الاختراعات والاكتشافات

الصناعة والتصنيع

بول أ. كوباسا

نقله إلى العربية
خليل يوسف سمرين

العبيكان
Obeikan
Education

Original Title

INVENTIONS AND DISCOVERIES

Industry & Manufacturing

Author:

By World Book Inc.

Copyright © 2009 World Book, Inc

ISBN-10: 0716603896

ISBN-13: 978-0716603894

All rights reserved. Authorized translation from the English language edition

Published by **World Book, Inc**. Michigan (U.S.A.)

حقوق الطبعة العربية محفوظة للعبيكان بالتعاقد مع وورلد بوك المحدودة. الولايات المتحدة الأمريكية.

© العبيكان Obeikan 2012 ـ 1433

ح شركة العبيكان للتعليم، 1435هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كوباسا، بول

الاختراعات والاكتشافات: الصناعة والتصنيع/ بول أ.كوباسا؛ خليل يوسف سمرين.

- الرياض **1435**هـ

48 ص؛ 20× 28 سم

ردمك: 1 - 648 - 503 - 603 - 978

1 - الاختراعات 2 - الصناعة خليل يوسف سمرين (مترجم) ب - العنوان

ديوي: 609 رقم الإيداع: 1133 / 1435

الطبعة العربية الأولى 1437هـ - 2016م

الناشر العبيكان Obeikan للنشر

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول

هاتف: 4808654 فاكس: 4808095 ص.ب: 67622 الرياض 11517

موقعنا على الإنترنت

www.obeikanpublishing.com

متجر العبيكان Obeikan على أبل

http://itunes.apple.com/sa/app/obeikan-store

امتياز التوزيع شركة مكتبة العبيكان Obeikan

المملكة العربية السعودية - الرياض - المحمدية - طريق الأمير تركي بن عبدالعزيز الأول

هاتف: 4808654 - فاكس: 4889023 ص. ب: 62807 الرياض 11595

جميع الحقوق محفوظة للناشر. ولا يسمح بإعادة إصدار هذا الكتاب أو نقله في أي شكل أو واسطة، سواء أكانت إلكترونية أو ميكانيكية، بما في ذلك التصوير بالنسخ «فوتوكوبي»، أو التسجيل، أو التخزين والاسترجاع، دون إذن خطي من الناشر.

قائمة المحتويات

مقدمة 4
النار 6
تصنيع الزجاج 8
التروس المسننة 10
البكرات والروافع 12
الخَرسانة 14
الفحم الحجري 16
الآلة البخارية 18
الكهرباء والمغناطيسية 20
الصناعات البترولية 22
الفولاذ 24
التبريد 26
المواد اللدائنية (البلاستيكية) 28
المولِّدات (التوربينات) البخارية 30
خط التجميع 32
المواد اللاصقة 34
الترانزستور 36
أجهزة الليزر 38
الروبوطات 40
التقنية الحيوية 42
تواريخ مهمة في الصناعات 44
مسرد المصطلحات 45
مصادر إضافية 47

يتوافر مسرد للمصطلحات في الصفحتين 45 و46 عُرِّفت فيه المصطلحات التي تظهر بخط داكن عند ورودها في الدرس أول مرة.

مقدمة

أذاب الناس في العصور القديمة، المعدن مثل النحاس على النار، وصنعوا منه الأدوات.

ما الاختراع؟

الاختراعُ أداةٌ جديدة، أو منتجٌ جديدٌ، أو طريقة جديدة لصناعة شيء ما، حيث تغير هذه الاختراعات طريقة عيش الناس؛ فقبل اختراع السيارة مثلًا، كان الناس يرتحلون إلى مسافات بعيدة على ظهور الخيل، وكانوا يعتمدون قبل اختراع المصباح الكهربائي على الشموع وغيرها من المصادر المشابهة للحصول على الضوء، وقد ساعد اختراع القوس والسهم قبل مليوني سنة تقريبًا، الناس على الاصطياد بصورة أفضل، وما زالت الاختراعات حتى يومنا هذا مستمرة في تغيير طريقة عيشنا.

ما الصناعة؟ وما التصنيع؟

الصناعةُ نوعٌ من الأعمال، أو التجارة، أو الإنتاج (تصنيع البضائع)، حيث تقوم الأعمال التجارية الكبيرة بتصنيع أدوات وبضائع متنوعة.

ومنذ عصور ما قبل التاريخ، صنَّع البشر الأدوات التي من شأنها مساعدتهم على البقاء على قيد الحياة، وعلى القيام بالعمل، أو جعل حياتهم أسهل أو أكثر متعة، فقد صنَّعوا قبل مليونين وستِّ مئة ألف سنة تقريبًا، بتصنيع الأدوات وشكلوها من الحجارة، وعرفوا أن بعض أنواع الحجارة أفضل من غيرها لصناعة هذه الأدوات، إضافة إلى اختراعهم أنواعًا جديدة من الأدوات للقيام بوظائف محددة.

عندما اصطدم إنسان ما قبل التاريخ بتحديات جديدة تهدد بقاءه، اخترع تقنيات جديدة لمساعدته على البقاء والنجاح، حيث تمتد هذه الاختراعات في خط يبدأ مع إنسان المراعي قبل ملايين السنين وحتى الناس الذين يعيشون في المدن الحديثة في أيامنا هذه.

إن كثيـرًا مـن الأدوات، التـي نستخدمهـا اليـوم معقـدة علـى نحـوٍ لا يصدق؛ لذا لم يعد بإمكان الناس صناعة كثيـر مـن أدواتهـم، إذ تقـوم المصانـع بدلاً من ذلك بتصنيـع الأدوات والبضائع الأخرى التي يحتاج إليها الناس.

واليـوم توجـد آلاف المصانـع التي تنتـج الطعام وتبني المنازل وتهيئ وسائل التسليـة والمـرح لنا، وقـد ساعـد نشوء الصناعـة على ازدهـار البضائـع وتطور الخدمـات التـي أصبحت متاحـة للناس، وساعـدت على جعل أثمان هـذه البضائع وأجور الخدمات أقل مما مضى.

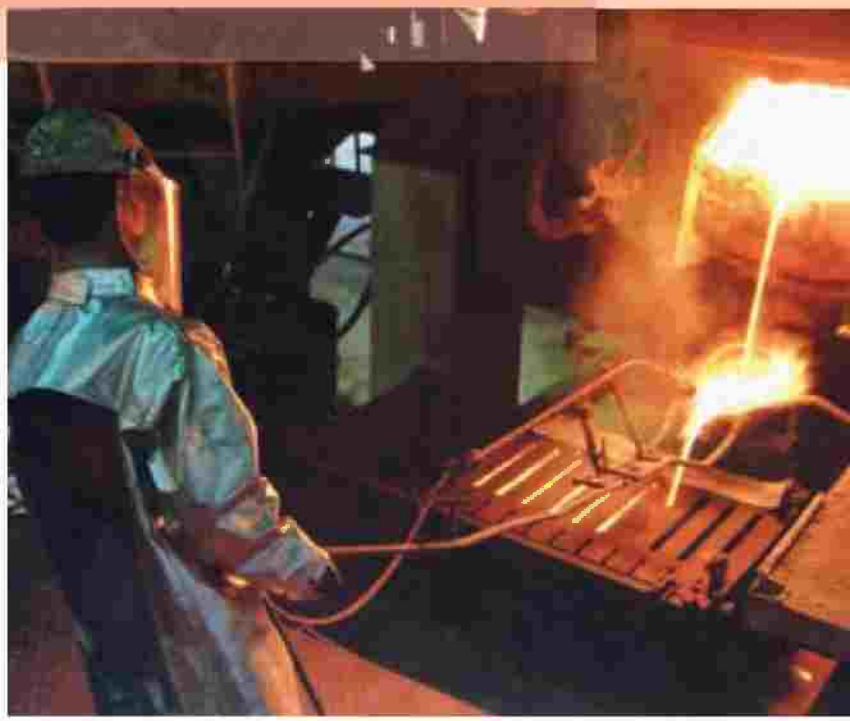
تغيـرت الصناعـات على نحـوٍ كبير على مـر العصور، وستتغيـر بصورة أكبر خـلال السنـوات القادمـة، إذ أسهمـت الحضـارة خـلال آلاف السنيـن، فـي الاختراع والتغيير، لبناء عالمنا المعاصر.

تُعِدُّ المصانع الحديثة في أيامنا هذه معظم البضائع الـمـوجـودة في المتاجر.

نظـرة عن قرب

تستخدم بعض المخلوقات القريبة من البشر في بعض الأحيان الأدوات أيضًا؛ فعلى سبيل المثال: تستخدم بعض فصائل الشمبانزي العصي في جمع النمل الأبيض من باطن الأرض غذاءً لها، وتستخدم الحجارة أيضًا بصفتها مطارق؛ لمساعدتها على كسر البندق والمكسرات الأخرى، وكذلك تستخدم الأوراق (كالإسفنج) مثلًا في جمع المياه للشرب، ولكن على الرغم من أن فصائل الشمبانزي غالبًا ما تستخدم أدوات وجدتها في الطبيعة، فإنها لم تفعل شيئًا يذكر حيال هذه الأدوات. ويـدرس العلمـاء كيفية استخدام الشمبانزي لـلأدوات؛ لمعرفة كيف وجد أسلافنا هذه الأدوات أو التي صنعوها لأنفسهم.

النار



تحرق المصانع الوقود لصهر المعادن في أفران خاصة.

استخدم الناس النار على مدى آلاف السنين في التدفئة وطهي الطعام، وربما يكون أسلافنا قد عرفوها منذ مليوني سنة تقريبًا، ومما لا شك فيه أن الناس أتقنوا بناء مواقد النار والتحكم فيها منذ نصف مليون سنة تقريبًا، ومع مرور الزمن، اخترع الناس طرقًا جديدة لاستعمال النار؛ فقد تعلموا أن النار تساعدهم على تصنيع الأسلحة والأدوات الأخرى أو تحسينها، وقد اكتشفوا أنه يمكن استعمال النار لشيِّ الطين الطري وتحويله إلى فَخَّار شديد الصلابة.

وقد تعلم الإنسان مع تقدم معرفته للنار، أن الأنواع المختلفة من الوقود تغير من كيفية استخدامها؛ فمثلًا يولِّد احتراق الفحم الحرارة، لكنه لا ينتج اللهب؛ لذا يحرق الناس الفحم للحصول على الدفء والحرارة لا على الضوء. وبالمقارنة، يُنتج حرق الغاز والزيت لهبًا ساطعًا؛ لذا فهما يستعملان في مصابيح الإضاءة.

إن الطريقة الوحيدة التي استعملها الناس في إشعال النار قبل مئتي سنة مضت، هي **الاحتكاك** أو استعمال حجر الصَّوان (حجر صلب) والمعدن. ولإشعال النار بالاحتكاك، كان الشخص يضع عصا دوَّارة في ثقب فوق لوح خشبي،

استخدم الصينيون النار في صناعة الفخار منذ أقدم العصور.

وعندما تبدأ العصا بالدوران والاحتكاك باللوح، تنتج نشارة ناعمة من الخشب.

وفي الوقت نفسه، تسخن الحرارة الناجمة عن الاحتكاك نشارة الخشب، وعندما تصل الحرارة إلى درجة كافية، تتحول إلى لهب يشعل القش من حولها. أما إشعال النار باستعمال أسلوب حجر الصوان والمعدن، فإن الشخص يحكُّ الصَّوان بالمعدن لإنتاج الشرر الذي يتسبب في إشعال النار.

كان إشعال النار بوساطة كلا الأسلوبين يستغرق وقتًا طويلاً، وغالبًا ما يزوِّد الناسُ النار بكميات قليلة من الوقود، فكان من شأن ذلك المحافظة على النار مشتعلة حتى لو لم تكن حاجة إلى وجودها، ولكن هذا الأمر أخذ يتغير بحلول عام 1827م، إذ اخترع آنذاك صيدلاني إنجليزي يدعى جون ووكر، أول نوع من الثقاب؛ بحيث جعل عملية إشعال النار أسهل وأسرع، وتبع ذلك الاختراع تطورات كثيرة للثِّقاب؛ ففي عام 1943م اخترع العلماء ثِقابًا يمكنه الاشتعال حتى بعد بقائه ثماني ساعات تحت الماء.

يعدُّ تعلم كيفية التحكم في النار واحدًا من أهم الاختراعات التي حققها الإنسان القديم، ومع تقدم الزمن ازدادت أهمية النار؛ إذ أصبحت اليوم مهمة لكل **صناعة** تقريبًا؛ فاحتراق الجازولين يدير محركات معظم السيارات، وتحرق

يعلم السكان الأصليون في أستراليا طفلاً صغيرًا كيفية إشعال النار عن طريق الاحتكاك.

معظم **محطات إنتاج الطاقة** الفحم والأنواع الأخرى من الوقود لتوليد الطاقة الكهربائية، وتستعمل المصانع النار لصهر المعادن واستخلاصها من **خاماتها**، حيث يمكن تشكيل تلك المعادن إلى أي صورة كالحلي والجواهر، وأواني الطبخ، علاوة على أن النار المندفعة من الصاروخ تحمل الناس إلى الفضاء الخارجي.

حقيقة ممتعة

تعد مكافحة الحرائق صناعة قائمة بحد ذاتها؛ فقبل ألفي عام كوَّن الرومان فرقًا من رجال مكافحة الحرائق لإخماد النيران قبل اتساع رقعتها، وفي الوقت الحديث، ساعد بنجامين فرانكلن على تكوين أول شركة من المتطوعين لمكافحة الحرائق في أمريكا عام 1763م، ونظَّم اتحاد شركات الحريق في فيلادلفيا بولاية بنسلفانيا، ونصَّب نفسه أول رئيس للإطفائية.

تصنيع الزجاج

عندما يُصهر الزجاج، يصبح بالإمكان نفخه في أشكال مجوفة متعددة، مثل القوارير.

يُعد الزجاج واحدًا من أهم المواد الموجودة في العالم، حيث يستعمله الناس في مجالات عدة لاتُعد ولا تُحصى. فمثلًا ،يتخذونه أوعية للشرب، وزجاجًا للشبابيك، ويصنعون منه عدسات للنظارات؛ لتصحيح عيوب النظر، ويرتدون الحلي المصنوعة منه، علمًا أن هناك قليلًا من الأشياء التي نصنعها لا تضيف إلى حياتنا اليومية جمالًا بقدر ما يضيفه الزجاج.

وعلى الرغم من ذلك كله، فإن الزجاج يُصنع من مواد خام رخيصة وواسعة الانتشار، ويصنع معظم الزجاج من مواد متوافرة بكثرة، مثل: الرمل، وكربونات الصوديوم، والحجر الجيري، حيث تُمزج هذه المكونات معًا، وتُصهر حتى تذوب جميعها. حينها، ينفخ السائل، أو يصب في أشكال خاصة، وعندما يبرد السائل يتحول إلى زجاج صلب.

وعلى الرغم من وفرة المواد اللازمة لصناعة الزجاج وانتشار وجودها، فإن تعلم هذه الصناعة تطلب وقتًا طويلًا، وقد استعمل الناس قبل ذلك الزجاج الذي وجدوه في الطبيعة؛ فمثلًا: جمع الناس الزجاج البركاني الأسود المسمى أوبسيديين، واستعملوه لصناعة الحلي والأسلحة، حتى إن بعضهم اتخذه نوعًا من النقود.

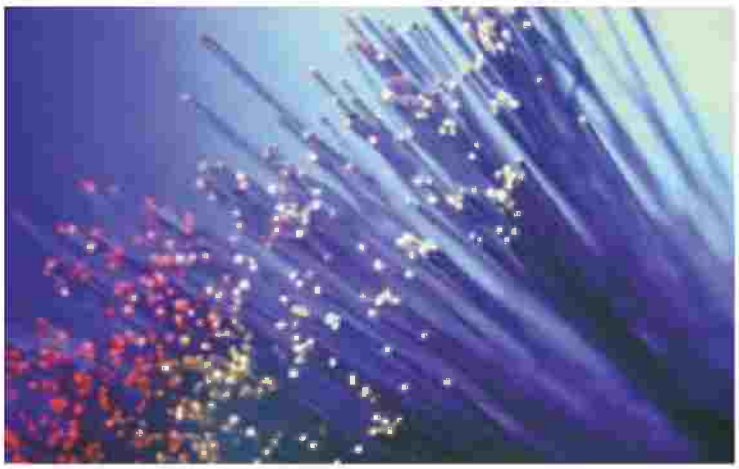
من المحتمل أن صناعة الزجاج قد عُرفت قبل ثلاثة آلاف سنة قبل الميلاد تقريبًا، وكان أول نوع من هذه الصناعة التزجيج على الأوعية الفخارية، ففي عام 1550 قبل الميلاد تقريبًا، صنع سكان مصر وشعوب الشرق الأوسط أول أوعية فخارية، وسرعان ما بدأ الناس في صناعة الزجاج الملون لاتخاذه نوعًا من الحلي، وأواني للزينة، وجرارًا صغيرة، وكانت صناعة الزجاج في بداياتها بطيئة وذات نفقات عالية.

يمكن استعمال الزجاج لصناعة أواني الطبخ التي تستطيع تحمل درجات الحرارة العالية.

لذا، قلة من الناس استطاعت شراء الزجاج؛ لأن ثمنه وصل إلى ما يوازي ثمن الجواهر.

وفي عام 30 قبل الميلاد تقريبًا، اخترعت شعوب الشرق الأوسط أنبوب النفخ، الذي استعمله صنَّاع الزجاج لنفخ الزجاج وتحويله إلى شكل يشبه البصلة، ثم تحويله إلى أي شكل آخر، وقد أدى هذا الاختراع إلى جعل صناعة الزجاج وإنتاجه عملية سريعة، وسهلة، وجعله رخيصًا أيضًا. استعمل الناس الزجاج لتخزين النبيذ، والعسل والزيت، وبحلول القرن الثالث عشر الميلادي، أتقن الأوروبيون فن صناعة زجاج الشبابيك الملون. وأما في فينيسا بإيطاليا، فقد صنعوا الزخارف الزجاجية الجميلة الدقيقة.

وأخيرًا، صُنع الزجاج في المصانع وأنتجت المصانع كميات هائلة من الزجاج، وأصبح ثمنه رخيصًا؛ لذا استُعمل في كل شيء؛ بدءًا من صناعة أواني الطعام، وحتى مصابيح الإضاءة وغيرها؛ فقد ساعد التطور في صناعة الزجاج على جعله في متناول الناس جميعًا.



تستطيع الأنابيب الزجاجية الطويلة حمل المعلومات حول العالم بسرعة فائقة.

وأما اليوم، فتنتج مصانع الزجاج الأنابيب الزجاجية، وأواني الطبخ، وقوالب الزجاج المستعملة في البناء، **والعزل الحراري.**

حتى أنه أصبح يستخدم في صناعة أكبال الاتصالات، حيث تشكله المصانع على صورة أنابيب أدق من الشعرة؛ ويستطيع الضوء الانتقال عبر هذه الألياف البصرية الدقيقة بسرعة كبيرة جدًا حاملًا معه المعلومات حول العالم.

نظرة عن قرب

مرت صناعة الزجاج في أوقات صعبة في المستعمرات التي عرفت فيما بعد بالولايات المتحدة الأمريكية، فقد بنى المستعمرون الإنجليز أول مصنع للزجاج عام 1608م في مدينة جيمس تاون، في ولاية فرجينيا، غير أن انتشار الأمراض، وتلف المحاصيل، واندلاع الحروب مع السكان الأصليين، أدى إلى قتل أعداد كبيرة من سكان تلك المدينة؛ ومن ثمَّ إلى إغلاق المصنع. وفي عام 1621م، بنى المستعمرون في جيمس تاون مصنع زجاج آخر، لكنه أُغلق مرة أخرى بحلول عام 1624م، وبقي الأمر كذلك حتى عام 1739م، حيث بنى المستعمرون في ولاية نيو جيرسي مصنع زجاج تكلل بالنجاح.

التروس المسننة

التروس دواليب لها أسنان يتداخل بعضها في بعض.

قد يكون اختراع الدولاب أعظم الاختراعات على الإطلاق؛ إذ إن كل نوع من الآلات يستعمل نوعًا من الدواليب. وفي حقبة ما قبل التاريخ، اتخذ الناس جذوع الأشجار دواليب؛ لدحرجة الأجسام الثقيلة فوقها كالصخور من مكان إلى آخر، وبحلول عام 3500 قبل الميلاد، استعملت شعوب الشرق الأوسط عربات تستعمل دواليب بسيطة، ما ساعد على نقل الأشياء الثقيلة إلى مسافات بعيدة.

في عام 500 قبل الميلاد تقريبًا، اكتشفت طرق جديدة لاستعمال الدواليب، حيث أضيفت مجموعة من الأسنان القوية إلى العجلات لصناعة **التروس المسننة**، التي عادة ما تعمل في أزواج، حيث تتماثل أسنان أحد التروس مع أسنان الترس الآخر؛ لذا عندما يدور أحد التروس، فإنه يدير الترس الآخر معه أيضًا، وإذا ما دار الترس الأول إلى اليمين، فسيدور الترس الآخر إلى اليسار؛ لذا، تستطيع التروس المسننة الدوَّارة إدارة **محور** يمكنه القيام بعمل ما.

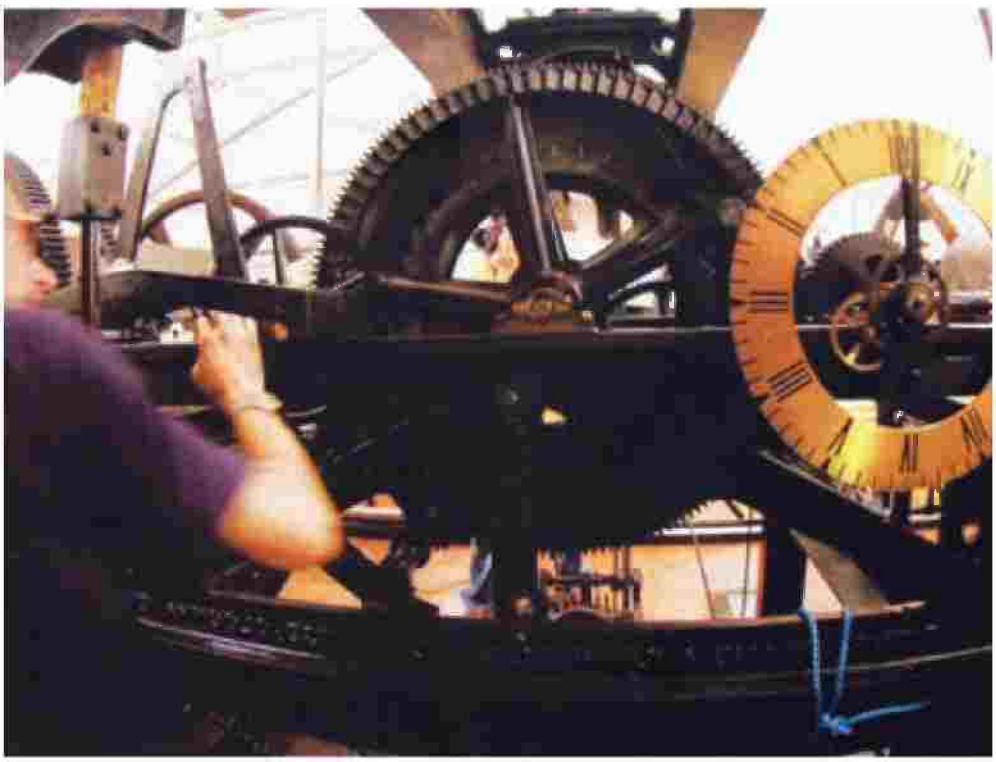
كانت الآلات الأولى التي استعملت التروس المسننة بسيطة جدًّا؛ فمثلًا كانت أولى الطرق التي استعملها الناس لتزويد **المصانع** بالطاقة استعمال **دواليب الماء**، التي كانت في الأصل عجلة خشبية كبيرة تدور بفعل تدفق ماء النهر، وعندما يدور الدولاب، فإنه يدير معه محورًا متصلًا بتروس مسننة.

أدَّت هذه التروس إلى دوران حجارة ضخمة استُعملت لطحن الحبوب لتحويلها إلى دقيق، وقد زودت دواليب الماء المصانع بالطاقة مدة طويلة قبل أن يتعلم الناس استعمال البخار. وفي الواقع، كانت **مطاحن الحبوب** أول المصانع في العالم التي تدار بدواليب الماء.

اخترع الناس في الوقت الحاضر أنواعًا متنوعة من التروس المسننة للقيام بمهام مختلفة؛ فالتروسُ المسننة جزءٌ مهم من أجزاء الآلات الحديثة، ولا سيما المتحركة منها؛ ففي السيارات مثلًا، تزود التروس العجلات بالطاقة اللازمة لدورانها. وفي كل مرة ينتقل فيها الناس من مكان إلى آخر، فإنهم يستعملون تقنية قديمة في آلاتهم الحديثة.

استعملت دواليب الماء التروس المسننة؛ لتزويد الآلات بالطاقة اللازمة في القرن السادس عشر.

يضبط هذا المهندس ساعة بج بن في لندن، في إنجلترا.



البكرات والروافع

تستعمل الروافع البكرات لرفع الأحمال الثقيلة.

كانت **التروس المسننة** أولى الطرق التي استعمل فيها الناس الدواليب في وسائل التنقل البسيطة، ومع ذلك فقد كُيِّفت العجلة مرات لا تحصى منذ ذلك الحين، ففي عام 400 قبل الميلاد تقريبًا، اخترع اليونانيون أولى **البكرات**.

والبكرة في أبسط صورها دولاب يدور حوله حبل، وهي مهمة في رفع الأشياء الثقيلة؛ إذ يستطيع الشخص تعليق البكرة فوق الجسم الثقيل، ثم يربط الجسم بأحد طرفي الحبل ويمسك الشخص بالطرف الآخر للحبل، وعندما يسحب الحبل إلى الأسفل، يغير الدولاب اتجاه القوة، ومن ثم يرفع الجسم إلى الطرف الآخر.

البكرات أدوات مفيدة؛ لأن سحب الحبل إلى الأسفل أسهل من رفع الجسم الثقيل مباشرة إلى الأعلى. وباستعمال البكرة، يستطيع الشخص استعمال وزن جسمه إضافة إلى قوة عضلاته، لسحب الأجسام الثقيلة.

ما زال الناس يستعملون البكرات في كثير من الطرق التي استعملت بها في الماضي؛ فقبل ألفي عام تقريبًا، استعمل الناس البكرات لرفع مواد البناء الثقيلة إلى أماكنها، وتنزيل الأحمال الثقيلة ووضعها على ظهور القوارب مثلما نفعل اليوم.

واليوم، ترفع البكرات الآلية والروافع عوارض الفولاذ الضخمة جدًّا إلى أعلى أبنية **ناطحات السحاب**، وتستطيع الروافع الحديثة تحميل مئات الحاويات الثقيلة وتفريغها من على السفن في يوم واحد.

يمكن اتخاذ المطرقة عتلةً لنزع المسامير.

تعد البكرات جـزءًا مهمًّا في معظم الآلات، حيـث تنقـل هـذه البكـرات التي تتكون مـن دولاب حوله أخـدود، ومتصلة بعضها ببعض بوساطة حزام، القوةَ عبر الآلـة، وعندمـا تديـر الآلة عجلـة إحدى البكـرات، يسحب الـدولاب الحزام معه. وعندئـذٍ، يسحـب الحـزام دولاب البكرة الثانية المتصلة بجزء آخر من الآلة.

تُعـدُّ **العتلـة** مثـالًا آخر علـى الآلات البسيطة التي اكتشفت منذ آلاف السنين. تعمل العتلـة بوساطة قضيـب يرتكز على **نقطـة ارتـكاز**، وهـي النقطة التـي ترتكز عليهـا العتلـة أو تدعمهـا عنـد تحريـك الأشياء أو رفعها، حيث يستطيع الشخص وضـع أحد طرفـي العتلة أسفـل الجسم، مثـل حجـر ثقيل، ثـم يضع نقطـة ارتكاز أسفـل العتلـة. وعندما يضغـط الشخص على الطـرف المرتفـع إلى أسفـل، ترفع نقطة الارتـكاز الطرف الآخـر للعتلة إلى الأعلى، وعندئذٍ يرفع الجسم.

نظـرة عن قرب

ست آلات بسيطة

1. السـطـح المـائـل (المنحدر): هيكل يستعمل لرفع الأحمال الثقيلة باستعمال قوة صغيرة نسبيًا.
2. العتلة: آلة بسيطة تساعد على رفع الأوزان بأقل جهد.
3. البكـرة: دولاب يدور حوله حبل أو حزام لنقل القوة أو القيام بعمل.
4. البرغي: سطح مائل ملفوف بصورة لولبية حول محور.
5. الإسفيـن: آلـة بسيطـة يمكـن استعمالها لتعديـل مكان الأجسام الثقيلة.
6. الدولاب والمحور: آلة حركية تستعمل لرفع الأجسام الثقيلة.

العتلـة مثلهـا مثـل البكـرة، تساعد الشخـص علـى استعمـال قـوة عضلاته ووزن جسمه لتحريك جسم ما.

تعمل العتلات، مثل رافعة السيارة هذه، على تسهيل رفع الأجسام الثقيلة.

الخَرْسانة

كانت الخرسانة إحدى المواد التي استعملت في بناء البنثيون في روما، وما زال البناء صامدًا منذ ألفي عام.

بنى الناس منذ عهد بعيد هياكل تحتاج إليها عائلاتهم من أجل البقاء. وقد ساعد نمو المدن، وتطور أساليب الزراعة على توفير مزيد من الطعام، ما أتاح للناس التركيز على نوع واحد من الأعمال؛ وهذا ما جعلهم خبراء في تلك **الصناعة**، وسرعان ما تدرب العمال على إتقان المهارات كلها المتعلقة بصناعاتهم.

ومع مرور الزمن، اخترع الناس أساليب جديدة لإنشاء أبنية كبيرة ومعقدة، وقد ساعد اختراع الآلات البسيطة (**كالعتلة والبكرات**) العمال على تحريك الحجارة الثقيلة جدًّا في أثناء عملية البناء.

ومع ذلك، كانت الحاجة إلى مواد بناء جديدة لتحسين المباني بصورة أفضل، وعندما اخترع الناس الخرسانة، تغيرت صناعة البناء تمامًا.

تبدأ الخرسانة على صورة مخلوط سائل من الأسمنت، والرمل، والحصى، والحجارة المطحونة، والماء، وعندما تجف، تصبح قوية وقادرة على التحمل كالحجارة. وتقاوم الخرسانة–مثلها مثل الحجارة–النار، والماء، ولكنها إضافة إلى ذلك، تتوافر فيها مزايا وخصائص لا تتوافر في الحجارة؛ فمثلًا: يمكن سكب الخرسانة عند الحاجة إليها، ويمكن تكوينها بصور مختلفة أيضًا.

استخدم الناس في الشرق الأوسط صورًا من الخرسانة في وقت لم يتجاوز ثلاثة آلاف وأربع مئة سنة قبل الميلاد، لكن قوتها لم تستغل بصورة كاملة حتى بدأ **الرومان** باستخدامها في القرن الثاني قبل الميلاد، الذين سرعان ما تعلموا أن خلط نوع من الرماد البركاني بالخرسانة يجعلها أقوى بكثير مما هي عليه، ويجعل بالإمكان استعمالها تحت الماء.

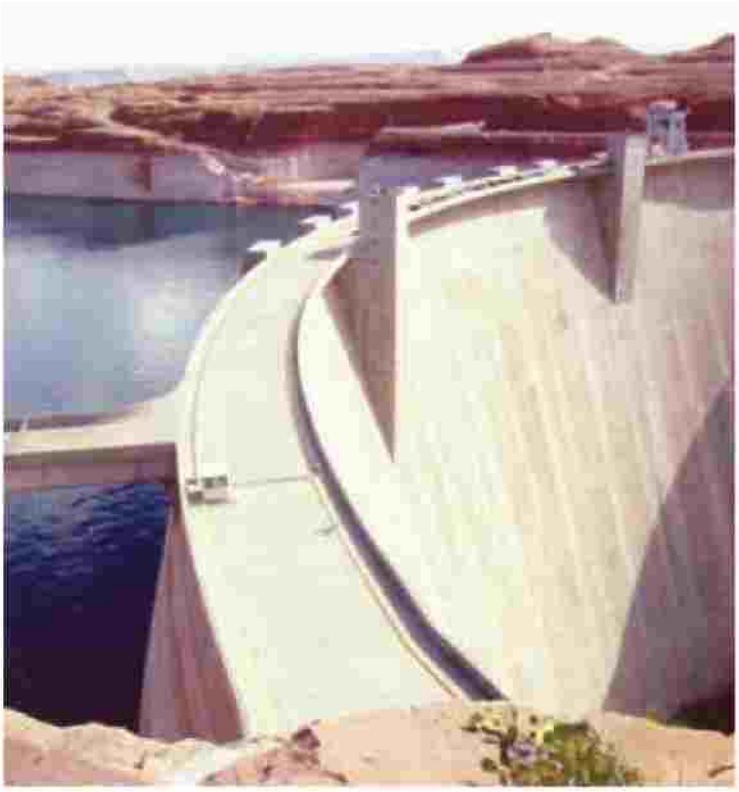
تتمتع الخرسانة بالقوة؛ حيث تستطيع حجز كميات هائلة من الماء خلفها.

وقد استعمل الرومان الخرسانة الجديدة لترميم الأبنية التي كانت توشك على الانهيار.

فمثلاً، في عام 125 بعد الميلاد تقريبًا، بنى الرومان معبدًا ضخمًا يدعى البنثيون، وقد تميز المبنى بقبة بلغ قطرها مئة واثنتين وأربعين قدمًا (43 مترًا)، وبلغ وزنها خمسة آلاف طن (4536 طنًّا متريًّا). وقد مثَّل البنثيون نصرًا رومانيًّا في البناء والإنشاءات، وبقيت قبته أكبر قبة في العالم طوال ألف وثلاث مئة سنة لاحقة، ومن المدهش أن البنثيون مازال صامدًا حتى يومنا هذا، على الرغم من مرور ألفي سنة على بنائه.

استعمل الرومان الخرسانة لبناء الطرق، والجسور، والجدران، والأبنية، ومازال بعض هذه الأبنية باقيًا مثل البنثيون حتى اليوم. ولسوء الطالع فقدت الشعوب الأوروبية فن صناعة الخرسانة بعد سقوط الإمبراطورية الرومانية عام 400 بعد الميلاد.

بقي الأمر كذلك حتى عام 1756م، عندما أعاد **مهندس إنجليزي** اكتشاف طرق أخرى لصناعة الخرسانة بصورة أقوى مما استعملها الرومان، و تُعدُّ الخرسانة اليوم واحدة من أكثر مواد



البناء فائدة؛ حيث تستعمل صناعة الإنشاءات الخرسانة في بناء الطرق، والأنابيب، **وناطحات السحاب**، والأنفاق.

نظرة عن قرب

استخدمت أضخم مشروعات الإنشاءات المقامة على الأرض، الخرسانة في أعمالها بكميات ضخمة، ويعدُّ سدُّ هوفر أكبر مشروع بناء عام أُنشئ في الولايات المتحدة الأمريكية؛ إذ استعمل في بنائه أربعة ملايين ونصف مليون ياردة مكعبة (3.4 ملايين متر مكعب) من الخرسانة، وهذه الكمية من الخرسانة كافية لتعبيد طريق سريع يربط بين سان فرانسيسكو في كاليفورنيا ومدينة نيويورك. واعتمد بناء برج خليفة في الإمارات العربية المتحدة، الذي يُعد أعلى بناء في العالم، على الخرسانة المسلحة ليصل ارتفاعه إلى أكثر من ألفين وثلاث مئة قدم (700 متر).

الفحم الحجري

أسهم الفحم في نشوء الصناعة الحديثة.

عندما انهار القسم الغربي من الإمبراطورية الرومانية عام 400 بعد الميلاد، تبدد معها معظم فهم الأوروبيين للعلوم والتقانة، وكان تقدم الشعوب الأوروبية خلال الألف سنة التي تلت ذلك تقدمًا بطيئًا. وفي الواقع، فُقدت بعض المعلومات، مثل صناعة الخرسانة، قرونًا عدة؛ لذا أُطلق على هذه الحقبة من الزمن **العصور الوسطى**، وقد تطورت **الصناعة** في هذه المدَّة ببطء شديد.

أخيرًا، اجتاحت أوروبا حقبة جديدة من الاكتشافات في العلوم والفنون سُمِّيت **عصر النهضة**، الذي انطلق من إيطاليا في القرن الرابع عشر، ثم انتشر في البلدان الأخرى في القرن الخامس عشر.

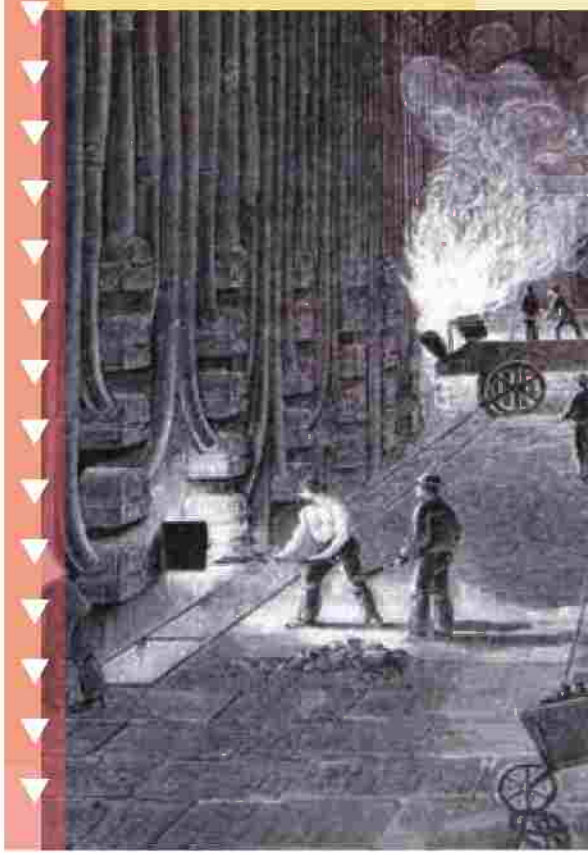
وفي أثناء هذه المدة، نشأ كثير من الصناعات؛ فأخذ الناس بتحسين أدوات الملاحة الخاصة بالسفن وبنائها؛ وهذا ساعدهم على اكتشاف العالم ووضع خرائط له، فتوسعت التجارة بسرعة، وبدأ التجار بجلب البضائع الفاخرة من الخارج إلى بلدانهم، بالإضافة إلى أن العلماء صمموا آلات جديدة أدت إلى اكتشاف صناعات جديدة كليًّا.

كانت الصناعات جميعها في حاجة إلى شيء واحد مشترك هو: الطاقة، وقد اعتمدت الصناعات في بداياتها على **دواليب الماء أو الطواحين الهوائية** للتزُّود بالطاقة، غير أن الناس سعوا إلى البحث عن مصادر جديدة للطاقة، لأن دواليب الماء والطواحين الهوائية لا تعمل دون توافر الماء الجاري والرياح.

أصبح الفحم تدريجيًّا أهم مصدر للطاقة في أوروبا، وقد عرف الناس في حقبة ما قبل التاريخ أن حرق الفحم يولد الحرارة؛ لذا استعملوه لصهر المعادن.

لم يُستعمل الفحم في أوروبا على نطاق واسع حتى القرن السابع عشر؛ ويعود السبب في ذلك إلى نُدرة الخشب في أوروبا الغربية بصورة كبيرة، دعت الناس إلى التحول إلى الفحم الحجري،

أصبح الفحم وقودًا رخيصًا استعمل في المصانع في وقت مبكر.



في حين كان الفحم موجودًا بوفرة في (إنجلترا) ومع نهاية القرن السابع عشر، كانت بريطانيا تنتج (80%) من الفحم في العالم.

في عام 1609م، اكتشف الكيميائي والطبيب البلجيكي جان بابتيسا هيلمونت، عملية تصنيع الغاز؛إذ تبين له عندما سخَّن الفحم، أن الفحم يطلق كحولًا، أطلق عليه اسم روح الغاز، ومع نهاية القرن السابع عشر، حرق كاهن إنجليزي يدعى (كليتون) الفحم، وجمع الغاز الناتج بوساطة مثانة حيوان، وعندما ثقب المثانة، وجد أن بإمكانه إشعال النار من الغاز المنطلق منها.

في عام 1792م، استطاع **مهندس** بريطاني يدعى ويليام موردوك، إضاءة بيته باستعمال الغاز الذي حصل عليه من حرق الفحم، وفي عام 1804م، ثبَّت موردوك مئات المصابيح التي تحرق الغاز في محالج القطن، وفي غضون ثلاث سنوات، ظهر أول مصباح يُضاء بالغاز في شوارع لندن.

وأصبح بالإمكان استعمال الغاز لتدفئة المنازل، وإضاءة الشوارع في المدن السريعة التوسع والانتشار، ومع نهاية القرن الثامن عشر، كان الفحم العامل الرئيس وراء النمو السريع في الصناعة والتصنيع في العالم، وقد بدأت هذه الحقبة المسماة **الثورة الصناعية** في بريطانيا، غير أنها سرعان ما انتشرت في بقية أنحاء العالم.

في القرن التاسع عشر، كانت شوارع مدينة لندن تضاء بمصابيح الغاز.

الآلة البخارية

أحدثت الآلة البخارية ثورة في عالم المواصلات.

أصبح الفحم الحجري في القرن السابع عشر أكثر أنواع الوقود شيوعًا، فقد استعمله الناس في أوروبا الغربية لإضاءة بيوتهم وإدارة عجلة **الصناعة** في بلدانهم، وبعدئذٍ أصبح الفحم أهم وقود لاختراعٍ سيغير وجه العالم؛ إنه **الآلة البخارية**، التي تحرق الفحم لتسخين الماء وتحويله إلى بخار.

في عام 60 بعد الميلاد، اخترع عالِم مصري يدعى هيرو، أول آلة بخارية استعملت بخار الماء المتصاعد من الغلاية لتدوير كرة صغيرة جوفاء، غير أن تلك الآلة لم تكن ذات فائدة كبيرة، وفي عام 1698م، اخترع رجل إنجليزي يُدعى توماس سافري، أول مضخة تعمل بالبخار لسحب الماء من **المناجم**، ولم تكن الآلة البخارية تعمل بالطريقة نفسها التي تعمل فيها الآلة البخارية الحديثة، ولكن البخار يحتل حجمًا أكبر من حجم الماء السائل، فكانت آلة سافري تعمل عن طريق ملء فراغها بالبخار، وعندما يبرد البخار في ذلك الفراغ، يتكاثف ويصبح ماءً ينجم عنه انخفاض في الضغط؛ يؤدي إلى سحب الماء من المناجم.

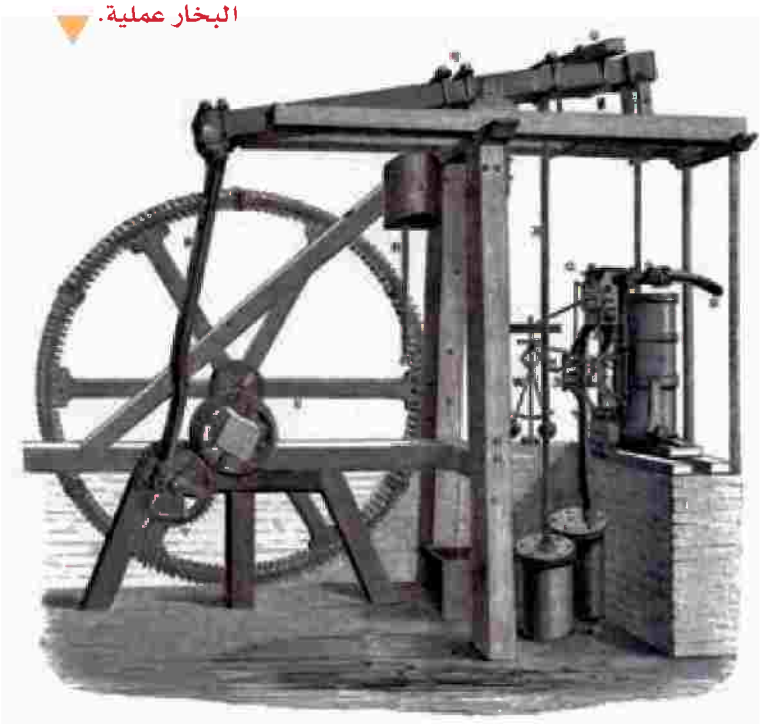
لم تخترع الآلة البخارية الحديثة إلا بحلول عام 1769م، على يد **مهندس** أسكتلندي يُدعى جيمس واط، حيث كان الفحم المحترق في الآلة يحول الماء إلى بخار، يولد بدوره ضغطًا عاليًا يحرك أجزاء حركية في الآلة. وتقوم الآلة البخارية مقام أحصنة عدة من حيث القوة، دون حاجتها إلى الطعام والشراب، أو العناية بها كما هو الشأن مع الأحصنة.

تعتمد القوة التي توفرها الآلة البخارية على ضغط البخار بصورة رئيسة؛ لذا لم يستعمل واط والمخترعون الآخرون، البخار بضغط عالٍ خشية انفجار الآلة.

وفي الواقع، كان ضغط البخار في آلة واط أعلى من ضغط الهواء العادي بقليل، وقد تسبب انخفاض الضغط في الآلات البخارية الأولى في تحديد قوتها بصورة كبيرة. ولكن في نهاية الأمر، بدأت الآلات البخارية تعمل بضغط أعلى من ضغط الهواء بمئات المرات.

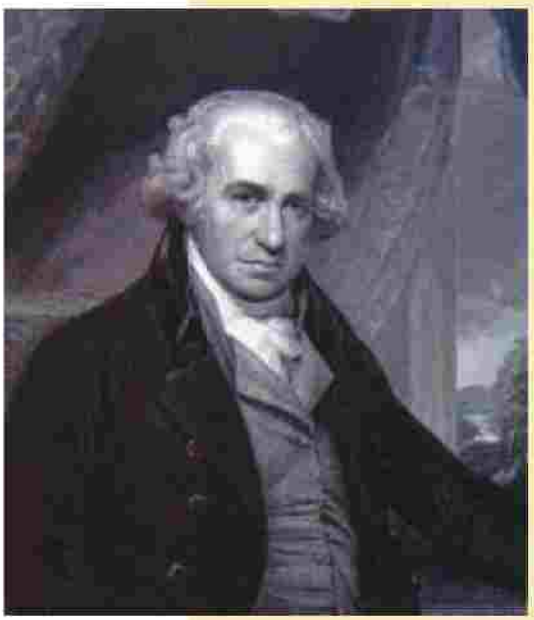
لم يعد استعمال الآلة البخارية يقتصر على تزويد المصانع بالطاقة فقط، بل أصبحت في مدة بسيطة تستعمل في جرِّ **القاطرات**، وهذا ما جعل نقل الأحمال الثقيلة عبر المسافات الطويلة أرخص وأسرع بكثير مما كانت عليه، واستعملت الآلات البخارية أيضًا في السفن، بحيث تحررت من الأشرعة التي تدفعها الرياح. وقد أطلقت الآلة البخارية، التي تدار بقوة الفحم العِنان لنمو الصناعة وانتشارها، وهذا ما نجم عنه ما عُرف **بالثورة الصناعية**.

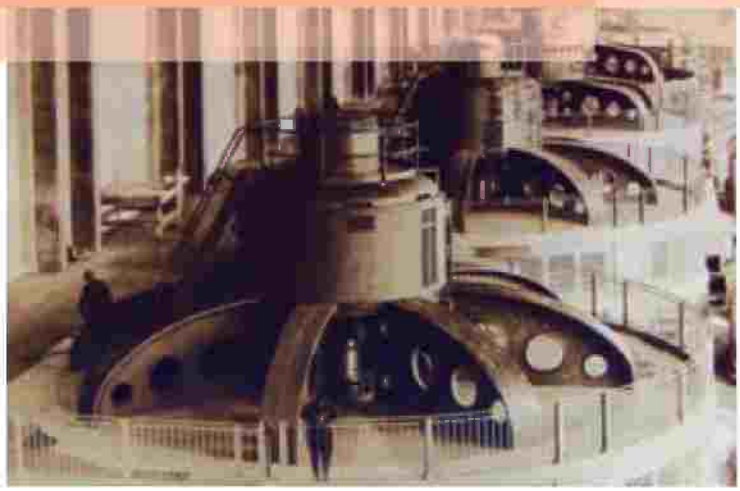
جعلت آلة جيمس واط المطورة قوة البخار عملية.



جيمس واط

كان جيمس واط (1736-1819م) مهندسًا أسكتلنديًّا، أدى تصميم آلته البخارية إلى تطوير الآلة البخارية الحديثة. وهو ابن لنجار وصاحب متجر، أُرسل واط إلى لندن في (إنجلترا)؛ ليتعلم كيفية صناعة أجزاء الآلات، وفي عام 1763م، وفي محاولة إصلاح مضخة تدار بقوة البخار، رأى أنه لا بد من وجود طريقة أخرى لبناء آلة بخارية أفضل. وقد استمر واط خلال سبع وعشرين سنة التي تلت ذلك التاريخ، وحتى تقاعده عن العمل في القرن التاسع عشر، في تطوير الآلات البخارية وتحسينها، وقد أُطلق اسم واط على وحدة القدرة تكريمًا لاسمه.





مع بداية القرن العشرين، استعملت شركات الطاقة مولدات كهربائية ضخمة لتزويد البيوت والشركات والمصانع بالطاقة الكهربائية.

يعود الفضل في ظهور الثورة الصناعية في بريطانيا مع نهاية القرن الثامن عشر وبداية القرن التاسع عشر إلى **الآلة البخارية**، التي سرعان ما انتشرت إلى بقية أجزاء العالم، علمًا أن أنواع الصناعة جميعها اعتمدت قبل ذلك على الأيدي العاملة، فقد كان معظم الناس يعيشون في الريف، ويعملون في بيوتهم، على الرغم من أن بعضهم يعمل موظفًا في أمكنة عمل (ورش) صغيرة.

عندما امتلك الناس تقنية بناء آلات بخارية قوية، أصبح بمقدور أصحاب الأعمال والشركات بناء مصانع كبيرة، عمل فيها عدد كبير من الناس؛ لإنتاج كميات كبيرة من البضائع؛ لذا هجر عدد كبير من الناس الريف للحصول على وظيفة في المصانع الجديدة. وعندما توسعت هذه المصانع، كبرت معها المدن جنبًا إلى جنب.

وقد أدى نمو الصناعة بصورة سريعة في هذه المدَّة، إلى تغيير طرق معيشة الناس وعملهم إلى الأبد، وأسهم اختراع الآلات الجديدة أيضًا في بناء مصانع كبيرة ومتطورة، إضافة إلى استثمار المصارف (البنوك) والأفراد كميات كبيرة من الأموال في التقنية الجديدة. وفي العصر الجديد من الاكتشافات، بحث الناس عن مصادر محتملة أخرى من الطاقة كالكهرباء.

لقد عرف الناس الكهرباء منذ زمن بعيد، لكنهم لم يستطيعوا فهم كنهها أو كيفية التحكم فيها، فقد أجرى اليونانيون تجارب على الكهرباء الساكنة منذ آلاف السنين، في حين درس بنجامين فرانكلن الكهرباء عند منتصف القرن الثامن عشر، إذ أطلق طائرة ورقية في الهواء في أثناء هبوب عاصفة رعدية حتى أصيبت بصعقة برق، فساعدت هذه التجربة على إثبات أن البرق شحنات كهربائية.

في عام 1820م، أجرى عالِم دنماركي يُدعى هانز أورستيد، تجارب أثبتت وجود علاقة بين الكهرباء **والمغناطيسية**؛ فالمغناطيسية هي القوة التي تجذب المعدن نحو المغناطيس، واكتشف العلمان

الإنجليزي مايكل فراداي، والأمريكي جوزف هنري في عام 1831م كل على حدة أن تحريك مغناطيس بالقرب من ملف من السلك ينتج منه سريان **تيار كهربائي** فيه، وكانت شدة التيار المتدفق تتغير بتغير شدة **المجال المغناطيسي**.

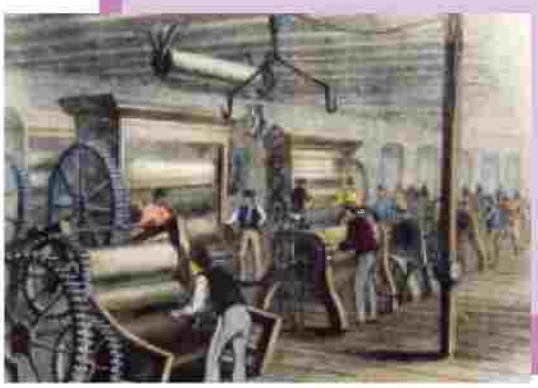
لقد فتح هذا الاكتشاف الباب واسعًا لاختراعات كثيرة؛ ففي عام 1837م، اخترع العالم الأمريكي صامويل موريس أول جهاز لإرسال البرقيات (**التلغراف**)، ما ساعد الناس على إرسال رسائل بسيطة عن طريق أسلاك كهربائية، وأصبحوا قادرين ولأول مرة على التواصل اللحظي على الرغم من المسافات الشاسعة التي تفصل بينهم. وقد اكتشف العالم الأسكتلندي جيمس ماكسويل، بعد ثلاثين سنة من اختراع التلغراف، أن الموجات التي تنتقل عبر المجالين الكهربائي والمغناطيسي، تنتقل بسرعة الضوء.

وقد أطلق عليها اسم الموجات **الكهرومغناطيسية**، وتوصل إلى أن الضوء المرئي يتكون من مثل هذه الموجات، وقد أكد العلماء صحة هذا القول في عام 1880م. وأما اليوم، فيعرف العلماء أن **أمواج المذياع (الراديو)**، و**فرن المايكروويف**، و**أشعة X** جميعها أمواج كهرومغناطيسية أيضًا.

بدأ الناس بتوليد الكهرباء للبيوت والمصانع مع نهاية القرن التاسع عشر، وسرعان ما أصبحت الكهرباء تستعمل في عدد لا يحصى من الآلات دون الحاجة إلى وجود الآلة البخارية. وأما في عصرنا الحاضر، فإن معظم الآلات التي نستعملها في حياتنا اليومية، مثل الحواسيب، وغسالات الملابس، وغيرها، مزودة بالطاقة الكهربائية.

نظرة عن قرب

كانت الثورة الصناعية نقطة تحول في تاريخ العالم؛ فقد كان أقل من (10%) من السكان الأوروبيين يعيشون في المدن قبل نشوئها، وبحلول عام 1850م، ارتحل أكثر من نصف سكان بريطانيا إلى المدن للعمل والعيش فيها. وقد حذا الناس في الولايات المتحدة وبقية الدول الأوروبية حذو البريطانيين، فنجم عن النمو السريع لهذه المدن مشكلات ما زال الناس يعانون نتائجها حتى هذا اليوم. وكانت المدن ملأى بالنفايات، والأمراض، والتلوث، وتعاني ازدحام السكان، وكان العمل في المصانع غالبًا ما يكون خطرًا، وكانت الأجور متدنية. وقد تتطلب تحسين هذه الظروف سنوات عدَّة، ونتج من ذلك صناعات جديدة.



الصناعات البترولية

افتتحت أول بئر للبترول في سبندلتوب غربي ولاية تكساس عام 1901م، وقد أنتجت هذه البئر كميات كبيرة من البترول دون الحاجة إلى ضخه.

كانت **الثورة الصناعية** بحلول منتصف القرن التاسع عشر، قد عمت دول أوروبا والولايات المتحدة أيضًا، وكانت معظم المصانع تُدار بطاقة الفحم، وأصبح الناس على دراية بكيفية استعمال الطاقة الكهربائية، وعلى الرغم من ذلك، فقد استمر الناس بالبحث عن مصادر جديدة للطاقة، فكان **البترول** مصدرًا من أهم المصادر الواعدة، يطلق عليه أحيانًا الزيت أو الزيت الخام، وهو عادة ما يتوافر في نوع محدد من الصخور أسفل سطح الأرض، وينساب أحيانًا من خلال طبقات الصخر ليصل إلى السطح.

يعود أصل كلمة بتروليوم إلى اللغة اليونانية واللاتينية، التي تعني (زيت الصخر). وقد استهلك الناس كميات قليلة من البترول على مدى آلاف السنين، فاستعملوه في صناعة مواد البناء، **والمواد اللاصقة**، ومواد التشحيم، والمراهم، إضافة إلى اتخاذه وقودًا للمصابيح.

في بداية القرن التاسع عشر، اتخذت مصابيح كثيرة زيت الحيتان الغالي الثمن وقودًا، ولكن سرعان ما استعمل الناس باستعمال سائلًا يدعى الكيروسين (الكاز) المستخرَج من الزيت الخام، وكان رخيص الثمن نسبيًّا، وينتج ضوءًا ساطعًا. وعندما ازداد الطلب على الكاز، بدأ الناس بالبحث عن مصادر أخرى أفضل للحصول على البترول غير تلك الأماكن التي كان يتسرب منها من داخل الأرض.

في عام 1859م، حفر الكولونيل إيدون دريك أول بئر للبترول في بنسلفانيا، وأنتجت الولايات المتحدة في ذلك العام ألفي برميل من البترول، وخلال عدد قليل من العقود التي تلت ذلك، اكتُشِفَ البترول في كاليفورنيا، ونيويورك، وتكساس، وولايات أخرى، وخلال أربعين سنة، ارتفع

إنتاج الولايات المتحدة من البترول إلى أربعة وستين مليون برميل في العام.

وقد قلَّ استهلاك الكاز في هذه المدَّة؛ نظرًا إلى أن المصابيح الكهربائية التي انتشرت بسرعة كبيرة حلَّت محلَّ مصابيح الكاز.

أدى اختراع السيارات إلى ازدياد الطلب على البترول بسرعة كبيرة، ولما كانت **الآلات البخارية** غير مناسبة للسيارات، فإن الفحم أيضًا لم يكن مصدرًا مناسبًا للوقود، وكانت السيارات تدار بآلات تحرق الجازولين المستخرج من البترول، بدلًا من ذلك.

وعندما أصبحت السيارات شائعة الاستعمال، أرسلت شركات **الصناعات** البترولية العلماء حول العالم للبحث عن

حقيقة ممتعة

يعد الغاز الطبيعي نوعًا آخر من البترول، ويستخدم في التدفئة بكثرة حيث إن أكثر من نصف المنازل والبيوت في الولايات المتحدة تدفأ بالغاز الطبيعي، وهو غاز عديم اللون والرائحة، وإذا تجمع في مكان محصور، فقد يؤدي إلى انفجار؛ لذا تضيف الشركات إليه مادة كيميائية تجعل رائحته كرائحة البيض الفاسد.

تستعمل معظم السيارات الجازولين المستخرج من البترول.

مصادر جديدة للبترول، إذ إن العالم يستمد اليوم ثلثي حاجاته من الطاقة من البترول، ويحرق الناس أربعة وثمانين مليون برميل تقريبًا من البترول يوميًا، منها أربعة وعشرين مليون برميل يوميًّا في الولايات المتحدة وحدها.

يتطلب البترول ملايين السنين حتى يتكون، ولا يوجد إلا بكميات محدودة، وبتسرُّبه تنتج أضرار فادحة للطبيعة، وينجم عن احتراقه أيضًا مشكلات بيئية أخرى؛ لذا يبحث اليوم كثير من الناس عن مصادر جديدة للطاقة، تساعدهم على التقليل من استعمال البترول.

يستخرج معظم البترول الذي يستعمله الناس هذه الأيام من الشرق الأوسط.

الفولاذ

عمال يصنعون الفولاذ عام 1937م.

الحديد معدن رخيص، موجود بكميات كبيرة منذ آلاف السنين، وهو قوي جدًّا، ويمكن الاعتماد عليه، وقد بدأ الإنسان باستعماله لصناعة الأسلحة والأدوات منذ أربعة آلاف سنة قبل الميلاد.

يوجد الحديد بكميات كبيرة، غير أنه يكون مختلطًا بمواد تجعله محدود الفائدة؛ فمثلاً، عندما يتعرض للماء والهواء يصدأ بسرعة. و**خام** الحديد نوع من الصخر يحتوي على الحديد متَّحدًا بمواد أخرى، حيث يتطلب الحصول على الحديد النقي، طحن صخور الخام وصهرها.

حاول الناس منذ آلاف السنين الحصول على نار ذات حرارة كافية لصهر الحديد وإزالة الشوائب منه، وسرعان ما توصل صُنَّاع الحديد إلى أن نفخ الهواء داخل الفرن (غرفة مغلقة تنتج فيها الحرارة) يجعل النار أشد حرارة.

وعندما اكتشف الناس الأفران التي تولد حرارة عالية، تمكنوا من إنتاج كميات أكبر من الحديد ذي جودة عالية، فمنذ قيام **الثورة الصناعية**، أنتجت المصانع كميات كبيرة من الحديد، فمثلاً، مع نهاية القرن الثامن عشر، كانت المصانع الأمريكية وحدها تنتج ثلاثين ألف طن(27,000 طن متري) من الحديد كل عام.

وعلى الرغم من المزايا الكثيرة للحديد، فإن الفولاذ كان أفضل منه وأكثر نفعًا، فهو حديد مخلوط بكميات قليلة من **الكربون** ومواد أخرى، ووزنه أقل من الحديد النقي، ولكنه أكثر صلابة.

فمنذ القرن الثالث قبل الميلاد (300 ق.م.)، عرف الناس كيف يصنعون الفولاذ، ولكن بكميات قليلة؛ نظرًا إلى صعوبة صناعته ونفقاته الباهظة. وعليه، فإن **صناعة الفولاذ** تطلَّبت اختراع طرق أفضل مما هي عليه.

بقي الأمـر كذلك حتـى خمسينيات القرن التاسع عشر، عندما اكتشف مخترع إنجليزي يُدعى هنري بسمر طريقة جديدة لصناعة الفولاذ بأسعار منخفضة.

وسرعـان مـا ازداد إنتـاج الفـولاذ بصورة سريعة، ففي عام 1880م، أنتجت شركات الفولاذ الأمريكيـة وحدها مليون وأربـع مئـة ألف طن منـه، وبحلـول عام 1910، ازداد الإنتـاج ليصـل إلـى أربعـة وعشرين مليون طن، ولم تكن الزيادة في كميـات الإنتاج فقط، بـل ساعدت الطرق المتطـورة لصناعـة الفـولاذ علـى زيادة الإنتاج بصورة منتظمة منذ ذلك التاريخ.

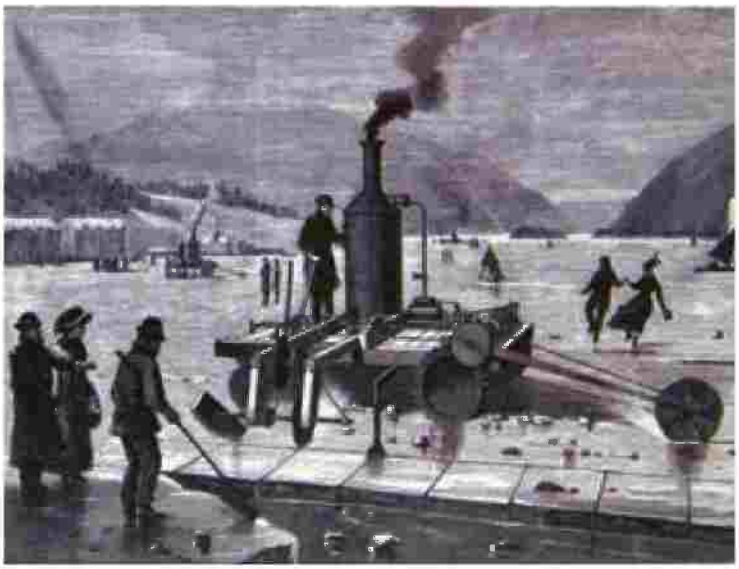
أمـا اليـوم، فيحول معظم الحديد **المستخرج** في العالم تقريبًا إلى فولاذ، يستعمل لبناء **ناطحات السحاب**، وخطوط سكك الحديد، والقطارات، والسيارات، والحافلات، والسفن، حتى مشابك الورق البسيطة، وكثير غيرها، حيث تبلغ كميات الإنتاج في هذه الأيام من هذا المعدن الذي لا يقدر بثمن، أكثر من بليون طن.

تصنع هياكل معظم السفن من الفولاذ.

نظـرة عن قرب

بـدأ النـاس باستعمال الحـديـد فـي صـناعـة الأدوات والأسلحة منذ أربعة آلاف سنة قبل الميلاد، وكانوا يجمعونه من النيازك الساقطة من السماء، لوجوده في الفضاء حول الأرض بصورة نقية. وفي الواقع، فإن الكلمات جميعها التي تدل على الحديد في كثير من اللغات القديمة تعني (حجرًا من السماء) أو (معدن النجوم). وبحلول عام 1400 قبل الميلاد، تعلم الناس الذين كانوا يعيشون فيما يعرف الآن بتركيا، كيفية استعمال الأفـران لصناعة أدواتهم وأسلحتهم من الحديد. وقد كانت صناعة الأدوات والأسلحة من الحديد تعد تطورًا متقدمًا وعلى قدر كبير من الأهمية، لدرجة أنه أُطلق على هذه الحقبة من الزمن العصر الحديدي.

التبريد



كان الناس في الماضي يقتطعون قطعًا من الجليد الذي يعلو سطوح البحيرات والأنهار للمحافظة على برودة الطعام.

كان معظم الناس حتى وقت قريب يزرعون محاصيلهم الغذائية بأنفسهم؛ لذا فقد كانوا في حاجة إلى طرق لخزن بعض ما ينتجونه من الطعام وحفظه؛ ليستعملوه في فصل الشتاء، فاكتشفوا أن بإمكانهم تجفيف الحبوب، واللوزيات، والفواكه تحت أشعة الشمس، وعرفوا أيضًا كيف يدخنون الأسماك واللحوم على النار حفاظًا عليها من التلف، إضافة إلى معرفتهم أن إضافة الملح إلى اللحم **يحافظ** عليه من التلف شهورًا عدة.

وعندما انتقل الناس من الأرياف إلى المدن في أثناء **الثورة الصناعية**، أصبح الحفاظ على الطعام ذا أهمية شديدة؛ فلم يعد بإمكان سكان المدن المزدحمة زراعة محاصيلهم الغذائية.

ومع نمو المدن وتوسعها، كان لا بد من جلب مزيد من الطعام من الريف إلى المدينة. وإذا ما فسد الطعام قبل تناوله، فستنتشر المجاعة بين الناس. وأحيانًا يصاب بعض الطعام بالتلف حتى قبل تغير لونه أو ظهور رائحة له؛ وعليه، فإن من يتناولون هذا الطعام، سيصابون حتمًا بالمرض، أو قد يموتون.

لذا، بدأ الناس مع بداية القرن التاسع عشر بتعليب الطعام للحفاظ عليه، فحفظوه في مرطبانات من الزجاج وأغلقوها بإحكام، ثم يضعون هذه

أطلق على الثلاجات الأولى اسم صناديق الثلج.

المرطبانات في الماء المغلي، ما يؤدي إلى قتل معظم الجراثيم (**الميكروبات**) التي تسبب تلف الطعام، وهذا ساعد على حفظ الطعام أشهرًا عدة، وحتى سنوات دون تلف. استعمل الناس الثلج أيضًا للحفاظ على الطعام باردًا؛ لأن البرودة تبطئ نمو الجراثيم؛ لذا كان الناس يقطعون كتلًا كبيرة من جليد الأنهار والبحيرات خلال فصل الشتاء، ويضعونها في نشارة الخشب لإبطاء ذوبانه، غير أن هذا الثلج يبقى مدَّة قصيرة ومحددة في فصل الصيف.

في عام 1851م، اخترع طبيب أمريكي يُدعى جون جوري آلة لصنع الثلج، استعملها لمساعدة الناس المصابين بالحمى، وبدأ أناس آخرون باستعمال تلك التقنية لتبريد الطعام في أثناء خزنه ونقله بالسفن.

سرعان ما بدأ كثير من المخترعين البحث عن أساليب أفضل **للتبريد**. وفي عام 1870م، شرع **مهندس** ألماني يُدعى كارل فون لند، بصنع ثلاجات قادرة على حفظ الطعام عند درجة حرارة تتراوح ما بين 32°F و 40°F (0°C و 40°C)، فغيرت هذه الثلاجات المدة التي يمكن في أثنائها تخزين الطعام، كاللحوم مثلًا التي قد تفسد في غضون يوم واحد إذا لم تُبرَّد.

أما اليوم، فيوجد كثير من أنواع الثلاجات التي تحافظ على الطعام طازجًا مهما كانت حرارة الجو في الخارج. وعليه، فقد وفر اختراع التبريد للناس اختيارات كثيرة من الطعام، فأصبح بالإمكان تحميل الطعام في الحاويات المبردة وشحنها إلى أرجاء البلاد، أو شحنها إلى بلاد بعيدة عن طريق البحار والمحيطات؛ لذا فقد ساعد التبريد الناس في المدن على إمكانية حصولهم على طعام جيد لغذائهم.

تحافظ الشاحنات المبردة على الحلويات باردة حتى في أكثر أيام الصيف حرارة.

حقيقة ممتعة

إذا بللت يديك بالماء وحركتهما إلى الأمام وإلى الخلف بسرعة، فستصبحان باردتين. ويعود ذلك إلى أنه عندما يتبخر الماء عن جلدك، يتحول من سائل إلى غاز. وعندما يتحول إلى غاز، يمتص الماء الحرارة وهذا ما حوله إلى غاز، وعليه، يبرد الجلد. وهذا السبب نفسه يفسر سبب تعرق الناس، والمراوح تحافظ على برودة الناس عن طريق تحريك الهواء فوق جلودهم، بحيث يساعدهم هذا على تبخر العرق. وتعمل بعض أنواع طرق التبريد الأخرى بالطريقة نفسها.

المواد اللدائنية (البلاستيكية)

استخدمت مادة الباكلايت البلاستيكية في كثير من البضائع المتنوعة.

المواد اللدائنية (البلاستيكية) مواد مصنَّعة يمكن تشكيلها في أي شكل تقريبًا، وتُعد من أهم المواد التي جرى تصنيعها، إذ تمتلئ مدارسنا، وبيوتنا، ومصانعنا اليوم بهذه المنتجات البلاستيكية.

قد تكون المواد البلاستيكة صلبة كالفولاذ، وناعمة كالقطن؛ لذا فهي تساعد على حماية أجسامنا عند وقوع حوادث السيارات. وتعد المواد البلاستيكية اليوم من الأهمية بمكان، حتى إنه يصعب تصور الحياة دونها.

ومع ذلك، فالمواد البلاستيكية نوع آخر من المواد التي اخترعت في **الثورة الصناعية**.

استخدم الناس منذ آلاف السنين، الأصماغ والراتنجات الطبيعية (مواد لزجة تجمع من بعض النباتات أو الأشجار ولاسيما الأشجار الصنوبرية) التي تشبه المواد البلاستيكية؛ فمثلاً، صنع اليونان **والرومان** الحلي والزخارف من العنبر، الذي يُعد صمغًا نباتيًّا متحجرًا. وفي **العصور الوسطى**، غطت الشعوب الأوروبية الأشياء الخشبية بالكمالكا لحمايتها من الماء، حيث إن قشور الكمالكا تنتجها بعض أنواع الحشرات التي تعيش في الهند وتايلند.

ومع نمو الثورة الصناعية، أصبحت المصانع في حاجة مستمرة إلى كميات متزايدة من الراتنجات، فقد حوَّلت المصانع الراتنجات إلى كثير من المنتجات والبضائع، مثل مقابض فراشي الشعر، ومقابض الأبواب، **والمواد العازلة** للكهرباء، **وأسطوانات الحاكي (الفونوغراف)**. ولسوء الطالع، كانت الراتنجات الطبيعية غالية الثمن، هشة، سريعة العطب.

في نهاية عام 1860م، اخترع صاحب مطبعة من مدينة نيويورك يُدعى جون هيايت، مادة سميت سيليويد، في أثناء محاولة

العلب البلاستيكية مفيدة لتخزين المواد الغذائية وغيرها من المواد.

صناعة كرات (البلياردو) من شيء آخر غير العاج، الذي كان نادرًا وباهظ الثمن.

خلط جون مادة تستخرج من النبات، تدعى السيليلوز، بمواد كيميائية أخرى لصنع السيليولويد، وعلى الرغم من أن مادة السيليولويد صلبة، فإنه يمكن تسخينها وتشكيلها في أشكال متعددة، غير أن من عيوبها اشتعالها بسهولة.

مع بداية القرن العشرين، اخترع كيميائي يُدعى ليو باكيلاند من مدينة نيويورك، أول مادة بلاستيكية حقيقية، فقد خلط باكيلاند مواد كيميائية توجد في **البترول** لصنع مادة بلاستيكية أطلق عليها اسم باكلايت، وسرعان ما استخدمت هذه المادة في صناعة منتجات، مثل: الهواتف، ومقابض أدوات الطبخ، ومازالت تستعمل حتى يومنا هذا في صناعة الأدوات الكهربائية وأجزاء السيارات.

في السنوات التي تلت ذلك الاختراع، تمكن العلماء من اخترع مئات الأنواع المختلفة من المواد البلاستيكية، إذ إن المواد البلاستيكية مثل الأكريليك، والنايلون، والفايبر جميعها تستعمل في صناعة الأقمشة، وتستعمل المواد البلاستيكية أيضًا في صناعة خراطيم المياه، والمعاطف العازلة للماء، والمقابس الكهربائية، ومعدات تمديدات المجاري، وأقراص الحاسوب وأجهزة التلفاز؛ ذلك لأن المواد البلاستيكية رخيصة الثمن، وتدوم مدة طويلة، وخفيفة الوزن مقارنة بالورق والخشب والحجارة.

نظرة عن قرب

على الرغم من أن البلاستيك يعد واحدًا من أهم ما اخترعه الإنسان من مواد، فإنه يلوث البيئة الطبيعية، فالمواد البلاستيكية مصنوعة من مشتقات البترول، وهي لا تتكسر بسهولة. وقد تحتاج علب الحليب البلاستيكية في مكب النفايات، إلى ملايين السنين كي تتحلل. إضافة إلى هذا، توجد بلايين من القطع البلاستيكية تطفو فوق سطح مياه المحيطات في العالم، متسببة في قتل أعداد لا يمكن حصرها من المخلوقات البحرية في كل عام، ومن الجدير بالذكر أن الأمريكيين وحدهم يتخلصون من مئة بليون كيس من البلاستيك في كل عام.

المولِّدات (التوربينات) البخارية

كان قارب توربينا أول سفينة تدار بتوربين بخاري.

أدَّى تطور **الآلة البخارية** في نهاية القرن الثامن عشر إلى **ثورة في الصناعة**. ومع تعاظم انتشار **الثورة الصناعية** في القرن التاسع عشر، كانت الآلات البخارية توفر معظم الطاقة التي تحتاج إليها المصانع الجديدة.

ومع بداية القرن العشرين، بدأ الناس بصناعة أنواع جديدة من الآلات البخارية أُطلق عليها اسم المولِّدات (**التوربينات**) **البخارية**. والتوربين البخاري دولاب مزوَّد بشفرات تحيط به يدور حول **محوره**.

صنعت التوربينات البخارية اعتمادًا على فكرة **دولاب الماء** القديم، الذي يعد أقدم توربين معروف، ففي حالة دولاب الماء، تعمل قوة الماء على دوران الدولاب حول محوره.

وعندما يدور المحور، يدير معه **التروس المسننة** الموجودة في محرك يعمل على طحن الحبوب. وفي النماذج الأولى من دواليب الماء، كان الماء يتسرب من حافات شفرات الدولاب وهذا ما كان يقلل من قوته؛ لذا بدأ الناس في القرن التاسع عشر بإنشاء أول دولاب مقفل لا يسمح للماء بالتسرب من حول حافاته.

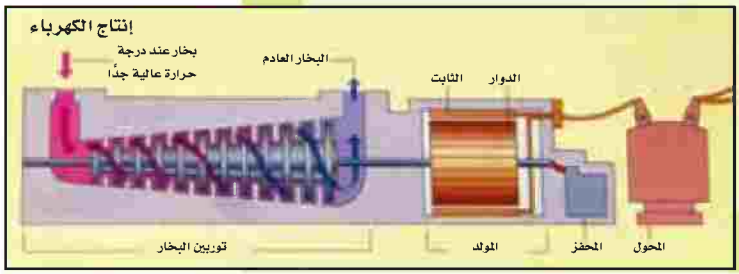
وفي عام 1884م، استعمل مخترع إنجليزي يُدعى تشارل بارسونز عجلة توربينية مغلقة داخل آلة بخارية، وكانت هذه الآلة تعمل بوساطة تسخين الماء وتحويله إلى بخار في مراجل كبيرة، وعندما يصبح البخار تحت ضغط مرتفع، يدخل إلى داخل الدولاب المغلق ليديره بسرعة كبيرة، وما يجدر ذكره أن التوربين البخاري السريع الدوران، يستطيع تشغيل محركات أقوى بكثير مما يفعل دولاب الماء.

في عام 1897م، أصبح بارسونز أول من استعمل التوربين البخاري لإدارة السفينة، وقد أطلق بارسونز على تلك السفينة اسم (التوربينا). والتوربينات البخارية أصغر من الآلات البخارية وأخفُّ وزنًا، وكانت أيضًا تنتج طاقة تفوق ما تنتجه الآلة البخارية العادية.

نظرة عن قرب

تستعمل التوربينات البخارية لإنتاج الكهرباء في محطات الطاقة؛ إذ يدير البخار الساخن جدًّا التوربين الذي يدير المولد الكهربائي. ويتكوَّن المولد من مغناطيس كهربائي متحرك يسمى الدوَّار، ومن جزء غير متحرك يسمى الثابت، حيث يحرك الدوار مولدًا كهربائيًّا منفصلًا يدعى المحفز، فيتولد فيه مجال مغناطيسي يولِّد شحنات كهربائية في الجزء الثابت، فتنتقل الشحنات على صورة كهرباء إلى محول يعمل على زيادة قوة الطاقة الكهربائية.

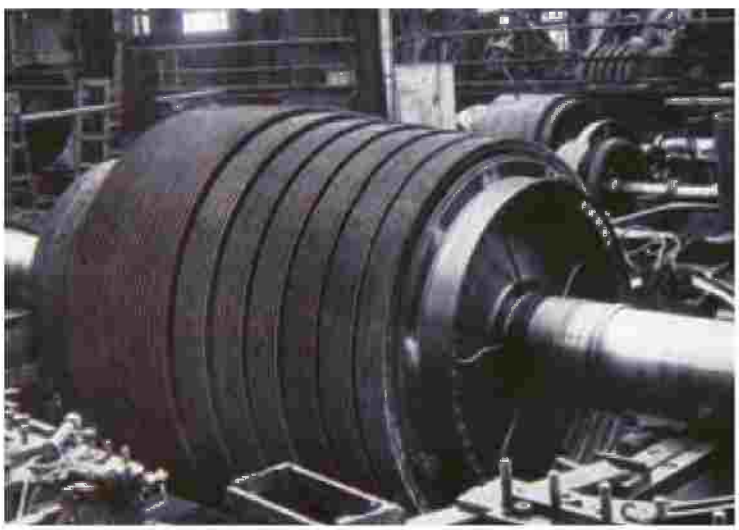
تدير التوربينات البخارية السفن وتولد الكهرباء.



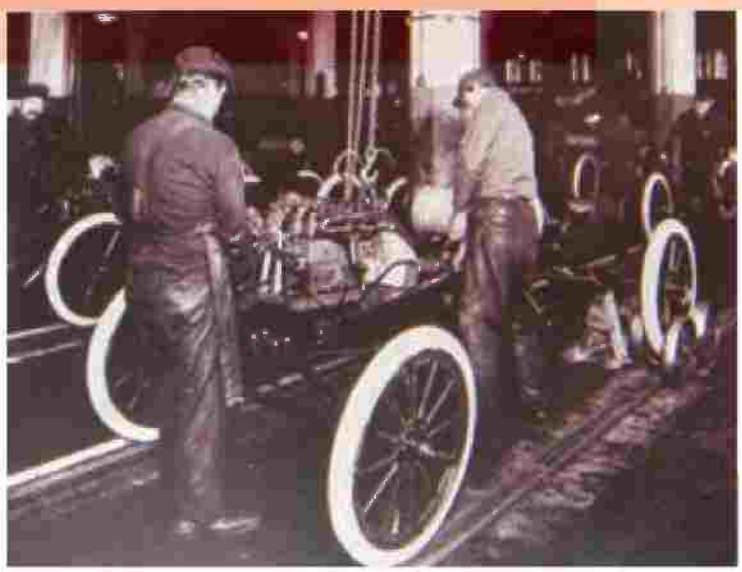
مع بداية القرن العشرين، كانت شركات الكهرباء تستعمل التوربينات البخارية لتوليد الطاقة الكهربائية، الذي يستعمل الفحم أو أي وقود آخر لتحويل الماء إلى بخار يحرِّك التوربين الذي يدير **المولد الكهربائي**، الذي يولد بدوره الكهرباء اعتمادًا على اكتشاف كل من مايكل فراداي وجوزف هنري اللذين بيَّنا أن حركة المغناطيس بالقرب من سلك على صورة ملف تولد **تيارًا كهربائيًّا** في السلك. ولا تزال **معظم محطات توليد الكهرباء** تستعمل التوربينات البخارية لتوليد الطاقة الكهربائية.

أما اليوم، فتدير توربينات بخارية ضخمة مولدًا كهربائيًّا منفصلًا يدعى المحفز، فيتولد فيه **مجال مغناطيسي** يولِّد شحنات كهربائية في الجزء الثابت، فتنتقل الشحنات على صورة كهرباء إلى محول يعمل على زيادة قوة الطاقة الكهربائية.

وتستطيع التوربينات البخارية إدارة مولدات كهربائية تستطيع إنتاج ما يقرب من سبع مئة وخمسين مليون واط من الطاقة سنويًّا، وهذه الطاقة كافية لتزويد سبع مئة وخمسين ألف بيت بالطاقة.



خط التجميع



يساعد خط التجميع العمال على بناء السيارات بسرعة.

كلما استغرقت صناعة الشيء وقتًا أطول، زاد ثمنه بصورة عامة، فالمصانع تنتج البضائع بصورة اسرع من الأفراد، ومع مرور الوقت بعد **الثورة الصناعية**، تطلَّع الناس دومًا إلى طرق جديدة للقيام بالعمل بصورة أسرع وأفضل.

ففي عام 1903م، أسس رجل أعمال أمريكي يُدعى هنري فورد، شركة فورد لصناعة السيارات، فصنَّعت السيارات في أول الأمر يدويًّا، وكانت غالية الثمن نسبيًّا؛ لذا قرر فورد صناعة سيارة بسيطة، ومتينة، ليتمكن الإنسان العادي من دفع ثمنها.

وفي عام 1908م، عرض سيارة رخيصة الثمن نسبيًّا سمَّاها النموذج T، بيعت بمبلغ ثمان مئة وخمسين دولارًا، غير أنها بقيت غالية الثمن لدى معظم الناس؛ لذا بحث فورد عن طرق أخرى لتخفيض نفقات صناعة السيارة T حتى يتمكن الناس من شرائها.

كانت المصانع آنذاك تصنع السيارة على يد مجموعة صغيرة من العمال يعملون معًا، وكان كل شخص في المجموعة يقوم بأعمال مختلفة عدة، وهذا ما جعل العمل معقَّدًا، وكان معدل زمن صنع السيارة الواحدة يستغرق اثنتي عشرة ساعة ونصف تقريبًا.

أحدث فورد **ثورة في صناعة السيارات** عن طريق بناء حزام ناقل ينقل أجزاء السيارة إلى العمال على طول **خط التجميع**. وكان كل شخص يقوم بعمل واحد فقط، مثل تثبيت أحد البراغي مثلًا، مكررًا العمل نفسه كلما مرت به سيارة تلو الأخرى فوق الحزام الناقل. وعليه، تكون السيارة قد اكتمل صنعها عند نهاية خط التجميع.

أدى خط التجميع الذي صمَّمه فورد إلى تخفيض الوقت الذي تتطلبه صناعة السيارة بصورة كاملة إلى ساعة ونصف. وعندما انخفضت نفقات صنع السيارة، خفَّض فورد سعر بيع النموذج T.

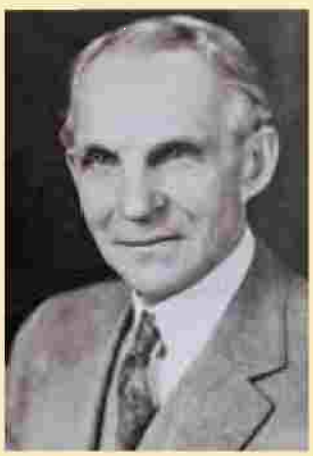
تستعمل المصانع الحديثة خط التجميع لبناء معظم المنتوجات والبضائع وصناعتها.

لذا، انخفضت أسعار السيارات بدءًا من ثمان مئة وخمسين دولارًا في عام 1908م، إلى خمس مئة وخمسين دولارًا في عام 1913م، وأربعم ئة وأربعين دولارًا في عام 1915م، و مئتين وتسعين دولارًا في عام 1924م. وعليه، أصبحت السيارات في متناول العائلة الأمريكية ذات الدخل المتوسط.

اتبع فورد طريقة جديدة لدفع أجور العمال في مصنعه،فكان كل شخص يزيد عمره على اثنين وعشرين عامًا يحصل على خمسة دولارات في الأقل في اليوم، وكان هذا المبلغ يعادل ضعف ما تدفعه الشركات الأخرى، وخفَّض أيضًا ساعات العمل إلى ثماني ساعات في اليوم بدلًا من تسع؛ وهذا ما أدى إلى استقطاب أذكى العمال وأمهرهم إلى مصنعه.

انتشرت فكرة خط التجميع بسرعة فائقة إلى المصانع كلها التي تنتج أنواع البضائع والمنتجات المختلفة، ما ساعد على إنتاج كميات أكبر من البضائع بسرعة وبثمن أقل.

هنري فورد



اشتهر هنري فورد (1863 -1947م) بوصفه أول من استعمل خط التجميع في شركته لصناعة السيارات. وقد وُلِد فورد في مزرعة في ولاية ميتشيغان، وكان مولعًا بالسيارات منذ نعومة أظفاره. وقد بنى أول محرك عام 1893م، وأول سيارة عام 1896م. وإضافة إلى اهتمامه بالسيارات، كان مهتمًا أيضًا بالسياسة، حيث سافر خلال الحرب العالمية الأولى(1914-1918م) إلى أوروبا باستصحاب مجموعة من الناس، متحملًا نفقات سفرهم، في محاولة منه لإيقاف الحرب هناك. إضافة إلى هذا، رشَّح نفسه لمنصب عضو في مجلس الشيوخ عام 1918م، غير أن جهوده باءت بالفشل.

المواد اللاصقة

استعمل الناس في الماضي الغِراء المصنوع من أجسام السمك.

تعد **المواد اللاصقة** التي تُسمى أحيانًا الغِراء، نوعًا من المواد التي استعملها الناس منذ آلاف السنين، فالمادة اللاصقة مفيدة جدًّا؛ تعمل على لصق الأشياء المختلفة بعضها ببعض، كالأشياء المصنوعة من الفَخار، والأشياء الأخرى السريعة الكسر، التي تسقط مصادفة أو خطأً فتنكسر.

لقد ساعدت المواد اللاصقة على إصلاح الأشياء المكسورة، فضلًا على استخدامها في صناعة كثير من البضائع والمنتجات؛ فمثلًا صفحات هذا الكتاب مرتبطة بعضها ببعض بوساطة لاصق موضوع بين شقيه.

وربما يكون الناس قد استعملوا المواد اللاصقة قبل معرفتهم الكتابة بمدَّة طويلة جدًّا، فقد صنع القدماء الغِراء من مواد مختلفة، مثل مُخِّ البيض، والدم، والعظام، والحوافر، وشمع النحل، والحليب، ومن صمغ الشجر، والخضراوات والحبوب. غير أن هذه المواد اللاصقة لم تكن قوية بدرجة كافية، ولا تدوم طويلًا.

في منتصف القرن الثامن عشر، منحت بريطانيا **براءة اختراع** لأول صمغ مصنوع من أجسام السمك. ولسوء الطالع، أن هذا النوع من الصمغ يفقد قوته إذا لم يستعمل خلال سنتين من تاريخ صنعه؛ لذا ما زال الناس في حاجة إلى صمغ أفضل.

عندما شرع العلماء يجرون التجارب على المواد الكيميائية المختلفة في ثلاثينيات وأربعينيات القرن الماضي، توصلوا إلى اختراع أنواع جديدة كليًّا من المواد اللاصقة. وبحلول الأربعينيات من القرن العشرين، اخترع **مهندس** أمريكي يُدعى بول كوب صمغًا من إذابة البلاستيك. وكان ذلك الصمغ يجف فورًا عندما يبرد، مؤديًا إلى لصق المواد بعضها ببعض.

وعلى الرغم من عدم قدرة الصمغ الساخن على ربط المواد ببعضها بإحكام، فإن الناس ما زالوا يستعملونه في كثير من الأغراض في حرفهم، فما زالت قوالب الصمغ الساخن وأدواته تستعمل في إذابة الصمغ، ومتوافرة في المحال التجارية.

ربما يعد أعظم اختراع في تاريخ المواد اللاصقة قد ظهر عام 1942م، حيث اخترع باحث يُدعى الدكتور هاري كوفر في ذلك العام، مادة تدعى سيانوأكريليت، عندما كان كوفر يجري تجاربه آنذاك على مادة كيميائية مختلفة للحصول على مواد أكثر شفافية للبنادق، ولم يكن باستطاعته استعمالها؛ لأنها شديدة اللزوجة. وبعد بضع سنوات، بحث عن مادة ليستخدمها في لصق أجزاء الطائرة بعضها ببعض، فخطرت بباله مادة السيانوأكريليت وجرَّبها، فحققت المطلوب على أكمل وجه، وما زال الناس يستعملون تلك المادة التي تباع بوصفها منتجًا يُسمى الصمغ الخارق.

منذ عام 1940م، اخترع العلماء كثيرًا من المواد اللاصقة، حيث تستعمل المصانع اليوم هذه المواد اللاصقة لإنتاج بضائع متنوعة، إضافة إلى استخدامها في لصق أجزاء الطائرات والسيارات بعضها ببعض، وكذلك في لصق الأخشاب المضغوطة والمغراة معًا **لصناعة الأثاث**.

حقيقة ممتعة

استُعمل بعض أنواع الغراء في أعمال البناء، فقد صنع الرومان نوعًا من الغراء المقاوم للماء؛ بخلط صمغ شجر السرو بشمع عسل النحل، واستعملوه في بناء السفن. وفي بعض الحضارات الأخرى،كان الناس يلصقون رقاقة من الذهب على عتبات بيوتهم، مستخدمين غراءً مصنوعًا من آح البيض. وقد صنعت شعوب الأزتيك، من سكان أمريكا الوسطى، غراءً عن طريق خلط الأسمنت بدم الحيوانات لاستعماله في تثبيت حجارة أبنيتهم التي ما زال بعضها قائمًا حتى يومنا هذا.

وكذلك يصنع ورق الصنفرة بلصق حبيبات الرمل على قطع من الورق المقوى، ويستعمل الغراء أيضًا لجعل الملابس أكثر متانة في أثناء صناعتها، واخترعت أيضًا أنواع من الغراء تعمل على إبقاء أطراف الجلد الممزق مرتبطة ببعضها حتى تشفى الجروح.

تمسك المواد اللاصقة أجزاء آلة الكمان معًا.

الترانزستور

ساعد الترانزستور على جعل الأجهزة الإلكترونية، مثل المذياع أخف وزنًا، ويعتمد عليه بصورة أفضل.

توصل العلماء في القرن التاسع عشر، إلى اختراع التقانة التي جعلت التواصل عن طريق المذياع ممكنًا، بحيث يعمل عن طريق هوائي يلتقط **الموجات الكهرومغناطيسية** المارة في الفضاء؛ إذ تولد هذه الموجات **تيارًا كهربائيًّا** ضعيفًا في هوائي المذياع، يحوِّل هذه التيارات إلى أصوات.

كانت أجهزة المذياع الأولى كبيرة الحجم إلى حد كاد وجه شبهها بالمذياع الحديث يكون معدومًا، ويعود السبب في كبر حجمها إلى استعمالها **أنابيب التفريغ** للتحكم في الإشارات التي يلتقطها الهوائي، وتشبه هذه الأنابيب مصابيح الإضاءة، غير أنها لا تنتج أي ضوء. بالإضافة إلى أن أنابيب التفريغ تلك كانت كبيرة، وسريعة العطب، ولا يعتمد عليها كثيرًا، فضلًا على أن صناعتها تتطلب نفقات عالية، وكانت هذه الأنابيب أيضًا تستهلك كميات كبيرة من الطاقة، وتولد في الوقت نفسه كميات كبيرة من الحرارة؛ لذا بقيت صناعة **الأجهزة الإلكترونية** محدودة؛ لأنها ما زالت تستعمل أنابيب التفريغ.

في عام 1947، اخترع ثلاثة من العلماء الأمريكيين، وهم: جون باردن، وولتر براتين، ووليام شوكلي، **الترانزستور**، الذي يعمل بطريقة عمل الأنابيب المفرغة نفسها؛ وذلك بتحويل التيار الكهربائي إلى تيار متقطع، إضافة إلى عملها على تقوية التيار الكهربائي نفسه.

وعلى الرغم مـن تشابه عمل كل من الترانزستـور والأنابيـب المفرغـة، فـإن الترانزستـور ذو مزايا عِـدَّة لا تتوافر في الأنابيب المفرغة؛ فهو أصغر حجمًا وأقل كلفة، وأطـول عمرًا تشغيليًّـا، إضافة إلى أنه لا يحتاج إلى مقدار الطاقة التي تحتاج إليهـا الأنابيب المفرغة كي يعمل، زِدْ على هـذا أنه لا ينتج كمية كبيـرة من الحرارة التي تنتجها الأنابيب المفرغة.

بدأ الناس باستعمال الترانزستور في صناعة المذياع والأجهزة المساعدة على السمع منذ خمسينيـات القرن العشرين، ثم استعملـه الناس بمـرور الزمن في كل جهاز يعمل بالكهرباء تقريبًا.

ومـع اكتشـاف العلماء طرقًـا لجعل الترانزستـور أصغـر حجمًا، فقـد أصبح أكثـر فائـدة واستعمالًا، فاكتشـف الناس إمكانية صنـع الحواسيب بوضع مجموعة من الترانزستورات معًا على رقاقة واحدة؛ إذ كانـت الحواسيب الأولـى بحجم البناء بسبـب استعمالهـا الأنابيـبَ المفرغـة. وعندما حـلَّ الترانزستور محـلَّ الأنابيب صغر حجم الحاسوب، وأصبح أكثر قدرة على تخزين المعلومات ومعالجتها.

ومع تطور الترانزستور، أصبحت رقائق الحاسوب أصغر، وأخفَّ وزنًا، وأكثر قوة. وأما اليوم، فقد أصبح قطر الترانزستور لا يتعدى خمسة وأربعين نانومترًا، حيث تبلغ هذه الترانزستورات من الصغر حدًّا يمكن

معه وضع ألفي ترانزستور جنبًا إلى جنب لتصبح بسمك الشعرة.

وقد أصبحت الترانزستورات الحديثة مـن الصغـر بحيـث يمكـن وضـع مئـات الملايين منها في رقاقـة حاسوب واحدة. ومن المدهـش، إصرار العلمـاء على جعل الترانزستورات أصغر مما هي عليه حاليًّا.

واليـوم، تستعمل الرقائق الحاسوبية فـي آلاف المنتجـات، **كالهواتـف النقَّالة** والسيـارات، والأفـران، وآلات تحميـص الخبز، وقد أصبحت الحواسيب المحمولة أقـوى مـن الحواسيـب التي كانـت تشغل حجـم البنـاء الموجـودة فيه قبـل عقود قليلة، ولولا الترانزستور لما كانت صناعة أي من هذه الأشياء ممكنة.

تحتوي رقاقة الحاسوب الواحدة على ملايين الترانزستورات.

ينتج الليزر شعاعًا قويًا من الضوء يمكن استعماله في ثقب السطوح الصلبة جدًا مثل صفيحة من الحديد.

أصبحت الاختراعات، بعد انتهاء الحرب العالمية الثانية (1939–1945م)، في مجال **الإلكترونيات** مهمة لكل نوع من أنواع **الصناعة** تقريبًا، فقد أدى اختراع **الترانزستور** إلى اختراع **الحواسيب المحمولة**، و**الهواتف النقَّالة**، ولكن سرعان ما اخترع العلماء تقنية جديد أدت إلى تغيير كثير من الصناعات المتنوعة؛ إنها **الليزر**.

ففي عام 1917م، وصف ألبرت أينشتاين العالم الألماني المولد الأمريكي الجنسية، كيف تستطيع **الذرات** المختلفة إطلاق صور مختلفة من **الموجات الكهرومغناطيسية**، بما فيها الضوء الأبيض.

وفي عام 1954م، صمَّم عالم أمريكي، يُدعى تشارل تاون، جهازًا

تستعمل ماسحات الليزرلقراءة الرموز الذكية على البضائع.

معتمدًا على أفكار أينشتاين لتوليد شعاع من موجات الميكروويف المركزة والمكثفة جدًّا، التي تعدُّ نوعًا من الموجات الكهرومغناطيسية، وقد أطلق تشارل على جهازه اسم ميزر.

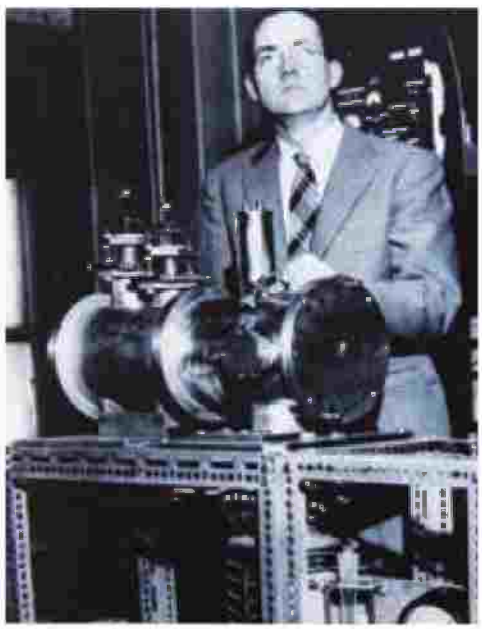
وبعد سنوات عدة من البحث، بدأ تشارل في العمل مع أحد أنسبائه، آرثر تشاولو؛ لإنتاج جهاز جديد، وكان ذلك الجهاز يشبه جهاز الميزر، غير أنه يمكن أن ينتج الشعاع المكثف المركز باستعمال الضوء الأبيض، وقد أطلقا على الجهاز الجديد اسم الليزر.

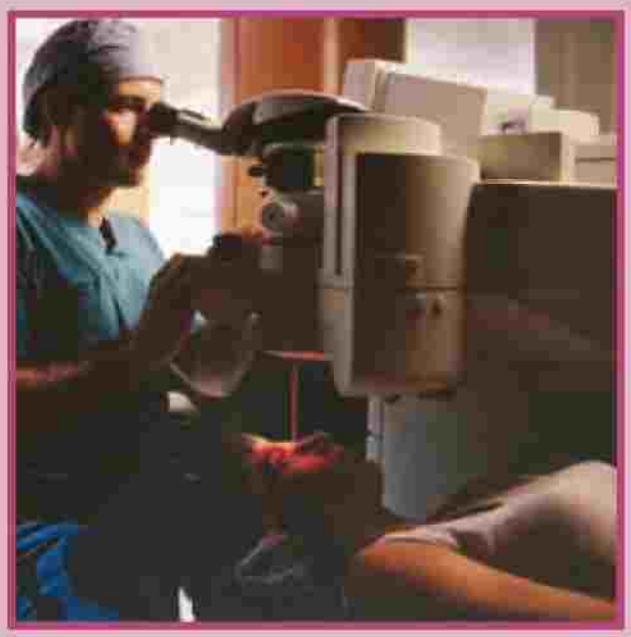
كان تشارل ورفيقه يأملان في استعمال الليزر لإرسال إشارات إلى الفضاء، واعتقدا أنه سيمكن استخدام الليزر مستقبلًا في قطع السطوح الصلبة جدًّا وحفرها، وقد تمكَّنا بالعمل مع أحد الطلاب الخريجين، من إنتاج مثل ذلك الجهاز الذي يستعمل الليزر في الحفر والقطع.

وعلى الرغم من ذلك، فقد تطلب الأمر عالِمًا آخر لبناء جهاز ليزر حقيقي عامل، ففي عام 1960م، استعمل

العالِـم ثيـودور ميمـان مصبـاح (لمبة) آلـة التصوير؛ لإسقاط ضـوء ساطع على بلورة ياقوت من نوع خاص، وقد أنتج ليزر ميمـان نبضـات مـن الضـوء الأحمر ذي طاقة عالية.

وما لبـث أن تبع ذلك تطـورات عدَّة في مجال الليزر. ومـع ازدياد قوة الليزر، لـم يكـن النـاس مدركيـن تمامًـا لكيفية استعماله، غير أنهم أدركوا بمرور الزمن، أن الليـزر من أعظـم التقنيـات المفيدة التـي اخترعهـا الإنسـان، وقـد تحقق ما تمنـاه تاون وفريقـه؛ إذ أصبـح بالإمكان إرسال الإشارات إلـى الفضاء الخارجي، حيث أطلق العلماء أشعة الليزر نحو القمر وارتدَّت عـن سطحه عائدة إلـى الأرض. وأصبح بالإمكان أيضًا استعمال الليزر في حفر السطوح الصلبة.





يستعمل الليزر في الطب وفي كثير من الصناعات الأخرى.

وأما اليوم، فقد أصبح الليزر يستعمل فـي كثيـر مـن الصناعـات. واستعملـه جراحو العيـون؛ لتصحيح عيوب الإبصار لـدى الناس ومعالجة شبكيـة العين، وفي سبعينيـات القرن العشريـن، صنع الناس ماسحـات الليـزر؛ لاستعمالهـا في محال البقالة والمتاجر الكبيـرة لقراءة الرموز الذكية الموجودة على البضائع؛ ما يسمح للحواسيـب بمعرفة أسعارالسلـع تلقائيًا. إضافـة إلى هذا، لم يكـن بالإمكان توفير الأقراص المدمجـة لولا وجود الليزر؛ لأن أشعـة الليزر تكتـب المعلومـات على تلك الأقراص وتقرؤهـا، ويؤدي الليـزر دورًا حاسمًا في مجال الاتصالات؛ حيث ترسل كميـات هائلـة مـن المعلومـات بوساطة أنابيـب زجاجيـة مخصوصـة تعـرف **بالألياف البصرية**.

ساعد تشارل تاون على اختراع الليزر.

الروبوطات

حلَّت الروبوطات محلَّ الناس في كثير من خطوط الإنتاج.

أدخل **خط الإنتاج** تطورات عدة على **صناعة البضائع**، ولكن لسوء الطالع، نجم عن ذلك أيضًا كثير من المشكلات، إذ جُزِّئ العمل الواحد إلى مهام بسيطة مكررة؛ وهذا ما أدى إلى الشعور بالملل عند القيام بها، فضلًا على أن القيام بالعمل نفسه مئات المرات في اليوم الواحد سنوات طويلة؛ كتثبيت برغي مثلًا، قد يؤدي إلى إصابات عمل خطيرة.

وقد بدأ الناس العمل على حل هذه المشكلات، بإجراء التجارب على فكرة استخدام الروبوطات للقيام بمهام محددة، فالروبوط آلة حركية آلية تدار تلقائيًّا.

كانت فكرة الروبوطات موجودة منذ مدة طويلة؛ ففي بداية عشرينيات وثلاثينيات القرن العشرين، اخترعت **أجهزة آلية لقيادة الطائرات** والسفن؛ لمساعدة كلٍّ من الطيار والربان على تجنب الأخطار، وفي أثناء الحرب العالمية الثانية (1939–1945م)، رُبطت المدافع المضادة للطائرات **بالرادار**، ومن ثم كان بإمكان هذه المدافع اكتشاف وجود طائرات العدو، والتسديد نحوها، ثم إطلاق النار عليها تلقائيًّا.

وفي عام 1961، استُخدم أول روبوط للعمل في مصانع السيارات؛ وكان الحاسوب يتحكم في حركاته، ومع تطور الحواسيب، وضع مزيد من الروبوطات في المصانع، حتى إننا نجد اليوم مصانع لا يعمل فيها أي إنسان.

للروبوطات مزايا عدَّة؛ ولا يصيبها التعب أو الملل، ويمكنها العمل في ظروف خطرة دون أن تصاب بالأذى؛ فمثلًا تستخدم الروبوطات في إصلاح الأنابيب تحت الماء في ظل ظروف خطرة وضغوط عالية، إضافة إلى أنها تدهن السيارات مستخدمة مراشَّ الدهان التي تُعدُّ خطرًا على الإنسان.

وتقوم بعض الروبوطات بأعمال لا يستطيع الإنسان القيام بها، مثل التحليق بالطائرات العسكرية ذات السرعات العالية

حقيقة ممتعة

يعود أصل كلمة روبوط إلى اللغة التشيكسلوفاكية، حيث تعني «الكدح» أو الإجبار على العمل.

عند مستوى رؤوس الأشجار لئلا يكتشفها الرادار، حيث تستعمل هذه الطائرات أنظمة الروبوطات؛ لقدرتها على الاستجابة على نحوٍ أسرع من الطيار العادي.

تتفاوت الروبوطات في حجمها وتصميمها، غير أن قليلًا منها يشبه الإنسان، كالتي تظهر في أفلام الخيال العلمي؛ فمعظمها ثابت في مكانه، وله ذراع واحدة قادرة على رفع الأشياء والقيام بالأعمال بوساطة الأدوات.

لم تعد الروبوطات اليوم مقتصرة على المصانع، بل تعدتها إلى المنازل. وأشهر هذه الروبوطات روبوط يدعى (رومبا)، وهو مِكْنسة آلية تكنس السجاد تلقائيًّا ثم تعود إلى مكانها، وتوجد بعض الروبوطات التي تجزُّ العشب، و روبوطات على صور الحيوانات أيضًا.

أصبحت الروبوطات مهمة للجيوش؛ فالجيش الأمريكي مثلًا يستخدم الروبوطات الطائرة التي تلتقط صورًا لأرض المعركة، ويمكن لهذه الربوطات أيضًا إطلاق القذائف على عربات

تستطيع الذراع الآلية المتصلة بدماغ الإنسان أن تحل محل الأطراف المبتورة.

الأعداء وأبنيته، علمًا أن الناس هم الذين يتحكمون في عمليات إطلاق النار.

لقد أثبتت الروبوطات أهميتها في رحلات استكشاف الفضاء، **فالمسابر** جميعها التي أرسلها الإنسان إلى الكواكب الأخرى هي **روبوطات**. واليوم، يعمل الروبوط الجوَّال سبيريت على استكشاف سطح المريخ لمعرفة هل كان الكوكب مأهولًا فيما مضى، ومع تقدم صناعة الروبوطات، أصبح من المؤكد أنها ستغير العالم بطرق يصعب تخيلها اليوم.

الروح (سبيريت)؛ سيارة آلية تكتشف سطح المريخ منذ عام 2004م.

التقنية الحيوية

استخدم الناس التقنية الحيوية لصناعة العصائر والخل منذ أقدم العصور.

التقنية الحيوية واحدة من أحدث الإضافات إلى القائمة المتنامية من **الصناعات** الحديثة، حيث تطبق التقنية الحيوية المعرفة العلمية للأشياء الحية، إضافة إلى التقنية الحديثة في صناعة المنتجات النافعة للإنسان.

تُعد التقنية الحيوية صناعة حديثة، لكن الناس استعملوها بصورتها البسيطة منذ آلاف السنين؛ فصناعات الخل والعصائر، والجبن جميعها تعتمد على **المخلوقات الحية الدقيقة** لتغيير المواد الخام إلى منتجات، وعلى الرغم من عدم معرفة القدماء كيفية عمل المخلوقات الحية الدقيقة، فإنهم أصبحوا خبراء في إنتاج أنواع غنية من النبيذ بنكهات متنوعة.

وقد ظهرت التقنية الحيوية إلى حيز الوجود مع اكتشاف البنسيلين عام 1928م. الذي يُعدُّ مادة طبيعية يصنعها نوعٌ من الفطريات، وقد أدخل استعماله ثورة في عالم الطب لقدرته على التخلص من المخلوقات الحية الدقيقة التي تسبب الأمراض، مثل التهاب الرئة وحمى الروماتيزم، والحمى القرمزية.

لقد ألهم البِنْسلين العلماء البحث عن مواد طبيعية أخرى لمعالجة الأمراض والشفاء منها. إضافة إلى ذلك، طور العلماء طرقًا عدَّة لصناعة مثل هذه المواد. واليوم، تعد صناعة الأدوية أحد المجالات الواسعة الكبيرة الناجحة في صناعات التقنية الحيوية؛ إذ تنتج شركات الصناعات الدوائية، آلاف الأدوية لمعالجة الأمراض بدءًا من الحمى البسيطة إلى أخطر أنواع السرطان.

وقد بدأت التقنية الحيوية بإنتاج بعض المواد مثل الخل والعصير، والأجبان.

وأما اليوم، فقد غيَّرت التقنية الحيوية صناعة الأغذية مرة أخرى؛ إذ استطاع العلماء بوساطة **هندسة الجينات** إنتاج أنواعٍ جديدة ومحسَّنة من المحاصيل، مثل الذرة، والقطن، والبطاطا، والأرز، وفول الصويا، والبَنَدورة، ولهذه الأنواع

الجديدة من المحاصيل مزايا عدَّة؛ إذ يمكنها مقاومة الجفاف والأمراض، وقد تتطلب مواد كيماوية أقلَّ لمساعدة تلك المحاصيل على النمو؛ وهذا ما يقلل من **التلوث**.

إضافة إلى ذلك، تبقى المحاصيل المعدَّلة جينيًّا دون تلفٍ مدة طويلة من الزمن، في حين تحتوي بعض المحاصيل الأخرى على الفيتامينات التي يحتاج إليها الناس.

تشمل التقنية الحيوية جهود استبدال أنواع الوقود المستعملة، مثل الفحم والبترول، حيث تؤدي هذه الأنواع من الوقود إلى تلوث البيئة، فضلًا على أن مصادرها محدودة، وستنفد بمرور الوقت. وقد يتمكن الناس باستعمال التقنية الحيوية، من تحويل العشب أو الميكروبات الحية الدقيقة إلى وقود، وقد بدأ العلماء فعليًّا بتطوير مخلوقات حية دقيقةٍ تساعد على التخلص من النفط عند انسكابه.

يستخدم العلماء أيضًا التقنية الحيوية لصناعة أنواعٍ جديدة من البلاستيك الذي يصنع من النباتات بدلًا من مشتقات النفط. وستكون هذه المواد البلاستيكية قادرة على التحلل عند تعرضها للشمس والهواء بدلًا من بقائها في **مكاب النفايات** لسنوات عدَّة قادمة.

تستطيع التقنية الحيوية كذلك تغيير كثير من الصناعات؛ إذ إنها قد تزود الإنسان بطرق للتخلص من التلوث الناجم عن الثورة الصناعية.

ومع استمرار الناس في تطوير التقنية واختراع صناعات جديدة، فإن الشيء الوحيد المؤكد هو أن العالم سيستمر في التغيير.

يخترع العلماء أنواعًا محسنة من المحاصيل، ومصادر جديدة للوقود.

نظرة عن قرب

تَعِد التقنية الحيوية بمستقبلٍ مشرق، لكنها تثير تساؤلات عدة؛ فمثلًا، قد تؤدي المحاصيل المعدَّلة جينيًا إلى الاختلاف بين الأمم والشعوب، فبعض النقاد قلقون من أن مثل هذه المحاصيل قد تكون غير صحيةٍ، أو قد تنتشر بصورةٍ لا يمكن السيطرة عليها؛ وهذا ما قد يجعلها تحلُّ محلَّ النباتات الطبيعية غير المعدَّلة، لكن الغالبية العظمى من العلماء يدَّعون بعدم وجود أدلة قاطعة تثبت أن المحاصيل المعدلة جينيًّا غير آمنة. ومن التطورات الأخرى التي أثارت النقاش، استعمال التقنية الحيوية لإنتاج نسخٍ مطابقة لجسم الإنسان البالغ من خلال ما يُعرف بالاستنساخ، فكثير من الدول قامت فعلًا بعمليات استنساخ غير قانونية، على الرغم من أنه لا يدعي أحد النجاح في استنساخ الإنسان حتى الآن.

تواريخ مهمة في الصناعات

- **عام** 400.000 – 600.000 قبل الميلاد تقريبًا، تعلم الناس كيفية استعمال النار، وكيفية التحكم فيها.
- **عام** 4000 قبل الميلاد تقريبًا، بدأ الناس بصناعة الأدوات الحديدية.
- **عام** 3500 قبل الميلاد تقريبًا، بدأ السومريون باستخدام الدولاب في صناعة العربات.
- **عام** 1500 قبل الميلاد تقريبًا، صنع المصريون وسكان ما بين النهرين الأدوات الزجاجية.
- **عام** 1400 قبل الميلاد تقريبًا، استخدم الحثيون الحديد في صناعة الأدوات.
- **عام** 500 قبل الميلاد تقريبًا، اخترع الناس التروس المسننة.
- **عام** 400 قبل الميلاد تقريبًا، اخترع الناس البكرات.
- **عام** 300 قبل الميلاد تقريبًا، بدأ الناس بصناعة الفولاذ.
- **عام** 100 قبل الميلاد تقريبًا، طور الرومان أول نوعٍ من الخرسانة.
- **عام** 1756م، أعاد جون سميثون الإنجليزي اكتشاف كيفية صناعة الخرسانة.
- **عام** 1769م، اخترع جيمس واط الإنجليزي أول آلة بخارية.
- **في** عشرينيات القرن الثامن عشر، أجرى العالم الدنماركي هانز أورستيد تجارب على التيار الكهربائي والمغانط.
- **عام** 1851م، اخترع الأمريكي د.جون جوري آلة لصناعة الثلج.
- **عام** 1859م، حفر الكلونيل إديون دريك أول بئر للبترول في بنسلفينيا.
- **في** ستينيات القرن التاسع عشر، صنع العالم الأسكتلندي جيمس ماكسويل مجالًا مغناطيسيًّا بالتيار الكهربائي.
- **في نهاية** ستينيات القرن التاسع عشر، اخترع العالم الأمريكي جون هيايت مادة السيليويد.
- **عام** 1879م، اختُرعت لمبة المصباح الكهربائي.
- **عام** 1884م، اخترع العالم الإنجليزي تشارل بارسونز آلة مولِّد (توربين) بخاري.

- **في** بداية تسعينيات القرن العشرين، اخترع العالم الأمريكي ليو باكيلاند مادة الباكلايت.
- **عام** 1940م، اخترع العالم الأمريكي هول كوب أول غراء صناعي ساخن.
- **عام** 1947م، اختُرع الترانزستور.
- **في** خمسينيات القرن التاسع عشر، صُنع أول مذياع وحاسوب باستخدام الترانزستور.
- **عام** 1951م، اخترع تشارل تاون الميزر.
- **عام** 1960م، أنتج تيودور ميمان أول شعاع من الليزر.
- **عام** 1961، وُضِع أول روبوط آلي في مصنع للسيارات في الولايات المتحدة.
- **عام** 1970، اختُرعت الألياف البصرية؛ لاستعمالها في شبكة الاتصالات (الإنترنت) في الولايات المتحدة.

مسرد المصطلحات

الإلكترونية: أجهـزة تستخدم الكهرباء والترانزستورات، مثل: الهواتف النقَّالة والحواسيب وغيرها.

الاحتكاك: تلامس جسم مع آخر ينتج منه احتكاك حراري.

الذرة: الوحدة الأساسية لتركيب المادة.

أسطوانة الحاكي (الفونوغراف): أسطوانة ذات سمك دقيق، تُصنـع هذه الأيام مـن مادة الفاينل أو مـواد بلاستيكية، ويسجل الصوت على سطحها في قنوات صغيرة.

أشعة إكس: أشعة غير مرئية، يمكن استعمالها؛ لتصوير العظام أو أجزاء الجسم الأخرى.

الألياف البصرية: أنابيـب دقيقة من الزجاج تحمـل الضوء، وتسمح بنقل المعلومات بسرعاتٍ عالية.

أنبـوب التفريغ: أنبوب زجاجـي مغلق، مفرغ من الهواء تقريبًا، يُستخدم للتحكم في التيار الكهربائي.

الآلة البخارية: آلة تدار بطاقة تمدد البخار.

البتـرول/ النفـط: مادة زيتية داكنة سائلـة، سريعة الاشتعال، توجد في الأرض، وتسمى الزيت الخام.

براءة الاختـراع: وثيقة تصدرها الحكومة، تمنح المخترع الحق المطلق في اختراعه مدة زمنية محددة.

البكـرة: عجـل يدور حوله حبـل لتغيير اتجاه القـوة عند سحب الحبل من أحد طرفيه.

التبريـد: خفض درجـة الحـرارة أو المحافظة علـى الأجسام باردة.

الترانزستور: أداة كهربائية تتحكم في سريان التيار الكهربائي، وتعمل على تضخيمه.

الترس المسنن: دولاب له أسنان تتداخل مع أسنان دولاب آخر مثله.

التقنيـة الحيويـة: الجمـع بين الفهـم العلمي للأشيـاء الحية والتقنيـة الحديثة لصناعـة المنتجات التـي يحتاج إليها الناس.

التلغراف: أداة لإرسال الرسائل بالأسلاك والتيار الكهربائي.

التوربين: آلة بداخلها محور دوَّار يُدار بسائل متحرك، كالماء، أو البخار، أو الغاز، أو الهواء.

التيار الكهربائي: سيل من الشحنات في موصل.

الثـورة الصناعيـة: حقبة ما بين نهاية 1700's وبداية 1800's، أدت إلى تغيير الصناعات في أنحاء العالم.

الجراثيـم: مخلوقـات حيـة دقيقـة تسبـب الأمراض، مثـل: البكتيريا والفيروسات، والبروتوزوا.

الخـام: حجـارة تحتوي على معـادن نقية مخلوطـة بغيرها من المواد.

خـط التجميـع: خط من الآلات يشـرف عليه العمال، حيث يمر عن طريقه المنتج من بدايته حتى نهايته.

دولاب المـاء: عجلة تـدار بالمـاء لإدارة الآلات، مثل المطاحن والمصانع.

الـرادار: جهاز تحديد المسافة والاتجاه والسرعة للأجسام غير المنظورة بموجات الراديو.

الرومانـي: لـه علاقة بروما القديمـة أو بشعوبهـا، إذ حكمت الإمبراطوريـة الرومانيـة معظم أوروبـا والشرق الأوسط من— 27 B.C 476 A.D.

الصناعة: أي فرع من فروع الأعمال أو التجارة أو الصناعة.

طاحونة الهواء: آلة تُدار بقوة الرياح، ويمكن استعمالها لتزويد مضخـات الميـاه أو مطاحـن الحبوب بالطاقـة، أو توليد الطاقة الكهربائية.

العـازل: مـادة تمنع فقـدان أو انتقـال الكهرباء أو الحـرارة أو الصوت.

العتلـة: قضيب يرتكز علـى نقطة ارتكاز، يتصـل بأحد طرفيه القوة، ويتصل بالطرف الآخر العمل المراد القيام به.

عصـر النهضة: حقبة انتعاش الفنون والتعليم في أوروبا ما بين 1500 —1300 بعد الميلاد.

العصور الوسطى: حقبة من حقب التاريخ الأوربي تقع ما بين العصور القديمة والحديثة، وتمتد من 400'S – 1400'S بعد الميلاد.

القاطرة: آلة تحرك القطار فوق خطوط سكة الحديد.

المخلوقات الحية الدقيقة: مخلوقات حية صغيرة جدًّا لا ترى إلا بالمجهر.

الكربون: عنصر كيميائي شائع، يوجد متَّحدًا بعناصر أخرى في النباتات والحيوانات.

الليزر: جهاز ينتج حزمة ضيقة من الضوء المكثف المتجانس.

المايكرويف: موجات كهرومغناطيسية عالية التردد.

المجال المغناطيسي: الفراغ الموجود حول المغناطيس، حيث تصبح قوى الجذب المغناطيسي مؤثرة.

محطة الطاقة: بناء يحتوي آلات لتوليد الطاقة.

المحور: قضيب أو عمود يدور حوله دولاب.

المسبار: صاروخ أو قمر اصطناعي أو أي سفينة فضائية غير مأهولة تحمل المعدات العلمية.

المِطْحنة: بناء يحتوي آلات تصنيع.

المغناطيس الكهربائي: مغناطيس مؤقت ينتج من مرور تيار كهربائي في سلك أو أي مادة موصلة.

المغناطيسية: خصيصة أو صفة للمغناطيس، تجعله قادرًا على جذب بعض الأجسام المعدنية.

مكب النفايات: المكان الذي تُطمر فيه النفايات.

المنجم: ثقب أو حفرة في الأرض تُستخرج منها الخامات، والحجارة الثمينة، والفحم، والملح، أو أي مواد أخرى.

المهندس: الشخص الذي يخطط ويبني الآلات والمعدات والطرق والجسور وما شابه.

المواد اللاصقة: غراء على صورة معجون، أو أي مادة تستخدم في لصق الأشياء بعضها ببعض.

الموجات الكهرومغناطيسية: أنماط مرتبطة من القوة المغناطيسية الكهربائية تنتقل في الفضاء.

موجة الراديو: موجة كهرومغناطيسية ضمن ترددات (الراديو).

المولد: آلة تغير الطاقة الميكانيكية إلى طاقة كهربائية.

ناطحة السحاب: بناء شاهق العلو.

نقطة الارتكاز: مكان الدعم الذي تدور حوله الرافعة عند تحريك الأجسام أو رفعها.

الهاتف النقَّال: هاتف لاسلكي يرسل الرسائل ويستقبلها عن طريق إشارات (الراديو).

هندسة الجينات: مجموعة من التقنيات تستعمل لتغيير الجينات في المخلوق الحي.

يتبخر: يتحول من سائل إلى غاز (بخار).

يحفظ: يجعله آمنًا من الأذى والتغير والأخطار.

يلوث: يجعل الشيء قذرًا أو غير نقي، بطرق يؤذي من خلالها الإنسانُ البيئةَ الطبيعية.

مصادر إضافية

الكتب:

- **Amazing Leonardo da Vinci Inventions You Can Build Yourself** by Maxine Anderson (Nomad Press, 2006).
- **Great Inventions: The Illustrated Science Encyclo– pedia** by Peter Harrison, Chris Oxlade, and Stephen Bennington (Southwater Publishing, 2001).
- **Great Inventions of the 20th Century** by Peter Jedicke (Chelsea House Publications, 2007).
- **Inventions** by Valerie Wyatt (Kids Can Press, 2003).
- **Smokestacks and Spinning Jennys: Industrial Revolution** by Sean Price (Raintree, 2007).
- **So You Want to Be an Inventor?** By Judith St George (Philomel Books, 2002).
- **What a Great Idea! Inventions that Changed the World** by Stephen M. Tomecek (Scholastic, 2003)

مواقع إلكترونية:

- Exploring Leonardo– Museum of Science, Boston
  http://www.mos.org/sln/Leonardo

يزود هذا الموقع المعلمين والطلاب بالمعلومات، مركزًا بصورة خاصة على ليوناردو دافنشي، في الصفوف 8–4. وتتضمن المجالات المتوافرة أنواعًا من الآلات (كالعتلة، والترس المسنن)، إضافة إلى المناقشات المتعلقة بمستقبلها.

- Henry Ford
  http://www.invent.org/Hall_of_fame/6.0.html

تتوافر في هذا الموقع معلومات تتعلق بمهندسي السيارات الأوائل الموجودين في القاعة الوطنية لمشاهير المخترعين، مثل: هنري فورد.

- Thomas Alva Edison
  http://www.invent.org/hall_of_fame/5.0html

يوفر هذا الموقع معلومات تتعلق بالسيرة الذاتية لتوماس أديسون.

- National Inventors Hall of Fame
  http://www.invent.org/index.asp

يوفر هذا الموقع معلومات تتعلق بالاختراعات والمخترعين المشاهير في قاعة مشاهير المخترعين الوطنيين.

- Encyclopedia Smithsonian: Engineering, Industry, and Invention
  http://www.si.edu/Encyclopedia_SI/science_and_technology/EngineeringandIndustry_Technology.htm

يتضمن هذا الموقع روابط لمعلومات تتعلق بالعلوم والتقنية عبر تاريخ الولايات المتحدة الأمريكية.

- The Lemelson Center for the Study of Invention and Innovation
  http://invention.smithsonian.org/home

يبرز هذا الموقع معلومات تتعلق بالاختراعات وأصحابها، على صورة بودكاست، ومقاطع فيديو عن العلماء والتجارب التي يستطيع الطلاب القيام بها في البيت.