الكتلة الحيوية وإنجاز التغيير

نيكي ووكر

ترجمة: عمر سعيد الأيوبي

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

الكتلة الحيوية وانجاز التغيير
نيكي ووكر

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

TP339 .W3512 2010
Walker, Niki, 1972-
[Biomass: Fueling Change]
الكتلة الحيوية وانجاز التغيير/ تأليف نيكي ووكر؛ ترجمة عمر سعيد ألايوبي. – ط 1. – أبوظبي: هيئة أبوظبي للثقافة والتراث، كلمة، 2010.
32 ص؛ مص؛ 28x21.5 سم.
ترجمة كتاب: Biomass: Fueling Change
تدمك: 9978-9948-01-723-3
1 – الكتلة الحيوية. 2 – الطاقة. 3 – طاقة الكتلة الحيوية.
أ – ألايوبي، عمر سعيد.

يتضمن هذا الكتاب ترجمة ألاصل إلانجليزي:
Niki Walker, Biomass: Fueling Change
© 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 الطاقَةُ في حَياتِنا

6 مُشكِلاتُ الطاقَة

8 طاقَةُ النباتات

10 إيقادُ النيران

14 الغازُ الحَيويّ

18 أنواعُ الوَقودِ الحَيَويّ

22 تاريخُ الطاقَةِ الحَيويَّة

26 العُيوب

28 إحداث التَّغيير

30 التسَلْسُلُ الزَّمَنِيُّ للطاقَة

32 المُصطَلَحاتُ والفِهرِس

تَوفيرُ الطاقة: «يُمكِننا القيامُ بذلك»

"يُمكِنُنا القيامُ بذلك" هُوَ الشِّعارُ الذي ظَهرَ على مُلْصَقاتٍ انتَشَرتْ أثناءَ الحَربِ العالميَّةِ الثانية. عَرَضَ أحَدُ المُلْصَقاتِ "روزي العَامِلَة"، وهي امْرأةٌ تَرْتدي لِباسَ العَملِ الأزْرَق (الصورة أدناه). وَكانَ هذا المُلْصقُ يَهدُفُ في الأصْلِ إلى تَشْجيعِ المِرأةِ على الانْضِمامِ إلى القوَّةِ العامِلةِ لشَغْلِ أدْوارٍ غَيْرِ تقْليديةٍ كَعَامِلاتٍ في القِطاعِ الصَّناعِيّ. واليوم أصْبحَتْ صورَةُ روزي العامِلةِ تُمثِّلُ زَمَناً اجْتَمعَ فيه الناسُ على تَحْقيقِ هَدَفٍ مُشْتَرَك. يُمكِنُ مُواجَهَةُ التَّحَدّي الذي تُشَكِّلُهُ الطاقَةُ اليَوْمَ بِطَريقَةٍ مُماثَلَة. مَعاً نَسْتَطيعُ العَمَلَ لإنْقاذِ كَوْكبِنا مِنَ التلوُّثِ الذي يُسبِّبُهُ حَرْقُ أنْواعِ الوَقودِ الأحْفوريّ، عَنْ طَريقِ تعلُّمِ الحِفاظِ على الطاقَةِ، وتَطْويرِ مَصادِرَ بَديلةٍ لها.

الطاقةُ في حياتِنا

الطاقةُ هي القُدرةُ على أداءِ عَملٍ أو التسبُّبِ بحُدوثِ شيْءٍ ما. ومن دونِ الطاقَة، لا يُمكِنُ الحياةُ على الأرض.. تُستخْدَمُ الطاقةُ لطبْخِ الطعام، وتَبريدِ المَباني، وتَمْكين البَشرِ والحيواناتِ والنباتاتِ من العَيْشِ والنُّموّ. كلُّ الآلاتِ في العالمِ، ومنها السيّاراتُ، والتلفِزْيوناتُ، والحواسيبُ، والمصانعُ التي تَصْنعُها، تعملُ بالطاقة.

الكُتلَةُ الحَيويَّةُ هي مصدرُ الطاقَةِ المُتجدِّدةِ الأكثرُ شُيوعاً في الولاياتِ المُتَّحدَة. تُخصَّصُ مُستَوْعباتُ قُمامةٍ للكُتلةِ الحَيويَّة، مثلَ هذا المُسْتوعبِ الخاصِّ بمخلّفاتِ الحدائق.

ما هي الكُتْلةُ الحَيويَّة؟

الكتلةُ الحَيويَّةُ هي اسمُ كلِّ الكائناتِ العُضويَّةِ على الأرض ومُخَلَّفاتِها. تشمُلُ الكتلةُ الحيويةُ التي تُستخدمُ من أجلِ الطاقةِ الأعشابَ والأشجارَ والنباتاتِ الأخرى. وتُستخدمُ نُشارةُ الخشبِ، والحطبُ، وبقايا الطعامِ، وبِرازُ الحيوانات، ومياهُ المجاري ككتلةٍ حيويَّةٍ أيضاً. تخْتَزِنُ الكتلةُ الحيويةُ الطاقةَ الشمسيَّةَ، وتحوِّلُها إلى طاقةٍ كيميائية. وتتحرّر طاقةُ الكتلةِ الحَيويَّةِ عندما تُحرَقُ، أو تُؤكلُ وتُهْضَم، أو تحوَّلُ إلى غازاتٍ أو وَقودٍ سائل. تُسمَّى الطاقةُ التي نحصُلُ عليها من الكُتلةِ الحيويَّةِ طاقةً حَيويَّة. وتُستخدمُ للتدفئةِ والتبريدِ، والطبخِ، وتَشغيلِ السيَّاراتِ والشاحِنات، وإنْتاجِ الكَهْرباء.

مصادرُ الطَّاقة

كلُّ ما يحتوي على طاقَةٍ يستطيعُ الناسُ استخدامُهُ كمَصدرٍ للطاقَة. وهناك نَوْعانِ أساسيانِ من مَصادِرِ الطاقَة: المَصادِرُ غيرُ المُتجدِّدَةِ والمَصادِرُ المُتجدِّدَة. لا يُمكِنُ استِبْدالُ المَصادِرِ غيرِ المُتجدِّدَةِ بعدَ استِخدامِها، لذا فإنَّها ستَنفَدُ ذاتَ يوم. أنواعُ الوَقودِ الأحفوريّ، مثلَ الفَحْمِ والنِّفْطِ والغازِ الطبيعيّ، مَصادِرُ غيرُ مُتجدِّدَة. أما المَصادِرُ المُتجدِّدَة، التي تُسمَّى أيضاً مَصادِرَ الطاقَةِ البَديلَة، فإنَّ البَشَرَ أو الطبيعةَ يَستبدِلونَها باستمرار. الكُتلَةُ الحَيويَّةُ مَصدَرٌ متجدِّدٌ للطاقّة.

الانتقال والتغيير

الطاقَةُ لا يُمكِنُ خَلقُها أو تَدميرُها. لذا فإنَّ الطاقَةَ المَوجودَةَ اليومَ هي الطاقَةُ نفسُها التي كانتْ مَوجودةً منذ ملايينَ السنين. لكن يُمكِنُ نقلُ الطاقَةِ من شَيءٍ إلى آخر. على سبيلِ المِثال، تَنتقِلُ طاقَةُ النباتاتِ إلى الحَيواناتِ التي تَأكُلُها. ويَمكِنُ تحويلُ الطاقَة، أو تَغييرُها، من شكلٍ إلى آخَر. يُحوِّلُ حَرقُ الخَشَبِ الطاقَةَ الكيميائيَّةَ المُختزنَةَ في الخَشَبِ إلى طاقَةٍ حَراريَّة. ولا يُمكنُ تَحويلُ الطاقَةِ بأكمَلِها من شكلٍ إلى آخر. فبعضُ الطاقَةِ يتغيَّرُ إلى شكلٍ غيرِ مفيدٍ عندَ التَّحويل. على سبيلِ المِثال، إنَّ إشْعالَ نارِ المُخيَّمِ في النهارِ لطَبخِ الطعامِ يُنتِجُ الحَرارةَ بالإضافَةِ إلى الضَّوء. لكن لا حاجَةَ إلى الضَّوءِ في النهار. لذا فإنَّ الهَدفَ من تَحويلِ الطاقَةِ هو الكَفاءَة، أو تَغييرِ قدرِ ما يُمكِنُ منها إلى شكلٍ مُفيد.

الكهرباء

القدرةُ هي مُعدّلُ الطاقَةِ المُستخدمَةِ في أداءِ العَمل. يُشيرُ الناسُ عادةً إلى "القُدرةِ" عندَ وصفِ الكَهرباء. تُقاسُ القُدرةُ الكهربائيَّةُ بوَحَداتِ الواط، وهي تَصفُ مُعدَّلَ الكهرباءِ الذي يَستخدِمُهُ الجِهاز. كلما ارتَفَعَ مِقياسُ الواط، ارتَفَعَ مِقدارُ الكهرباءِ المُستخدَمَة. يوجدُ أدناهُ بعضُ الأجهزةِ المَنزليَّةِ والقدرةُ التي تَستخدِمُها.

المحافظة على الطاقة

المُحافَظَةِ على الطاقَةِ تعني الحدَّ من مِقدارِ استخدامِ الكَهرباء. يُمكِنُكَ إيجادُ نَصائِحَ عن كيفيَّةِ الحِفاظِ على الطاقَة، ومَعلوماتٍ عن المُحافَظةِ على الطاقَةِ في مثل هذه المُربَّعات.

مشكلات الطاقة

الـوَقـودُ الأُحـفـورِيُّ هـو أكثرُ مَصـادِرِ الطـاقَـةِ شُـيـوعـاً فـي الـعـالَـمِ الـيـوم، وحَـرقُ الـوَقـودِ الأُحفورِيِّ للحصولِ على الطاقَةِ مُضِرٌّ بالبيئة وبصـحَّـةِ الـنـاس. لـقـد وقـعتِ الـعـديـدُ مـن الصِّـراعـاتِ بـيـنَ البُلدانِ بسببِ النِّفْط، ومن الـمُـتـوقَّـع أن تـزدادَ هـذه الصِّـراعـاتُ عـنـدمـا تصـبـحُ أنـواعُ الـوَقـودِ الأُحفورِيِّ أكثرَ نُدرَة. ونتيجةً لهذه المُشكِلات، ازدادَ اهتِمامُ الناسِ بمَصادِرِ الطاقَةِ البَديلَة، مثلَ الكُتلَةِ الحَيويَّة.

البيئة

عندما يُحرَقُ الوَقودُ الأُحفورِيُّ للحصولِ على الطاقَة، تُطلَقُ غازاتُ الدفيئَة، مثلَ ثاني أُكسيدِ الكَربون، في الهواء. تَحبِسُ غازاتُ الدفيئَةِ حَرارةَ الشمسِ في الغِلافِ الجوِّيّ. ويعتقدُ العلماءُ أنَّ ذلك يُسبِّبُ الاحترارَ العالَمِيّ، أو الارتِفاعَ التدريجِيَّ لدَرَجَةِ الحَرارَةِ على الأرض، ويرى العديدُ من العُلماءِ أن استمرارَ الاحتِرارِ العالَمِيِّ سيؤدِّي إلى ذَوَبانِ الجَليدِ القُطبِيّ، وتغيُّرِ أنماطِ المُناخِ في العالَم، ما يَتَسبَّبُ في حُدوثِ فَيَضاناتٍ وجَفافٍ وفَشَلِ المَحاصيلِ الزِّراعيَّة. كما أنَّ المَطَرَ الحمْضِيَّ من الطُّرقِ الأخرى التي يُلحِقُ بها إحراقُ الوَقودِ الأُحفورِيِّ الضَرَرَ في البيئَة. يَنتُجُ المطرُ الحمْضِيُّ عندما تمتصُّ قَطَراتُ المَطَرِ غازاً سامّاً، يُدعى ثاني أُكسيدِ الكِبريت، من الهواء قبل سُقوطِها. يُتلِفُ المَطَرُ الحَمضِيُّ المَبانيَ والغابات، ويَقتلُ الحَياةَ الفِطريَّة.

يُمكِنُ أن يَقتُلَ المَطَرُ الحمضِيُّ الحَياةَ الفِطريَّة والنباتات.

نفاد الوقود الأحفوري

هناكَ كميَّةٌ مَحدودةٌ من النِّفْطِ والفَحْمِ والغازِ الطَبيعيِّ في العالَمِ. ويعتقدُ العديدُ من العُلَماءِ أنَّ النِّفْطَ والغازَ سيَنفَدَانِ بعدَ نحو 100 سنة، فيما سينفَدُ الفَحْمُ بعد نحو 250 سنة. وعندما تَتَناقَصُ أنواعُ الوَقودِ الأُحفورِيّ، تَزدادُ تكلِفَةُ استِخدامِها. تُستمدُّ معظمُ التكنولوجيا المُستخدمَةِ اليومَ الطاقَةَ من الوَقودِ الأُحفورِيّ. فتَستخدِمُ المَركَباتُ البِنْزين، وتَستخدِمُ الأفرانُ الفَحْمَ أو النِّفْطَ أو الغازَ الطبيعيّ، وتَستخدِمُ معظمُ معامِلِ توليدِ الطاقَةِ أنواعَ الوَقودِ الأُحفورِيّ لإنتاجِ الكَهرباء. لذا فإنَّ على الناس الانتقالَ إلى مَصادِرَ جَديدةٍ للطاقَةِ كي تُواصِلَ التِّكنولوجيا عَمَلَها.

الاستقلال في مجال الطاقة

توجدُ أنواعُ الوَقودِ الأُحفورِيِّ في أماكِنَ محدَّدَةٍ من العالم، وتَستَورِدُ كثيرٌ من البُلدانِ النِّفْط، أو تشتريه، من بُلدانٍ في الشَّرقِ الأوسط، حيثُ توجدُ معظمُ إمداداتِ العالَمِ من النِّفْط. إذا ارتَفَعتْ تكلِفَةُ شِراءِ النِّفْط، ترتفعُ تكلِفَةُ استِخدامِهِ أيضاً، ويعني ذلك أن قِيادَةَ السيَّاراتِ وإنتاجَ الكهرباءِ وتدفئَةَ المَباني ستصبحُ كثيرةَ التكلِفَة. وإذا لم تَبعِ البُلدانُ نِفطَها، فسيَنتجُ عن ذلك نَقصٌ في إمدادِ الكهرباء، لضمانِ انتِظامِ الإمدادِ بالطاقَةِ بأسعارٍ يَحتَمِلُها الناس، على البُلدانِ استِخدامِ مَزيدٍ من المَصادِرِ المَوجودَةِ لديهم.

تَستخدمُ مَعامِلُ الطاقَةِ النَوَويَّةِ مادَّةً تُسمَّى اليورانيوم. وإمداداتُ هذه المادةِ مَحدودَة، مثلَ الوَقودِ الأُحفورِيّ. لا تلوِّثُ المَعامِلُ النَوويَّةُ الهَواء، لكنَّها تُنتِجُ نُفاياتٍ سامَّة يجبُ تخزينُها بأمانٍ لمدَّةِ آلافٍ من السنين.

طاقة النباتات

تحصُلُ النباتاتُ على الطاقَةِ من الشمس وتُخزِّنُها لتَستخدِمَها غِذاءً لها. وتكفي كمِّيَّةُ الطاقَةِ التي تَختزنُها النباتاتُ سنوياً لإمدادِ العالَمِ بأسرِهِ بكلِّ الطاقَةِ التي يَحتاجُ إليها.

(في الأسفل) تصنعُ النباتاتُ غِذاءَها بتخزينِ الطاقَةِ الشمسيَةِ أثناءَ عمليَّةٍ تدعى التخليقَ الضَّوئيّ. وتنتقِلُ هذه الطاقَةُ المَخزونَةُ مع السِّلسِلَةِ الغِذائيَّةِ عندما يأكُلُ البَشَرُ والحَيواناتُ النباتات.

تخزين طاقة الشمس

تُنتِجُ النباتاتُ نوعاً من السكَّرِ غِذاءً لها أثناءَ عمليَّةِ التخليقِ الضَّوْئيّ. في هذه العمَلِيَّة، تُحوِّلُ النباتاتُ ضَوءَ الشمس والماءِ وثاني أكسيدِ الكَربونِ إلى سُكَّر. تَستخدِمُ النباتاتُ بعضَ السكَّرِ على الفورِ كغذاءٍ لتنمو وتُنتجَ نباتاتٍ جديدة. وتخزِنُ ما يَفيضُ عن حاجَتِها من الطاقَةِ في جُذورِها وبُذورِها وثِمارِها وجُذوعِها. عندما تأكُلُ الحَيواناتُ النباتات، تَحصُلُ على بعض هذه الطاقَةِ المُختزنَة. لا تَستطيعُ الحَيواناتُ هضمَ كلِّ أجزاءِ النباتاتِ التي تَأكُلُها، لذا يُطرحُ ما لا يُهضمُ من النبات، وهو لا يَزالُ يحتوي على طاقَة، مع رَوثِ الحَيوانات، أو مخلَّفاتِها.

التخليق الضوئي

الطَّاقةُ الشَّمسيَّةُ

تَمتَصُّ النَّبتةُ طَاقَةَ الشَّمس مِنْ خِلَالِ أَوراقِها.

ثاني أُكسيدِ الكَرْبُون

تَمتَصُّ أوراقُ النَّباتِ ثاني أُكسيدِ الكَربُونِ مِنَ الهَوَاء.

المَاءُ

تَمتَصُّ جُذُورُ النَّباتِ المَاءَ مِنَ التُّربَة. وَيَنْتَقِلُ المَاءُ عِبرَ جِذْعِ النَّبتَة إِلى أَوراقِها.

تَمْزُجُ النَّبَاتَاتُ طَاقَةَ الشَّمس والمَاءَ وثَاني أُكسِيد الكَربُونِ لِصُنْعِ السُّكَّرِ أَوِ الطَّاقَةِ الغِذَائِيَّة.

الأُكسِجينُ

تُنتِجُ النبتَةُ الأُكسِجينَ وتُطلِقُهُ في الهواء. يَحتاجُ البَشَرُ والحَيواناتُ إلى اسْتِنشاقِ الأُكسِجينِ للبَقاءِ على قيدِ الحَياة.

دورة الكربون

يُطلِقُ حرقُ الكُتلةِ الحيوية ثاني أكسيدِ الكَربونِ الذي امتصَّتهُ النباتاتُ في الجوّ. وخلافاً لحرقِ الوَقودِ الأُحفوريّ، لا يزيدُ ذلك من الاحترارِ العالَميّ إذ لا يضيفُ ثاني أكسيدِ كربونٍ جديداً إلى الجوّ. بل تُطلِقُ كمِّيةَ ثاني أُكسيدِ الكَربونِ نفسِها التي امتصَّتها النباتات.

(فوق) يَعتقدُ العديدُ من الأشخاص أن النباتاتِ التي أدخلَ العُلَماءُ تعديلاتٍ عليها خَطيرة، بما فيها تلك التي تأكُلُها حَيَواناتُ المَزارِع مثلَ الأبقار، ويَرَوْنَ أن إطعامَ الحَيَواناتِ التي يأكُلُها البَشَرُ هذه النباتاتِ يُمكِنُ أن يُشكِّلَ مَخاطِرَ على الصحَّة لا عِلمَ لنا بها.

مصادر الطاقة الحيوية

هناك العديدُ من أنواعِ الكُتلةِ الحَيَويَّةِ التي تَصلُحُ كمَصادِرَ للطاقَة، منها المحاصيلُ الغِذائيَّةُ مثلَ السكَّر، والشَّمَندَرُ السكَّريّ، والقَمحُ والذُّرَة، ويُشكِّل ما نَعتَبِرُهُ نُفاياتٍ بعضَ الكُتلَةِ الحَيَويَّة، مثلَ بقايا الخَشَب، ونُشارَةِ الخَشَب، ورَوْثِ الحَيَوانات، وفَضَلاتِ الطَّعام، والأعشابِ المَقصوصَة، وأوراقِ النباتاتِ وسُوقِها المُتبقِّيَةِ بعد الحَصاد، تُسمّى النباتاتُ التي تُزرَعُ من أجل الطاقَةِ الحَيَويَّةِ فقط محاصيلَ الطاقَة. وأفضلُ مَحاصيلِ الطاقَةِ تَنمو بسرعَةٍ وتُعاوِدُ النموَّ بعدَ الحَصاد. وتَشمُلُ هذه النباتاتُ فولَ الصويا، والقَصَب، وأشجاراً مثلَ الجَوزِ الأميركيِّ والحَوْر والصَّفْصاف. ويعملُ العُلَماءُ على تَعديلِ جيناتِ بعض أنواعِ النباتات، أو تَغييرِها، لجَعلِها أسرَعَ نموّاً وأكبرَ حَجماً وأكثرَ اخْتِزاناً للطاقَة، بالإضافَةِ إلى مُقاوَمَةِ الأمراض والحَشَراتِ والجَفاف.

إيقاد النيران

إن حَرقَ الكُتلَةِ الحَيويَّةِ هو أسهلُ طريقَةٍ لإطلاقِ الطاقَة، يُحوِّلُ الحَرقُ الطاقَةَ الكيميائيَّةَ المُختزَنَةَ في الكُتلَةِ الحَيَويَّةِ إلى حَرارَة، يَحرقُ الناسُ في العديدِ من أنحاءِ العالَمِ الخَشَبَ وأنواعَ الكُتلَةِ الحَيَويَّةِ الأخرى للتدفِئَةِ والإضاءَةِ وطَبخِ الطعام، وتُحرَقُ الكُتلَةُ الحَيويَّةُ في الولاياتِ المُتحدَةِ وكَندا واليابانِ وفِنلَندا والسُّوَيدِ في مَصانِعِ الطاقَةِ لتَوليدِ الكهرباء. وتُسمى الكهرباءُ التي تُنتَجُ باستِخدامِ الكُتلَةِ الحَيَويَّةِ الكهرباء الحَيَويَّة.

(فوق) فتاتانِ تَحمِلانِ رَوْثَ البَقَرِ المُجفَّفِ في الهند، حيث تُحرَقُ فَضَلاتِ الحَيواناتِ كوَقود.

حرق الكتلة الحيوية

الحرقُ هو الطَريقةُ الأكثرُ شيوعاً لاستخدامِ الكُتلَةِ الحَيويَّةِ منذ ملايينِ السنين، وعلى الرغمِ من أنَّه أسهلُ طريقةٍ لتحريرِ الطاقَةِ المُختزَنَةِ في الكُتلَةِ الحَيويَّة، فإنَّه أيضاً الأقلُ كفاءةً لأنَّ معظمَ الحَرارَةِ تَتَسَرَّبُ من دون استخدامِها، لقد حسَّنَتِ التِّكنولوجيا الجديدةُ كَفاءَةَ حَرقِ الطاقَةِ بحَبسِ مَزيدٍ من الحَرارةِ واستخدامِها، وتَضُمُّ التِّكنولوجيا مَواقِدَ خَشَبيَّةً ومدافئَ عاليةَ الكَفاءةِ تُستخدمُ في البُيوت، ومَراجِلَ خاصَّةً تُستخدَمُ في المَصانِع.

إنتاج الكهرباء

تُنتَجُ الكهرباءَ في مُعظمِ مَصانِعِ الطاقَةِ بحَرقِ الفَحمِ في مَراجِلَ لغَلي الماءِ وإنتاجِ البُخار. يُستخدَمُ البُخارُ لدَفعِ شَفَراتِ توربيناتٍ كبيرةٍ وإدارتِها، تُشغِّلُ التوربيناتُ الدوَّارَةُ مُولِّداتٍ فتُنتجُ الكهرباء، تُرسَلُ الكهرباءُ إلى شَبَكَةِ الطاقَةِ فتُوصِلُها إلى البُيوتِ والمَباني، وتَتَدفّقُ الكهرباءُ من مَصانِعِ الطاقَةِ إلى المُستهلِكينَ في المُدنِ عبر أسلاكٍ تُسمَّى خُطوطاً.

الطاقة الحيوية

تُستخدَمُ الكُتلَةُ الحَيويَّةُ كبديلٍ تامٍّ أو جُزئيٍّ للفَحمِ الذي يُحرَقُ لإنتاجِ البُخارِ في مَصانِعِ الطاقَة، يُسمَّى إحراقِ الكُتلَةِ الحَيويَّةِ فقط الحَرقَ المُباشِر، غالباً ما تُحرَقُ في مَصانِعِ الحَرقِ المُباشِرِ كتلٌ صُلبَةٌ من الكُتلَةِ الحَيويَّةِ تُسمَّى أقراصَ الفَحْم، وتُصنَعُ أقراصُ الفَحْمِ من نُشارَةِ الخَشَبِ وقُشورِ الحُبوبِ والجَوزِ التي تُكبَسُ معاً بإحكام، ويُخفِّضُ الحَرقُ المُختَلَطُ مِقدارَ التلوُّثِ الناتِجِ لأن الكُتلَةَ الحَيويَّةَ تَحُلُّ محلَّ بعض الفَحْمِ الحَجَريِّ الذي يُحرَقُ عادة، وعندما تُحرَقُ الكُتلَةُ الحَيويَّةُ مع الفَحْم، تَقِلُّ كميَّةُ أُكسيدِ النِتروجين وثاني أُكسيدِ الكِبْريتِ التي تُطلَقُ في الجَوّ.

(فوق) عيدانٌ خَشبيَّةٌ مَصنوعةٌ من نُشارَةِ الخَشَبِ وفُتاتِه، وهي وَقودٌ شهيرٌ للمَواقِد. تَختَزِنُ هذه العيدانُ طاقَةً أكبرَ مما يَختزِنُهُ الخَشَب، وتُعطي حَرارَةً أشدَّ منه عندَ اشتِعالِها لأنَّها تَحتوي على مِقدارٍ أقلَّ من الرُّطوبَة.

(في الأسفل، يمين) تُستخدَمُ قُشورُ المُكَسَّراتِ لصُنعِ أقراصٍ من الكُتلَةِ الحَيويَّة.

المحافظة على الطاقة

تَستخدِمُ الأفرانُ كثيراً من الكهرباءِ والغازِ الطبيعيِّ وتُهدِرُها. ساعِدْ في المُحافَظَةِ على الطاقَةِ باستِخدامِ أفرانِ التَّحميصِ والمَيْكروويف التي تَستخدِمُ طاقَةً أقلَّ من الأفرانِ العادِيَّة.

(فوق) يشعرُ كثيرٌ من الأشخاص أن حَرقَ النُّفاياتِ الصُّلبيَةِ يُقلِّلُ مِقدارِ القُمامَةِ التي تُرمى في المَكبّات.

تحويل النفايات إلى طاقة

تُحرِقُ بعضُ مَعامِلِ الطاقَةِ الكهربائيَّةِ النُّفاياتِ لصُنع البُخارِ المُستخدَمِ لإنتاجِ الكهرباء، تُسمَّى هذه المَصانِعُ مَصانِعَ تحويلِ النُّفاياتِ إلى طاقَة، تُفرَزُ النُّفاياتُ لاستخراجِ المَوادِّ القابِلة للاسْتِكرار (إعادةِ التدوير)، مثلَ المَعادِنِ والزُّجاجِ والبلاستيك. ويُحرَقُ ما تبقَّى من نُفايات، بما في ذلك الوَرَقِ والكَرْتونِ وفَضَلاتِ الغِذاء. يَعتقدُ بعضُ الأشخاصِ أن إحراقَ النُّفاياتِ في مَصانِعِ تَحويلِ النُّفاياتِ إلى طاقَةٍ طريقةٌ جَيِّدةٌ للتعامُلِ مُشكلَةِ تزايدِ النُّفايات. ويرى أشخاصٌ آخرون أن مَصانِعَ تَحويلِ النُّفاياتِ إلى طاقَةٍ تسبِّبُ التلوُّث، وتُهدِرُ الطاقَة، وتُنافِسُ الاسْتِكرار، وبخاصَّةٍ ما يتعلَّقُ بموادَّ مثلَ الوَرَق. ويَرَوْنَ أيضاً أنَّ تَسْميدَ فَضَلاتِ الطعامِ أفضلَ من حَرقِها بالنسبةِ إلى البيئة.

(إلى اليمين) تُحرَقُ المَوادُّ القابِلَةُ للاسْتِكرارِ في مَصانِعِ تَحويلِ النُّفاياتِ إلى طاقَة.

مشاكل حرق النفايات

يُطلِقُ حَرقُ النُّفاياتِ موادَّ كيميائيَّةً خطيرةً مثل الديوكسينات، وغازاتٍ مُضرَّةً مثل أوَّلَ أُكسيدِ الكَربونِ وأُكسيداتِ النِتروجين، وبعد حَرقِ النُّفاياتِ يَتخلَّفُ الرمادُ الذي يحتوي على موادَّ مُضرّة، يجبُ التخلُّصُ من الرمادِ في مَكبَّاتٍ تَستقبِلُ الموادَّ السامَّة. في المَصانِعِ الحديثة، تُحرَقُ النُّفاياتُ عندَ دَرَجاتِ حرارةٍ مُرتفِعَة، فيَحرِقُ ذلك المَوادَّ الكيميائيَّةَ المُضرَّةَ المَوجودَةَ في الرماد، ويُمكِنُ التخلُّصُ من الرمادِ الأقلَ خطورةً في مَكَبّات عادِيَّة، واستخدامُهُ في تعبيدِ الطُّرُقات، وإضافَتُهُ إلى الخَرسانَةِ لجَعلِها أكثرَ صَلابَة.

معامِلُ تَوليدِ الطاقَةِ والحَرارَة

إنَّ مَعامِلَ تَوليدِ الطاقَةِ التي تُنتِجُ الكهرباءَ تُنتِجَ أيضاً الكثيرَ من الحرارة، يَتَسرَّبُ معظمُ هذه الحرارةَ إلى الجوّ، ولا تُستخدمُ سوى كميَّةٍ صغيرةٌ منها فقط لإنتاجِ البُخارِ وتوليدِ الكهرباء، يُمكِنُ أن تصبحَ مَعامِلُ تَوليدِ الطاقَةِ أكثرَ كَفاءةٍ بمنعِ تَسرُّبِ الحَرارةِ واستِخدامِها لتَسخينِ المِياهِ أو المباني، تُسمَّى مَعامِلُ تَوليدِ الطاقَةِ التي تَحرِقُ الكَتلةَ الحَيويَّةَ أو أنواعَ الوَقودَ الأخرى للحُصولِ على الحَرارةِ وإنتاجِ الكهرباءِ المَعاملَ المَشتركةَ لتَوليدِ الطاقَةِ والحَرارَة.

استخدامُ المَعامِلِ المُشتَرَكَةِ لتَوليدِ الطاقَةِ وَالحرارة

غالباً ما توجدُ مَعامِلُ مُشتَرَكَةٌ لتَوليدِ الطاقَةِ والحَرارَةِ في المَناشِرِ (مُفردُها مَنْشرة)، ومَصانَعِ الوَرَقِ وغيرِها من المَصانِعِ التي تُنتِجُ نُفايات، تَحرِقُ المَعامِلُ المُشتركَةُ نُفاياتِ المَصنع، مثلَ نُشارَةِ الخَشَبِ وبَقاياه، لإنتاجِ الكهرباءِ من أجلَ تَشغيلِ المَصنعِ والحَرارةِ لتَدفِئَةِ المَباني. تُوفرُ المَعامِلُ المُشتَرَكَةُ على المَصانِعِ تَكلِفَةَ إلقاءِ النُّفاياتِ في المَكبّات. كما توفِّرُ على المَصانِعِ شِراءَ كثيرٍ من الكهرباءِ من شَرِكَةِ الكهرباء.

هذا المَعمَلُ لتَوليدِ الطاقَةِ في مِصرَ مَعمَلٌ مُشتركٌ لتَوليدِ الطاقَةِ والحَرارَة. لا يَتَحوَّلُ سوى 25 بالمئةِ من الطاقَةِ التي يُنتِجُها حَرقُ الكُتلةِ الحَيويَّةِ إلى كهرباء.

الغـاز الحيـوي

عاملٌ يُخرِجُ حفّاراً من مَكبٍّ للنُّفايات في ريتْشموند، إنديانا، لإطلاقِ غازِ الميثان. يُنقّى الغازُ الذي تُنتِجُهُ البِئرُ ويُحرَقُ لتَزويدِ مُولِّدٍ بالطاقَةِ لإنتاجِ الكهرباء.

عندما تَتَعفَّنُ الكُتلةُ الحَيويَّةُ أو تَتَحلَّل، تُنتِجُ بشكلٍ طبيعيٍّ نوعاً من الغازاتِ يُسمَّى الغازَ الحَيويّ، يحتوي الغازُ الحيويُّ على غازاتِ الميثان، وثاني أُكْسيدِ الكَربون، والهَيدروجين. ويُمكِنُ أيضاً تَحويلُ الكُتلةِ الحَيويَّةِ إلى غازٍ حَيويٍّ أثناءَ عمليَّةٍ تُدعى تَغويزاً (التحويلَ إلى غاز). يتميّزُ احتراقُ الغازِ الحَيويِّ بأنَّه أنظفُ من احتِراقِ الكُتلَةِ الحَيويَّةِ الصُّلبَةِ وأكثرُ كفاءَةٍ منه، ويُستخدمُ أيضاً للتَّدفِئَةِ والطبخِ وإنتاجِ الكهرباء.

غاز مكبّات النُّفايات

عندما تَمتلئُ مَكبَّات النُّفايات، تُطمَرُ النُّفاياتُ تحتَ طَبَقةٍ سميكةٍ من الصلصال. يَحمي الصَّلصالُ النُّفاياتِ من المَطَر، ما يَحولُ دونَ أن تَنقُلَ مِياهُ المَطَرِ المَوادَّ الكيميائِيَّةَ إلى التُّربَةِ ومَواردِ المِياه. ويَحمي الصَّلصالُ أيضاً النُّفاياتِ من الأكسِجين، ويُنشِئُ بيئَةً تَتغذَّى فيها الجَراثيمُ بالنُّفاياتِ وتُحلِّلُها. والجَراثيمُ كائناتٌ عُضويَّةٌ دَقيقةٌ لا تُرى إلا تحتَ المِجهر. عندما تَهضُمُ الجَراثيمُ النُّفايات، فإنَّها تُطلِقُ غازَ الميثان. في الماضي، كانت تُنقَبُ حُفَرٌ في طَبَقةِ الصَّلصالِ لإطلاقِ الميثانِ وتَجنُّبِ احتِراقِهِ أو انفجارِه. اليومَ تُحفَرُ آبارٌ في مَكبَّاتِ النُّفاياتِ لإطلاقِ الميثانِ ونقلِهِ في أنابيبٍ إلى مَعامِلِ الغاز. وفي مَعمَلِ الغازِ يُنَقَّى الميثانُ لإزالَةِ المَوادِّ الكيميائِيَّةِ المُضِرَّةِ منه. وبعد ذلك يُحرَقُ كوَقودٍ لمَعامِلِ تَوليدِ الطاقَةِ أو يُنقَلُ في أنابيبِ الغازِ الطبيعي، حيث يُرسَلُ إلى البُيوتِ ويُستخدمُ للتدفِئَةِ والطبخ.

الهاضمات الحيوية

تُستخدَمُ الأجهزةُ التي تُدعى هاضِماتٍ حَيويَّةً لتفكيكِ الكُتلَةِ الحَيويَّةِ وجَمعِ الغازِ الذي تُحرِّرُه. وتُسمَّى الهاضِماتُ الحَيويَّةُ أيضاً مَعامِلَ غازٍ حَيَويّ. يُلقى رَوثُ الحَيوانات، وأحياناً مِياهُ المَجاري في وعاءٍ تُمزَجُ فيه إلى أن تُشكِّلَ حَمْأَةً أو رَزْغَة. وبعد ذلك تُصبُّ في الهاضِمِ الحَيَويّ، وهو خَزَّانٌ أو حُفرة ، لتَتَعفَّن. وعندما يَكتَمِلُ التعَفُّن، يُستخدَمُ ما تَبقَّى كسمادٍ لمُساعَدَةِ النباتاتِ في النموّ. ويُستخدَمُ الغازُ الناتِجُ كوَقودٍ لمَواقِدِ الطَّهو بالغازِ الحَيويّ، وسَخَّاناتِ المَاء، والإضاءة، كما يُحرَقُ لإنتاجِ الكهرباء.

هاضِماتٌ حَيَويَّةٌ مُختَلِفَة

يوجدُ العديدُ من أنواعِ الهاضِماتِ الحَيَويَّةِ وأشكالِها، لكنَّها جميعاً كَتيمةٌ للهواء والماء. النوعانِ الرئيسيانِ للهاضِماتِ الحَيَويَّةِ هما المُتواصِلُ والدُّفَعِيّ (على دفعات). الهاضِماتُ الحَيَويَّةُ الدُّفَعَيَّةُ هي الأسهلُ استخداماً. تُلقى النُّفاياتُ في الهاضِمَةِ الدُّفَعيَّةِ في دُفعةٍ واحدةٍ وتُترَكُ لتَتَعَفَّن. وبعدما تَتَعفَّنُ النُّفايات، تُفرَغُ الهاضِمَةُ الحَيَويَّة، وتُضافُ دُفعةٌ جَديدَة. وتُلقى النُّفاياتُ باستمرارٍ في الهاضِماتِ الحَيَويَّةِ المُتواصِلَة. تُنتِجُ الهاضِماتُ الحَيَويَّةُ المُتواصِلَةُ الغازَ الحَيويَّ من دونِ أن تُوقَفَ لإعادَةِ مَلئِها.

(فوق) يُوجَدُ لدى هاتَينِ القَرويَّتَينِ في تِبليسي، في ريفِ جورجيا، هاضِمَةٌ حَيَويَّةٌ في الباحَةِ الخَلفيَّةِ لمَنزِلَيهما. تُملأُ الهاضَمَةُ الحَيَويَّةُ برَوثِ البَقَرِ لإنتاجِ الميثانِ الذي يُستخدَمُ لتَزويدِ مَنزِلَيهما بالكهرباء.

(يمين) يُمِدُّ رَوثُ البَقَرِ العَديدَ من مَزارِعِ الحَيواناتِ في أميركا الشَّماليَّةِ وأوروبا بالطاقَة. تُنتِجُ الهاضِماتُ الحَيَويَّةُ الكبيرةُ الغازَ الحَيَويَّ لتَشغيلِ المُولِّداتِ التي تُنتِجُ الكهرباءَ لإدارَةِ مَكَناتِ المَزرَعَةِ وتَدفِئَةِ المَباني. وفي بعضِ المَزارِع، تُوصَّلُ المُولِّداتُ بشَبكَةِ الكهرباءِ بحيثُ يَتمكَّنُ المُزارِعونَ من بيعِ ما يَفيضُ عنهم من كَهرباءٍ إلى شَركاتِ الكهرباء.

دراسة حالة

الهاضِماتُ الحَيَوِيَّةُ في الصين

يعيشُ مَلايينُ الأشخاص في المَزارِع في ريفِ الصين، حيثُ لا توجَدُ أنابيبُ غازٍ لإيصالِ الغازِ الطبيعيّ، ولا خُطوطٌ كهربائيَّةٌ لإيصالِ الكهرباء، لذا فإنَّ مَصادِرَ الطاقَةِ الوَحيدةِ هي الكُتلَةُ الحَيَويَّةُ، مثل الخَشَبِ وقُشورِ الأرُزّ، التي تُحرَقُ للطَّهو والتَّدفِئة. في الستينيَّات (1960)، أبلغتِ الحُكومَةُ الشعبَ أنَّ رَوثَ الحَيواناتِ في مَزارِعِهم يُوفِّرُ مَصدَراً أفضلَ للطاقَة، فبَدأتْ بعضُ الأُسَرِ استخدامَ هاضِماتٍ حيويَّةٍ صغيرةٍ لإنتاجِ الغازِ الحَيويِّ الذي يَحرِقونَهُ في مَواقِدِ الطهو التي تعمَلُ بالغازِ الحَيويِّ وسَخَّاناتِ الماء.

وفَّرتِ الهاضِماتُ الحَيويَّةُ أكثرَ من نِصفِ الطاقَةِ التي تَحتاجُ إليها الأسَر، وقَلَّلتْ من مَقدارِ ما يَجمعونَهُ من حَطَب، وما يَتَنَفَّسونَهُ من غازاتٍ ناتِجةٍ عن نيرانِ الطبخ، وتُوفِّرُ الهاضِماتُ الحَيَويَّةُ أيضاً مَكاناً آمِناً لتَخزينِ الزِّبلِ الذي يَحتوي على جَراثيمَ مُضِرَّة، بحيثُ لا تُلوِّثُ مِياهَ الشُّرب. وقد انتَشَرَ استخدامُ الهاضِماتِ الحَيَويَّةِ اليومَ من الصينِ إلى بُلدانٍ آسيويَّةٍ أخرى، منها الهندُ وفِيتنامُ وكَمْبوديا.

تَحرقُ الأُسَرُ الغازَ الحَيويَّ في مَواقِدِ غازٍ حَيَويٍّ خاصَّةٍ وسَخَّاناتٍ لطَهو الطعامِ وتَدفِئةِ البُيوت. ويُمكِنُ أيضاً حَرقُ الغازِ الحَيَويِّ لتَشغيلِ مُولِّداتٍ مَحمولَةٍ تُنتِجُ ما يَكفي من الكهرباءِ لتَشغيلِ مِضَخَّةِ ماءٍ وأجهزةٍ كهربائيَّةٍ مَنزِليَّةٍ صغيرَةٍ والإضاءة.

التحْويلُ إلى غاز (التغْويز)

يُمكنُ تحويلُ بعض الكُتلَةِ الحَيويَّة، مثل الخَشَبِ والفَحْمِ، إلى غازٍ يُدعى غازٍ تركيبيّ، يحْتوي الغازُ التركيبيُّ على مَزيجٍ من الغازاتِ يَضُمُّ الهَيْدْروجينَ وأوَّلَ أُكسيدِ الكَرْبون. لإنتاجِ الغازِ التركيبيّ، يُحرَقُ الغازُ الحيويُّ بِبُطْءٍ في مُغوّزٍ (جِهازِ تَغْويز) معَ قليلٍ من الأُكْسِجين. هناك أنواعٌ عديدة من أجهزة التغْويز، لكنَّها تَحْتَوي جميعاً على حاوِيَةٍ يُحْرقُ فيها الغازُ الحيويّ، ومَنْفَسٍ يخرُجُ منه الغاز. يُنْقَلُ الغازُ من المُغَوِّزِ إلى جهازٍ للتنْقِيَةِ حيث تُزالُ منه الموادُّ الكيميائيةُ المُضرَّةُ ويُصبحُ جاهِزاً للاسْتِعْمال. يُحْرَقُ الغازُ التركيبيُّ في مُحَرِّكاتٍ لتزْويدِ المَرْكبات بالقُدرة، وفي الغلّاياتِ أو التوربيناتِ الغازيَّةِ لإنْتاجِ الكهرَباء. يُمكِنُ أن يُفْصَلَ الهَيْدروجينُ المَوْجودُ في الغازِ التركيبيِّ ويُستخْدمَ لتَزْويدِ خَلايا الوَقود بالطاقَة، وهي أجْهَزَةٌ تَمْزِجُ غازَي الهَيْدروجينِ والأُكْسِجينِ معاً لإنتاجِ الكهْرَباءِ من دون أنْ تُحْدِثَ تلَوُّثاً.

(فوق) قَرَويّونَ في الهنْدِ يُشاهِدونَ تِلْفازاً يُمَدُّ بالكهْرَباءِ من محطَّةِ تَوْليدٍ للطاقَةِ بمُغَوِّز.

(في الأسفل) يَستخدِمُ مَركَزُ أبحاثِ الفَحمِ في جَامِعَةِ إلينوي في كارتَرْفيل، بولاية إلينوي، مُغوِّزاً كبيراً لإجراءِ تَجارِبَ على إنتاجِ هَيدروجينٍ نَقِيٍّ من الفَحْم. ويُحاولُ مَركَزُ الأبحاثِ تَحويلَ الفَحمِ إلى وَقودٍ نَظيفِ الاحتراقِ لتَزويدِ الشاحِناتِ والسيَّاراتِ بالطاقَةِ في المُستقبل.

أنواعُ الوَقودِ الحَيَويّ

تَحرقُ المَركباتُ أكثرَ من نِصفِ أنواعِ الوَقودِ الأُحفورِيِّ التي يَستخدِمُها البَشَر، لخَفض هذا الاستخدامِ لأنواعِ الوَقودِ الأُحفورِيّ، يجري حالياً تَطويرُ مَركَباتٍ تَعمَلُ بالوَقودِ الحَيَويّ، والوَقودُ الحَيَويّ وَقودٌ سائلٌ مَصنوعٌ من النباتات، يُمكِنُ استِخدامُ العَديدِ من أنواعِ الوَقودِ الحَيَويِّ مَكانَ البِنزينِ والديزلِ لتَشغيلِ التِّكنولوجيا القائمَةِ حالياً. وهناك خَمسةُ أنواعٍ رئيسيَّةٍ من الوَقودِ الحَيَويّ: المِثانول، والبوتانول، والديزلُ الحَيَويّ، والإثانول، والزَّيتُ الحَيَويّ.

المِثانول

يُعرَفُ المِثانول أيضاً باسمِ كُحولِ الخَشَب، لأنَّه صُنعَ من الخَشَبِ أوَّلاً. استُخدِمَ المِثانولُ في أواخرِ تسعينيَّاتِ القرنِ التاسِعِ عَشَر (1890)، وأصبحَ بحلولِ العشرينيَّات (1920) وَقوداً شَهيراً للمَصابيحِ والمَواقِدِ والمُحرِّكات. اليومَ يُصنَعُ معظمُ المِثانولِ من الغازِ الطبيعيّ، على الرُّغم من أنَّه يمُكِنُ أن يُصنَعَ من الخَشَب، وغازِ مَقالِبِ النُّفايات، والفَحْم. تَسيرُ اليومَ على الطُّرُقاتِ آلافُ السيَّاراتِ التي تعملُ بالمِثانول. لا تُصدِرُ المُحرِّكاتُ التي تَحرقُ المِثانولَ مَوادَّ مُلوِّثةً في الهواءِ قَدرَ ما يُصدِرُ البِنزين. لكنَّ لاستخدامِ المِثانولِ عيوبَهُ أيضاً، فهو مادَّةٌ سامَّةٌ، ويُلوِّثُ المِياهَ عندما يَتَسرَّب، ويُمزجُ المِثانولُ مع البِنزينِ أيضاً كوَقودٍ للمَركَباتِ العاديَّة.

الديزل الحيوي

الديزلُ الحَيَويُّ وَقودٌ مَصنوعٌ من زُيوتِ النباتات، بما في ذلك نَباتِ دوار الشمس، والكانولا، وفولِ الصويا، وبِزرِ اللِّفت. يُمزَجُ الزَّيتُ مع الكُحول، فيُزيلُ الغليسرينَ من الزَّيت، ويترُكُ الديزلَ الحَيَويّ. استُخدِمَ الديزلُ الحَيَويُّ لأوَّلِ مرَّةٍ في الأربعينيَّات (1940). والديزلُ الحَيَويُّ اليومَ هو أسرعُ أنواعِ الوَقودِ البَديلَةِ نُموّاً في الولاياتِ المُتحدةِ والعديدِ من البُلدانِ الأخرى.

هذه الحافلَةُ العامَّةُ في نيويورك تعملُ بالمِثانول. وسيُخفِّضُ استمرارُ استخدامِ المِثانولِ لإمدادِ المُركَباتِ بالوَقودِ اعتمادَ البِلادِ على النِّفْطِ المُستورَد. كما يُخفِّضُ استعمالُ المِثانولِ مِقدارَ التلوُّثِ المُنبعِثِ في الهواء.

(فوق) أدَّى ارتفاعُ أسعارِ النِّفطِ والاندِفاع نحوَ الطاقَةِ المُتَجدِّدَةِ إلى تَطويرِ الديزلِ الحَيَوِيّ. ويُصنَعُ الديزلُ الحَيَوِيُّ من زَيتِ اللِّفت والصويا وثَمَرِ النَّخيلِ الظاهرِ في الصورةِ أعلاه.

استعمالُ الديزلِ الحَيَوِيّ

تُستَخدمُ محرِّكاتُ الديزلِ لتَشغيلِ السيَّارات، لكنَّها غالباً ما تُستخدَمُ لتَزويدِ المَركباتِ الكبيرةِ بالطاقَة، مثلَ الشاحنات، والجرَّارات، وكاسحاتِ الثلج، والحافلات. يُمكنُ أن يَشتغِلَ محرّكُ الديزلِ بأنواعٍ مُختلفَةٍ من الوَقود، منها الديزلُ والزيوتُ النباتيَّةُ والديزلُ الحَيَوِيّ. ويُستخدَمُ الديزلُ الحَيَوِيُّ بمُفرَدِهِ أو مَمْزوجاً بوَقودِ الديزلِ العاديّ. إن إضافَةَ مِقدارٍ صغيرٍ من الديزلِ الحَيَوِيِّ إلى الديزلِ العادِيِّ يُخفِّضُ مِقدارَ المُلوِّثاتِ وغازاتِ الدفيئَةِ التي يُصدِرُها المُحرِّك. ويَتوافَرُ الديزلُ الحَيَوِيُّ في الولاياتِ المُتحدةِ وبريطانيا وفَرَنسا وألمانيا وإيطاليا واليابانِ وروسيا، لكن لا يُعرَضُ للبيعِ إلا في قليلٍ من مَحطَّاتِ الوَقود. لذلك يَشتري بعضُ الأشخاص الديزلَ الحَيَوِيَّ ويُخزِّنونَهُ في بَراميل لتعبئَةِ سيَّاراتِهم بالوَقود بأنفسهم.

زيت الطهو

في الولاياتِ المُتحدَةِ وكَندا وأوروبا، يقومُ العديدُ من الأشخاص بتَغييرِ مُحرِّكاتِ الديزلِ في سيَّاراتِهم لكي تعملَ بالزَّيتِ النباتيِّ الصافي. تُعطي المَطاعِمُ الزَّيتَ المُستَعمَلَ إلى هؤلاءِ الأشخاص ليَستخدِموهُ كوَقود. قبلَ التمكُّنِ من استِخدامِ الزيتِ في مُحرِّكِ السيَّارة، يجبُ تَصفيَتُهُ لإزالَةِ بَقايا الطعام. واليوم، تَستخدِمُ بعضُ المَركَباتِ خَزَّانَينِ مُنفصلَيْنِ للوَقود، أحَدُهما لوَقودِ الديزلِ والآخرِ للزَّيتِ النباتي. يُستخدَمُ الديزلُ لتشغيلِ المَركَبَةِ وإحْماءِ خَزَّاني الوَقود. فلا بدَّ من تَسخينِ الزَّيتِ النباتيِّ ليصبحَ سيّالاً بالقدرِ الكافي للاستخدام، وعندما يُدفَّأُ الزَّيت، يَضغَطُ السائقُ على مِفتاحِ تَحويلٍ لاستخدامِ الزَّيتِ النباتيِّ في الخَزَّانِ الآخر.

الإثانول

يُصنعُ الإثانول من النباتاتِ التي تحتوي بطبيعتِها على كثيرٍ من السكَّر. وتشمُلُ هذه النباتاتُ قَصَبَ السكَّر، والشمندرَ السكَّريّ، والذُّرَة، والقَمح. لصُنعِ الإثانول، تُطحَنُ الحُبوبُ وتُمزَجُ بالماء. ثم يُسخَّنُ المَزيج، وتُضافُ إليه الخَميرة، ما يَتسبَّبُ في اخْتِمارِ السكَّر في المَزيج، أو تَحوُّلِهِ إلى كُحول. هذا الكُحولُ هو الوَقودُ الحيويُّ الذي يُسمَّى الإثانول. ويُمكِنُ أيضاً صُنعُ الإثانولِ من مُخلَّفاتِ المَحاصيلِ مثلَ سوقِ الذُّرَة والقشّ، ومُخلَّفاتِ الأحْراجِ مثلَ الحَطَب، والأعشابِ مثل أعشابِ الطاقَة. تتطلَّبُ هذه الأعشابُ عمليَّةً طويلَةً لإنتاجِ الإثانولِ لأنَّ سكَّرَها موجودٌ في السِّليلوز. ويجبُ تفكيكُ السِّليلوزِ قبلَ أن يُفصَلَ السكَّرُ ويُخَمَّر. يُسمَّى الإثانول المُنتَجُ من الأعشابِ والمَحاصيلِ ونُفاياتِ الغاباتِ الإثانولَ السِّليلوزيّ.

تَتوافَرُ أنواعُ وَقودِ الإثانولِ في كَندا والولاياتِ المُتَّحِدة، لكن لا تبيعُهُ إلا قليلٌ من محطّاتِ الوَقود.

استِخدامُ الإثانولِ كوَقود

تُضافُ كمِّيَّاتٌ صغيرةٌ من الإثانولِ إلى البِنْزينِ منذ السبعينيَّات. فالإثانولُ يُساعِدُ في جعلِ البِنْزينِ يحترِقُ بمزيدٍ من الكَفاءَةِ في المُحَرِّك، لذا فإنَّ السيَّارةُ تجتازُ مسافَةً أطول باستِخدامِ المِقْدارِ نفسِه من الوَقود. كما أنَّهُ يخَفِّضُ مِقدارَ تلوُّثِ الهواء والموادَّ المُضِرَّةَ التي تُطلِقُها المَرْكَبات. بإضافَةِ كمِّيَّاتٍ أكبرَ من الإثانولِ إلى البِنزين، تُصْنَعُ أنواعٌ جديدةٌ من الوَقود، مثل إ10، وهو وقودٌ يحتوي على البِنزينِ بنسبةِ 90 بالمئةِ والإثانولِ بنسبةِ 10 بالمئةِ. تسيرُ معظمُ السيَّاراتِ بوَقودِ إ10 من دونِ إجراءِ أيِّ تغييراتٍ على محرِّكاتها. وتستطيعُ ملايين السيَّاراتِ السَّيْرَ بالبنزينِ أو إ85، أو بمزيجٍ من الاثنين. ويحتوي إ85 على الإثانولِ بنسبةِ 85 بالمئة. وتُعرَفُ هذه المِركَباتُ باسمِ مركَباتِ الوَقودِ المَرِن.

المُحافَظَةُ على البيئَة

يحتوي العادِمُ الذي تُطلِقُهُ المركَباتُ التي تعملُ بالوَقودِ الأُحْفوريِّ على موادَّ كيميائيَّةٍ مضِرَّةٍ تُسهِمُ في الضَّبابِ الدُّخانيِّ، وتلوُّثِ الهواء، والاحْتِرارِ العالَميّ. ساعِدْ في تَوْفيرِ الطاقَةِ وإنقاذِ الأرضِ بـــرُكـــوبِ الحافِلَة، أو المشيِ، أو ركوبِ الدرَّاجَة.

البوتانول

البوتانولُ نَوْعٌ من الكُحولِ الذي يُصنَعُ من الكُتلَةِ الحيويَّةِ والوَقودِ الأُحفوريّ، لكنَّ معظمَ البوتانولِ اليومَ مصنوعٌ من الوَقودِ الأُحفوريِّ لأنَّ العمليَّةَ أكثرَ سُهولَةً وأقلَّ تكلِفَة. لصُنْعِ البوتانولِ من الكُتلَةِ الحيويَّةِ، تُستخدَمُ الجَراثيمُ للاغْتِذاءِ بالذُّرة، أو العُشْبِ، أو أوراقِ الأشجارِ، أو مخلَّفاتِ المَزارِع. يؤدِّي ذلك إلى تَخَمُّرِ الكُتْلَةِ الحيويَّة. لا يُصنَعُ إلا مقاديرُ صغيرَةٌ من البوتانولِ من الكُتْلَةِ الحيويَّة، لكنَّ العُلَماءَ في الولاياتِ المُتَّحِدةِ يَسعَوْنَ إلى تَحْسين هذه العمَلِيَّة.

اسْتِخدامُ البوتانول

يُمكِنُ مَزْجُ البوتانولِ مع البِنْزينِ أو استِخدامُهُ بمُفرَدِهِ لتشْغيلِ المَركَبات. وهو يحتوي على طاقَةٍ أكبرَ مما تحتوي عليهِ أنواعُ الوَقودِ الحَيَويِّ الأُخْرَى. وربما يحلُّ البوتانولُ في المُستقبَلِ محلَّ أنواعِ الوَقودِ الأُحفوريِّ في المُواصَلات، وصُنعِ المُنتجات، مثلَ البلاستيك. ويُمكِنُ استخدامُ البوتانولِ لتزويدِ خلايا الوَقودِ بالطاقَةِ لأنَّهُ يحتوي على الهَيْدروجين. وعندما يُحرَقُ البوتانولُ فإنَّهُ لا يُنتِجُ أُكْسيدَي الكِبْريتِ والنِّتْروجينِ اللذَينِ يُسبِّبانِ التلَوُّث.

(فوق) تُستخدَمُ الذُّرَة، وهو يحتوي على كثيرٍ من السكَّر، لصُنْعِ وَقودِ الإثانولِ الحَيويّ.

الزَّيْتُ الحَيَوِيّ

يعمَلُ العُلَماءُ على نَوْعٍ من الزَّيْتِ، يُسمَّى الزَّيْتَ الحَيَويّ، يُصْنَعُ من الكُتْلَةِ الحَيَويَّة، مثلَ فُتاتِ الخَشَب. يُصنَعُ الزَّيْتُ الحَيَويُّ باستخدامِ طريقَةٍ مماثِلَةٍ للتَّغْويز، باسْتِثناءِ أنَّ الكُتْلَةَ الحَيَويَّةَ تُحرَقُ بمِقدارٍ قليلٍ من الأُكْسِجين. وربما يُحرَقُ الزَّيْتُ الحَيَويُّ في المُستقبَلِ في العديدِ من الغلَّايات ومَعامِلِ الطاقَةِ بوَقودِ الديزل، لكنَّهُ لا يزالُ في طَوْرِ الاخْتِبارِ اليوم.

تاريخُ الطاقَةِ الحَيَويَّة

بدأ الناسُ يَحْرُقونَ الكُتْلَةَ الحَيَويَّةَ للحُصولِ على النارِ والحَرارَةِ قبلَ أكثرَ من مِليونِ سنة. ولا تَزالُ الكُتْلَةُ الحَيَويَّةُ مصدَراً مُهِمّاً للطاقَةِ منذُ ذلكَ الوَقت. وظَلَّتْ مَصْدَرَ الطاقَةِ الرئيسيَّ حتى أواسِطِ القرنِ الثامن عَشَر، عندما ارْتَفَعَ استِخدامُ الفَحْم، وقد طوَّرَ البَشَرُ في المِئَتَي سنةٍ الماضِيَةِ العَديدَ من الطُّرقِ الجديدةِ لاستِخدامِ الكُتْلَةِ الحَيَويَّةِ من أجلِ الطاقَة.

الفَحْمُ الخَشَبِيّ

الفَحْمُ الخَشَبِيُّ من أقدَمِ أنواعِ الوَقودِ المَصنوعِ من الكُتْلَةِ الحَيَويَّةِ، والفَحْمُ الخَشَبِيُّ هو بقايا الخَشَبِ المُتَفَحِّمَةِ بعدَ حَرْقِهِ بِمَعزِلٍ عنِ الأُكْسِجين. استخدَمَ المِصريُّونَ القُدَماءُ الفَحْمَ الخَشَبِيَّ منذُ سنةِ 3750 قبلَ الميلاد كوقودٍ لصَهْرِ النُّحاسِ والقَصْدير. وقد مَزجوا هذين المَعدِنَينِ لإنتاجِ البرونْز، الذي يَصْنَعونَ منهُ الأسلِحَةَ والأدوات. وقد انْتَشَرَ استخدامُ الفَحْمِ الخَشَبِيِّ كوَقودٍ في جميعِ أنحاءِ الشرقِ الأوْسَطِ وآسيا وأوروبا، واستُخدِمَ آلافَ السنين. في القرنِ الثامن عَشَر، أصبحَ الخشبُ المُستخدَمُ لصُنعِ الفَحْمِ الخَشَبِيِّ نادِراً في إنْجِلْترا وغيرِها من البُلْدانِ الأوروبِيَّة. فبَدَأَ الفَحْمُ بالحُلولِ محَلَّ الفَحْمِ الخَشَبِيِّ نَظَراً لسُهولَةِ الحُصولِ عليه، ولأنَّهُ يُعطي حَرارَةً أشَدّ، وأقَلَّ تكلِفَة. لا يزالُ الفَحْمُ الخَشَبِيُّ وَقوداً مُهِمّاً في بعضِ الأماكِنِ من العالَم، مثلَ القُرى في آسيا وأفريقيا. والفَحْمُ الخَشَبِيُّ وَقودٌ شهيرٌ للشَّوي في أميركا الشَّماليَّة.

صائِغُ فِضَّةٍ في هونْزا، باكستان، يصنَعُ قِرْطَينِ فِضِّيينِ دَقيقَين بمُساعدَةِ نارِ الفَحْمِ الخَشَبِيّ.

المُحرِّكاتُ البُخارِيَّة

ابْتُكِرَ أوَّلُ محرِّكٍ بُخارِيٍّ عَمَلِيٍّ في إنجلترا في أوائلِ القرنِ الثامِنِ عَشَر. تَغلي المُحَرِّكاتُ البُخارِيَّةُ الماءَ لإنتاجِ البُخار، فيُحَرِّكُ أجزاءها ويُنتِجُ القُدرَة. وبعدَ إدخالِ تَحْسيناتٍ على تصميمِ المُحَرِّكِ البُخارِي على مَرِّ السنين، أصبَحَ المُحَرِّكُ البُخارِيُّ أحَدَ أهَمِّ ابْتِكاراتِ الثَّوْرَةِ الصناعِيَّة. حَلَّتِ المُحَرِّكاتُ البُخارِيَّةُ محلَّ الماءِ والقُوَّةِ العَضَلِيَّةِ، واستُخدِمَتْ لتزويدِ آلاتِ المَصانِعِ بالقُدرة، وتشغيلِ القَوارِبِ البُخارِيَّةِ والقِطارات، كانتِ المُحَرِّكاتُ البُخارِيَّةُ المُبَكِّرَةُ تستَمِدُّ طاقَتَها من الفَحْمِ الخَشَبِيِّ أو الفَحْم. وعندما شَحَّ الخَشَبُ في أوروبا في القرنِ الثامِنِ عَشَر، غَلَبَ استِخدامُ الفَحْم. وبدَأَ الفَحْمُ يحُلُّ مَحَلَّ الفَحْمِ الخَشَبِيِّ في الوِلاياتِ المُتَّحِدَةِ وكَنَدا أيضاً. وبحلولِ منتَصَفِ القرنِ التاسِعِ عَشَر، حلَّ الفَحْمُ تماماً محلَّ الفَحْمِ الخَشَبِيِّ كوَقودٍ لتزويدِ المُحَرِّكاتِ البُخارِيَّةِ بالقُدرة.

أجهِزَةُ التَّغْويز

تُستَخدَمُ أجْهِزَةُ التَّغْويزِ للتدفِئَةِ وإنتاجِ الكهرباء منذ أواسِطِ القرن التاسِعِ عَشَر. وقد اكْتَسَبَتْ شُهرَةً في أوروبا خلالَ الحربِ العالَمِيَّةِ الثانِية، أثناءَ الحَرْب، شَحَّ البِنزينُ بسَبَبِ احْتِياجِ القُواتِ المُسَلَّحَةِ إليه لتَزْويدِ المَركَباتِ الحَرْبِيَّةِ بالوَقود، مثلَ الطائراتِ والدَّبابات، فاستخدَمَ الناسُ أجْهِزَةَ التَّغْويزِ لتَشغيلِ مركَباتِهم، بالإضافَةِ إلى تَوليدِ الكَهرباء. في الأربعينيَّات، استُخدِمَ أكثرُ من مِليونِ جِهازِ تَغْويزٍ في جميعِ أنحاءِ العالَم. وقد تَراجَعَتْ شُهْرَتُها في أعقابِ الحَرْب، عندما أصبَحَ البِنْزينُ مَتوافِراً ثانية.

خلالَ الحَربِ العالَمِيَّةِ الثانِيَة، شَحَّ النِّفْطُ والبِنْزينُ في أوروبا. فأدْخَلَ الأوروبِيُّونَ تغييراً على 100،000 سيَّارَة وشاحِنَة كي تعمَلَ بأجهِزَةِ تَغْويزِ الخَشَب بَدَلاً من البِنْزين.

الأيَّامُ الأولى

ربما تبدو أنواعُ الوَقودِ الحَيَويِّ ابتكاراً حديثاً، لكنَّها ترجِعُ إلى أكثرَ من 150 سنة. في القرنِ التاسِعِ عَشَر، اشْتُهِرَ الإثانولُ كوَقودٍ لإضاءَةِ المَصابيح. وأجرى العديدُ من المُبْتَكرينَ تجارِبَ على الإثانولِ عندما بدؤوا بتطويرِ المُحَرِّكات، لأنَّه وَقودٌ غيرُ مُكلِفٍ ويسهُلُ الحُصولُ عليه. في سنة 1826، حَصَلَ مُبْتَكِرٌ أميركيٌّ يُدعَى صموئيل موري (Samuel Morey) على براءَةِ اخْتِراعٍ لمُحَرِّكٍ من صُنعِهِ يعمَلُ بالإثانولِ والتربَنْتين. انْتَهَتْ شُهرَةُ الإثانولِ في الولاياتِ المُتَّحِدَةِ في سنة 1862 عندما فرضَتِ الحُكومَةُ ضريبَةً عليه. فأصبحَ سِعرُ الإثانولِ أربعَةَ أضْعافِ سِعْرِ الكاز، وهو وَقودٌ مصنوعٌ من النِّفْطِ يُستَخدَمُ للإضاءَة. بدأَ الناسُ يشتَرونَ الكازَ، ولم يَعُدِ الإثانولُ يُستخدَمُ حتى سنة 1906، عندما رَفَعَتِ الحُكومَةُ الضريبَةَ عنه.

وَقودُ المُستَقبَل

في أوائلِ القرنِ العشرين، بَدَأَ المُخْتَرِعُونَ إجراءَ تجارِبَ لإيجادِ أفضلَ وَقودٍ لابْتِكارٍ جديد – السيَّارَة. اعتقَدَ العديدُ من المُختَرِعينَ أنَّ الإثانولَ أفضلَ من البِنْزين، وأسْمَوْهُ "وَقودَ المُسْتَقبَل". وقد ساندوا استِخدامَ الإثانولِ لأنَّه أنْظَفُ وأكثَرُ أماناً من البِنزين. وأصبَحَ الإثانولُ وَقوداً شهيراً في العَديدِ من البُلدانِ الأوروبيَّةِ التي ليس لديها موردُ نِفْطٍ لإنتاجِ البِنْزين. أما في الولاياتِ المُتَّحِدَةِ، فقد كان البِنْزينُ أقلَّ تكلِفَةً من الإثانولِ إذ يوجدُ مَوردُ نِفْطٍ في البِلاد. كما أحبَطَتْ شركاتُ النِّفْطِ الأميركيَّةُ استِخدامَ أنواعَ الوَقودِ الكُحولِيّ. واستُخدِمَ الإثانولُ في الحربِ العالميَّةِ الثانِيَةِ عندما شَحَّ البِنْزين، لكنَّ استعمالَهُ سَقَطَ عندما أصبحَ البِنْزينُ مَتوافِراً ثانية.

(فوق) في سنة 1908، صَمَّمَ هنري فورد (Henry Ford) الموديلَ تي بحيثُ يُمكِنُ تشغيلُهُ بالبِنْزين أو الإثانول.

(في الأسفل) صَنَعَ مُخْتَرِعٌ ألْمانِيٌّ يُدْعى رودولف ديزل (Rudolph Diesel) أوَّلَ مُحرِّكِ ديزل في سنة 1890. وقد عرَضَ مُحَرِّكَهُ على الجُمهورِ في سنة 1900، في المعرضِ العالَمِيِّ في العاصمةِ الفَرَنسِيَّةِ باريس. وقد استَعمَلَ زَيْتَ الفُسْتُقِ لتَشغيلِ المُحَرِّكِ، على الرُّغمِ من إمكانِيَّةِ تَشْغيلِهِ بِعِدَّةِ أنواعٍ من زُيوتِ النباتات.

أزْمَةُ النِّفْط

في أعقابِ الحَرْبِ العالَمِيَّةِ الثانِيَةِ، اكْتُشِفَتْ كمِّيَّاتٌ كبيرةٌ من النِّفْطِ في الشرقِ الأوْسط. وبدأتِ البُلدانُ في جميعِ أنحاءِ العالَمِ بشِراءِ النِّفْطِ من بُلدانِ الشرقِ الأوسَطِ لأنَّه غيرُ مُكْلِفٍ ووفير. في سنةِ 1973، رَفَضَتْ بعضُ بُلدانِ الشرقِ الأوسطِ بَيْعَ النِّفْطِ إلى الوِلاياتِ المُتحدَةِ والبُلدانِ الأوروبية. فارتَفَعَتِ أسعارُ النِّفطِ لأنَّ الطلبَ على النِّفْطِ أكبرُ من المِقدارِ المُتاح. وواجَهَ الأوروبيُّونَ والأميركيُّونَ الشَّماليُّونَ أزْمَةَ نِفْط، فأصبحوا مهتمِّينَ بأنواعِ الوَقودِ البَديلَة. وارتفعَتْ شُهرةُ الإثانولِ ثانية، فضلاً عن أنواعِ وَقودٍ أخرى، مثل إ10. وقدَّمَتِ الحُكوماتُ في جميعِ أنحاءِ العالَمِ المالَ للأبحاثِ لإيجادِ طُرُقٍ أسهلَ وأقلَّ تكلِفَةٍ لصُنعِ الإثانول. وفي أعقابِ انتهاءِ أزمةِ النِّفطِ في سنة 1974، تواصَلَتْ هذه الأبحاث. ونتيجةً لذلك، طَرأتِ العديدُ من التحسيناتِ التي خَفَّضَتْ تكلِفَةَ الإثانولِ وغيره من أنواعِ الوَقودِ الحيويِّ التي طُوِّرَتْ على مرِّ السنين.

جميعُ السيّاراتِ المَبيعَةِ في البرازيلِ اليومَ مزوَّدَةٌ بمُحرِّكاتِ وَقودٍ مَرِنٍ تشتَغِلُ بالإثانولِ المُنْتَجِ من قَصَبِ السكَّر.

دراسة حالة

الثَّوْرَةُ الحَيَوِيَّةُ في البَرازيل

قرّرَتِ الحُكومَةُ البرازيليَّةُ زيادَةَ مِقدارِ الوَقودِ الذي تصنَعُهُ في أعقابِ أزمةِ النِّفْطِ في سنة 1973. فشُجِّعَ المُزارِعونَ على زِراعَةِ مَزيدٍ من قَصَبِ السكَّرِ لصِناعةِ الإثانول، وقد دَفَعَتِ الحُكومَةُ جُزءاً من تَكاليفِ صناعَةِ الإثانولِ وشِرائِه، وعَرَضَتْ محطَّاتُ الوَقودِ الإثانولَ على الزبائِن. وقد خُفِّضَتِ الضرائبُ على السيَّاراتِ التي تعملُ بالإثانول، فأصبحَ ثمَنُهُ أرْخَصَ من البِنْزين. وفي أواسطِ الثمانينيَات، أصبحت جميعُ السيّاراتِ تقريباً في البرازيلِ تعملُ على الإثانول. وفي التسعينيَات، هَبَطَ سعرُ البِنْزين، وحدَثَ نَقْصٌ في إنتاجِ قَصَبِ السكَّر، ما رَفَعَ تكلِفَةَ إنتاجِ الإثانولِ وشرائِه. وفي سنة 2002، أصبحت سيّاراتُ الوَقودِ المَرِنِ متوافِرَة، وهي تعمَلُ بالإثانولِ أو البِنْزين، أو بمزيجِ الاثنين. ويستطيعُ الناسُ مَلْءَ سيَّاراتِهم بالوَقودِ الأرخص.

العُيوب

للكُتْلَةِ الحيويَّةِ العديدُ من الفوائِد، لكنَّها تُعاني من عُيوبٍ أيضاً على غِرارِ جميعِ مَصادِرِ الطاقَة. فهي تُنتِجُ بعضَ التلوُّثِ، وتكلِّفُ حالياً أكثرَ من الوَقودِ الأحفوريّ، ويُمكنُ أن تحدُثَ مشاكِلُ بيئيَّةٍ إذا لم تُزْرَعْ محاصيلُ الطاقَةِ بعِنايَة.

التنافُسُ على المَحاصيل

مَحاصيلُ قَصَبِ السكَّرِ والشَّمَنْدَرِ السكَّريِّ والذَّرَةِ والأرُزِّ والقَمْحِ مُفيدَةٌ في إنتاجِ أنواعِ الوَقودِ الأحفوريّ، لكنَّها ذات استخداماتٍ مفيدَةٍ عديدةٍ أيضاً. فهي تُستخدَمُ غِذاءً وفي صُنعِ العَديدِ من المُنْتَجات. على سبيلِ المِثال، يستخدَمُ فُتاتُ الخَشَبِ ونُشارَةُ الخَشَبِ لصنعِ ألواحِ الخَشَب، وقَشُّ الحَيَوانات، وموادِّ التغليف. وعلى الشركاتُ التي تُنتِجُ الوَقودَ أو الكهرباء من الكُتْلَةِ الحَيَويَّةِ التنافُسَ مع شركاتٍ أخرى على شِراءِ الكُتْلَةِ الحَيَويَّة. ويمكِنُ أن ترفَعَ المُنافَسَةُ سِعرَ الكُتْلَةِ الحَيَويَّة، وتؤدِّي إلى نقْصِها أيضاً.

تَزايُدُ الحاجَةِ بِسُرْعَة

لتلْبِيَةِ الطلَبِ المُتَزايِدِ على الكُتْلَةِ الحَيَويَّة، يستخدِمُ بعضُ المُزارِعينَ الأسْمِدَةَ الكيميائيَةَ ومُبيداتِ الحَشراتِ لزِراعةِ محاصيلِ طاقَةٍ أكبرَ حجماً وأكثرَ عافِيَةً في وقتٍ أقلّ. وهذه الموادُّ الكيميائيَّةُ تُلَوِّثُ التُّربَةَ والماء. ويبيعُ بعضُ المُزارِعينَ أيضاً كلَّ الكَتْلَةِ الحَيَويَّةِ الناتِجَةِ من أرضِهم، بما في ذلك الجُذامَة، وهي ما يتبَقَّى من الزَّرْعِ بعدَ الحَصاد. تُترَكُ الجُذامة لتتعَفَّنَ في التُّربَةِ وتَعويض الموادِّ المُغَذِيَةِ التي استخدَمتها النباتاتُ أثناءِ نُموِّها. ومن دونِ هذه الجُذامَة، تنخَفِضُ الموادُّ المُغَذِيَةُ في التُّربَةِ ولا تنمو فيها النباتاتُ من دون موادَّ كيميائيَّة، ويُمكِنُ أن تُؤدِّيَ إزالَةُ الجُذامَةِ إلى تآكُلِ التُّربة، أو فَقدِها، فعندما تُنزَعُ جذورُ النباتاتِ في الجُذامَةِ، لا يعودُ هناكَ ما يُثَبِّتُ التُّرْبَةَ في مكانِها عندما يتساقَطُ المطرُ أو تَهُبُّ الرِّياح.

تُترَكُ الجُذامَةُ في الحُقولِ بعد الحَصادِ للمُساعَدَةِ في تعْويضِ الموادِّ المُغَذِّيَةِ في التُّربَة.

تَلَوُّثُ الهواء

يُنتِجُ حَرقُ الكُتلَةِ الحيويَّةِ تلَوُّثاً أقلَّ مما يُنتِجُهُ حَرقُ الوَقودِ الأُحْفورِيّ، لكنَّهُ يُصدِرُ تلَوُّثاً أكبَرَ مما تُصدِرُهُ مَصادِرُ الطاقَةِ البَديلَةِ الأخرى مثلَ الرِّياحِ أو الطاقَةِ الشمسيَّة. عندما تُحرَقُ الكُتلَةُ الحيويَّةُ، تُطلَقُ موادُّ كيميائيَّةٌ، مثلَ أوَّلِ أُكْسيدِ الكَربونِ، وثاني أُكْسيدِ الكِبريت، والميثان. لخَفضِ مِقدارِ التلَوُّثِ الناجِمِ عن حَرقِ الكُتلَةِ الحيويَّةِ، تستخدِمُ بعضُ معامِلِ الطاقَةِ أجهزَةَ تنقِيَةِ الغازاتِ التي تلتَقِطُ الموادَّ الملَوِّثَةَ قبل أن تَصِلَ إلى الهواء.

المُنافَسَةُ على التَّكْلِفَة

لاجْتِذابِ الزبائِنِ، يجبُ أن يُكَلِّفَ مصدَرُ الوَقودِ المَبلَغَ نفسه الذي يُكلِّفُهُ الوَقودُ الأُحْفورِيّ، تكلِّفُ أنواعُ الوَقودِ الحَيَويِّ والطاقَةِ الحيويَّةِ في بعض البُلدانِ أكثرَ مما تكلِّفُ أنواعُ الوَقودِ الأُحْفورِيّ. إذا زَرَعَ الفلاَّحونَ مَزيداً من مَحاصيلِ الطاقَة وطوَّرَ العُلَماءُ طُرُقاً أفضَلَ لتَحريرِ الطاقَةِ المَوجودَةِ في الكُتلَةِ الحيويَّةِ، فسينخَفِضُ سِعرُ الطاقَةِ الحيويَّة. وعندما تُنتِجُ مَصافي الوَقودِ الحَيَويِّ، أو مصانِعُ الوَقودِ الحَيَويِّ، مزيداً من الإثانولِ أو الديزلِ الحَيَويِّ، فسيَهبِطُ سِعرُها أيضاً. ولن يُنتِجَ المُزارِعونَ مزيداً من المَحاصيلِ، ولن تبنِيَ الشركاتُ مزيداً من مَصافي الوَقودِ الحَيَويِّ ما لم يكن هناك طَلَباً على هذه المُنتَجات. ولا يستخدِمُ اليومَ كثيرٌ من الأشخاص الديزلَ الحيويَّ أو الإثانولَ لأنَّها أغلى ثَمَناً أو يصعُبُ إيجادُهما.

(فوق إلى اليسار) يمكِنُ أن تُساعِدَ محاصيلُ الطاقَة، مثل أعشابِ الطاقَةِ وغيرِها من الأعشاب، في تجنُّبِ إرهاقِ التُّربَةِ وتآكُلِها، وهي لا تأخُذُ كثيراً من المُغَذِياتِ من التُّربَةِ أو تتطلَّبُ أسمِدَةً كيميائيَّة، مثلَ بعض المَحاصيلِ الغذائيَّة. فلديها جذورٌ طويلَةٌ تبقى في الأرض كلَّ سنة، ما يُثَبِّتُ التُّربَةَ في مكانِها.

المَزايا

إنَّ استِخدامَ الكُتلَةِ الحيويَّةِ يُمكِنُ أن يُساعِدَ الناسَ والكَوكَبَ بعدَّةِ طُرُق:

- يُمكِنُ أن تُزرَعَ الأعشابُ والأشجارُ، ويوجدُ رَوْثُ الحَيَواناتِ في أيِّ مَكانٍ في العالَم.
- الكُتلَةُ الحيويَّةُ مصدَرٌ متجدِّدٌ لا ينفَدُ البتَّة.
- استِخدامُ الكُتلَةِ الحيويَّةِ يخفِّضُ مِقدارَ النُّفاياتِ التي تُرمى في مَكَبَّاتِ النُّفايات.
- الوَقودُ الحَيَويُّ مَصدَرٌ مَوثوقٌ للطاقَة. لا تُطلَقُ الطاقَةُ الكيميائيَّةُ المخزونَةُ في الكُتلَةِ الحيويَّةِ إلا عندَ الحاجَةِ إليها.
- الطلَبُ المرتَفِعُ على الوَقودِ الحيويِّ يُوَفِّرُ للمَزارعينَ سوقاً مستقِرَّةً لمَحاصيلِهم.

إحداثُ التغيير

الكُتلَةُ الحيويَّةُ هي أكبرُ مصدَرٍ للطاقَةِ المُتجدِّدَةِ في العالَم. لا تُشكِّلُ الطاقَةُ الحَيَويَةُ في أميركا الشَّماليَّةِ وأوروبا سوى جُزءٍ صَغيرٍ من مجموعِ الطاقَةِ التي يستخدِمُها الناس. ويتطلَّبُ حَمْلُ الناس على استِبدالِ الكُتلَةِ الحيويَّةِ بالوَقودِ الأُحفوريِّ تخطيطاً ووقتاً ومالاً. والأهمُّ من ذلك أنَّه يتطلَّبُ تغييرَ طَريقَةِ تفكيرِ الناس بشأنِ الطاقَةِ ومَصادِرِ الطاقَة.

البَدْءُ الآن

يُمكِنُ البَدْءُ بالتحَوُّلِ إلى الطاقَةِ الحيويَّةِ اليوم. يستطيعُ الأشخاصُ الذين لديهم سيَّاراتُ وقودٍ مَرِن، أو تعملُ بالديزِل، ملءَ خزَّاناتِ الوَقودِ بالوَقودِ الحيويّ. وعندما تصبحُ أنواعُ الوَقودِ الحيويِّ مُتوافِرَةً في محطَّاتِ الوَقود، فمن المرَجَّحِ أن يتحوَّلَ مزيدٌ من الأشخاصِ إليها، وقد بدَأتْ العديدُ من معامِلِ الطاقَةِ التي تحرقُ الفَحمَ باستِخدامِ الكُتلَةِ الحيويَّةِ إلى جانِبِ الفَحم، إذ لا ضرورَةَ إلى تَركيبِ مُعِدَّاتٍ جديدة.

كُتلَةٌ حيويَّةٌ أفضل

يبحَثُ العُلَماءُ عن طُرقٍ لجعلِ الوَقودِ الحَيَويِّ أقلَّ تكلِفَةً وأكثَرَ كفاءَةً، ويُحاوِلُ بعضُ العُلَماءِ تطويرَ محاصيلَ طاقَةٍ تنمو بسرعَةٍ أكبرَ وتستخدِمُ طاقَةً أقَلَّ لزراعَتِها وحَصادِها وتَحويلِها إلى وَقود، ويعمَلُ عُلَماءُ آخرونَ على تَحسينِ طريقَةِ صُنعِ الإثانولِ بحيثُ تُصبِحُ تكلِفَتُهُ مماثِلَةً لتكلِفَةِ البِنزين، ويُمكِنُ في المُستقبَلِ استخدامُ الإثانولِ كمَصدَرٍ نظيفٍ ومُتجدِّدٍ للهَيدروجين، الذي يُستخدَمُ لتزويدِ خلايا الوَقودِ بالطاقَة.

لا تُلحِقُ المَركَباتُ التي تعمَلُ بخلايا الوَقودِ الضَّرَرَ في البيئَةِ لأنَّها تُصدِرُ بُخارَ الماءِ بَدَلاً من الغازاتِ المُضِرَّة، مثلما تفعَلُ المَركَباتُ التي تعمَلُ بالوَقودِ الأُحفوريّ.

الارْتِقاءُ بالكُتلَةِ الحَيويَّة

إنَّ التحوُّلَ إلى الطاقَةِ الحيويَّةِ على نطاقٍ واسِعٍ يتطلَّبُ إنشاءَ بُنيَةٍ تَحتيَّةٍ جديدة، أو شَبَكاتٍ لزِراعَةِ الكُتلَةِ الحيويَّةِ وحَصادِها وتَخزينِها. ويَجِبُ بناءُ مَصافٍ حيويَّةٍ جديدةٍ لمعالَجَةِ الكُتلَةِ الحيويَّةِ أو تَحويلِها إلى وَقودٍ قابِلٍ للاستعمال. وعندما يُنتَجُ الإثانولُ أو الديزلُ الحَيويُّ، يمكِنُ تخزينُهما ونقلُهُما وبَيعُهما باستِخدامِ المعِدَّاتِ نفسِها المُستَعمَلَةِ اليومَ للبِنزينِ أو الديزل. ولجَعلِ الطاقَةِ الحَيويَّةِ أكثرَ كفاءَةً، يجبُ بناء معامِلَ طاقَةٍ جديدةٍ تستَخدِمُ الغازَ الحيَويّ، واستِعمالُ مُعدَّاتٍ تَجمَعُ بين التوربيناتِ الغازيَّةِ والبُخاريَّة. يُمكِنُ أن تبلُغَ كفاءَةُ معامِلِ الطاقَةِ الجديدَةِ ضِعفَ كفاءَةِ معامِلِ الطاقَةِ البُخاريَّة، وبالتالي تنخَفِضُ تكلِفَةُ إنتاجِ الكهرباء. اليومَ تُستخدَمُ بعضُ هذه المَعامِلِ لاختِبارِ مِقدارِ جَودَةِ إنتاجِ الكهرباءِ بواسِطَةِ الغازِ الحيَويِّ في السُّويدِ وإيطاليا والبَرازيلِ وهاواي.

أعضاءٌ من مُنَظَّمَةِ السلامِ الأخضَرِ يُعلِّقونَ لافِتَةً تُشجِّعُ الناسَ على استِخدامِ الطاقَةِ البَديلَة.

دراسة حالة

البَلْدَةُ الحَيويَّة

في أيلول/سِبتَمبَر 2005، أصبحتْ رَينولدز، إنْدِيانا، أوَّلَ بَلدَةٍ في العالَمِ تبدَأُ الانتِقالَ إلى الطاقَةِ الحيويَّة. وتُعرَفُ البَلدةُ باسم "البَلدَةِ الحَيويَّة، الولاياتِ المُتَّحدَة". تَعتَزِمُ البَلدَةُ إنجازَ الانتِقالِ في ثَلاثِ مَراحِل. في المَرحَلَةِ الأولى، تتمُّ تَوعِيَةُ سُكَّانِ البَلدَةِ بشأنِ الإثانولِ والديزلِ الحيَويّ، وإتاحَةُ مزيدٍ من محطَّاتِ تَعبِئَةِ الإثانول. وفي المرحلَةِ الثانِيَة، تبدَأُ البَلدَةُ بإنتاجِ الكهرَباءِ من الغازِ الحيَويِّ المَصنوع في الهاضِماتِ الحيويَّةِ باستِخدامِ نُفاياتِ المَزارِعِ وروثِ الحَيَواناتِ والقُمامَة، وفي المَرحَلَةِ الثالِثَة، تُرَكِّزُ البَلدَةُ على إنتاجِ الغازِ المُخَلَّق، ويأمَلُ سُكَّانُ رَينولدز في إثباتِ إمكانيَّةِ تلبِيَةِ الاحتِياجاتِ إلى الطاقَةِ باستِخدامِ الكُتلَةِ الحيويَّة.

التسلسلُ الزمَنِيُّ للطاقَة

يعتَمِدُ الناسُ اليومَ على أنواعِ الوَقودِ الحَيَوِيِّ بصورَةٍ أساسيَّةٍ للحصولِ على الطاقَة، وقد تمَّتْ تَلبِيَةُ احتِياجاتِ البَشَرِ إلى الطاقَةِ منذُ مَلايينِ السِّنينَ باستِخدامِ الطاقَةِ الحيويَّة. أدَّتِ الطاقَةُ الحيويَّةُ دَوراً مَهَمّاً في تاريخِنا، وستصبِحُ مصدَرَ طاقَةٍ أكثرَ أهَمِّيَّةٍ في المُستقبَل.

(فوق) يُستخدَمُ القَمحُ لصُنعِ وَقودِ الإثانولِ الحَيَوِيّ.

(في الأسفل) يُستخدَمُ الزيتُ النباتِيُّ المُستَعمَلُ في المَطاعِمِ لتزويدِ السيَّاراتِ بالطاقَة.

1.7 مليون سنةٍ قبل الميلاد

إنسانُ ما قبلَ التاريخِ يَستخدِمُ النارَ للتدفِئَةِ والإنارَة.

3750 قبل الميلاد

المِصريُّونَ القُدَماءُ يستخدمونَ الفَحمَ الخَشَبِيَّ لصَهْرِ المَعادِن.

220 قبل الميلاد

المواقِدُ الصَّلصالِيَّةُ تُستخدَمُ في الصينِ لحَصرِ نارِ الطَّهو في الداخِل.

100 قبل الميلاد

هيرونُ اليونانيُّ يبتَكِرُ أوَّلَ محرِّكٍ بُخارِيّ.

1735

ظهورُ أوَّلِ مَوقِدٍ أوروبِيٍّ مُقفَلٍ، يَدعى مَوقِدُ كاسترول، في فَرَنسا.

1826

المُخترِعُ الأميركيُّ صموئيل موري يُطَوِّرُ مُحَرِّكاً يعمَلُ بالإثانولِ والتِربَنتين.

1862

الحُكومَةُ الأميركيَّةُ تفرِضُ ضريبَةً على الكُحولِ، بما في ذلك الإثانول. والإثانولُ يصبِحُ أغلى من أنواعِ وَقودِ الإنارَةِ الأخرى.

1876

المُخترِعُ الألْمانِيُّ نيكولاس أوتو (Nikolaus Otto) يبتَكِرُ مُحَرِّكاً يعملُ بالإثانول.

1936

صانِعُ السيَّاراتِ الأميركيُّ هنري فورد يبني مُحَرِّكاً، يُدعى المَحَرِّكَ رباعِيَّ الدَّورات، ويعمَلُ بالإثانولِ النقِيّ.

1945–1939

الحربُ العالَمِيَّةُ الثانِيَةُ تتسبَّبُ في شُحِّ النِّفْطِ، واشتِهارُ الإثانولِ وأجهِزَةِ تَغويزِ الخَشَب.

1950–1930

الكازُ والنِّفْطُ والكهرباءُ والغازُ الطبيعِيُّ تَحِلُّ مَحَلَّ الخَشَبِ بمثابةِ الوَقودِ الأكثرَ استِخداماً للتدفِئَةِ والطَّهْي.

1973

أزمَةُ النِّفْطِ تُطلَقُ اهتِماماً جديداً في الإثانولِ والخَشَبِ والأنواعِ الأخرى من الطاقَةِ الحَيَوِيَّة.

1984

اختِبارُ أوَّلِ معمَلٍ كهرَباءٍ يستمِدُّ الطاقَةَ من حرقِ الخَشَبِ في بيرلِنْغتون، في ولاية فيرمونت الأميركيَّة.

1990–1989

اختِبارُ معامِلِ الكهرباءِ التي تعمَلُ بالتوربيناتِ الغازيَّةِ لأوَّلِ مرَّةٍ في كَنَدا والولاياتِ المُتَّحِدة.

1997

صانِعو السيَّاراتِ الأميركِيُّونَ الشَّمالِيُّونَ يُدخِلونَ مركَباتٍ تعمَلُ بالوَقودِ المَرِن.

2002

أكثرُ من ثلاثةِ ملايينِ مركَبَةٍ تعمَلُ بالوَقودِ المَرِن تُستَخدَمُ في الولاياتِ المُتحدَّة.

2005

163 بَلَداً يُوَقِّعونَ على اتِّفاقيَّةٍ دُوَلِيَّةٍ تَدعى بروتوكولَ كيوتو. وتهدِفُ الاتِّفاقِيَّةُ إلى خَفضِ مِقدارِ ثاني أُكسيدِ الكَربونِ الذي يُطلَقُ في الهَواء.

(فوق) يُمكِنُ صُنعُ الديزلِ الحَيَوِيِّ من زَيتِ دوار الشمس.

(في الأسفل) عُمَّالٌ هَنودٌ يُعِدُّونَ الخَشَبَ لِجِهازِ تَغْويزٍ يُمِدُّ نحوَ 1200 أسرَةٍ بالكهرباء.

المصطلحات

براءة اختراع وثيقة رسمية تمنع الناس من استخدام أفكار المخترعين لمدة من الوقت من دون التنويه بهم ودفع المال لهم

الثورة الصناعية فترة بدأت في أواخر القرن الثامن عشر في إنكلترا، عندما بدأ الناس ينتقلون إلى المدن للعمل في المصانع

تربنتين زيت يستخرج من الخشب أو صمغ بعض الأشجار الصنوبرية

توربين جهاز تنتج فيه طاقة ميكانيكية بجعل البخار أو الهواء أو الماء المتدفّق يدير شفرات دولاب دوّار

جفاف فترة يقل فيها سقوط الأمطار

جَوّ (الغلاف الجوي) طبقات الغاز التي تحيط بالأرض

جين جزء من خلية نباتية أو حيوانية يحدد الصفات التي تنتقل من الآباء إلى الأبناء

الحربُ العالميَّةُ الثانية صراعٌ دولي نشب بين 1939 و1945

حمأة مزيج رقيق من جزيئات دقيقة وسائل، مثل الماء

خميرة مادة من نوع من الفطر ينمو بسرعة

سِليلوز المادّة الرئيسية لجدران خلايا النباتات والأخشاب

سماد مادّة تساعد النباتات في النمو

ضريبة مال تجمعه الحكومة من الشعب لتدفع مقابل الخدمات العامة

طاقةٌ كيميائية شكلٌ من أشكال الطاقة يخزن في أجسام البشر والنباتات والتربة والنفط والغاز

طلب مقدار ما يحتاج إليه المشترون

عضوية كائن حيّ، مثل نبات أو حيوان

غليسيرين مستحضر من الغليسيرول، وهو سائل يحصل عليه من الدهون والزيوت

مولّد آلة تحوّل الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية

مِرْجَل (غلاية) وِعاء يستخدم لصنع البُخار للتدفئة أو توليدِ الكهرباء.

مبيد حشرات مادة كيميائية تستخدم لقتل الحشرات المضرّة

هضم العملية التي يفكّك الجسم الغذاء إلى موادّ مغذية

الفهرس

احترار عالمي 6، 9، 21
إثانول 18، 20، 21، 24، 25، 27، 28، 29، 30، 31
أزمة النفط (1973) 25، 31
بوتانول 18، 21
تخليق ضوئيَ 8
تغويز 14، 17، 21، 23، 31
حرق مباشر 11
خلايا الوقود 17، 21، 28
دراسة حالة 16، 25، 29
ديزل حيوي 18، 19، 27، 29
زيت حيوي 18، 21
شبكة الكهرباء 11، 15
غازات الدفيئة 6، 19
غاز حيويّ 14-17، 29
غاز مخلَّق 17، 29
مِثانول 18
محاصيل الطاقة 9، 27، 28
مصانع تحويل النُّفايات إلى طاقة 12
معامل طاقة وحرارة مشتركة 13
هاضماتٌ حيوية 15، 16، 29
وقود حيوي 18-21، 24، 26، 27، 28، 29، 30، 31
وقود أحفوري 5، 6، 7، 9، 11، 16، 18، 21، 22-25، 26، 27، 28، 30، 31