الطاقة الحرارية الأرضية

استخدام الفرن الأرضيّ

كاري غليسون

ترجمة: عمر سعيد الأيوبي

© هيئة أبوظبي للثقافة والتراث، المجمع الثقافي
فهرسة دار الكتب الوطنية أثناء النشر

الطاقة الحرارية ألارضية: استخدام الفرن ألارضي
كاري غليسون

© حقوق الطبع محفوظة
هيئة أبوظبي للثقافة والتراث (كلمة)
الطبعة ألاولى: 1431 هـ / أكتوبر 2010 م

GB1199.5 .G5812 2010
Gleason, Carrie, 1973-
[Geothermal Energy: Using Earth´s Furnace]
الطاقة الحرارية ألارضية: استخدام الفرن ألارضي/ تأليف كاري غليسون؛ ترجمة عمر سعيد ألايوبي. – ط 1. –
أبوظبي: هيئة أبوظبي للثقافة والتراث، كلمة، 2010.
32 ص؛ مص؛ 28x21.5 سم.
ترجمة كتاب: Geothermal Energy: Using Earth´s Furnace
تدمك: 9978-9948-01-720-2
1 – الحرارة ألارضية. 2 – الطاقة.
أ – ألايوبي، عمر سعيد.

يتضمن هذا الكتاب ترجمة ألاصل إلانجليزي:
Carrie Gleason, Geothermal Energy: Using Earth´s Furnace
© 2010 Copyright by Crabtree Publishing Company Ltd.

info@kalima.ae كلمة
www.kalima.ae KALIMA
ص.ب: 2380 أبوظبي، إلامارات العربية المتحدة، هاتف: 468 6314 2 971+ ، فاكس: 462 6314 2 971+

www.adach.ae أبوظبي للثقافة والتراث ABU DHABI CULTURE & HERITAGE
ص.ب: 2380 أبوظبي، إلامارات العربية المتحدة هاتف: 300 6215 2 971+ ، فاكس: 059 6336 2 971+

إن هيئة أبوظبي للثقافة والتراث (كلمة) غير مسئولة عن آراء المؤلف وأفكاره وإنما تعبّر آراء الكتاب عن مؤلفها.

حقوق الترجمة العربية محفوظة لكلمة

يمنع نسخ أو استعمال أي جزء من هذا الكتاب بأي وسيلة تصويرية أو إلكترونية أو ميكانيكية بما فيه التسجيل الفوتوغرافي والتسجيل على أشرطة أو أقراص مقروءة أو أي وسيلة نشر أخرى بما فيها حفظ المعلومات واسترجاعها دون إذن خطي من الناشر.

المحتويات

4 الطاقَة

6 التزَوُّدُ بالوَقود اليَوْم

8 حرارَةُ الأرض

12 اسْتِخداماتُ الحرارَةِ الأرضيَّة

16 معامل الطاقة

20 تاريخُ الحرارَةِ الأرضيَّة

24 الجدال الكبير

28 طاقَة المُسْتقبَل

30 التسلسُلُ الزمَنِيُّ

32 المُصْطَلَحاتُ والفِهرِس

تَوفيرُ الطاقة: «يُمكِننا القيامُ بذلك»

"يُمكِنُنا القيامُ بذلك" هُوَ الشِّعارُ الذي ظَهرَ على مُلْصَقاتٍ انْتَشَرتْ أثناءَ الحربِ العالميةِ الثانية، وعَرَضَ أحَدُ المُلْصَقاتِ "روزي العَامِلَة"، وهي امْرأةٌ تَرْتدي لِباسَ العَملِ الأزْرَق (الصورة أدناه). وكانَ هذا المُلْصقُ يَهدُفُ في الأصْلِ إلى تَشْجيعِ المَرأةِ على الانْضِمامِ إلى القوَّةِ العَامِلةِ لشَغْلِ أدْوارٍ غَيْرِ تقْليديةٍ كعَامِلاتٍ في القِطاعِ الصِّناعِيّ. واليوم أصْبحَتْ صورَةُ روزي العَامِلةِ تُمثِّلُ زَمَناً اجْتَمعَ فيه الناسُ على تَحْقيقِ هَدَفٍ مُشْتَرَك. يُمكِنُ مُواجَهةُ التَّحَدّي الذي تُشَكِّلُهُ الطاقَةُ اليَوْمَ بِطَريقَةٍ مُماثِلَة. مَعاً نَسْتَطيعُ العَمَلَ لإنْقاذِ كَوْكبِنا مِنَ التلوُّثِ الذي يُسبِّبُهُ حَرْقُ أنْواعِ الوَقودِ الأُحْفوريّ، عَنْ طَريقِ تعلُّمِ الحِفاظِ على الطاقَةِ، وتَطْويرِ مَصادِرَ بَديلةٍ لها.

الطاقة

مِنْ دونِ الطاقَة في العالَم، تتوَقَّفُ الحَرَكَةُ، ويَنْعدِمُ الضّوْءُ والحَياة، ويُصْبِحُ كلُّ شَيْءٍ مُعْتِماً وساكِناً. فالطاقةُ تتسبَّبُ في حُدوثِ كُلِّ شَيْء.

كُلُّ ما نَفْعَلُهُ، بما في ذلك ركوبُ الدرَّاجة، يتطلَّبُ طاقَة. ويحصُلُ الناسُ على الطاقَةِ من الغِذاءِ الذي يتناولونَه.

ما هي الطاقَة؟

يَسْتخدِمُ النَّاسُ كَلِمَةَ طاقَةٍ بعدَّةِ طُرُق. عندما يتحَدَّثُ الناسُ عن مِقْدارِ شُعورِهِمْ بالحيويَّة، فإنَّهم غالباً ما يقولونَ "إنَّ لدَيْهِمْ كثيراً من الطاقَة". وتتحَدَّثُ الجَرائِدُ عن أزْمَةِ الطاقَةِ أو عن **اسْتِهْلاكِ** الطاقَة. بل إنَّ الإعلاناتِ عن الأدَواتِ المنْزِليَّةِ تتباهَى أحياناً بأنَّ مُنْتجاتِها تتمَتَّعُ **بكفاءَةٍ طاقَوِيَّة**. ووِفْقاً للعُلَماء، الطاقَةُ هي مِقْدارُ **الشُّغْلِ** الذي يستطيعُ أيُّ شَيْءٍ القِيامَ به.

القُدْرَةُ والطاقَة

يُمْكِنُ تغْييرُ الطاقَةِ إلى أشْكالٍ مُخْتلِفةٍ، لكن لا يُمْكِنُ خَلْقُها أو تِدْميرُها. الطاقَةُ الكَهْرِبائيَّةُ أو الكَهْرَباءُ إحْدَى أشْكالِ الطاقَة. وهي تُستخْدَمُ في بُيوتِنا وتُضيءُ المَصابيحَ وتُشغِّلُ الأدَواتِ المنْزِليَّة. تُستَخْدَمُ كَلِمة "طاقَة" أو "قُدْرَة" للتَّعبيرِ عن الشيْءِ نفسِهِ في بعض الأحيان، لكنَّ الطاقَةَ والقُدْرَةَ ليْسَتا مُتَماثِلَتَيْن، القُدْرَةُ هي مُعدَّلُ اسْتِخدامِ الطاقَة، وتُقاسُ بالواط، أو الجولِ في الثانِيَة. على سبيلِ المِثال، يُكْتَبُ على المِصْباحِ الضوْئِيِّ 40 أو 60 أو 100 واط، تَعْني هذه الأرقامُ أنَّ المِصْباحَ الضَّوْئِيَّ يستخدِمُ 40 أو 60 أو 100 جولٍ من الطاقَةِ في الثانِيَة، وتُزوِّدُنا الكَهْرَباءُ بهذه الطاقَةِ في العادَة.

الطاقَةُ من الغِذاء

نحْتاجُ إلى الطاقَةِ كيْ نَعيش، والغِذاءُ الذي نَتناولُهُ يَحْتوي على الطاقَة، فعندما نأْكُل، تَسْتَقْلِبُ أَجْسامُنا الغِذاء، أو تُحوِّلُهُ إلى طاقَةٍ مُفيدَة. ونستَخْدِمُ هذه الطاقَةَ للتَّنَفُّس والحَرَكَةِ والتَّفْكير. بل إنَّنا نَسْتخْدِمُ الطاقَةَ أَثْناءِ النَّوْم، وبالتالي تُؤَثِّر كمِّيَّةُ الغِذاءِ الذي نتناوَلُهُ وأَنواعُ الطعامِ الذي نأْكُلُهُ على مِقْدارِ الطاقَةِ في أَجْسامِنا.

يُطلِق البُرْكانُ طاقَةً تُعادِلُ طاقَةَ عدَّةِ قَنابِلَ نَوَوِيَّة، إذا اسْتُغِلَّتْ هذه الطاقَةُ اسْتِغْلالاً ملائماً. فقد تُصْبِحُ وسيلَةً زَهيدَةَ الثَّمَنِ لتَوْليدِ الكهرباء.

أشكال الطاقة

يُمْكِنُ تخْزينُ الطاقَة، فهي مُخْتَزَنَةٌ في الغِذاءِ، وفي البطَّارِيَّاتِ أيْضاً، ويُمكِنُ أن تكونَ الطاقَةُ متحرِّكَةً أيضاً، كالرياح (طاقة الرياح)، والحرارة (الطاقة الحرارية) وأشِعَّةَ الشمس، والصاعِقة. أما أشْكالُ الطاقَةِ المُخْتَزَنَةِ فتشمل الكُتْلَةَ الحَيَوِيَّةَ والوَقودَ الأُحْفورِيّ.

الطاقَةُ الشمسيَّة

طاقَةُ الرِّياح

الصاعقة

الطاقَةُ الحرارية

تَوْفيرُ الطاقة

المُحافَظَةُ عَلى الطاقَةِ تَعْني تقليل نسبة استهلاكنا للكهرباء

يُمْكِنكِ إيجادُ نَصائِحَ عن كَيْفِيةِ الحِفاظِ على الطاقَة، ومَعْلوماتٍ عَنِ المُحافَظةِ على البيئَةِ في مِثْلِ هَذِهِ المُرَبَّعات.

التزوُّدُ بالوَقود اليَوْم

بـدأتْ بُـلْـدانُ الـعـالَـمِ الـيـومَ تُـدْرِكُ أنَّ عـاداتِـهـا فـي اسْتِـخدامِ الطاقَة، أو مِقْدارَ الطـاقَـةِ الـتـي تسْتَخْدِمُها تُضِرُّ بـالبيئَة.. الوَقودُ الأُحْفورِيُّ هو مصدَرُ الطاقَةِ الـرئـيـسـيُّ فـي الـعـالَـمِ الـيَـوْم، ومـن أنـواع الـوقـود الأحفوري النِّفْطُ والغـازُ الطبيـعِـيُّ والفَحْمُ وعِنْدَما تُحْرَقُ مصادِرُ الطـاقَـةِ هذه فـي مـعـامِلِ الطـاقَـة، أو المصانِعِ، أو السيَّارات، أو وسـائِـلِ الـنـقْـلِ الأخرى، فإنَّها تُصْدِرُ انْبِعاثاتٍ، أو غازاتٍ مطْروحة. ويقولُ معظَمُ العُلَماءِ إن هذه الانْبِعاثاتِ تُضِرُّ بالبيئَة.

مصادر الطاقة

كلُّ ما يحتوي على طاقَةٍ هو مصدَرٌ للطاقَة.. تُقْسَمُ مَصادِرُ الطاقةِ إلى مُتجدِّدةٍ أو غيرِ مُتجدِّدة. المصادرُ الـمُـتـجـدِّدةُ يُـمكِنُ أن تُعيدَ الطبيعةُ إنتاجها ثانية، كالطاقَةُ الشمسيَّةُ، وطاقَةُ الرِّياح، والكُتْلَةُ الحيويَّةُ، أما المصادِرُ غيرُ المُتجدِّدةِ فلا يُمكِنُ إعادةُ إنتاجِها بسرعة. كالنِّفْطُ والغازُ الطبيعيُّ والفَحْمُ، لذا فإنَّ مصادِرَ الطاقَةِ الرئيسيَّةَ في الوَقْتِ الحاضرِ ستنْفَدُ ذات يوم.

تَبَعيَّةُ الطاقَة

تعْتَمِدُ معظَمُ البُلْدانِ على الوَقودِ الأُحفورِيّ، وفي كُلِّ يوم تنقُلُ السُّفُنُ، والقِطاراتُ، وخطوطُ الأنابيبِ كمِّيّاتٍ ضخْمَةٍ من الوَقودِ الأُحفورِيِّ حَوْلَ العالَمِ إلى حيث يُحتاجُ إليها. يوفِّرُ النِّفْطُ 95 بالمئةِ من الطاقَةِ اللازمَةِ للنقْلِ في جميع أنحاءِ العالَم، ويأتي 40 بالمئةِ من إجماليِّ الكَهْرباءِ من معامِلِ الطاقَةِ التي تحرقُ الوَقودَ الأُحفورِيّ، ولكن لا تمتلِكُ جميعُ البُلْدانِ مواردَها من النِّفْطِ أو الغازِ الطبيعيِّ أو الفَحْم، لذا فإنَّ العديدَ منها تُضطرُّ إلى اسْتيرادِهِ، أو شَرائِهِ، من بُلْدانٍ أخرى، وذلك يجعَلُها تَعْتَمِدُ على الإمْداداتِ الخارِجيَّة. على سبيلِ المثالِ، تُضطرُّ الولاياتُ المُتَّحِدةُ إلى اسْتيرادِ نِصْفِ ما تَسْتَخْدِمُهُ يوميّاً من النِّفْط، أي ما يَقْرُبُ من 10 ملايينِ بِرْميلٍ. وتَسْتَورِدُ اليابانُ وأيْسلَنْدا كلَّ ما تَسْتَخْدِمُهُ من الوَقودِ الأُحْفورِيِّ، إذ ليس فيـها سوى قـلـيـلٍ من الاحْتياطيَّات.

تكوَّنَتْ أنواعُ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ قبل مئاتِ المَلايينِ من السنينَ من بقايا النباتاتِ والحيَواناتِ المَيْتَة.

الاحْتِرارُ العَالَمِيّ

تَحْبِسُ طَبَقاتُ الغازاتِ التي تُدْعى الغِلافَ الجوِّيَّ، أو الجوّ، حرارَةَ الشمس وتُحافِظُ على دِفْءِ الأرْض، وتوجَدُ غازاتُ النِتروجينِ والأُكْسِجينِ وثاني أُكسيدِ الكربون، في الغِلافِ الجوِّيِّ بصورَةٍ طبيعيَّة.. عِنْدَما تُحْرَقُ أَنْواعُ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ، فإنَّها تُطْلِقُ غازاتٍ، مِثْلَ ثاني أُكْسيدِ الكَرْبون والموجود بنسبة كبيرة في الجو. ونتيجَةً لذلك، يُحبَسُ الكثيرُ من الحرارَةِ المُستمدَّةِ من الشمْس على مَقْرُبةٍ من الأرض فتَرْفَعُ دَرَجاتِ الحَرارَةِ عليها. يُسمَّي العُلَماءُ هذا المَفْعولَ «الاحْتِرارَ العَالَمِيَّ». لا تُعْرَف آثارُ الاحْتِرارِ العَالَمِيِّ على المدى الطويلِ بعد. لكنَّ كثيراً من العُلَماءِ يعْتَقِدونَ بأنَّه يُمكِنُ أن يُسَبِّبَ مُشْكِلاتٍ كُبْرى، مِثْلَ ذَوَبانِ الجَليدِ في القُطْبَيْنِ الشَّمالِيِّ والجَنوبِيِّ، ما يؤَدِّي إلى عَواصِفَ شديدةٍ وَحُدوثِ فَيَضاناتٍ في المَناطِقِ الساحِلِيَّة.

تعتَمِدُ أميركا الشَّماليَّةُ على الوَقودِ الأُحْفورِيِّ لإمدادِ وسائلِ المواصلاتِ وإنْتاجِ الكَهْرَباء، وقد بُنِيَتْ معظمُ التكنولوجيا التي نستَخْدِمُها اليومَ، من السيَّاراتِ إلى الطائرات، لتَعْمَلَ بالوَقودِ الأُحْفورِيّ، عندما يُحرَقُ هذا الوَقود، يُطلَقُ ثاني أُكسيدِ الكربونِ في الهواء، ويُعتقدُ أنَّه أحدُ الأَسْبابِ الرئيسيَّةِ اللاحْتِرارِ العَالَمِيّ.

حَرارَةُ الأَرْض

الطاقَةُ الحراريَّةُ الأرضيَّةُ هي أَحَدُ مَصادِرِ الطاقَةِ المُتَجدِّدَةِ ويُمكِنُ أن تَحِلَّ مَحَلَّ بعضِ الوقودِ الأُحفوريِّ المُستخدمِ اليوم، ويأتي هذا المَصْدَرُ للطاقَةِ من باطِنِ الأرض.

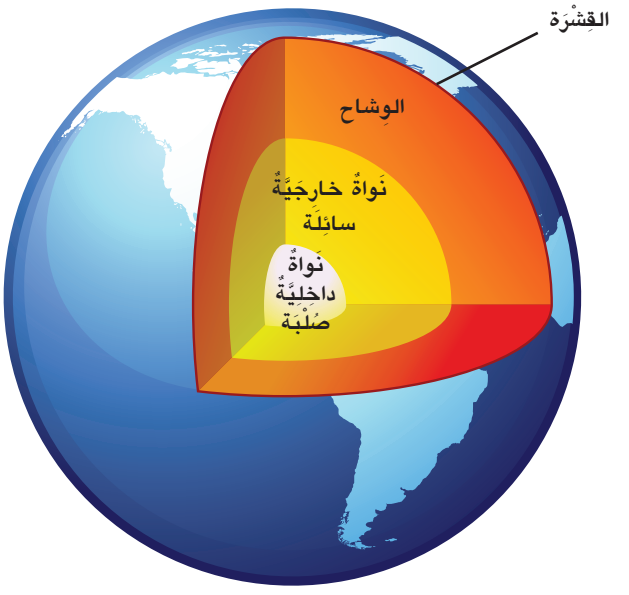
تضمُّ الأَرْضُ سَبْعَ قارَّاتٍ هي: آسيا، وأفْريقيا، وأميركا الشَّماليَّة، وأميركا الجنوبيَّة، وأُسْتراليا، وأوروبا، والقارَّةَ القطبيَّةَ الجَنوبيَّة، كما تضمُّ خمْسَةَ مُحيطاتٍ: المُحيطُ الهادِئ، والمُحيطُ الأطْلَسِيّ، والمُحيطُ الهِنْدِيّ، والمُحيطُ المتجمِّدُ الجَنوبِيّ، والمُحيطُ المُتَجَمِّدُ الشَّماليّ.

الحَرارَةُ في الأعْماق

ربَّما تصِلُ درجة الحرارَةِ إلى 7000° فِرنْهايت (3870° سِلْزيوس) على عُمْقٍ أكثرَ من 6228 كيلومتراً باتِّجاهِ مَرْكَزِ الأرْض، بعضُ هذه الحرارَةِ لا يزالُ قائماً مُنْذُ تكوُّنِ الأرْض قبلَ أكْثَرَ من أربعَةِ مليارات سَنَة، وتتكَوَّنُ الحرارَةُ باسْتِمْرارٍ في باطِنِ الأرْض أيضاً باضْمِحْلالِ الجُسَيْمات، أو أجزاء الصُّخور المُشِعَّة، وبِمُرورِ الوَقْت، تَجِدُ الحَرارَةُ طريقَها إلى السَّطْح، تُسَمَّى هذه الحرارَةُ الطاقَةَ الحراريَّةَ الأرْضِيَّة، ويُنْظَرُ إليها على نحوٍ مُتزايدٍ بأنَّها مصدَرُ طاقَةٍ رخيصٌ ومُتَجَدِّد.

طَبَقاتُ الأَرْض

تَنْقَسِمُ الأَرْضُ إلى طَبَقات. يوجَدُ في مَرْكَزِ الأرض نَواةٌ داخِلِيَّةٌ صُلبَةٌ يعتَقِدُ العُلَماءُ أَنَّها بِحَجْمِ القَمَرِ تقريباً، وهي تتكوَّنُ بمعظَمِها من الحَديد، وهُناك نَواةٌ خارِجِيَّةٌ سائِلَةٌ تُحيطُ بالنَّواةِ الداخِلِيَّة. ويُحيطُ بالنَّواةِ الخارِجِيَّةِ طَبَقَةٌ تُدْعى الوِشاح. يتكوَّنُ الوِشاحُ من الصَّخْرِ الذي انْصَهَرَ بعضُهُ بفِعْلِ حَرارَةِ النَّواة، وتُدعى الطَّبَقَةُ الخارِجِيَّةُ، التي نَعيشُ عليها، القِشْرَة، وهذه القِشْرَةُ رَقيقَةٌ مقارَنَةٌ بالطبَقاتِ الأخرى، يتكَوَّنُ مُعظمِها من التُّرابِ والصَّخْر.



انْتِقالُ الحَرارَة

الصُّهارَةُ هي الناقِلُ الذي يحمِلُ حرارَةَ الأرض إلى السَّطْح، وتتكَوَّنُ من الصُّخورِ المُنْصَهِرَةِ في وِشاحِ الأرض، وهي أقلُّ كثافَة، أو أَخَفُّ، من الصخرِ الصُّلْبِ في الوِشاح، لذا فإنَّها تتحرَّكُ في عمليَّةٍ تُدْعى **الحَمْل** نحوَ قِشْرَةِ الأرض، في بعض الأماكِن تَنْدَفِعُ الصُّهارَةُ عبرَ قِشْرَةِ الأرض، وعندما تَصِلُ إلى السطح، تُدْعى حمَماً.. البَراكينُ الثائِرَةُ مثالٌ على النشاطِ الحرارِيِّ الأرضيّ.

الطاقَةُ النظيفَةُ الخضراء

إنَّ اسْتِخدامَ الطاقَةِ الحرارِيَّةِ الأرضيَّةِ لا يُضِرُّ البيئة بقدْرِ استخدامُ الوَقودِ الأُحْفوري، فالطاقَةُ الحرارِيَّةُ الأرضيَّةُ معْروفَةٌ بأنَّها من مصادرِ الطاقَةِ الخضراء، أو النظيفَة. وفيما يلي قائِمَةٌ بمصادِرِ الطاقَةِ الأخرى الخضراءِ والمُتَجَدِّدَة.

- يُمكنُ اسْتِخدامُ الطاقَةِ المَوْجودَةِ في الرِّياحِ لتَوْليدِ الكَهْرَباء بإدارَةِ توربين.

- الطاقَةُ الشمسيَّةُ هي الطاقَةُ المُسْتَمَدَّةُ من الشمس. تمتَصُّ الأَلْواحُ الشمسيَّةُ طاقَةَ الشمس وتحوِّلُها إلى كَهْرَباء.

- الطاقَةُ المائيَّةُ تستخدِمُ المياهَ المُنْدَفِعَةَ بسُرْعَةٍ لتَوْليدِ الكَهْرَباء.

- تشمُلُ الكُتْلَةُ الحيويةُ كلَّ الكائناتِ العُضويَّةِ على الأرض ومُخَلَّفاتِها. الأعشابُ، والأشجارُ، والنباتاتُ، وبرازُ الحيوانات، ومياهُ المجاري من أشكالِ الكُتْلَةِ الحيويَّةِ المستخدَمَةِ لتَوْليدِ الطاقَة. تخْتَزِنُ الكُتْلَةُ الحيويةُ الطاقَةَ الشمسيَّة، وعندما تُحرَقُ تتحرَّرُ هذه الطاقَةُ.

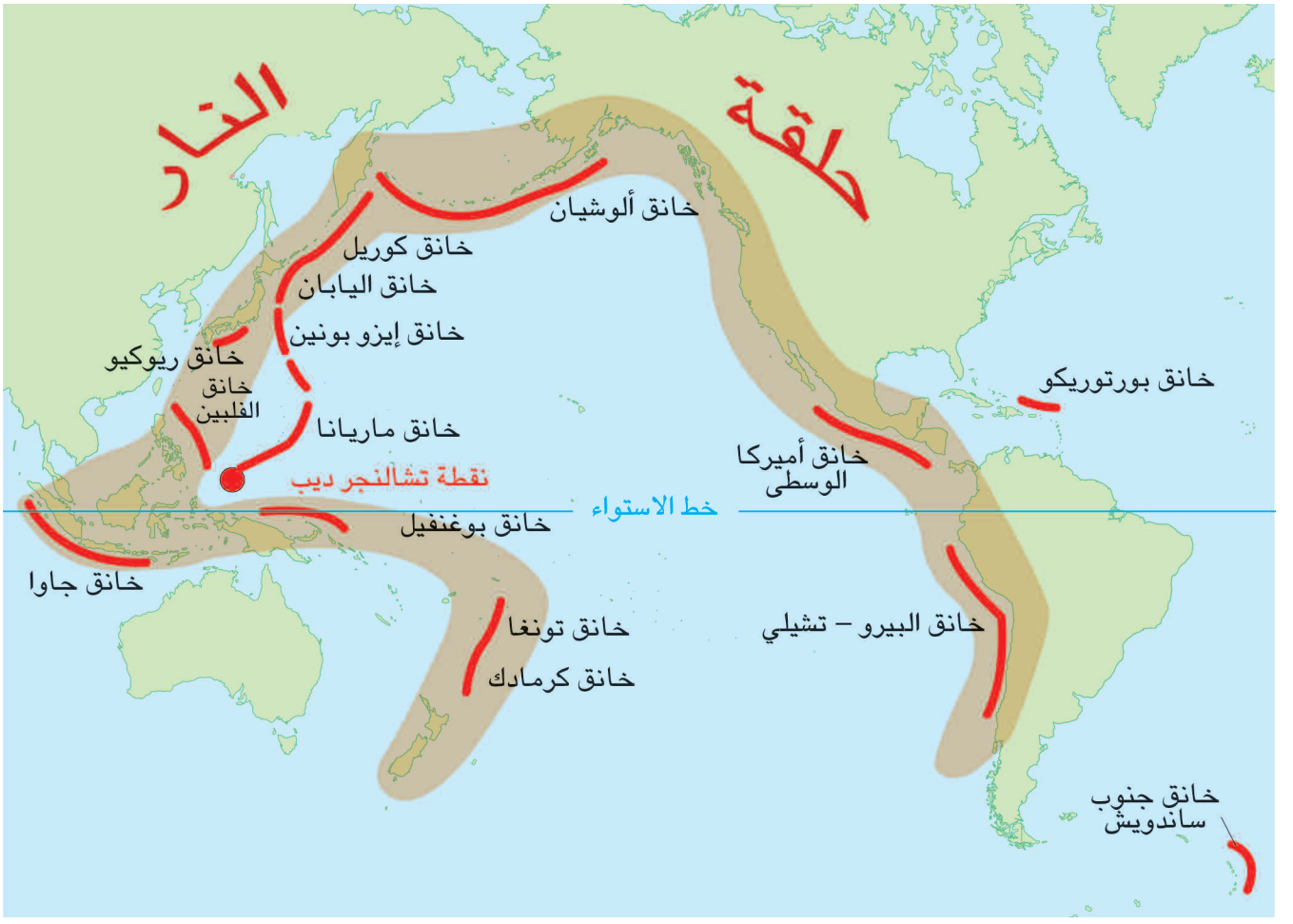
الصُّخورُ الحارَّةُ والمياهُ الحارَّة

تَبْقى معظَمُ الصُّهارَةِ تحتَ سطحِ الأرض، وتتدَفَّقُ على عُمْقٍ كبيرٍ تحتَ الأرض، فتسخِّنُ الصُّخورَ وبِرَكَ الماءِ الجوفيَّةِ التي تُدْعى مَكامِنَ الماء، وعندما تُسَخِّنُ الصُّهارَةُ الماء، يُصبِحُ الماءُ ناقِلَ الطاقَةِ الحراريَّةِ الأرضيَّةِ إلى السَّطْح، وفي بعض الأحيانِ، ينطَلِقُ عَمودٌ من الماءِ الساخِنِ، الذي تحوَّلَ إلى **بُخارِ** ماء، من شَقٍّ في سطحِ الأرض. «تُسمَّى هذه الأعمدة فَوَّارات». هناك قليلٌ من الفَوَّاراتِ في الأرض، ومعظمُها مُتجَمِّعٌ في حُقولِ الفوَّارات، ويشيعُ وجودُ الفَوَّاراتِ في أيْسلَنْدا ونيوزيلَنْدا، والوِلاياتِ المُتَّحِدَة.

الطاقَةُ الحراريَّةُ الأرضيَّة

تأتي الطاقَةُ الحراريَّةُ إلى سطحِ الأرض بطُرُقٍ أخرى أيضاً، توجَدُ الينابيعُ الحارَّةُ حيثُ تتسرَّبُ المياهُ الحارَّةُ من المَكامِنِ الحراريَّةِ الأرضيَّةِ وتتجَمَّعُ في بِرَك، وتَنْتَشِرُ الينابيعُ الحارَّةُ في جميعِ أنحاءِ العالَم. قُدورُ الطينِ مناطقُ من الطينِ الحارِّ الذي يتكوَّنُ عندَما يتسرَّبُ الماءُ الحارُّ عبر الصُّخورِ ويَمْتَصُّهُ الْغرينُ والصَّلْصال.

تتكوّنُ الفَوَّاراتُ عندما يَمْتَزِجُ الماءُ الحارُّ والماءُ البارِدُ تحتَ الأرض، وعندما يَغْلي الماءُ، فإنَّه يُحْدِثُ ضَغْطاً ويَتَفَجَّرُ مثلَ عَمودٍ من البَخار. يَضُمُّ مُتَنَزَّهُ يَلوستون ناشيونال بارك في وايومِنْغ نحو 500 فَوَّارة. وهناك فَوَّاراتٌ أيضاً في ألاسكا، ونيفادا، وكاليفورنيا، وأوريغون.



حَوْلَ العالَم

تتكَوَّنُ قِشْرَةُ الأرض من قِطعٍ كبيرَةٍ تُسمَّى ألواحاً، وهي تتلاءَمُ معاً «مثلَ أُحْجِيَةِ الصُّوَرِ المُقَطَّعَة» تَعومُ هذه الألْواحُ على الصُّهارَةِ، وأفْضَلُ الأماكِنِ التي تُسْتَغَلُّ فيها الطاقَةُ الحراريَّةِ الأرضيَّة هي المناطِقُ التي تكونُ فيها الصُّهارَةُ قريبةً من السَّطْح، مثلَ الأماكِنِ التي يَلْتَقي فيها لَوْحان، حَلْقَةُ النَّارِ مِنْطَقَةٌ تَمْتَدُّ على طولِ حَوافِّ المُحيطِ الهادِئِ حيثُ توجَدُ مَعظمُ البَراكينِ الناشِطَةِ في العالَم. تكونُ الصُّهارَةُ قريبةً من السَّطْح أيضاً حيثُ تنفَصِلُ الألْواحُ بعضُها عن بعض. ومن الأمثلَةِ على هذه المَناطِقِ أيْسلَنْدا، ووادي الصَّدْعِ العظيمِ في أفريقيا، وجنوبِ غربِ الوِلاياتِ المُتَّحِدة. وتضُمُّ البُلْدانُ التي تستخدِمُ معظمَ الطاقَةِ الحراريَّةِ الأرضيَّةِ الوِلاياتِ المُتَّحِدة، ونيوزيلَنْدا، وإيطاليا، وأيْسلَنْدا، والمَكْسيك، والفِلِبِّين، وإنْدونيسيا، واليابان.

يضُمُّ المُحيطُ الهادِئُ العددَ الأكْبَرَ من البراكينِ الناشِطَة، ويُشكِّلُ حَلْقَةً نارِيَّةً حَوْلَ حَوافِّه.

تَوْفيرُ الطاقَة

تجنَّبْ إهْدارَ الطاقَةِ بإطْفاءِ الأنْوارِ والحَواسيبِ عندما لا تكونُ في الغُرْفَةِ أو لا تستَخْدِمُ الحاسوب.

اسْتِخداماتُ الحرارَةِ الأرضيَّة

يُحِبُّ الناسُ الاسْتِفادَةَ من حَرارَةِ الأرض حيثُ تَتَشَكَّلُ بِرَكُ مِياهٍ ساخِنة، ويُمكِنُ اسْتِخدامُ المِياهِ الجَوْفيَّةِ في المَكامِنِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ بصورَةٍ مُباشِرَةٍ في الصِّناعَةِ ولِتَدْفِئَةِ البُيوتِ والشركات. تُحْفَرُ بِئْرٌ في المَكْمَنِ الحَرارِيِّ الأرْضِيِّ ويوصِلُ نِظامٌ من الأنابيبِ والمِضَخَّاتِ الميكانيكِيَّةِ المِياهَ الساخِنَةَ إلى السَّطْح. وبعد ذلك تُعادُ المِياهُ المسْتَخْدَمَةُ إلى البِئْر. تُوَفِّرُ أساليبُ اسْتِخدامِ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ من مِقْدارِ الوَقودِ الأحفورِيِّ المُسْتَخدَمِ للتَّدْفِئَة.

يَسْتَمْتِعُ السابحون في المِيَاهِ النَّظِيفَةِ الدافِئَةِ في البُحَيْرَةِ الشاطِئِيَّةِ الزَّرْقَاء (بْلو لاغُون) في أَيْسلَنْدا. نَشَأَتِ البُحَيْرَةُ الشاطِئِيَّةُ من المِيَاهِ الصادِرَةِ من مَعْمَلِ الطاقَةِ الظاهِرِ في الخَلْفِيَّة، حَيْثُ تُضَخُّ المِيَاهُ من عُمْقٍ يَصِلُ إِلَى 1.6 كِيلومِتْرٍ تحتَ سَطْحِ الأَرْض.

الينابيعُ الحَارَّةُ والاسْتِشْفاء

تتكوَّنُ يَنابيعُ المِياهِ الحارَّةِ حيث تَصِلُ المِياهُ الجَوْفيَّةُ المُسَخَّنَةُ بالحَرارَةِ الأرْضِيَّةِ إلى السَّطْح، وتوجَدُ هذه اليَنابيعُ الخارِجِيَّةُ الدافِئَةُ حتى في أبْرَدِ المُناخات، لكن توجَدُ أكْثَرُ يَنابيعِ المِياهِ الحارَّةِ دِفْئاً في المَناطِقِ البُرْكانِيَّةِ، مثلَ اليابان، تُسمَّى حمَّاماتُ المِياهِ الحارَّةِ أُنْسِنْ، وتَرْجِعُ تقاليدُ الاسْتِحْمامِ في يَنابيعِ المِياهِ الحارَّةِ إلى مِئاتِ السِّنين، يوجَدُ في بيبو، وهي مدينَةٌ في جَنوبِ اليابان، ما يَقْرُبُ من 4000 يُنْبوعِ مِياهٍ حارَّة. ويَزورُ نَحْوَ 12 مِلْيون سائِحٍ هذه الينابيعَ في المدينَةِ كُلَّ عام، ويَعْتَقِدُ كثيرٌ من الأَشْخاص أَنَّ لمياهِ هذه الينابيعِ الحارَّةِ قُدُراتٍ عِلاجيَّة بسَبَبِ ارْتِفاعِ نِسْبَةِ المَعادِنِ في الماء. تَسْتطيعُ المياهُ الحارَّةُ الاحْتِفاظَ بالمَعادِنِ الذائِبَة. وغالِباً ما تُبْنى مُنْتَجَعاتُ الاسْتِشْفاءِ قُرْبَ هذه الينابيع.

تَدْفِئَةُ المُجْتَمَع

باسْتِخْراجِ المِياهِ من مَكامِنَ تَبْلُغُ دَرَجَةُ حَرارَتِها 140° فهرنْهايْت (60° سِلْزيوس) أو أكْثَر، يُمْكِنُ تَدْفِئَةُ البُيوتِ والمَباني الأخرى في المُجْتَمَعِ باسْتِخدامِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ، تُحْفَرُ بِئْرٌ للوَصولِ إلى المَكْمَنِ المائِي، وتُضَخُّ المِياهُ الحارَّةُ عَبْرَ مُبادِلٍ حَراريّ، وذلك لإنشاء نظام تدفئة منطقة بأكملها بالحرارة الأرضية.

المُبادِلُ الحَراريّ

في المُبادِلِ الحَراريّ، تتَّصِلُ الأنابيبُ التي تَنْقُلُ المِياهَ الأرْضِيَّةَ الحارَّةَ بالأنابيبِ التي تَنْقُلُ مِياهَ المدينَة. فتَنْتَقِلُ الحَرارَةُ من الأنابيبِ الحارَّةِ إلى أنابيبِ مِياهِ المَدينَة، ثمَّ تُضَخُّ مِياهُ المَدينَةِ المُسَخَّنَةُ إلى المَباني، حيثُ تُدَفِّئُ الهواء.. تُستَخْدَمُ أنْظِمَةُ تَدْفِئَةِ المَناطِقِ بالحَرارَةِ الأرْضِيَّةِ في فَرَنْسا ، والوِلاياتِ المُتَّحِدَة، وتُرْكيا، وبولَنْدا، وهَنْغاريا، والصين، واليابان. ويوجَدُ أكْبَرُ نِظامٍ في العالَمِ في ريكْيافيك، عاصِمَةِ أيْسلَنْدا، حيثُ تُدَفَّأُ مُعظمُ المَباني بهذه الطَريقَة.

دراسة حالة

شلّالاتُ كلاماث، أوريغون

تَضُمُّ شلّالاتُ كلاماث، في أوريغون، أحَدَ أكْبَرِ أنْظِمَةِ تدْفِئَةِ المَناطِقِ بالحَرارَةِ الأرْضِيَّةِ في الوِلاياتِ المُتَّحِدَة. تَقَعُ آبارُ الإنْتاجِ خارِجَ المدينَةِ مباشَرَة، ويَنْقُلُ أنْبوبٌ طولُهُ 1.6 كيلومِتْرٍ المَاءَ إلى المُبادِلِ الحَراريّ في المَدينَة. وهناك تُدَفَّأُ مِياهُ المدينَةِ، وتُعادُ المِياهُ الحراريَّةُ الأرْضِيَّةُ إلى المَكْمَنِ عَبْرَ بِئْرٍ حاقِنَة، بعدَ ذلك تُضَخُّ مِياهُ المدينَة أيضاً المُسَخَّنَةُ إلى مُبادِلَيْنِ حراريَّيْنِ في مَباني المَدينَة، وتُدَفِّئُ المَدينَةُ بَعْضَ أرْصِفَةِ الشوارِعِ في وَسَطِ المَدينَةِ باسْتِخدامِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة، تَنْقُلُ الأنابيبُ المَدْفونَةُ تحتَ الأرْصِفَةِ الحَرارَةَ وتُذيبُ الثَّلْجَ في الشِّتاء.

تُزَوِّدُ أنابيبُ تَمْتَدُّ 3 كيلومِتراتٍ تحت أرْضِ المَدينَةِ 24 مَبْنى وأرْبَعَ بُيوتٍ زُجاجِيَّةٍ بالمِياهِ الساخِنَة.

المَحاصيلُ الساخِنَة

تُسْتخدَمُ الطاقَةُ الحرارِيَّةُ الأرضيَّةُ أيضاً في الزِّراعَةِ والصناعاتِ الأخرى، ويُستفادُ منها في العالَمِ لتَعْزيزِ الإنْتاجِ الزِّراعيّ، لا سيَّما في الوِلاياتِ المُتَّحِدَة وأيْسلَنْدا. في الأماكن ذاتِ المُناخِ المُعْتدِل، يمكنُ رِيُّ المَحاصيلِ بالمِياهِ الجوفيَّةِ الحارَّةِ. يُعقِّمُ رشُّ الحُقولِ بالمِياهِ الحارَّةِ التُّرْبَةَ، ويُساعِدُ في تجنُّبِ الآفاتِ ومَرَض المَحاصيل. تُسخِّنُ المِياهُ الجَوْفِيَّةُ الحارَّةُ التي تُضخُّ في الأنابيبِ التُّرْبةَ وتُنتِجُ محاصيلَ أفضلَ ومواسِمَ زراعيَّةٍ أطول. وتُستخدَمُ الطاقَةُ الحرارِيَّةُ الأرضيَّةُ أيضاً للمُساعَدَةِ في تَدْفِئَةِ البيوتِ الزُّجاجية. تَحبِسُ البُيوتُ الزُّجاجيةُ حَرارةَ الشمْسِ لكنَّها تحتاجُ إلى مَزيدٍ من الحَرارةِ كي تعملَ بنَجاح. تُستخدَمُ المِياهُ المسخَّنةُ بالحَرارةِ الأرْضِيَّةِ لتدفئةِ الهواء والتُّرْبَةِ في البُيوتِ الزُّجاجيَّة. ويُقدِّرُ بعضُ المُزارعينَ أنَّ الطاقَةَ الحرارِيَّةَ الأرْضيَّةَ تُخفِّضُ 80 بالمئة من تَكاليفِ الوَقودِ المُستخدَمِ لتَدْفِئَةِ البيوتِ الزُّجاجيَّة.

اسْتِخْداماتٌ أخرى

تُستخدمُ الطاقَةُ الحرارِيَّةُ الأرضيَّةُ أيضاً في بعض الصِّناعاتِ والزِّراعةِ المائِيَّة. الزِّراعةُ المائيَّةُ هي زِراعةُ الأسْماكِ والحَيواناتِ المائيَّةِ الأخرى لبَيْعِها. ينمو السمَكُ والحَيَواناتُ الأخرى بِبطْءٍ عادةً في المَواسِمِ الباردَة. تُبقي الطاقَةُ الحَرارِيَّةُ الأرضيَّةُ الماءَ دافِئاً طَوالَ السنة، لذا تَنْمو الحَيواناتُ بسُرعَةٍ أكبر. وتُستخدَمُ الزِّراعةُ المائيَّةُ بالطاقَةِ الحرارِيَّةِ الأرضيَّة في الصين لتربيَةِ السَّمَكِ والقُرَيْدِس ، وفي اليابان لتَرْبيَةِ الأنقليس والتَّماسيحِ الأميركيَّة، وفي غربِ الولايات المُتَّحِدَةِ لتربيَةِ التَّماسيحِ الأميركيَّةِ ومُخْتَلِف أنواع الأسْماك. وتَستخدِمُ الطاقَةَ الحرارِيَّةَ الأرضيَّةَ أيضاً بعضُ الشَّركاتِ التي تجفِّفُ الأغْذِيَة ، أو تَغْسِلُ المَلابِس ، أو تَسْتَخرِجُ الذَّهَبَ أو تَصنَعُ الوَرَق، أو تصبُغُ الثِّياب.

مِضَخَّاتُ الحَرارَةِ الأرْضيَّة

يُمكِنُ أيضاً تَدْفِئَةُ المَباني من دونِ مَكْمَنِ ماءٍ حراريٍّ أرْضيّ. مِضخَّاتُ الحرارَةِ الأرضيَّةِ أنظمةٌ من الأنابيبِ الجَوْفيَّةِ مَوْصولةٌ بمضخَّةٍ حَرارِيَّةٍ تَستخدمُ حَرارةَ الأرض لتَدفِئَةِ المَباني، وكلَّما كان الحفرُ في الأرض أعْمَق، ارتفعت دَرَجةُ الحَرارَة، لا تأتي هذه الحرارَةُ من الحَرارةِ الداخِلِيَّةِ الأرضِيَّة فقط، وإنَّما أيضاً من الطاقَةِ الشمسيَّةِ المَحْبوسَةِ في الأرض. تُدفَنُ أنابيبُ مِضَخَّةِ الحَرارةِ الأرضِيَّةِ في حَلَقاتٍ عميقةٍ تحتَ الأرض، إلى جانبِ مَبْنى أو تحتَه. عند ذلك العُمْقِ تحتَ الأرض، تبقى الحَرارةُ ثابِتَةً تقريباً عند 45 ° – 75° فِهرنْهايْت (7° إلى 24 ° سِلْزيوس). تُسخِّنُ الحَرارةُ سائلاً داخِلَ الأنابيب، ثم يَدخلُ المبنى. يُستخدمُ هذا النظامُ أيضاً للتَّبْريدِ في الصَّيْف. يَمتصُّ السائلُ في الأنابيبِ الحَرارةَ من المَباني في الصَّيْفِ ويَنقُلُها إلى الأرض، ويُوفِّرُ النِّظامُ المِياهَ الساخِنَةَ أيضاً في الصَّيْف.

تَوْفيرُ الطاقَة

اسْتخدِمِ المِياهَ الباردَةَ عند الغَسيلِ بَدَلاً من المِياهِ الدافِئَةِ أو الساخِنَة. فستُوَفِّرُ بذلك الطاقَةَ اللازِمَةَ لتَسْخينِ المِياه.

دراسة حالة

أورورا آيْس ميُوزْيَم، ألاسْكا

في فيربــانْكس، ألاسْــكا، تُســتخدَمُ الطـاقَةُ الحـراريَّةُ الأرضيَّةُ لإبقاءِ فُنْدُقٍ جَليدِيٍّ مَفْتوحاً على مَدارِ السنة. يُسمَّى الفُنْدُقُ مُتْحَفَ الشَّفَقِ الجَليديّ، وهو مَصْنوعٌ من الجَليدِ والثَّلْج. ويَضُمُّ قاعَةً كَبيرة، وصالَة، وتَماثيلَ جَليديَّة، وثُرَيَّاتٍ مَصْنوعَةً من الجَليد. في الصَّيْف، يُمكنُ أن ترتَفِعَ دَرَجةُ الحَرارَةِ في فيربانْكس إلى 90°فِهرِنْهايْت (32°سِلْزيوس)، وهي حَرارَةٌ دافِئَةٌ يُمكِنُ أن تُذيبَ الفُنْدُق. للمُحافَظَةِ على بُرودَةِ الفُنْدُقِ من دونِ دَفْعِ تَكاليفِ الكَهرباء، يَستخدِمُ جِهازٌ يُدعى مبرِّداً امْتِصاصيّاً الحرارة لتوفيرِ الكهرباء للتبريد. وتأتي الحَرارَةُ من الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضيَّة.

استُخدِمَ أكثرُ من 1000 طُنٍّ من الجَليدِ والثَّلْجِ لإنْشاءِ أورورا آيْس ميُوزْيَم.

مَعامِلُ الطاقَة

يُمْكِنُ استِخدامُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضية أيضاً لتَوْليدِ الكَهرباءِ في مَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّة. هناك ثَلاثةُ أنْواعٍ من مَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة: مَعامِلُ بالبُخارُ الجَافّ، والبُخار الفَوْرِيّ، وثُنائيَّةُ الدَّوْرَة. يُستخدَمُ في مَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ البُخارُ أو المِياهُ الساخِنَةُ المُستمدَّةُ من المَكامِنِ لتَوْليدِ الكَهرباء.

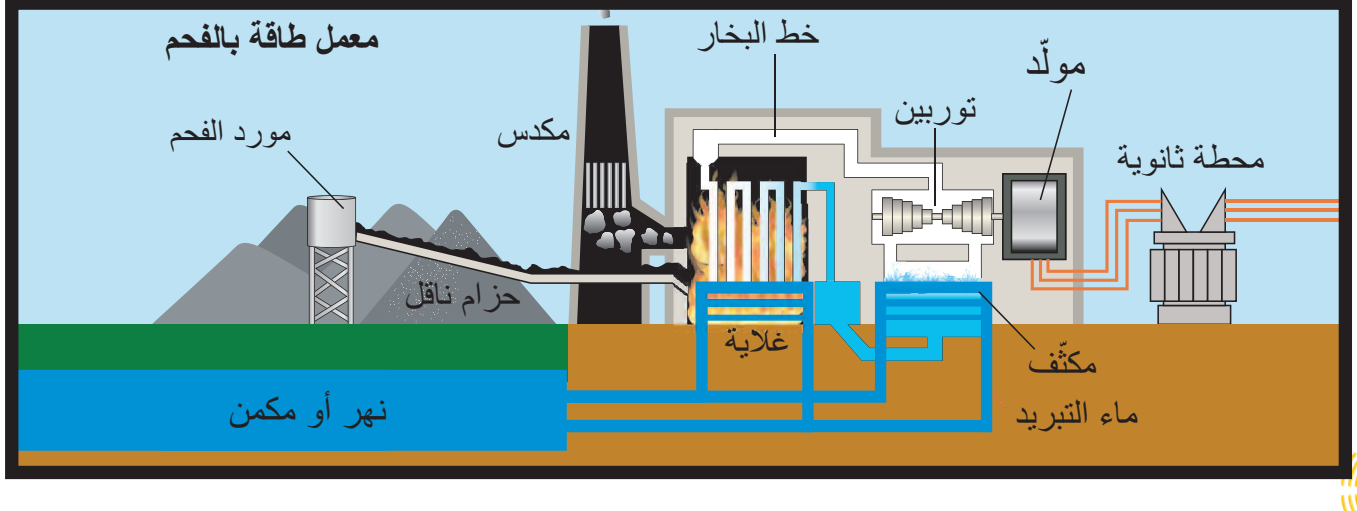
مَعامِلُ الكهرباءِ بالبُخارِ الجافّ

تُبنى مَعامِلُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ بالبُخارِ الجَافِّ حيث توجَدُ حُقولُ البُخار، غير أنَّ حُقولَ البُخارِ نادِرَةً جِدّاً، وهي توجَدُ حيثُ تُحْتَجَزُ المِياهُ المُسخَّنةُ بالصُّهارَةِ تحتَ الصخْرِ وتَتَحوَّلُ إلى بُخار، تُحْفَرُ الآبارُ عبرَ الصَّخْرِ للوُصولِ إلى البُخار، ويستُخرَجُ البُخارُ عبر الأنابيبِ إلى السَّطْحِ حيث يُستخدَمُ لإدارَةِ التوربيناتِ وتَزْويدِ المُولِّدات في مَعامِلِ الكهرباءِ الحَراريَّةِ بالبُخارِ الجَافِّ بالطاقَة، يَتَكَثَّفُ البُخارُ المُستخدمُ فيُصْبِحُ ماءً يُضَخُّ إلى المَكْمَنِ ليُسَخَّنَ ثانِيَة، هناك عددٌ قَليلٌ من الأماكِنِ في العالَمِ حيث يُمكِنُ بِناءُ مَعامِلَ طاقَةٍ كهذه.

تَوْليدُ الكهرباء

لتَوْليدِ الكَهرباء، تُحَوِّلُ مَعامِلُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الطاقَةَ المُتَحرِّكَةَ في غازٍ أو سائِلٍ إلى كَهرباء، تَحْرِقُ مُعظَمُ مَعامِلِ الطاقَةِ اليومَ الفَحْمَ لصُنْعِ البُخارِ الذي يُزَوِّدُ شَفَراتِ التوربينات بالطاقَة، لكنَّ معامِلَ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضيةَ تَستخدِمُ حَرارَةَ الأرْض بَدَلاً من الفَحْمِ كَمَصْدَرٍ للطاقَة.

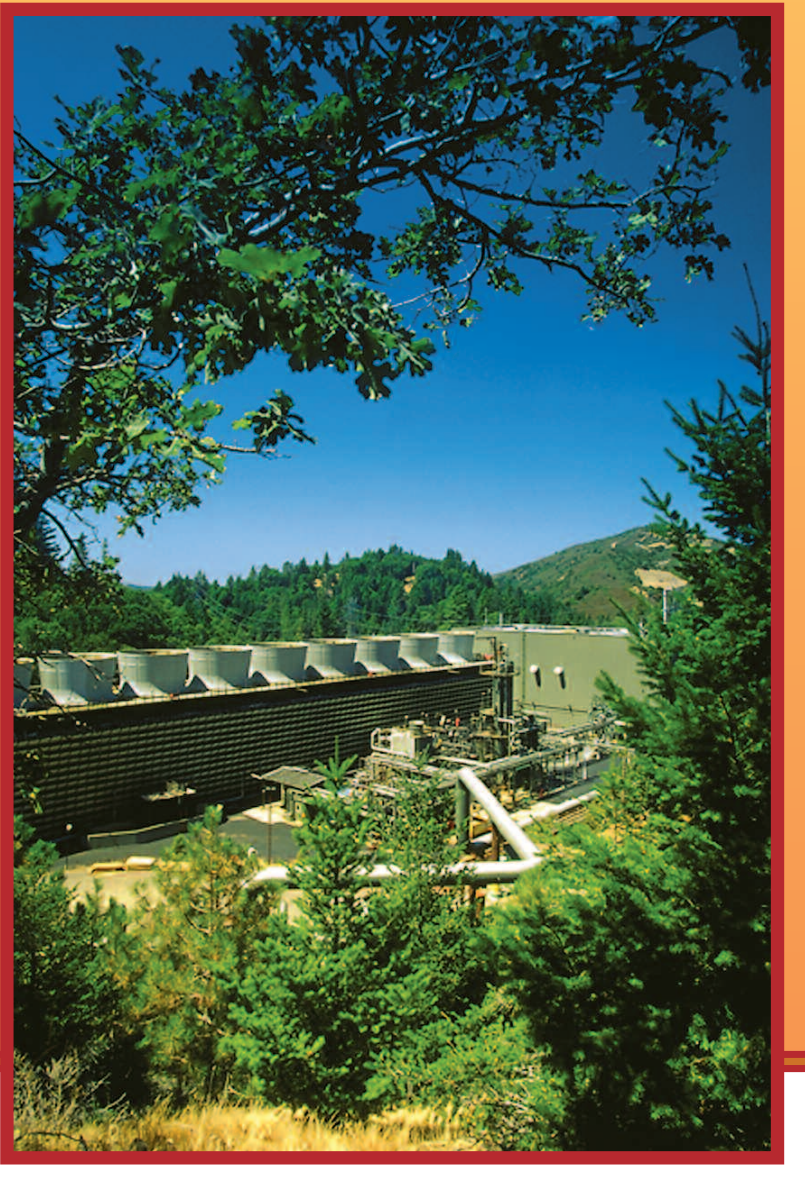
1. **يُزَوِّدُ البُخارُ شَفَراتِ التوربين بالطاقَة.**
2. **يُؤدِّي دَوَرانُ الشَّفَراتُ إلى إدارَةِ ذِراعِ تَدْوير.**
3. **تَتَّصِلُ ذِراعُ التَّدْويرِ بمُولِّدٍ مُحاطٍ بأسْلاكٍ مَلْفوفَة، عندما تَدورُ ذِراعُ التَّدْوير، تُنشِئُ الأسلاكُ مَغْنطيساً كَهربائيّاً يُنتِجُ تَيَّاراً كَهربائياً.**
4. **يُرسَلُ التيَّارُ الكَهربائيُّ أو الكَهرباءُ إلى البيوتِ والشرَكات.**



دراسة حالة

جايزرز، كاليفورنيا

جايْزَرْز حقلٌ بُخارِيٌّ في شَمالِ كاليفورنيا، هناك 21 مَعْمَل كهرباءٍ بالبخارِ الجافِّ تَعمَلُ حاليّاً في جايْزَرْز. بدأ إنتاجُ الطاقَةِ هناك في سنة 1960. وبحُلولِ سنة 1987، أصبحتْ تُزَوِّدُ 1.8 مليون نسمة في المِنطقَةِ بالكَهرباء. واليوم يُزوِّدُ حقلُ جايْزَرْز مِليونَ أُسْرَةٍ بالطاقَة. وقد تَعلَّمَ المُشَغِّلونَ في جايْزَرْز دروساً مُهمَّة تُساعِدُ في اسْتِدامَةِ حُقولِ البُخار. فكثيرٌ من البُخارِ يُفْقَدُ في أبْراجِ التَّبْريدِ في مَعامِلِ الطاقة. لذا حِرصاً على عَدَمِ نَفادِ هذا المَصْدَر، تُنْقَلُ المِياهُ المُستعمَلَةُ المُجَمَّعةُ من المِنْطَقَةِ بعد تَكْريرِها إلى جايْزَرْز وتُضَخُّ في حُقولِ البُخارِ لتَسْخينِها ثانِيَة.



كاليفورْنيا هي أكبرُ مُنْتِجٍ للكَهرباءِ بالطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضيَّةِ بين الوِلايات الأميركيَّة. تُنتِجُ مَعامِلُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ في كاليفورنيا نِصْفَ الكَهرباءِ المولَّدة بالطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضيَّةِ في العالَم.

مَعامِلُ الكهرباءِ بالبُخارِ الفَوْرِيّ

مَعامِلُ الكهرباء بالبُخارِ الفَوْرِيِّ هي الأكثرُ شُيوعاً اليوم. تُستخدَمُ مَعامِلُ الكهرباءِ بالبُخارِ الفَوْرِيِّ الذي تَتَراوَحُ حَرارَتُهُ بين 360° و 700°فِهرنْهايْت (118° و372°سِلْزيوس). يَغْلي الماءُ عادةً ويبدأُ بالتَّحَوُّلِ إلى بُخارٍ عند 212° فِهرنْهايْت (100° سِلْزيوس). وفي بعض الأحْيانِ يُمْكِنُ تَسْخينُهُ على عُمْقٍ كبيرٍ تحتَ الأرض دونَ أن يَتَحَوَّلَ إلى بُخار. وبَدَلاً من ذلك تُواصِلُ حَرارَةُ الماءِ الارْتِفاعَ إلى أن تُصبحَ فائِقَةَ الحَرارَة. يُضَخُّ الماءُ فائقُ الحَرارَةِ إلى السَّطْح، ويُرشُّ في خَزّانِ البُخارِ الفَوْرِيِّ المُنْخَفِضِ الضَّغْط، حيثُ يَتَحَوَّلُ بعضُ الماءِ إلى بُخارٍ بِسُرْعَة، يُزَوِّدُ البُخارُ التوربينَ في المَعمَلِ بالطاقَة، ويُعادُ ما تَبَقَّى من الماءِ إلى البِئْر.

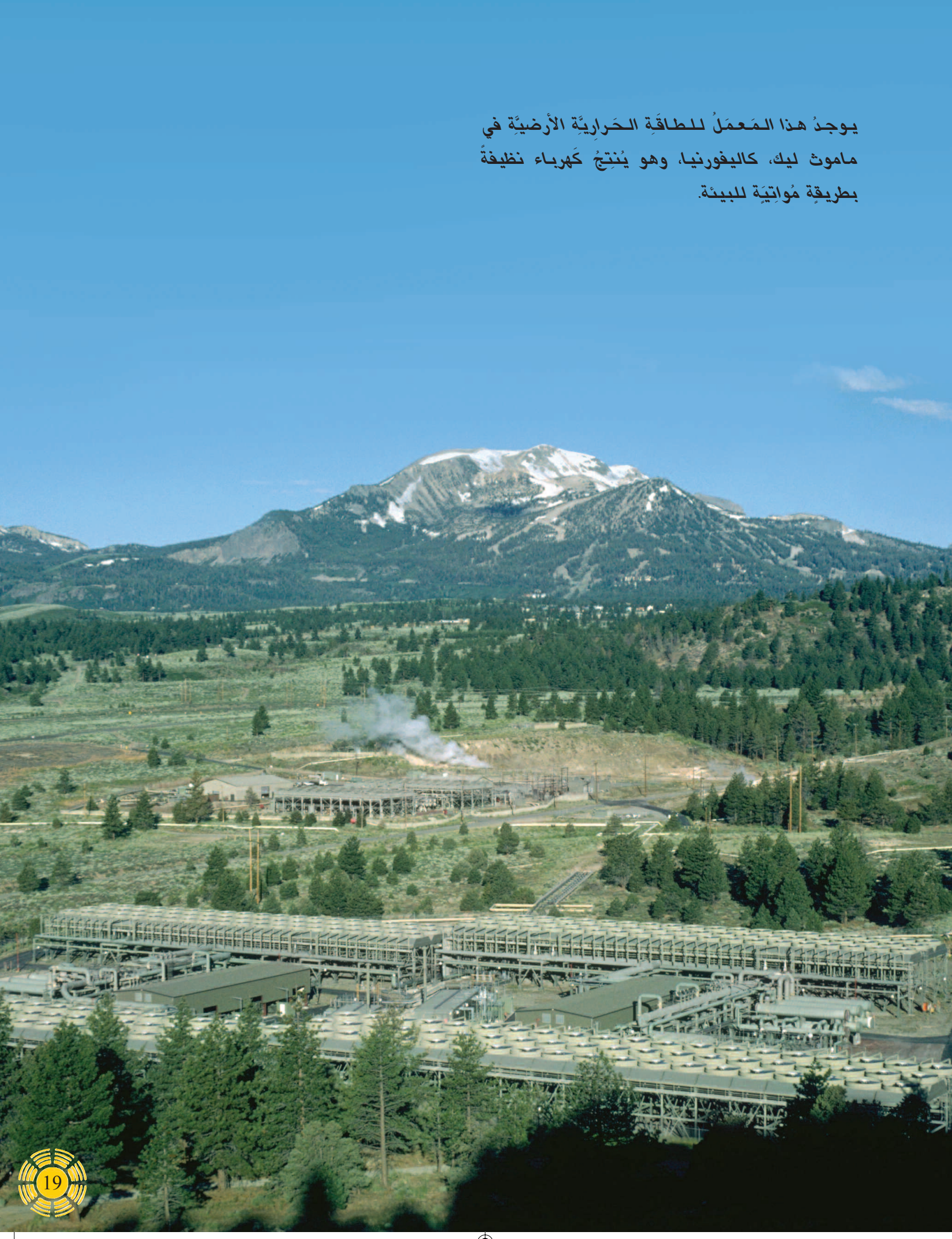
مَعامِلُ الكهرباءُ ثنائِيَّة الدَّوْرَةِ

في مَعامِلِ الكهرباءِ ثُّنائيَّةِ الدَّوْرَةِ ، تُنقَلُ الطاقَةُ الحراريَّةُ الأرضيَّةُ إلى سائِلٍ ثانويّ، أو ثُنائِيّ. للسائِلِ الثنائيِّ درجَةُ غليانٍ أقَلَّ كثيراً من دَرَجَةِ غَلَيانِ الماء، ما يعني أنَّه يَحتاجُ إلى دَرَجَةِ حَرارَةٍ أقَلَّ بكثيرٍ لإنتاجِ البُخار. من الأمثلةِ على السوائلِ الثنائِيَّةِ الأيْزوبوتان والأيْزوبِنْتان. تَستخدمُ مَعامِلُ الكهرباء ثُّنائيَّةُ الدَّوْرَةِ مَكامِنَ ماءٍ مُنْخَفِضَةِ الحَرارَة. تَبلُغُ دَرَجَةُ حَرارَتِها ما بين 100°و300° فِهرنْهايْت (38 و148 سِلْزيوس). تُخرِجُ الآبارُ المَحْفورَةُ في المَكامِنِ الماءَ الدافِئَ إلى السَّطْح، حيثُ يمرُّ عبر مُبادِلٍ حَرارِيّ. وفي المُبادِلِ الحَرارِيِّ يُسخَّنُ السائلُ الثنائيُّ ويُنقلُ إلى خَزّانٍ مُنفَصِلٍ ليُحوَّلَ إلى بُخار. وبعدَ إدارةِ التوربين، يُبَرَّدُ السائلُ الثنائيُّ ويُعادُ اسْتِعمالُه.

تَوْفيرُ الطاقَة

لخَفْض اسْتِخدامِ الكَهرباء، أطْفِئِ الحَواسيب، وأجْهِزَةِ التِّلِفزيون، وأجْهِزةِ الأقْراص المُدْمَجَة، وأجْهِزَةِ ألعابِ الفيديو كلَّما فَرَغْتَ من اسْتِعْمالِها.

يوجدُ هذا المَعمَلُ للطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرضيَّةِ في ماموث ليك، كاليفورنيا، وهو يُنتِجُ كَهرباء نظيفةً بطريقةٍ مُواتِيَةٍ للبيئة.



تاريخُ الحَرارةِ الأرْضِيَّة

لم تُستخدَمُ الطاقَةُ الحَرارِيَّةُ الأرضيَّةُ لتَوْليدِ الكَهْرَباءِ إلا منذُ 100 عام، لكنَّ لاستخدامِ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ مُباشَرَةً تاريخٌ أطولَ من ذلك بكثير.

اليَنابيعُ المُقَدَّسة

استخدم سُكّانُ أميركا الشَّماليَّةِ الأصليُّونَ الينابيعَ الحارَّةَ في جَنوبِ غَربِ الوِلاياتِ المُتَّحِدَةِ قبلَ مئاتِ السِّنينِ من قُدومِ الأوروبيِّين، ولم يتقاتَلوا يوماً عندَ الينابيعِ الحارَّةِ في كاليستوغا، كاليفورنيا، لاعتقادهم بأنّ المِنطقَةَ المحيطَةَ بالينابيعِ الحارَّةِ مقدَّسَة. وقد بنى هُنودُ الوابو بُيوتاً للتعرقُ من أجلِ الاحْتِفالاتِ فوقَ البُخارِ المُتَسَرِّبِ من فُتْحاتِ البُخار. وهي ثقوبٌ يخرُجُ منها البُخارُ أو غازاتٌ أخرى.

حَمَّاماتُ الاسْتِشْفاء

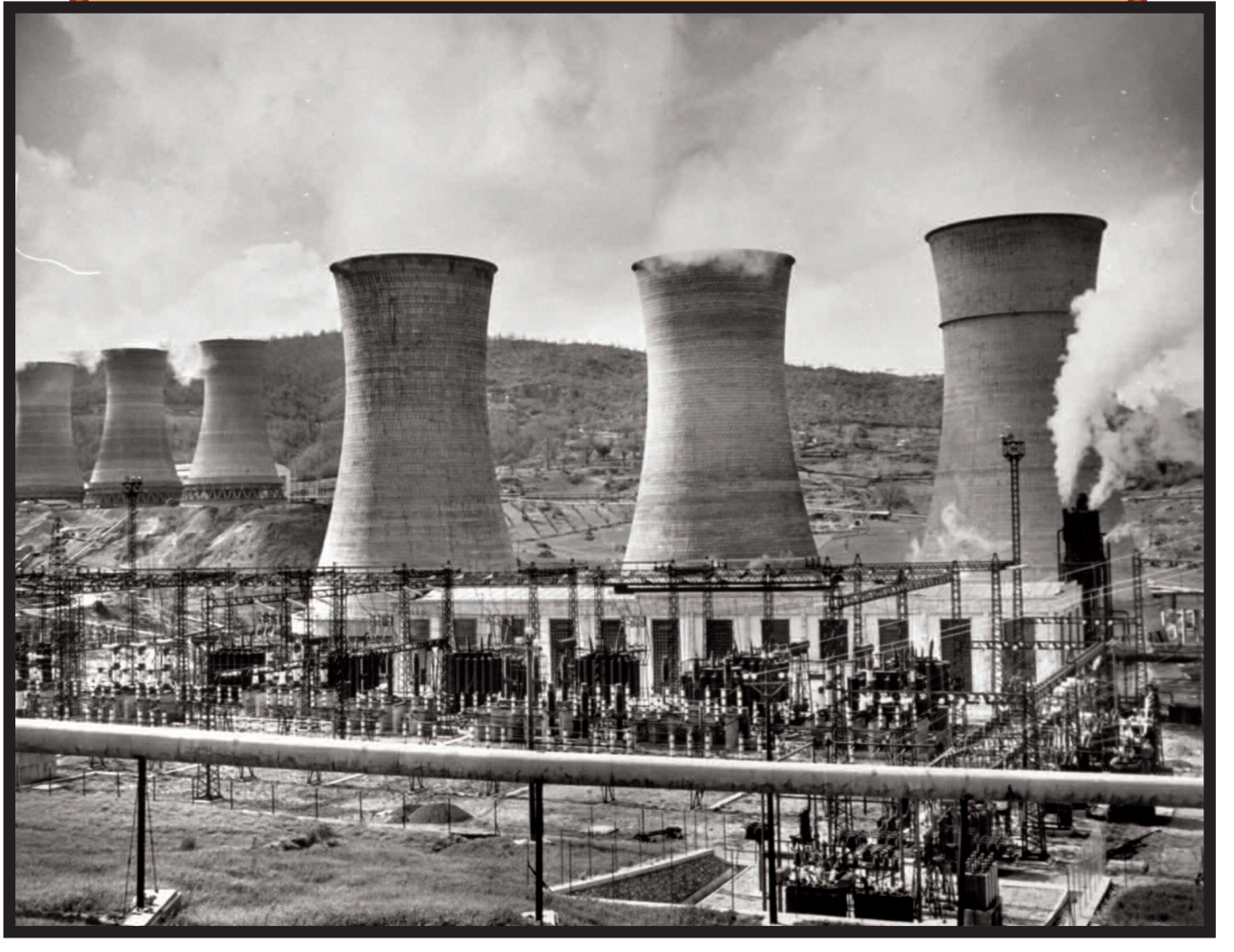
عِلْمُ الحمَّاماتِ هو عِلْمُ استخدامِ مِياهِ الَينابيعِ المَعدِنيَّةِ للاسْتِشْفاء. يعتقدُ بعضُ الأشخاص أنَّ مِياهَ اليَنابيعِ استُخدِمَتْ للاسْتِشْفاءِ في آسيا منذُ أكثرَ من 5000 سنة. في اليابان، تشكِّلُ اليَنابيعُ الحارَّة (الأُنْسِن) جزءاً مُهِمّاً من الثقافَة، حيثُ تُستخدمُ للاسْتِشْفاء. وتُسْتَمدُّ هذه القُدرةُ الشفائيَّةُ من المَعادِنِ الذائبةِ في المياهِ الحارَّة. وكانَ يُبْنى في بَعض الأحْيانِ نُزُلاً، يُدعى ريوكان، حولَ الينابيعِ الحارَّة، كما كان القادَةُ العسكريونَ اليابانيون، الشوغان، يحِبُّونَ زِيارَتَها والاستِمتاعَ بحمَّاماتها الساخِنَة. وهناك حمَّاماتٌ عامَّة مُنْفَصِلَةٌ للرِّجال والنساء. ويُفيدُ الغَطسُ في الأُنْسِن في تفْريجِ الآلام والأوْجاعِ وشِفاءِ الأمْراض.

تَغْطِسُ النساءُ في اليَنابيعِ الحَارَّةِ العموميَّةِ، تسمَّى أُنْسِن. ويُقال إنَّ الأُنْسِن مفيدٌ للصحَّة.

دراسة حالة

لارْدِرِلّو، إيطاليا

استُخدِمتِ الينابيعُ الحارَّةُ في توسْكانيا، إيطاليا، منذُ أيام الرُّومان. في سنةِ 1904، أظْهرَ عالِمٌ إيطاليٌّ يُدعى الأمير بيارو جينوري كونتي (Piero Ginori Conti) أنَّه يُمكنُ اسْتخدامُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ لتَوْليدِ الكَهرباءِ عندما اسْتَخدمَ البُخارَ لتزويدِ مِصباحٍ بالكَهرباء. وفي سنة 1913، بُنِيَ أوَّلُ مَعملِ طاقَةٍ حَراريَّةٍ أرضيَّةٍ في مِنْطَقَةٍ تُدْعى "دِفِلْز فالي" (أرْضُ الشَّيْطان) بسبب البُخارِ المُنبَعِثِ من فُتْحاتٍ في الأرْض. وبحلولِ سنة 1943، أصبحَ مَعْمَلُ الطاقَةِ بالبُخارِ الجافِّ في لارْدِرِلُّو يولِّدُ الكَهرباءِ لنحوِ 130،000 مَنْزِل. وقد دُمِّرَ تماماً في الحربِ العالميَّةِ الثانيةِ وأُعيدَ بِناؤُه، ولا يزالُ مَعمَلُ الطاقَةِ في لارْدِرِلُّو يُوَلِّدُ الكَهرباءَ حتى اليوم.



الرُّومان

استَخدَمَ الرُّومانُ الطاقَةَ الحَرارِيَّةَ الأرْضِيَّةَ للاسْتِحمامِ في المِياهِ الحارَّة، والاسْتِشفاء، ومُعالجَةِ أمْراض العَيْن والجِلْد. وفي بومْبيّي، وهي مَدينةٌ تَقَعُ اليومَ في جَنوبِ شَرقِ إيطاليا، كانَتْ مِياهُ الَينابيعِ الحارَّةِ تُضَخُّ إلى البُيوتِ للتدفِئَة، وقد بُنِيَتْ بومْبيّي أسْفَلَ بُرْكانٍ يُدعى جبلَ فيسوف. وفي سنة 79 ميلاديَّة، ثارَ هذا البُركانُ فدمَّرَ المَدينةَ وقَضى على سُكّانِها، عندما وسَّعَ الرُّومانُ إمْبَراطوريَّتَهم، نَشروا عادَةَ الحَمَّاماتِ العامَّة، وفي سنة 43 ميلادية، غزا الرُّومانُ إنجلترا وعَثَروا على اليُنْبوعِ الحارِّ الوَحيدِ في البِلاد. فبَنَوْا هناك مَعْبداً وحمَّاماً عامّاً. وهو اليومُ موقِعُ مَدينةِ باث (حمَّام).

تَزْويدُ الغَرْبِ بالطاقَة

كانَ اسْتِخدامُ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ مَشهوراً في الوِلاياتِ المُتَّحِدَةِ قبلَ بَناءِ أوَّلَ مَعمَلٍ للطاقَةِ هناك في سنةِ 1921. فقد أُنشِئَ في بواز، أيْداهو، أوَّلُ نِظامٍ لتدفِئَةِ المَناطِقِ في الوِلاياتِ المُتَّحِدَةِ في سنة 1892. كانتْ المِياهُ الساخِنَةُ تُجر من الَينابيعِ الحَارَّةِ المُجاوَرَةِ إلى المَدينةِ لتدفِئَةِ البُيوتِ والمَكاتِب. وفي سنة 1852، بُنِيَ مُنْتَجعٌ اسْتِشْفائِيٌّ في جايْزَرْز، كاليفورنيا، وقد زارتْهُ شخصيَّاتٌ أميركِيَّة شَهيرة، مثلَ الكاتِبِ مارْك توَيْن (Mark Twain) والرئيس تُيودور روزْفِلْت (Theodore Roosevelt). وعندما بَنى جون غرانت (John D. Grant) أوَّل معَملِ طاقَةٍ حَرارِيَّةٍ أرْضيَّةٍ في الوِلاياتِ المُتَّحِدَة، كان ذلك لتَوْليدِ الكَهرباءِ لمُنْتَجعٍ في جايْزَرْز. وفي سنة 1960، وسَّعتْ شَرِكَةُ باسيفيك للغازِ والكَهرباء إنْتاجَ الكَهرباءِ في جايْزَرْز.

اسِتَخدمَ شَعْبُ المَاوْري، وهم من السُكّانِ الأصليّينَ في نيوزيلندا، الَينابيعَ الحارَّة كمَصدَرِ حرارَة للطَّبْخ.

أزمة النّفط

على الرُّغمِ من التقدُّمِ في الطاقةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة، فقد كانتْ أنْواع الوقود الأُحْفورِيِّ مَصدرَ الطاقةِ الأرْخَصَ ثَمَناً والأكثرَ وَفْرَة. في السبعينيَّات (1970)، كان الوَقودُ الأُحْفورِيُّ يَلبِّي احْتِياجاتِ العديدِ من البُلْدانِ إلى الكَهرباء. لكن حَدَثَ نَقْصٌ في النِّفْطِ في سنةِ 1973 في الوِلاياتِ المُتَّحِدَةِ واليابان وأوروبا، فبدأتِ الحُكوماتُ البَحْثَ عن مَصادِرَ طاقَةٍ بديلَة، بما في ذلك الطاقةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة. وعندما أصبحَ الوَقود الأُحْفورِيُّ أكثرَ تَوافُراً في الثمانينيَّات (1980)، تَراجَعَ تَمْويلُ أبْحاثِ الطاقةِ الحَراريَّةِ الأرضِيَّة، وكذلك اهْتِمامُ الناس بها، اليوم، أدْرَكَ الناسُ الضَّرَرَ البيئيَّ الذي يُسبِّبُهُ إحراقُ الوَقودِ الأُحْفورِيّ، ما رفعَ الاهْتِمامَ بالطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضِيَّةِ ثانيةً.

أثناء أزمَةِ النِّفْطِ في السبعينيَّات (1970)، نَفِدَ البنزينُ من العديدُ من مَحطَّاتِ الوَقود. وقد نَتَجَ النَّقْصُ بسببِ امْتِناعِ بعضِ البُلْدانِ المُنْتِجةِ للنِّفْطِ عن بَيْعِ النِّفْطِ إلى أوروبا وأميركا الشَّماليَة واليابان.

المُحافظةُ على البيئَة

يمكن اسْتِكرارُ (إعادة تَدْوير) العديدِ من الحاوياتِ والموادَّ اليوم. ومن السَّهْلِ مَعْرِفَةُ إذا كان المُنتَجُ قابلاً للاسْتِكْرار. يوجدُ على كثيرٍ من أنواع البلاستيك رَمْزٌ يُشيرُ إلى الاسْتِكرار. كما يُشارُ بوضوحٍ إلى المُنْتَجاتِ التي استُكْرِرَتْ ليعلمَ الزَّبائنُ أنَّهم يَشترونَ مَوادَّ اسْتَخْدَمَتْ طاقَةً ومَواردَ أقلَّ من سَواها لإنْتاجِها.

الجِدالُ الكبير

هناك مَزايا وعُيوبٌ لجَميعِ مَصادِرِ الطاقَة، مَصادِرُ الطاقَةِ البَديلَةِ أقلُّ إضْراراً بالبيئَةِ من الوَقودِ الأُحْفوريّ، لكنَّها ليستْ كامِلَة، فالطاقَةُ الشَّمْسيَّةُ وطاقَةُ الرِّياحِ، على سبيلِ المِثال، مُتَقَطِّعتان، أي أنَّهما لا تَعْمَلانِ إلاَّ عندما تَشِعُّ الشَّمْسُ وتَهُبُّ الرِّياح، غير أنَّ اسْتِخدامَ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ يُولِّدُ الكَهرباءَ طَوالَ الوَقت تقريباً (98 بالمئة من الوقت).

التَّكْلِفَة

من أكبرِ عُيوبِ اسْتِخدامِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضيَّةِ مِقدارُ الوَقتِ والمالِ اللازِمَيْنِ لإيجادِ مَكانٍ مُلائمٍ للحَفْرِ لاسْتِخراجِ حَرارَةِ الأرض. فقبلَ إقامَةِ مَعمَلِ طاقَةٍ حراريةٍ أرضيَةٍ، يَجِبُ حَفْرُ آبارٍ في المَكامِن. بعضُ المَكامِنِ قريبٌ من السَّطْح، لكنَّ بعضَها الآخَرَ مَوْجودٌ على عُمقٍ سحيق. يقوم الجيولوجيُّونَ أوَّلاً بتَحْليلِ الخَرائطِ والبَياناتِ الأخرى لتَحْديدِ إذا كانتِ المِنْطقةُ مُلائمةً لحَفْرِ البِئْر. بعد ذلك يُحْفَرُ ثقبٌ عَميقٌ وضيِّقٌ للحصولِ على عيِّنَةٍ من الصَّخْرِ لاخْتِبارِها. وتُحْفَرُ بِئْرٌ للإنتاجِ إذا أظهَرَ الاخْتِبارُ أنَّ المَوْقِعَ يُمكنُ أن يُنْتِجَ طاقَةً حراريَّةً أرضيَّة، ربَّما تَبلُغُ تَكلِفَةُ حَفْرِ بئرِ الإنتاجِ مِلْيونَ دولارٍ أو أكثر. ويجبُ بِناءُ مَعملِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضيَّةِ فوقَ البِئْرِ إذ لا يُمكنُ نقلُ البُخارِ مَسافاتٍ طَويلة، توجدُ العَديدُ من مَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضيَّةِ في مَناطِقَ نائيّة، ويجبُ مدُّ خُطوطِ الطاقَةِ المُكْلِفَةِ وصِيانَتُها لتَصلَ الكَهرباءُ إلى الزَّبائن. لكن عندما تُبنى مَعامِلُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرضيَّة، فإنَّها تَدومُ سنيناً طويلة ولا تكلِّفُ صِيانَتُها كثيراً.

تُسْتَخدَمُ حفَّاراتٌ كبيرةٌ لحَفْرِ آبارِ الإنْتاج. وربَّما زادَ عُمقُ الآبارِ على 3 كيلومترات.

الضَّمانَة

من مزايا الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرضيَّةِ أنَّ تَكْلِفَةَ الكَهرباءِ تبقى ثابتةً متى أُقيمَ مَعمَلُ الطاقَةِ الحرارِيَّةِ الأرضيَّةِ واشْتَغَل، فهذا المَصدَرُ للطاقَةِ لا يُباعُ ولا يُشترى ولا حاجَةَ إلى شِرائِهِ من بُلْدانٍ أخرى، خلافاً للوَقودِ الأُحفورِيّ، كما أن مَعامِلَ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضيَّةِ لا تَتَأثَّرُ بالطَّقْسِ أو الكَوارِث، ويَمكنُ أن تعملَ 24 ساعَةً في اليومِ لمدَّةِ سَبْعَةِ أيَّامٍ في الأسبوعِ إذا أُديرَتْ جيِّداً.

الانْبِعاثات

الطاقَةُ الحَراريَّةُ الأرْضيَّةُ مَصدَرٌ أخْضَر للطاقَة، فبُخارُ الماءِ هو أهمُّ ما يَنْبَعثُ منها، كما تُطْلِقُ مَعامِلُ الكهرباء بالبُخارِ الجَافِّ والبُخارِ الفَوْرِيِّ كَمِّيَّاتٍ ضَئيلةٍ من ثاني أُكْسيدِ الكَرْبونِ وأُكْسيدِ النِتريك، والكِبْريت، لكنَّ ثاني أُكْسيدِ الكَرْبونِ الذي تُصدرهُ أقلَّ بكثيرٍ ممَّا تُصْدِرُهُ مَعامِلُ الطاقَةِ التي تَعمَلُ بالفَحْم. الكِبريتُ هو الغازُ الذي يجعلُ رائِحَةَ المِنْطَقَةِ المُحيطَةِ بمَعامِلِ الطاقَةِ تُشبِهُ رائحَةَ البَيْض العَفِن. ولا تُصدِرُ مَعامِلُ الكهرباءِ ثنائيَّةَ الدَّوْرَةِ أيَّ انْبِعاثات.

يَعملُ كثيرٌ من الأشخاص في أميركا الشَّماليَّةِ وأوروبا من أجلِ تقليلِ الاعْتِمادِ على مَوارِدِ النَّفْطِ الخارجيَّة.

دراسة حالة

كينْيا، أفْريقْيا

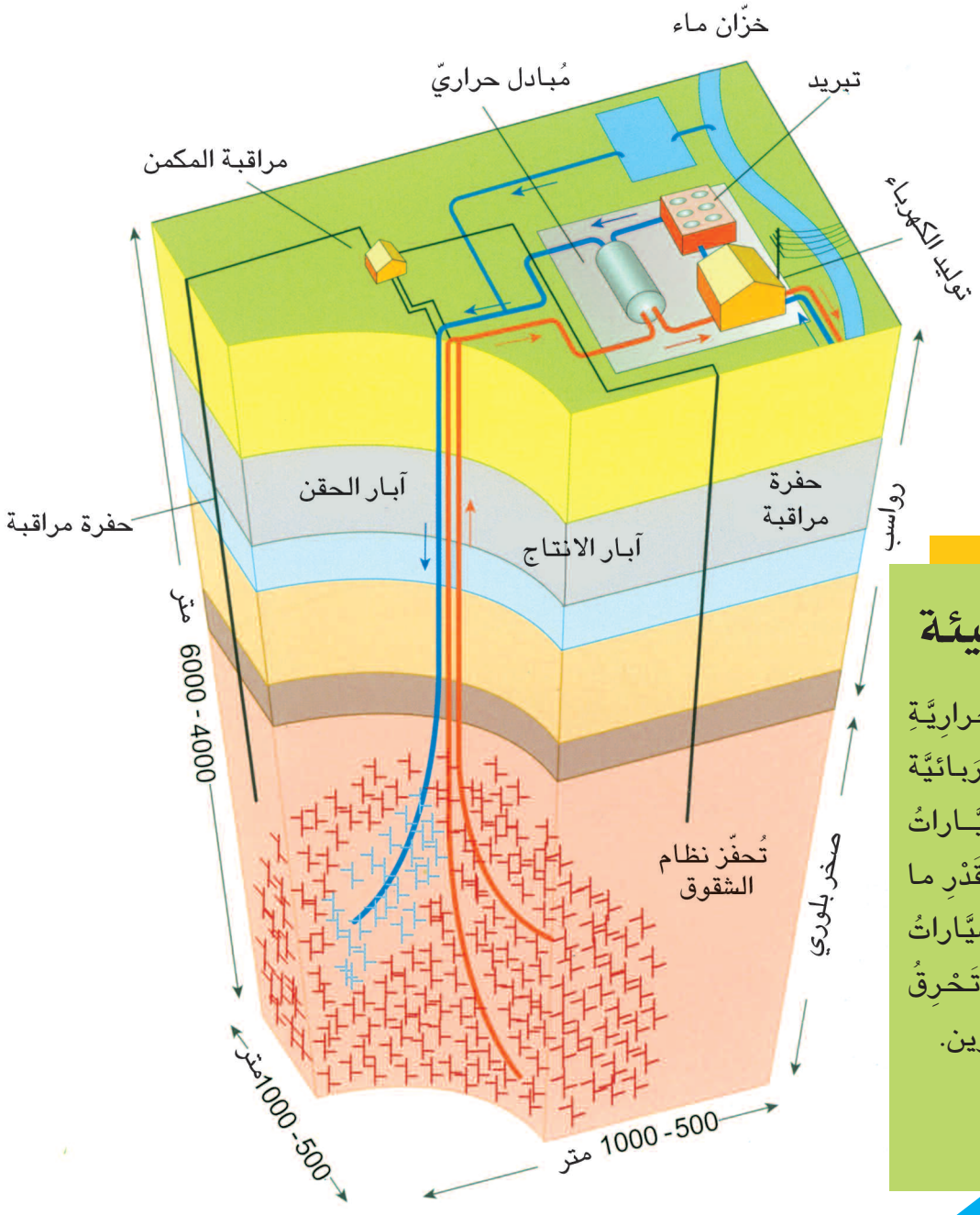
كثيرٌ من الأماكِنِ في أفْريقْيا مَواقِعُ مُحْتَمَلَةٌ لإنتاجِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة. في كينيا، وهي بَلَدٌ في شَرقِ أفريقيا، يَشتغِلُ مَعمَلُ أُلْكاريا للطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ منذ الثمانينيَّات (1980). وهو أكبرُ مَعْمَلٍ من نَوْعِهِ في أفريقيا. لا يَحْظى سوى 15 بالمئة من الكينيِّينَ بالكَهْرَباءِ في الوقتِ الحاليّ، لكن بِتَوْسيعِ إنتاجِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة، يُقدَّرُ أن تُنْتِجَ الطاقَةُ الحَراريَّةُ الأرضيَّةُ كلَّ الكَهرَباءِ التي يَحتاجُ إليها سُكَّانُ كينيا البالغُ عدَدُهُم 34 مليونَ نَسَمَة، غيرَ أنَّ البَلَدَ يَفْتقرُ للأموالِ التي تُمكِّنُهُ من تَحْقيقِ ذلك.

يمتدُّ وادي الصَّدْعِ العظيمِ عبرَ كينيا. وقد تكوَّنَ قبلَ ملايينِ السَّنينِ عندما انْشَقَّتْ قِشْرَةُ الأرْض. توجَدُ الصُّهارَةُ على مَقْرُبَةٍ من سَطْحِ الأرْض في وادي الصَّدْعِ العظيم، لذا فإنَّ إمْكانيَّةَ اسْتِغلالِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ مُرْتَفِعَةٌ في هذه المِنطَقَة.

إدارَةُ المَوارِد

تَسْتَخدِمُ مَعامِلُ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضيَّةِ الماء. لكن في حين تَتَوافَرُ حَرارَةُ الأرْض على الدوام، فإنَّه يجبُ إدارةُ المِياهِ بعنايَةٍ وإعادَتُها إلى الأرْض بعد اسْتِخدامِها. بعضُ الماءِ يُفْقَدُ في الهَواءِ على شكلِ بُخار ماء. وفي بعض الأماكن، ومنها كاليفورينا، تُسْتَخدمُ المِياهُ المُسْتَعملَةُ المُعالَجَةُ لإعادةِ مَلْءِ مَكْمَنِ الماء. مَعامِلُ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ صغيرةٌ لا تتطلَّبُ مِساحاتٍ كبيرةً مثل مَعامِلِ الطاقَةِ الأخرى، لكن يجبُ حَفْرُ كثيرٍ من الآبار. وفي بعض الأماكنِ المُحيطَةِ بمَعامِلِ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيّة، يَخْشى الناسُ أن تُخسَفَ الأرْض إذا استُخرِجَ كثيرٌ من الماءِ أو البُخارِ من باطِنِ الأرْض.

يُبيِّنُ الشكلُ (إلى اليسار) تَصميمَ مَعمَلِ طاقَةٍ حَرارِيّةٍ أرْضِيٍّ نَموذَجِيّ. تُحْفَرُ الآبارُ في الأرْض لاسْتِخراجِ الحَرارَةِ من تحتِ السَّطْح.



المحافظة على البيئة

يُمكِنُ اسْتِخدامُ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ لتَزْويدِ السيَّاراتِ الكَهْرَبائيَّةِ بالطاقَة. لا تُطْلِقُ السيَّاراتُ الكهربائية انْبِعاثاتٍ بقَدْرِ ما تُطْلِقُهُ السيَّاراتُ التي تَحْرِقُ البِنْزين.

طاقَةُ المُستَقبَل

يتطلَّبُ جعلُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ مَصدَرَ الطاقَةِ الرئيسيَّ في المُستقبَلِ الكثيرَ من الاسْتِثمارِ في الوَقْتِ والمال. يَجِبُ تَطْويرُ التِّكْنولوجيا ، وتَوْعيةُ الناس وتَثْقيفُهم. في غضونِ ذلك، يَستطيعُ الناسُ في جَميعِ أنْحاءِ العالَم، وبِخاصَّةٍ في البُلْدانِ الصناعيَّة مثلَ الولايات المُتَّحَدَةِ وكَنَدا والصين والبُلدانِ الأوروبيَّة، فعلَ الكثيرِ لتَقْليلِ مِقْدارِ الطاقَةِ التي يَسْتَخدمونَها يوميّاً.

الحَوافِز

يُنتجُ اليومَ نحوَ 9000 ميغا واط من الكَهْرَباءِ من مَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ في 21 بلداً في جميعِ أنْحاءِ العالَم، تتقدَّمُها الولاياتُ المُتَّحِدَة. لكنَّ المُنافَسَةَ من مَصادِرِ الطاقَةِ الأخرى والتخْفيضاتِ التي طَرَأتْ مُؤخَّراً على التَّمْويلِ الحُكومِيِّ قد توقِفُ تَطْويرَ مَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة. وفي بعض البُلْدان، تُقدِّمُ الحُكوماتُ حَوافِز، مثل الخصوماتِ الضريبيَّةِ لتَشجيعِ الناس والشركاتِ على اسْتِخدامِ مَصادِرِ الطاقَةِ البَديلَة. والحافزُ يعني المُكافأةُ على القِيامِ بشيْءٍ ما.

المَصادِرُ البَديلَة

تُلزِمُ بعضُ الولاياتِ الأميركيَّةِ شَركاتِ الكَهرَباءِ بإنتاجِ مِقْدارٍ مُحدَّدٍ من الكَهْرَباء من مَصادِرَ بَديلَة. الطاقَةُ الحَراريَّةُ الأرْضِيَّةُ خَيارٌ جَيِّدٌ في الولاياتِ الغَرْبِيَّة. ويَعتقدُ خُبراءُ الطاقَةِ أنَّ هناك إمكاناتٍ هائلةٍ للطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة. ويقدِّرونَ أن مونْتانا، على سَبيلِ المِثال، تَضُمُّ أكثرَ من 64,750 كيلومترٍ مربَّعٍ من المَواقِعِ المُحْتَمَلَة.

مَواقِعُ الاسْتِخْراج

بعضُ المَواقِعِ مُلائِمَةٌ أكثرَ من غَيْرِها لاسْتِخْراجِ حَرارَةِ الأرْض. لكنَّ العُثورَ على أفْضَلِ المَواقِعِ مُكْلِف. تُطوَّرُ حاليّاً تِقْنِيَّةٍ جديدة لتَقْييمِ المَواقِعِ قبلَ الحَفْر. وتَشْمُلُ هذه التِّقْنِيَّاتُ أدَواتِ وَضْعِ نَماذِجَ أفْضَلَ للحَواسيبِ وحَفَّاراتٍ أفْضَلَ تُتيحُ حَفْرَ آبارٍ أكثرَ عُمْقاً. إذا كانَتِ الطاقَةُ الحَراريَّةُ الأرْضِيَّةُ موجودةً على عُمْقٍ كبيرٍ تحتَ السَّطْح، يَجِبُ حَفْرُ آبارٍ عَميقَة. يكونُ مُعظمُ الصخْرِ على عُمْقٍ 8-16 كيلومِتْراً تحتَ السَّطْحِ حارٌّ بالقَدْرِ الكافي الذي يُتيحُ تَوْليدَ الكَهْرَباء. عند ضَخِّ الماءِ في الآبارِ لإنْشاءِ مَكْمَن، يُمكنُ نَقْلُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ إلى السَّطْح، وباسْتِخدامِ هذا النظامِ من "الصَّخْرِ الحارِّ"، يُمكنُ اسْتِخراجُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ من أيِّ مَكانٍ في الأرْض.

تَوْفيرُ الطاقة

في الصيفِ، ارفعْ مُنظِّمَ درجةِ الحرارَةِ في المكيِّفِ عدةَ دَرَجات. وفي الشتاء، خفِّض درجةَ الحرارةَ في جهازِ التدفئةِ بضع درجات. ربما لا تلاحظ أي اختلاف، لكنَّك ستوفِّر في استهلاك الطاقة.

دراسة حالة

مدينةٌ حَرارِيَّةٌ أرْضِيَّة

يَعيشُ أكثرُ من نِصْفِ سُكَّانِ أيْسْلَنْدا في العاصِمَةِ ريكْيافيك، وقد كانتْ ذاتَ يَوْمٍ من أكثرِ مُدنِ العالَمِ تلوُّثاً، لكنَّها اليومَ من أنْظَفِها بِفَضْلِ نِظامِ تَدْفِئَةِ المَناطِقِ بالطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة، في سنة 1930، استُخْدِمَ أوَّلُ نظامٍ لتَدْفِئَةِ المَناطِقِ بالطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ لتَدْفِئَةِ إحدى المَدارِس، وسَرْعانَ ما أُضيفتْ مَبانٍ أخرى إلى النظام. يَسْتَمِدُّ 90 بالمئةِ من جَميعِ البُيوتِ في البِلادِ الآنَ التدْفِئَةَ من الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة. لا يوجد احْتِياطيَّاتٌ من النِّفْطِ في أيْسْلَنْدا، لذا يُستخدمُ ما تَشْتريهِ من نِفْطٍ من البُلْدانِ الأخرى في المُواصَلات. كما أنَّ معظمَ كَهْرَبائِها يُوَلَّدُ من الطاقَةِ المائِيَّة.

يُسْتَخدمُ البُخارُ في أيْسْلَنْدا لإنْتاجِ الحَرارَةِ والكَهْرَباءِ في مَعامِلِ طاقَةٍ حراريَّةٍ أرْضِيَّة، ثم نَقْلِها إلى المَنازِلِ والمَباني الأخرى.

التسلسل الزمني

تُستخدَمُ الطاقةُ الحَرارِيَّةُ الأرْضيَّةُ في العالَمِ منذُ سنواتٍ عَديدة، وهي من أقْدَمِ مَصادِرِ الطاقَة. فيما يلي بعضَ المَحَطّاتِ المُهِمَّة في تاريخِ الطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّة.

1500 قبل الميلاد

الرومانُ وقُدماءُ اليابانيّين والصينيّين يَسْتخدِمونَ اليَنابيعَ الحارَّةَ للاسْتِحمامِ والطبْخِ والتدْفِئَة.

1100 قبل الميلاد

ربَّما اسْتُخدِمَ الفَحْمُ كوَقود.

1847

وِلْيام بِل إلْيوت (William Bell Elliot) يَعْثُرُ على وادٍ يخرُجُ منه البُخارُ شَمالَ سان فرنسيسكو، كاليفورنيا، فيُسمّيه جايزَرْز، ويَعتقدُ أنَّه وَجَدَ أبْوابَ الجَحيم.

1886

مِياهُ اليُنْبوعِ الحَارِّ في بانْف، بمقاطعة ألْبِرْتا في كَنَدا تُضَخُّ في أنابيبَ إلى فُنْدِقٍ ومُنْتَجَعٍ للاسْتِشْفاء.

1892

إقامَةُ أوَّلِ نِظامٍ لتَدْفِئَةِ المَناطِقِ بالطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ في الوِلاياتِ المُتَّحِدةِ في بواز، أيْداهو.

1913

العالِمُ الإيطالِيُّ بيارو جينوري كونتي يَبتكِرُ أوَّلَ مَعْمَلٍ للطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ في لاردِرِلّو، إيطاليا.

1919

حَفْرُ أوَّلِ آبار حَرارِيَّةٍ أرْضِيَّةٍ في اليابان في بيبو.

(فوق) كانَتِ المُنْتَجَعاتُ الاسْتِشفائِيَّةُ توجدُ تقليديّاً في مَواقِعِ اليَنابيعِ الحَارَّة.

(في الأسفل) تُطْلِقُ البَراكينُ الطاقَةَ الحَرارِيَّةَ الأرْضِيَّةَ على شكلِ حِمَم (لابَة).

1928

أيْسلَنْدا تَبدأُ اسْتِخدامَ المِياهِ المُسَخَّنَةِ بالطاقَةِ الحَرارِيَّةِ الأرْضِيَّةِ لتَدْفِئَةِ المَناطِق.

1958

بَدْءُ تَشْغيلِ مَعْمَلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ بالبُخارِ الفَوْرِيِّ في نيوزيلَنْدا.

1960

شَرِكَةُ باسيفيك للغازِ والكَهْرَباءِ تبدأُ بتشغيلِ أوَّل معملِ طاقَةٍ حَراريَّةٍ أرْضِيَّةٍ واسِعِ النِّطاقِ في جايْزَرْز.

1972

تَحَسُّنُ تِكْنولوجيا حَفْرِ الآبارِ العَميقَة.

1973

بِدايةُ أزْمَةِ النِّفْط، والحُكوماتُ تَرْعى بَرامِجَ أبْحاثِ الطاقَةِ المُتَجدِّدَةِ في ألْمانيا والسُّوَيْدِ وكَنَدا والمَمْلَكَةِ المُتَّحِدَةِ والوِلاياتِ المُتَّحِدَة.

1977

تَطْويرُ أوَّلِ مَكْمَنٍ "صَخْرٍ حارٍّ" جافٍّ في فِنْتون هِل، نيو مكْسيكو.

1995

ناتِجُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ يصلُ إلى 6000 ميغاواط في العالَم.

2000

وِزارَةُ الطاقَةِ الأميركيَّةُ تُطْلِقُ بَرْنامجاً لتَحديدِ إمْكانيةِ تَطْويرِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة في الغَرْب. يُنْتِجُ أكثرُ من 8000 ميغاواط من الكَهْرَباءِ وأكثرَ من 15,000 ميغاواط من الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ من مَصادِرِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ في جَميعِ أنْحاءِ العالَم.

2005

قانونُ سِياسَةِ الطاقَةِ الأميركيُّ يَمنحُ ائْتِماناتٍ ضَريبيَّةٍ فيدراليَّةٍ لمَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ الجَديدَة، وبالتالي يُشَجِّعُ اسْتِخدامَ الكَهْرَباءِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة، وأربعةٌ وعِشْرونَ بَلَداً في العالَمِ تُفيدُ عن إنتاجِ 8900 ميغاواط من الكَهْرَباءِ بواسِطَةِ مَعامِلِ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة. واثنانُ وسبعونَ بَلَداً تَسْتَخدِمُ الطاقَةَ الحَراريَّةَ الأرْضِيَّة.

2007

انْضِمامُ خَمسةِ عشرَ بَلَداً، بما فيها الوِلاياتُ المُتَّحِدَةُ والمِكْسيك، إلى وِكالَةِ الطاقَةِ الدوليَّةِ للتعاوُنِ الدَّوْليِّ في الأبْحاثِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّة وتَطْويرِها.

تُنتِجُ مَعامِلُ الطاقَةِ الحَراريَّةِ الأرْضِيَّةِ في أيْسلَنْدا ما يكفي من الطاقَةِ لتلبيَةِ احْتِياجاتِ العَديدِ من المُدُنِ إلى الطاقَة.

المصطلحات

أبراج التبريد أبراج كبيرة تسمحُ بخروج الحرارة من السوائل التي تبرد في معمل توليد الكهرباء

احتياطي شيء يوفّر ليستخدم في المستقبل

استهلاك عملية استعمال شيء ما

بخار ماء على شكل غاز

البيئة الهواء والماء والتربة وكل شيء حولنا

توربين محرّك يعمل عن طريق سائل أو غاز متدفّقٍ يدفع شفراته ويديرها

جَوّ (الغلاف الجوي) طبقات الغاز التي تحيط بالأرض

جيولوجي عالم يدرس الصخور والمعادن لمعرفة ممّ تتكوّن الأرض والتغيّرات التي تطرأ على سطحها

حَمْل حركة المائع التي ترتفع فيها الأجزاء الدافئة وتهبط الأجزاء الباردة؛ وكذلك انتقال الحرارة في السائل أو الغاز

دفيئة مبنى مغطى بالزجاج أو البلاستيك تُزرع فيه النباتات

رِيّ إيصال الماء إلى الأرض عبر القنوات أو الأنابيب أو الجداول

شغل القوة التي تمارس على جسم ما لتحريكه مسافة ما

ضغط مقدار الوزن، وزن الهواء عادة، الذي يدفع شيئاً ما. الضغط المنخفض يعني قلّة الهواء، والضغط المرتفع يعني كثرة الهواء

عقّم خلّص من الأوساخ والجراثيم

علاجي ذو علاقة بشفاء الأمراض والعلل

غِرِيْنٌ نوعٌ من التربة الدقيقة

كُتْلَةٌ حيويَّة مادَّةٌ عضويةٌّ، مثل النباتاتِ، تستخدم كوقود

كثّف يتسبّب في تحويل الغاز إلى سائل

كفاءة طاقوية عندما تستخدم آلة طاقة أقل مما تستخدمه آلة أخرى لأداء العمل نفسه.

مغنطيس كهربائي مغنطيس تنتجه الكهرباء

مياه مستعملة مستعادة مياه المجارير التي تمت معالجتها، أو تنظيفها، استخدم في أغراضٍ أخرى.

الفهرس

احترار عالمي 7
ألواح 11
براكين 5،9،11، 24
توفير الطاقة 3، 5، 11، 14، 18، 23، 27، 28
جايزرز 17، 22، 30، 31
حقل بخار 16–17
حلقة النار 11
صُهارة 9، 10، 11، 16، 26
طاقة الرياح 5، 6، 9، 24
طاقة شمسية 5، 6، 14، 24
طاقة مائية 9، 29
غاز طبيعي 6
غير متجددة 6
فوارات 10
فحم 6، 16، 30
قشرة الأرض 9، 11، 26
الكتلة الحيوية 5، 6، 9
كهرباء 4، 5، 6، 7، 9، 15، 16–19، 20، 21، 22، 23، 24، 25، 26، 28، 29، 31
مكامن
مبادل حراري 13، 18، 27
متجددة 6، 8، 9، 31
معمل طاقة بالبخار الجاف 16، 17، 21، 25
معمل طاقة بالبخار الفوري 16، 18، 25، 31
معمل طاقة ذو دورة ثنائية 16، 18، 25
نفط 6، 23، 25، 29
وشاح 9
وقود أحفوري 3، 5، 6، 7، 8، 9، 12، 13، 23، 24، 25
ينابيع حارَّة 10، 12، 20، 21، 22، 30