهان درحال افزایش است و از نظر کمیت مصرفی در میان انواع پنجگانه انرژی

انرژیهای نو	میزان انرژی تولید شده در سال 2006 (Mtoe)
انرژی بیوماس	1184
انرژی باد و خورشیدی، زمین گرمایی	76
انرژی هسته ای	728
انرژی آبی	261

های تجدید پذیر بعد از انرژی برق آبی ، زیست توده وانرژی بادی در رتبه چهارم قرار گرفته و انرژی خورشیدی در رتبه بعدی قرار دارد.
در سال۲۰۰۷ میزان تولید الکتریسیته در جهان توسط نیروگاههای زمین گرمایی۶۰ Twh و میزان تولید حرارت در کاربرد



مکانهای نیروگاه زمین گرمایی

مستقیم انرژی زمین گرمایی در سال ۲۰۰۵ در حدود TJ ۲۶۱۴۱۸ بوده است. در جدول زیر میزان ظرفیت نصب شده نیروگاهی هر یک از انرژی های تجدید پذیر در نقاط مختلف جهان نشان داده شده است.
در سال ۲۰۰۷ بیش از ۲۴ کشور جهان با نصب نیروگاههای زمین گرمایی از این منبع عظیم انرژی برای تولید برق استفاده

Renewable Electric Power Capacity, Existing as of 2006

Technology	World Total	Developing Countries	EU-25	China	Germany	United States	Spain	India	Japan
					gigawatts				
Wind power	74	10.1	48.5	2.6	20.6	11.6	11.6	6.3	1.6
Small hydropower	73	51	12	47	1.7	3.0	1.8	1.9	3.5
Biomass power	45	22	10	2.0	2.3	7.6	0.5	1.5	> 0.1
Geothermal power	9.5	4.7	0.8	~ 0	0	2.8	0	0	0.5
Solar photovoltaic-grid	5.1	~ 0	3.2	~ 0	2.8	0.3	0.1	~ 0	1.5
Solar thermal power-CSP	0.4	0	~ 0	0	0	0.4	< 0.1	0	0
Ocean (tidal) power	0.3	0	0.3	0	0	0	0	0	0
Total renewable power capacity (excluding large hydro)	207	88	75	52	27	26	14	10	7

نموده اند که مجموع ظرفیت نصب شده بالغ بر ۹۷۰۰ مگاوات که مهم ترین آنها عبارتنداز:

- آمریکا با ۲۶۸۷ مگاوات
- فیلیپین با ۱۹۷۰ مگاوات
- ایتالیا با ۸۱۰ مگاوات
- مکزیک با ۹۵۳ مگاوات
- اندونزی با ۹۹۲ مگاوات
- ژاپن با ۵۳۵ مگاوات
- نیوزلند با ۴۷۱ مگاوات
- ایسلند با ۴۲۱ مگاوات

زمین گرمایی در کشور ایسلند

اگر بخواهیم بطور خلاصه در مورد زمین گرمایی در یک کشور با پتانسیل بالا مطالبی را ذکر کنیم می توان ایسلند را جزء کشورهایی نام برد که دارای پتانسیل بالای انرژی زمین گرمایی است. این کشور درمنطقه ای آتش فشانی واقع بوده و موقعیتی ایده آل برای استفاده از انرژی زمین گرمایی داراست در سال ۲۰۰۶ حدود۲۶٪ از برق مورد نیاز کشور ایسلند توسط انرژی زمین گرمایی ، ۷۳/۴٪ توسط برق آبی،۰/۱٪ الکتریسیته توسط سوخت فسیلی تامین گردید که سوخت فسیلی تنها برای تامین سوخت اتومبیل ها، کشتی ها و هواپیماها استفاده می شود. جالب توجه است که دولت ایسلند به منظور عدم استفاده از سوخت های فسیلی، طرح پیشنهادی استفاده از سوخت هیدروژن را مطرح کرده است.

همچنین در کشور ایسلند۸۷٪ از منازل توسط آب گرم زمین گرمایی گرم می شود. .هدف این کشور تامین ۱۰۰٪ انرژی خود از انرژی های تجدید پذیر و حذف سوخت های فسیلی در آینده نزدیک است.

طور کلی میزان و موارد استفاده انرژی زمین گرمایی در کشور ایسلند در سال ۲۰۰۶ بشرح زیر است:

۵۴٪ گرمایش محیطی (منازل، بیمارستانها، ادارات و ....)
۲۸٪ تولید الکتریسیته
۴٪ استخرهای شنا و مراکز جذب توریست
۴٪ ذوب برف در معابر
۲٪ استفاده صنعتی
۵٪ حوضچه های پرورش ماهی
۳٪ گلخانه های کشاورزی

اثرات مطلوب انرژی زمین گرمایی در سالم نگاه داشتن محیط زیست بسیار مشهود می باشد بطوریکه تا سال ۱۹۳۰ در شهر ریکیاویک مردم برای گرمایش منازل خود از زغال سنگ استفاده می کردند ولی بعد از سال ۱۹۳۰ استفاده از آب گرم زمین گرمایی برای گرمایش منازل آغاز شد و هم اکنون شهر ریکیاویک یکی از پاک ترین شهرهای دنیا محسوب می شود که مهمترین دلیل آن استفاده از انرژی زمین گرمایی و جایگزینی آن به جای مصرف سوختهای فسیلی است.

کشور ایسلند دارای ۱۵۰ منطقه با پتانسیل نسبتاً خوب (با دمای پایین) انرژی زمین گرمایی است که بیش از ۶۰۰ چشمه آب گرم (دمای بیشتر از ۲۰)در داخل آن پراکنده

شهر ریکیاویک قبل از استفاده از انرژی زمین گرمایی

شهر ریکیاویک بعد از استفاده از انرژی زمین گرمایی

شده است.

همچنین در این کشور ۲۶ منطقه با پتانسیل بالای زمین گرمایی (حرارت بیش از ۱۵۰ درجه سانتی گراد) وجود دارد که در این مناطق سیال زمین گرمایی بصورت دو فاز (بخار و مایع) است.

گرمایش ساختمانها در کشور ایسلند

همانطور که ذکر شد در کشور ایسلند آبهای گرم زمین گرمایی بیشتر جهت گرمایش منازل، بیمارستانها، ادارات و .... استفاده می شود. چاههای ۵۰ تا ۱۰۰ متری برای تأمین آب گرم در مناطقی که دارای پتانسیل مطلوب است حفاری می شوند و آب گرم مورد نیاز بدین ترتیب تأمین می شود. این آبها برای تامین گرمایش ساختمانهاو شستشو مورد استفاده قرار می گیرد.

استخرهای شنا و مراکز آب درمانی در کشور ایسلند

شهر ریکیاویک به یکصد و دو هزار نفر جمعیت دارد و جالب توجه است که در سال ۱۹۹۹ بیشتر از یک میلیون و هفتصدهزار نفر توریست از این شهر بخاطر داشتن استخرهای آب گرم بازدید نموده اند. این امر نشان دهنده میزان اهمیت استخرهای شنا در این کشور می باشد. ده استخر شنا طی مدت پنج سال در شهر ریکیاویک تأسیس شده است که سالانه میزان۱۱۰۰ تراژول انرژی در این استخرها مصرف می شود که آب گرم زمین گرمایی منبع تامین کننده آن است.

ذوب برف در معابر کشور ایسلند

عملیات ذوب برف بوسیله زمین گرمایی در معابر کشور ایسلند حدود ۱۵ تا ۲۰ سال قبل آغاز شده است. در این روش، آب خروجی از خانه ها که دمایی در حدود ۳۵ درجه سانتیگراد دارد در داخل لوله هایی که در زیر جاده ها، خیابانها و پیاده روها تعبیه شده است جریان داده می شود و بدین وسیله از تجمع و یخ زدگی برف در معابر جلوگیری می شود. انرژی مورد استفاده برای ذوب برف سالانه تقریباً معادل ۴۱۰TJ است.

گلخانه های زمین گرمایی در کشور ایسلند

از سال ۱۹۲۴ آبهای زمین گرمایی برای تامین گرمایش

فضای گلخانه ها استفاده می شده است و هم اکنون تامین گلخانه های این کشور مساحتی بالغ بر ۱۸۳۰۰۰ متربا استفاده از این آبها انجام می شود. ۵۵٪ از این مساحت برای پرورش سبزیجات و ۴۵٪ برای پرورش گل اختصاص دارد. مجموع سالانه انرژی مصرفی در اینگونه گلخانه ها تقریباً معادل ۷۹۰ TJ است.

حوضچه های پرورش ماهی در کشور ایسلند

امروزه در بیشتر از ۵۰ منطقه در کشور ایسلند از آبهای گرم زمین گرمایی در مراکز پرورش ماهی استفاده می شود. در این مراکز آب گرم که معمولاً دمایی بین ۲۰ تا ۵۰ درجه سانتیگراد دارد وارد مبدلهای حرارتی شده و حرارت آن با کمک آب سرد و معمولی در حدود ۵ تا ۱۲ درجه سانتیگراد می شود که در حوضچه های پرورش ماهی مورد استفاده قرار می گیرد این امر باعث می شود تا رشد ماهی ها به سرعت انجام پذیرفته و در نتیجه زودتر به سن صید برسند. مجموع انرژی زمین گرمایی که بدین ترتیب در حوضچه های پرورش ماهی مورد استفاده قرار می گیرد سالانه معادل ۶۵۰ TJ است.

تولید برق در نیروگاههای زمین گرمایی اسلند

طبق آمار سال ۲۰۰۷ میزان ظرفیت نصب شده نیروگاههای زمین گرمایی در کشور ایسلند معادل ۴۲۱/۲ مگاوات بوده و ۱۶۹ مگاوات ظرفیت جدید در حال احداث دارد که نسبت به سال ۲۰۰۵ در حدود ۱۰۸٪ افزایش ظرفیت نصب شده داشته است. چهار منطقه ای که بیشترین پتانسیل انرژی زمین گرمایی را برای تولید برق دارند عبارتند از :Bjarnarflag، Krafla، Mesjavellir و Svartsengi.

نیروگاه Bjarnarflag

این نیروگاه با ظرفیت سه مگاوات از سال ۱۹۶۹ الکتریسیته تولید می نماید. دمای مخزن در این ناحیه ۲۸۰ درجه سانتیگراد می باشد و بخار در فشار ثابت ۹/۵ bar با دبی ۱۲/۵ kg/s وارد توربین می شود. کل ظرفیت نصب شده این نیروگاه در سال ۲۰۰۷ برابر ۳/۲ مگاوات بوده است.

نیروگاه Krafla:

نمایی از نیروگاه زمین گرمایی Nesjavellir در کشور ایسلند

نیروگاه krafla واقع در شمال ایسلند از سال ۱۹۷۷ با دو واحد ۳۰ مگاواتی (در جمع ۶۰ مگاوات)راه اندازی شده است.در این نیروگاه که از نوع Double fla است،پس از مدتی بخاطر مسائل خوردگی سیال و همچنین رسوبات داخل چاه، تنها یکی از واحدهای ۳۰ مگاواتی به مدت ۲۰ سال فعال بوده ولی پس از حفاری چهار حلقه چاه تولیدی در سال ۱۹۹۶ میزان ظرفیت نصب شده این نیروگاه در سال ۱۹۹۷ مجدداً به ۶۰ مگاوات افزایش پیدا کرد. در این نیروگاه دمای مخزن در حدود ۲۱۰ تا ۳۵۰ درجه سانتیگراد می باشد و بخار با فشار ۷/۷ bar وارد توربین HP شده و سپس از جـداکـننده دوم با فـشار ۲/۲ bar وارد توربین LP می شود. میزان دبی سیال در قسمت اول ۱۲۰kg/s و در قسمت دوم۳۰kg/s است. میزان تولید انرژی الکتریکی توسط این نیروگاه در سال ۱۹۹۹ برابر۴۸۴GWh بوده است.

نیروگاه Nesjavellir:

در ماه اکتبر سال ۱۹۹۸ نخستین توربین این نیروگاه با

ظرفیت ۳۰ MWe و یک ماه بعد نیز دومین توربین با ظرفیت ۳۰ MWe راه اندازی شد و بزرگترین نیروگاه زمین گرمایی ایسلند می باشد .ازسیال برابر ۱۲ bar و دمای آن ۱۹۰ درجه سانتیگراد است. در آینده نزدیک پنج چاه تولیدی دیگر در این ناحیه حفر خواهد شد. علاوه بر تولید برق در این نیروگاه، میزان ۲۰۰ MWt حرارت به صورت آب گرم با دبی۱۸۰۰ لیتر بر ثانیه تولید می شود که دمای آن بیشتر از ۸۲ درجه سانتیگراد است این آب پس از طی مسافتی بالغ بر ۲۷ km جهت گرمایش منازل در شهر ریکیاویک مورد استفاده قرار می گیرد. نکته جالب توجه این است که پس از طی مسافت فوق دمای آب تنها یک درجه کاهش می یابد که این امر نشان دهنده عایق کاری بسیار عالی لوله های انتقال آب است.

ظرفیت کلی نصب شده این نیروگاه در سال ۲۰۰۷ برابر با ۱۲۰ مگاوات(۴ واحد ۳۰ مگاواتی) و به صورت ترکیبی تولید برق و حرارت بوده است.

نیروگاه Svartsengy

در این نیروگاه ابتدا یک توربین با ظرفیت ۳۰ Mwe در سال ۱۹۷۷ نصب شد که علاوه بر تولید برق به میزان ۷۵ Mwt حرارت نیز جهت انواع مصارف مستقیم تولید می نموده است. سپس در سال ۱۹۹۹ ظرفیت این نیروگاه به ۴۵ Mwe افزایش یافت و میزان حرارت تولیدی توسط آب گرم نیز به رقم ۲۰۰ MWt رسید. برای راه اندازی این نیروگاه ۳۷ میلیون دلار آمریکا هزینه شده است که ۷/۵ میلیون دلار آن برای حفاری چاهها صرف شده است. ظرفیت نصب شده این نیروگاه در سال ۲۰۰۷ شامل دو واحد ۳۰ و ۸ مگاواتی فلش و۸ مگاوات باینری که در کل ۴۶ مگاوات می باشد.

در مجاورت این نیروگاه، استخرشنای آب گرم احداث شده است که سالانه ۱۷۰۰۰۰ نفر توریست از آن بازدید و استفاده میکنند که یکی از مهمترین جاذبه های اصلی در صنعت توریست نیز به شمار می رود.

انرژی زمین گرمایی در ایران

استفاده از انرژی زمین گرمایی درایران به سالهای بسیار دور می‌رسد بطوری که مردم به شیوه های سنتی از این انرژی در محلهایی که چشمه‌های آبگرم وجود داشت،در قالب حمامها و استخرهای شنا جهت مصارف آبدرمانی و تفریحی استفاده می‌کردند . هم اکنون مطالعات احداث اولین نیروگاه زمین گرمایی در کشورتوسط سازمان انرژیهای نو ایران وابسته به وزارت نیرو در منطقه مشکین شهر در حال اجراء است که در فاز اول حفاری ۵ حلقه چاه اکتشافی به عمق ۳۱۹۶ ، ۲۲۶۵ ، ۳۱۷۶ ، ۲۴۰۰ و ۱۳۰۰ متر و همچنین ۲ چاه تزریقی به عمق ۱۹۰۰ و ۶۵۰ متر انجام گرفته و فاز دوم این پروژه از خرداد ماه ۱۳۸۷ آغاز گردیده است . نتایج اولیه حاکی از وجود پتانسیل بالا و مطلوبی برای احداث نیروگاه در این منطقه است.

همچنین دراین سازمان پروژه پمپ حرارتی در شهرهای مشکین شهر،بندرعباس،رشت ،اهواز و طالقان جهت تامین گرمایش و سرمایش ساختمان درحال انجام است.

تاکنون مناطقی از ایران که دارای پتانسیل مناسب جهت بهره‌برداری از انرژی زمین گرمایی هستند، مورد مطالعه قرار گرفته‌اند و پروژه‌های تحقیقاتی دراین زمینه در دست مطالعه و اجرا می‌باشد.

منابع:

* Geothermal Education Office
*TGA, International Geothermal Association
* Geothermal Energy Association
*International Group Source Heat pumps
* IEA, International Energy Agency
* OS.IS(Energy statistics in Island 2007)
* گزارشات شرکت ENEL
* گزارشات شرکت SKM