توليد الطاقة
من الرياح
نيكي ووكر
ترجمة: عمر سعيد الأيوبي

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

توليد الطاقة من الرياح
نيكي ووكر

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

TJ820 .W35512 2010
Walker, Niki, 1972-
[Generating Wind Power]
توليد الطاقة من الرياح/ تأليف نيكي ووكر؛ ترجمة عمر سعيد الأيوبي. – ط 1. – أبوظبي: هيئة أبوظبي للثقافة والتراث، كلمة، 2010.
32 ص؛ مص؛ 28x21.5 سم.
ترجمة كتاب: Generating Wind Power
تدمك: 9978-9948-01-722-6
1 – طاقة الرياح – أدب الأطفال.
أ – أيوبي، عمر سعيد.

يتضمن هذا الكتاب ترجمة الأصل الإنجليزي:
Niki Walker, Generating Wind Power
© 2010 Copyright by Crabtree Publishing Company Ltd.

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

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

إن هيئة أبوظبي للثقافة والتراث (كلمة) غير مسؤولة 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 الطاقةُ في حياتِنا
6 مُشكلاتُ الطاقة
8 هُبوبُ الرِّياح
10 توربيناتُ الرِّياح
14 مزارعُ الرِّياح
18 تاريخُ طاقةِ الرِّياح
22 استِخدامُ الرِّياح
26 العيوب
28 إحداثُ التغيير
30 التسلسلُ الزمنيُّ
32 المُصطَلَحاتُ والفِهرِس

تَوفيرُ الطاقة: «يُمكِننا القيامُ بذلك»

"يُمكِنُنا القيامُ بذلك" هُوَ الشِّعارُ الذي ظَهرَ على مُلْصَقاتٍ انْتَشَرَتْ أثناءَ الحربِ العالميةِ الثانية، وعَرَضَ أحَدُ المُلْصَقاتِ "روزي العَامِلَة"، وهي امْرأةٌ تَرْتدي لِباسَ العَملِ الأزْرَق (الصورة أدناه). وَكانَ هذا المُلْصقُ يَهدُفُ في الأصْلِ إلى تَشْجيعِ المَرأةِ على الانْضِمامِ إلى القُوَّةِ العَامِلةِ لشَغْلِ أدْوارٍ غَيْرِ تقْليديةٍ كَعَامِلاتٍ 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 كَوكبِنا مِنَ التلوُّثِ الذي يُسبِّبُهُ حَرْقُ أنْواعِ الوَقودِ الأُحْفوريّ، عَنْ طَريقِ تعلُّمِ الحِفاظِ على الطاقَةِ، وتَطْويرِ مَصادِرَ بَديلةٍ لها.

الطاقَة في حياتِنا

توجدُ الطاقَةُ في كُلِّ ما يُحيطُ بنا. ويمكن الحصول عليها من الرِّياحِ ويُسَيْطرونَ عليها لأداءِ أعمالٍ مثلَ ضخِّ المياه، والإبْحارِ في المَراكِب، وإنْتاجِ الكَهْرَباء. فالرِّياحُ تَحْمِلُ نَوْعاً من الطاقَةِ يُسمَّى الطاقَةَ الحَركيَّة. وكُلَّما ازْدادَتْ سُرْعَةُ الرِّياح، ازْدادتِ الطاقَةُ التي تَحمِلُها.

تَوفيرُ الطاقَة

المُحافَظَةُ على الطاقَةِ تَعْني الحدَّ من مِقدارِ الكَهْرَباءِ التي نَستَخْدِمُها. يمكنكَ إيجادُ نَصائحَ عن كيفيَّةِ توفيرِ الطاقة، ومَعْلوماتٍ عن المُحافَظةِ على البيئَةِ في مثلِ هذه المُربَّعات.

ما هي الطاقَة؟

الطاقةُ هي القُدرةُ على أداءِ عَملٍ أو التسبُّبِ في حُدوثِ شَيْءٍ ما. ومن دونِ الطاقَة، يُصبحُ العالمُ مُعْتِماً وبارِداً، وصامِتاً، وساكِناً تماماً. يَستخْدِمُ الناسُ الطاقَةَ لتَشْغيلِ الآلات، وطبْخِ الطعام، وتَبريدِ المَباني وتَدْفِئَتِها، الطاقَةُ لا يمكنُ خَلقُها أو تَدْميرُها، لكن يُمكنُ نقْلُها من شَيْءٍ إلى آخَر. على سبيلِ المثال، تدورُ شفَراتُ طاحونَةِ الهواءِ عند هُبوبِ الرِّياحِ عليها، ويَرْجِعُ سببُ ذلك إلى أنَّ الطاقَةَ الحركيَّةَ للرياحِ تنتقِلُ إلى الشَّفَرات.

(فوق) توجدُ طاقةٌ هائلةٌ في رِياحِ العَواصِفِ العاتِية، وباسْتِطاعتِها إخْراجُ القِطاراتِ عن سِكَكِها واقْتلاعُ سُقوفِ المَباني.

الطاقةُ المُتغيِّرة

يُمكِنُ تَحْويلُ الطاقَةِ، أو تَغْييرُها، من شكْلٍ إلى آخَر، تُحوَّلُ طاقَةُ الرِّياحِ إلى كَهرْباءٍ باستخدامِ آلاتٍ تُدعى توربينـاتِ الرِّياحِ، لا يُمكنُ تَحْويلُ طاقَةِ الرِّياحِ بأكْملِها إلى كَهرْباء، فبعضُ الطاقَةِ يتغيَّرُ إلى شكْلٍ غيرِ مفيدٍ عند التَّحْويل، مثلَ الطاقَةِ الحَراريَّة، لذا فإنَّ الهدَفَ في تَحْويلِ الطاقَةِ هو الكَفاءَة، أو تَغْييرُ أكبرِ قَدْرٍ منها إلى شكْلٍ مفيد.

الطاقَةُ المَحْدودةُ وغَيْرُ المَحْدودة

كلُّ ما يِحْتوي على طاقَةٍ يَسْتطيعُ الناسُ اسْتِخدامَها هو مَصْدرٌ للطاقَة. هناك نَوْعانِ أساسيَّانِ من مَصادِرِ الطاقة: المَصادِرُ غيرُ المُتجدِّدةِ والمَصادرُ المُتجدِّدَة. لا يُمكِنُ اسْتِبدالُ المَصادِرِ غيرِ المتجدِّدةِ بعد اسْتِخدامِها. كأنواعُ الوَقودِ الأُحْفورِيّ، مثلَ الفَحْمِ والنِّفْطِ والغازِ الطبيعِيّ. أما المَصادرَ المُتجدِّدَة، والتي تُسمَّى أيضاً مَصادِرُ الطاقَةِ البديلة، فإن البَشَرَ أو الطبيعَةَ يَسْتبدِلونَها باسْتِمْرار. الرِّياحُ مَصدرٌ مُتَجدِّدٌ للطاقَة، وكذلك الكُتْلةُ الحَيويَّةُ، والمِياهُ الجارِيةُ، والشمس.

الطاقةُ الكَهرُبائيَّة

القُدْرَةُ هي مُعدَّلُ الطاقَةِ المُسْتَخدمَةِ في أداءِ العَمَل. يُشيرُ الناسُ عادةً إلى "القُدْرَةِ" عند وَصْفِ الكَهرْباء. تُقاس القُدْرَةُ الكَهرْبائيَّةُ بوَحَداتِ الواط، ويُقاسُ مِقْدارُ الكَهْرباءِ الذي تَسْتخدِمُهُ الأجْهِزَةُ الكَهرْبائيَّةُ المَنْزِليَّةُ بوَحَداتِ الواطِ أيضاً. وكُلَّما ارْتَفَعَتْ قُدْرَةُ الجِهازِ الكَهرْبائيِّ بالواط، ارْتَفَعَ مِقْدارُ الكَهرْباءِ التي يَستخدِمُها. يوجدُ أدْناهُ بعضُ الأجْهِزةِ الكَهرْبائيَّةِ المَنْزِليَّةِ والقُدْرةُ الكَهرْبائيَّةُ التي تستخدمُها:

الثلاجة
500 واط

الحاسوب
360 واط

مجفّفُ الشعر
1250 واط

مُشْكِلاتُ الطاقَة

الوَقودُ الأُحْفورِيُّ هو مَصْدرُ الطاقَةِ الأكثرِ شُيوعاً واسْتِخداماً في العالَمِ اليوم، لكنَّه مُضِرٌّ بالبيئَةِ وبصِحَّةِ الناس. ويشْعرُ الناسُ بالقَلَقِ مما سيَحدُثُ عندما نَسْتهلِكُ إمْداداتِنا من الوَقودِ الأُحفورِيّ. لذلك، ازْدادَ اهْتِمامُ الناس بمَصادِرِ الطاقَةِ البَديلَة، مثل الرِّياح.

(في الأسفل) يُنقَلُ النِّفْطُ حَوْلَ العالَمِ بالسُّفُنِ، والشاحِناتِ، والأنابيب. وفي بعض الأحيانِ تقعُ حوادِثُ فيتسرَّبُ النِّفْطُ إلى المُحيطاتِ أو ينْسَكِبُ على اليابِسَة، فيلوِّثُ الماءَ ويقتُلُ الحَياةَ الفِطريَّةَ والنباتات في الماء.

الإضْرارُ بالبيئَة

يُطلِقُ إحْراقُ الوَقودِ الأحفورِيِّ غازاتٍ مُضرَّةً في الهَواءِ تُسبِّبُ التلوُّث مثل غاز ثاني أُكْسيدِ الكِبْريتِ، وعندما يَرْتفعُ ثاني أُكْسيدِ الكِبْريتِ في الهواءِ ويمتزِجُ مَعَ الماءِ في السُّحُب، فإنَّه يشكِّلُ المَطَرَ الحَمْضيّ الذي يُتلِفُ المَبانيَ والغابات، ويُسمِّمُ الحياةَ الفِطْريةَ عند هُطولِه. ويُطْلَقُ أيضاً غازاتُ الدَّفيئةِ، مثلَ ثاني أُكْسيدِ الكَرْبون.. عند إحراقِ أنْواعِ الوَقودِ الأُحفورِيّ. تَحبِسُ غازاتُ الدفيئَةِ حَرارَةَ الشمْس في **الغِلافِ الجوِّي**، فيسبِّبُ ذلك الاحترارَ العالميّ، أو الارْتِفاعَ التدريجيَّ في دَرَجَةِ حَرارةِ الأرض، ويَعْتقدُ العَديدُ من العُلماءِ أنَّ استمرارَ الاحْترارِ العالميِّ سيُؤَدِّي إلى مُشْكِلاتٍ أخرى، مثلَ العَواصِفِ الشديدَة والفَيَضاناتِ والجَفافِ وفِقدانِ البيئَةِ الطبيعيَّةِ للعديدِ من النباتاتِ والحَيَوانات.

مَخْزونٌ مَحْدود

لا يَعرِفُ العُلماءُ بالضَّبْطِ متى ستنفَدُ أنْواعُ الوَقودِ الأُحْفورِيّ، بَعضُهم يقدِّرُ أنَّ ما تبقَّى من النِّفْطِ يكفي مُدَّةَ 40 سنة، وما تبقَّى من الغازِ الطبيعيِّ يكفي مُدَّةَ 70 سنةٍ تقريباً، فيما الفَحْمُ المُتبقِّي يكفي نحو 250 سنة، وعندما تتناقَصُ أنْواعُ الوَقودِ الأُحْفورِيّ، تَرتفعُ أسْعارُها، ومُعظمُ التِّكْنولوجيا المُستخدمَةِ اليومَ تعتمد عليها فالسيارات تعمل بالبِنْزين، وتَحتاجُ الأفْرانُ إلى الفَحْمِ أو النَّفْطِ أو الغازِ الطَبيعيّ، وتَستخدِمُ مُعظَمُ مَعامِلِ تَوليدِ الطاقَةِ الوَقودَ الأُحْفورِيَّ لإنْتاجِ الكَهْرَباء، لذا ثمَّةَ حَاجَةٍ إلى مَصادِرَ جَديدةٍ للطاقَةِ كي تُواصِلَ التِّكْنولوجيا عَمَلَها.

(فوق) يَنتُجُ الضبابُ الدُّخَانيُّ عن إحْراقِ الوَقودِ الأُحفوري. الضَّبابُ الدُّخانيُّ شكلٌ من أشكالِ تلوُّثِ الهواءِ الذي يجعلُ التنفُّسَ صعباً وتُضِرُّ بصحَّةِ الناس.

الاسْتِقلالُ في مجالِ الطاقة

يوجدُ النِّفْطُ في أماكنَ مُحدَّدةٍ من العالَم، ولا تَمْتَلِكُ سوى بَعض البُلْدانِ إمْداداتِ النِّفْطِ التي تَحتاجُ إليها. لذا تَشْتري كَثيرٌ من البُلدانِ النِّفْطَ من الشَّرْقِ الأوسط، حيثُ توجدُ مُعظَمُ إمْداداتِ العالَمِ منَ النِّفْطِ، وإذا ارتفعَ سِعْرُ النِّفْطِ، ترتفِعُ كُلفَةُ اسْتخدامِهِ أيضاً، ويعني ذلك ازْديادَ تَكْلِفَةِ قيادةِ السيَّاراتِ وتَدْفئةِ المَباني أو تَبْريدِها. لضَمانِ انْتِظامِ الإمْدادِ بالطاقَةِ بأسْعارٍ يَحْتَمِلُها الناس، على البُلْدانِ اسْتخدامُ مَزيدٍ من مَصادِرِ الطاقَةِ المَوْجودَةِ لدَيْهِم، مثلَ الرِّياح.

ارْتفاعُ أسْعارِ النِّفْطِ يزيدُ من تَكاليفِ تَزْويدِ السيَّاراتِ بالوَقود.

هُبوبُ الرِّياح

تَنْشأُ الرِّياحُ عندما يَرْتَفِعُ الهَواءُ الدافِئُ، الذي سَخَّنتهُ أشِعَّةُ الشَّمْس، ويَنْدَفِعُ الهَواءُ البارِدُ للحُلولِ مَحَلِّه. تَهُبُّ الرِّياحُ في جَميعِ أنْحاءِ الأرْض، لكنَّ المَناطِقَ السَّاحِليَّةَ والجَبَليَّةَ تَتَعرَّضُ لرِياحٍ أكثرَ انْتِظاماً ودَيْمومَةً من المَناطِقِ الأخرى.

(فوق) تَهُبُّ أقْوى الرِّياحِ في القارَّةِ القُطبيَّةِ الجَنوبيَّة. في الشِّتاءِ، تَصِلُ سُرعةُ الرِّياحِ إلى 160 كيلومِتْراً في الساعة.

الجبالُ والوُديان

يُمكِنُ توقُّعُ أنْماطِ الرِّياحِ في المَناطِقِ الجَبَليَّة. ففي النَّهار، يَهُبُّ الهَواءُ الدافِئُ فَوْقَ المُنْحَدَراتِ نحوَ قِمَمِ الجِبال، فيُحدِثُ ذلك ما يُسمَّى «نَسيمَ الوادي». وفي المَساء، عندما يَبْرُدُ الهَواء، يَهُبُّ نُزولاً نَحْوَ الوادي، فيَنْشَأُ ما يُسمَّى نسيمَ الجَبَل، أو رِياحَ الجِبال. عندما تَهُبُّ رِياحُ الجِبالِ على الوُديانِ الضيِّقةِ بين الجِبال، تَشْتَدُّ سُرْعَتُها. يُسمَّى ذلك مفعولَ النَّفَق. ويُطْلَقُ على رِياحِ الجِبالِ أسماءٌ خاصَّةٌ في مناطقَ مُخْتَلِفةٍ من العالَم، مثل تشينوك في جِبالِ روكي، وسانْتا آنا في كاليفورنيا.

(في الأسفل) تَتأثَّرُ الرِّياحُ باليابِسةِ والماءِ التي تَهُبُّ فَوْقَها. فيُمكِنُ أن تُبطِئَ السُّطوحُ الوَعِرَةُ والعَوائقُ، مثلَ المَباني والغاباتِ، من سُرْعَتِها، وتَهُبُّ الرِّياحُ بانْتِظامٍ في المَناطِقِ المَفْتوحَةِ الواسِعَةِ مثلَ السُّهولِ والصَّحارى.

نَسيمُ البَرِّ ونَسيمُ البَحْر

لا يَسْخُنُ الماءُ بالسُّرْعةِ التي تَسْخُنُ بها اليابِسَة، لذا يكونُ الهواءُ فَوْقَ المُسطَّحاتِ المائيَّةِ أبْرَدَ من الهَواءِ المَوْجودِ فَوْقَ اليابِسَة. أثناء النَّهار، يَرْتَفِعُ الهَواءُ الدافِئُ فوقَ اليابِسَة، ويَنْدفِعُ الهواءُ الأكثرُ بُرودةً المَوجودُ فوقَ الماءِ للحُلولِ مَكانَه. تُسمّى هذه الريحُ نَسيمَ البَحْر. وفي اللَّيْلِ تُغيِّرُ الرِّيحُ اتِّجاهَها لأنَّ الهَواءَ يبرُدُ فوقَ اليابِسَةِ بسُرْعَةٍ أكبرَ منَ الهَواءِ المَوْجودِ فوقَ البَحْر، لذا يكونُ الهَواءُ فوقَ البحرِ أكثرَ دِفْئاً، يَرْتفعُ الهواءُ الدافِئُ فوقَ البَحْر، ويَندفِعُ الهَواءُ الباردُ فوقَ اليابِسَةِ ليحِلَّ محلَّه. تُسمَّى هذه الريحُ نَسيمَ البَرّ. تكونُ نَسائِمُ البَرِّ أضْعَفَ من نَسائِمِ البَحْرِ على العُموم. لذلك تكثُرُ الرِّياحُ في المَناطِقِ الساحِليَّة.

تَوْفيرُ الطاقَة

لا يتحوّلُ إلى ضَوْءٍ سوى مِقْدارٍ صغيرٍ من الطاقةِ التي يَسْتهلِكُها المِصْباحُ الكهربائيّ. ويَتبدَّدُ ما تبقَّى على شكلِ طاقَةٍ حَراريَّة. لتَوفيرِ الطاقَة، أطْفِئِ الأنْوارَ عندما لا تكونُ بحاجةٍ إليها، واستخدمِ المَصابيحَ الفلوريَّةَ المُدمجة.

الاخْتِلافاتُ المَوْسِميَّة

تؤثّرُ الفُصولُ أيضاً على سُرعةِ الرِّياحِ وشِدَّتها. في معظمِ مناطِقِ أميركا الشَّماليَّة، تكونُ الرِّياحُ عادةً أشدَّ في الشِّتاءِ والرَّبيع، حيثُ تكثُرُ العَواصِف. وفي كاليفورنيا، تَهبُّ أشدُّ الرِّياحِ قوّةً في الصَّيْف. ويرجِعُ ذلك إلى أنَّ الرِّياحَ تَتَأثَّرُ باخْتِلافِ دَرَجةِ الحَرارةِ بينَ المُحيطِ الهادِئِ والجِبالِ وصَحْراءِ موهافي، الواقِعَةِ إلى الشَّرْقِ من الجِبال.

تورْبيناتُ الرِّياح

تُستَغَلُّ الرِّياحُ وتُحوَّلُ إلى كَهرَباءٍ باستِخدامِ آلاتٍ تُدْعى تورْبيناتِ الرِّياح، ويَتوقَّفُ مِقدارُ الكَهرَباءِ التي يُنتِجُها التورْبينُ على حَجْمِهِ وسُرعَةِ الرِّياح.

كيف تعملُ تورْبيناتُ الرِّياح

تتكوَّنُ جَميعُ تورْبيناتِ الرِّياحِ من القِطَعِ الأساسِيَّةِ نَفْسِها: شفَراتٌ، وبُرْجٌ، وصُنْدوقُ مُسَنَّنات، تعملُ هذه القِطَعُ معاً للحُصولِ على الطاقَةِ الحركيَّةِ للرِّياحِ وتَحْويلِها إلى كَهرْباء.

1. تهُبُّ الرياحُ على الشَّفَراتِ فتُديرُها.

2. ترتَبِطُ الشَّفَراتُ بمِحْوَرٍ أو عَمودٍ رئيسيّ. فعندما تَدورُ الشَّفَرات، يَدورُ العَمودُ الرئيسيُّ أيضاً.

3. يرتبطُ العمودُ الرئيسيُّ بصندوقِ مُسنَّنات كبيرة تدورُ داخلَ الصُّندوقِ ببُطْء، ما يَجْعلُ المُسنَّناتِ الصغيرةُ تَدورُ بِسُرعَة.

4. تُديرُ المسنَّناتُ عَموداً آخر، يُدعى العَمود السريع، بسُرْعَةٍ كَبيرة.

5. يرتبطُ العَمودُ السريعُ بمُوَلِّدِ كَهرْباء، يتكوَّنُ من مَغْنَطيساتٍ داخِلَ مِلفٍّ من الأسْلاكِ النُّحاسيَّة. عندما يَدورُ العَمودُ السَّريع، تَدورُ المُغْنَطيساتُ فتُنْتِجُ تيَّاراً كَهرَبائيّاً في الأسْلاك.

6. تَنقُلُ أسْلاكٌ ثَخينةٌ التيَّارَ الكَهرَبائِيّ، أو الكَهرْباء، من التوربين.

التوربيناتُ ذاتُ المِحْوَرِ الأُفُقِيّ

التوربينُ ذو المحورِ الأفقيِّ هو أكثرُ أنْواعِ توربيناتِ الرِّياحِ شيوعاً، وهو يَضمُّ شَفرتَيْن أو ثلاثَ شَفَراتٍ تدورُ حَوْلَ مِحْوَرٍ أُفُقِيّ، تَتَّصِلُ هذه الشَّفَراتُ مَعاً في المَرْكَزِ بواسِطَةِ صُرّةٍ، ويُطلقُ على الشَّفَراتِ والصُّرَّةِ معاً اسمَ الدوَّار. يُحمَّلُ الدوَّارُ عند أعلى بُرْجٍ مُرتفعٍ حيث تَهبُّ الرِّياحُ بِحُرِّيَّةٍ دون عَقَباتٍ تُبطِئُ سُرعتَها. يتَّصلُ الدَوَّارُ بحُجْرةٍ تَحْتَوي على صُنْدوقِ المُسنَّنات، والمُوَلِّد، وحاسوب. يتتبّعُ الحاسوبُ سُرْعَةَ الرِّياحِ واتِّجاهِها، وعندما يتغيَّرُ اتِّجاهُ الرِّياح، يُشغِّلُ الحاسوبُ مُوتوراً يديرُ الحُجرةَ، فيَتَحرَّكُ الدوَّارُ ليُواجِهَ الرِّياحَ لأنَّهُ لا يَدورُ إلا عندما يُواجِهُها.

(فوق) تُركَّبُ دوَّاراتُ التوربيناتِ ذات المَحاوِرِ الأفقيَّةِ عند أعْلى أبْراجٍ مُرتَفِعة، حيث لا توجدُ عَقَباتٌ تُبطئُ الرِّيَاح، مثلَ التلالِ أو الأشجار.

تَوفيرُ الطاقَة

الاقْتصادُ في اسْتِخدامِ المِياهِ الساخِنَةِ يُحافِظُ على المَاءِ والطاقَةِ المُستعملةِ في تَسخينِها. اسْتَخدِمِ المياهَ الساخِنَةَ بِحِكْمَةٍ عندَ الاسْتِحْمام، وغَسْلِ اليَدَيْنِ والمَلابِسِ والأَطباق.

التوربيناتُ ذاتُ المِحْورِ العَمودِيْ

للتوربيناتِ ذاتِ المِحوَرِ العَموديِّ شفَرتانِ أو ثلاثٌ تدورُ حولَ عَمودٍ قائمٍ أو مُنْتصِب، لا تَحتاجُ التوربيناتُ إلى حواسيبَ لتَوْجيهِها في مُواجَهَةِ الرِّياحِ لأن الشَّفَراتِ تُواجهُ الهَواءَ من أيِّ اتِّجاه، يوجدُ صُندوقُ المُسنَّناتِ قُربَ الأرْض عند قاعِدةِ البُرْجِ الرَّفيعةِ والخَفيفَة، تُنْتِجُ التوربيناتُ ذاتُ المحاورِ العموديةِ كَهْرَباءَ أقلَّ مما تُنتِجُ التوربيناتُ ذاتُ المَحاورِ الأفقيَّةِ لأنَّ شَفَراتِها أقربُ إلى الأرْض، حيثُ تُبطئُ العوائقُ، مثلَ الأشْجار، سُرْعَةَ الرِّيَاح.

الحَجْمُ والطاقة

تأتي توربيناتُ الرِّياحِ بأحْجامٍ مُخْتلفة، يَتَراوحُ قُطْرُ دَوَّاراتِ التوربينات الصغيرةِ بين مِترٍ و15 مِتْراً. ويَصِلُ ارْتِفاعُ أبْراجِها إلى 40 مِتْراً. ويُمكنُ أن تُولِّدَ ما يَصِلُ إلى 20 **كيلوواط** من الكَهْرَباء، وتُستخدَمُ لتَزْويدِ البُيوتِ ومُعِدَّاتِ المَزارِعِ والقُرى الصغيرَةِ بالكَهْرَباء. وتُسمَّى التوربيناتُ الكبيرةُ توربيناتٍ ذاتِ نِطاقٍ تجاريٍّ لأنَّها تولِّدُ ما يَكْفي من الكَهْرَباءِ لبيعِها. يَجْري حالِيّاً اسْتِبدالُ التوربيناتِ ذاتِ النِّطاقِ التجاريِّ القديمةِ التي تولِّدُ ما بين 50 و100 كيلوواط من الكَهْرَباءِ، وإحلالُ توربيناتٍ كَبيرةٍ مَحلَّها تُولِّدُ آلافَ الكيلوواط. وتُولِّدُ أكْبَرُ التوربيناتِ ما يَصِلُ إلى 5 ميغاواط من الكَهْرَباء، وهو ما يكفي لتَزْويدِ 5000 بَيْتٍ بالكَهْرَباء. وتَتَراوحُ أطوالُ دوَّاراتِ وأبراجِ التوربيناتِ ذاتِ النِّطاقِ التِّجاريِّ اليومَ ما بين 50 متراً و90 متراً.

(فوق) تُديرُ الرِّياحُ التي تَهُبُّ على مَقْرُبةٍ منَ الأرْض التوربيناتِ ذات المِحوَرِ العموديّ.

المُحافَظةُ على البيئَة

تَحتَوي البَطّارِيّاتُ على مادَّةٍ خَطيرةٍ تُدعى الزِّئْبَق، وهي تَتَسرَّبُ إلى الأرض عندما تُرمى. حاولِ استخدامَ أجهزةٍ تَتَزوَّدُ بالطاقَةِ من مَصادِرَ بَديلةٍ للطاقَة، مثلَ الحاسِباتِ التي تَعْمَلُ بالطاقَةِ الشمْسِيَّة.

تدابيرُ السلامة

كُلَّما ازْدادَتْ سُرْعَةُ هُبوبِ الرِّياح، ازْدادَتْ سُرْعَةُ دَورانِ شفَراتِ توربين الرِّياح. ويُمكنُ أن تُسبِّبَ الرِّياحُ القَوِيَّةُ دَورانَ الشَّفَراتِ بسُرْعَةٍ كَبيرةٍ تُحدِثُ اهْتِزازاً في التوربين، ما يُمكِنُ أن يُتْلِفَ الشَّفَراتِ أو يَتَسبَّبَ في انْكِسارِها. لتَجنُّبِ مثلَ هذه الحَوادِث، تُصَمَّمُ التوربيناتُ لبُلوغِ سُرْعَةٍ قُصوى، تَتَبايَنُ وِفْقاً لحَجْمِ التوربين. عندما يَبْلُغُ توربين ذو نِطاقٍ تِجارِيٍّ سُرعَتَهُ القُصْوى، يَقومُ حاسوبُهُ بإمالَةِ شفَراتِهِ لتَقْليلِ مُواجَهَتِها للرِّياحِ وإبْطاءِ سُرْعَةِ دَورانِها، يُسمَّى ذلك «الطَّيّ». ويُشَغِّلُ الحاسوبُ أيضاً مَكابِحَ الدوَّارِ لإبْطاءِ سُرْعَةِ الشَّفَرات، ويَرْتَبِطُ الدوَّارُ في التوربينات الصغيرَةِ بالبُرْجِ بواسِطَةِ مُفصِّلات. عندما يَصِلُ التوربين إلى سُرْعَتِهِ القُصْوى، يَميلُ الدوَّارُ على المُفَصَّلاتِ لتَقْليلِ مُواجَهَةِ الرِّياحِ وإبْطاءِ سُرْعَةِ الشَّفَرات.

عامِلُ صِيانَةٍ يَتفحَّصُ حالَةَ شَفَراتِ هذا التوربين في مَزْرَعَةِ رِياحٍ في إنجلترا.

مزارعُ الرياح

تَتَكوَّنُ مَزارِعُ الرِّياح، وهي تُدعى مَحطَّات تَوْليدِ الطاقَةِ من الرِّياح، من عدَّة توربينات رِياحٍ مَجْموعةٍ معاً لإنتاجِ كَمِّيَّاتٍ كبيرةٍ من الكَهرْباء.

اخْتِيارُ الموقع

من المُهمِّ جداً أن يكونَ المَوْقِعُ مُعرَّضاً لرياحٍ قَوِيَّةٍ ومُنْتظِمَة. يقومُ المُطوِّرون، أو الأشْخاصُ الذين يَبْنونَ مَزْرَعَةَ رِياح، بدراسَةِ الرِّياحِ في مِنْطَقَةٍ ما وقِياسِها قبل الشروعِ في إقامَةِ مَزْرَعةِ رِياحٍ فيها. وتوجَدُ أفْضَلُ المَواقِعِ لِمزارِعِ الرِّياحِ على سَواحِلِ البِحارِ والبُحَيْراتِ الكَبيرة، وأعالي التِّلال، والسُّهولِ المَفْتوحَة، والمَمَرَّاتِ الجَبَليَّة. وعلى المُطَوِّرينَ أن يُحَدِّدوا إذا كان يُمكِنُ الاتِّصالُ من المَوْقِعِ بالشَّبَكَةِ الكَهرْبائيَّة، وما التأثيرُ الذي يُمكِنُ أن تُحْدِثَهُ مَزْرَعةُ الرِّياحِ على الحَياةِ الفِطْرِيَّة. وعليهم أيضاً الحُصولُ على إذْنٍ من المُجْتَمَعِ أو الحُكومَةِ قبلَ بِناءِ المَزْرَعة.

ترتيب التوربينات

عندما يتمُّ اخْتِيارُ مَوْقِعٍ لِمَزْرَعَةِ الرِّياح، يَقومُ المُطَوِّرونَ بالتَخْطيطِ لأماكِنِ وَضْعِ توربينات الرِّياح. تُرتَّب التوربينات عادةً في صُفوفٍ تُواجِهُ **الرِّياحَ السائِدَة**. وتَتَراوحُ المسافَةُ الفاصِلَةُ بين التوربينِ والآخرِ عادةً بين خمسةِ وتِسعَةِ أضْعافِ قُطْرِ الدَّوّار. وهكذا، إذا بَلَغَ قُطْرُ دَوّاراتِ التوربينات 50 متراً، يكونُ التَّباعُدُ فيما بَيْنَها 251 إلى 453 متراً. فَوَضْعُ التوربينات على مَقْرُبَةٍ من بَعضِها بَعْضاً يؤدِّي إلى أن يَحْجِبَ بعضُها الرِّياحَ عن بَعض، والمُباعَدَةُ كثيراً فيما بَيْنَها تُهدِرُ الأرْضَ في مَزْرَعَةِ الرِّياح.

المؤيِّدونَ لخُطَّةِ وَضْعِ توربينات الرِّياحِ على مَقْرُبَةٍ من ساحلِ كيب كود في ماساشوستس مُجتَمِعونَ مع الحُكومَةِ والقادَةِ البيئيِّين لبَحثِ فَوائِدِ المَشْروع.

(فوق) تَشْغَلُ مَزارِعُ الرِّياحِ القائِمَةِ على سُفوحِ التِّلالِ حَيِّزاً أقلَّ مما تَشْغَلُهُ مَزارِعُ الرِّياحِ في السُّهولِ المُنْبَسِطَة، تُرتَّبُ التوربينات على سُفوحِ التِّلالِ على المُنْحَدَر، ولا يُواجِهُ بَعضُها بَعضاً مُباشرة.

(في الأسفل) تُقاسُ سُرْعَةُ الرِّياحِ بِجِهازٍ يُدعى مِرْياحاً. يَتَكَوَّنُ المِرْياحُ عادةً من ثلاثِ أذْرُعٍ يوجدُ كوبٌ في طَرَفِ كلٍّ منها لمُواجَهَةِ الرِّيح. تَدْفَعُ الرِّيحُ الأذْرُعَ فتُديرُها. وكلَّما اشْتَدَّ هُبوبُ الرِّياح، ازْدادَتْ سُرْعَةُ الدَّوَران.

من المَزْرَعَةِ إلى الشَّبَكَة

تُرسلُ الكَهْرَباءُ التي تُولِّدُها مَزْرَعَةُ الرِّياحِ إلى شبَكَةِ الكَهْرَباء، فتُوصِلُها إلى البُيوتِ والمَدارِسِ والمَصانِعِ والمَباني الأخرى، تنتَقِلُ الكَهْرَباءُ على طُولِ أسْلاكٍ تَمْتَدُّ من مَزْرَعَةِ الرِّياحِ إلى شبَكَةٍ من الأسْلاكِ تحتَ الأرْضِ تَصِلُ إلى مَحَطَّةٍ فرعيَّة، يوجدُ مُحوّلٌ في المَحَطَّةِ الفرعيَّة، وهو جِهازٌ يرفعُ فلطيَّةَ الكَهْرَباء، أو قوَّتَها. تنتقلُ الكَهْرَباء ذات الفُلْطيَّةِ العالية بكفاءة كبيرة عبر خطوط الكَهْرَباء، لذا يقلُّ مقدارُ الكَهْرَباء التي تُفقدُ على الطريق. تتدفَّقُ الكَهْرَباءُ ذاتُ الفُلْطيَّةِ العالِيَةِ من المَحَطَّةِ الفَرْعِيَّةِ إلى خُطوطِ الكَهْرَباءِ في الشَّبَكَة، وتَقومُ مَحطَّاتٌ فَرْعيَّةٌ ومُحَوِّلاتٌ في الطَرَفِ الآخرِ بتحويلِ الكَهْرَباءِ إلى فُلْطيَّاتٍ مُنْخفِضَةٍ قبل أن تَصِلَ إلى البُيوتِ والمَباني الأخرى. ولابدَّ من خَفْضِ الفُلطيَّةِ كي تَعْمَلَ الأجْهِزَةُ الكَهْرَبائيةُ المنزليةُ وسِواها بأمان.

حَصْدُ الرياح

يُحقِّقُ المُزارِعونَ ومُرَبُّو المَاشيةِ في أنْحاءَ عَديدةٍ من أميركا الشَّماليَّةِ زِيادَةً كَبيرةً في مَداخيلِهِم عن طَريقِ زِراعَةِ الرِّياح، يَبْني المطوِّرونَ مَزارِعَ رياحٍ في المَزارِع، ويَدْفعونَ للمُزارِعينَ ومُربِّي المَاشيةِ **إيجاراً** أو حِصَّةً من دَخْلِ مَزْرَعَةِ الرِّياح. لا تُعيقُ التوربينات تَرْبِيَةَ المَاشيَةِ أو الزِّراعَة؛ فالأبْقارُ والأغْنامُ تَرْعى تحتَ التوربينات، ويَستطيعُ المُزارِعونَ زِراعَةَ المَحاصيلِ النباتيَّةِ وُصولاً إلى قَاعِدةِ كل توربين.

(فوق) أبْقارٌ تَرْعى تحتَ التوربينات في إحْدى مَزارِعِ الرِّياح.

دراسة حالة

تَزْويدُ المَدارِسِ بالكَهْرَباء

في سنةِ 1993، أصْبَحَتْ مَدرَسَةُ سبيريت ليك (Spirit Lake) الابْتِدائيَّة، في سبيريت ليك بولاية أيُوا، أوَّلَ مَدْرَسَةٍ في الولاياتِ المُتَّحِدةِ تَسْتَمِدُّ كَهْرَباءها من الرِّياح، تُنْتَجُ كَهْرَباءُ المَدرَسَةِ بواسِطَةِ توربين رياحٍ بقوَّة 250 كيلوواط مَوْجودٍ خَلْفَ باحَةِ المَدْرسَة، وفي سنةِ 2001، بُنِيَ توربين ثانٍ لتَزْويدِ مَدْرَسَتَي سبيريت ليك المُتوسِّطة والثانَويَّة، ومَوْقِفِ الحافِلات، ومُدَرَّجِ كُرةِ القَدَم بالطاقَة، يُرسِلُ هذا التوربين الكَهْرَباءَ إلى الشبَكَةِ مَباشَرَة. تُتابِعُ شرِكَةُ الكَهْرَباءِ مِقدارَ الكَهْرَباءِ التي يُرسِلُها التوربين إلى الشبَكَةِ ومِقْدارَ الكَهْرَباءِ التي تَسْتَهْلِكُها المَدْرَستَيْنِ منها. إذا أنتجَ التوربينُ من الكَهْرَباءِ أكثرَ ممَّا تَستخدمُ المَدْرَستان، تَدْفَعُ الشرِكَةُ إلى المَدرَسَتَيْنِ مُقابِلَ الكَهْرَباءِ الفائِضَة.

مَزارِعُ الرِّياحِ الساحليَّة

تُوجدُ مَزارِعُ الرِّياحِ الساحليَّةِ عند المِياهِ الضَّحْلَةِ للشواطِئ، وهناك عدّةُ أسبَابٍ لوَضْعِ التوربينات قُبالَةَ الشواطِئ. كَثيرٌ من البُلْدانِ الأوروبيَّةِ الصغيرة، مثل الدانِمارْك والسُّوَيْد وهولَنْدا، لم يَعُد فيها أماكِنُ لمَزارِعِ الرِّياحِ على اليابِسَة. كما أن الرِّياحَ تَهبُّ بقوَّةٍ أكْبَرَ وانْتِظامٍ فوقَ الماءِ مما تهبُّ فوقَ اليابِسَة، لأنَّها تُواجه عَوائِقَ قَليلة، ويَعني ذلك وُجودَ طاقَةٍ أكبرَ قُبالَةَ السَّواحِلِ تَسْتَغِلُّها التوربينات، تُنتِجُ التوربينات الساحِليَّةُ من الكَهرَباءِ ما يَزيدُ بنحوِ 50 بالمئة عمَّا تُنْتِجُهُ التوربينات على اليابِسَة، غير أنَّ البِناء تحتَ الماءِ لإقامَةِ مَزارِعِ الرِّياحِ الساحِليَّةِ صَعْبٌ ومُكلِف، إذ يَجبُ دَفْنُ قَواعِدِ الأبْراجِ والأسْلاكِ التي تَنقلُ الكَهرَباءَ من التوربينات على عُمْقٍ تحتَ قاعِ البَحْر. كما أن صِيانَةَ التوربينات الساحِليَّةِ وإصْلاحَها أكثرُ صُعوبة.

(فوق) مَزْرَعَةُ رياحٍ جيرسي الأطْلَسيَّة، قُبالَةَ ساحِلِ مَدينَةِ أتْلانتِك في نيو جيرسي، هي أوَّلُ مَزْرَعَةِ رياحٍ في الولاياتِ المُتَّحِدة. وقد بَدأتِ العَمَلَ في كانونَ الثاني/ديسمبر 2005. وتَتَكَوَّنُ هذه المَزْرَعَةُ من خَمْسَةِ توربينات يُنْتِجُ كلٌّ منها 1.5 ميغاواط من الكَهرَباء.

(إلى اليسار) التوربيناتُ الساحِليَةُ لَيْستْ مَرْتَفِعَةً مثلَ توربينات اليابِسَة. ويَرْجِعُ ذلك إلى قِلَّةِ العَقَباتِ التي تُبْطِئُ الرِّياحَ فوقَ الماء.

تاريخُ طاقَةِ الرِّياح

يَستَخدِمُ البَشَرُ طاقَةَ الرِّياحِ منذُ آلافِ السنين. وكانَتْ بعضُ الآلاتِ المُبْتكَرَةِ الأولى تَعْمَلُ بقُوَّةِ الرِّياح. وقد وَجَدَ الأقْدَمونَ طُرُقاً لاسْتِخدامِ طاقَةِ الرِّياحِ لأداءِ الأعْمال، ما جَعَلَ حَياتَهُمْ أكثرَ سُهولَةً ويُسْراً.

الملاحةُ في نهر النيل

يعتقدُ كثيرٌ من المُؤَرِّخينَ أنَّ أوَّلَ آلةٍ تَستخدمُ طاقَةَ الرِّياحِ هي المَرْكَبُ الشِّراعِيّ. وقد اسْتَخدمَ قُدماءُ المِصْرِيينَ الأشْرِعَةَ الأولى نحوَ سنةِ 3200 قبلَ الميلادِ للإبْحارِ على طولِ نَهرِ النِّيل.

ونَقْلِ الشِّحْناتِ إلى مُخْتَلِفِ أنْحاءِ البِلاد، وكانتِ الأشْرِعَةُ مُرَبَّعةً ومَصْنوعَةً من أوْراقِ الشجَرِ أو القَصَبِ المَحْبوك، مَكَّنتِ الأشْرِعَةُ المُرَبَّعةُ الناسَ من الإبْحارِ بِسُهولَةٍ في اتِّجاهِ هُبوبِ الرِّياح. لكنْ كانَ من الصعبِ الإبْحارُ في اتِّجاهاتٍ أخرى إذ لم يَكُنْ يُمْكِنُ إدارةُ الأشْرِعَةِ على **صَواريها** لاسْتِقْبالِ الرِّياح.

الأشرعةُ المثلَّثة

في القرن التاسعِ الميلاديّ، اخْتَرعَ البحَّارةُ العَرَبُ الشِّراعَ المُثلَّث. يُمكِنُ إدارةُ الشِّراعِ المُثلَّثِ على الصاري لاسْتِقْبالِ الرِّياحِ من أيِّ اتِّجاهٍ تقريباً. وخِلافاً للشِّراعِ المُربَّع، يَعْمَلُ الشِّراعُ المثلَّثُ حتى إذا لم تَهُبَّ الرِّيحُ خَلْفَه. كما أنَّ من السهلِ تَوْجيهَ المَراكِبِ ذاتِ الأشْرِعَةِ المُثلَّثة. وبحُلولِ القَرْنِ الخامِسِ عَشَر، بدأ البَحَّارَةُ الأوروبيُّون الإبْحارَ بِسُفُنٍ مُجهَّزةٍ بأشْرِعَةٍ مثلَّثة.

تَستَخدِمُ اليومَ المَراكِبُ الشِّراعيةُ الحديثةُ الأشْرِعَةَ المُثلَّثة.

الطواحينُ الهَوائيَّةُ الأولى

استُخدِمتْ أولى الطواحينِ الهَوائيَّةِ في فارِس، إيران اليوم، نحوَ سنةِ 700 ميلاديَّة. وقد استَخدمَ الناسُ الطواحينَ الهَوائيَّةَ لطَحْنِ الحُبوبِ وضَخِّ المِياهِ للشُّرْبِ، وللمَواشي، وريِّ المَزْروعات. كانتِ الطواحينُ الهَوائيةُ مَصْنوعَةً من عَمودٍ قائمٍ تتَّصِلُ به أشْرِعَة. وكانَتِ الأشْرِعَةُ تُصنَعُ من القُماشِ أو أوراقِ النَّخيل. عندما تَهبُّ الرِّياح على الأشْرِعَة، تُديرُ العَمودَ، فيُشَغِّلُ مِضَخَّةَ ماءٍ أو يديرُ حَجَراً ثقيلاً فوقَ الحُبوبِ لطَحْنِها.

الطواحينُ الهَوائيَّةُ الأوروبيَّة

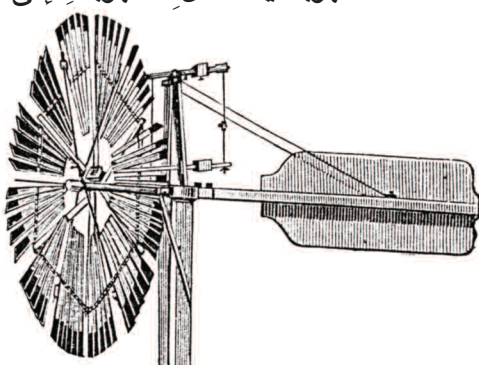
بدأ الأوروبيُّونَ بِناءَ الطواحين الهَوائيَّة في القرنِ الثاني عشر. ويعتقدُ المؤرِّخونَ أن الجُنودَ الأوروبيِّينَ شاهَدوا الطواحينَ الهَوائيةَ خلالَ **الحَمَلاتِ الصليبيَّةِ** في بِلادِ الشام، وعادوا إلى دِيارِهِم حامِلينَ قِصَصاً عنها. كان الأوروبيونَ حتى ذلك الوَقْتِ يَعْتَمدونَ على دَواليبِ المياهِ لتَزْويدِ الطواحينِ بالطاقَةِ لطَحْنِ الحُبوب ونَشْرِ الخَشَب، لكن لا يمكن اسْتِخدامُ دَواليبِ المياه إلا في الأنْهارِ والجَداول، وهي تَتَجَمَّدُ في الشِّتاءِ في الغالِب، وسَرْعانَ ما اكْتَسبَتِ الطواحينُ الهَوائيَّةُ شُهرةً في أوروبا لأن طاقَةَ الرِّياح مُتوافِرَةٌ على مَدارِ السنة، ويُمْكِنُ بِناؤها حيث تكثُرُ الرِّياح.

(فوق) نَوْعٌ من الطواحينِ الهَوائيَّةِ يُدعى الطاحونَةَ العَموديَّةَ بُنِيَ في هولَنْدا في أواسِطِ القَرْنِ الثالثِ عَشَر. كانتِ الطاحونةُ تركَّبُ على عَمود، عندما تُغيِّرُ الرِّياحُ اتِّجاهَها، يقومُ الطحّان، أو مشغِّلُ الطاحونَة، بإدارَةِ الطاحونَةِ بأكمَلِها على العَمودِ إلى أن تُصبِحَ الأشْرِعَةُ مُواجِهةً للرِّياح.

(إلى اليسار) طُوِّرَ البرْجُ في فَرَنْسا في القرنِ السابعِ عَشَر. وكانَ بُرْجُ الطاحونَةِ يُصنَعُ من الطوبِ أو الحِجارَة، ويَضُمُّ مَنْزِلَ أسْرَةِ الطحّان، ومُعِدّاتِ الطَّحْن، والحُبوبَ، والدقيق، وكانتِ الأشْرِعَةُ تُوصَلُ بِقُبَّةٍ في أعْلى البُرْجِ يُمكِنُ إدارَتُها كي تُواجِهَ الأشْرِعَةُ الرِّياح.

الطواحينُ الهوائيةُ والغرب

في أواسِطِ القَرْنِ التاسِعِ عَشَر، كانَ آلافُ الأشْخاص في غَرْبِيِّ أميركا الشَّماليَّة يَمْتلكونَ طَواحينَ هَوائيَّة، وكانت هذه الطواحينُ صَغيرةً وذاتَ أبْراجٍ مَصْنوعَةٍ من دِعاماتٍ خَشَبيَّةٍ وشَفَراتٍ خَشبيَّةٍ رَفيعة، اسْتَخدمَ المُزارِعونَ ومُربُّو الماشيَةِ الطواحينَ الهَوائيَّةَ لضَخِّ المِياهِ الجَوْفيَّةِ لِريِّ الأراضي، وحلَّتِ الشَّفَراتُ الفولاذيَّةُ مَحَلَّ الشَّفَراتِ الخَشبيَّةِ في سنةِ 1870، وهي أكثرُ كَفاءةً إذ يُمْكِنُ حَنْيها وتَشْكيلُها لاستِقْبالِ مَزيدٍ من الرِّياح. اشتُهِرَت طواحينُ الهَواءِ في كُلِّ أنْحاءِ الغَرْبِ في أواخِرِ القَرْنِ التاسِعِ عَشَر. وأصْبَحتِ الأنْوارُ والأجْهِزَةُ الكَهرَبائيَّة مُتوافِرَة، لكن لم تَكُنْ هناك خُطوطٌ كَهْرَبائيَّةٌ لنَقلِ الكَهْرَباءِ إلى الناس في الغَرْب. كان الناسُ يَصِلونَ طَواحينَهُمُ الهوائيَّةَ بمُوَلِّداتٍ كَهرَبائيَّةٍ لإنْتاجِ كَمِّيَّاتٍ قَليلةٍ من الكَهْرَباءِ لإضاءَةِ المَصابيحَ وشَحْنِ البَطَّاريَّات.



(إلى اليمين) طوَّرَ دانيال هالداي (Daniel Halladay) أوَّلَ طاحونَةٍ هَوائيَّةٍ في أميركا الشَّماليَّة في سنة 1854. وكانتْ تَدورُ باتِّجاهِ الرِّياحِ ويُتَحَكَّمُ في سُرْعَتِها.

طاقَةُ الرِّياح في فيرمونتَ

في سنة 1941، بُنيَ أوَّلُ توربينٍ كبيرٍ على قِمَّةِ جَبَلِ فيرمونت في الوِلاياتِ المُتَّحِدَة. بَلَغَ ارْتِفاعُ التوربين 33 متراً وطولُ قُطْرِ شَفَراتِه 23 مِتْراً. وكانَ يُنتِجُ 1.25 ميغاواط من الكَهْرَباء. عَمِلَ التوربينُ لمدَّةِ أرْبَعِ سَنوات، إلى أن تَحَطَّمَتْ إحدى شَفَراتِه. وقد أُزيلَ التوربين في سنة 1946.

تَراجُعُ طاقَةِ الرِّياح

تَراجَعَتْ شَعْبيَّةُ طاقَةِ الرِّياحِ في الثلاثينيَّات والأربعينيَّات من القرنِ العِشْرين، فقدِ ارْتَفَعَ الطَلَبُ على الكَهْرَباءِ عندما أصْبَحتِ الأجْهِزَةُ الكَهْرَبائيَّةُ المَنْزِليَّةُ مُتوافِرَة. فلم تَعُدِ الطواحينُ الهَوائيَّة والمولِّداتُ الصغيرةُ تُنْتِجُ ما يَكْفي من الكَهْرَباءِ لتزويدِ هذه الأجْهِزَةِ بالكَهْرَباء بانْتِظام، وركَّبتِ الحُكومتانِ الأميركيَّةُ والكَنَديَّةُ خُطوطَ الكَهْرَباءِ في كُلِّ أنْحاءِ الغَرْب، ما زادَ من تَدَهْوُرِ طاقَةِ الرِّياح. وفي أعْقابِ نِهايةِ **الحَرْبِ العالَميَّةِ الثانيَة** في سنة 1945، انْخَفَضَتْ أسْعارُ الوَقودِ الأُحْفوريّ، وأصبحتِ الكَهْرَباءُ التي تُنْتِجُها مَعامِلُ الطاقَةِ أقلَّ تَكْلِفَة، فلم يَعُدْ في وُسعِ طاقَةِ الرِّياحِ مُنافسةُ شَبَكَةِ الطاقَةِ الجَديدة، فبَطُلَ اسْتِعمالُ الطواحينِ الهَوائيَّة.

أَزْمَةُ النِّفْطِ سنة 1973

في سنةِ 1973، رَفَضتْ مَجْموعَةٌ من البُلْدانِ المُنْتِجَةِ لِلنِّفْطِ في الشَّرْقِ الأَوْسَطِ بَيْعَ النِّفْطِ إلى البُلْدانِ الأوروبيةِ والولاياتِ المُتَّحِدَة. كما أنَّها خَفَّضَتْ كمِّيَّةَ النِّفْطِ التي تَبيعُها إلى البُلْدانِ الأخرى في العالم. واجهَ الأوروبيُّونَ والأميركيُّون الشَّماليُّون أَزْمَةَ طاقَة. فقد كانَ الطلبُ على النِّفْطِ أكبرَ بكثيرٍ من النِّفط المُتاح، فشَهِدَتْ تَكاليفُ قِيادَةِ السيَّاراتِ وتَدْفئةِ المَنازِلِ ارْتِفاعاً كَبيراً. وعندما انْتَهَتْ أَزْمَةُ النِّفْطِ في سنةِ 1974، بَلَغَ سِعْرُ النِّفْطِ أَرْبَعَةَ أَضْعافِ ما كانَ عليه في سنة 1973.

طاقةُ الرِّياحِ تَسْتَعيدُ مَكانَتَها

بعد وُقوعِ أَزْمَةِ النِّفْط، خَفَّضَ العَديدُ من البُلْدانِ الاعْتِمادَ على النِّفْط، وشَجَّعَتْ هذه البلدانُ شُعوبَها على استِخدامِ مَصادِرَ بَديلةٍ للطاقَة. في السبعينيَّاتِ والثمانينيَّات من القرنِ العِشْرين، طَوَّرتْ بُلْدانٌ في أوروبا وأميركا الشَّماليةِ توربيناتِ رياحٍ كَبيرة، بُنيتِ التوربيناتُ من مَوادَّ أخفَّ وزناً وأشدَّ مَتانَة، وكانتْ تَضُمُّ شفْرتين أو ثلاثَ شَفَرات، كما كانتْ أكثرَ كَفاءَة، وتَستَطيعُ إنْتاجَ مَزيدٍ من الكَهرَباءِ وإيصالِها إلى المَنازِلِ والمَباني. وفي أوائِلِ الثمانينيَّات، أقيمتْ مَزارِعُ الرِّياحِ في كاليفورنيا والدانِمَارك وألمانْيا. لكنَّ العديدَ من الأميركيِّين الشَّماليِّين فَقَدوا الاهْتِمامَ بمَصادِرِ الطاقَةِ المُتجدِّدَةِ عندما انْخَفَضَتْ أسْعارُ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ في أواسِطِ الثمانينيَّات. وفي التسعينيَّات، واصَلَ المُصمِّمونَ تَحْسينَ توربينات الرِّياح، وشَهِدَتْ طاقَةُ الرِّياحِ نُمُوًّا في البُلْدانِ الأوروبيَّة، بما في ذلك الدَّنِمَرْك وألمانْيا.

(فوق) أربعةُ رِجالٍ يَمْتَطونَ الجِيادَ في العاصِمَةِ الهولَنْديَّةِ أمِسْتِرْدام، خلالَ أَزْمَةِ النِّفْطِ في سنة 1973 في يومٍ حُظِرَت فيه قِيادةُ السيَّارات.

المُحافَظَةُ على البيئَة

تَستخدمُ كثيرٌ من السيَّاراتِ الوَقودَ الأُحْفورِيَّ كمَصْدَرٍ للطاقَة. عندما تَحْرِقُ السيَّارات الوقودَ الأُحْفورِيّ، تُنتِجُ غازاتٍ تُلَوِّثُ الهَواء. ساعِدْ في تَوْفيرِ الطاقَةِ وإنقاذِ الأرْض بِرُكوبِ الحافِلَة، أو قِيادَةِ الدَّرَّاجة، أو المَشْي.

اسْتِخدامُ الرِّياح

يَشهدُ اسْتخدامُ طاقَةِ الرِّياحِ ارْتِفاعاً في الوِلاياتِ المُتَّحِدَة، وكَنَدا، والدانِمارك، وأَلْمانيا، والمَمْلَكةِ المُتَّحِدَة، والعَديدِ من البُلْدانِ الأخرى. وتُعدُّ طاقةُ الرِّياحِ أَكْثَرَ مَصادِرِ الكَهْرَباءِ نمواً في العالمِ اليوم، وتُستخدَمُ طاقةُ الرِّياحِ في العَديدِ من الأَعْمالِ الأُخْرى، إلى جانِبِ إنتاجِ الكَهْرَباء.

الطواحين الهوائية اليوم

يوجدُ اليومَ نحوَ مِلْيونَ طاحونَةٍ هوائيَّة عامِلَةٍ في جَميعِ أَنْحاءِ العالَم. تُسمَّى الطواحينُ الهَوائيَّةُ التي تُستَخدَمُ لضَخِّ المِياهِ الجَوْفيَّةِ مِضَخّاتٍ هَوائيَّة. تُستَخدمُ هذه المِياهُ للشُّرْب، والطهو، وَريِّ المَزْروعات، وتَرْبِيَةِ المَواشي. ولا تزالُ بعضُ الطواحينِ الهوائيَّةِ تُستخدَمُ لِطَحْنِ الحُبوب.

تَحْسينُ نَوْعيَّةِ الحَياة

تُساعِدُ طاقةُ الرِّياحِ في تَحْسينِ حَياةِ الناس في البُلْدانِ الجافَّةِ والحارَّةِ التي تشِحُّ فيها المِياه، مثلَ بعضِ البُلْدانِ الأفْريقيَّة، تَستَخرِجُ المِضَخّاتُ الهَوائيَّةُ المِياهَ من تحتِ الأَرْض وتَضُخُّها إلى الخزّانات، يَستخدمُ الناسُ المِياهَ للشُّرْبِ والاغْتِسالِ والزِّراعَة، وغالباً ما لا يكونُ القَرَويُّونَ مُتَّصلينَ بِشَبَكَةِ الكَهْرَباء، ولا يَستطيعونَ احْتِمالَ شراءِ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ لتَشْغيلِ مُوَلِّداتِ الكَهْرَباء، لذا تُستَخدمُ توربيناتُ رِياحٍ صغيرةٍ تُديرُ مُوَلِّداتٍ تُنتِجُ ما يَكْفي من الكَهْرَباءِ للإنارةِ وتَشغيلِ أَجْهِزَةِ التِّلِفِزْيونِ والراديو. وتُشكّلُ توربينات الرِّياحِ جُزْءاً من نِظامٍ هَجين، أو مُخْتَلِطٍ، يُنتِجُ الكَهْرَباءَ باستخدامِ الرِّياحِ والطاقَةِ الشمْسِيَّة. يُوفِّرُ النِّظامُ الهَجينُ للقَرَوِّيينَ طاقَةً يُمكنُهمُ الاعتمادُ عليها واحْتِمالُ تكاليفها.

فيلٌ يشربُ من مَصْدَرِ ماءٍ أُنشِئَ بِضَخِّ المِياهِ من تحتِ الأَرْضِ بِمِضَخَّةٍ هوائيَّة.

التوربيناتُ الصغيرة

يستخدِمُ اليومَ آلافُ الاشْخاصِ في الولاياتِ المُتَّحِدةِ وكَنَدا وأوروبا توربيناتٍ صغيرةً لإمْدادِ بُيوتِهِمْ أو أماكِنِ أعْمالِهِمْ بالكَهْرَباء، وتتَّصِلُ مبانيهِمْ بشَبَكَةِ الكَهْرَباءِ أيضاً، عندما لا تَهُبُّ الرياحُ أو يُحتاجُ إلى مزيدٍ من الكَهْرَباء، فإنَّهم يأخذونَ الكَهْرَباءَ من الشَّبَكَة، ويذهبُ أيُّ فائضٍ من الكَهْرَباءِ يُنْتِجُهُ التوربينُ إلى شبَكَةِ الكَهْرَباء، تَدْفَعُ شرِكاتُ الكَهْرَباءِ إلى مالِكي التوربينات مُقابِلَ هذه الكَهْرَباءِ أو تُزَوِّدهم بمِقْدارٍ مُماثِلٍ من الكَهْرَباءِ مجَّاناً عندما يَحْتاجونَ إليها.

(في الأسفل) تَضُخُّ المِضخَّاتُ الهوائيةُ في المَغرِبِ المَاءَ إلى خزَّاناتٍ تزوّدُ البيوتَ والمُجتَمعاتِ بمياهٍ نظيفة.

دراسة حالة

الماءُ في المَغْرب

يقعُ المَغربُ في شمَالِ أفْريقيا، وهو بَلَدٌ شديدُ الحرارَةِ والجَفاف، ويَجِدُ الناسُ في العَديدِ من قُراهُ صُعوبةً في الحُصولِ على مِياهِ الشُّرْبِ بسببِ قلَّةِ الأنْهارِ والجَداول، لذا فإنَّهم يُضْطَرونَ إلى ضَخِّ المَاءِ من مَصادِرَ جَوْفيَّةٍ ونَقْلِها إلى الخَزَّانات، في الماضي، كانَ المَغارِبةُ يَعتَمِدونَ على مِضخَّاتٍ تَعْمَلُ بوَقودِ الديزلِ المُستخْرَجِ من النِّفْط، وفي بعضِ القُرى، لا يَستطيعُ الناسُ تَشْغيلَ مِضخَّاتِهِمْ إذ ليس في وُسعِهِمْ شراءُ الوَقود، وفي قُرى أخرى، لا يوجدُ ما يكفي من الديزلِ لتَشْغيلِ مِضخَّاتِهِمْ سوى بِضعِ ساعاتٍ في اليوم. لكن منذُ الثمانينيَّات، بدأتِ الطواحينُ الهوائيَّةُ تَحُلُّ محلَّ مضخَّاتِ الديزلِ في المَغْرِب، تعملُ هذه المِضخَّاتُ من دونِ تَكْلِفةٍ وتَضُخُّ الماءَ إلى الخزَّاناتِ ما دامتِ الرِّياحُ تهُبّ، وقد أصبحَ لدى الناس في بعضِ القُرى ثلاثةَ أضْعافِ ما كان لدَيْهم من الماءِ في الماضي.

العيوب

لطاقةِ الرِّياحِ العَديدُ من الفوائدِ على غِرارِ جميعِ مصادِرِ الطاقَة، لكن لديها العديدَ من العُيوبِ أيضاً، فالرِّياحُ لا تَتوافرُ طَوالَ الوَقت، وبناءُ توربيناتِ الرِّياحِ مُكلِفٌ، وقد يكونُ من الصعبِ نقلُ الكَهرْباءِ من الأماكِنِ الكَثيرةِ الرِّياحِ إلى المُدنِ والقُرى التي تَحتاجُ إليها. كما أنَّ توربينات الرِّياحِ يُمكِنُ أن تُحدِثَ اضْطِراباً في **المَوائل** الطبيعيَّةِ وتُلْحِقَ الضررَ بالحَياةِ الفِطْرِيَّة، ويشعرُ العديدُ من الأشْخاص أنَّ توربينات الرِّياحِ غيرَ جذَّابةٍ ويقولونَ إنَّها تُحدِثُ ضجيجاً.

الحَسَنات

ليس لطاقةِ الرِّياحِ تأْثيراتٌ سلْبيَّةٌ مُماثِلةٌ لتلك الناجِمَةِ عن الوَقودِ الأُحْفورِيّ. فطاقَةُ الرِّياحِ لا تُطلِقُ ثاني أُكْسيدِ الكَرْبون، أو ثاني أُكْسيدِ الكِبْريت، أو أيَّ مُلوِّثٍ آخرَ للهواء، ولا تُنتِجُ نُفاياتٍ خطيرة، والرياحُ مصدرٌ مجَّانيٌّ متجدِّدٌ للطاقَةِ مُتوافرٌ في جَميعِ أنحاءِ العالَم.

كَهرْباءُ متقطِّعة

لا تَتَوافَرُ طاقَةُ الرِّياحِ إلا عندما تهُبُّ الرِّياح، لكن على شرِكاتِ الكَهرْباءِ أن تُزوِّدَ الناسَ بالكَهرْباءِ طَوالَ الوَقْت. لذا توفِّرُ مَعامِلُ الكَهرْباءِ الاحتياطيَّةِ الكَهرْباءَ عندما لا تَهُبُّ الرِّياح. ويتوجَّبُ على القيِّمينَ على مَعامِلِ الكَهرْباءِ توقيتُ التحوُّلِ بعنايةٍ بين المَعامِلِ لتَجنُّبِ انْقِطاعِ تدفُّقِ الكَهرْباءِ إلى زَبائنِهم. ويَحتاجُ أصْحابُ البيوتِ الذين يَعْتَمدونَ على الرِّياحِ لتزْويدِ أجْهزَتِهمُ الكَهرَبائيةِ بالطاقَةِ إلى مَصْدرِ طاقَةٍ احْتِياطيٍّ عندما تَسْكُنُ الرِّياح. يُمْكِنُ أن تُخزِّنَ البَطَّارياتُ طاقَةَ الرِّياح، لكنَّ الكَهرْباءَ التي تُخَزِّنُها لا تكفي سوى بضعةِ أيامٍ عادةً. وليس هناك بَطَّارياتٌ كبيرةٌ بالقدرِ الكافي لخزنِ الطاقةِ لشركاتِ الكهرباء.

لا تَستطيعُ توربيناتُ الرِّياحِ إنتاجَ الكَهرْباءِ ما لم تَهُبَّ الرياحُ بالقوَّةِ الكافِيَة. وتَحتاجُ التوربيناتُ ذات النطاقِ التِّجاريِّ إلى رِياحٍ لا تَقِلُّ سُرعَتُها عن 19 كيلومِتْراً في الساعةِ كي تعمل.

الكُلفة

لا بدَّ أن تَكونَ كُلفةُ أيِّ مَصدرٍ للطاقَةَ مُماثِلةً لكُلفةِ أنْواعِ الوَقودِ الأُحْفوريِّ لاجْتِذابِ الزبائن، الكَهرَباءُ المُسْتمدَّة من مَزارِعِ الرِّياحِ أقلُّ تَكْلِفةً اليومَ مما كانتْ عليهِ في السبعينيَّات، لكنَّها لا تزالُ تُكلِّفُ أكثرَ من الكَهرَباءِ التي تُنتِجُها مَعامِلُ الطاقَةِ التي تَعْمَلُ بالفَحْمِ أو الغازِ الطبيعيِّ في العديدِ من المَناطِق. مع تَزايُدِ كَفاءَةِ توربيناتِ الرِّياح، ستَنْخَفِضُ كُلفةُ إنتاجِ الكَهرَباءِ من الرِّياح، يكلِّفُ بِناءُ مَزْرعَةِ رِياحٍ مَلايينَ الدولاراتِ اليوم، وتُكلِّفُ التوربينات الصغيرةُ للمَنازِلِ عِدَّة آلافٍ من الدولارات، وعلى الرُّغْمِ من أن مالِكي التوربيناتِ الصغيرةِ يستخْدِمونَها لتَوليدِ طاقَةٍ مجَّانيَّة، فإنَّه يجبُ أن يكونوا مُستعدِّينَ لدَفْعِ الكَثيرِ من المالِ في البِدايةِ لتحقيقِ ذلك.

(فوق) يتمُّ عادةً اسْتِرْجاعُ مَبْلَغِ المالِ اللازمِ لصُنْعِ توربينِ الرِّياحِ وتركيبِهِ وتَشْغيلِهِ خلالَ أشهرٍ من تَشْغيلِ التوربين.

النقلُ مَسافاتٍ طويلة

يوجدُ في الولاياتِ المُتَّحِدَة وكَنَدا ما يكفي من الرِّياحِ لتوليدِ كلِّ الكَهرَباءِ التي تَحتاجانِ إليها، لكنَّ المَواقِعَ كَثيرةَ الرِّياحِ بَعيدةٌ عن المَناطِقِ التي تَحتاجُ إلى الكَهرَباءِ وعن الشبَكَةِ الكَهْرَبائيَّة في الغالِب. بل إنَّ العديدَ من الخُطوطِ في المَناطِقِ التي تَتَوافرُ فيها خُطوطُ الكَهرَباءِ قديمةٌ وصغيرةٌ بحيث لا تستطيعُ نَقْلَ الكَهرَباءِ الإضافيَّةِ التي تولِّدُها مَزارعُ الرِّياح. لذا يَجبُ بِناءُ خُطوطِ طاقَةٍ جَديدةٍ لإيصالِ الكَهرَباء.

تَوْفيرُ الطاقة

نصفُ الطاقةِ المُستخدَمَةِ في المَنازِلِ تَذهَبُ إلى التدفِئَة (أو التبريد). بإمكانِكَ خَفْضُ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ المُستخدَمِ للتدْفِئَةِ بارْتِداءِ مَلابِسَ دافِئَةٍ في الداخِل، وإبْقاءِ الحَرارَة مُتَدنِّيَةً قَدْرَ ما يُريحُك.

التأثيراتُ البيئيَّة

يوجَدُ كَثيرٌ من أَفْضَلِ المَواقِعِ لمَزارِعِ الرياحِ في المَناطِقِ البَرِّية، لكنَّ بِناءَ مَزارِعِ الرِّياح يُؤَثِّر في هذه البيئاتِ الطبيعيَّة. وفي بعضِ الحالات، تُزالُ الأشجارُ لكيلا تُعيقَ الرِّياح. كما أنَّ القَواعِدَ الخَرَسانيَّةَ التي تُقامُ عليها التوربيناتُ يجبُ أن تُنْشَأَ على عُمْقٍ كبيرٍ في الأرض. وغالباً ما يُستَخْدَمُ **الديناميت** لِحفْرِ الأماكِنِ التي تُنشأُ فيها القواعدُ باستخدام ، ما يؤدي إلى إخافَةِ الحَيَوانات أو إصابَتِها بجُروح. وتُنقلُ التوربيناتُ إلى المَوْقِعِ على شاحِناتٍ ضَخْمَةٍ تتطلّبُ شَقَّ طُرُقاتٍ لها. تُحدِثُ هذه الشاحناتُ اضْطِراباً في الحَياةِ الفِطْرِيَّةِ وتُلَوِّثُ الهواء. كما تُركَّبُ خُطوطُ الطاقَةِ لنَقْلِ الكَهْرَباءِ من مَزْرَعَةِ الرِّياح إلى شَبَكَةِ الكَهْرَباء.

التأثيرُ على الحَياةِ الفِطْرِيَّة

يُقتَلُ كلَّ عامٍ آلافٌ من الطيورِ والخَفافيش باصْطِدامِها بشَفَراتِ توربيناتِ الرِّياح. تَقَعُ معظمُ هذه الحَوادِثِ في مَزارِعِ الرِّياحِ التي بُنيتْ في الثمانينيَّات، وتَقِلُ حَوادِثُ القتلِ في مَزارِعِ الرِّياحِ الحَديثة. فشَفَراتُ التوربيناتِ القَديمَةِ تَدورُ بِسرْعةٍ أكبرَ بكثيرٍ من سُرْعَةِ شَفَراتِ التوربيناتِ الجديدةِ وعلى ارْتِفاعٍ أدْنى. فهذه الشَّفَراتُ مَوْجودَةٌ على الارْتِفاعِ الذي تَطيرُ عندهُ الطيورُ والخَفافيش. أما شَفَراتُ التوربينات الحَديثة، فإنَّها أبْطأُ سُرْعَةً وأكثرُ ارتِفاعاً. وَوَجَدَ العُلماء أيضاً أن مَواقِعَ العَديدِ من مَزارِعِ الرِّياحِ القَديمَةِ مَوْجودَةٌ في مَناطِقَ **تُهاجِرُ** إليها الحَيواناتُ أو تَصْطادُ فيها.

(إلى اليمين وفوق) تُقتَلُ الطيور بسبب القطط المنزلية ومبيدات الحشرات واصطدامها بالنوافذ وخطوط الطاقة كل عام أكثر من نسبة موتها بسبب توربينات الرِّياح.

(في الأسفل) عمّالٌ يصبُّونَ الأساسَ الخَرَسانِيَّ لتوربينِ رِياحٍ في جوديث غاب، بمونْتانا.

الشكاوى من الضجيج

يرى العَديدُ من الأشْخاص أنَّ توربيناتِ الرِّياحِ تُثيرُ الضجيج. فقد كانتْ توربيناتُ الرِّياحِ المُبكِّرةُ في السبعينيَّات والثمانينيَّات أكثرَ ضَجيجاً من توربيناتِ اليوم، لأنَّها مُصمَّمةٌ بحيثُ تَصْطَدِمُ الرِّياحُ بأبْراجِها قبل أن تَصْطدِمَ بالدوَّارات. أما التوربيناتُ اليوم، فإنَّها تُواجِهُ الرِّياحَ مُباشرَة، لذا فإنَّها أكثرُ هُدوءاً. كما أنَّ وَضْعَها على مَسافاتٍ بَعيدةٍ عن المَنازِلِ يُخفِّضُ الشكاوى من الضجيج. توضَعُ مُعظمُ التوربيناتِ على بُعدِ 500 مِتْرٍ عن البُيوتِ على الأقلّ، ما يَجعلُ مُسْتَوى صَوْتِها مماثلاً تماماً لَطنينِ الثلاَّجَة. وقد تُنْتِجُ توربيناتُ الرِّياحِ تَلَوُّثاً صَوْتِياً دونَ سمعيّ، أي أصْواتاً لا يَستطيعُ البَشَرُ سَماعَها. لكنَّ الحَيواناتِ تَستطيعُ سَماعَ الأصْواتِ دونَ السمْعِيَّة، ما يُحدثُ إزعاجاً في بيئاتِها الطبيعيَّة.

عَيْنُ الناظر

يعترِضُ بعضُ الأشْخاص على بِناءِ مَزارِعِ الرِّياحِ قُرْبَ بُيوتِهِم أو المَناطِقِ ذاتِ المَناظِرِ الطبيعيَّة. ويَرَوْنَ أنَّ توربيناتِ الرِّياحِ تُفسدُ المَنْظَرَ وربما تُخَفِّضُ قيمةَ عَقاراتِهِم، غير أنَّ مَزارِعَ الرِّياحِ تَرفَعُ قيمَةَ البُيوتِ والمَزارِعِ المُجاورَة. كما أنَّ مَزارِعَ الرِّياحِ تَجْتَذِبُ السُّيَّاح. وربما يُساعِدُ اخْتِيارُ مَواقِعِ مَزارِعِ الرِّياحِ قُبالَةَ الشواطئِ، حيثُ تَقِلُّ رُؤْيَتُها، في خَفْضِ اعْتِراضاتِ الناسِ على مَظْهَرِها، كما أنَّ السَّماحَ لأعْضاءِ المُجْتَمَعِ بالمُساعَدَةِ في التخطيطِ لمَزارِعِ الرِّياحِ وامْتِلاكِها يُمكِنُ أن يُساعِدَ أيضاً.

(إلى اليسار) لافتةٌ مُعلَّقةٌ على شَجَرَةٍ احْتِجاجاً على توربيناتِ الرِّياح.

إحداث التَغْيير

لا تستطيعُ طاقَةُ الرِّياحِ الحُلولَ مَحلَّ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ بمُفْرَدِها، وفي المُستقبل، ستُلبَّى احْتياجاتُ العالم من الطاقة عن طريق عدد من مَصَادر الطاقة، بما في ذلك الرياح.. يتطلَّب الانتقالُ من أنْواعِ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ إلى مَصادِرِ طاقَةٍ أخرى: التخطيطَ، والوَقْتَ، والمَال، ومَواقِفَ جديدةً بشأنِ الطاقَةِ واسْتِخدامِها.

يختارُ الزبائنُ في العَديدِ من البلدانِ شراءَ بعض الكَهرَباءِ من مَزارِعِ الرِّياح، حتى عندما تُكلِّف أكثرَ من المَصادِرِ الأخرى، هؤلاء الزبائنُ يُساعدونَ في دَعْمِ نُموِّ طاقَةِ الرِّياحِ ويشجِّعونَ على ذلك.. في ألْمانْيا، تُولِّدُ أكبرُ مَزرعَةُ رِياحٍ في أوروبا ما يكفي من الكَهرَباءِ لتزْويدِ 30,000 بيت.

إنتاجُ مَزيدٍ من طاقَةِ الرِّياح

تُشكِّل الكَهرَباءُ المُستمدَّةُ من طاقَةِ الرِّياحِ جُزءاً صغيراً من الكَهرَباءِ المُستخدَمَةِ في أميركا الشَّماليَّة. ولابدَّ من حُدوثِ عِدَّةِ أشْياءٍ لزِيادةِ اسْتِخدامِ طاقَةِ الرِّياح.. يجبُ بِناءُ شبَكاتِ الطاقَةِ لوَصْلِ البَلْداتِ والمُدُنِ بالمَواقِعِ التي تَكثُرُ فيها الرِّياح، وهي مَوجودَةٌ عادَةً في مَناطِقَ نائِيَة، ويجبُ إنشاءُ خُطوطٍ جَديدَةٍ لاسْتِبدالِ خُطوطِ الطاقَةِ القَديمَةِ أو الصغيرةِ التي لا تَستطيعُ نَقْلَ الكَهرَباءِ من مَزارِعِ الرِّياح، وعلى الحُكوماتِ أن تَضعَ خُطَطاً طَويلَةَ المَدى لتَطْويرِ طاقَةِ الرِّياح، مثلَ دَفْعِ جُزءٍ من تَكْلِفَةِ بِناءِ مَزارِعِ الرِّياحِ وتَرْكيبِ التوربينات، ما يَتَطَلَّبُ من شرِكاتِ الكَهرَباءِ شِراءَ كميَّاتٍ محدَّدةٍ من طاقَةِ الرِّياح، وتَقْديمَ ضَمانَةٍ لأصْحابِ مَزارِعِ الرِّياحِ بِدَفْعِ ثَمَنٍ مُحدَّدٍ مُقابِلَ الكَهرَباءِ التي يُنتجونَها.

دراسة حالة

انتقال الدانمارك إلى الرِّياح

تعدُّ الدانمارك من بُلدانِ العالَمِ الرائِدَةِ في اسْتخدامِ طاقَةِ الرِّياح، فهي تُنتِجُ نحوَ 20 بالمئةِ من كَهرَبائِها من طاقَةِ الرِّياح. بَدأتِ الدانمارك باسْتِخدامِ طاقَةِ الرِّياحِ في السبعينيَّات. فقد قَرَّرَتِ الحُكومَةُ إنْهاءَ اعْتِمادِ البلادِ على النِّفْط، فَوضَعَتْ خُطَّة طَويلَةَ الأجَلِ لتَطْويرِ طاقَةِ الرِّياح. قَدَّمتِ الحُكومَةُ مَزايا ضَريبيَّةً للأشْخاص الذينَ يُرَكِّبونَ توربيناتِ رياحٍ في أراضيهم. ونتيجةً لذلك، يوجدُ اليومَ آلافُ توربيناتِ الرِّياحِ في جَميعِ أنْحاءِ الدَّنمَرْك. ومُعظمُ هذه التوربيناتِ يَمْلِكُها أفْرادٌ أو جمعياتٌ تَعاونيَّة. وتَسعى الدانمارك إلى إنتاجِ 50 بالمَئةِ من احْتِياجاتِها من الكَهرَباءِ من الرِّياحِ بحلولِ سنةِ 2050.

العملُ في المُسْتَقْبَل

إنَّ خَفْضَ تَكْلِفَةِ طاقَةِ الرِّياحِ هو أحَدُ أفْضَلِ الطُّرُقِ لدَفعِ الناس إلى استِخدامِها، ولِحُدوثِ ذلك، يجبُ جعلُ توربيناتِ الرِّياحِ أكثرَ كَفاءةً مما هي عليهِ اليوم، فكُلَّما زادَتِ الكَهرَباءُ التي يُنْتِجُها التوربين، انْخَفَضَتْ تَكْلِفَتُها، يَعملُ **المُهندسونَ** اليومَ على تَحْسينِ تَصاميمِ التوربيناتِ الكَبيرةِ التي تُنْتِجُ مَزيداً من الكَهرَباء، كما يُحاوِلونَ تَسْهيلَ بِناءِ التوربيناتِ وخَفْضَ تَكاليفِه، ويَعملُ الخُبَراءُ أيضاً للتوصُّلِ إلى طُرُقٍ **لتَوَقُّعِ** متى تَهبُّ الرِّياحُ وأينَ ومقدارَ شِدَّتِها. وسَتُسَهِّلُ هذه التوقُّعاتُ انْتِقالَ شَرِكاتِ الكَهرَباءِ بين مَزارِعِ الرِّياحِ ومَعامِلِ الطاقَةِ الأخرى من دونِ إحْداثِ انْقِطاعٍ في تَدَفُّقِ الكَهرَباءِ إلى الزبائن.

مُطوِّرٌ يَدرُسُ خَريطَةً للرِّياحِ تُظْهِرُ أنَّ مُقاطَعَةَ روليت في وِلايَةِ نورثْ داكوتا مِنْطَقَةٌ عَظيمةٌ لاسْتِغْلالِ طاقَةِ الرِّياح.

التسلسلُ الزَمَنِيّ

يعتَمِدُ الناسُ اليومَ على أنواعِ الوَقودِ الأُحْفورِيِّ بالدرجةِ الأولى للحصولِ على الطاقة، لكنَّ الحال لم تكنْ كذلكَ دائماً، فقد اعْتَمَدَ الناسُ آلافاً من السنينِ على أنفسِهِمْ أو على الحَيواناتِ أو المِياهِ الجارِيَةِ أو الرِّياحِ كمصادِرَ للطاقَةِ لأداءِ مُعظمِ الأعمال، وقد لَعِبَتْ مَصادِرُ الطاقَةِ البَديلِة، مثلَ طاقَةِ الرِّياح، دَوْراً مُهمًّا في تاريخِ البَشَر، وستُصْبِحُ جُزْءاً مُهمّاً من مُسْتَقبلِنا.

3200 قبل الميلاد

المِصْرِيُّونَ القُدَماءُ يخترعونَ أوَّلَ مركَبٍ شراعِيٍّ ويَستخدِمونَه.

700 ميلادية

استِخْدامُ الطواحينِ الهوائيَّةِ في فارِس (إيران اليوم) لضخِّ المياهِ وطَحْنِ الحُبوب.

القرن الثاني عشر

الأوروبيونَ يَبْدَؤونَ ببناءِ الطواحينِ الهَوائيَّة.

القرن الرابع عشر

إدخالُ تَعْديلاتٍ على أشرعَةِ الطواحينِ الهوائيَّةِ في أوروبا تُحسِّنُ من كَفاءتِها.

القرن التاسع عشر

المُسْتَوطِنونَ الأوروبيُّونَ يَبْدؤونَ ببناءِ الطواحينِ الهوائيَّةِ في أميركا الشَّماليَّة.

1854

دانيال هالَداي يَبْني الطاحونَةَ الهوائيَّةَ هالَداي ويبيعُها، وهي أوَّلُ طاحونةٍ هوائيَّةٍ مُصمَّمَةٍ خِصِّيصاً للغرب. تتميَّزُ بشَفَراتٍ خشبيَّةٍ رفيعةٍ وتدورُ باتِّجاهِ الرِّياح.

1888

تشارلز براش (Charles F. Brush) يَبني أوَّلَ طاحونةٍ هَوائيّةٍ كَبيرةٍ لتَوليدِ الكَهْرَباءِ في كليفلند، بولايةِ أوهايو.
تُستخدمُ هذه المِضَخَّةُ الهوائيَّةُ لضَخِّ المِياهِ الجَوْفيَّة.

(فوق) صفٌّ من التوربيناتِ ذاتِ المِحوَرِ الأفُقِي.

(في الأسفل) يعتقدُ المؤرِّخونَ أنَّ الهولنديينَ ابتَكَروا طاحونَةَ سُموك في أواخِرِ القرنِ السادس عشر. وتتكوَّنُ هذه الطاحونَةُ من بُرْجٍ خَشَبِيّ، ذي ستَّةٍ أو ثَمانِيَةِ جَوانِبَ عادَة. ويوجدُ في أعْلاهُ سَقْفٌ يدورُ لتَبقى الأشْرِعَةُ في مُواجَهَةِ الرِّياح.

1891

المُخْتَرِعُ الدانِمارْكِيُّ بول لا كور (Poul La Cour) يَكتشِفُ أنَّ الدوَّاراتِ سريعَةَ الدَّوَرانِ ذاتِ الشفَراتِ القليلةِ تُولِّدُ كَهرْباءً أكثرَ من الدوَّاراتِ بَطيئَةِ الدَّوَرانِ ذاتِ الشفَراتِ الكثيرة.

العشرينيات

المُخْتَرِعُ الفَرَنسيُّ ج. داريوس (G. J. M. Darrieus) يُصَمِّمُ أوَّلَ تورْبينِ رِياحٍ ذي مِحْوَرٍ عَمودِيّ.

1941

أوَّلُ تورْبينٍ على مُستوى تجاريٍّ في الوِلاياتِ المُتَّحِدةِ يبدأُ العَمَلَ في جَبَلِ فيرْمونت. ويَستمرُّ في إمدادِ الكَهرْباءِ حتى سنة 1945.

1971

أوَّلُ مَزرعَةِ رِياحٍ ساحليَّةٍ تبدأُ العَمَلَ قُبالَةَ ساحِلِ الدانِمارك.

1973

أزْمَةُ النِّفْطِ في الوِلاياتِ المُتَّحِدةِ وبُلْدانٍ أخرى تُجدِّدُ الاهْتِمامَ في الطاقَةِ البَديلَة، مثلَ الطاقَةِ الشمسيَّةِ والنوويَّةِ وطاقَةِ الرِّياح.

الثمانينيات

بِناءُ أوَّلِ مَزارِعِ الرِّياحِ في كاليفورنيا، والدانِمارك، وألمانيا، وبُلْدانٍ أوروبيةٍ أخرى.

1984

بِناءُ أكْبَرِ توربينٍ ذي مِحورٍ عموديّ، بْروجيه إكول، في مُقاطَعَةِ كيبك في كندا. يبلُغُ ارْتِفاعُ التوربين 110 أمتار.

1994

كاولي ريدج، في مُقاطَعَةِ ألْبِرْتا، تُصبِحُ مَزْرَعَةَ رِياحٍ على مُستوى شرْكَةِ كَهرْباءَ في كندا.

2003

بِناءُ نورث هُويْل، أكْبَرُ مَزرعةِ رِياحٍ ساحِليةٍ في المَمْلَكةِ المُتَّحدة.

المصطلحات

الإيجار المبلغ الذي يدفعه المستأجرون إلى مالكي الأراضي مقابل استخدام أراضيهم

التعاونية مؤسسة يملكها جميع أعضائها ويستفيد فيها الجميع من العمل الجماعي

التوقّع التقدير أو الحساب المسبق

الحرب العالمية الثانية حرب دولية وقعت في أوروبا وآسيا وامتدَّت من سنة 1939 إلى سنة 1945

الحملات الصليبية سلسلة من الحروب التي وقعت في القرن الحادي عشر إلى القرن الثالث عشر، وفيها حاول الأوروبيون المسيحيون الاستيلاء على فلسطين والقدس وإخضاعهما للكنيسة المسيحية

خط أنابيب سلسلة من الأنابيب المستخدمة لنقل موادَّ، مثل النِّفْط، مسافات طويلة

ديناميت متفجّرة قوية

الرّي إيصال الماء إلى المزروعات عبر القنوات والمجاري المائية

الرياح السائدة سرعة الرياح واتجاهها في منطقة محدَّدة من العالم

شبكة الكهرباء نظام الأسلاك الكهربائية والمولّدات والمعدَّات الأخرى التي توصل الكهرباء إلى البيوت والمباني الأخرى

الشحنة البضائع والمؤن التي تُحمل في السفن

الصاري عمود طويل يحمل أشرعة السفينة

الضريبة المال الذي تجمعه الحكومة من الشعب

الغلاف الجوي طبقات الغازات التي تحيط بالأرض

قطر طول الخطِّ المستقيم الذي يقسِمُ الدائرة إلى نصفين متساويين

الكتلة الحيوية موادُّ عضوية، مثل النباتات والنُّفايات الزراعية، تُستخدمُ بمثابة مصدر للطاقة أو كوقود الحرب

كيلوواط وحدة قياس الطاقة الكهربائية. الكيلوواط يساوي ألف واط

مبيد الحشرات مادَّةٌ كيميائية تستخدم لقتل الحشرات المضرَّة

مهندس شخص يصمّم الجسور والمباني والمنشآت الأخرى

مَوْئل المكان الطبيعي لحيوان أو نبات

مولّد كهربائي آلة تحوِّل الطاقةَ الميكانيكية إلى طاقةٍ كهربائية

ميغاواط وحدة قياس الطاقة الكهربائية. الميغاواط يساوي مليون واط

هاجر انتقلَ من منطقةٍ إلى أخرى

مفصَّلة أداة يدور حولها شيء مثل باب أو ما شابه

الفهرس

احترار عالمي 6
اختيار الموقع 14، 26، 27
أزمة النفط 21، 31
تلوُّث 6–7، 24، 26
توربين ذو محور أفقي 11، 31
توربين ذو محور عمودي 12، 31
توربين ذو نطاق تجاري 12، 13، 20، 24
دراسة حالة 16، 23، 29
رياح الجبال 8
شبكة الكهرباء 14، 15، 16، 20، 22، 23، 25، 26، 28
طاحونة عمودية 19
طاحونة هوائية 4، 19، 20، 22، 30
طيّ 13
مرياح 15
مزرعة رياح 14–17، 21، 25، 26، 27، 28، 29، 31
مزرعة رياح ساحلية 17، 27، 31
مضخة هوائية 19، 22، 23، 30
نسيم البحر 9
نسيم البرّ 9
نسيم الوادي 8
وقود أحفوري 5، 6–7، 20، 21، 22، 24، 25، 28، 29، 30