الطاقة المتجددة

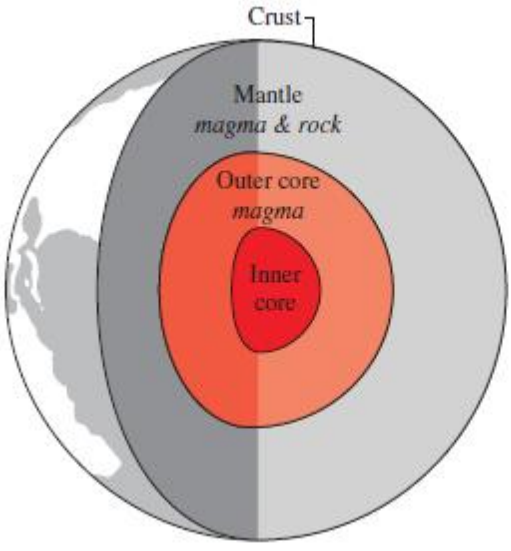
Renewable Energy

(المحاضرة الخامسة)

الطاقة الحرارية الارضية (Geothermal Energy)

الطاقة الحرارية الأرضية هي الطاقة الحرارية الموجودة داخل الأرض. وهي مصدر طاقة متجدد لأن الحرارة تنتقل باستمرار من داخل الأرض إلى الماء المعاد تدويره بواسطة الأمطار. مصدر الطاقة الحرارية الأرضية هو لب الأرض (core) ويبلغ عمقه حوالي 6500 كم.

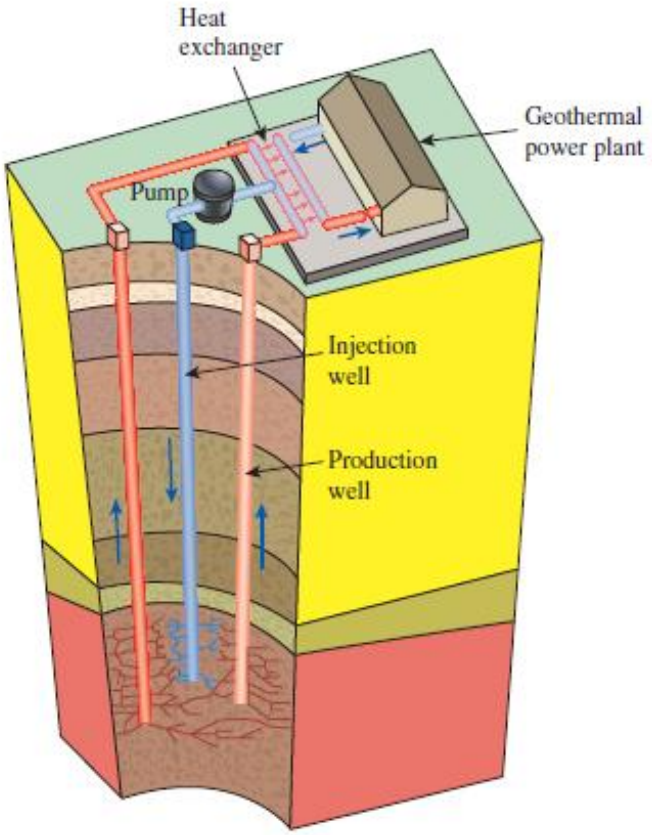
يتكون اللب من لب داخلي(inner core) (مركز حديدي) ولب خارجي(outer core) يتكون من منصهر(Magma) شديدة السخونة. تظل درجة الحرارة في المنصهر مرتفعة للغاية بسبب تحلل الجسيمات المشعة. يحيط باللب الخارجي الوشاح(Mantle) الذي يبلغ سمكه حوالي 3000 كم. يتكون الوشاح من المنصهر والصخور. تسمى طبقة الأرض التي تضم القارات وقيعان المحيطات بالقشرة(crust). يبلغ سمك القشرة من 25 إلى 55 كم في القارات ومن 5 إلى 8 كم تحت المحيطات. تتكون القشرة من الصفائح التكتونية. تحدث البراكين بالقرب من حواف هذه الصفائح بسبب اقتراب المنصهر منها. على أعماق معقولة، تمتص الصخور والمياه الحرارة من المنصهر. تتميز هذه المواقع بأنها موارد حرارية أرضية. من خلال حفر الآبار وضخ المياه الساخنة إلى السطح.



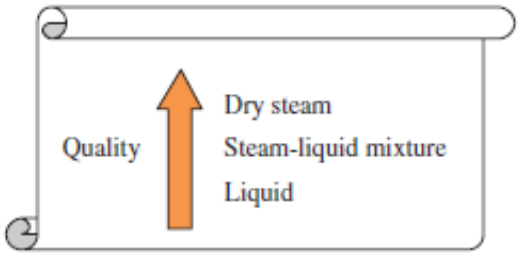
مصادر حرارة باطن الارض

تصنف الموارد الحرارية الأرضية على أساس خصائصها الحرارية والتركيبية كالتالي :

1. Hydrothermal الطاقة الحرارية المائية هي حقول حرارية أرضية معروفة تحتوي على مياه ذات درجة حرارة عالية في صورة بخار أو خليط أو سائل.
2. Geopressurized تحتوي هذه الموارد على مياه سائلة ساخنة بدرجة حرارة تتراوح بين 150 درجة مئوية و180 درجة مئوية تحت ضغوط عالية للغاية (تصل إلى 600 بار). كما يحتوي السائل في هذه الخزانات المليئة بالرواسب على الميثان ومستويات عالية من المواد الصلبة المذابة. وهذا السائل شديد التآكل وبالتالي يصعب للغاية حصاده والتعامل معه.
3. Magma وتسمى أيضًا بالصخور المنصهرة، وعادةً ما توجد تحت البراكين النشطة عند درجات حرارة أعلى من 650 درجة مئوية.
4. Enhanced تُعرف أيضًا باسم أنظمة الطاقة الحرارية الأرضية الجافة الساخنة. وهي ليست موارد حرارية أرضية طبيعية. والفكرة هي أن الماء يُحقن في تكوين الصخور الساخنة تحت ضغط مرتفع، ثم يُعاد البخار الساخن الناتج إلى السطح. ويتضمن النظام حفر آبار الحقن والإنتاج على عمق يتراوح بين 3 إلى 5 كيلومترات. ويمكن أن تصل درجة حرارة الصخور الساخنة في هذا العمق إلى حوالي 250 درجة مئوية.



يمكن إطالة عمر وجودة الموارد الحرارية المائية عن طريق إعادة حقن السائل الناتج، وهي الطريقة الأكثر شيوعًا للتخلص منه. كما قد تساعد إعادة الحقن في الحفاظ على ضغط الخزان.



تحتوي الموارد الحرارية الأرضية على مياه حرارية أرضية بدرجة حرارة أعلى من درجة حرارة البيئة. يعتمد أحد التصنيفات الشائعة للموارد الحرارية الأرضية على درجة حرارة المورد وهي كالاتي :

High temperature resource: $T > 150°C$
Medium temperature resource: $90°C < T < 150°C$
Low temperature resource: $T < 90°C$

<u>تطبيقات الطاقة الحرارية الأرضية</u>

هناك العديد من الخيارات للاستفادة من الطاقة الحرارية المنتجة من أنظمة الطاقة الحرارية الأرضية مثل إنتاج الكهرباء وتدفئة وتبريد المساحات وتوليد الطاقة الحرارية الأرضية ومضخات الحرارة الأرضية. وتشمل الاستخدامات الأخرى للطاقة الحرارية الأرضية زراعة النباتات والمحاصيل (البيوت الزجاجية) وتجفيف الأخشاب والفواكه والخضروات والمنتجعات الصحية وتحلية المياه وتربية الأسماك. استخدم الناس القدماء الطاقة الحرارية الأرضية للتدفئة والاستحمام. وفي العديد من أنحاء العالم، لا تزال الينابيع الساخنة تستخدم للاستحمام بسبب الفوائد الصحية المحتملة للمعادن الموجودة في المياه الحرارية الأرضية الساخنة.

لقد ابتكر مخططو مشاريع أنظمة الطاقة الحرارية الأرضية بعض الوسائل لتقييم ما إذا كان الموقع يتمتع بإمكانات لتطبيقات الطاقة الحرارية الأرضية. وعادة ما يجري المخططون مسوحات استكشافية لتقييم موقع معين. وقد تكون الأنشطة المحددة المستخدمة لتحديد إمكانات الطاقة الحرارية الأرضية في منطقة ما على النحو التالي:

- صور الأقمار الصناعية والتصوير الجوي
- الدراسات البركانية
- رسم الخرائط الجيولوجية والبنيوية
- المسوحات الجيوكيميائية

• المسوحات الجيوفيزيائية

• حفر حفرة التدرج الحراري

محطات الطاقة الحرارية الارضية (Geothermal Power Plants)

هناك عدة أنواع من محطات الطاقة الحرارية الأرضية ويتم تصنيفها وفقًا لنوع البخار قيد التشغيل. ونظرًا لأن الضغط وكمية البخار التي تصل إلى السطح هي العوامل الحاسمة بشكل أساسي، فإنها تساعد في تحديد محطة الطاقة الحرارية الأرضية الأكثر إنتاجية التي سيتم تطويرها. هناك أنواع مختلفة من محطات الطاقة الحرارية الأرضية في جميع أنحاء العالم؛ ويعتمد تصنيفها على نوع البخار المستخدم في محطة معينة.

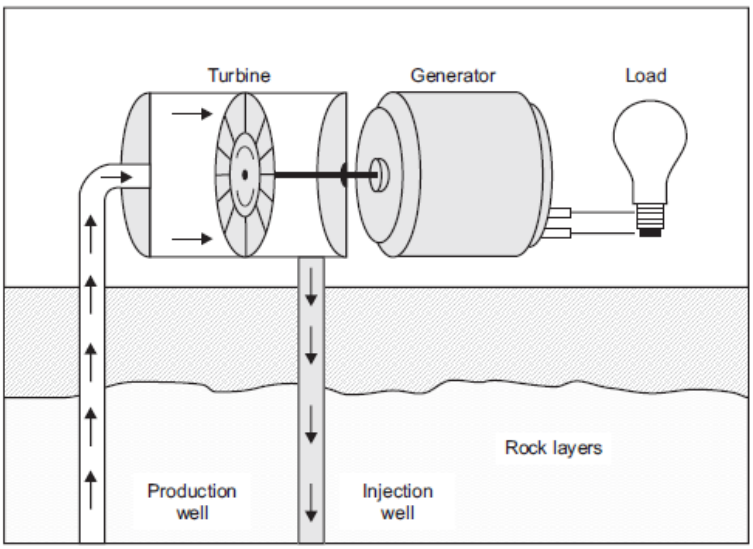
هناك ثلاثة تصميمات رئيسية يمكن أن تتخذها محطة الطاقة الحرارية الأرضية، وهي كالتالي :

1. Dry steam power plants
2. Flash steam power plants (a) Single flashed)
   (b) Double flashed)
3. Binary cycle power plants

Dry steam power plants

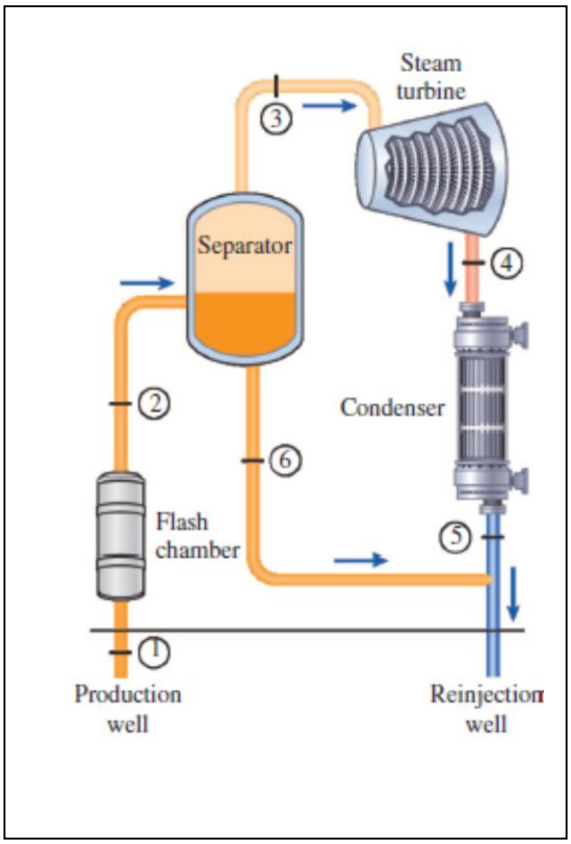
تسمى محطات الطاقة التي تعمل على هذا البخار بمحطة الطاقة البخارية الجافة حيث يندفع البخار مباشرة إلى شفرات التوربين ، ثم يتكثف إلى ماء ويعاد إلى الخزان عبر الأنابيب.

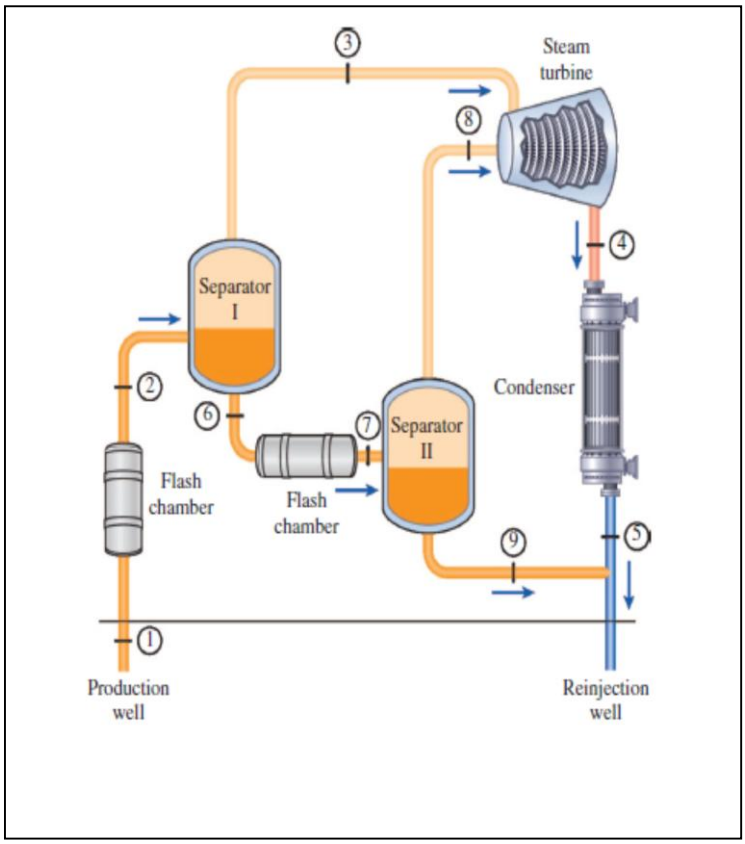
وتستخدم خزانات البخار الجاف الماء الموجود في قشرة الأرض، والذي يتم تسخينه بواسطة الوشاح وإطلاقه من خلال فتحات التهوية في شكل بخار.. يتم حفر آبار الإنتاج حتى طبقة المياه الجوفية ويتم جلب البخار الساخن والمضغوط (180–350 درجة مئوية) إلى السطح بسرعات عالية، ويتم تمريره عبر توربين بخاري لتوليد الكهرباء.



Flash steam power plants

تستخدم محطات البخار الفوري خزانات حرارية أرضية ساخنة للغاية تبلغ درجة حرارتها حوالي 350 درجة فهرنهايت أو أعلى. يندفع الماء الساخن عالي الضغط من البئر إلى الأنابيب إلى "فاصل"، حيث يتم تقليل الضغط. يتسبب هذا في "تبخير" بعض الماء بقوة إلى بخار، وهي القوة التي تحرك مولدات التوربينات. بعد أن يقوم البخار بعمله، يتكثف مرة أخرى إلى ماء ويتم ضخه مرة أخرى إلى خزان الحرارة الأرضية حتى يمكن إعادة تسخينه وإعادة استخدامه.

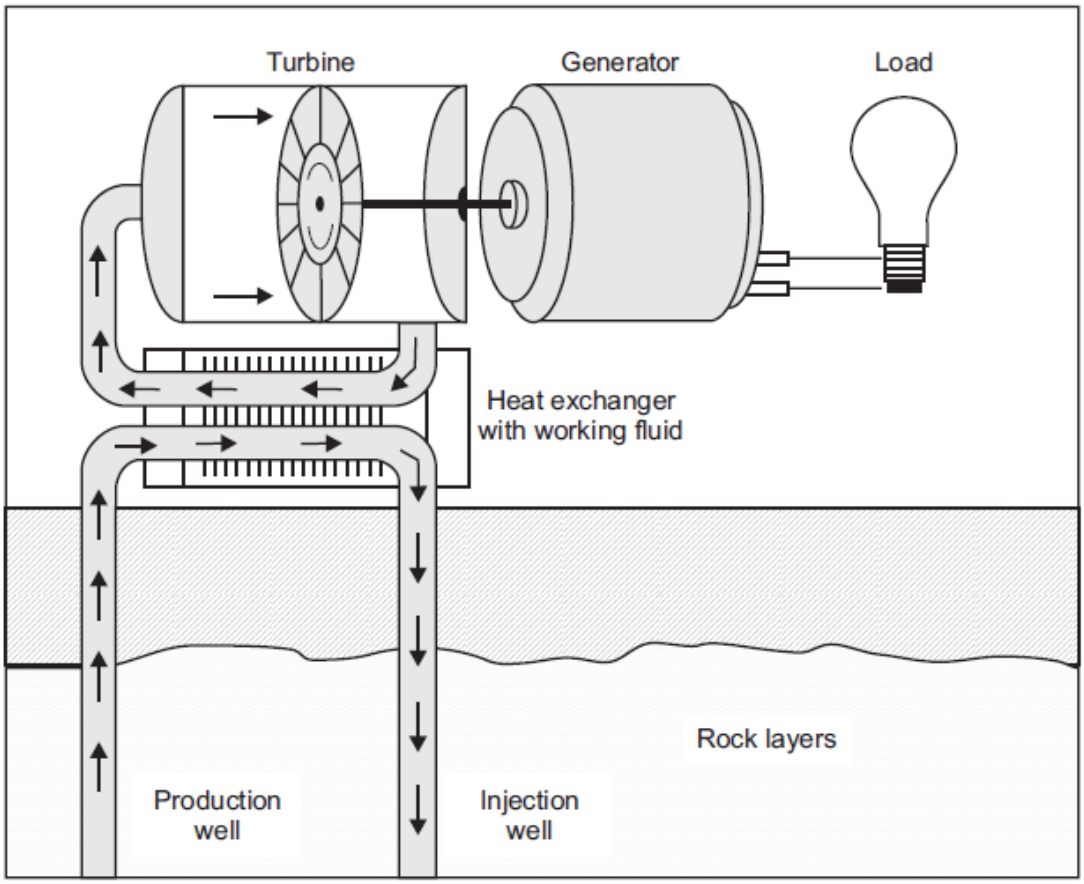




Binary cycle power plants

في بعض الخزانات الحرارية الأرضية، تكون المياه ليست ساخنة بدرجة كافية لإنتاج البخار بالقوة اللازمة لتشغيل مولد توربيني بكفاءة.

يمكن توليد الكهرباء من هذه الخزانات "ذات درجة الحرارة المعتدلة"، باستخدام محطات الطاقة الثنائية. في العملية الثنائية، يتم استخدام المياه الحرارية الأرضية فقط لتسخينها، وليس لإنتاج البخار. في المبادل الحراري، تنتقل الحرارة إلى سائل ثانٍ. يتحول هذا السائل الثاني إلى بخار ويحرك التوربين. بمجرد استخدامه، يتم ضخ المياه الحرارية الأرضية مرة أخرى إلى الخزان. الخزانات ذات درجة الحرارة المعتدلة أكثر شيوعًا من الخزانات ذات درجة الحرارة المرتفعة.



مزايا محطات الطاقة الحرارية الارضية

1. لا تسبب محطة الطاقة الحرارية الأرضية أي تلوث ضوضائي للسكان المحيطين.

2. جودة المياه: في منشأة الطاقة الحرارية الأرضية، يتم عزل المياه الحرارية الأرضية أثناء الإنتاج، وحقنها مرة أخرى في خزان الطاقة الحرارية الأرضية، وفصلها عن المياه الجوفية بواسطة أنابيب مغلفة بشكل سميك، مما يجعل المنشأة خالية تقريبًا من ملوثات المياه.

3. الموثوقية: تتوفر موارد الطاقة الحرارية الأرضية على مدار 24 ساعة في اليوم بغض النظر عن تغير الطقس، وبالتالي فإن الطاقة الحرارية الأرضية موثوقة ولن تؤثر عليها حتى تغيرات الطقس كما يحدث مع محطات الطاقة الكهرومائية خلال فترات الجفاف.

4. القدرة على تحمل التكاليف: نظرًا لأن الطاقة الحرارية الأرضية هي مصدر طبيعي للطاقة، فإنها تنتج طاقة بأسعار معقولة حيث لا تترتب على عملية التوليد أي تكلفة للوقود لحرق الماء إلى بخار، وبالتالي فإن الطاقة في متناول جميع فئات الحياة.

5. الانبعاثات: على عكس محطات الطاقة التي تعمل بالوقود الأحفوري، لا ينبعث أي دخان من محطات الطاقة الحرارية الأرضية، لأنه لا يتم الحرق، ينبعث البخار فقط من مرافق الطاقة الحرارية الأرضية. وهذا يجعل الطاقة الحرارية الأرضية مصدرًا أخضر للطاقة حيث لا يتم انبعاث الكربون أو أي غازات ضارة أخرى إلى الغلاف الجوي

مساوئ محطات الطاقة الحرارية الارضية

1. كلفة أولية مرتفعة: إن توليد الطاقة الحرارية الأرضية مشروع مكثف يتطلب استثمارًا أوليًا مرتفعًا للإنشاء، ومن بين الأنشطة الأكثر إشراكًا والتي ترفع التكلفة التنقيب والحفر.

2. منطقة الأنابيب: قد تتطلب محطة الطاقة الحرارية الأرضية في بعض المواقع مساحات كبيرة لمد الأنابيب من آبار الإنتاج المختلفة إلى فواصل أعلى البئر. قد ينشأ هذا بسبب تباعد الآبار.

3. الغازات الضارة: من المهم العناية بموقع الطاقة الحرارية الأرضية لأنه إذا تم حفر الثقوب بشكل غير صحيح، فقد تتسرب المعادن الضارة المحتملة والغاز من تحت الأرض. يكاد يكون من المستحيل التخلص من هذه المواد الخطرة بشكل صحيح. قد يحدث التلوث بسبب الحفر غير السليم في محطات الطاقة الحرارية الأرضية.

4. الموقع: إن الموقع الذي يوفر النوع المناسب من الصخور الساخنة هو الضرورة الرئيسية.