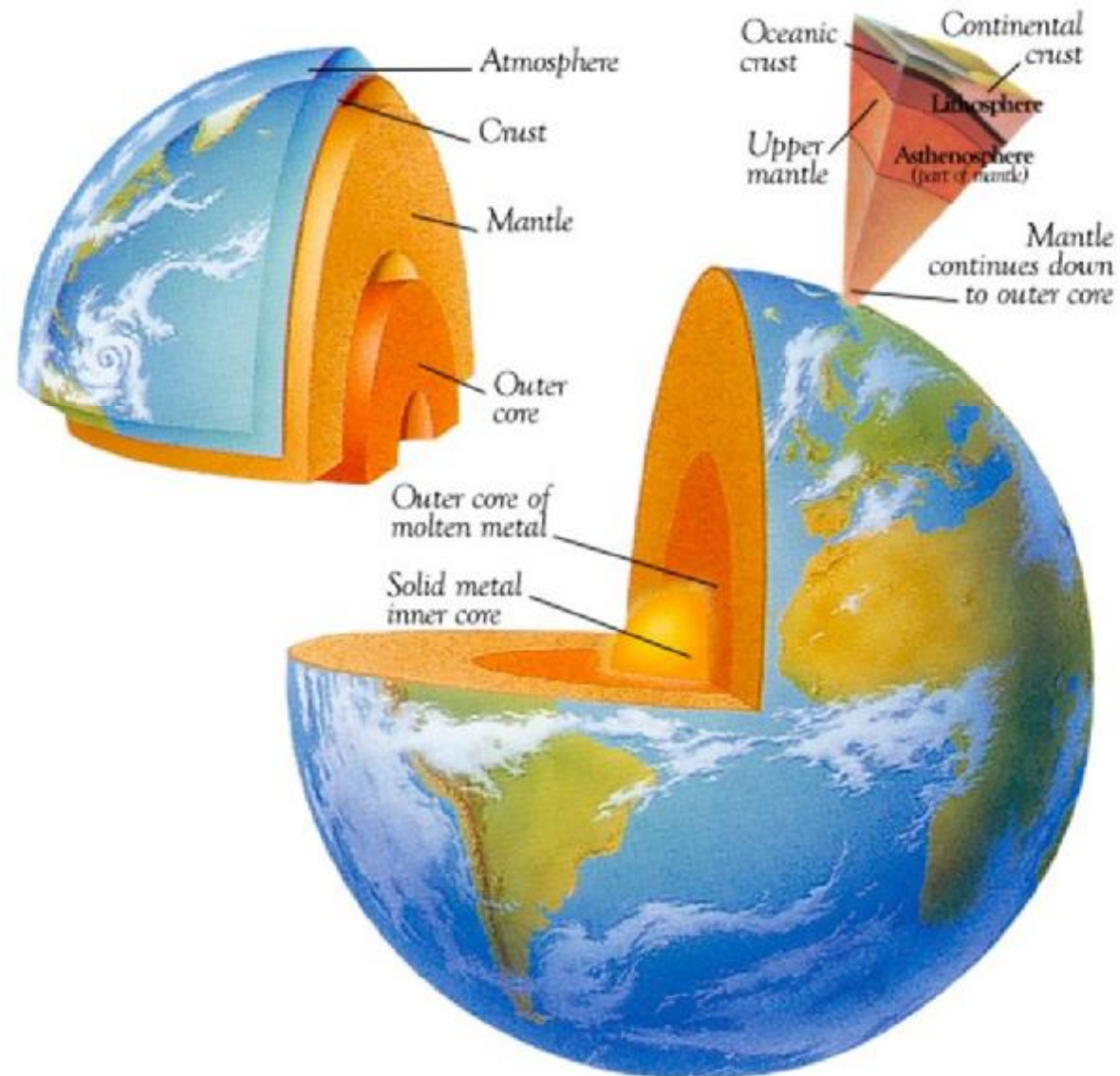


انرژی زمین-گرمایی

زمینی که زیر پای ما قرار دارد، منبع بسیار عظیم انرژی است. انرژی زمین گرمایی از انرژی خورشیدی که در طول هزاران سال در داخل زمین ذخیره شده و همچنین فروپاشی عناصر رادیو اکتیو در عمق زمین نشأت گرفته

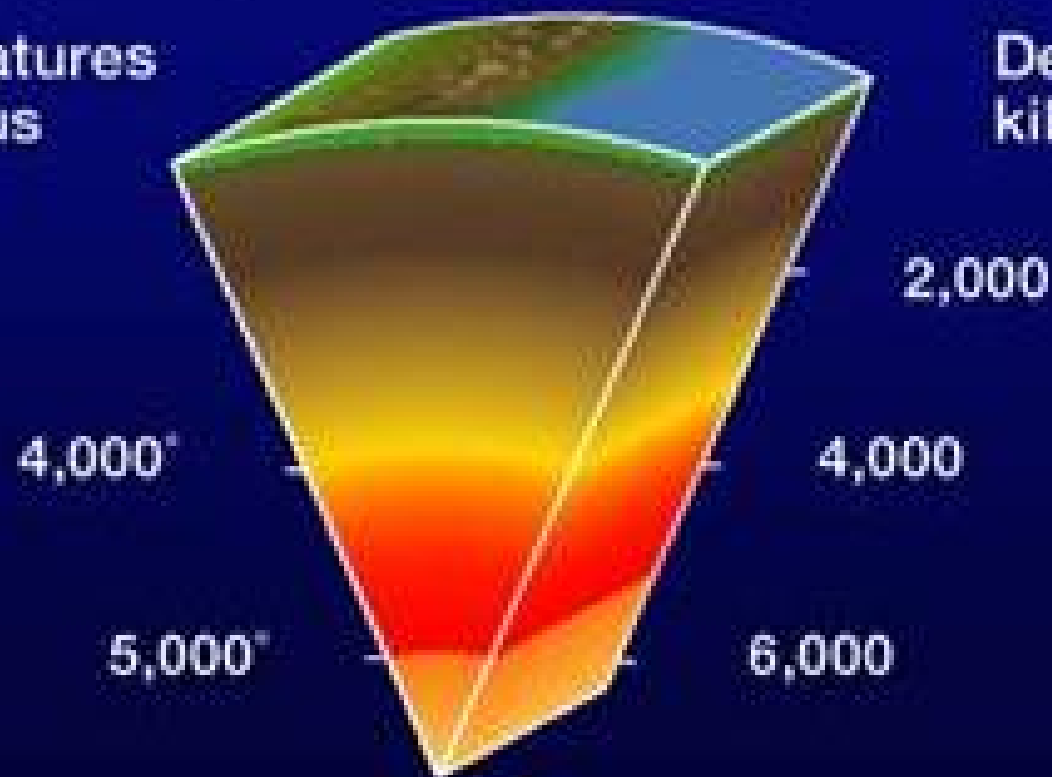


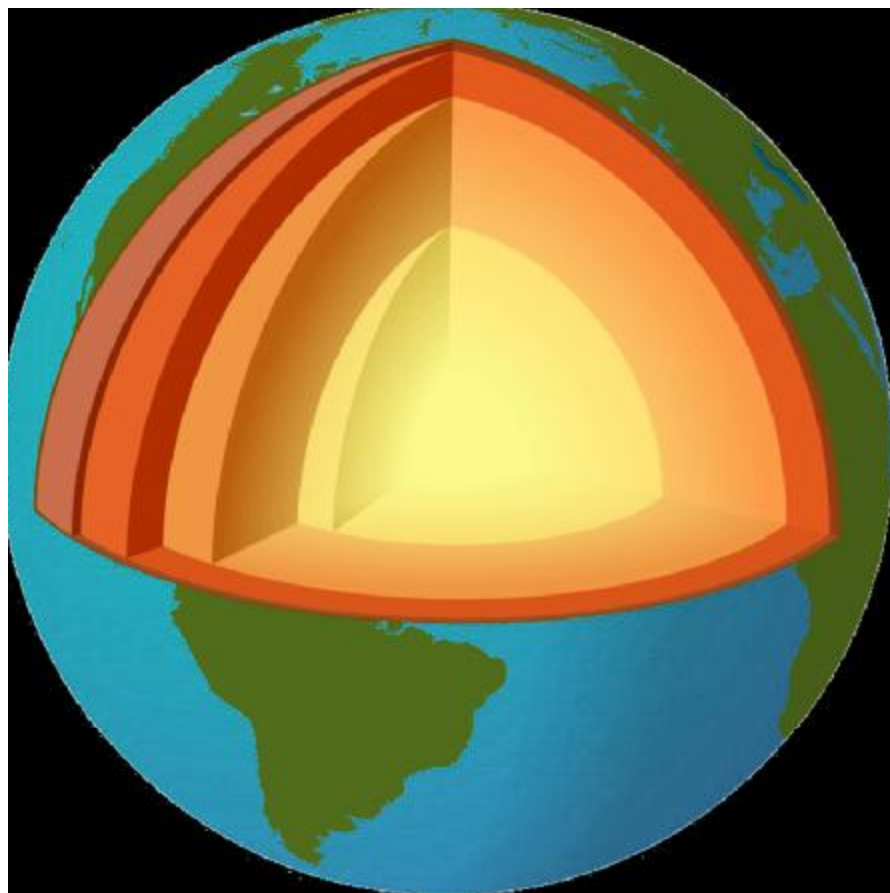
ازای هر ۱۰۰ متر افزایش عمق، تقریبا ۳ درجه سانتی گراد
به دمای طبیعی زمین افزوده می شود.

Temperatures in the Earth

Temperatures
in Celsius

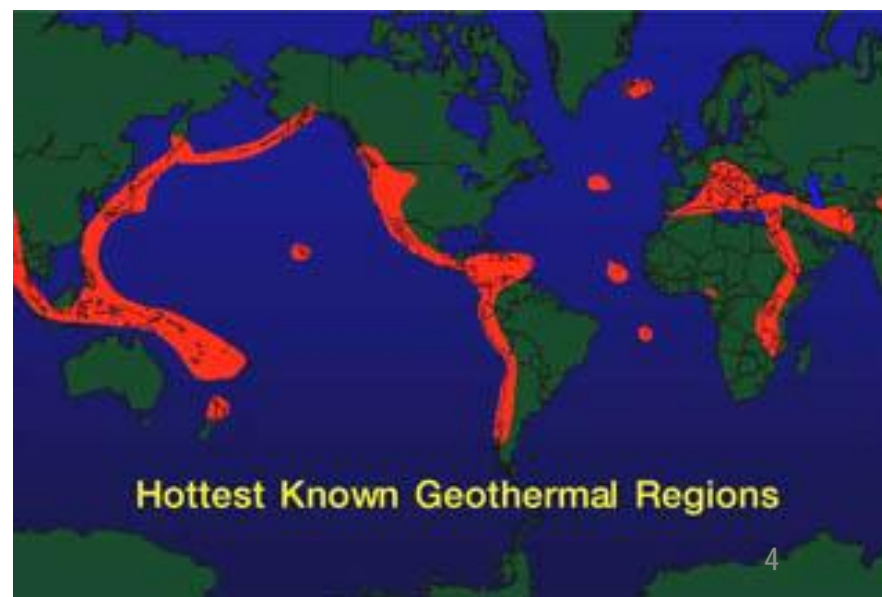
Depth in
kilometers

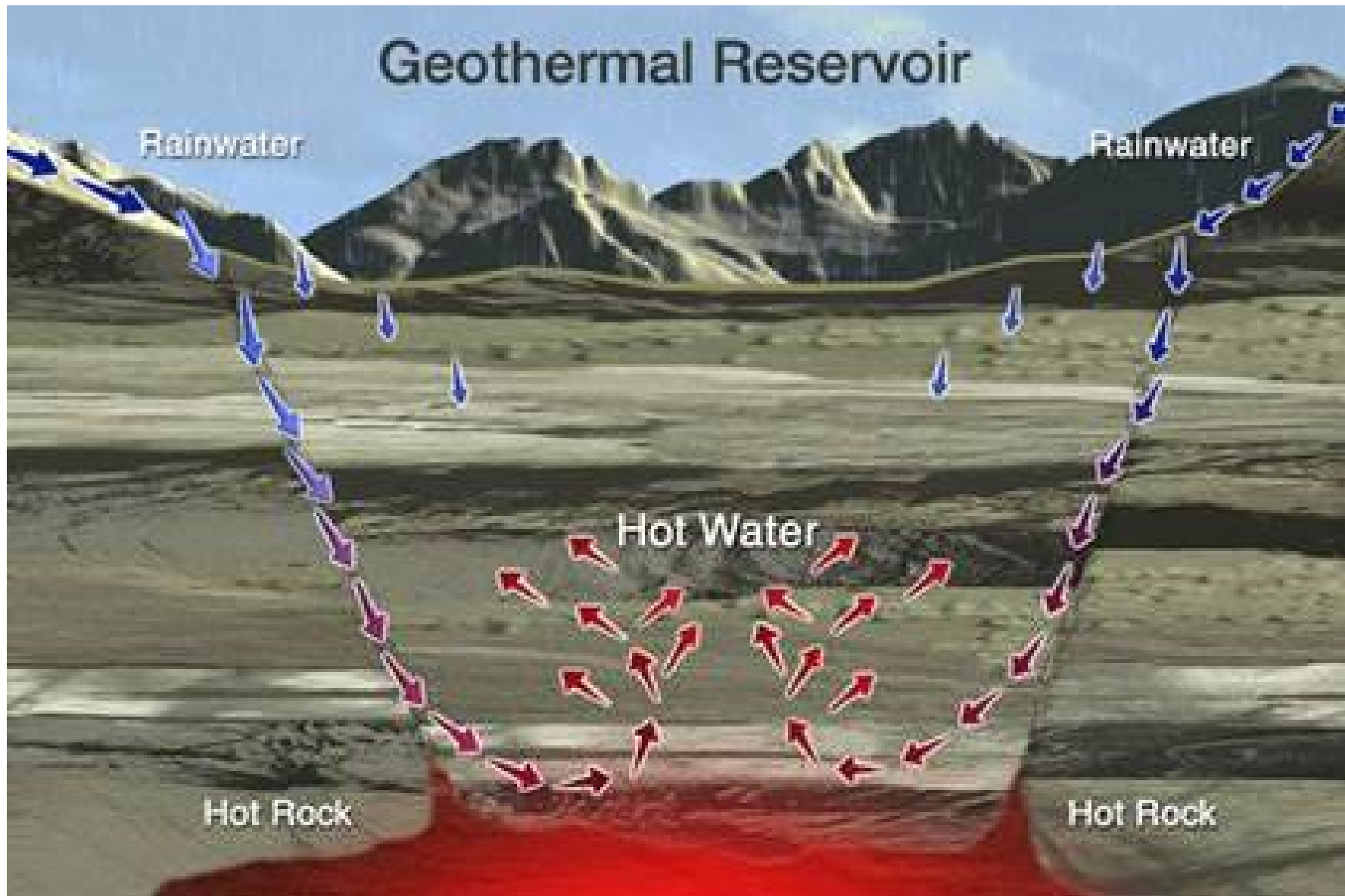


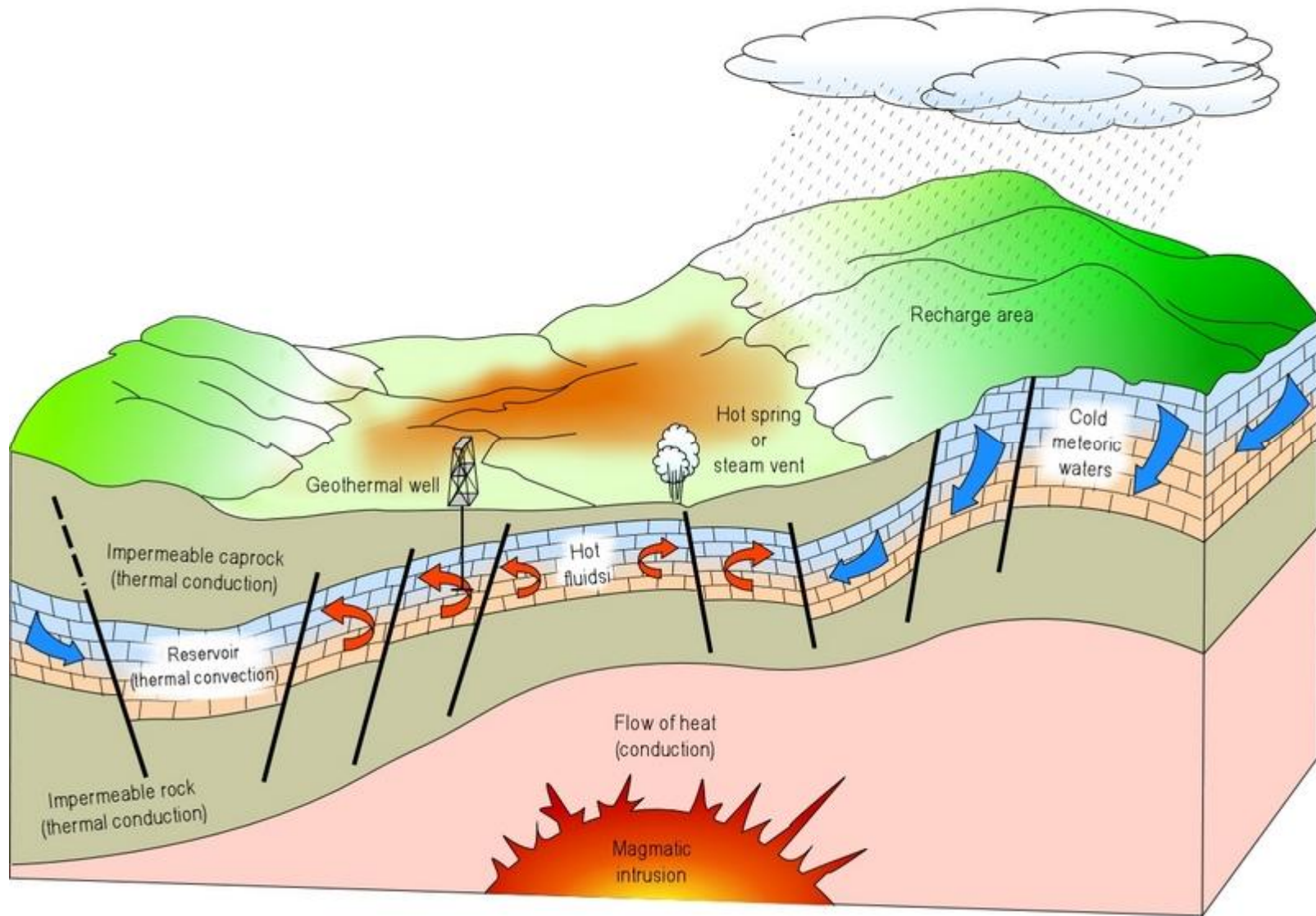


تقریباً توانی
معادل با ۴۲ میلیون مگاوات حرارتی به طور پیوسته از کل
سطح کره زمین قابل استحصال است که این مقدار انرژی،
به طور پیوسته به فضای سردی که زمین را در بر گرفته
است منتقل میشود.

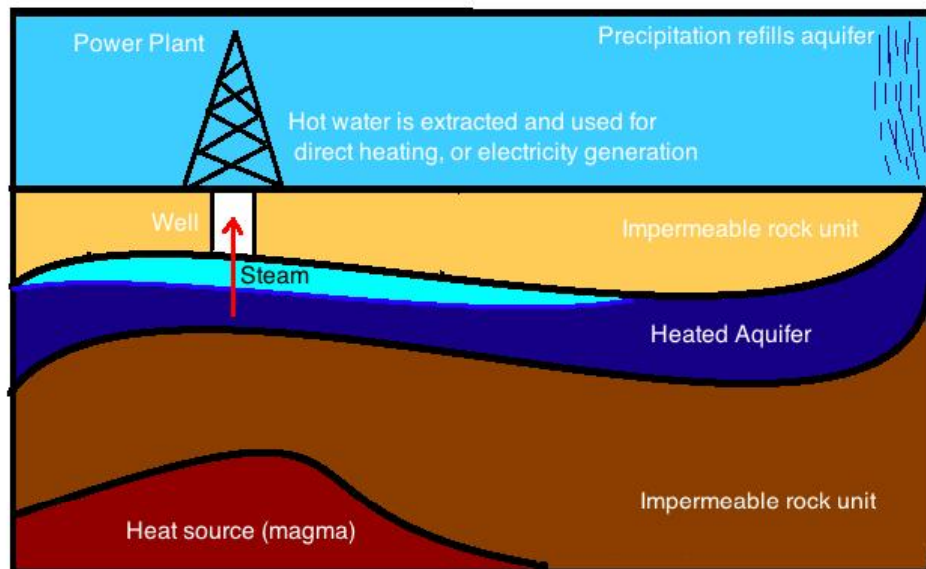
طبق محاسبات، مشخص شده است که انرژی حرارتی
ذخیره شده در ۱۱ کیلومتر فوقانی پوسته زمین معادل
پنجاه هزار برابر کل انرژی به دست آمده از منابع نفت و گاز
شناخته شده امروز جهان است. پس این منبع عظیم انرژی
می تواند در آینده جایگزین قابل اعتمادی برای انرژی
حاصل از سوخت های فسیلی باشد







انواع منابع زمین گرمایی



Hydrothermal Geothermal Resource

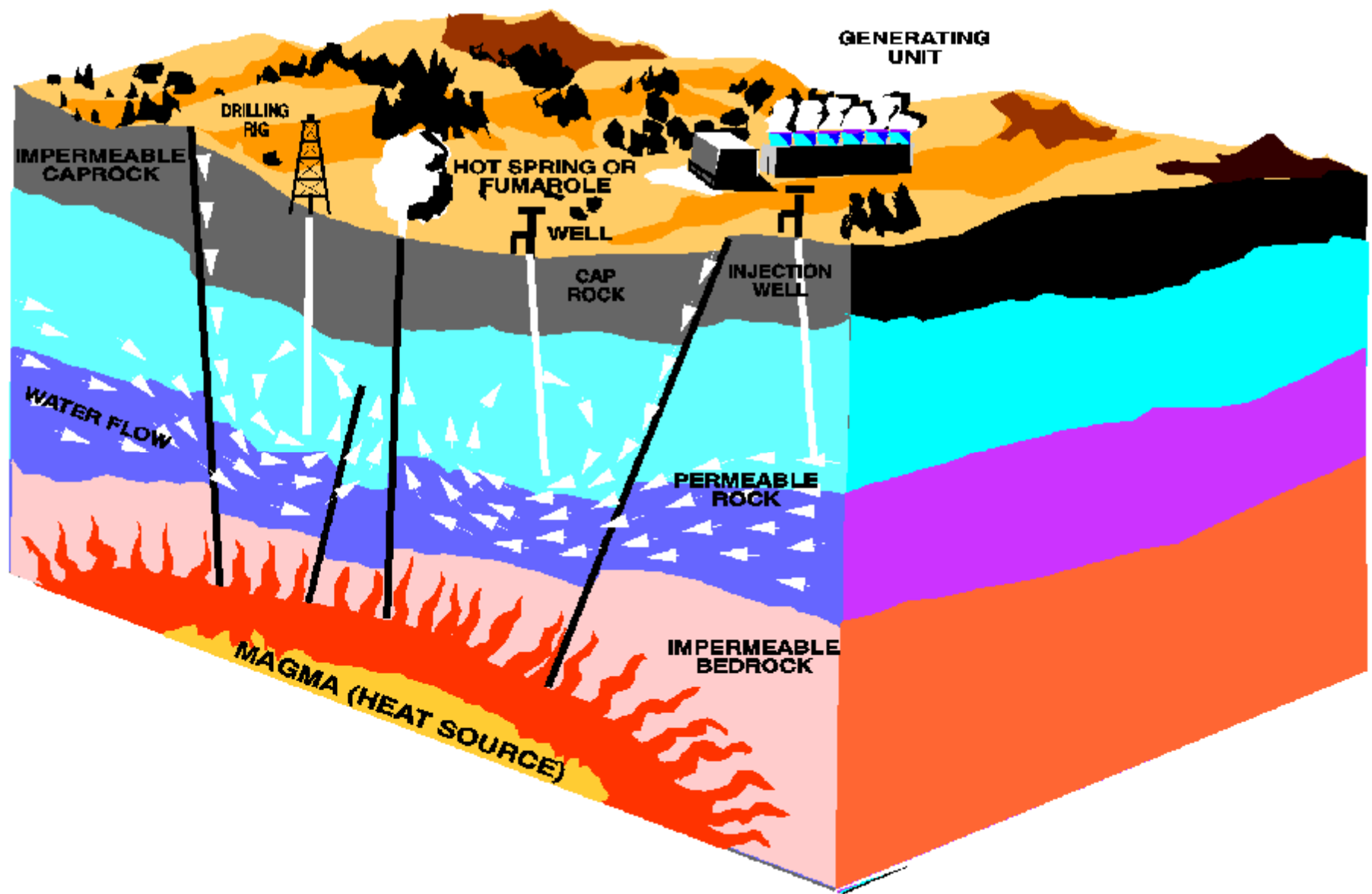
۱. منابع آب داغ (سیستم های هیدروترمال)

منابع آبی هستند که در زیر زمین داغ میشوند و سپس به سطح زمین انتقال پیدا می کنند که در میان انواع منابع زمین گرمایی با توجه به تکنولوژی، امروزه دارای بیشترین استفاده هستند.

در سیستم زمین گرمایی هیدروترمال اساس کار مشابه صنعت نفت می باشد. بدین معنی که در مناطقی از زمین مخازن آب داغی وجود دارد که می بایست اکتشاف و استخراج گردد. آب داغ استخراج شده بسته به کیفیت منبع و دمای آب و فشار مخزن می تواند جهت تولید برق یا کاربردهای گرمایشی استفاده شود.

این نوع منابع زمین گرمایی به سه گروه تقسیم بندی می شوند:

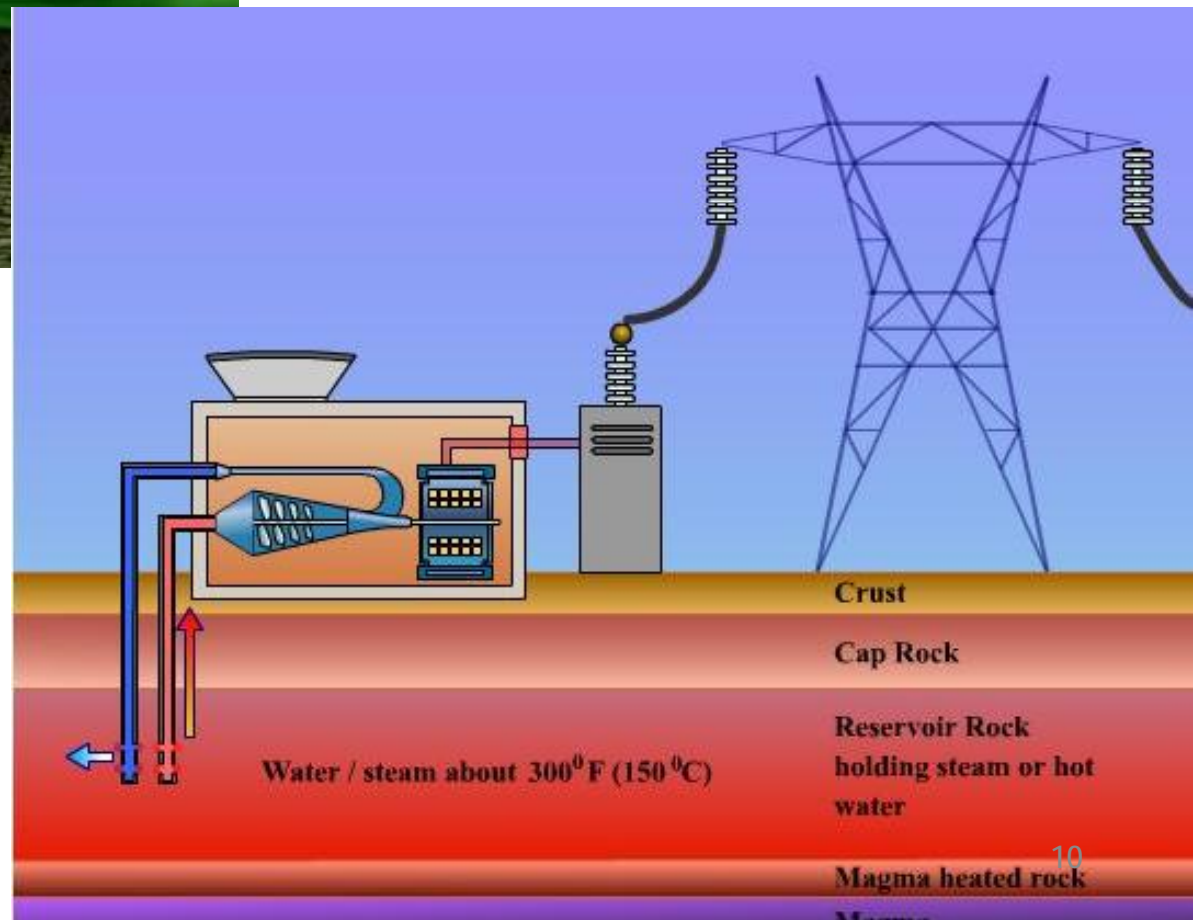
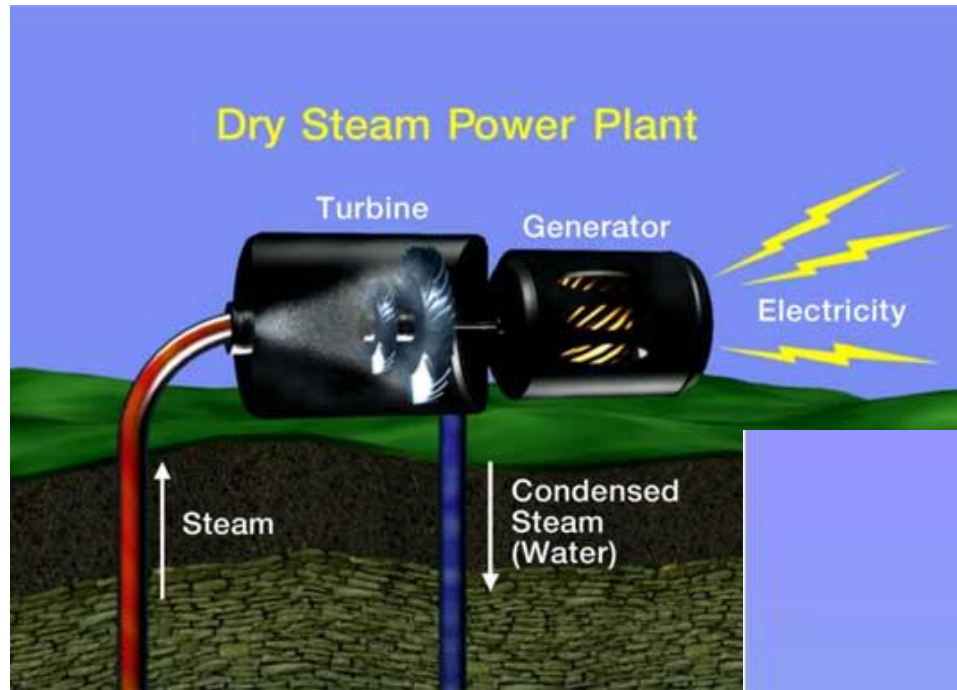
- ۱- دسته اول: مخازن دما بالا با دمای بالاتر از 150°C که مناسب برای تولید برق با تکنیکهای معمولی می باشد.
- ۲- دسته دوم: مخازن با دمای بین 100°C الی 150°C که مناسب برای تولید برق با تکنیکهای پیشرفته تر باینری هستند.
- ۳- دسته سوم: مخازن دما پائین با دمای کمتر از 100°C که برای کاربردهای مستقیم مناسب می باشند.





۲. منابع بخار خشک

منابعی با درجه حرارت بسیار بالا هستند که از آنها بخار خشک و یا آمیزه ای از بخار و آب با درجه حرارت بسیار بالا استحصال میشود که به جهت تولید برق این منابع دارای آرمانی ترین شرایط هستند، اما متأسفانه این منابع در دنیا نادرند.



۳. منابع تحت فشار:

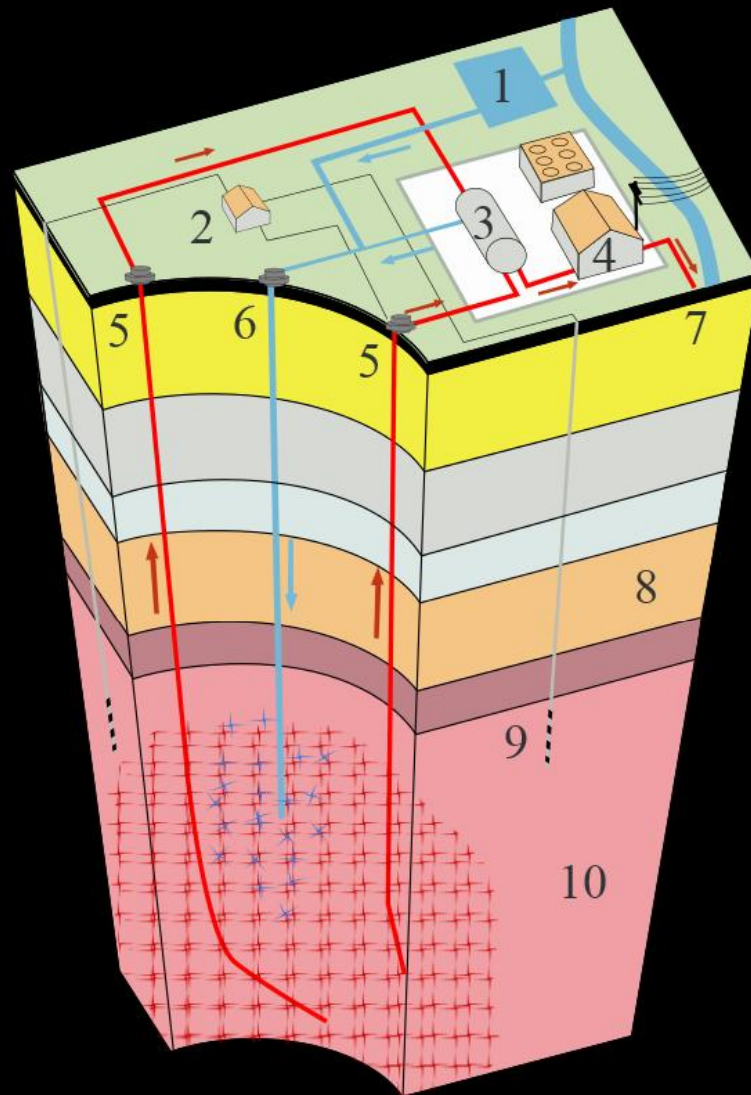
منابع عظیمی هستند که از آب شور (brine) تشکیل یافته اند و از نظر شرایط کلی به درجه اشباع رسیده اند و در لایه های میان صخره های اعماق زمین به صورت محبوس وجود دارند. این منابع عمدتاً حاوی گاز متان محلول هستند و در عمق ۳ تا ۶ کیلومتری از سطح زمین یافت میشوند و درجه حرارت آنها بین ۹۰ تا ۲۰۰ درجه سانتی گراد تخمین

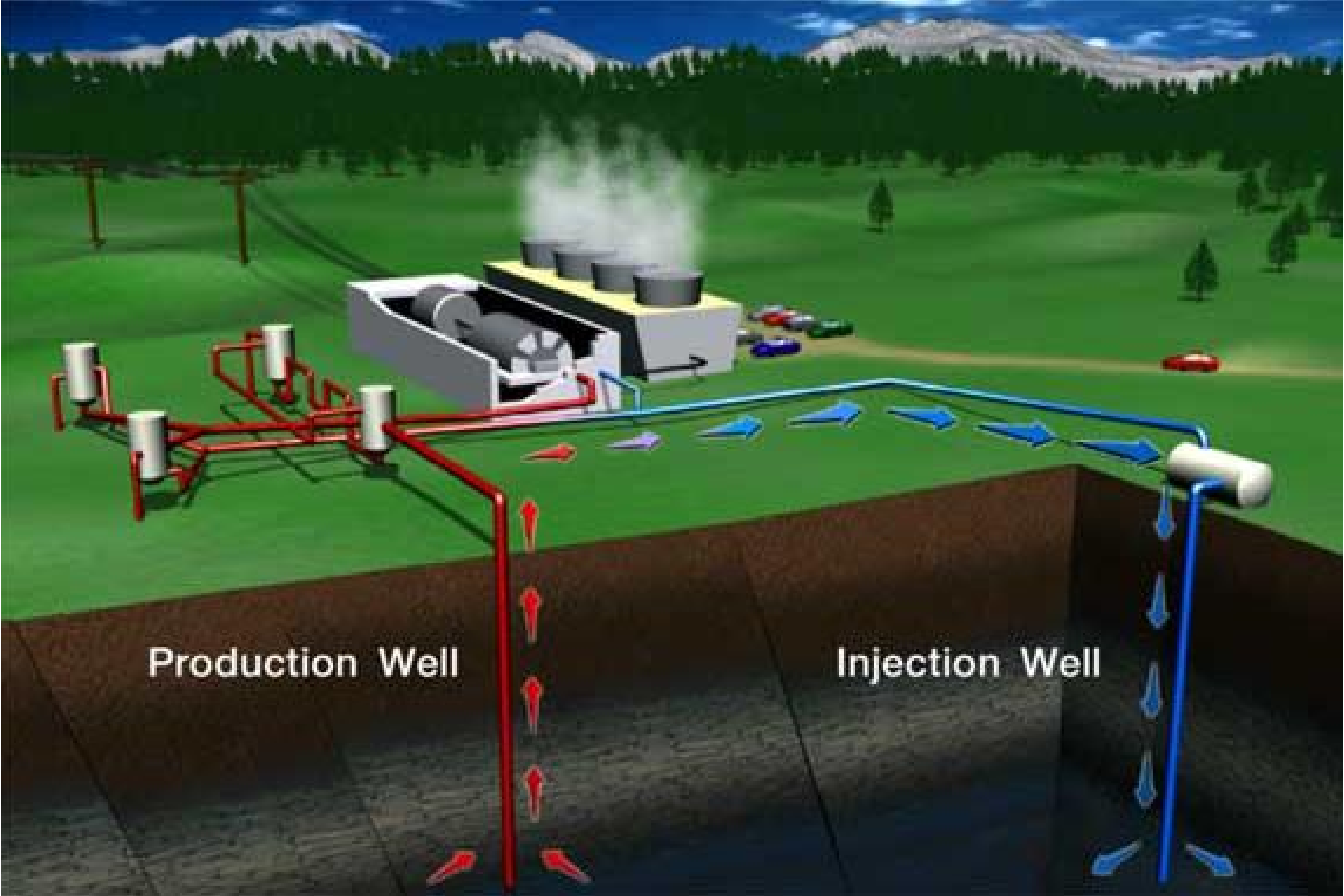
زده میشوند، اما غالباً دارای درجه حرارتی پایین تر از ۱۵۰ درجه هستند. این نوع منابع به طور بالقوه بسیار خوش آتیه هستند زیرا از این ذخایر امکان استخراج سه نوع انرژی که شامل انرژی حرارتی از سیال گرم شده، انرژی هیدرولیک ناشی از فضای بالای حبس شده و انرژی شیمیایی ناشی از سوخت گاز متان محلول وجود دارد.

۴. تخته سنگهای خشک داغ:

تخته سنگ های بسیار عظیم با منبع آتش فشانی هستند که در اعماق زمین وجود داشته و درجه حرارت بسیار بالا و فیزیک سخت دارند.

به سیستمهای بهره برداری از این منابع سیستم های زمین گرمایی توسعه یافته (Enhanced Geothermal Systems) که به اختصار EGS گفته می شود. از آنجا که در همه جای کره زمین در اعماق گرما با شدتهای مختلف وجود دارد و تنها محدودیت موجود عدم وجود منابع آب می باشد لذا با کمک این سیستم می توان رشد قابل توجهی را در توسعه انرژی زمین گرمایی برقرار کرد. سیستم بهره برداری به این صورت می باشد که با حفر چاههای بسیار عمیق (با عمق ۴ تا ۶ هزار متر) به لایه های داغ زمین دسترسی پیدا کرده، سپس آب با فشار بالا به چاه تزریق شده که در اثر این فشار هیدرولیکی در سنگ شکافت ایجاد می شود. همین کار برای چاه تولید (Production Well) نیز انجام می شود و بین دو چاه ارتباط برقرار می گردد. بدین صورت آب در حین عبور از شکافهای ایجاد شده حرارت را از سنگهای داغ دریافت و از چاه تولید خارج و وارد سیکل نیروگاه می شود. درجه حرارت آب حاصل از این منابع بین ۱۳۵ تا ۱۸۰ درجه سانتیگراد بوده و در این حالت امکان افزایش بازده نیروگاه تا ۱۵ درصد وجود دارد.





۵. مواد مذاب

این منابع که به نام گدازه ها میشناسیم در واقع ایده آل ترین حالت ممکن برای منابع زمین گرمایی بوده که درجه حرارت آن بین ۷۰۰ تا ۲ هزار درجه سانتی گراد است. با توجه به درجه حرارت بالای این مخازن و محدودیت های فنی موجود، امروزه از این منابع عظیم استفاده نمی شود.





نشانه های انرژی زمین گرمایی

مهمترین نشانه های منابع زمین گرمایی موارد زیر است:

* سنگ های آتشفشانی جوان تر از یک میلیون سال

* چشمه های آبگرم

* بخار فشان یا گاز فشان

* آب فشان

* نواحی دگرسان شده

* گل فشان

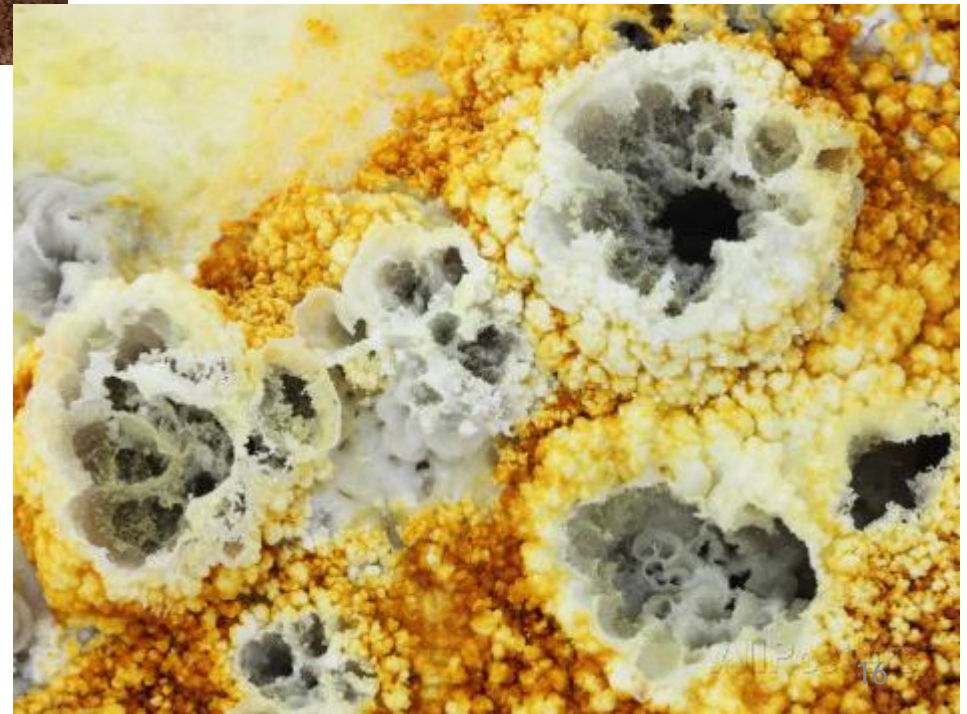
* کوه های آتشفشانی فعال

البته ذکر این نکته ضروری است که برای آغاز بررسی های

اکتشافی در یک منطقه زمین گرمایی، بیش از یک نشانه باید

در منطقه وجود داشته باشد.





مزایای استفاده از انرژی زمین گرمایی

***تمیز بودن:** در این روش همانند نیروگاه بادی و خورشیدی، نیازی به سوخت نیست، بنابراین سوخت های فسیلی حفظ می شوند و هیچگونه آلودگی وارد هوا نمی شود.

***بدون مشکل بودن برای منطقه:** فضای کمتری برای احداث نیروگاه نیاز دارد و عوارضی چون ایجاد تونل، چاله های روباز، کپه های آشغال و یا نشست نفت و روغن را به دنبال ندارد.

***قابل اطمینان بودن (پدافند غیر عامل):** نیروگاههای زمین گرمایی می توانند در طول سال فعال باشد و به دلیل قرار گرفتن روی منبع سوخت، مشکلات مربوط به قطع نیروی محرکه در نتیجه ی بدی هوا، بلایای طبیعی و یا تنش های سیاسی را ندارد.

*تجدید پذیری و دائمی بودن

*صرفه جویی ارزی: هزینه ای برای واردات سوخت از کشور خارج نمی شود و نگرانی های ناشی از افزایش هزینه ی سوخت وجود نخواهد داشت.

*ایجاد تنوع در سبد انرژی کشور

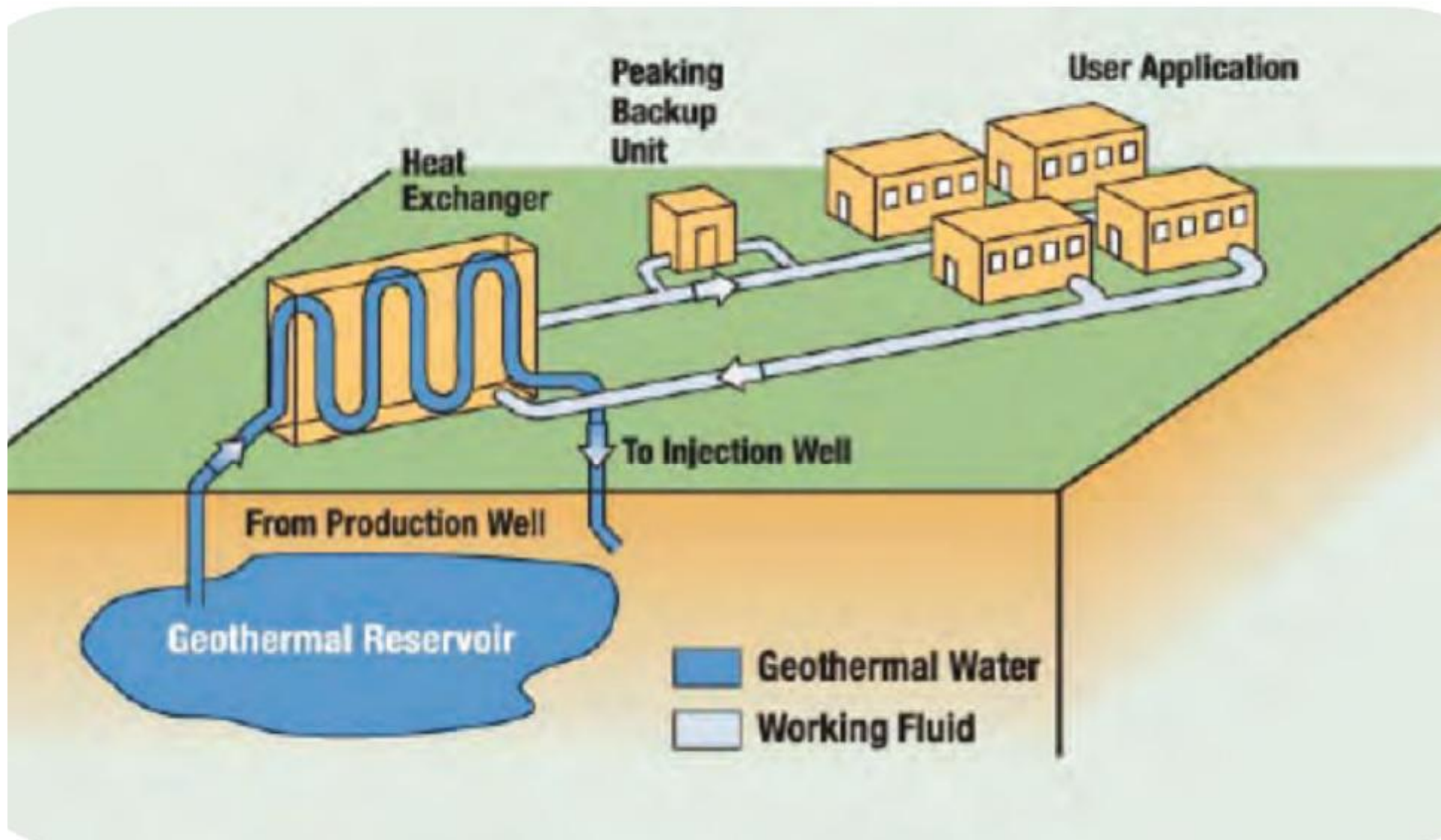
*توسعه فرهنگی، اجتماعی و اقتصادی مناطق محروم

*کمک به رشد کشورهای در حال توسعه: نصب آن در مکان های دور افتاده می تواند، استاندارد و کیفیت زندگی را با آوردن نیروی برق بالا ببرد.

کاربردهای انرژی زمین گرمایی

کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی

کاربرد مستقیم انرژی زمین گرمایی به معنی بهره‌برداری بدون واسطه از انرژی حرارتی سیال زمین گرمایی است. در این حالت انرژی زمین گرمایی به انرژی الکتریکی تبدیل نمی‌شود بلکه به صورت مستقیم، از انرژی حرارتی آن استفاده می‌شود. منابع زمین گرمایی که دمای آنها ۶۵ تا ۱۵۰ درجه سانتیگراد است برای تبدیل به انرژی الکتریکی دارای توجیه اقتصادی بالایی نیستند لذا این گونه منابع زمین گرمایی برای بهره‌گیری مستقیم از انرژی حرارتی، مناسب شناخته شده‌اند. منابع زمین گرمایی حرارت پایین نسبت به مخازن حرارت بالا از گستردگی بیشتری برخوردارند.



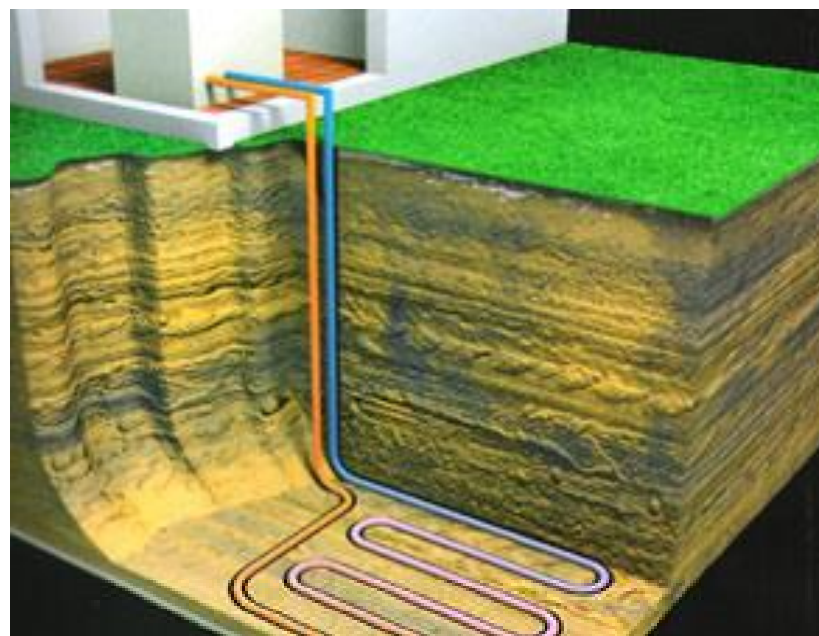
سیستم‌های کاربرد مستقیم زمین

گرمایی از تکنولوژی پیچیده‌ای برخوردار نبوده و شامل ۳ بخش اساسی می‌باشند:

* سیستم تولید که آب را از داخل چاه‌ها به سطح زمین می‌آورد.

* سیستم تحویل که آب داغ را در داخل لوله‌ها توزیع می‌کند.

* سیستم دفع که آب سرد شده را دوباره به مخازن آبی بر می‌گرداند.



* گرمایش و سرمایش ساختمان‌ها (۲۰٪)

* پمپ‌های حرارتی (۳۳٪)

* کشاورزی (۷/۵٪)

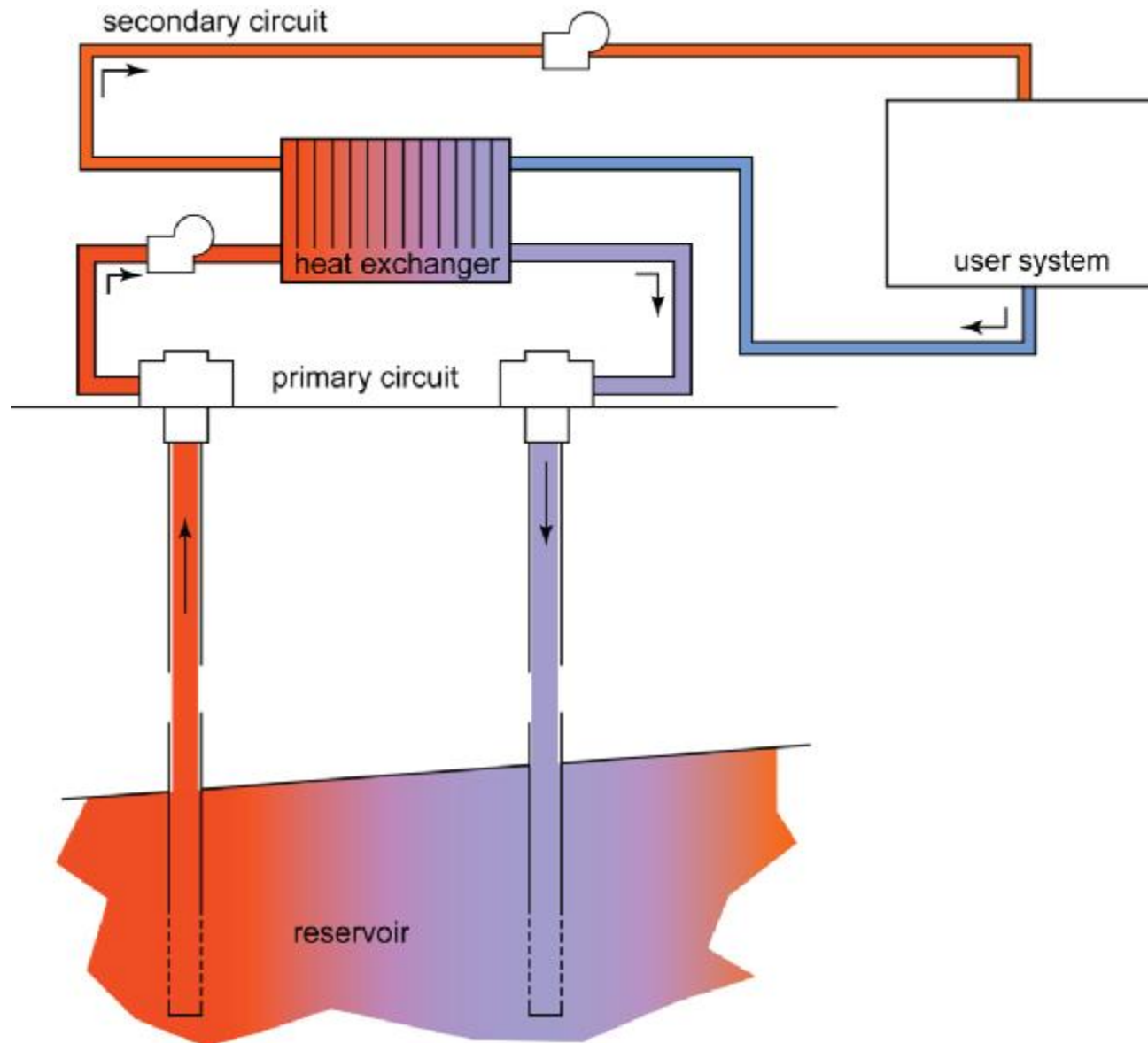
* آبزی پروری (۴/۲٪)

* کاربردهای صنعتی (۴/۲٪)

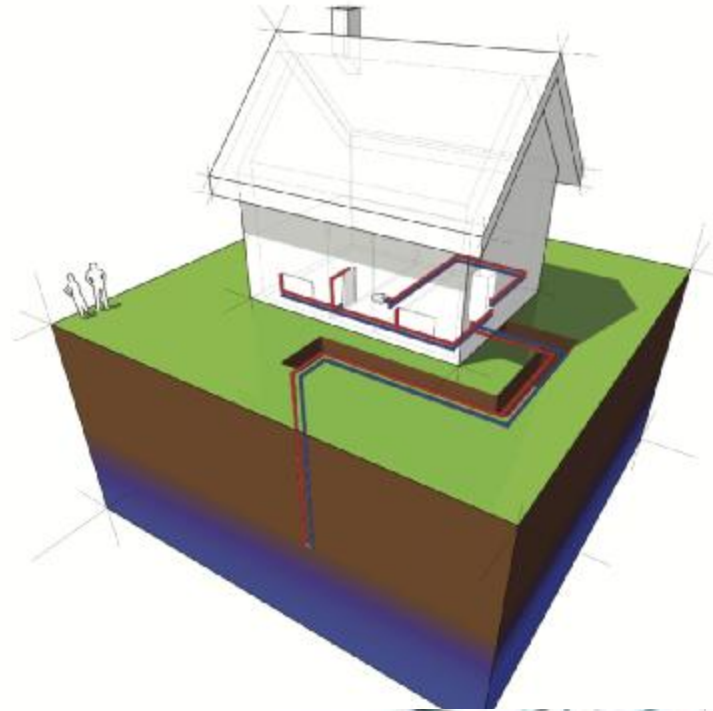
* درمان بیماری‌ها (۲۸/۸٪)

* سایر (۲/۳٪)

در صورت نامناسب بودن کیفیت آب استخراج شده از نظر شیمیایی از تبادل کننده حرارت استفاده میشود



گرمایش محیطی



آبزی پروری



کشاورزی



ذوب برف



کاربردهای صنعتی

- تولید برات و اسید بوریک از سیالات زمین گرمایی در ایتالیا
- استحصال نفت در روسیه
- پاستوریزه کردن شیر در رومانی
- تولید چرم در اسلوونی و صربستان
- تولید گاز دی‌اکسید کربن در ایسلند و ترکیه
- تولید کاغذ و قطعات خودرو در مقدونیه
- خمیر کاغذ، کاغذ و چوب در نیوزلند
- استخراج طلا در آمریکا (شستشوی توده ای خاک با هدف بازیافت طلا و نقره)
- آبدایی از سبزیجات و میوه ها
- خشک کردن الوارها و رنگرزی
- فرآوری و تولید خاک سیلیسی مرغوب در ایسلند

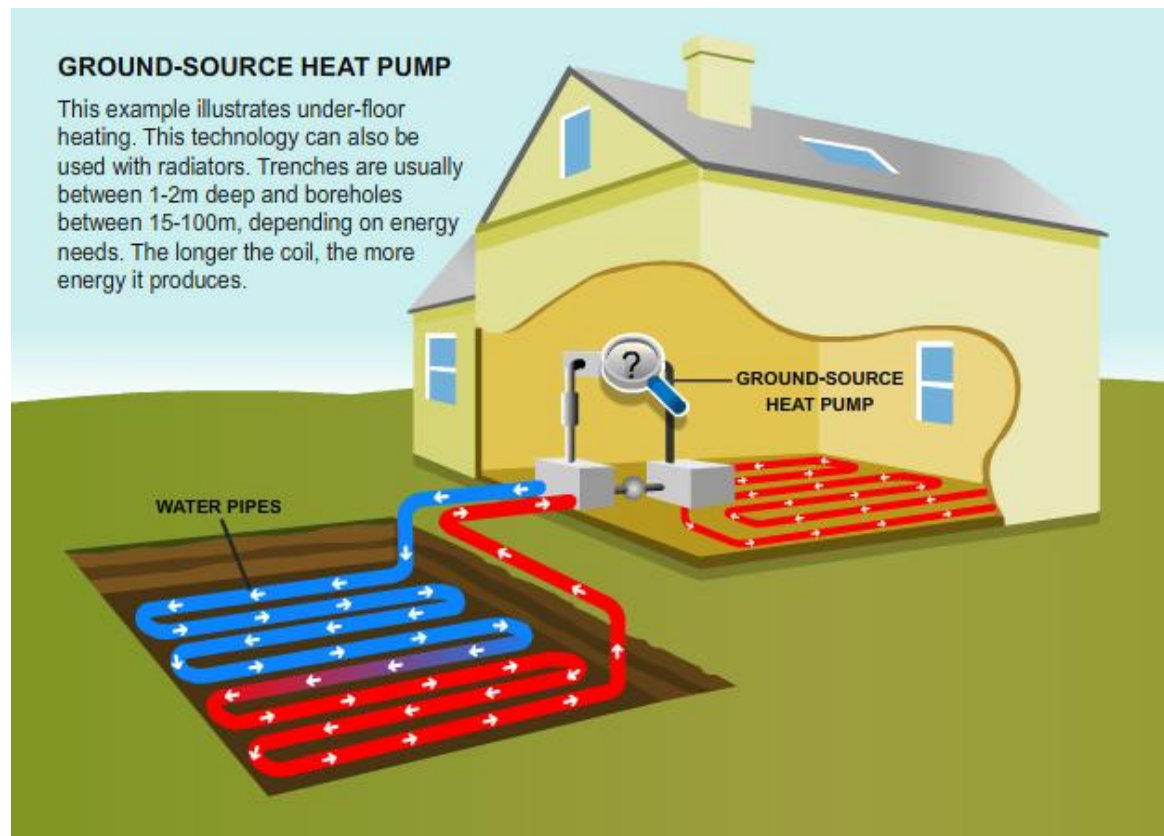
پمپهای حرارتی زمین گرمایی

سیستم های گرمایش و سرمایش با پمپ های حرارتی شامل سه بخش اساسی است:

۱. حلقه های زیر زمینی (ground loop): که شامل لوله های کار گذاشته شده در زیر خاک است و با مخلوطی از آب و ضد یخ پر شده و این مخلوط در لوله ها جریان یافته و گرمای زمین را جذب میکند.

۲. پمپ حرارتی (heat pumps) که شامل سه قسمت است و نحوه عملکرد آن کاملا شبیه یخچال است:

در سال ۲۰۰۷ بیش از ۲ میلیون پمپ حرارتی زمین گرمایی در بیش از ۳۰ کشور جهان برای تامین گرمایش و سرمایش استفاده شده است . .



سیستم توزیع گرما

شامل سیستم گرمایش کف ساختمان و رادیاتورها برای گرمایش محیط و در بعضی موارد ذخیره آب برای تامین آب گرم ساختمان میباشد.

سیستم های گرمایش و سرمایش با پمپ های حرارتی را میتوان به این صورت طبقه بندی کرد:

۱. سیستم های باز (open systems)

۲. سیستم های بسته (closed systems)

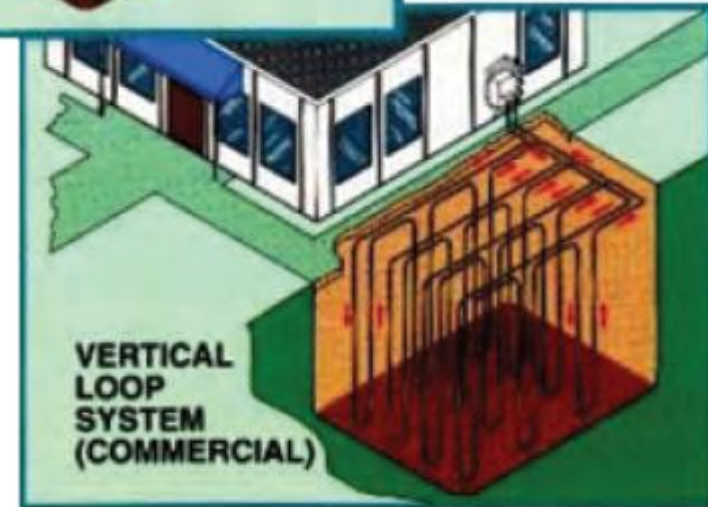
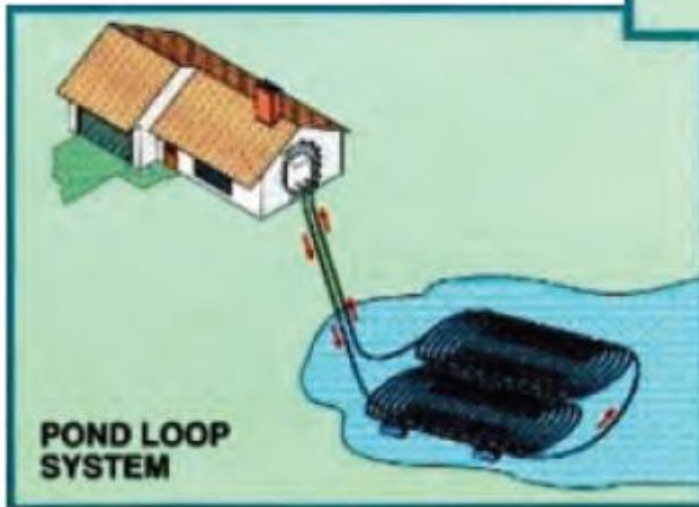
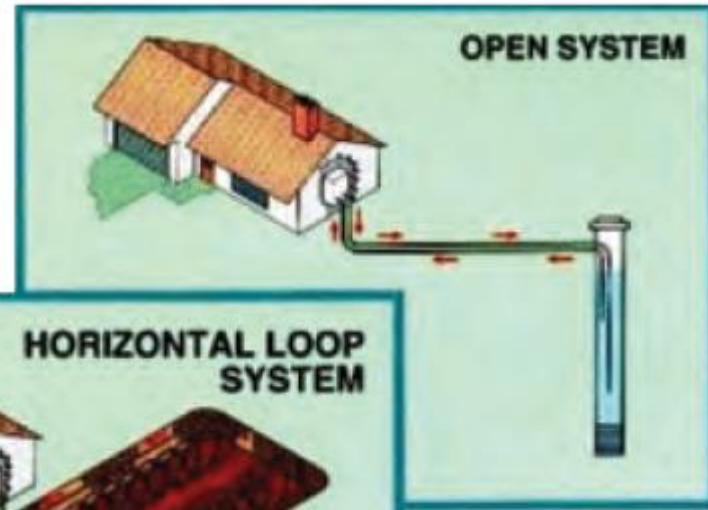
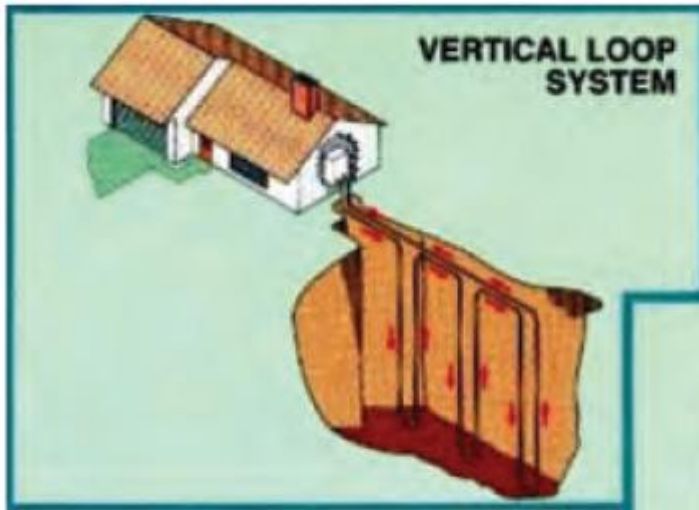
۳. سیستم های دیگر (other systems)

سیستم حلقه باز:

در سیستم های حلقه باز آبهای زیر زمینی به عنوان حامل گرما عمل کرده و بطور مستقیم به سمت پمپ حرارتی انتقال می یابد. در این سیستم هیچ نوع مانع و حائلی میان خاک، آب زیر زمینی و تبخیر کننده پمپ حرارتی وجود ندارد و از اینرو سیستم حلقه باز نامیده میشود.

سیستم حلقه بسته:

در سیستم حلقه بسته مبدل های حرارتی در زیر زمین بصورت افقی، عمودی و یا مورب قرار دارد و یک مدیوم یا واسط حامل حرارتی در مبدل سیرکوله شده و گرما را از زمین به پمپ حرارتی و بلعکس انتقال میدهد. حامل گرما توسط دیواره ی مبدل حرارتی از خاک و از آبهای زیر زمینی مجزا شده است و از اینرو به آن سیستم حلقه بسته میگویند.



وضعیت پمپ حرارتی زمین گرمایی در ایران

در ایران مطالعه گسترده بر روی پمپ حرارتی زمین گرمایی از سال ۱۳۸۰ در معاونت امور انرژی آغاز گردید که این مطالعات منجر به تغییر یک کولر گازی به پمپ حرارتی زمین گرمایی گردید. این دستگاه در سایت زمین گرمایی مشکین شهر نصب و راه اندازی شده است و کویل زمینی آن که به صورت افقی است، باعث شده تا میزان مصرف برق دستگاه مذکور با اندازه ۳۰٪ کاهش یابد



نیروگاههای زمین گرمایی

در مرحله نخست شناخت مشخصات کامل منبع قبل از عملیات حفاری که عملیاتی هزینه بر است ، ضروری می نماید.

مرحله بعد عملیات حفاری آغاز میشود که معمولا در ابتدا ۳ چاه در مرحله تایید منطقه حفر میگردد. این چاهها در بهترین مناطقی که در مطالعات کشف گردیده و ترجیحا به صورت سه گوش از یک مثلث حفر میگرددند. از این چاهها برای مطالعات سنگ شناسی نمونه هایی برداشت میشود.

نحوه رفتار و کیفیت سیال منبع باید بررسی گردد و در آخر چاههای مورد نیاز حفر می گردند.



توربین هایی که برای نیروگاههای زمین گرمایی ساخته می شوند باید از موادی که دارای مقاومت بالایی در برابر خوردگی و پوسیدگی هستند، ساخته شوند. زیرا سولفید هیدروژن موجود در گازهای خروجی از زمین باعث خوردگی فولادهای معمولی میشود.





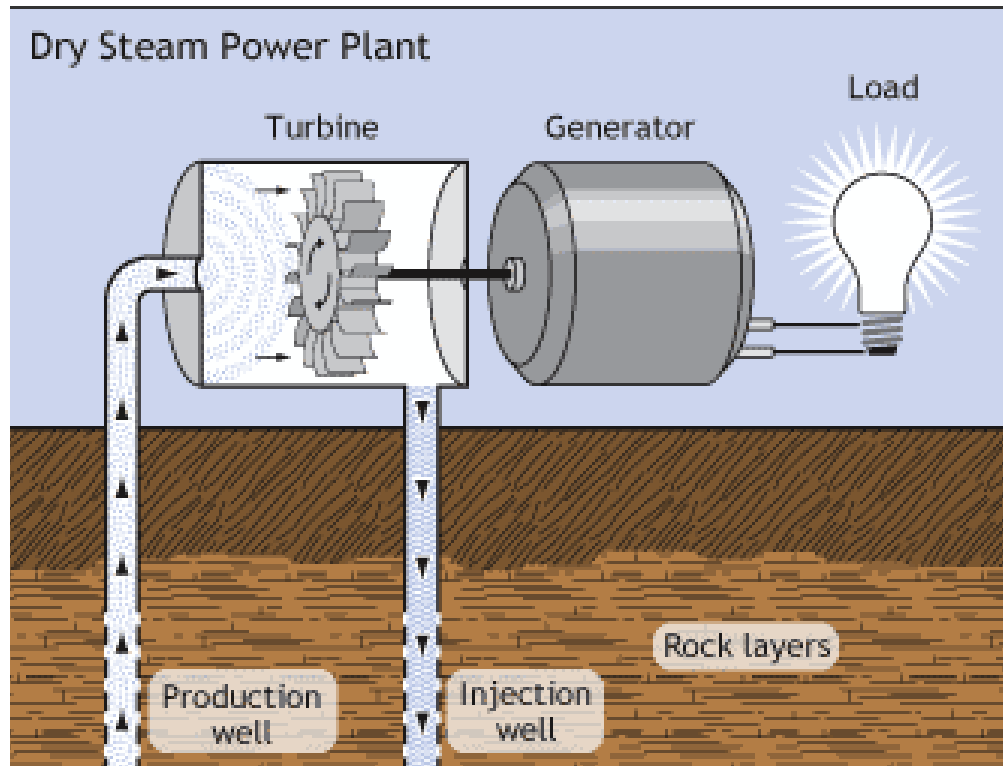
واحد های نیروگاهی بر دو قسمند:

* واحدهای نیروگاهی سرچاهی: این واحدها در مجاورت یک یا چند چاه تولیدی راه اندازی شده و معمولاً با آب داغ یا بخار آب خروجی از آن(ها) تغذیه میشوند. این واحدها دارای ساختار مدولار بوده و در مقیاس های معین ساخته میشوند.

* نیروگاه های مرکزی: شامل خطوط انتقال به هم پیوسته و طولی هستند که بخار آب را از مجموعه چاه های متعدد به واحد مرکزی منتقل میکنند.

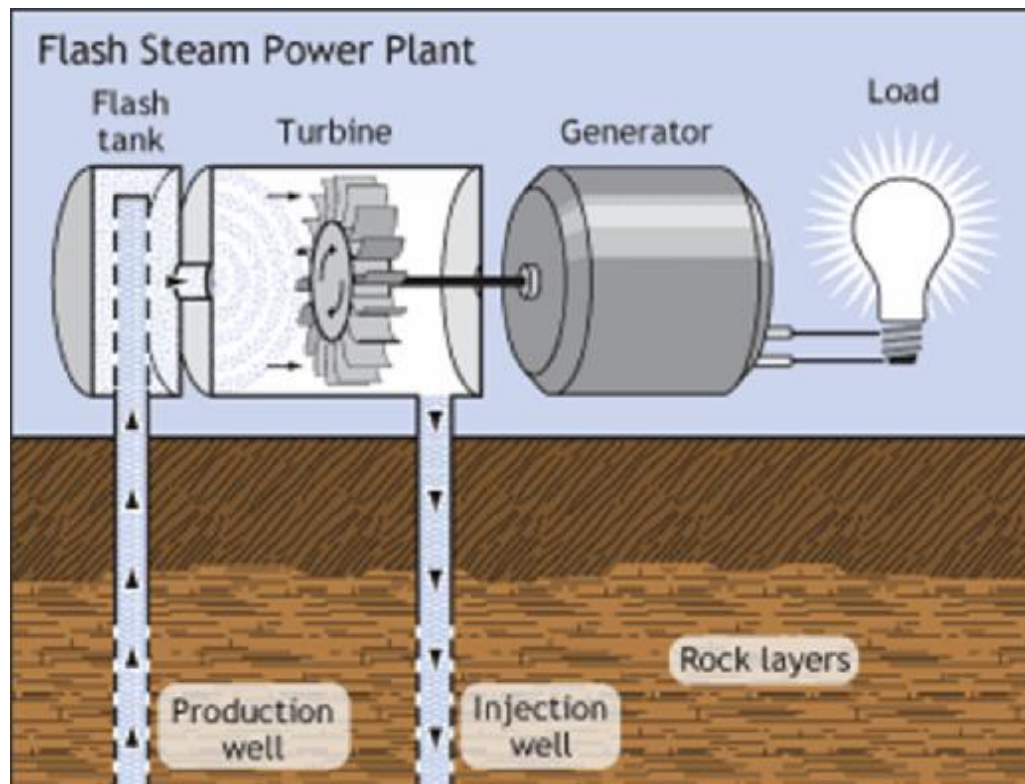
سیکل بخار خشک

در این نوع سیکل، سیال زمین گرمائی خروجی از چاه از چنان کیفیتی برخوردار است که به صورت بخار خالص از چاه خارج شده و مستقیماً وارد توربین می شود و نیازی به مخزن تفکیک کننده نمی باشد. درجه حرارت این بخار در حدود ۲۳۵ درجه سانتی گراد است. این بخار پس از عبور از توربین از طریق چاه تخلیه به درون زمین باز می گردد.



سیکل بخار لحظه ای

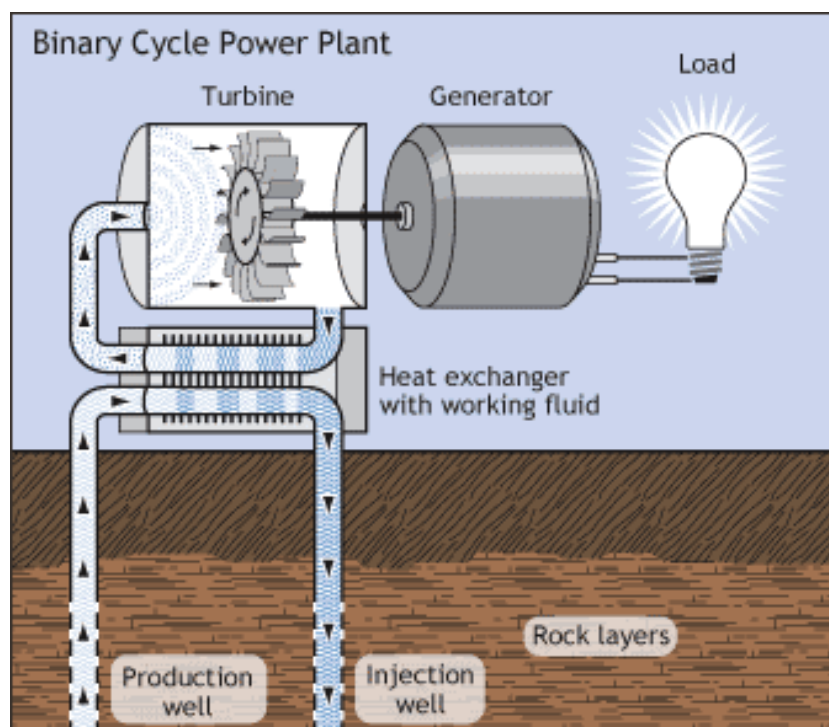
این نوع از نیروگاه ها متداول ترین نوع نیروگاه های زمین گرمایی هستند. این نیروگاه ها از سیال با درجه حرارت بالاتر از ۱۸۲ درجه سانتی گراد که تحت فشار بالا به سطح زمین آورده می شود استفاده میکنند. سیال به درون یک تانک که فشار درون آن بسیار پایین تر از فشار سیال نگه داشته می شود. اسپری میشود و این اختلاف فشار باعث تبخیر آنی یا فلش شدن سیال میشود. این بخار به سمت توربین هدایت میگردد.



سیکل باینری (دوگانه)

بیشتر مناطق زمین گرمایی دارای سیال با درجه حرارت متوسط هستند و یا آنقدر آلوده به مواد معدنی و گازها هستند که نمیتوان آنها مستقیماً وارد توربین بخار نمود. در نیروگاههای باینری از این سیالات استفاده میشود. سیال زمین گرمایی و یک سیال ثانویه (بدلیل وجود دو سیال به آن باینری یا دوگانه میگویند) که این سیال ثانویه دارای نقطه تبخیر بسیار پایین تر از آب است (ایزو بوتان یا ایزو پنتان) از داخل یک مبدل گرمایی (HEAT EXCHANGER) عبور داده میشوند.

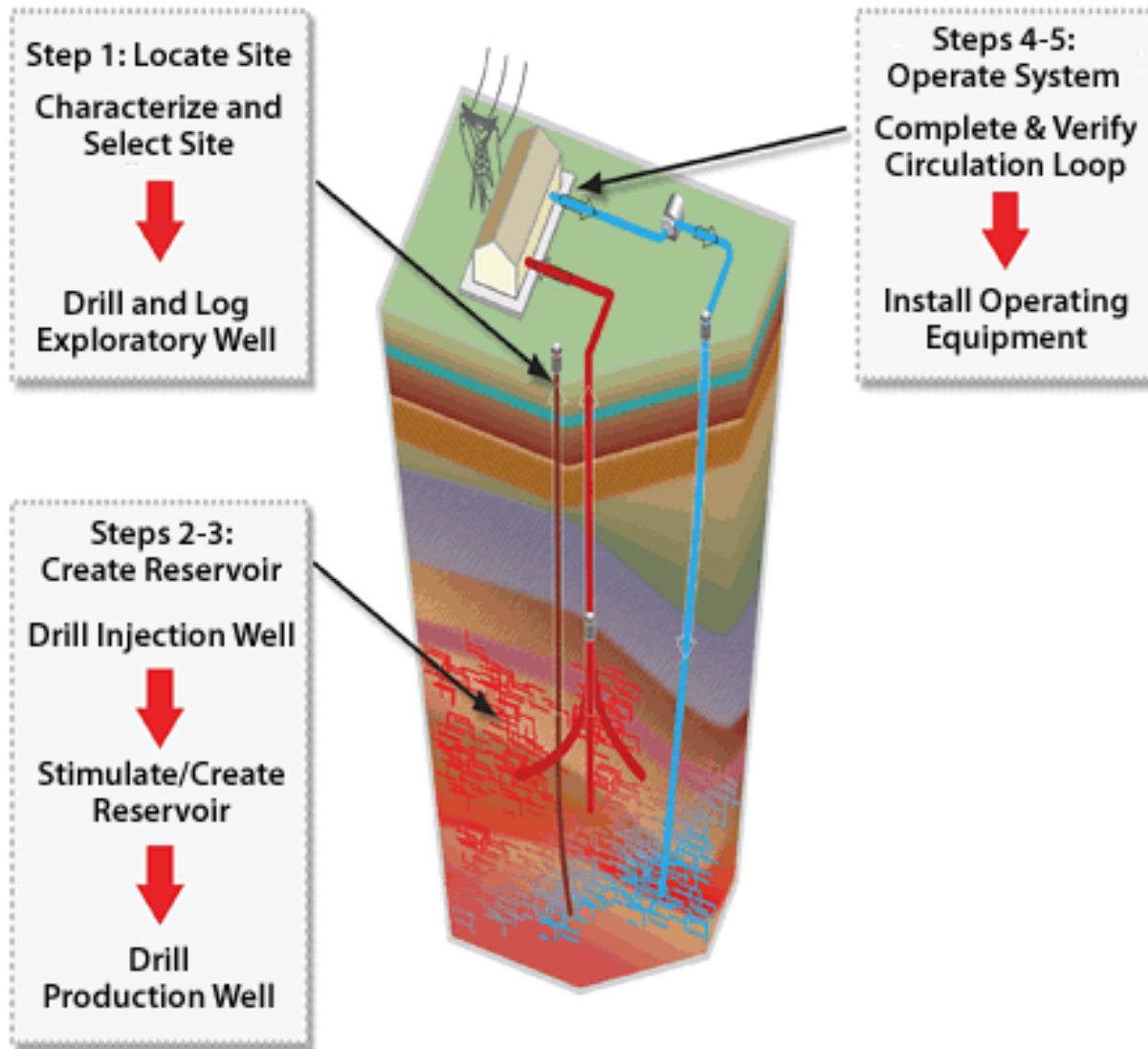
نیروگاههای سیکل باینری در میان نیروگاههای ژئوترمال از لحاظ ترمودینامیکی شبیه ترین نوع به نیروگاههای فسیلی یا اتمی هستند زیرا سیال در یک سیکل کاملاً بسته در سیستم کار میکند و در واقع تفاوت اساسی این نوع سیکل با سیکل تبخیر آبی و بخار خشک در این است که سیال زمین گرمایی هرگز در تماس با تجهیزات نیروگاهی (توربین و ژنراتور) قرار نمیگیرد. سیال کاری (ثانویه) در این سیستم با مشخصات ترمودینامیکی مناسب انتخاب شده و این سیال گرما را از سیال زمین گرمایی دریافت کرده، تبخیر شده، توربین را به چرخش در آورده، کندانس شده و دوباره به وسیله پمپهایی به دستگاه تبخیر کننده باز میگردد.

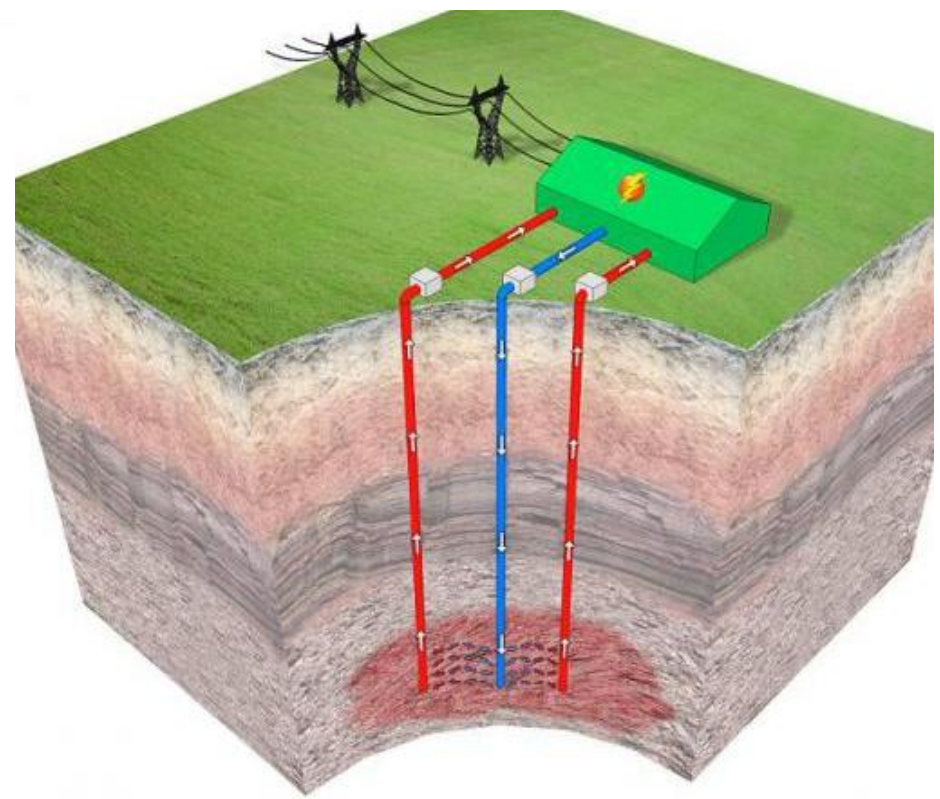
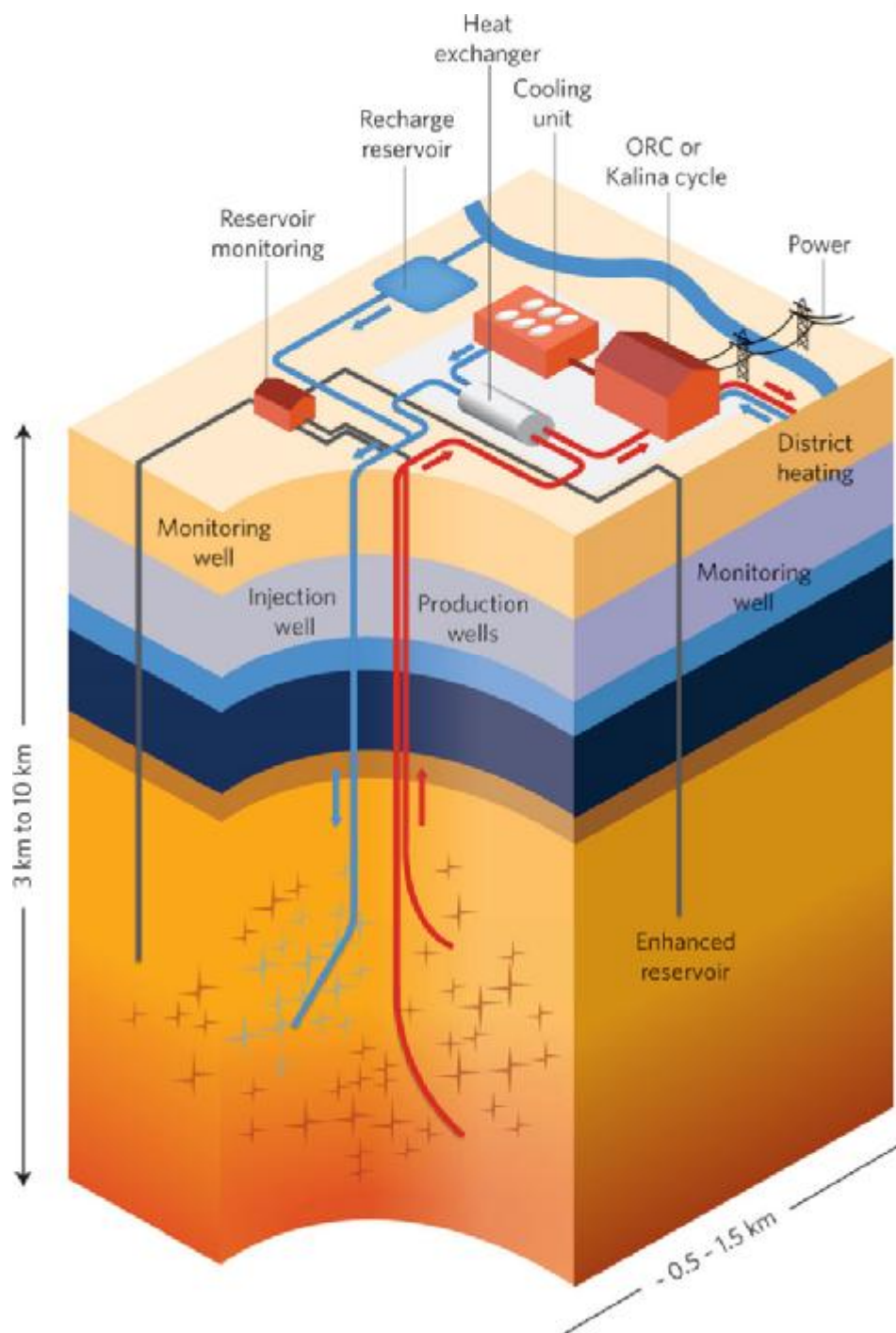


نوع نیروگاه	دمای منبع (سانتیگراد)	راندمان مصرف (درصد)	میزان هزینه نیروگاه و پیچیدگی آن	میزان استفاده در حال حاضر
سیکل بخار خشک	۱۸۰-۳۰۰+	۵۰-۶۵	پایین ← متوسط	مناطق خاص
سیکل بخار لحظه‌ای	۲۰۰-۲۶۰	۳۰-۳۵	متوسط	گسترده
یک مرحله‌ای				
سیکل بخار لحظه‌ای	۲۴۰-۳۲۰	۳۵-۴۵	متوسط ← بالا	گسترده
دو مرحله‌ای				
سیکل باینری	۱۲۵-۱۶۵	۲۵-۴۵	متوسط ← بالا	گسترده

مشخصات انواع مختلف نیروگاه های زمین گرمایی

EGS Development Sequence





در این تکنولوژی سنگ های خشک و داغ با پمپاژ آب سرد پرفشار درون آنها خرد و شکسته می شود. سپس آب وارد این سنگ های داغ شده و زمانی که این آب گرم شد از طریق چاه دیگری به سطح زمین برمیگردد و برای حرکت توربین و تولید الکتریسیته مورد استفاده قرار می گیرد.

دیدگاه‌های اقتصادی در ارزیابی پروژه‌های زمین گرمایی

هزینه بهره‌برداری از منابع انرژی زمین گرمایی به میزان زیادی به توان تولیدی چاه‌های حفر شده بستگی دارد.

بطور کلی توان تولیدی هر چاه از حدود ۲ تا ۳۰ مگاوات الکتریکی متغیر است. همچنین هزینه حفاری چاهها و تعداد چاه‌هایی که به هر علت ناموفق و غیرتولیدی می‌باشند در هزینه‌های سرمایه‌گذاری تأثیر به‌سزایی دارد.

بطور کلی هزینه‌های

بهره‌برداری از منابع انرژی زمین گرمایی به دو بخش عمده تقسیم میشوند:

- ۱- هزینه‌های مرحله اکتشافی
- ۲- هزینه‌های مرحله توسعه‌ای و نصب نیروگاه

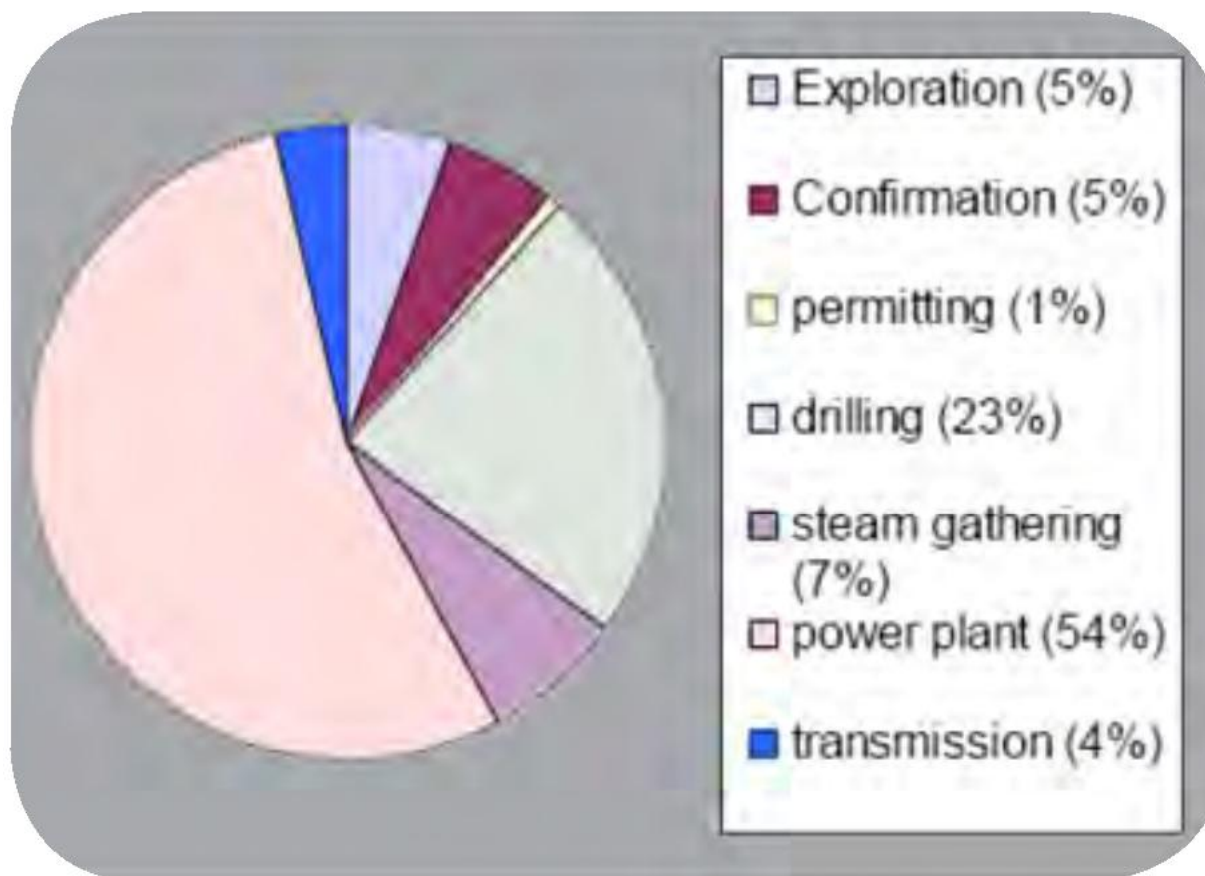
مرحله اکتشافی

- جمع‌آوری اطلاعات با توجه به شواهد غیرمستقیم در مورد نوع منبع حرارتی، تراوایی طبقات و وجود سنگ پوشش
- محدود کردن ناحیه مورد نظر به مناطق دارای بیشترین ذخایر انرژی زمین‌گرمایی
- ارزیابی خصوصیات و پتانسیل ذخایر انرژی زمین‌گرمایی
- اثبات وجود ذخایر و پیشنهاد ادامه روند اکتشافات با حفر چاه‌های اکتشافی
- تعیین محل حفر چاه‌های اکتشافی و طراحی چاه‌های مورد نظر برای حفاری

- اثبات وجود مخزن زمین گرمایی
- اثبات و تعیین مقدار پتانسیل انرژی زمین گرمایی قابل بهره‌برداری
- ارزیابی کمی منبع زمین گرمایی از نظرانتالپی، میزان مواد جامد غیرمحلول و گازهای غیرقابل تراکم و توان تولیدی و تزریقی چاه‌های حفر شده.
- طراحی حفر چاه‌های تولیدی و تزریقی
- طراحی نیروگاه و روند اجرای پروژه
- ارزیابی و برآورد هزینه‌ها و بررسی اقتصادی پروژه
- ارزیابی و بررسی‌های زیست محیطی پروژه

در تولید برق از انرژی زمین گرمایی معمولاً میزان سرمایه‌گذاری اولیه برای انجام اکتشافات مربوطه و نصب نیروگاه نسبت به نیروگاه‌های دیگر بالاتر است. اما به دلیل پایین بودن هزینه‌های تعمیر و نگهداری و عدم نیاز به سوخت در حین بهره‌برداری از نیروگاه، قیمت تمام شده برق در نیروگاه‌های زمین گرمایی با نیروگاه‌های متعارف سوخت فسیلی قابل مقایسه و از انواع دیگر انرژی‌های نو به مراتب ارزانتر است.

در هزینه‌های یک نیروگاه زمین گرمایی عوامل متعددی دخالت دارند که میتوان به مواردی همچون میزان عمق و درجه حرارت منبع، نوع منبع (بخار، مایع و یا دوفازی)، خواص شیمیایی آب زمین گرمایی، میزان نفوذ پذیری منابع، میزان ظرفیت نیروگاه، تکنولوژی نیروگاه، نزدیکی به خطوط اصلی شبکه برق، نحوه انعقاد قرارداد با پیمانکاران، رهبری، مدیریت، قوانین محلی، باورهای مذهبی و رسومات افراد ساکن در محل، حق بیمه، حق الامتیاز ساکنین محل و دیگر هزینه‌های غیر مستقیم اشاره کرد.



نمودار تفکیک هزینه های مربوط به یک نیروگاه زمین گرمایی

ملاحظات اقتصادی برای بهره برداری مناسب

۱. کوتاه بودن فاصله بین منبع ژئوترمال و سایت بهره برداری
۲. طراحی سیستم بهره برداری با عمر طولانی (جهت مستهلک ساختن هزینه سرمایه گذاری)
۳. صرفه جویی و بالا بردن ضریب بهره برداری با استفاده از سیستم های مرکب (هیبرید) یا سیستم های آبشاری (cascade)

۴. ساده بودن سیستم از لحاظ فنی و قابل فهم توسط متخصصین
۵. بررسی بازار مصرف و انتقال محصول (اگر واحد برای تولید فراورده های مصرفی باشد).

۶- هزینه راه‌اندازی یک واحد ژئوترمال عموماً بیشتر و گاهی اوقات خیلی بیشتر از واحد مشابهی است که با یک سوخت رایج کار می‌کند. بالعکس هزینه جاری نیروگاههای ژئوترمال بسیار کمتر از واحدهای مشابه با سوخت رایج و تقریباً معادل هزینه تعمیر و نگهداری تجهیزات ژئوترمال آن واحد (خطوط لوله، شیرآلات، پمپ‌ها، مبدل‌های حرارتی و غیره) می‌باشد. هزینه بالای راه‌اندازی واحدهای ژئوترمال با کسب درآمد ناشی از عدم مصرف سوخت جبران می‌شود. بنابراین منابع نیروگاههای ژئوترمال باید به گونه‌ای طراحی گردد که از طول عمر به حد کفایت طولانی برخوردار باشد تا سرمایه‌گذاری اولیه را مستهلک نسازد.

۷- به منظور کاستن از هزینه‌های تعمیر و نگهداری و تعداد دفعات قطع سیستم، لازم است پیچیدگی فنی واحد ژئوترمال در حدی باشد که توسط پرسنل فنی محلی یا کارشناسانی که به سهولت قابل دسترس هستند، قابل هضم باشد. به طور ایده‌آل باید از متخصصین بسیار خبره یا سازندگان این واحدها فقط برای تعمیرات بسیار گسترده یا رفع خرابی‌های وسیع کمک گرفت.

مزایای استفاده نیروگاهی از انرژی ژئوترمال

از این انرژی می‌توان انرژی‌های ثانویه دیگری چون انرژی الکتریسیته تولید کرد بدون این که هیچ گونه سوختی چون نفت، گاز و یا زغال سنگ استفاده شود و این خود دال بر غیرآلاینده بودن انرژی ژئوترمال است. مقدار گاز CO_2 تولید شده در نیروگاه‌های زمین گرمایی به ترتیب معادل ۱۵ درصد نیروگاه‌های گاز سوز، ۱۰ درصد نیروگاه‌های نفت سوز و ۸ درصد نیروگاه‌های زغال سنگ سوز بوده و هم چنین میزان تولید اکسید نیتروژن و گوگرد آن تقریباً در حدود صفر است.

- انرژی ژئوترمال را می توان در تمام مدت ۲۴ ساعت شبانه روز و در هر ۳۶۵ روز سال استخراج و استفاده کرد. و همچنین مستقل از شرایط جوی می باشد.
- این انرژی، یک انرژی بومی است و احتیاج به وارد کردن یا صادر کردن آن به کشور دیگری نیست.

- دستگاههای ژئوترمال فضای زیادی را اشغال نمی کنند. در نتیجه بر محیط تأثیر چشم گیری نمی گذارند.
- بعد از احداث یک واحد قدرت ژئوترمال انرژی تولیدی تقریباً به صورت مجانی در می آید. تنها مقداری انرژی برای به حرکت درآوردن پمپها لازم است که آن هم به وسیله انرژی تولیدی تأمین می شود.

عوامل باز دارنده ساخت نیروگاه های زمین گرمایی

* محدودیت تجهیزات:

تجهیزات نیروگاهی تولید برق زمین گرمایی به گونه ای طراحی شده است که حداقل ظرفیت آنها برابر ۱۰۰ کیلووات است.

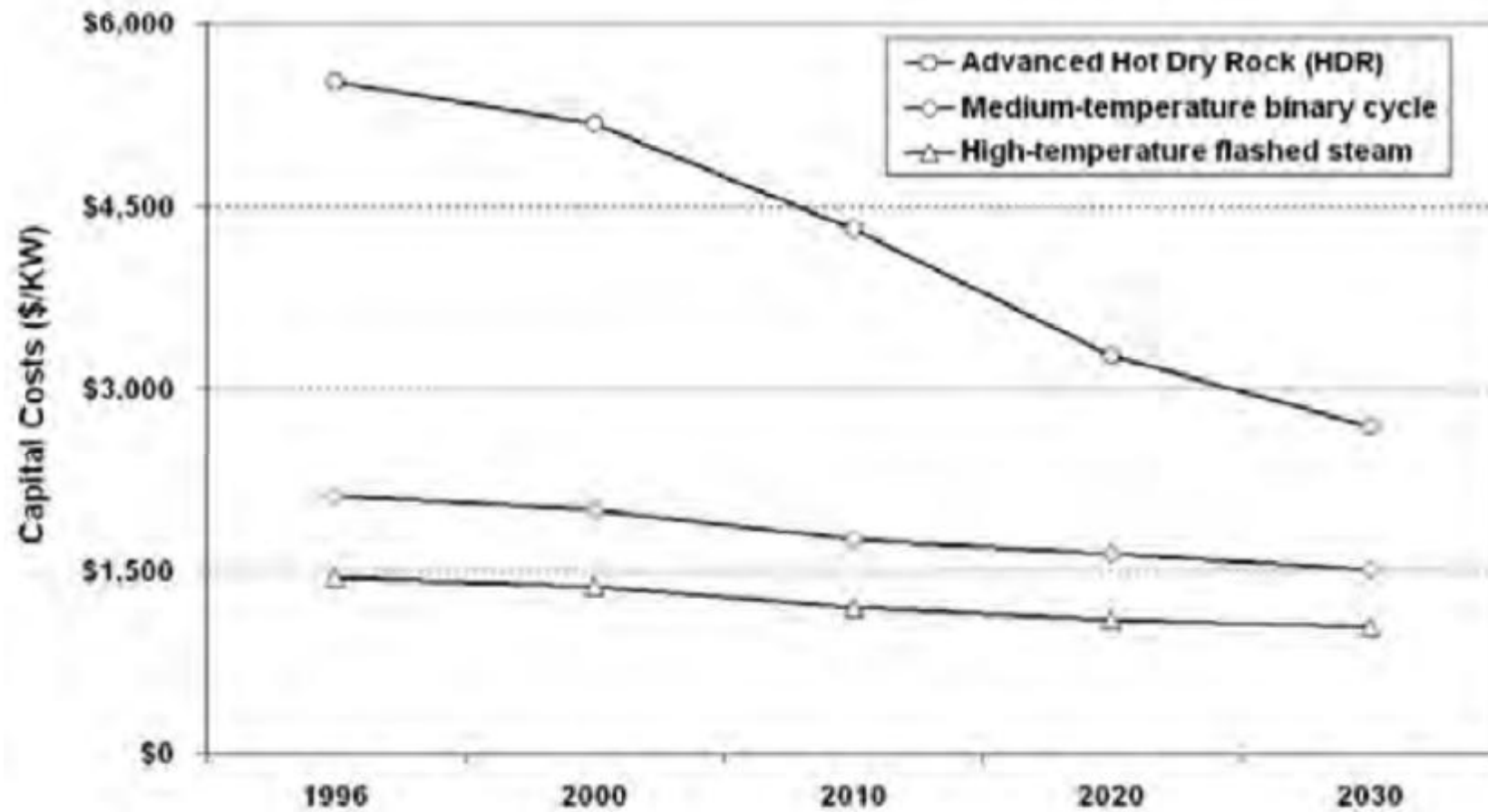
* احتیاج به منابع با درجه حرارت بالا

* مصرف برق زیاد در خود نیروگاه:

مصرف برق در پمپ های برج خنک کن، فن های

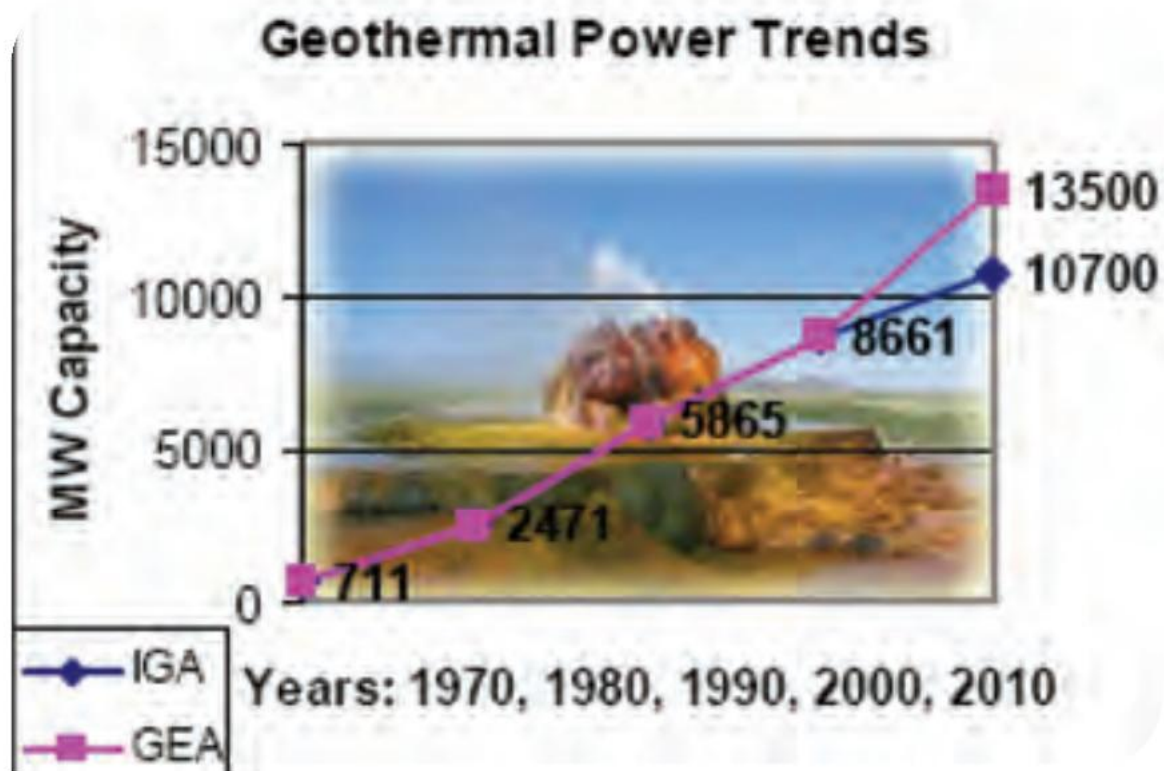
برج خنک کن، پمپ های چاه ها و همچنین پمپ های تولید سیکل توان است.

* هزینه سرمایه گذاری بالا



نمودار پیش بینی هزینه های سرمایه گذاری نیروگاههای سنگ داغ (HOT DRY ROCK) در مقایسه با نیروگاه فلش و باینری

Year	Installed Capacity MW
1975	1,300
1980	3,887
1985	4,764
1990	5,832
1995	6,833
2000	7,972
2005	8,933
2007	9,732



میزان ظرفیت نصب شده از سال ۱۹۷۵ تا پایان سال ۲۰۰۷ و پیش بینی تا سال ۲۰۱۰

کل ظرفیت نصب شده نیروگاه های زمین گرمایی در جهان

COUNTRY	Installed Capacity in 2000 (MW)	Installed Capacity in 2005 (MW)	Installed Capacity in 2007 (MW)	Running Capacity in 2007 (MW)	Increment (MW)	Increment (%)	Forecasting for 2010 (MW)
AUSTRALIA	0.2	0.2	0.2	0.1			0,2
AUSTRIA	0.0	1.1	1.1	0.7			1
CHINA	29.2	27.8	27.8	18.9			28
COSTA RICA	142.5	163.0	162.5	162.5			197
EL SALVADOR	161.0	151.0	204.2	189.0	53	35%	204
ETHIOPIA	7.3	7.3	7.3	7.3			7
FRANCE	4.2	14.7	14.7	14.7			35
GERMANIA	0.0	0.2	8.4	8.4	8		8
GUATEMALA	33.4	33.0	53.0	49.0	20	61%	53
ICELAND	170.0	202.0	421.2	420.9	219	109%	580
INDONESIA	589.5	797.0	992.0	991.8	195	24%	1192
ITALY	785.0	791.0	810.5	711.0	20	2%	910
JAPAN	546.9	535.0	535.2	530.2			535
KENYA	45.0	129.0	128.8	128.8			164
MEXICO	755.0	953.0	953.0	953.0			1178
NEW ZEALAND	437.0	435.0	471.6	373.1	37	8%	590
NICARAGUA	70.0	77.0	87.4	52.5	10	14%	143
PAPUA-NEW GUINEA	0.0	6.0	56.0	56.0	50	833%	56
PHILIPPINES	1909.0	1930.0	1969.7	1855.6	40	2%	1991
PORTUGAL	16.0	16.0	23.0	23.0	7	44%	35
RUSSIA	23.0	79.0	79.0	79.0			185
THAILAND	0.3	0.3	0.3	0.3			0,3
TURKEY	20.4	20.0	38.0	29.5	18	90%	83
USA	2228.0	2564.0	2687.0	1935.0	123	5%	2817
TOTAL	7973	8933	9732	8590	800		10993

فیلیپین-مکزیک-اندونزی	کشورهای دارای قابلیت تولید برق بیش از ۵۰۰۰ مگاوات	کشورهایی که دارای ذخائر احتمالی برای تولید برق از انرژی زمین گرمایی با استفاده از سیکل‌های تبخیر لحظه ای و باینری (برای دوره ۳۰ ساله) هستند.
شیلی-اتیوپی-ژاپن-کنیا-نیوزلند-روسیه-امریکا	کشورهای دارای قابلیت تولید برق بیش از ۲۰۰۰ مگاوات	
آرژانتین-ایسلند-ایتالیا-نیکاراگوئه-گینه جدید	کشورهای دارای قابلیت تولید برق بیش از ۱۰۰۰ مگاوات	
بولیوی-چین-کلمبیا-کاستاریکا-السالوادور-گواتمالا-تانزانیا	کشورهای دارای قابلیت تولید برق بیش از ۵۰۰ مگاوات	
کنگو-جیبوتی-دومینیکن-اکوادور-اریتره-فرانسه-یونان-مجارستان-هند-ایران-پرو-رواندا-ترکیه-اوگاندا-ویتنام-پاناما-پرتغال	کشورهای دارای قابلیت تولید برق بیش از ۲۰۰ مگاوات	

تأثیر بهره برداری از منابع زمین گرمایی بر محیط زیست

* نخستین اثر مشهود زیست محیطی واحد های نیروگاهی یا غیر نیروگاهی ژئوترمال ناشی از عملیات حفاری است و اساسا به محض اتمام عملیات حفاری، تبعات مخرب زیست محیطی آن نیز به پایان می رسد.

* مسائل زیست محیطی در حین فعالیت واحد بهره برداری نیز به وجود می آیند. سیالات زمین گرمایی معمولا حاوی گاز هایی نظیر دی اکسید کربن، سولفید هیدروژن، متان و مواد محلولی می باشد که باعث آلودگی محیط زیست میشوند.

* تخلیه پساب های خروجی نیز یکی از منابع پتانسیل آلودگی شیمیایی قلمداد می شوند.

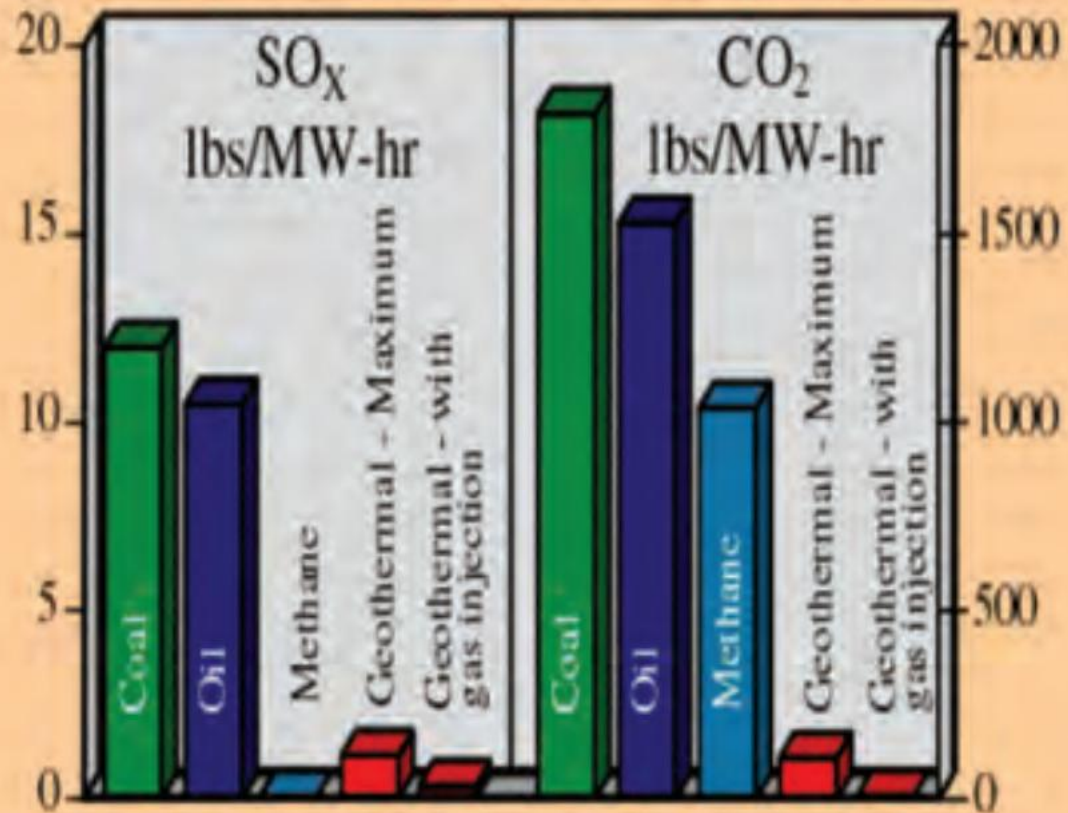
* استخراج مقادیر فراوانی از سیالات زمین گرمایی از منابع آبی زیر زمینی میتواند باعث وقوع پدیده نشست یا عبارتی فرونشینی تدریجی سطح زمین شود.

* آلودگی صوتی ناشی از فعالیت واحدهای ژئو ترمال را می توان در مواردی که واحد به تولید انرژی می پردازد هم یک معضل زیست محیطی قلمداد نمود.

اثرات زیست محیطی ممکن	جزئیات	تکنیک های کاهش اثرات
آلودگی هوا	انتشار سولفید هیدروژن	استفاده از سیستم های تجاری موثر در کاهش آلودگی هوا
آلودگی آبها	تخلیه غیر اصولی سیالهای استفاده شده در نیروگاه، آلودگی آبهای زیر زمینی	تزریق (بازگرداندن) سیال استفاده شده به درون زمین از طریق چاه بازگشت
آلودگی صوتی و بصری	حفاری، لوله کشی ها	استفاده از سایلنسرها، Rock muffler
	وساختمان ها در مناطق طبیعی	ساخت بناهای کم ارتفاع و رنگ آمیزی مناسب تجهیزات

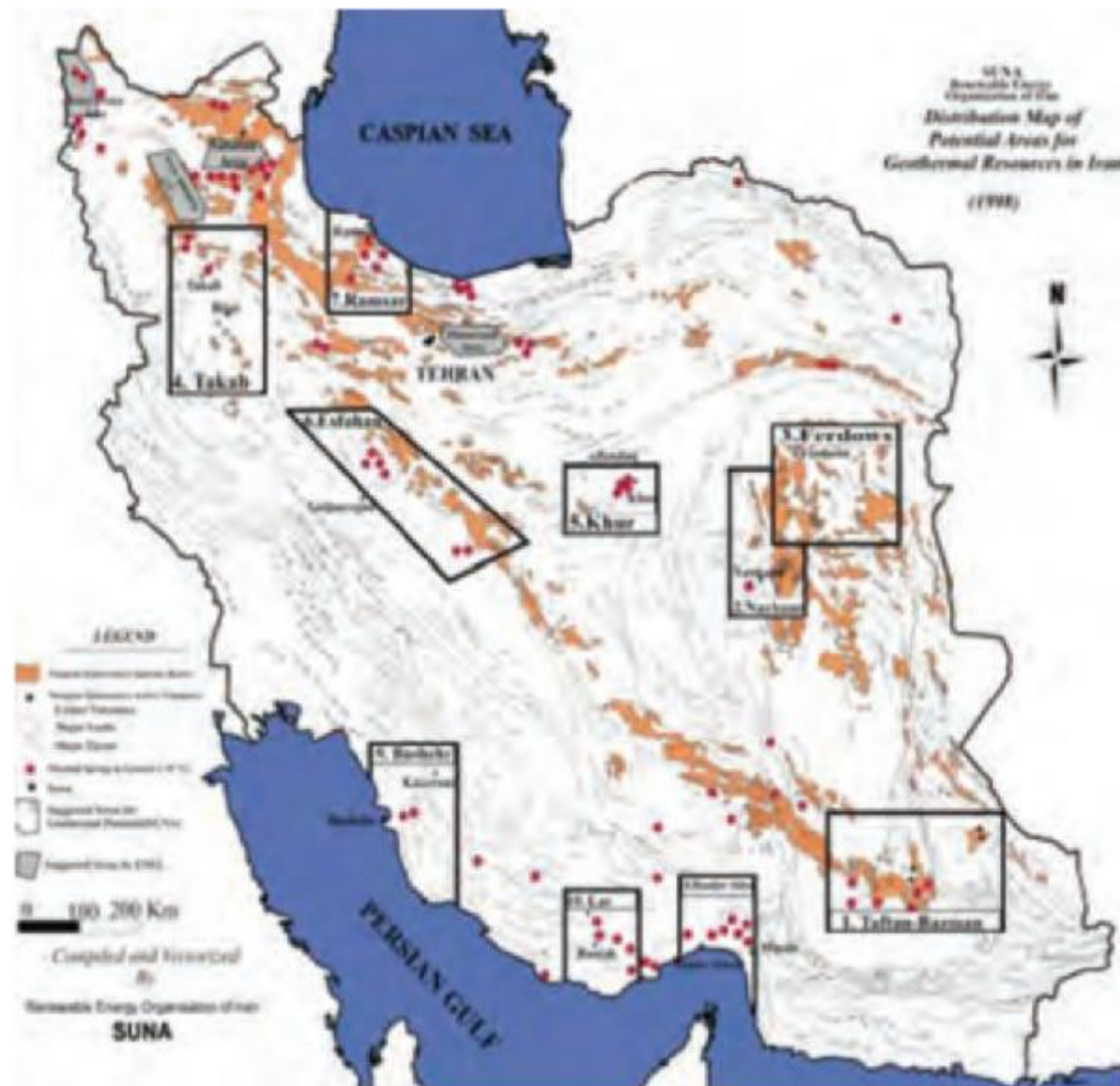
استفاده از زمین	حفر چاه ها، مسیر لوله ها، ساخت	اثرات بسیار کمتری نسبت به
	نیروگاه و فوندانسیون ها	نیروگاههای سنتی
استفاده از آب	Make up آب برای	استفاده از کندانسورهای
	برج خنک کننده	Air-cooled
نشست زمین	برداشت مداوم آب از	به ندرت اتفاق میافتد (فقط در
	منابع زیر زمینی	نیوزلند مشاهده شده)
گازهای گل خانه ای	انتشار دی اکسید کربن	انتشار بسیار کمتر نسبت به
		نیروگاههای سنتی
کاهش شگفتی های طبیعی	ظهور شگفتیهای طبیعی زمین	ساخت نیروگاهها دور از این
ژئوترمال	(آبفشان ها، و آتش فشان ها)	منابع و پارکهای ملی

Emissions From Power Plants



After Goddard & Goddard, GRC Transactions, 14, 643-649 (1 lb = 0.4536 kg)

انرژی زمین گرمایی در ایران



- * منطقه سبلان
- * منطقه دماوند ناحیه ناندل
- * منطقه ماکو ناحیه سیاه چشمه
- * منطقه خوی ناحیه قطور
- * منطقه سههد
- * منطقه تفتان - بزمان
- * منطقه ناپبند
- * منطقه بیرجند - فردوس
- * منطقه تکاب - هشترود
- * منطقه خور - بیابانک
- * منطقه اصفهان - محلات
- * منطقه رامسر
- * منطقه بندرعباس - میناب
- * منطقه بوشهر - کازرون
- * منطقه لار - بستک

در این نقشه نقاط مختلف کشور ایران که دارای پتانسیل مناسب انرژی زمین گرمایی می باشند با رنگ قرمز نشان داده شده است.

نیروگاه زمین گرمایی مشکین شهر

اهداف پروژه:

- *اکتشاف و توسعه میدان زمین گرمایی سبلان(مشکین شهر)جهت احداث نیروگاه به ظرفیت ۵۵ مگاوات در ۲ فاز
- *دستیابی به فن آوری بهره برداری از منابع زمین گرمایی در کشور و بومی نمودن دانش آن
- *شناسایی پتانسیلهای غیرفسیلی منابع انرژی
- *ایجاد تنوع در سبد انرژی کشور
- *حفاظت از محیط زیست با بهره برداری از منابع انرژی پاک و تجدیدپذیر و متناسباً کاهش مصرف منابع فسیلی

فعالیت های انجام شده

- ۱.حفر چاههای تولیدی ، توصیفی ، تزریقی(جمعاً ۲۰ حلقه)
- ۲.نصب نیروگاه ۵ مگاوات پایلوت
- ۳.نصب نیروگاه ۵۰ مگاوات (پس از برنامه چهارم توسعه)
- ۴.پایشهای زیست محیطی در خلال توسعه میدان

Hydrothermal geothermics

Hydrothermal geothermics uses existing hot thermal water (approx 100-150 °C) at 2,000-4,000 metre depth to produce electricity and heat.

