www.ibtesama.com/vb

ننمو مع العلم

www.ibtesama.com/vb

الجزء الثالث

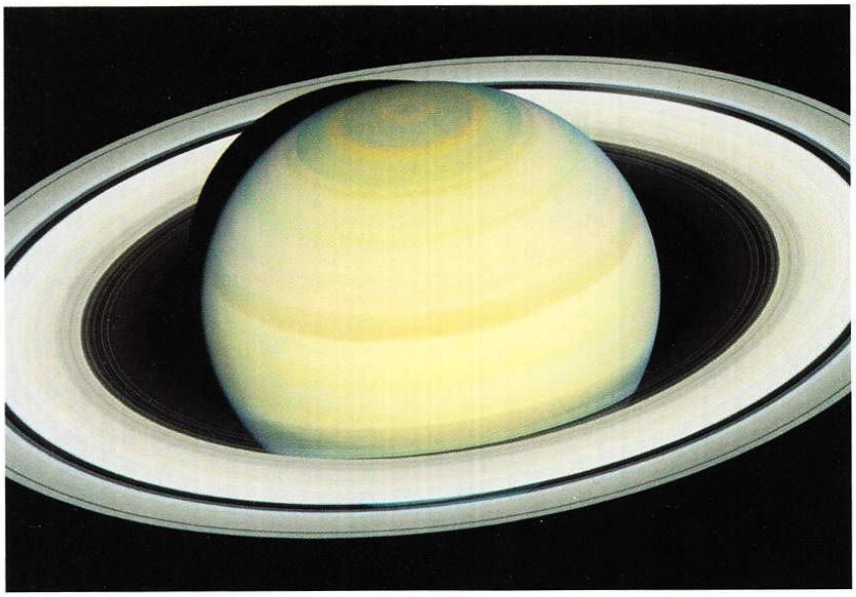
** معرفتي **
www.ibtesama.com/vb
منتديات مجلة الإبتسامة

مجلة الابتسامة

www.ibtesama.com/vb

ننمو مع العلم

الجزء الثالث



رسم الخرائط - الفلك

** معرفتي **
www.ibtesama.com/vb
منتديات مجلة الإبتسامة

www.ibtesama.com/vb

** معرفتي **
www.ibtesama.com/vb
منتديات مجلة الإبتسامة

Copyright © 2006 by Marshall Cavendish. *Growing Up with Science* was first published in the English language by Marshall Cavendish Corporation, 99 White Plains Road, Tarrytown, NY 10591 USA.
All rights reserved. No part of this publication may be reproduced or transmitted in any form or by any means, or stored in any retrieval system of any nature without the prior written permission of Marshall Cavendish Corporation.
Arabic translation copyright © 2007 by Elias Modern Publishing House

الطبعة العربية:

© دار الياس العصرية للطباعة والنشر ٢٠٠٧
١ شارع كنيسة الروم الكاثوليك. الظاهر. القاهرة. ج.م.ع.
ت: ٢٥٩٣٩٥٤٤ – ٢٥٩٠٣٧٥٦ (٢٠٢)
فاكس: ٢٥٨٨٠٠٩١ (٢٠٢)
www.eliaspublishing.com

ترجمة:
دار الياس العصرية للطباعة والنشر
د. حسن أبو بكر
سحر توفيق
د. عبد المقصود عبد الكريم
د. محمود خيال

رقم الإيداع بدار الكتب: ١٧٨٢٧ / ٢٠٠٧
الترقيم الدولي: ٣ – ٢٨٦ – ٣٠٤ – ٩٧٧

جميع حقوق النشر محفوظة للناشر. لا يجوز نشر أى جزء من هذا الكتاب أو تخزين مادته بطريقة الاسترجاع، أو نقله على أى وجه، أو بأى طريقة، سواء كانت إلكترونية، أو ميكانيكية، أو بالتصوير، أو بالتسجيل، أو خلاف ذلك إلا بموافقة الناشر على هذا كتابة ومقدمًا.

www.ibtesama.com/vb

المحتويات

رسم الخرائط 5

الرياضيات 11

السم 17

الشفرة العمودية 21

الصفائح التكتونية 23

صناعة الأدوية 27

الصوت 31

الصورة المتحركة 35

الضوء 43

الطباعة 49

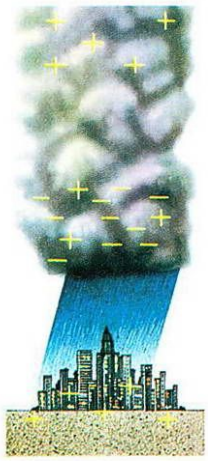
الطب الشرعى 57

الطب النفسى 61

العاصفة الرعدية 65

العجلة 67

علم الاتصالات 69



علم الأحياء 77

علم الجبر 81

علم الجغرافيا 84

علم الجيولوجيا 86

علم الحيوان 90

علم الطفيليات 92

علم الفيزياء 96

علم النبات 100

علم النفس 104

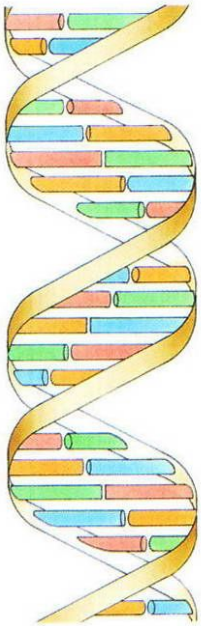
علم الوراثة 108

علم وظائف الأعضاء 112

العين والرؤية 114

الغواصة 118

الفلك 123

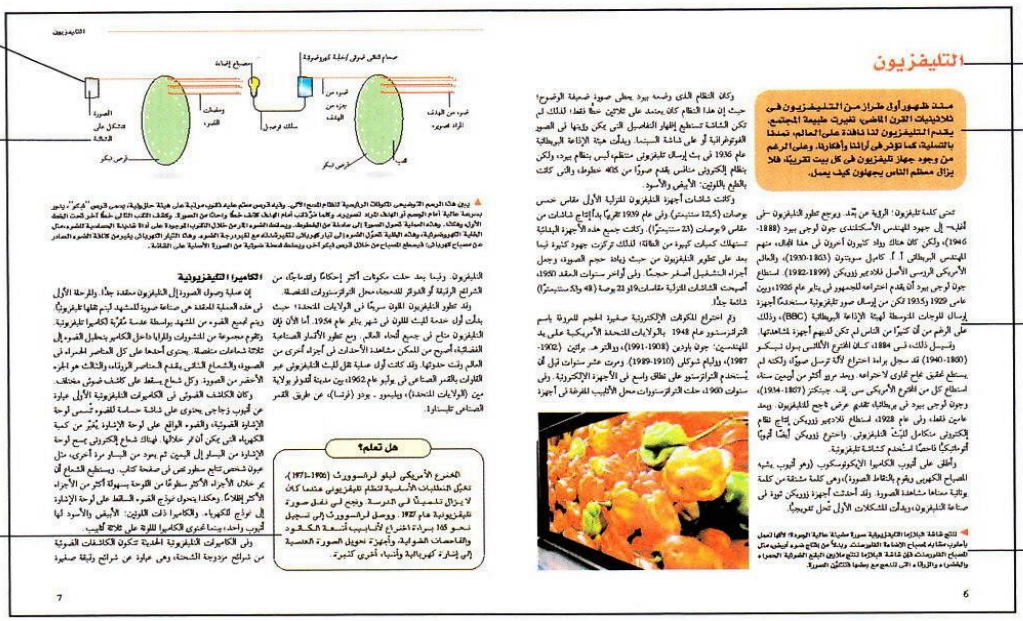


مفتاح الألوان المستخدم فى المقالات:

- علوم الأرض والفضاء والبيئة
- علوم الحياة والطب
- الرياضيات
- الفيزياء والكيمياء
- التكنولوجيا

www.ibtesama.com/vb

كيف تستخدم مجلدات ننمو مع العلم



هذه الصفحة تشرح كيف تستخدم مجلدات كتاب «ننمو مع العلم» وتتضمن هذه المجموعة المرجعية أكثر من مائة مقالة مرتبة أبجديًّا من مجلد رقم 1 إلى مجلد رقم 4. والمقالات مقسمة إلى خمس فئات لكل فئة لون يميزها: علوم الأرض، والفضاء، والبيئة؛ علوم الحياة والطب؛ الرياضيات؛ الفيزياء والكيمياء؛ التكنولوجيا. ويبدأ كل مجلد بقائمة محتويات تدل القارئ على موضوعات المجلد، كما نجد فى المجلد الأول قائمة شاملة لموضوعات المجموعة كلها.

وكل مقالة فى هذه المجموعة من المجلدات مزودة بصور ورسوم ملونة مصحوبة بتعليقات تفسيرية. والصفحة الأولى تتضمن عنوان الموضوع ومقدمة له. وفى كل المقالات، سوف تجد إطارات تحت عنوان «هل تعلم؟» تضيف معلومات أكثر تفصيلاً حول موضوعات ذات أهمية خاصة.

علوم الأرض، والفضاء، والبيئة

الموضوعات فى هذه الفئة تشمل الأرض، والتربة، والتجوية، والفلك.

علوم الحياة والطب

الموضوعات فى هذه الفئة تشمل الحواس، والأمراض، وتشريح الإنسان، وعلم الوراثة.

الرياضيات

من موضوعات هذه الفئة الموازين والمقاييس والجبر.

الفيزياء والكيمياء

من موضوعات هذه الفئة: الكتلة والوزن، والكيمياء، والكيمياء الحيوية، والنسبية.

التكنولوجيا

الموضوعات فى هذه الفئة تشمل الاندماج النووى، الكمبيوتر، المحرك البخارى، التصوير الضوئى، والاتصالات عن بُعد.

www.ibtesama.com/vb

رسم الخرائط

الخرائط عبارة عن رسوم للعالم، أو لأجزاء منه، مُصغَّرة ليمكن رسمها على ورق. وتحتوى الخرائط على قدر كبير من المعلومات تأتى فى صورة رموز أو كلمات أو خطوط أو ألوان. ربما تحتوى خريطة مرسومة على قطعة من الورق على حقائق كثيرة كالحقائق التى قد يحتوى عليها كتاب.

إن الأنواع الكثيرة المختلفة من الخرائط تشمل خرائط الأطلس التى تبين القارات والدول، والخرائط ذات المرجعية العامة (الطوبوجرافية). وتوضح الخرائط الطوبوجرافية الخصائص الطبيعية مثل البحيرات والأنهار والهضاب والجبال، والخصائص التى من صنع البشر مثل الطرق وخطوط السكك الحديدية.

ثمة أنواع كثيرة من الخرائط الخاصة، من قبيل خرائط الطرق التى يتم رسمها من أجل السائقين. والخرائط المرسومة من أجل التنزه، وهذه الخرائط تقدم معلومات عن وسائل الراحة وأماكن المعسكرات والقوافل. وتبين الخرائط الجيولوجية الأنواع المختلفة من الصخور وتركيب الصخور. وتستخدم خرائط الطقس بواسطة رجال الأرصاد لدراسة الطقس. وهناك الجداول البحرية وهى عبارة عن خرائط للمياه الساحلية توضح الخصائص التى توجد فى أعماق المياه.

الرسم طبقا لمقياس الرسم

لابد من رسم الخرائط طبقًا لمقياس الرسم وإلا جاءت بالغة التشويش. ومقياس الرسم يعنى أن مسافة معينة على الخريطة لابد أن تناظر مسافة معينة فى الحقيقة على الأرض. على سبيل المثال، إذا رُسِمتْ خريطة طوبوجرافية بمقياس رسم 1: 63360 فإن ذلك يعنى أن 2.54 سم على الخريطة تساوى 160934.4 سم، أو 1.6 كم على الأرض. إذا أراد شخص يستخدم الخريطة أن يعرف المسافة بين نقطتين على الأرض، فكل ما عليه أولاً هو أن يقيس المسافة بين النقطتين على الخريطة. على سبيل المثال، إذا كانت هذه المسافة خمس 12.7 سم فإن المسافة على الأرض 8 كم (فى خط أفقى مستقيم).

توجد ثلاث طرق يوضح بها رسامو الخرائط مقياس الرسم على خريطة معينة. لا تحتوى بعض الخرائط إلا على مفتاح واحد، بينما يحتوى البعض الآخر على المفاتيح الثلاثة. ويسمى مقياس رسم مثل 1: 63360 كسرًا تمثيليًّا. ويستخدم مقياس الرسم التصويرى عمودًا مقسمًا إلى مسافات تمثل عددًا من الكيلومترات على الأرض. ومقياس الرسم الثالث أكثر بساطة، حيث ينص مفتاح الخريطة على شىء من قبيل «بوصة واحدة = 50 ميلا».

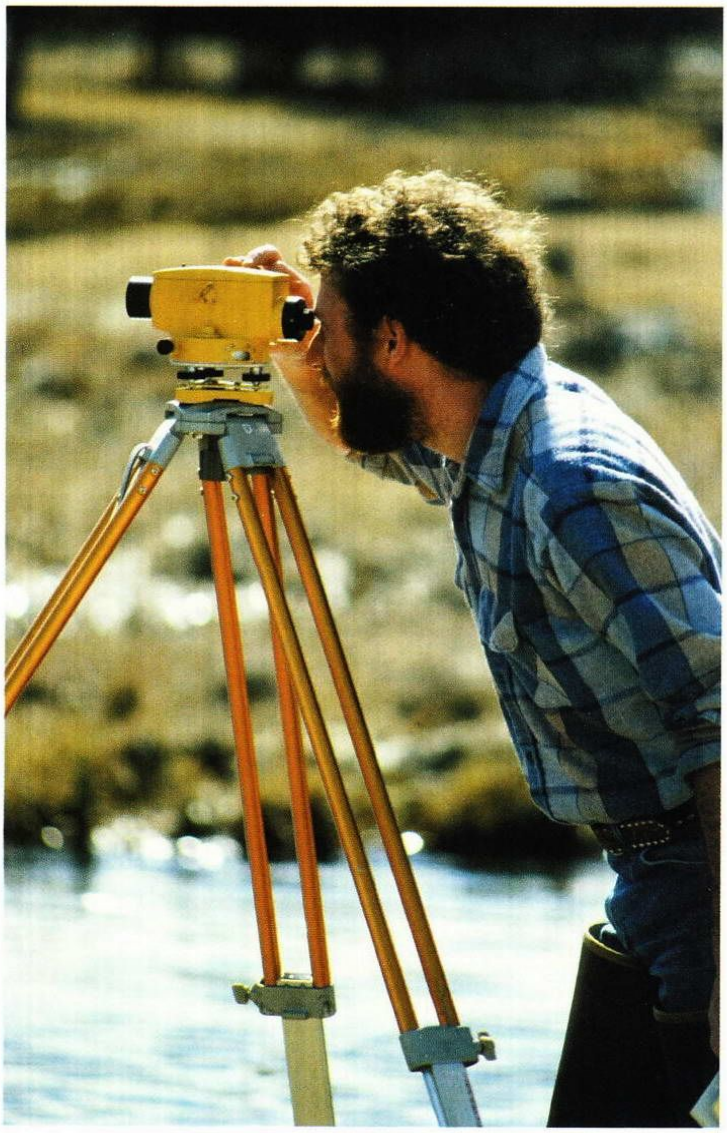
ويستخدم رسامو الخرائطِ، الخرائطَ ذات مقياس الرسم الصغير والخرائط ذات مقياس الرسم الكبير. والخرائط ذات مقياس الرسم الصغير، وترى فى الأطالس، تغطى مناطق شاسعة مثل الدول أو القارات. إلا أنها تتجاهل الكثير من التفاصيل لعدم وجود مساحة تكفى لتوضيحها. على سبيل المثال، قد يكون مقياس رسم خريطة للعالم 1: 100,000,000. وعلى هذه الخريطة، البوصة الواحدة (2.54 سم) تساوى 2540 كم على الأرض. وتغطى الخرائط ذات مقياس الرسم الكبير مساحات أصغر بقليل وتوضح تفاصيل أكثر بكثير. وتسمى الخرائط ذات المقياس الأكبر رسومًا بيانية. وقد لا يوضح رسم بيانى إلا شارعًا واحدًا، بكل ما فيه من المنازل، والأرض المحيطة بكل منزل، والحدود بين المنازل.

خطوط الطول وخطوط العرض

يتم تقسيم معظم الخرائط بواسطة شبكات من الخطوط المنحنية أو المستقيمة. وتساعد هذه الخطوط مستخدمى الخرائط على تحديد المواقع. وقد تشكل مثل هذه الشبكات شبكة بسيطة من الخطوط الرأسية أو الأفقية التى تفصل بينها مسافات متساوية. إلا أن هذه الشبكات، على الكثير من الخرائط، تتكون من خطوط العرض وخطوط الطول.

ويمكن تحديد موضع كل مكان على الأرض باستخدام خطوط العرض وخطوط الطول. وتعرف هذه المقاييس معًا باسم النظائر.

www.ibtesama.com/vb



يستخدم أحد المساحين مزواة (آلة لقياس الزوايا) لقياس ارتفاعات بقعة ويحدد ما يناظرها على منطقة من الأرض تم رسم خريطة لها. ورسم الخرائط بهذه الطريقة من طرق المسح عملية طويلة ومجهدة.

وخطوط العرض خطوط وهمية (متوازية) تمتد من الشرق إلى الغرب عبر العالم. وهذه الخطوط موازية لخط الاستواء- وهو خط وهمى يحيط بالأرض من منتصف المسافة تمامًا بين القطب الشمالى والقطب الجنوبى. وتقاس خطوط العرض بالدرجات، والدقائق (60 دقيقة تساوى درجة واحدة)، والثوانى (60 ثانية تساوى دقيقة واحدة) ويمثل خط الاستواء الدرجة صفر على خطوط العرض، ويمثل القطب الشمالى الدرجة 90 شمالاً، ويمثل القطب الجنوبى الدرجة 90 جنوبًا. ويمكن قياس خط العرض عند أى نقطة على الأرض كزاوية وهمية تتكون برسم خط بين مركز الأرض وخط الاستواء وخط آخر من مركز الأرض إلى تلك النقطة. على سبيل المثال، خط العرض الذى تقع عليه مدينة كانساس، فى ولاية كانساس الأمريكية، هو 39 درجة شمالاً.

وتطوق خطوط الطول الأرض، وتمتد فى خطوط عمودية على خطوط العرض. تمتد خطوط الطول من الشمال إلى الجنوب وتمر خلال القطبين. وتقسم الأرض إلى 360 درجة -عدد درجات الدائرة- إلا أن خطوط الطول تقاس فى نصفى دائرة: 180 درجة غرب خط الطول الرئيسى (الدرجة صفر على خطوط الطول) و180 درجة شرق خط الطول الرئيسى. وباتفاق دولى تم فى عام 1884، اعتبر خط الطول الرئيسى هو الخط الذى يمر بقرية جرينتش فى لندن بإنجلترا. وخط الطول الذى تقع عليه مدينة كانساس هو 94 درجة و40 دقيقة غرب خط الطول الرئيسى، كما يقاس من مركز الأرض فى اتجاه عقارب الساعة.

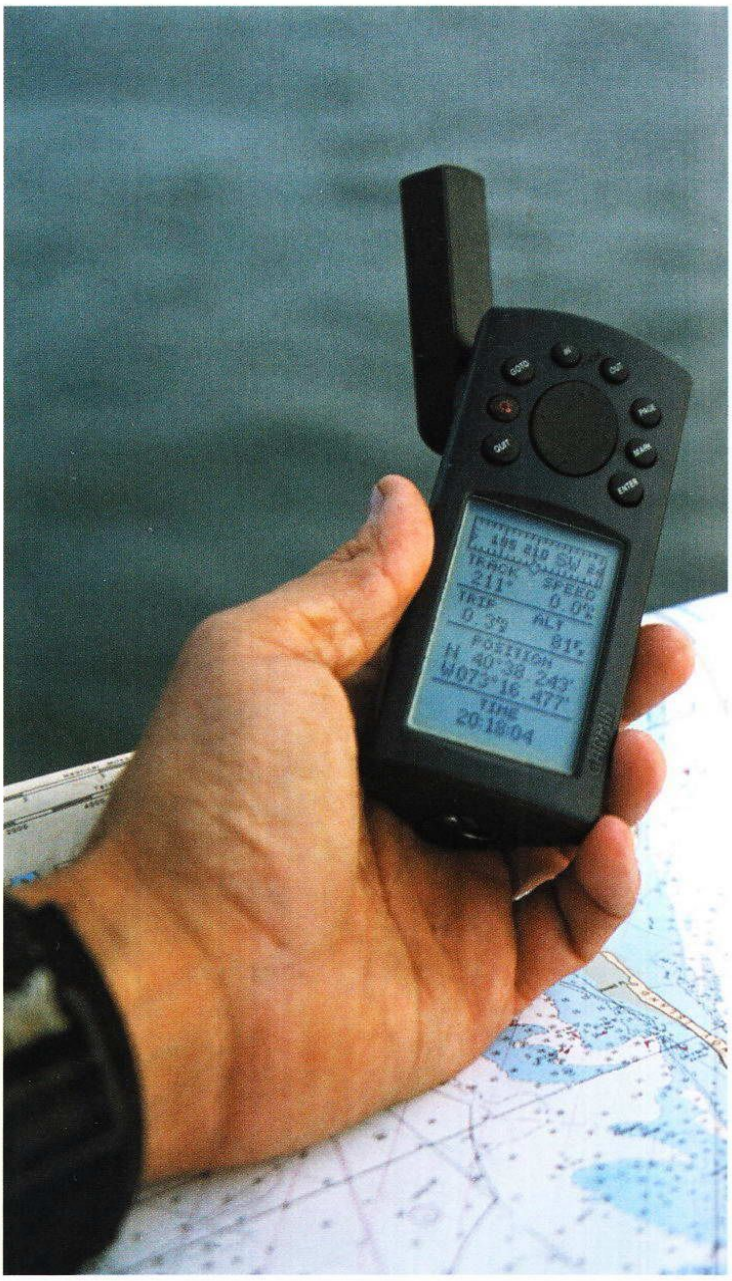
وكل خطوط الطول متساوية فى الطول. إلا أن خطوط العرض تصبح أقصر كلما اتجهنا إلى القطبين. والمسافة الكلية حول الأرض عند خط الاستواء تساوى 40.075كم. وتساوى الدرجة الواحدة من خطوط الطول عند خط الاستواء 113.32 كم طولاً، والدقيقة الواحدة من خطوط الطول تساوى 1.85 كم، وتساوى الثانية 30.8 متر.

رموز الخرائط وتحريفاتها

توضح الخرائط، فى الشبكات، شكل الأرض وخصائصها. ولوضع كمية كبيرة من المعلومات على الخرائط بقدر الإمكان، يستخدم رسامو الخرائط رموزًا لعدد كبير من الخصائص. على سبيل المثال، يمكن تصوير منطقة مزروعة بالأشجار برموز خضراء متباعدة تشبه شجر التنوب. إن الألوان مهمة فى جعل الخرائط تبدو واضحة. كثيرًا ما تظهر الخصائص التى صنعها الإنسان بالأحمر والأسود، والمياه بالأزرق، والأشجار بالأخضر والأماكن المرتفعة بالبنى.

والطريقة الأساسية لتوضيح الأماكن المرتفعة تتم بواسطة خطوط الإحاطة، وهى خطوط وهمية تربط بين الأماكن المتساوية فى الارتفاع. ومع خطوط الإحاطة يتم ذكر ارتفاع الهضاب وقمم الجبال بالأرقام. وهذا ما يعرف بارتفاعات بقع معينة. وتستخدم خرائط أخرى أشكالاً متنوعة من التظليل لتصوير الهضاب

www.ibtesama.com/vb



▶ يستخدم النظام المحمول لتحديد الأماكن على الأرض لمراجعة نظائر خريطة من الخرائط. ويستخدم رسامو الخرائط هذا النظام على نطاق واسع كطريقة دقيقة لتحديد موضع على الأرض.

والوديان. ولإنتاج بعض خرائط الأطلس، يقوم رسامو الخرائط بعمل نموذج كبير من البلاستيك للمنطقة يوضح كل الجبال والوديان. ويتم تضخيم مقياس الارتفاعات على هذه النماذج لتصبح الخصائص أكثر وضوحًا. وبعد ذلك يتم تلوين النموذج وإضاءته حتى يتم عمل الظلال لتقوم بمزيد من التوضيح لمرتفعات الأرض ومنخفضاتها. وبعد ذلك يتم تصوير النموذج فوتوغرافيًا وتستخدم الصورة كأساس لرسم الخريطة، حيث يمكن إضافة الخصائص الأخرى والأسماء عليها.

ولابد من المبالغة فى بعض الخصائص التى تكون مهمة لمستخدمى الخريطة ورسمها بمقياس رسم خطأ، وإلا استحالت رؤيتها. على سبيل المثال، إن أرفع خط يمكن أن يظهر على الخريطة يبلغ عرضه حوالى 0.005 سم. باستخدام مقياس رسم صغير 1: 1,000,000، يمثل هذا الخط مسافة تبلغ تقريبًا 50.8 متر على الأرض. وهذا يعنى أن الأنهار والطرق المهمة يجب أن تمثل بخطوط لا يمكن رؤيتها إلا بالميكروسكوب إذا رسمت بشكل صحيح طبقًا لمقياس الرسم.

رسم الخرائط

المرحلة الأولى فى رسم خرائط عن الأرض هى عمل مسح شامل. ويعمل المساحون على الأرض، يقيسون المسافات، والزوايا بين النقط، والاتجاهات، والارتفاعات. ويبدأون رسم خريطة منطقة مجهولة بتنفيذها على شبكة من النقاط مرتبة فى شكل مثلثات. وبعد ذلك يقومون بقياس المسافات والزوايا بين النقاط. ولتثبيت خطوط العرض وخطوط الطول ، قام المساحون تاريخيًّا بمراقبة النجوم. إلا أنه مع تقدم تكنولوجيا الأقمار الصناعية، صار من الشائع الآن أن يستخدم المساحون نظامًا محمولاً لتحديد الأماكن على الكرة الأرضية. وبإشارات ثلاثية من الأقمار الصناعية يمكن لهذه الأدوات أن تحدد بسرعة موقع نقطة فيما لا يتجاوز مترًا واحدًا.

وحين يكتمل إطار بالغ الدقة يتم تثبيت نقاط ثانوية ويتم ملؤها بالتفاصيل. بعد الحرب العالمية الثانية (1939-1945) كان رسم الخرائط التفصيلية يرتكز إلى حد بعيد على الصور الفوتوغرافية التى تم التقاطها من الجو. ويعرف علم المقاييس عن طريق الصور الفوتوغرافية باسم الفوتوجرامترى. وكل هذه المقاييس تتأسس على نقاط يتم تثبيت خطوط الطول وخطوط العرض والارتفاعات بواسطة المساحين على الأرض. ويمكن تحديد هذه النقاط على الصور الفوتوغرافية.

تؤخذ الصور الفوتوغرافية فى سلسلة. وكل صورة تتداخل مع حوالى 60٪ من الصورة التى قبلها. ويمكن ملاحظة هذا التداخل خلال المجسمات (أجهزة تجسيم الصور)، التى تسمح للمشاهِد أن

www.ibtesama.com/vb

يرى صورة ثلاثية الأبعاد للأرض. وحين يتم تحديد مواضع الصور بشكل صحيح، يمكن رسم كل التفاصيل. ونتيجة للتأثير ثلاثى الأبعاد، يمكن رسم خطوط الإحاطة أيضًا.

وفى فترة أكثر حداثة، انتشر استخدام الصور الملتقطة من الفضاء بواسطة الأقمار الصناعية على نطاق واسع. وبشكل خاص، صار من الممكن رسم خرائط أفضل للطقس بواسطة صور السحب التى تلتقط من الفضاء.

وكان اختراع الكمبيوتر يعنى أنه يمكن رسم الكثير من الخرائط على الكمبيوتر بدلاً من رسمها باليد. وبالمسح الإليكترونى والتقنيات الحساسة (مثل محددات مجال الليزر والمسح بالرادار) والتصوير الفوتوغرافى الرقمى بالأقمار الصناعية، يمكن نقل المعلومات مباشرة إلى جهاز كمبيوتر حيث يتم تخزينها والربط بينها وتحويلها إلى خرائط باستخدام برامج معينة. وبمجرد دخول المعلومات إلى الكمبيوتر، يمكن استخدامها بسرعة لرسم أنواع مختلفة من الخرائط.

إسقاطات الخرائط

(أى طريقة تستخدم فى رسم الخرائط لتمثيل سطح منحنٍ ذى بعدين على الأرض، وكلمة الإسقاط هنا لا تعنى بالضرورة الإسقاط الهندسى).

هل تعلم؟

أقدم خريطة معروفة رسمتْ سنة 2300 قبل الميلاد تقريبًا. وكانت محفورة على قرص من الطين وتوضح عزبة بابلية مشيدة فى وادٍ. وقد تطورت تقنيات رسم الخرائط كثيرًا منذ ذلك الوقت. الآن، يمكن لمركبة فضاء بدون رائد فضاء أن ترسم خرائط لكواكب المجموعة الشمسية.

الأرض شبه كروية (ليست مستديرة تمامًا) تنبعج قليلاً عند خط الاستواء وتتسطح عند القطبين. ومع أن سطح الأرض مقوس إلا أنه من المحتمل رسم خريطة لمنطقة صغيرة بدون تحريف. إلا أنه لابد من السماح بوجود منحنى عند رسم خريطة لمناطق واسعة. على سبيل المثال، إذا وضعت ورقة الرسم على كرة- التمثيل الصحيح الوحيد للأرض- يكون من السهل تتبع تفاصيل منطقة صغيرة. إلا أنه لا يمكن تتبع قارة كبيرة بدون لف الورقة وطيها. ولحل هذه المشكلة، ابتكر رسامو الخرائط طرقًا متنوعة لاستخدام خطوط العرض وخطوط الطول فى إنتاج رسوم مستوية للسطح المنحنى للأرض. وهذه الرسوم تسمى إسقاطات.

مناطق نائية، مثل هذه المستنقعات فى فلوريدا، من الصعب رسم خريطة لها بالطرق التقليدية فى المسح. ولم يكن من الممكن رسم خرائط بأى درجة من الدقة لمثل هذه المناطق إلا بعد استخدام التصوير الضوئى الجوى فى أوائل القرن العشرين. وحتى اليوم، لم يتم رسم خرائط لكثير من الأماكن فى العالم.

www.ibtesama.com/vb

وتسمى الأنواع البسيطة من إسقاطات الخرائط باسم إسقاطات المنظور. تخيل كرة من الزجاج، تمثل الأرض، حفر فيها مقياس العينية (شبكة من خطوط العرض وخطوط الطول تُرسَم عليها خريطة). وبتسليط ضوء على مركز الكرة، تسقط ظلال الشبكة على أى سطح مستوٍ مثل قطعة من الورق.

ويتطور الإسقاط الأسطوانى وكأن أسطوانة من الورق تم لفها حول كرة، ملامسة إياها بطول خط الاستواء. ويتم طرح خطوط العرض الأخرى كظلال على الأسطوانة، لكن المسافات بينها سوف تزداد كلما ابتعدنا عن خط الاستواء. وسوف تظهر خطوط الطول مستقيمة. سوف تكون الخطوط متوازية ولن تلتقى أبدًا، كما هو شأن الخطوط المتوازية، عند القطب الشمالى والقطب الجنوبى. ومن ثم لا يكون الإسقاط الأسطوانى دقيقًا إلا عند خط الاستواء. وكلما ابتعدنا عن خط الاستواء ازداد تشوهًا.

وهناك نوع آخر من الإسقاط المنظورى، وهو الإسقاط السمتى (نسبة إلى زاوية السمت، وهى زاوية المسافة الأفقية من اتجاه مرجعى، وهى عادة نقطة شمالية فى الأفق، إلى نقطة تقاطع دائرة عمودية عبر جرم سماوى مع الأفق، وتقاس عادة فى اتجاه عقارب الساعة، ويمكن أحيانًا استخدام نقطة جنوبية كاتجاه مرجعى) وفى هذه الحالة، توضع قطعة مسطحة من الورق على كرة بحيث لا تتماس معها إلا فى نقطة واحدة تكون عادة عند أحد القطبين. وفى الإسقاطات السمتية يزداد التشوه كلما ابتعدنا عن نقطة التماس.

ويتأسس النوع الثالث من الإسقاط، وهو الإسقاط المخروطى، على فكرة مخروط من الورق يوضع على كرة من الزجاج. إذا كانت قمة المخروط على القطب الشمالى مباشرة، فإن أطراف المخروط سوف تلمس الكرة بطول أحد خطوط العرض فى النصف الشمالى من الكرة. ولن تكون الشبكة التى تطرح على المخروط الورقى صحيحة إلا بطول خط العرض الذى تتلامس عنده الورقة مع الكرة. ويزداد التشوه باتجاه الشمال والجنوب.

ويتم تغطية بعض الكرات بقصاصات من الورق. وهذه القصاصات تتحد عند خط الاستواء ويتناقص ترابطها تدريجيًّا باتجاه القطبين. وإذا تمت إزالتها فسوف تشكل نوعًا من إسقاط الخرائط «المتقاطع». إلا أن مثل هذه الإسقاطات عديمة الأهمية لأن القارات والمحيطات تنقسم إلى أجزاء.

وحيث إن الإسقاطات المنظورية الخالصة مشوهة فمن النادر جدًّا أن تستخدم فى رسم الخرائط. إلا أن الكثير من إسقاطات الخرائط عبارة عن أشكال من إسقاطات المنظور تم تعديلها

هذه الصورة الطبوجرافية لمدينة هونولو، على جزيرة أوهايو، وهى عاصمة هاواى، تم رسمها باتحاد صورة من القمر الصناعى لاندسات مع معلومات طبوجرافية من مكوك الفضاء شاتِل. وكانت بعثة مكوك الفضاء شاتل مكونة من نظام رادارى معدل بشكل خاص لبعثة استغرقت أحد عشر يومًا فى فبراير سنة 2000. وحصلت بعثة مكوك الفضاء شاتل على معلومات قيمة على مستوى الكرة الأرضية كلها تقريبًا لتوفير قاعدة بيانات طبوجرافية عن الأرض بصور رقمية عالية الجودة.

www.ibtesama.com/vb

رسام خرائط يرسم خريطة باستخدام أحد برامج الكمبيوتر (دى لورم إكس ماب). باستخدام قاعدة بيانات من معلومات مختلفة مجموعة من عمليات مسح، يساعد البرنامج رسامى الخرائط فى رسم عدد من الأنواع المختلفة من الخرائط لمنطقة بشكل أكثر سهولة من استخدام الطرق التقليدية.

رياضيًّا لتقليل التشوه. ويتم إنتاج بعض الإسقاطات رياضيًّا بصورة كاملة ولا تدين بشىء للإسقاطات المنظورية، وتعرف باسم الإسقاطات التقليدية وكثيرًا ما تستخدم فى رسم خرائط العالم.

لابد أن يقرر رسامو الخرائط، عند اختيار إسقاط، الخصائص التى يريدون الحفاظ عليها فى الخريطةالتى يهدفون رسمها. على سبيل المثال، يمكن أن تحافظ الخرائط بشكل صحيح على مساحات وأشكال وعلاقات الزوايا والاتجاهات والمسافات. إلا أنه لا يمكن لأى نوع من الإسقاط أن يحافظ على كل هذه الخصائص معًا فى خريطة واحدة لمنطقة واسعة. لذا يجب عليهم أن يحددوا الخصائص التى يجب الحفاظ عليها.

تقنيات الطباعة الحديثة

كانت الخرائط، حتى ستينيات القرن العشرين، ترسم أساسًا على ورق بحبر أسود، أو تحفر مباشرة على ألواح من النحاس تستخدم فى طباعة الخرائط.

وبعد ذلك كانت ترسم خرائط كثيرة بجودة عالية على شريحة مغطاة بالبلاستيك باستخدام إبرة مسننة. وتعرف هذه الطريقة باسم الحفر الضوئى، وتوفر جودة أعلى من الحفر بالدبابيس وهى أيضًا أسهل من الحفر. حين يسطع الضوء على الشريحة، يتم تكوين صورة سالبة ويمكن بواسطتها عمل صورة حقيقية بالتصوير الضوئى. ويتم طبع الرموز والأسماء على أشرطة منفصلة من الشريحة وتلصق فى أماكنها على الصورة الحقيقية. وبالنسبة للخرائط الملونة، يتم إعداد كل لون بشكل منفصل كغطاء، وتتم صناعة ألواح منفصلة.

ومع رسم الكثير من الخرائط فى الوقت الحالى باستخدام أنظمة الكمبيوتر، يمكن نسخها وتوزيعها كملفات رقمية يمكن أن تعرض ببساطة على الشاشة أو تطبع مباشرة من الكمبيوتر على ورق. وتعرف الخرائط التى ترسم باستخدام تكنولوجيا الكمبيوتر باسم الخرائط الضوئية الصحيحة.

www.ibtesama.com/vb

الرياضيات

تمثل الرياضيات جزءًا حيويًا من المعرفة البشرية؛ فهى تمكن البشر -من خلال القيام بالحسابات والتتابع المنطقى بواسطة الأرقام والرموز- من عمل كل شىء، بدءًا من حساب فواتير الشراء وعمل ميزانياتهم الشهرية إلى الأمور الأكثر تعقيدًا، مثل توقع رحلة طيران مركبة فضاء أو حتى توضيح تاريخ الكون كله.

كان البشر يستخدمون الأرقام فى الحساب منذ آلاف السنين. وفى الحقيقة، حتى الحيوانات الصغيرة لديها حاسة أساسية للأرقام. إلا أنه من المحتمل ألا يكون الناس قد فكروا فى الأرقام الكبيرة إلا بعد أن عرفوا الزراعة وحياة الاستقرار، منذ حوالى عشرة آلاف سنة. فقد احتاج المزارعون الأوائل إلى الأرقام لعد الماشية أو حساب عدد أكياس القمح التى سيأخذونها إلى السوق. وقد ظهرت الأرقام المكتوبة أول مرة فى الشرق الأوسط مع ظهور المزارع الأولى والبلدات الأولى.

ربما كان الناس قديمًا يعدون على أصابعهم. وهذا شىء جيد لكنه لا يترك تسجيلاً للعد. وهكذا بدأ الناس فى تسجيل الأرقام بطرق من قبيل إسقاط حجارة أو صدف أو أقراص طينية فى كيس. ثم بدأوا فى بلاد سومر، منذ حوالى ستة آلاف عام، تسجيل الأرقام بالخدش على أقراص طينية، وهذه أول أرقام مكتوبة. واستخدم أهل بابل القدماء علامات مختلفة للإشارة إلى الأرقام الكبيرة المختلفة، وهى طريقة تشبه إلى حد بعيد الطريقة التى يستخدمها الناس اليوم.

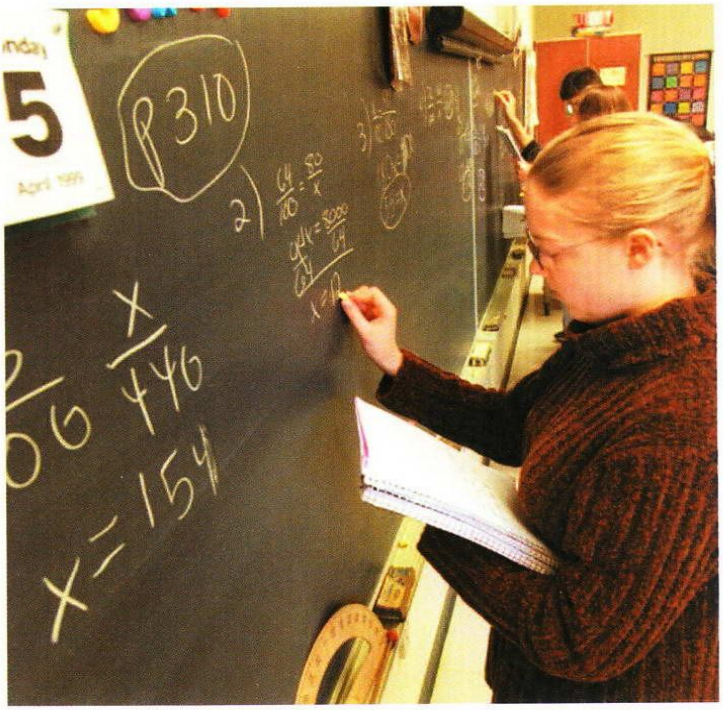
لم تكتفِ الحضارات القديمة بمجرد العد وتسجيل الأرقام، لكنهم طوروا أيضًا مهارات رياضية معقدة بشكل يثير الدهشة؛ فمنذ أكثر من خمسة آلاف سنة برع أهل بابل فى علم الحساب، فن التعبير عن الأشياء باستخدام الأرقام. وقد تعلم أطفال المدارس فى بابل كيف يضربون ويقسمون، باستخدام جداول حسابية لمساعدتهم على القيام بالحسابات الصعبة. وكان علماء الرياضة الكبار فى الحضارة البابلية يستطيعون حل المعادلات المعقدة.

▲ **وضع عالم الرياضيات الإغريقى إقليدس المبادئ الأساسية للهندسة فى كتاب بعنوان «العناصر»، وقد كتب منذ حوالى 2300 سنة فى مدينة الإسكندرية فى مصر.**

الهندسة والإغريق

حققت الهندسة أيضًا قدرًا كبيرًا من التطور فى العصور القديمة. والهندسة هى علم حساب الأشكال، وربما تكون قد استخدمت فى البداية لمساعدة الناس فى حساب مساحة الأرض التى يمتلكونها. وقد تطورت الهندسة إلى مستوى معقد على أيدى المصريين القدماء، وقد استخدموا الهندسة لمساعدتهم فى بناء الأهرامات. وفى عام 1858، عثر عالم المصريات الأسكتلندى ألكسندر هنرى رينـد (1833-1863) على بردية (وثيقة مكتوبة على ورق بردى مجفف) للناسخ المصرى أحمس حوالى سنة 1650 قبل الميلاد. وتبين بردية رينـد أن الفراعنة عرفوا الكثير عن الهندسة والمثلثات. إنهم عرفوا، على سبيل المثال، أن يحسبوا ارتفاع الهرم من طول ظله.

www.ibtesama.com/vb



نشأت الحسابات الجبرية التى يقوم بها أطفال المدارس على أيدى العلماء العرب منذ ما يربو على ألف سنة. وهذه الحسابات الآن هى أساس معظم العمليات الرياضية.

إلا أن الإغريق كانوا أول أساتذة كبار للهندسة. وكلمة جيومترى (أو الهندسة) كلمة إغريقية تعنى «قياس الأرض». وكان العلماء الإغريق من أمثال فيثاغورث (580-500 قبل الميلاد تقريبًا)، وأودوكوس السنيدوسى (400-350 قبل الميلاد تقريبًا)، وأبولونوس البرجى (262-190 قبل الميلاد تقريبًا)، وكثيرين غيرهم قد قدموا إسهامات كبيرة. لكن المساهم الأعظم كان إقليدس (عاش حوالى سنة 300 قبل الميلاد). وكان كتاب إقليدس «العناصر» دراسة شاملة ورائعة للهندسة، مما جعله المصدر الرئيسى للهندسة لآلاف السنين. ولا يزال علماء الرياضيات، حتى اليوم، يشيرون إلى هندسة الأسطح المستوية- الخطوط والنقط والأشكال والأجسام الصلبة- بوصفها الهندسة الإقليدية.

وكان التجار وفئات أخرى يستخدمون الرياضيات لفوائدها العملية (تسمى الآن الرياضيات التطبيقية)، لكن الإغريق درسوا رياضيات نظرية بشكل كامل (تسمى الآن الرياضة البحتة). وبداية من طاليس الميلتوسى (625-547 قبل الميلاد تقريبًا)، جعلوا الرياضيات نظامًا منطقيا. أدخل الإغريق فكرة البرهان وفكرة أن القواعد يمكن استنتاجها منطقيًا من بعض الفرضيات، أو المسلمات، مثل «الخط المستقيم هو أصغر مسافة بين نقطتين». ويتم اتحاد الفرضيات لوضع فكرة أساسية لقاعدة، تسمى نظرية، يمكن بعد ذلك إثباتها أو نفيها.

رياضيات من الشرق

بعد انهيار الحضارتين الإغريقية والرومانية القديمتين، أتت أعظم التطورات بعد ذلك من الشرق، على أيدى كبار علماء الرياضيات من العرب والهنود، من أمثال نصر الدين الطوسى (1201-1274 ميلادية). وهناك مساهمة رئيسية عبارة عن كتاب كتبه عام 825 ميلادية عالم الرياضيات العربى محمد بن موسى الخوارزمى (780-850 ميلادية تقريبًا)، وقد وصف فى هذا الكتاب نظام الأرقام العشرية الذى نشأ فى الهند الهندوسية. وكانت استخدامات هذا النظام أكثر بكثير من استخدامات النظم السابقة وبقى أساس النظام الرقمى المستخدم حتى اليوم. يمكن للأرقام الرومانية أن تعبر عن الأرقام الأكبر بإضافة مزيد من الأعداد أو باستخدام رموز مختلفة. فى النظام العربى الهندى، يغير موضع العدد قيمته تغييرًا تامًّا. العدد 2 نفسه عدد صغير لكن 2 بعد خمسة أكبر بكثير. وبهذه الطريقة، يمكن أن يكرر النظام العربى الهندى الرموز الأساسية نفسها مرة أخرى للتعبير عن الأرقام الكبيرة.

ويقدم لنا النظام العربى الهندى نفسه الصفر، الذى أصبح أساسيًّا بالنسبة للرياضيات الحديثة. وقد كتب الخوارزمى أيضًا كتابًا عن علم الجبر، وفى الواقع إن كلمة الجبر جاءت من عنوان كتابه. وفى منتصف القرن الثانى عشر الميلادى، تم إدخال نظام الأرقام العربية الهندية إلى أوروبا وحل مكان نظام الأرقام الرومانية الذى كان يستخدم لما يزيد عن ألف عام. وفى عام 1202، قام عالم الرياضيات الإيطالى ليوناردو فيبونتشى (1170-1240 تقريبًا) بإدخال علم الجبر إلى أوروبا، وبدأت الرياضيات الحديثة فى التطور.

الرياضيات والعلوم

وكان التطور المهم الآخر هو ابتكار اللوغاريتمات على يد عالم الرياضيات الأسكتلندى جون نبير (1550-1617) فى عام 1614. وتختصر اللوغاريتمات حتى أكثر العمليات الحسابية تعقيدًا إلى عمليات جمع بسيطة لكسور عشرية. وقد جعلت الحسابات الفلكية المعقدة عملية. وبأدوات من هذا القبيل ابتكر عالم الرياضيات والفيلسوف الفرنسى رينيه ديكارت (1596-1650) الهندسة التحليلية فى عام 1637، وقد أضافت قوة علم الجبر إلى

www.ibtesama.com/vb

أنشأ رينيه ديكارت الهندسة التحليلية لتحويل المسائل الهندسية إلى شكل جبرى حتى يمكن حلها باستخدام المعادلات.

الهندسة لتصبح أساسية فى الحسابات التى تشتمل على متغيرات مثل القوى.

وبعد ذلك بسنوات قليلة طور الفيزيائى وعالم الرياضيات الإنجليزى إسحق نيوتن (1642-1727) وعالم الرياضيات والفيلسوف الألمانى جوتفريد ليبنز (1646-1716) حساب التفاضل والتكامل. ومع أن حساب التفاضل والتكامل لا يستخدم إلا نادرًا فى الحسابات فى الحياة اليومية، إلا أنه أساسى فى كل الحسابات العلمية تقريبًا. وعلى مدار القرن التالى، تطور إلى أداة هائلة القوة على أيدى مخترعين من أمثال عالمى الرياضيات السويسريين الأخوين جاكوب برنولى (1654-1705) وجوهان برنولى (1667- 174)، وعالم الرياضيات السويسرى ليونارد أولر (1707-1783)، وعالم الرياضيات الفرنسى المولود فى إيطاليا جوزيف لاجرنج (1736- 1813)، وقد تبين أنه يمكن أن يؤثر، وهو فى ذلك مثل الهندسة التحليلية، فى كل من علم الجبر والهندسة.

وفى القرن التاسع عشر، كان علماء الرياضيات يستكشفون أفكارًا معقدة ومجردة تمامًا وكانت تبدو فى ذلك الوقت وكأنها ليست لديها ما تقدمه للعالم الواقعى- ولكن ثبت الآن أنها مرتبطة بالعالم بدرجة ربما تفوق ما يمكن أن يكون قد مر فى خيالهم فى يوم من الأيام. ابتكر العالم الألمانى كارل جاوس (1777-1855)، وعالم الرياضيات الروسى نيقولاى لوبتشفكسى (1792-1856)، وعالم الرياضيات المجرى جنوس بوليى (1802-1860) الهندسة غير الإقليدية. وطور عالم الرياضيات الألمانى أوجست موبيوس (1790-1868) الطوبولوجيا (الهندسة اللاكمية)، وهو منهج رياضى لدراسة الطريقة التى ينثنى بها سطح أو يتمدد، وعالم الرياضيات الفرنسى جول بونكريه (1854-1912) رائد نظرية الاحتمالات.

فروع الرياضيات

تتكون الرياضيات من عدد كبير من الفروع. ويستخدم كل فرع طرقًا مختلفة ويعمل على حل مشاكل مختلفة. والفروع الرئيسية هى: علم الحساب، وعلم الجبر، والهندسة، وحساب التفاضل والتكامل. ومن بين الفروع الأخرى: حساب المثلثات والهندسة التحليلية، والاحتمالات والإحصاء، ونظرية الدوال والمنطق.

علم الحساب

الحساب هو قلب كل الرياضيات. إنه فن التعبير عن الأشياء باستخدام الأرقام، وهو الأقدم بين كل المهارات الرياضية. وهو يتأسس على أربع عمليات رئيسية: الجمع والطرح والضرب والقسمة.

وكل عملية من هذه العمليات ترتبط بالأخرى، وهى ليست سوى طريقة من طرق العد. الجمع هو تكرار العد إلى أعلى بإضافة الأرقام إلى بعضها والحصول على أرقام أكبر. والطرح هو تكرار العد فى الاتجاه العكسى. والضرب ليس سوى طريقة سريعة لتكرار الجمع، والقسمة ليست سوى طريقة سريعة لتكرار الطرح. وهذه العمليات الأربع مجتمعة تمثل أساس الرياضيات كلها.

الجمع يعنى وضع رقمين معًا- ويطلق علماء الرياضيات على كل رقم من الرقمين اسم معامل الجمع- للحصول على رقم ثالث يعرف بحاصل الجمع. وبتعبير آخر، الجمع يعنى إضافة رقم، أو معامل جمع، إلى رقم آخر، أو الرقم المجموع عليه. إنها أساسًا عملية تراكم أو عد. على سبيل المثال، تخيل كومة من 12 جوربًا (معامل الجمع)، وأضف إليها 6 أخرى (الرقم المجموع عليه)، وعد عدد الجوارب الموجودة (حاصل الجمع؛ وهو 18 فى هذه الحالة). والطرح عكس الجمع تمامًا، وفيه نأخذ رقمًا (المطروح) من رقم آخر (المطروح منه) لنحصل على الحل.

www.ibtesama.com/vb

الحساب الذهنى

حين عرف علماء الرياضيات فى البداية كيف يقومون بعمليات حسابية سريعة، بدا الأمر وكأنه سحر بالنسبة لعدد كبير من الناس. فى الحقيقة، كانت العمليات الحسابية عند الصينيين القدماء تبدو بالغة البراعة والمهارة، وكانت لا تزال تستخدم بواسطة «قراء الذهن» الصينيين فى قاعات الموسيقى فى القرن التاسع عشر.

ومعظم الناس يستخدمون الآلات الحاسبة الإلكترونية للجمع، لكن الحساب الذهنى- حساب النتيجة فى رأس المرء- لا تزال مفيدة. ومفتاح الحساب الذهنى الفعال هو تبسيط حاصل الجمع لتبسيط العملية الحسابية. الضرب فى عشرة عملية بسيطة جدًّا، ببساطة، قم بإضافة صفر إلى يمين الرقم الآخر. ويمكن تبسيط الأرقام الأخرى أيضًا. ثمة حيلة مفيدة وهى تقريب الأرقام إلى أقرب عشرة ثم الضرب فى عشرة. لضرب 38 فى 17، على سبيل المثال، قرب الرقم 38 إلى 40 (ثم اطرح 17 مرتين من النتيجة فى نهاية العملية). أبعد الصفر عن 40، واضرب 17 فى 4 لتكون النتيجة 68. ثم عد إلى الصفر لتصبح النتيجة 680. وفى النهاية، اطرح 17 مرتين، أى 34، لتحصل على الحل النهائى وهو 646.

الهندسة

الهندسة هى رياضيات الأشكال المنتظمة. إنها تتناول النقط والخطوط والزوايا والمثلثات والدوائر والمربعات والمجسمات، كل الأشكال التى يمكن أن يتخيلها المرء وما هو أكثر من ذلك. والكثير من الأشكال المنتظمة توجد بشكل طبيعى، من البلورات المنتظمة إلى بعض خلايا النحل سداسية الشكل (مكونة من ستة أضلاع). وهناك أشكال كثيرة يستخدمها الناس لبناء الجسور والمنازل، وتظهر فى كل شىء، من بنية الجزيئات إلى برمجة مسار تحليق قمر صناعى.

وتتناول الهندسة الأساسية فى الأساس الخطوط والزوايا التى بينها، وكيف يكون الاثنان الأنواع الأساسية من الأشكال، الدائرة والمضلع (شكل متعدد الزوايا والأضلاع). والمضلعات أشكال مستوية مستقيمة الأضلاع. ويمكن أن تتكون هذه الأشكال من أى عدد من الأضلاع، من ثلاثة إلى ما لا نهاية، ويمكن أن تكون الأضلاع بأى طول. إن المثلثات والمربعات والمستطيلات والأشكال السداسية كلها مضلعات.

ويحلل علماء الرياضيات الأشكال الهندسية بطرق معينة. قد يحاولون، على سبيل المثال، حساب مساحة مثلث، أو اكتشاف العلاقة بين زوايا معينة. وقد يحاولون اكتشاف الخصائص التى تميز شكلاً معينًا. ومن المعروف، على سبيل المثال، أن المربع يتكون من أربعة أضلاع متساوية الطول ويتعامد كل منهما على الآخر (أى إن الزاوية بين كل ضلعين زاوية قائمة)، كما أن قطرى المربع- أى الخطين الواصلين من زاوية إلى الزاوية المقابلة- يتقاطعان فى المنتصف تمامًا. كم عدد الخصائص الأخرى التى تميز المربع؟

وفى السنوات الحديثة، ساعد نوع جديد تمامًا من الهندسة على دفع معرفة علماء الفلك للكون إلى أبعاد جديدة. إن الهندسة هى الأداة العلمية التى تتيح للعلماء ابتكار نماذج نظرية للفضاء متعدد الأبعاد. على مدى أكثر من ألفى عام، بدت الهندسة الأساسية التى تدرس الأسطح المستوية، هندسة إقليدس، بدت كافية تمامًا للوفاء بمعظم الأغراض. لكن استكشاف الفضاء متعدد الأبعاد والمنحنى يحتاج إلى نوع جديد تمامًا من الهندسة، مثل الهندسة التى كان رائداها جوس ولوبتشفسكى وطورها عالم الرياضيات الألمانى جورج برنارد ريمان (1826-1866) فى ستينيات القرن التاسع عشر. وهندسة ريمان هى هندسة الكرة التى تكون فيها كل الخطوط المستقيمة محيطات كاملة، بمعنى أنها تكون حواف دائرة.

▼ **الآلات الحاسبة المتطورة من قبيل هذا النموذج، قامت بالكثير من الحسابات الرياضية، لكن يبقى أن العمليات الأساسية بقيت كما هى.**

www.ibtesama.com/vb

علم الجبر

علم الجبر شكل مهم من الرياضيات التى تستخدم حروفًا ورموزًا بالإضافة إلى الأرقام. وتكمن الفكرة فى أن الحروف أو الرموز تمثل أرقامًا مجهولة. والحروف التى تمثل أرقامًا مجهولة (أ أو ب، أو س أو ص أو ع) تسمى متغيرات، لأنها يمكن أن تمثل أى رقم. حين يريد علماء الرياضيات معرفة قيمة الرقم المجهول، فإنهم يستبدلون به حرفًا فى معادلة.

والمعادلة هى طريقة للتعبير عن تساوى شيئين معًا. ومن ثم، تتكون المعادلة دائمًا من طرفين، بينهما علامة التساوى (=). ربما تأتى معادلة بسيطة فى الحساب على النحو التالى:

5 = 3 + 2

وفى علم الجبر، قد يكون الرقم 3 رقمًا مجهولاً (س) ومن ثم، يمكن أن تكون المعادلة على النحو التالى:

5 = س + 2

وبمجرد كتابة معادلة بالصيغة الجبرية، يمكن أن يتعامل عالم الرياضة مع المتغير مثلما يتعامل مع أى رقم آخر لكى «يحل» المعادلة ويعرف قيمة الرقم اللغز.

وقد ثبت أن علم الجبر ذو قيمة كبيرة بالنسبة لكل شخص من العالم إلى سمسار البورصة. ويمكن استخدام علم الجبر لمعرفة المسار الذى سوف تسير فيه كرة القدم، وقوة التيار الكهربى اللازم لإضاءة مصباح كهربى، أو فى اكتشاف متى بدأ الكون.

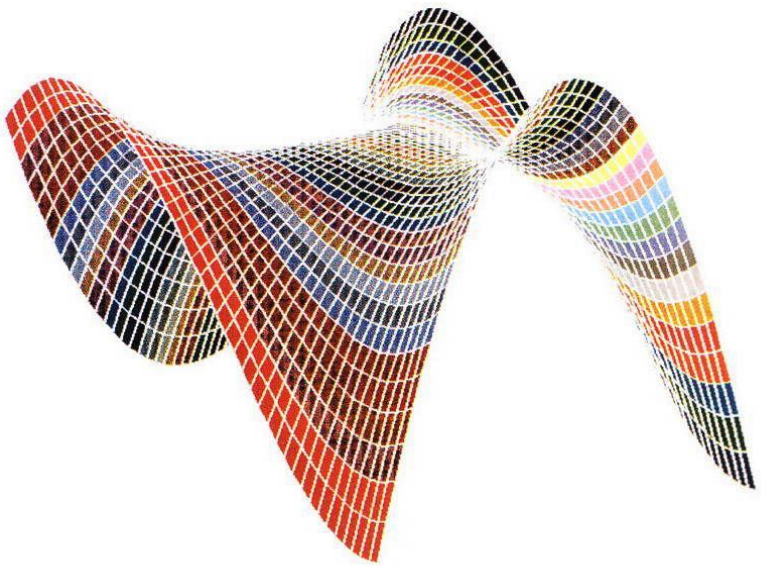
حيثما وجدت كمية مجهولة، يمكن أن يقوم علم الجبر بالمساعدة فى اكتشاف قيمتها أو معرفة شكل العلاقة بين كميات مختلفة. إن مساحة المستطيل، على سبيل المثال، هى حاصل ضرب الطول فى العرض. إذا كانت المساحة هى م، والطول ل، والعرض ع، فإننا نستطيع أن نعبر عن ذلك فى معادلة جبرية بالشكل التالى:

م = ل X ع

وربما يكون أفضل تعبير جبرى فى كل العصور هو معادلة تكافؤ الكتلة والطاقة التى توصل لها عالم الفيزياء الأمريكى الذى ولد فى ألمانيا، العالم ألبرت أينشتين (1879-1955):

طا = ك ع2

حيث تمثل (طا) الطاقة، وتمثل (ك) الكتلة، وتمثل (ع) سرعة الضوء (ثلاثمائة ألف كم فى الثانية). وقد وضح أينشتين أن سرعة الضوء واحدة فى كل أرجاء الكون. وقد ساعدت هذه المعادلة العلماء على اكتشاف طاقة نواة الذرة وصناعة القنبلة الذرية.



▲ هذا تمثيل بواسطة الكمبيوتر لنظام رياضى لتوليد أرقام عشوائية. وقد تم ابتكاره بواسطة عالم الرياضيات اليابانى ماكوتو ماتسوموتو (1965-)، ويعرف باسم «إعصار ميرزين»، ويستخدم هندسة معقدة تعتمد على 623 بعدًا.

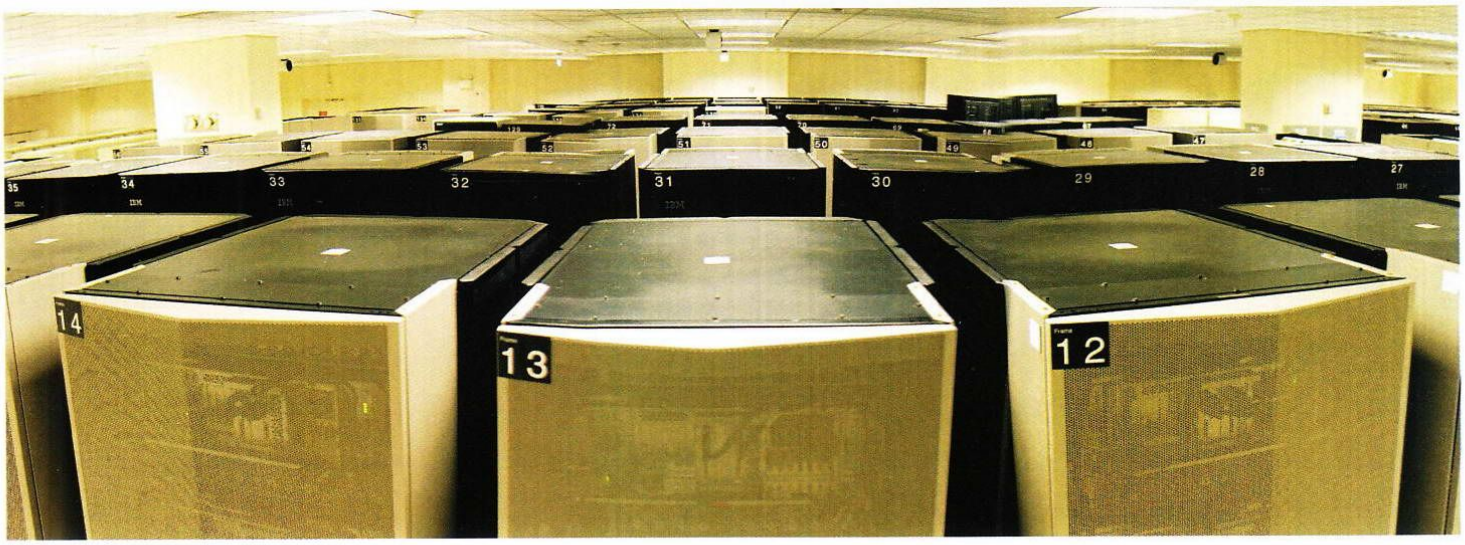
حساب التفاضل والتكامل

إن حساب التفاضل والتكامل واحد من أهم الاكتشافات الرياضية كلها. ومع أن أصوله تعود إلى قدماء الإغريق، إلا أنه نشأ رسميًا وبشكل مستقل على يد كل من نيوتن وليبنيز.

وحساب التفاضل والتكامل هو فرع من الرياضيات يتعامل مع معدلات التغير؛ أى معدل تغير سرعة الأشياء. وقد يكون معدل تغير أى شىء (بداية من معدل تسارع سيارة من أضواء الإشارة إلى مدى السرعة التى تغير بها راكبة الدراجة الاتجاه وهى تدور فى منحنى على دراجتها). وما يجعل حساب التفاضل والتكامل مدهشًا إلى هذه الدرجة هو أنه يرتبط بكل العمليات التى يمكن التعامل معها رياضيًا. وقد استخدمه نيوتن ليوضح السبب الذى يجعل الكواكب تدور فى مدارات بيضاوية حول الشمس حيث إنها تبقى فى حالة اتزان نتيجة قوة الدفع الخاصة بها وقوة جذب الشمس.

ويمكن، فى الحقيقة، أن يستخدم حساب التفاضل والتكامل لعمل نموذج رياضى لأى شىء يتحرك أو يتغير، أى كل ما يحدث من حولنا. ويمكن أن يستخدم لحساب أى شىء من تحليق البيسبول إلى طريقة تغير المجال المغناطيسى. ولا يمكن أن يحدث

www.ibtesama.com/vb



▲ تزيد قوة هذا الكمبيوتر أكثر من ستة عشر ألف مرة عن قوة الكمبيوتر العادى. ويمكن أن يقوم فى ثانية واحدة بعمل حسابات قد يستغرق إنجازها على آلة حاسبة أكثر من عشرة ملايين سنة.

أى تقدم كبير فى أى فرع من فروع العلوم بدون حساب التفاضل والتكامل. وما كان للعلماء، بدونه، أن يكتشفوا المسارات اللازمة لإطلاق المركبات إلى الفضاء.

كيف يعمل حساب التفاضل والتكامل

ينقسم حساب التفاضل إلى فرعين هما: حساب التفاضل، وحساب التكامل. يساعد حساب التفاضل علماء الرياضيات على اكتشاف معدل تغير شىء ما. ويساعد حساب التكامل علماء الرياضيات على معرفة المعدل الذى يتغير به (على سبيل المثال، مكان حدوث أعلى تغير أو مقداره، فى أى وقت وفى أى مكان إذا كان عالم الرياضة يعرف بالفعل معدل التغير). إن حساب التفاضل والتكامل مفيد بشكل خاص فى حساب المساحات والأحجام.

وهناك شيئان أساسيان بالنسبة لحساب التفاضل والتكامل هما: الدوال والمتغيرات. والدالة هى شىء يأتى بصورة معينة نتيجة لشىء آخر. إن مساحة المربع، على سبيل المثال، تعتمد على طول ضلعه، ومن ثم تكون المساحة دالة فى طول الضلع. مقدار المسافة التى يقطعها راكب الدراجة، إذا كان يقود دراجته بسرعة معينة، يعتمد على الوقت الذى استغرقه فى قيادتها، ومن ثم تكون المسافة دالة فى الزمن.

والمتغير هو الكمية التى تتغير. إذا كانت السرعة ثابتة، أى إنها لا تتغير، فإنها لا تكون متغيرًا. وإذا كان الزمن والمسافة يتغيران فهما متغيران. ويعتمد عادة أحد المتغيرات على المتغير الآخر. تعتمد المسافة التى يقطعها راكب الدراجة على الزمن الذى يستغرقه فى قيادتها. إن المسافة متغير يعتمد على غيره، إلا أن الزمن متغير مستقل، أى إنه يتغير بصرف النظر عن المسافة التى يقطعها راكب الدراجة وهو يقود دراجته.

والتغير يمكن أن يكون تغيرًا فى الاتجاه، مثل المنعطف أو المنحنى أو الدائرة. إن حساب التفاضل والتكامل يهتم فقط بمعدل تغير الاتجاه. إن الاتجاه عند أى نقطة هو اتجاه المماس- خط مستقيم يرسم عبر حافة المنحنى. وهكذا يمكن أن يكون حساب التفاضل والتكامل هو حساب الدوائر والمنحنيات والمماسات.

ويرتبط حساب التفاضل والتكامل بحساب الرسوم البيانية، ويسمى أيضًا الهندسة التحليلية، لأن معدل التغير يمكن أن يرسم فى شكل منحنى (خط) على رسم بيانى. ويوضع عادة المتغير المستقل، مثل الزمن، على المحور الأفقى للرسم البيانى ويرمز له عادة بالرمز س. ويوضع المتغير غير المستقل (الذى يعتمد على متغير آخر)، مثل المسافة، على المحور الرأسى للرسم البيانى ويرمز له عادة بالرمز ص. وهنا يتداخل حساب التفاضل والتكامل مع حساب المثلثات، وهو فرع من الرياضيات يتناول الدوائر والمثلثات والتذبذبات والموجات. (باستخدام مثلثات قائمة الزاوية، كخط مستقيم على رسم بيانى، ونظائره، يمكننا حساب المثلثات من القيام بالحسابات التى تصف الزوايا والتحول والتذبذب).

www.ibtesama.com/vb

السم

السم مادة يمكن أن تدمر الوظائف الطبيعية للجسم. وتدخل السموم الجسم من خلال الجلد، أو الفم، أو الرئتين. كثير من المنتجات المستخدمة فى المنزل تحتوى على سموم، ومن ضمنها المنظفات مثل مبيض الملابس وحتى الأدوية. وتحتوى لسعات الحشرات، والكيماويات الصناعية، ودخان السجائر على سموم خطيرة. كل هذه الأشياء موجودة حولنا؛ ولذا من السهل أن ننسى مدى خطورتها.

كل يوم، يصل آلاف الناس إلى طوارئ المستشفيات؛ بسبب تعرضهم للتسمم. ومعظم الناس يتعرضون للسموم بالمصادفة فى المنزل أو المدرسة أو مكان العمل. وبعض الناس يتناولون مواد سامة عن قصد، وعادة يكون ذلك صرخة لطلب المساعدة عندما يكونون فى حالة اكتئاب مرضية، فيشعرون أنهم لا يستطيعون الاستمرار فى الحياة. ومعظم هذه الحالات يمكن منعها إن لم تكن المواد الخطيرة متاحة بسهولة.

ما السم؟

من الصعب شرح السبب الذى يجعل بعض المواد سامة، وبعضها غير سامة. فحتى شرب كميات كبيرة من الماء يمكن أن يكون خطيرًا، وكثير من الأدوية النافعة، مثل الأسبرين، يمكن أن تكون سامة إذا تناولها شخص بكمية كبيرة جدًّا خلال وقت

▼ يُستخرج سم الأفعى من الأفعى النافثة فى معهد الطب المدارى فى ليفربول، بريطانيا. والثعابين تحقن السم فى جسم الضحية عن طريق أنيابها. وهذا السم قد يقتل، وقد يصيب الضحية بالشلل.

www.ibtesama.com/vb

قصير. ولهذا فإن السم هو أى مادة يمكن أن تؤذى كمية كبيرة منها الجسم. والسموم الواضحة هى بعض الكيماويات الصناعية والغازات والأدخنة السامة. مثلاً، عادم السيارات يحتوى نوعين من السموم. أول أكسيد الكربون، وهو خطير جدًّا. واستنشاق كمية صغيرة منه تجعل الإنسان يغيب عن الوعى. أما استنشاق كمية كبيرة فيؤدى إلى الموت. ولهذا السبب، يجب عدم ترك السيارة دائرة فى مكان مغلق مثل الجاراج بأية حال من الأحوال. وأدخنة العادم يمكن أيضًا أن تحتوى كميات صغيرة من الرصاص. والكمية الكبيرة من الرصاص ضارة جدًّا، خاصة للمخ.

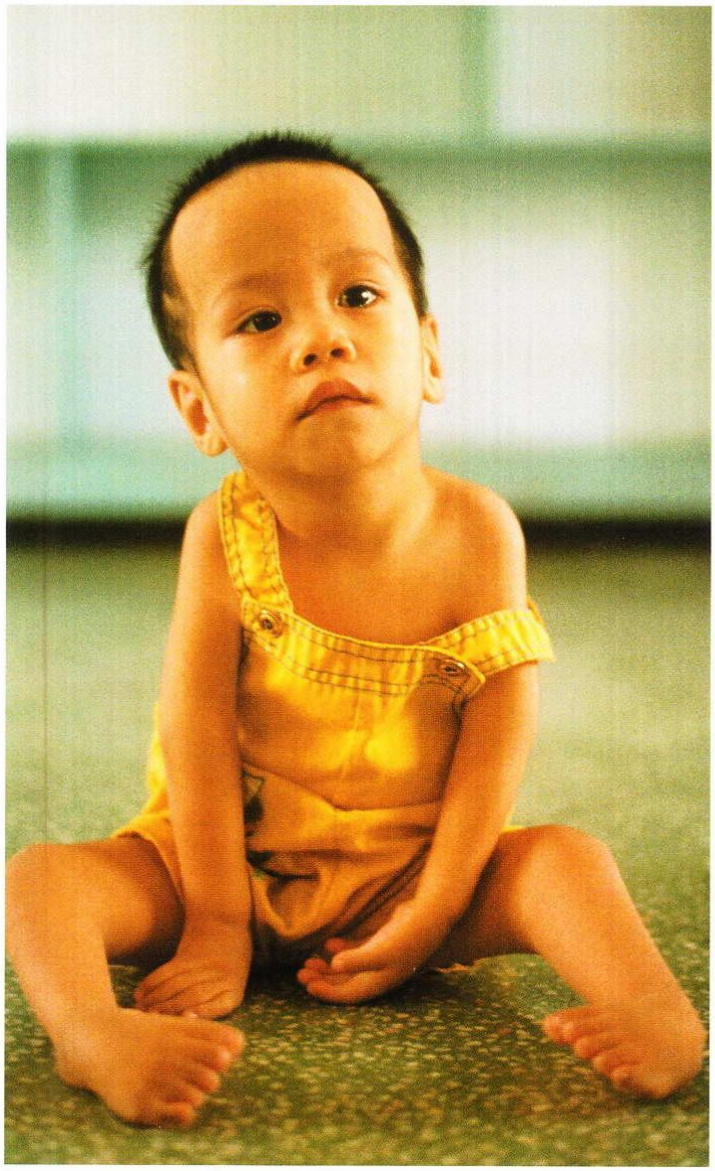
وهناك سموم أقل وضوحًا فى الكيماويات المنزلية مثل المبيضات، والمطهرات، والألوان وأنواع الطلاء. وحتى الطعام يمكن أن يتسبب فى التسمم إذا لم يراعَ طبخه أو تخزينه بالطريقة الصحيحة. وكثير من النباتات، مثل نبات «قفاز الثعلب»، واللبلاب السام، تحتوى سمومًا، وبعض الحشرات والثعابين والعناكب لها لدغة سامة.

ما تأثير السم؟

بعض السموم تظهر أعراضها بوضوح. فالمواد التى تسبب التآكل مثل الحمضيات تحرق الجلد، وبالتالى تحرق الفم والمعدة إذا ابتُلعت. ومعظم السموم أكثر تعقيدًا. فمثلاً كمية كبيرة من الحبوب المنومة تؤثر على المخ؛ فلا يستطيع التحكم فى التنفس. وتتوقف معظم الأعضاء لحرمانها من الأكسجين، والنتيجة هى الموت. وبعض العقاقير الأخرى، مثل مضادات الاكتئاب، يمكن أن تدمر القلب. وإذا تناول الإنسان كمية كبيرة من الأسيتامينوفين، فلن تظهر له آثار ضارة فى البداية. لكن داخل الجسم يتغير إلى سم يدمر الكبد، ومن حسن الحظ، أنه يمكن إنقاذ الكبد إذا تم تناول العلاج خلال 24 ساعة.

أعراض التسمم

يمكن للتسمم أن يسبب النعاس، أو الغياب عن الوعى، أو الألم، لكن أهم أعراض التسمم هى الغثيان والقىء. وهذا عادة يرجع إلى توتر بطانة المعدة والتهابها، لكن أحيانًا يكون السبب هو أن السم قد أثر على جزء من المخ يتحكم فى عملية القىء. وبعض المسكنات قد لا تسبب أية أعرض على الإطلاق.

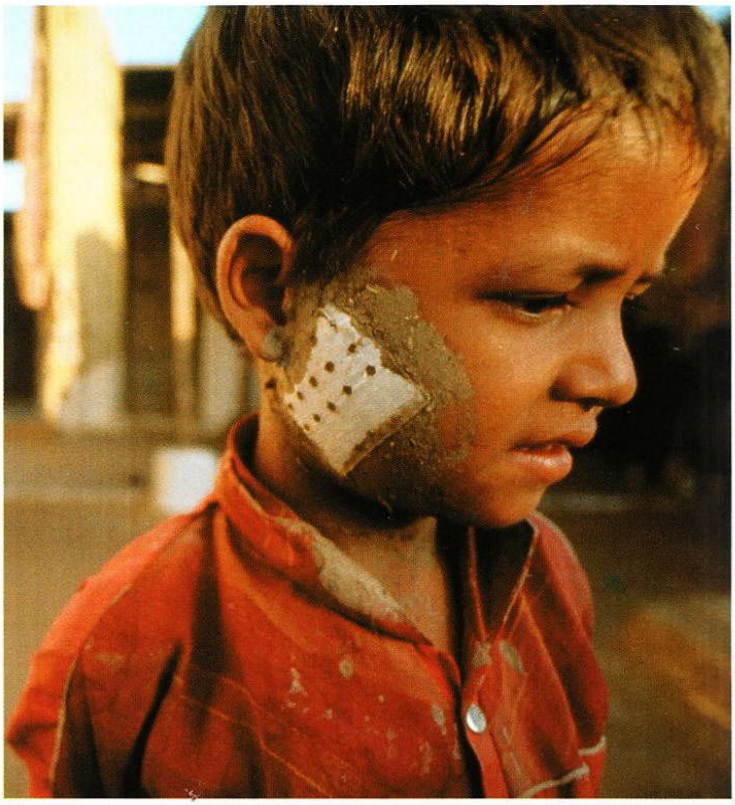


▲ طفلة فيتنامية ولدت بأطراف ملتوية فى مستشفى ولادة بمدينة هو تشى مينج، بفيتنام. وسبب تشوهها هو تعرض والديها لمبيدات الحشائش.

هل تعلم؟

معظم الثعابين تلدغ الناس عندما تشعر بالخوف أو بأنها مهددة. وعندما يعض الثعبان، يحقن سمه من خلال أنيابه أو بالقرب منها. والأعراض العامة للدغة الثعبان، تشمل التورم وألمًا شديدًا، ويلى ذلك غثيان، ثم شعور بالخدر، والسبات. وخلال ساعات قليلة، يحدث تشنج وفشل تنفسى وكلوى. والتسمم القاتل من سم الأفعى نادر فى الدول المتقدمة لاحتفاظ المستشفيات بكميات من الترياق المضاد لسموم الأفاعى، خاصة الأنواع الخطيرة منها.

www.ibtesama.com/vb



طفل مصاب يحضر احتجاجًا على معاملة ضحايا كارثة يونيون كارباید فی بهوبال، الهند. كان المصنع موقع تسرب للغاز السام فی دیسمبر 1984؛ تسبب فی وفاة الآلاف وإصابة عشرات الآلاف من السكان.

الميثانول الموجود فى المذيبات ومضادات التجمد يمكن أن يسبب العمى. وعندما يصبح داخل الجسم، يتغير إلى مادة تدمر الأعصاب المؤدية إلى العين. ومكونات البترول تسبب بعض الضرر للمعدة أو الأمعاء، لكنها يمكن أن تكون شديدة الإيذاء إذا وصلت إلى الرئتين.

علاج التسمم

يجب أخذ من يتعرض للتسمم فورًا إلى طبيب فى غرفة طوارئ أى مستشفى، حتى لو لم تكن هناك أية أعراض واضحة. وإذا أمكن، فمن المهم أخذ بعض الحبوب أو المادة التى تسببت فى التسمم ليعرف الطبيب المشكلة ويقرر العلاج بسرعة.

والعلاج الذى يؤخذ للتسمم لا يعتمد فقط على نوع السم، ولكن أيضًا على الكمية التى تم تناولها. أحيانًا، يكفى لإزالة السم من الجسم؛ دفع المريض إلى التقيؤ. وأحيانًا يتم غسيل المعدة باستخدام ماء دافئ يتم إدخاله بأنبوب. وبعض السموم يمكن غسلها من مجرى الدم، باستخدام جهاز غسيل الكلى الصناعية. وأحيانًا يمكن إعطاء المريض عقارًا يسمى «الترياق» للتغلب على الآثار الضارة للسم. وفى كثير من الحالات، يتعامل الجسم مع السم بطريقته، وكل ما يحتاجه الشخص هو ملاحظة دقيقة من الأطباء الإخصائيين حتى تمر مرحلة الخطر.

بعد حالة التسمم عادة لا تكون هناك آثار جانبية. فإذا حدث ابتلاع لمادة سامة من النوع الحارق مثل الحمض أو المبيض، فإن الطبيب يقرر كيف تأثرت أعضاء البلع عند المصاب. فإذا أخذت كمية كبيرة من الأسيتامينوفين، فمن المهم التأكد من أن الكبد لم يدمر بشكل نهائى. ويجب أن يظل المصاب فى المستشفى بضعة أيام لمراقبة حالته.

من الذى يمكن أن يتعرض للتسمم؟

من الواضح أن حادثة التسمم يمكن أن تحدث فى أى وقت من حياة الإنسان، لكن هناك حالات تكون المخاطر فيها أكثر من المعتاد.

وتعرض الصغار للمخاطر أكبر؛ لأنهم يضعون الأشياء فى فمهم بشكل طبيعى، خاصة السوائل والأشياء زاهية الألوان، مثل الحبوب أو الأقراص. وبعض الشباب يشعرون بأنهم يعانون من مشاكل لا يستطيعون التعامل معها، مثلاً ضغوط الامتحانات، أو مشاكل مع الآباء أو الزملاء. وبعضهم قد يحاول الانتحار بأخذ كمية كبيرة من المسكنات أو غيرها من الأدوية. وفى معظم الحالات، يكون القصد مجرد جذب الانتباه إلى المشكلة. لكن العاقبة قد تكون هى الموت بكل أسف؛ بسبب الآثار القوية للمادة

هل تعلم؟

فى 1984، رأى العالم أسوأ كارثة صناعية فى التاريخ الحديث؛ عندما تسبب حادث فى خروج 40 طنًا من مادة كيماوية تسمى ميثيل الأيزوسايانيت من مصنع يونيون كارباید فى وسط بهوبال بولاية مادهيا برادش الهندية. حدثت الكارثة عندما أضيفت المياه إلى أحواض مملوءة بتلك المادة. ونتيجة ذلك خرجت كميات هائلة من الغاز السام إلى الجو.

www.ibtesama.com/vb

▲ **دخان السيجارة أحد ملوثات الهواء السامة المنتشرة. فهو يحتوى أكثر من 4500 مادة مسرطنة، ومن ضمنها الزرنيخ، والبنزين، والفورمالدهيد، وسيانيد الهيدروجين.**

التى تناولوها. كذلك البالغون قد يحاولون تناول السم إذا شعروا بالاكتئاب، أو كانوا يعانون من أمراض مؤلمة لا شفاء منها. والتسمم فى هذه الحالات قاتل غالبًا.

منع حوادث التسمم

أخطر المواد فى المنزل موجودة غالبًا تحت حوض المطبخ، أو فى خزانة الحمام، أو فى البدروم والجاراج (فى حالة وجودهما). لابد من أن تكون الدواليب المحتوية على مواد سامة مغلقة جيدًا؛ حتى تحفظ هذه المواد بعيدًا عن متناول الأطفال. ويجب حفظ الأدوية فى أوعية لا يستطيع الطفل فتحها، والتخلص بطريقة آمنة من أية أدوية لا تستعمل. وبعض الأدوية تبدو مثل الحلوى، وهذه يمكن أن تكون شديدة الخطورة.

اغسل يديك فورًا بعد التعامل مع مادة سامة، واغسل أى وعاء مثل العلب والدلاء، واحرص على عدم تركها فى المطبخ أو بالقرب من الطعام.

هل تعلم؟

حساء سمكة الفوجو اليابانية يحتوى على لحم سمكة الكروية (المنتفخة). لكن أمعاء هذه السمكة تحتوى على سم قوى يسمى تترودوتوكسين لا تقضى عليه عملية الطهى. والطباخ اليابانى لابد أن يحصل على رخصة لإعداد هذا الطبق الشهى الخطير؛ حيث من الضرورى الحصول على خبرة فى إعداده.

www.ibtesama.com/vb

الشفرة العمودية

الشفرة العمودية هى سلسلة من الأشرطة المطبوعة التى تحمل معلومات مثل اسم سلعة من سلع البقالة ونوعها وسعرها. ويستخدم الناسخ الضوئى أشرطة ضوئية لقراءة المعلومات بطريقة يمكن أن يفهمها الكمبيوتر.

انظر على أى من علامات البقالة أو المنتج وسوف ترى الشفرة العمودية فى مكان ما على العبوة. والشفرة العمودية هى مجموعة من الأشرطة السوداء مختلفة السمك مصفوفة بجانب بعضها البعض تحتها شريط من الأرقام. عندما يأخذ المتسوق المادة للخزانة يقوم أمين الصندوق (الكاشير) بتمرير الشفرة العمودية تحت الناسخ الضوئى لتسجيل بيانات البيع على ماكينة النقد. وتقوم الماكينة بعرض سعر السلعة عادة مع الاسم وتضيفها لفاتورة المتسوق الكلية. وتسجل ماكينة النقد بيانات كل المعاملات يوميًا بحيث يستطيع مدير المتجر معرفة ما تم بيعه.

▲ تستخدم كاتبة المبيعات ناسخة بشفرة عمودية لمراجعة مبيعات المحل. تحتوى الشفرة العمودية على معلومات عن السعر وتقوم بتحديد نوع كل منتج لماكينة النقد.

هل تعلم؟

إن الرابطة الأمريكية للسكك الحديدية كانت تستخدم شفرة عمودية بسيطة فى فترة مبكرة ترجع إلى عام 1967، أى قبل سلسلة المحلات بسبع سنوات. استخدم عمال السكك الحديدية عرض الفرشاة لرسم خطين على عربات الشحن يدويًا. وكانت الناسخات الضوئية على جانبى الطريق فى فناء التحويل تقوم بقراءة الشفرات العابرة للتأكد من مسار كل عربة من عربات القطار القادم.

ما الشفرة؟

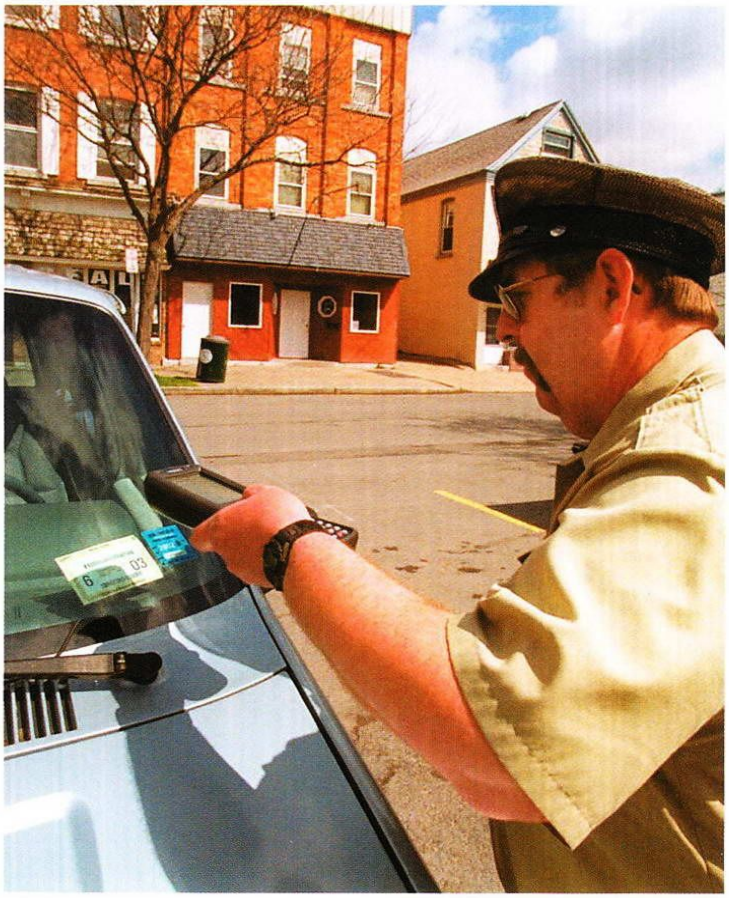
وتتكون الشفرة فى حالة الشفرة العمودية من شريط الأرقام الموجود أسفلها لكن فى شكل سهل ليتمكن الناسخ الضوئى من قراءته. ويتكون العدد المعيارى فى الشفرة العالمية للمنتجات من 12 رقمًا ويحدد مركز الشفرة الموحدة الأرقام الستة الأولى، على أنها تحدد نوع المنتَج واسم المصنِّع. ويقوم المصنع بإضافة الأرقام الخمسة التالية لتحديد منتج معين بالضبط. ويستخدم أصحاب المحلات هذه المعلومات لبرمجة ماكينة النقد وتحديد الأسعار. وتستخدم بعض الشفرات العالمية للمنتجات 8 أرقام فقط، ولكن يمكن إضافة أصفار لعمل شفرة معيارية تتكون من 12 رقمًا.

وآخر رقم فى الشفرة العمودية هو رقم المراجعة. وهو يساعد على منع أخطاء النسخ. عندما يقوم الناسخ الضوئى بقراءة الجزء الأساسى فى الشفرة العمودية، فإنه يقوم بعملية حسابية روتينية مستخدمًا جميع الأرقام. ويجب أن تتطابق النتيجة مع رقم المراجعة. وإذا لم يتطابقا، فإن ثمة خطأ قد حدث أثناء النسخ، وفشلت الشفرة العمودية فى التسجيل. وعندما يحدث هذا، يكون على أمين الصندوق القيام بوضع رقم الشفرة يدويًا.

نسخ الشفرة

كما يقرأ الشخص رقم الشفرة على الملصق، يقوم الناسخ الضوئى بقراءة الأشرطة. والناسخات الضوئية التى تحمل باليد تستخدم مرايا دوارة لتسليط أشعة الليزر على الشفرة العمودية. وتبث الناسخات الضوئية الأخرى أشعة الليزر من خلال مسطح زجاجى أمام أمين الصندوق.

www.ibtesama.com/vb



▲ يستخدم مشرف الجراج ناسخًا ضوئيًا محمولاً لقراءة الشفرة العمودية على تذكرة جراج إحدى المركبات. ويساعده ذلك على معرفة ما إذا كانت العربة تقف منذ وقت طويل، أم لا؟

الشفرة العالمية الموحدة (8 أرقام أو 12 رقمًا)
6 أو 7 الشفرة العالمية الموحدة (12 رقمًا فقط)
2 وزن البضائع (مثل الفواكه أو الخضراوات)
3 أدوية ومنتجات العناية الشخصية (مثل الصابون والشامبو)
4 الشفرة العمودية الخاصة بالمحل
(ليست جزءًا من نظام الشفرة العالمية الموحدة)
5 الكوبونات ومستندات الصرف.

▲ صورة لشفرة عمودية، توضح ما تمثله الأرقام المختلفة والأعمدة.

عندما تعبر أشعة الليزر على خط أبيض فى الشفرة العمودية يتم عكسها على جهاز استقبال الضوء فى الناسخ الضوئى. لكن الخطوط السوداء لا تعكس أشعة الليزر على الإطلاق. ويولد جهاز الاستقبال تيارًا صغيرًا عندما تنعكس عليه أشعة الليزر، وهكذا يكون التيار الصادر عن جهاز الاستقبال مماثلاً لدرجات الضوء المختلفة على الشفرة العمودية من طرف إلى الطرف الآخر.

وتبدأ كل شفرة عمودية وتنتهى بخطين من الخطوط الرفيعة. ومن هذه الخطوط يعرف معالج المعلومات فى الناسخ الضوئى متى يبدأ قراءة الشفرة العمودية ومتى ينتهى منها. ويحدد الزوج الثالث من الخطوط الرفيعة مركز الشفرة العمودية. ويختلف نمط الأشرطة بالنسبة لكل رقم من أحد جوانب هذه العلامة إلى الجانب الآخر.

أنواع واستخدامات أخرى

وفى بعض البلدان، تبدأ شفرة المنتجات العالمية بشفرة البلد المكونة من رقمين، وتكون شفرة المصنع مكونة من عدد أقل من الأرقام.

وتستخدم بعض أنظمة الشفرات العمودية أنماط الأشرطة لتشفير الحروف والرموز بالإضافة إلى تشفير الأرقام، التى يمكن أن تشفر ما يصل إلى 128 حرفًا، بينما تشفر شفرة المنتجات العالمية الأرقام فقط. تظهر الشفرة العمودية أيضًا فى رخص القيادة، وبطاقات الأسماء وشيكات البنوك. وفى جميع الأحوال تكمن وظيفتها فى جعل الوثائق قابلة للقراءة بواسطة الماكينات. وتشجع كثير من البلدان الخدمات البريدية على استخدام الشفرة العمودية بتمثيل الرقم البريدى لأن الشفرات العمودية تجعل تصنيف البريد أسهل باستخدام ماكينة.

www.ibtesama.com/vb

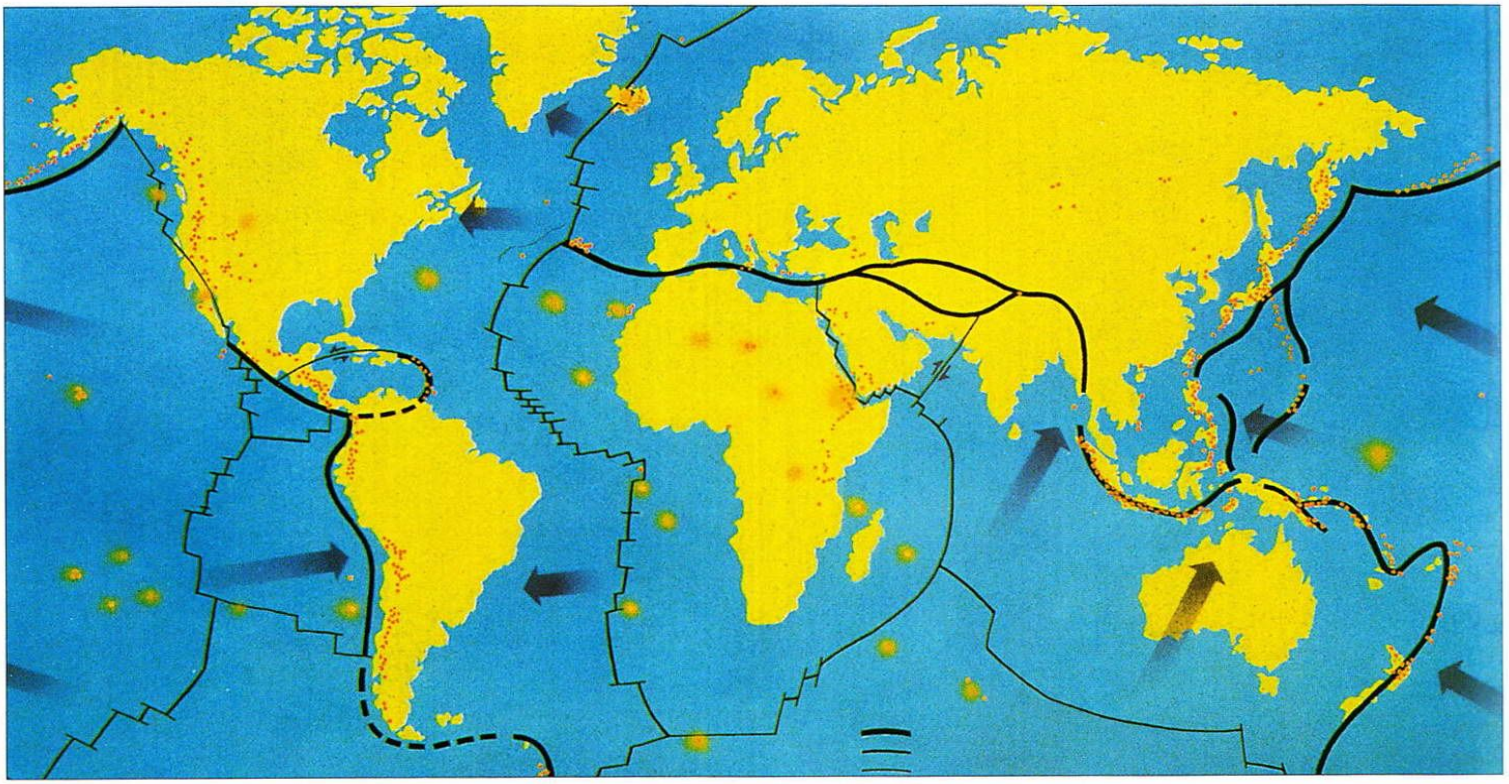
الصفائح التكتونية

القشرة الأرضية مُتكَسِّرة، مثل قشرة بيضة مهشمة، إلى أجزاء كبيرة تسمى «الصفائح القارية»، وهى تتحرك من مكانها بفعل قوى هائلة داخل الأرض. وهذه الحركات هى سبب الكثير من الزلازل والثورات البركانية وتكون الجبال. وتسمى دراسة هذه الحركات «علم تكون الصفائح التكتونية».

فى أوائل القرن العشرين، أشار اثنان من العلماء ـ أمريكى يدعى ف. ب. تايلور (1860-1939)، وألمانى يدعى ألفريد فجنر (1880-1930) ـ كل منهما على حدة، إلى أن خطوط سواحل القارات على جانبى المحيط الأطلنطى متشابهة فى الشكل. وخرجا من ذلك بفكرة أن أمريكا الشمالية كانت يومًا متصلة بأوروبا، وأن أمريكا الجنوبية كانت متصلة بأفريقيا. هذه الفكرة أوحت بأن هذه القارات لابد أن تكون قد تحركت وانتقلت بشكل ما.

اقترح فجنر أن هذه القارات وغيرها من الكتل الأرضية كانت كلها فى البداية تشكل كتلة أرضية واحدة، قارة عظمى، وأطلق عليها «بانجايا» (وتعنى «كل الأرض»). وجمع فجنر كمية كبيرة من الأدلة التى تدعم فكرته. فكما لاحظ تكامل بعض القارات، وجد بعض التكوينات الصخرية على جانبى الأطلنطى، والتى يبدو أنها تكونت فى نفس الوقت. كما اكتشف حفريات من نفس النباتات والحيوانات (مثل نوع من نبات الفوجير يسمى «جلوسوبتريس»، ونوع من البرمائيات يسمى «ميسوساوروس»)، ترجع إلى حوالى 200 مليون سنة، فى قارات تفصل بينها الآن محيطات شاسعة. كما لاحظ فجنر تشابهات بين المناخ القديم لبعض القارات. وفى كتابه أصل القارات والمحيطات (1915)، يقول فجنر إن بانجايا بدأت تنكسر منذ 200 مليون سنة، وإن القطع راحت «تنجرف» ببطء

▼ **خريطة للعالم تظهر عليها مواقع وحركات (تصورها الأسهم) الصفائح التكتونية. هناك ثلاثة أنواع من هوامش الصفائح: متقاربة (الخطوط السميكة) ومتباعدة (خطوط خفيفة)، ومعتدلة (خطوط رفيعة جدًا). وتمثِّل النقاط البرتقالية الصغيرة البراكين، والتى تبدو متلازمة مع هوامش الصفائح.**



www.ibtesama.com/vb

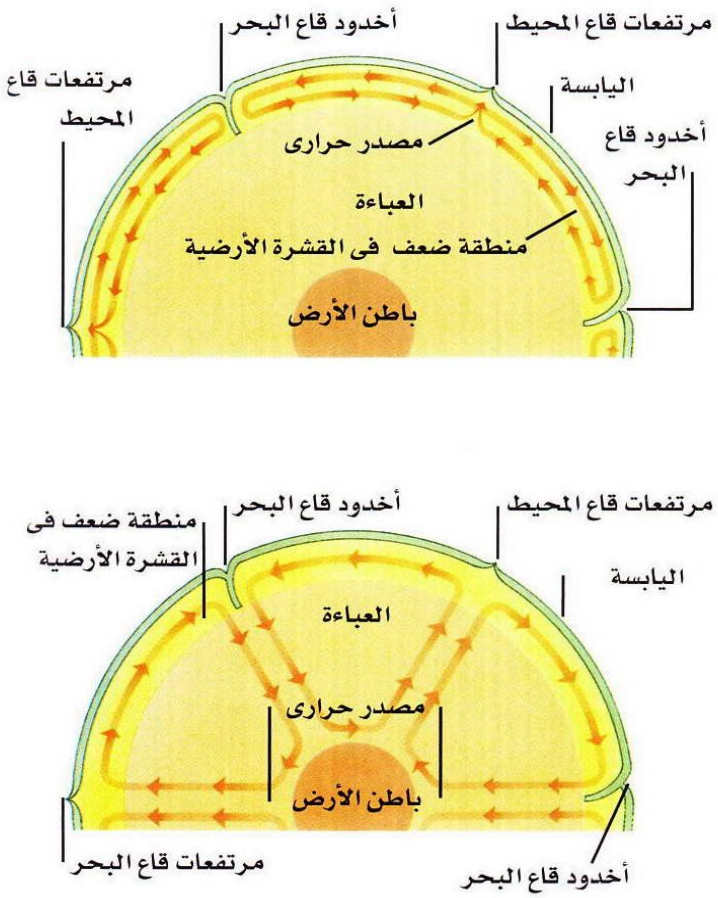
حتى وصلت إلى مواقعها الحالية. ووصف هذه العملية بـ«الانجراف القارى». لكن فجنر لم يستطع أن يشرح كيف استطاعت هذه الكتل القارية الهائلة أن تنتقل من مكانها.

إقناع النقاد

كانت نظرية فجنر ثورة على كل الأفكار السابقة لدرجة أن معظم علماء العالم الراسخين لم يقتنعوا بها. ولكن بعد الحرب العالمية الثانية (1939-1945)، حدث تطوران مهمَّان لعبا دورًا حاسمًا فى تغيير الرأى العلمى، وهما تطور علم الظواهر المغناطيسية القديمة (الباليوماجنتيزم)، وتطور دراسة قاع المحيط (أوشينوجرافى).

يمكن البرهنة على الظواهر المغناطيسية القديمة باستخدام قاعدة أنه فى الصخور النارية المنصهرة (الصخور التى تكونت بفعل الحرارة) أو فى الرواسب غير المتحجرة (التى لم تتحول إلى صخور)، توجد جزيئات معادن مغناطيسية، مثل الماجنتايت (أكسيد الحديد الأسود)، وهذه الجزيئات سوف تنتظم مع المجال المغناطيسى للأرض. هذا «السجل» المغناطيسى يُحفظ داخل الصخور البركانية وهى تبرد، وفى الرواسب عندما تتحجر. وعندما نجد انحرافات فى انتظام هذه الجزيئات المغناطيسية القديمة عن المجال المغناطيسى للأرض، يتضح لنا أن القارات انتقلت بمرور الزمن. وفى الثلاثينيات من القرن العشرين، اخترع العالم الإنجليزى باتريك بلاكيت (1897-1974) آلة حساسة سميت جهاز قياس المغناطيسية الاستاتيكية. وباستخدام هذا الجهاز الجديد، أصبح من الممكن لأول مرة اكتشاف اتجاهات المجالات المغناطيسية الضعيفة، مثل تلك الموجودة فى بعض أنواع الصخور. وأتاح هذا للباحثين القيام بدراسات للمجالات المغناطيسية لأنواع من الصخور لم يكن من الممكن معرفة مجالها المغناطيسى على وجه الدقة باستخدام الأجهزة القديمة.

وساعدت دراسة قاع المحيط (وتسمى أوشينوجرافى) أيضًا فى حل لغز انجراف القارات. فى البداية أظهر رسم خريطة قاع المحيط وجود مناطق منحدرة انحدارًا طفيفًا تسمى «الرفوف القارية» حول معظم القارات. وأطراف هذه الرفوف، وليست الخطوط الساحلية، هى الحواف الحقيقية للقارات. وأظهرت خرائط الرفوف القارية أن أطراف هذه الرفوف القارية تلائم بعضها كما لو كانت قطعًا من لعبة «لغز الصورة المقطعة»، وهى متوافقة أفضل حتى من الخطوط الساحلية.



▲ رسم يوضح ثلاث نظريات شائعة حول طريقة حركة الصفائح التكتونية. يعتقد بعض العلماء أن تيارات الحَمْل الحرارى تقتصر على الجزء الأعلى من العباءة الأرضية، والتى تسمى «مجال ضعف القشرة الأرضية أو الأثينوسفير» (أعلى). ويعتقد آخرون أن تيارات الحَمْل الحرارى تتدفق من خلال العباءة الأرضية كلها (فى الوسط). ويعتقد فريق ثالث أن الصفائح التكتونية تتحرك بفعل دفقات ساخنة من الحُمَم، تسمى «دفقات حرارية»، والتى ترتفع إلى السطح من الحدود بين العباءة وباطن الأرض (أسفل).

www.ibtesama.com/vb

وهناك سلاسل جبلية طويلة فى قاع المحيط تسمى «ارتفاعات قاع المحيط». هذه التلال هى مناطق ذات نشاط زلزالى أو بركانى. وفى مراكزها توجد أقل الصخور عُمْرًا فى المحيطات، والصخور فى قاع المحيط تكون أقدم كلما كانت أبعد عن الارتفاعات فى كلا الاتجاهين. والواقع أن معظم الصخور فى قاع البحار عمرها أقل من 200 مليون سنة. ولهذا فإن المحيطات أصغر عمرًا بكثير من القارات. والأخاديد البحرية الطويلة، وهى أعمق مناطق فى المحيطات، هى أيضًا مناطق زلزالية. وعلى جانبى هذه الأخاديد توجد مناطق تكثر فيها البراكين.

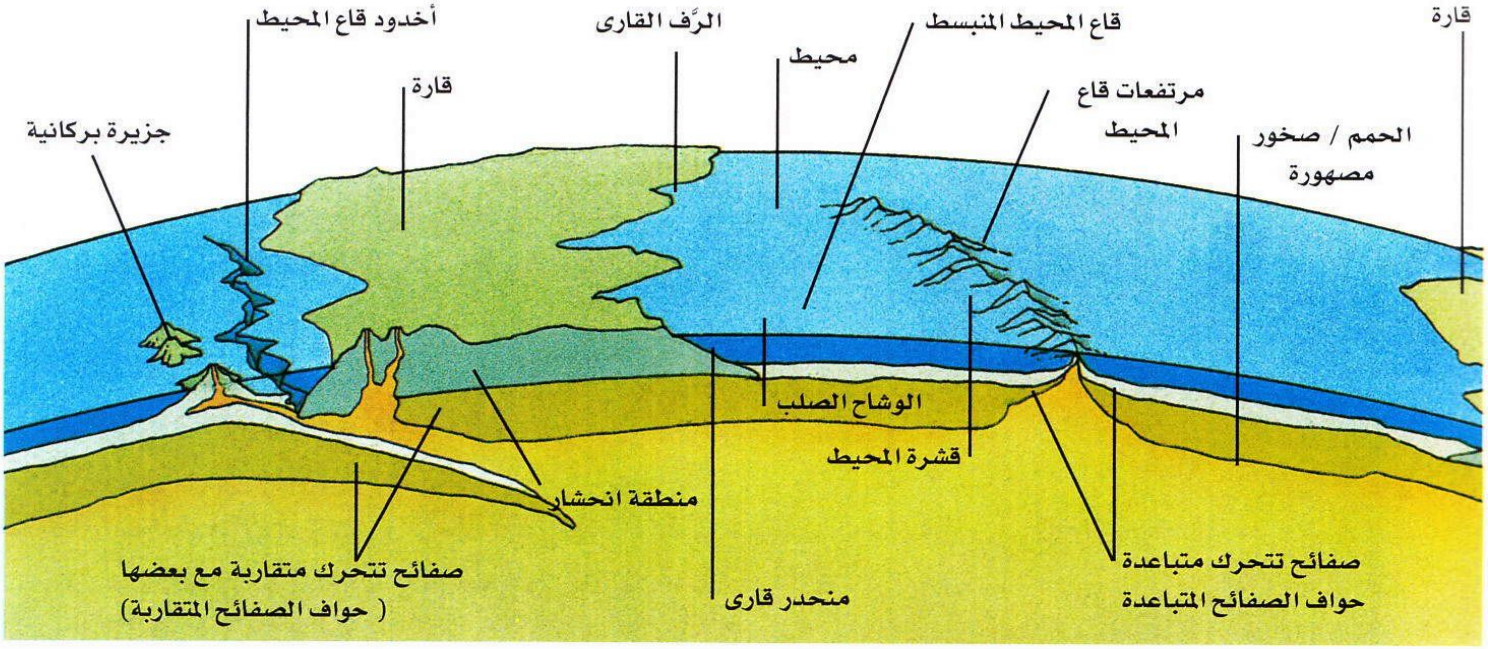
الصفائح وأطراف الصفائح

فى أواخر ستينيات القرن العشرين، توصل العلماء إلى فكرة أن المرتفعات والخنادق البحرية هى كسور فى القشرة الأرضية تفصل صفائح هائلة صلبة. وقالوا إن هذه الصفائح فى الغالب مستقرة، أى إنها لا تتأثر بالبراكين أو حتى بأقوى الزلازل. هذه الصفائح تتكون منها الطبقة السطحية من الأرض، أو الليثوسفير. وترتكز هذه الصفائح، وتنزلق برفق، على طبقة أكثر كثافة، نصف ذائبة، تسمى الأسينوسفير. ومن ناحية أخرى، تحيط الأسينوسفير بباطن الأرض الداخلى الذائب. ويُعتقد أن المادة الذائبة فى باطن الأرض تتحرك فى تيارات الحَمْل الحرارى، أى إن الصخر الذائب يرتفع، وينتشر على الجوانب، وأخيرًا يعود إلى الغوص وهو يبرد. وهذه المادة الذائبة ترتفع تحت مرتفعات قاع المحيط وتنتشر أفقيًّا تحت الصفائح. وتجذب هذه الحركات الصفائح بعيدًا عن بعضها. والفجوة التى تحدث عندما تتحرك الصفائح على جانبى المرتفعات تمتلئ بمادة ذائبة، والتى تتصلب لتشكل صخرة جديدة. هذه العملية معروفة بانتشار المحيط، ونتيجة لها تتكون مرتفعات منتشرة. وهذه المرتفعات

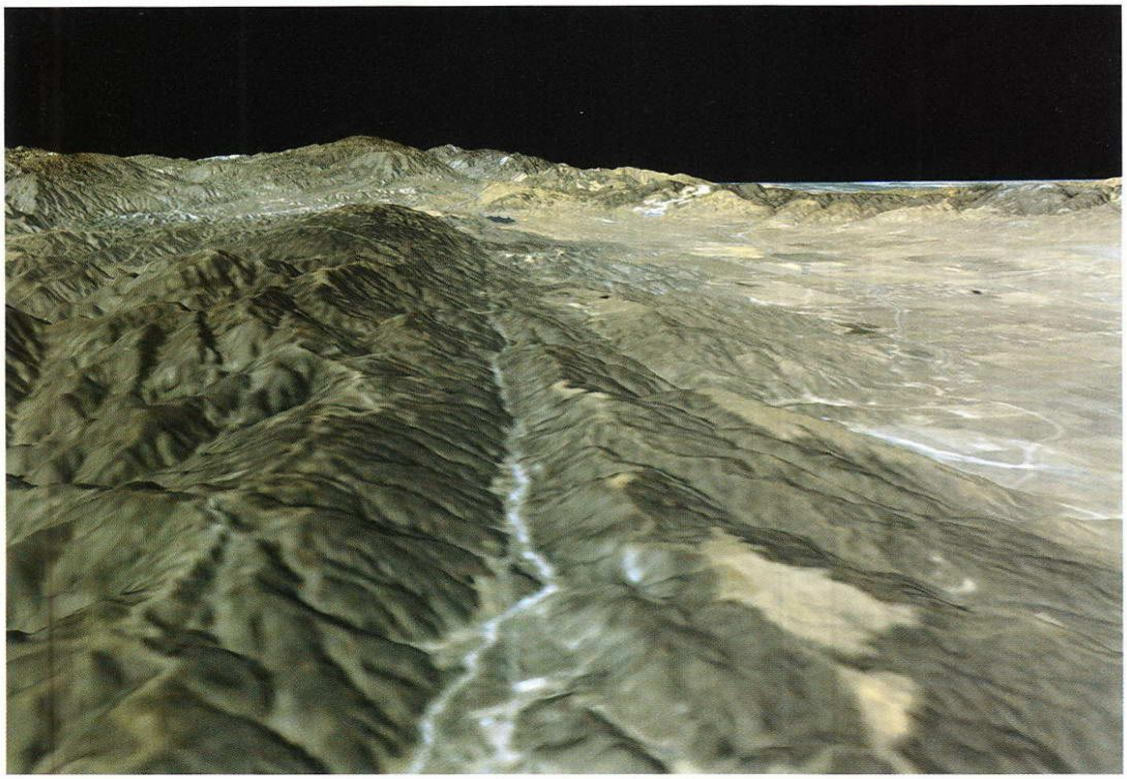
▼ توضح دراسة الصفائح التكتونية كيف أن القارات محمولة على صفائح تتحرك ببطء، كما تشرح لماذا تحدث الزلازل والبراكين.

هل تعلم؟

تتكون الليثوسفير (الطبقة السطحية من الأرض) من القشرة القارية أو المحيطية وطبقة مبطنة لها من العباءة الصلبة. وتتكون القشرة القارية من صخور جرانيتية، وهذه تتألف من معادن خفيفة الوزن نسبيًّا مثل الكوارتز والفلسبار. وعلى العكس، تتكون قشرة المحيط من صخور بازلتية، وهى أكثر كثافة وأثقل وزنًا بكثير. ولأن القشرة الأرضية أخف كثيرًا، فهى تطفو إلى مستوى أعلى من القشرة المحيطية. وتتراوح الصفائح التكتونية فى سمكها، ما بين حوالى 15 كيلومترًا سُمك الليثوسفير فى المحيطات حديثة التكوين، إلى حوالى 200 كيلومتر - سُمك الليثوسفير للقارات القديمة.



www.ibtesama.com/vb



◄ صورة رادارية بالألوان الطبيعية توضح سلسلة جبال تمبلور بكاليفورنيا. ويظهر فلق سان أندرياس كخط أبيض على يمين الجبال. وإلى اليمين سهل كاريزو. وفلق سان أندرياس هو الحد التكتونى النشط بين الصفيحة التكتونية لقارة أمريكا الشمالية، والصفيحة التكتونية للمحيط الهادى (الباسيفيك).

هى حدود الصفائح المتباعدة. والحركة المنتشرة على طول المرتفعات، وهى ما بين 1 إلى 10 سنتيمترات كل عام، ليست حركة رفيقة. وربما تكون مرتفعات وسط الأطلنطى، التى تقسم المحيط الأطلنطى بكامله تقريبًا من الشمال إلى الجنوب، هى أفضل مثال معروف على حدود الصفائح المتباعدة.

وبينما تتكون صخرة جديدة على طول مرتفعات المحيط، تتهشم صخرة أخرى. فى هذه المناطق، والتى تسمى أطراف الصفائح المتقاربة، تندفع اثنتان من الصفائح كل منهما نحو الأخرى. ويبدأ الصخر الذائب الذى بدأ يبرد فى تيارات الحمل الحرارى، يبدأ فى الغوص ليعود إلى العباءة. ونتيجة لهذا التقارب، تندفع إحدى الصفيحتين تحت الأخرى، لتشكل أخاديد عميقة. هذه المنطقة تسمى منطقة اختزال. وبينما تنزل الصفيحة فى سلسلة من الهزات، والتى تسبب الزلازل، تنصهر. والحُمَم (الصخور المنصهرة) التى تتكون بهذه الطريقة ترتفع عادة تحت الضغط، وتُدفع قسرًا لتكوين السلاسل الجبلية فى القشرة الأرضية. ومن الأمثلة الجيدة لحدود الصفائح المتقاربة أخدود بيرو- شيلى بالقرب من ساحل أمريكا الجنوبية. هناك، صفيحة «نازكا» المحيطية الكثيفة تضغط وتختزل تحت القشرة القارية الأخف عند حدود الصفيحة القارية لأمريكا الجنوبية. وبالمقابل، ترتفع الصفيحة القارية لأمريكا الجنوبية التى تدوس على صفيحة نازكا، وتتكوَّن جبال الأنديز.

إن الصفائح المتقاربة يمكن فى النهاية أن تنسحق معًا فى مناطق تصادمية. وتتوقف الحركات التحتية للصفائح المتقدمة، وينحصر الصخر والرواسب وينسحقان معًا لتشكيل جبال عالية. وعلى سبيل المثال، التصادم بين الصفائح الأرضية للهند وأوراسيا دفع الأرض لتخرج منها جبال الهيمالايا وهضبة التبت.

وطرف الصفيحة الأرضية التى يمكن أن تُرى على سطح الأرض هى الصدوع المتحولة. مثل هذه الصدوع هى كسور هائلة أو سلسلة من الصدوع حيث تتحرك صفيحتان متجاورتان. وهذه الحركات عادة اهتزازية، لأن الأطراف الخشنة للصفائح تتداخل وتنسحق معًا. وفى النهاية، يصبح الضغط أقوى، وينكسر التداخل، وتندفع الصفائح إلى الأمام، فتحدث الزلازل. وأشهر الأمثلة على مثل هذه الصدوع فى الولايات المتحدة صدع سان أندرياس، الذى يقع عند التقاء صفيحة المحيط الباسيفيك (المحيط الهادى) بالصحيفة القارية لأمريكا الشمالية. يبدأ الصدع عند خليج كاليفورنيا، ويمتد باتجاه الشمال الغربى لمسافة حوالى 1046 كيلومترًا، ويمر إلى البحر الواقع شمال سان فرنسيسكو. وحركة الصفيحتين على جانبى هذا الصدع تسببت فى زلازل كثيرة، مثل زلزال 1906، الذى تسبب فى دمار كبير لسان فرنسيسكو.

www.ibtesama.com/vb

صناعة الأدوية

تنتج شركات الأدوية مجموعة كبيرة من المواد لعلاج مختلف الأمراض، وتُسمى هذه المواد بشكل عام الأدوية. وبعض الأدوية الشائعة، مثل الأسبرين، يمكن شراؤها مباشرة من الصيدليات. لكن هناك أدوية أخرى قوية ولا يمكن شراؤها إلا بناء على وصف الطبيب.

كان الناس فى الأزمنة القديمة يستخدمون النباتات وأجزاء من الحيوانات كأدوية، لكن هذه العلاجات نادرًا ما أثبتت نفعها علميًّا. ومع ذلك، فالقدماء هم الذين قدموا أفكارًا تشكل الأساس لكثير من الطب الحديث. وعلى سبيل المثال، استخدم الصينيون الكبد الغنى بالحديد لعلاج الأنيميا، واستخدم الإغريق والرومان الأفيون لتسكين الألم.

الطبيب الإغريقى جالينوس البرجامونى (تقريبًا 219-129ق.م)، امتد تأثيره على الدواء وعلاج الأمراض قرونًا بعد وفاته.

الأدوية الحديثة

معظم الأدوية عبارة عن جزيئات كبيرة الحجم تتكون من آلاف الذرات المنتظمة معًا والمطوية فى أشكال مركبة. ويقوم الدواء بعمله إذا كان شكله يناسب بعض المواقع المهمة فى الجسم. وعلى سبيل المثال، يمكن أن يدخل فيروس الخلية بالالتصاق بجزء من غشاء الخلية يسمى «المُستقبِل». وإذا كان جزىء الدواء على شكل يناسب هذا المُستقبِل، فسوف يسُده ويمنع الفيروس من إصابة الخلية.

والأدوية الحديثة قوية جدًّا، ويجب ألا تُعطى للناس إلا إذا كانوا بحاجة إليها بالفعل. ولهذا، فإن وصفة الطبيب لابد أن تكون دقيقة. وكذلك لابد أن يكون المريض حريصًا على اتباع مسار العلاج وفقًا لتعليمات الطبيب.

ومعظم الأدوية لها اسمان فى العادة، اسم كيميائى عالمى رسمى، واسم للمنتج المحلى أو العلامة التجارية. وربما تقوم شركات مختلفة بصناعة نفس الدواء، ومن ثم يمكن أن تكون له أسماء مختلفة متعددة فى بلد ما، ومجموعة أخرى من الأسماء فى بلد آخر.

وفى الماضى، كانت كتابة الوصفة الطبية تتطلب كتابة وزن وطريقة خلط أنواع مختلفة ومتعددة من الكيماويات. وأحيانًا كانت التعليمات الخاصة ببعض الوصفات الطبية تصل إلى صفحات عديدة. لكن معظم الأدوية الحديثة يتم إعدادها وتغليفها عن طريق المصانع التى تبدأ بالأبحاث حتى تسويق الدواء. وتأتى الأدوية الآن فى أشكال متعددة مختلفة، ومن ضمنها السوائل، والمراهم، والأقراص، والمساحيق، والحبوب.

الآثار الجانبية

معظم الناس يفضلون أن يعرفوا تأثير الدواء الذى وصفه الطبيب لهم. تتدخل الأدوية فى الطريقة الطبيعية التى يعمل بها الجسم بشكل ما. ولهذا فهى «غريبة» عن الجسم، وربما تكون سامة لو تم تناولها بجرعات كبيرة أو مرات كثيرة. والأدوية كذلك قد تؤثر على أجزاء أخرى من الجسم غير تلك التى يفترض أن تؤثر عليها. ولهذا فإن بعض الأدوية قد تتسبب فى آثار جانبية عير مرغوبة.

www.ibtesama.com/vb

▲ **تأتى الأدوية الحديثة فى أشكال متعددة للتناول، مثل هذه الكبسولات والحبوب. ومن فوائد الجرعات الصلبة ثبات أكثر، وحجم أقل، وجرعات دقيقة، وسهولة الإنتاج.**

وبعض الآثار الجانبية، مثل النعاس، وارتفاع طفيف فى درجة الحرارة، تعتبر آثارًا خفيفة ويمكن احتمالها. لكن البعض الآخر، مثل الحساسية ومشاكل الدورة الدموية، قد تعنى أن الطبيب لابد أن يوقف وصف الدواء. وقد يتفاعل أحد الأدوية مع دواء آخر يتناوله المريض لعلاج مرض آخر. ويجب أن يدرك الأطباء دائمًا هذه المشكلة، لأن هناك الآن أدوية كثيرة جدًّا لكل مشكلة طبية. وكثير من تلك الأدوية متاحة للبيع بدون وصفة طبية.

تطوير الأدوية واختبارها

يُنفق جزء كبير من دخل صناعة الأدوية على بحث وتطوير وابتكار أدوية جديدة. يقوم علماء الكيمياء الطبية، أو الصيادلة، بتطوير واختبار الأدوية قبل طرحها للبيع للتأكد من أنها آمنة ومؤثرة فى نفس الوقت. وتطوير دواء جديد عملية طويلة ومعقدة. وهناك قوانين تضعها الحكومات والشركات نفسها لضمان عدم بيع أى دواء جديد للناس قبل مرور تسع أو عشر سنوات. وقد يتكلف البحث والتطوير عشرات الملايين من الدولارات. وتُقدر الأدوية التى تصل إلى الإنتاج التجارى بدواء واحد من بين كل عشرة آلاف دواء يتم العمل عليها.

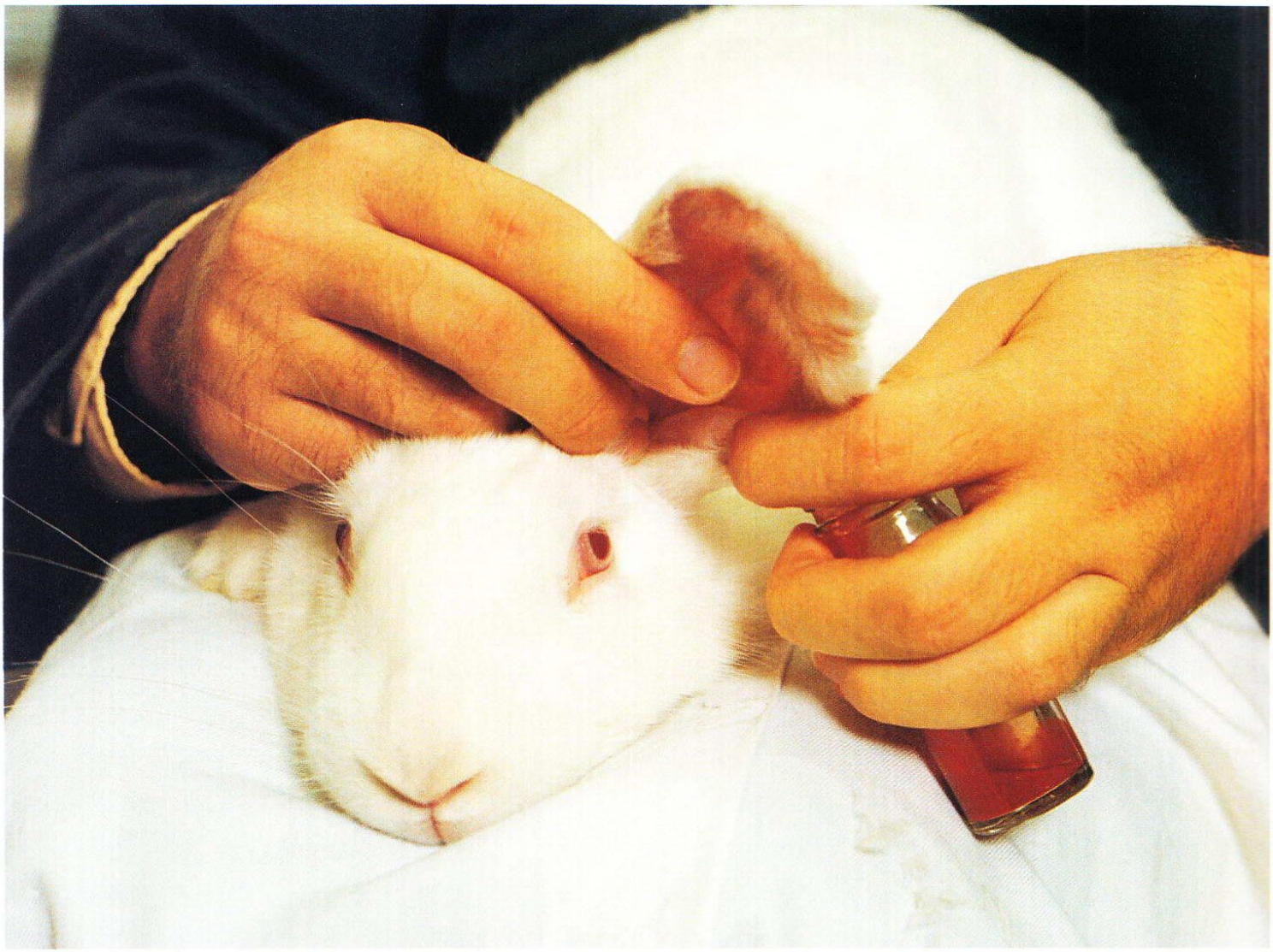
وفى المرحلة الأخيرة من إجراء التجارب، يُعطى الدواء للناس. فى البداية تُعطى جرعات مختلفة لعدد من المرضى لتقرير أفضل جرعة وأكثرها أمانًا. وإذا ظهر من هذه التجارب أن الدواء آمن وأنه مؤثر، تتم مقارنته بأدوية أخرى مستخدمة بالفعل. ويعطى الأطباء الدواء الجديد لمجموعة واحدة من المرضى، ودواء آخر لمجموعة أخرى وتجرى مقارنة النتائج.

www.ibtesama.com/vb

وحتى وقت قريب، كانت معظم الأدوية يتم تطويرها عن طريق التجربة والخطأ. جرب العلماء آلاف الكيماويات، ومن حين لآخر، كانوا يكتشفون دواءً يمكنه معالجة مرض ما. وفى تسعينيات القرن العشرين، كانوا يخططون لعمل أدوية جديدة. ويبدأ العلماء بأدوية معروفة، ويصنعون جزيئات جديدة بنفس الأشكال. والأدوية التى يبدأون بها تُسمى «النماذج الأولية». وكثير من النماذج الأولية تأتى من النباتات. فمثلاً الكوكايين الذى يستخدم كعقار للتخدير مستخرج من أوراق نبات «الكوكا». وهو عقار يتسبب فى الإدمان بشدة، ومن ثم نادرًا ما يعطيه الأطباء للمرضى. ولكنهم بدلاً منه يستخدمون دواءً صناعيًّا لا يسبب الإدمان.

ومن النماذج الأولية أيضًا، المضادات الحيوية. والمضادات الحيوية الطبيعية مثل البنسلين يتم صناعتها باستخدام كائنات دقيقة كدفاع ضد كائنات دقيقة أخرى. وقد أنقذت المضادات الحيوية الجديدة المصنوعة على غرار المضادات الحيوية الطبيعية ملايين الناس من الإصابات البكتيرية التى تهدد حياة الإنسان.

بعض الأدوية الحديثة مبنية على كيماويات تسمى الهرمونات. والهرمونات تنتجها الغدد الصماء، وهى غدد تفرز هرموناتها فى مجرى الدم، وتنتقل الهرمونات إلى الأجزاء المختلفة من الجسم، فتنظم عمليات الجسم مثل النمو والتمثيل الغذائى. ويستخدم الأطباء اليوم أدوية صناعية تشبه الهرمونات لعلاج الربو، وضغط الدم المرتفع، والأمراض العقلية، والروماتيزم، وحتى السرطان.



▼ **التجارب على الحيوانات موضوع يدور حوله نقاش حاد. تستخدم صناعة الأدوية الحيوانات فى العادة لتجربة الأدوية الجديدة قبل الموافقة على استخدامها للإنسان. ويريد بعض الناس منع استخدام الحيوانات للتجارب. وهم يعتقدون أن الحيوانات لها حقوق، مثل الناس تمامًا.**

www.ibtesama.com/vb

دواء من البحر

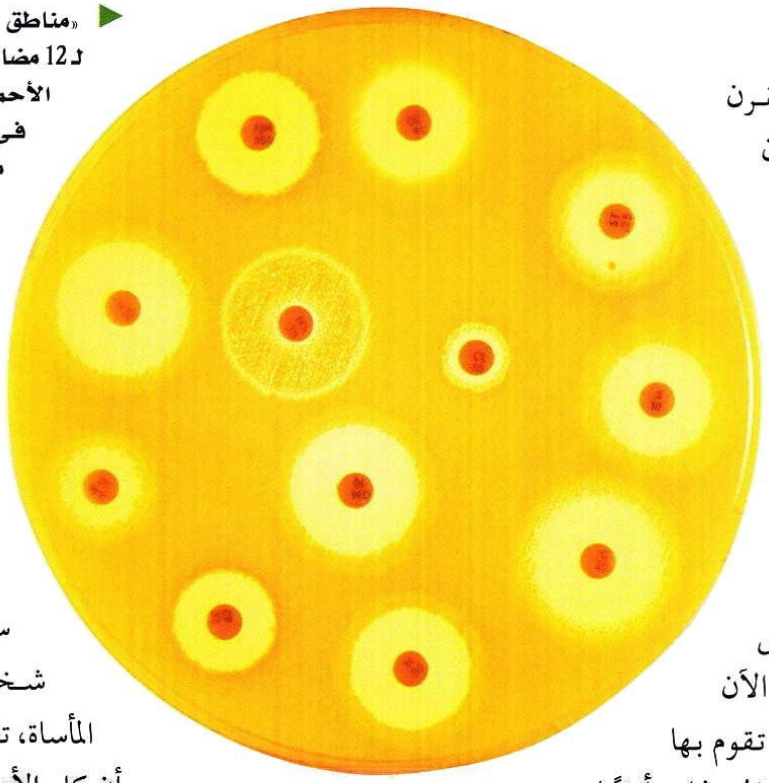
منذ خمسينيات القرن العشرين، والعلماء يكتشفون المزيد من الفوائد فى كيماويات موجودة فى بعض الكائنات التى تعيش فى البحر. مثلاً، وجدت مواد مسكنة للألم ومضادة للالتهابات فى حيوان إسفنجى يعيش فى المحيط الهادى (الباسيفيك)، وفى نوع من المرجانيات يعيش فى البحر الكاريبى. وكلاهما يمر الآن بعملية التطوير الطويلة التى تقوم بها صناعة الدواء. وتُستكشف المحيطات أيضًا كمصدر لأدوية جديدة لعلاج العديد من الأمراض البكتيرية والفيروسية التى يُصاب بها الإنسان.

إرضاء المرضى

تظهر التجارب أن بعض الناس ينظرون إلى الأدوية باعتبارها شيئًا «سحريًا». وإذا آمنوا بفائدة الأدوية التى يتناولونها، فسوف يشعرون أنهم أفضل. حتى لو تم إعطاء هؤلاء الناس حبة من السكر بدلاً من الدواء، فسوف يشعرون بالتحسن. هذا التأثير يشار إليه بإرضاء المريض. وقد أظهرت التجارب على الأشخاص الذين يأخذون حبوبًا منومة أنهم إذا تناولوا حبوبًا زائفة فسوف يتمتعون بنوم جيد طوال الليل. وإذا طلب منهم النوم بدون أى حبوب فسوف يظلون مستيقظين طوال الليل.

التعقل فى استخدام الأدوية

هناك بعض الشكاوى الطبية، مثل الأنفلونزا والبرد العادى، لا يمكن علاجها بالأدوية حتى الآن. وهناك شكاوى أخرى، مثل الإمساك والهضم والأرق، يمكن أن تُعالج بتغيير العادات، مثل عادات الغذاء والنوم، وليس بتناول الأدوية باستمرار. ولسوء الحظ أن الناس فى الواقع يتناولون أدوية أكثر مما يحتاجونه فى العادة.



«مناطق الكبح» الناتجة عن اختبار حساسية لـ 12 مضادًا حيويًا. يتم وضع أقراص من الورق الأحمر فى محلول مضاد حيوى ثم توضع فى طبق اختبار «بترى» الذى يحتوى مزرعة بكتيرية. وحجم مناطق الكبح (المناطق البيضاء حول الأقراص) هى قياس لحساسية البكتريا للمضادات الحيوية.

ترخيص العقاقير الطبية

فى 1937، نزلت دُفعة ملوثة من مضاد حيوى اسمه سلفانيلاميد، ومات أكثر من مائة شخص بسببها. ونتيجة لهذه المأساة، تقرر وضع إجراءات دقيقة للتأكد من أن كل الأدوية آمنة.

كل دواء يُباع الآن لابد أن يتم ترخيصه (وفى مصر يتم ذلك عن طريق وزارة الصحة). ولكى يحصل الدواء الجديد على رخصة، لابد أن يمر بسلسلة من الاختبارات الصارمة - أولاً على الحيوانات، ثم على الإنسان. ولابد أن يقدم صُنَّاع الأدوية معلومات مفصلة إلى الجهات المختصة. ويجب أن يقدموا تقارير عن كل التجارب التى أُجريت على الدواء الجديد ويصفوا كيف تم تصنيعه. وقد يحدث أثناء عملية التصنيع تسرب أى شوائب، أو ربما تختفى الشوائب فى الإضافات التى تستخدم لإعطاء الحبة لونها أو شكلها أو طعمها. ولابد من تقديم تقرير عن أى آثار جانبية. ولابد من وصف هذه الآثار الجانبية فى المعلومات التى ترسلها شركة الأدوية عن الدواء إلى الأطباء.

وحتى مع كل هذه الاحتراسات، لا تزال هناك مشكلة تواجهها صناعة الدواء. فأى دواء جديد قد تكون له آثار جانبية لا تظهر إلا فى نسبة صغيرة جدًا من الناس. وفى هذه الحالة، يمكن ألا يظهر الخطر حتى يوصف الدواء لمئات الآلاف من المرضى. وللاحتراس من هذه المشكلة، اتبع صناع الأدوية سياسة معروفة باسم «خدمة ما بعد البيع». كل طبيب يصف الدواء الجديد يُطلب منه أن يلاحظ مريضه بعناية، ويقدم تقريرًا عن أى أثر جانبى جديد أو غير معتاد إلى صانع الدواء.

www.ibtesama.com/vb

الصوت

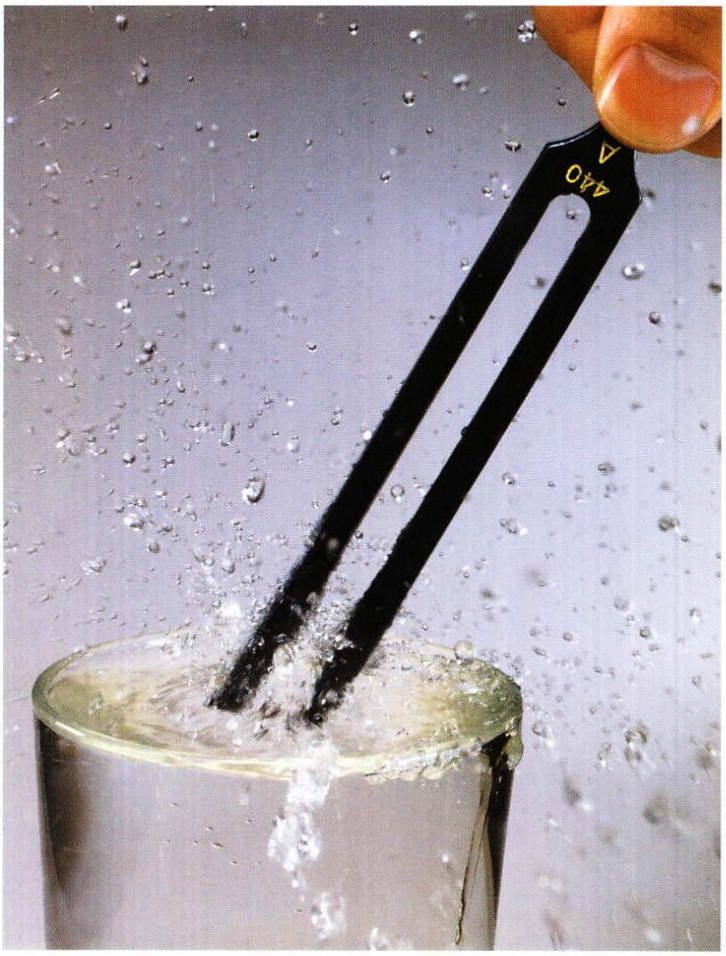
ينتقل الصوت على شكل موجات تتحرك خلال مادة أو وسيط. فيمكن لموجات الصوت أن تنتقل عبر الهواء، وعبر سائل مثل المياه، وحتى عبر المواد الصلبة مثل المعادن. وعندما تصل موجات الصوت إلى أذن شخص، فإن المخ يترجم الذبذبات إلى صوت يمكن سماعه. وتُسمى دراسة موجات الصوت «علم الصوتيات».

عندما يهتز شيء في الهواء، فإن جزيئات الهواء الملاصقة لسطح هذا الشيء تنضغط -في بادئ الأمر- إلى بعضها البعض ثم تتخلخل متباعدة عن بعضها بالبعض. وتصطدم جزيئات الهواء بالجزيئات التي تليها، فتنضغط المجموعة التالية من الجزيئات ثم تتخلخل. وبهذه الطريقة ينتقل الصوت عبر الهواء. فجزيئات الهواء ذاتها لا تنتقل مع موجة الصوت. ولكن الاهتزازات تُمَرِّر الصوت ببساطة إلى المجموعة التالية من جزيئات الهواء.

وعندما تصل الاهتزازات إلى الأذن، تَهُزُّ طبلة الأذن. وتُرسل هذه الاهتزازات عن طريق الأعصاب إلى المخ، الذي يترجم الرسائل إلى أصوات. ويستطيع الإنسان أن يسمع أصواتًا يصل أدنى اهتزاز لها إلى 20 ذبذبة لكل ثانية (20 هرتز)، وبحد أقصى 20 ألف ذبذبة لكل الثانية (20,000 هرتز).

ويحتاج الصوت إلى وسيط غازي أو سائل أو صلب لينتقل خلاله؛ وهو لا ينتقل خلال الفراغ (مكان خالٍ من أي مادة حتى الهواء)، وينتقل الصوت خلال وسيط صلب أسرع منه خلال وسيط سائل. وينتقل كذلك خلال وسيط سائل أسرع منه خلال الغاز. فخلال قطعة معدنية على سبيل المثال تنتقل موجات الصوت بسرعة 18 ألف كيلومتر لكل ساعة. بينما تقل سرعة انتقالها في الماء لتصبح حوالي 5050 كيلومترًا لكل ساعة، وفي الهواء، تنتقل الموجات الصوتية في درجة حرارة الغرفة العادية بسرعة تقدر بنحو 1250 كيلومترًا لكل ساعة.

ولا تؤثر درجة الحرارة تأثيرًا كبيرًا على الصوت عندما ينتقل



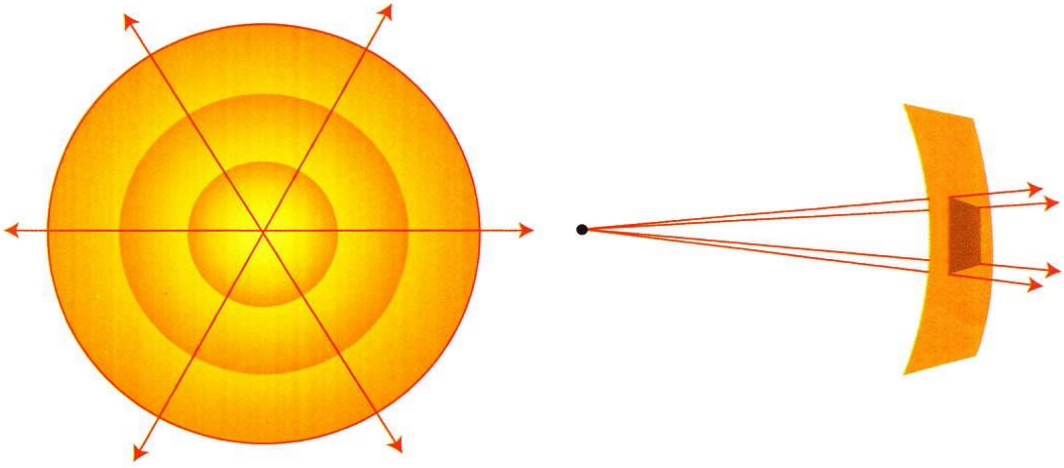
▲ **تنثر اهتزازات الشوكة الرنانة الماء من الكأس. وتساعد الشوكات الرنانة في توضيح طبيعة الصوت كاهتزاز الهواء بتردد يمكن أن تسمعه أذن الإنسان.**

عبر المواد الصلبة أو السائلة، ولكنها تؤثر على انتقال الصوت عبر الغاز. وهذا لأن جزيئات الغاز تصطدم ببعضها البعض بسرعة أكبر عندما ترتفع درجة الحرارة.

أصوات مختلفة

لماذا يختلف الصوت الصادر من البيانو عن الصوت الصادر من آلة الترومبيت؟ هناك ثلاث خصائص تجعل صوتًا ما يختلف عن صوت آخر: شدة الصوت، وطبقته(درجة الصوت)، ونوعيته. وتعتمد شدة الصوت على قوة الموجة الصوتية. أما الطبقة، سواء كان الصوت عاليًا أو منخفضًا فتعتمد على التردُّد (عدد اهتزازاته

www.ibtesama.com/vb



تنتشر موجة الصوت من مصدرها بالقدر ذاته فى جميع الاتجاهات (إلى اليسار)، وإذا استطاع مُشَاهِد رؤية الموجات، فسوف يرى مجالات صوتية تتمدد بعيدًا عن المصدر. وإذا استطاع المشاهد رؤية جزء صغير من الموجة المجالية على مسافة طويلة من المصدر (إلى اليمين) فسوف يرى سلسلة من الموجات المستوية تتعاقب على فترات منتظمة.

فى الثانية). ونوعية الصوت هى التى تتيح للناس التمييز بين نغمتيْن لهما الشدة والطبقة ذاتها، ولكن كلاً منهما لأداة موسيقية مختلفة. ويعتمد جَرْس الصوت على شكل الموجة الصوتية.

حركة الموجات الصوتية

تتحرك موجات الصوت مثل أى نوع آخر من الحركة الموجية، ومثل موجات الضوء وأشعة X، يمكن لموجات الصوت أن تنعكس وتنكسر وتتفرق. كما يمكن أن تتداخل مع بعضها البعض.

الانعكاس

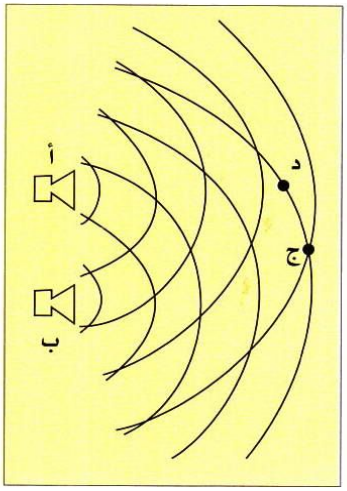
لانعكاس الصوت أهمية كبيرة فى بعض المنشآت، مثل قاعات الاستماع، ودور العرض السينمائى. فهذه المنشآت صُممت بطريقة تمكّن الجمهور من سماع الأصوات القادمة من اتجاهات مختلفة فى أوقات متغيرة. وعلى سبيل المثال، الجمهور المستمع لفرقة موسيقية سوف يسمع أصوات الآلات الموسيقية القادمة من خشبة المسرح، ولكن يمكنه أيضًا سماع أصداء لهذه الأصوات عندما ترتد الموجات الصوتية من الحوائط والسقف وأى أشياء أخرى. ويُسمى الزمن الذى يستغرقه الصوت من بداية انطلاقه وحتى تلاشيه نهائيًا بزمن الانعكاس.

وتعتمد جودة الصوت على زمن الانعكاس. فقصر زمن الانعكاس الشديد (نحو نصف ثانية) يجعل صوت الفرقة الموسيقية ضعيفًا وبلا حياة، وفى المقابل، فالطول الكبير جدًّا لزمن الانعكاس يمكن أن يجعل الصوت مكتومًا.

ويعتمد زمن الانعكاس على حجم الحجرة ومساحة الأسطح فيها، وخصائص امتصاص الصوت لهذه الأسطح. فبعض المواد مثل السجاد والستائر ومواد التنجيد، تمتص موجات الصوت جيدًا. بينما السطح الأملس مثل الخرسانة والزجاج والجص رديئة الامتصاص لموجات الصوت. وباختيار أشكال الأسطح فى قاعات الاستماع والخامات المستخدمة فى صناعتها، يمكن ضبط زمن الانعكاس قبل تشييد المبنى.

الانكسار

عندما يمر صوت من وسيط إلى وسيط آخر تنكسر الموجات (تسلك منحنى جديدًا بعيدًا عن مسارها الأصلى). ويمكن أيضًا أن ينكسر الصوت إذا كان هناك تغيير فى درجة حرارة الهواء الذى تتحرك فى نطاقه الموجات. ويعتبر الانكسار سببًا فى تسهيل سماع الصوت وانتقاله إلى مسافة أبعد أثناء الليل. فأثناء النهار يكون الهواء القريب من الأرض أكثر دفئًا من الهواء الأعلى منه.



يوضح هذا الرسم الطريقة التى تتداخل بها موجتان صوتيتان تداخلاً بنّاء أو هدّامًا. فموجات الصوت الخارجة من مكبرى الصوت (أ، ب) تتداخلان تداخلاً بنّاء (تلتقى القمة مع القمة عند النقطة ج) فينتج صوت مرتفع، وبصورة هدّامة (تلتقى القمة مع القاع عند النقطة د) لينتج صوت ضعيف وقد لا ينتج صوت.

www.ibtesama.com/vb

◄ الجهاز المستخدم لنقل هذه الصورة بالموجات فوق الصوتية، يَبُثُّ، ثم يلتقط، أصداء الموجات فوق الصوتية التى ترتد عند اصطدامها بالجنين داخل رحم الأم. والموجات فوق الصوتية ذات ترددات عالية جدًا، أى أنها تزيد على 20 ألف هرتز.

ويجعل ذلك الموجات الصوتية تنكسر بعيدًا عن سطح الأرض. وفى الليل يكون الهواء القريب من الأرض باردًا والهواء الأعلى منه دافئًا؛ ولذلك تنكسر الأصوات عائدة إلى سطح الأرض، وتصبح أعلى ويمكن سماعها من مسافة أبعد.

انحراف (تفرُّق) الموجات الصوتية

عادة ما تنتقل موجات الصوت فى خطوط مستقيمة، ولكنها يمكن أن تنحرف حول أشياء لها الحجم المساوى لطول الموجة ذاته. وتتراوح أطوال الموجات الصوتية عادة ما بين عدة بوصات وبضعة أقدام. لذلك يمكنها أن تنحرف حول أكثر الأشياء العادية. وتنحرف الموجات ذات التردُّد المنخفض بسهولة أكثر من الموجات الأعلى ترددًا.

التداخل

إذا وصلت موجتان صوتيتان لهما التردد ذاته إلى نقطة بعينها بعد انتقال كل منهما مسافة ما فإنهما تتداخلان. ويمكن أن تتداخل الموجات الصوتية فتعزز بعضها البعض وتنتج صوتًا عاليًا (تداخُل بنَّاء)، ويمكن أن تتداخل فتنتج صوتًا ضعيفًا (تداخُل هدَّام).

وموجات الصوت يمكن أيضًا أن تتداخل مع بعضها البعض إذا كانت تردداتها مختلفة. فإذا كانت هذه الترددات متشابهة ولكن غير متطابقة، تُسمع ضربات. وهذه الضربات التى تشبه صوت انفجارات عالية من الضوضاء تُسمع فى خلفيتها ضوضاء أكثر هدوءًا. ويُسمى عدد الضربات المسموعة لكل ثانية «ترددية الضربة». ويمكن أن تُستخدم ترددية الضربة لضبط صوت وتر آلة موسيقية مع وتر آخر؛ حيث يُسمع الوتران فى وقت واحد فيمكن ضبط أحدهما حتى تختفى الضربات.

ظاهرة دوبلر

عندما تقترب سيارة شرطة من شخص يقف فى الشارع، فإن طبقة الصوت الذى تطلقه السرينة (صَفَّارة الإنذار) يزداد، وعندما تمر السيارة وتتحرك مبتعدة فإن طبقة صوت السرينة تنخفض تدريجيًّا. ولكن تردُّد الصوت لم يتغير. فعندما تقترب السرينة تصل موجات صوتية أكثر إلى أذن الشخص الواقف فى زمن معين أكثر من الموجات الصادرة فى ذلك الزمن، لذلك يسمع الشخص صوتًا من طبقة عالية. وعندما تمر المركبة، تصل إلى أذن الشخص موجات صوتية أقل من الصادرة فى زمن معين، فتنخفض طبقة الصوت. وهذه الظاهرة تُسمى «ظاهرة دوبلر»، المسماة باسم الفيزيائى النمساوى جون كريستيان دوبلر (1803-1853)، وهو أول من وصف الظاهرة عام 1842.

www.ibtesama.com/vb

فنى طائرة يرتدى واقيات أذن لحماية أذنيه من الأزيز العالى للطائرات على مدرج الطيران. وقد اكتشف منذ زمن بعيد أن الضوضاء يمكن أن تسبب الصمم. وقد اكتشف علماء الطبيعة خلال السنوات الأخيرة أن التعرض للضوضاء المعتدلة أيضًا يمكن أن يتلف السمع.

الموجات فوق الصوتية

تسمى الموجات التى تتراوح ترددتها ما بين 20 و20 ألف هرتز موجات سمعية؛ لأن الإنسان يستطيع سماعها. أما ما يزيد ترددها على 20 ألف هرتز، فهى أسرع كثيرًا مما يستطيع الإنسان سماعه، على الرغم من أن حيوانات مثل الكلاب والخفافيش تستطيع سماع هذه الموجات. ويُطلق على موجات الصوت التى تزيد ترددتها على 20 ألف هرتز موجات فوق صوتية (أو فوق سمعية).

وللموجات فوق الصوتية تطبيقات عديدة فى الصناعة والعلاج الطبى. على سبيل المثال، يمكن أن تستخدم الترددات السريعة للموجات فوق الصوتية فى الحفر أو الثقب. كما تُستخدم الموجات فوق الصوتية فى تنظيف الأسطح المعقدة مثل أجزاء محرك أو أجهزة معملية. ومن أكثر الاستخدامات الشائعة للموجات فوق الصوتية فى الطب، متابعة نمو الجنين فى رحم الأم. وتتكون صور الموجات فوق الصوتية عندما تنعكس هذه الموجات على أنسجة الجنين.

مقياس وحدة الصوت (الديسيبل)

العالم ملىء بالأصوات المختلفة، على الرغم من أن معظمها يمر علينا دون ملاحظة. ومنتصف حديقة المدينة هادئ جدًّا مقارنًا بالشوارع المفعمة بالنشاط المحيطة بها. ولكن إذا أنصت المرء بعناية فسوف يسمع ضوضاء المرور ومرور الطائرات من فوقنا.

ويمكن قياس الضوضاء لكل من مستوى شدة الصوت وطبقته. والمقياس الشائع هو الديسيبل، فالهمس يسجل 30 ديسيبل على هذا المقياس، كما تسجل المكنسة الكهربائية 70 ديسيبل إذا وضع المقياس على بُعد ثلاثة أمتار، وتسجل ماكينة ثقب الصخور 100 ديسيبل إذا وضع المقياس على مسافة 4.5 متر. وكل زيادة قدرها 10 ديسيبل تعنى ازدواجًا فى مقدار الصوت. لذلك تتضاعف شدة الصوت عند 80 ديسيبل مرتين عنها عند 70 ديسيبل.

التلوث الضوضائى

يعتبر مستوى 80 ديسيبل هو الحد الأقصى للضوضاء الآمنة. وقد وُجد أن 17 عاملاً من كل مائة عامل يتعرضون لضوضاء ثابتة عند مستوى 90 ديسيبل خلال حياتهم الوظيفية، يصابون بفقدان السمع. وهذه الإصابة تحدث ببطء؛ لذلك فالشخص المصاب قد لا يلاحظ وجود أى مشكلات فى السمع لعدة سنوات.

وغالبًا ما يكون من الصعب أو المستحيل خفض الضوضاء فى ظل ظروف معينة بالمصنع. فحدوث خلل فى ماكينة طرق المعادن، مثلاً، تنتج عنه ضوضاء مفاجئة تصل إلى 135 ديسيبل، ولا يمكن فعل شىء تقريبًا لخفض هذا التلوث الضوضائى. وفى مثل هذه الحالات فإن ارتداء واقيات الأذن أو سدادات الآذان يمكن أن يحمى العمال من التعرض لإصابات سمعية.

وربما تكون مكبرات الصوت المستخدمة للموسيقى من أكثر مُسببات الضوضاء العالية شيوعًا اليوم. فجهاز الإستيريو يمكن أن يوَلِّد لكل قناة مائة وات، مما ينتج مستويات ضوضاء تزيد على 115 ديسيبل. وهناك مصدر صوتى أكثر خطورة، وهو سماعات الأذن، فمجرد عدة أجزاء من الألف من الوات خارجة من هذه السماعات يمكن أن تنتج مستوى خطيرًا من التلوث الضوضائى يبلغ ما بين 90 إلى 105 ديسيبل.

وفى بعض المناسبات يكون مستوى الصوت المنتج من مثل هذه الأجهزة عاليًا جدًّا؛ بحيث يمكن أن يؤلم الأذن. وعندما يحدث هذا فإن الصوت يمر بما يُسمى «عتبة الإحساس»، ويكون الشعور الرئيسى آنذاك هو الألم بدلاً من السمع.

www.ibtesama.com/vb

** معرفتي **
www.ibtesama.com/vb

الصورة المتحركة (السينما)

الأفلام السينمائية، أو «تصوير الحركة»، هى جزء من ثقافة الحياة اليومية الحديثة. والفن السينمائى، فى شكل أو بآخر من أشكاله، موجود منذ ما يزيد عن قرن من الزمان. وتقوم الأفلام على نظرية «بقاء الرؤية» أو «بقاء الأثر فى العين». فالعين البشرية تحتفظ بالصورة حوالى جزء من عشرين من الثانية بعد رؤيتها. إن صناعة السينما الحديثة عملية فى غاية التعقد، وتستهلك الكثير من الوقت.

فى أوائل القرن التاسع عشر، اختُرعت آلات بصرية عديدة تستخدم نظرية بقاء الرؤية لخلق إيهام بالحركة من الصور الساكنة، مثل آلة الزوتروب (صندوق الدنيا) التى تتكون من سلسلة من الصور على شريط من الورق ملصق داخل طنبورة دوارة. وكانت بالطنبورة شقوق طولية صغيرة يمكن رؤية الصور من خلالها. وبإدارة الطنبورة، تتحرك الصور بسرعة كافية لخداع العقل بأنها تتحرك. وبعض أجهزة العرض المبكرة، كانت مجرد أجهزة زوتروب معدَّلة. كان يوضع فانوس إضاءة فى وسط الصندوق بحيث تسقط الصورة من خلال فتحة صغيرة على جدار أبيض.

تغير كل شىء باختراع الكينتوسكوب فى 1891، على يد المخترع الأمريكى توماس إديسون (1847-1931)، ومساعده الإسكتلندى ويليام ديكسون. كان الكينتوسكوب يستخدم محركًا لإدارة شريط من الفيلم أمام مصدر ضوء. وكان ذلك يُسقط الصورة من الفيلم على شاشة داخل كابينة. وبعد أربع سنوات، قام الأخوان لوميير: أوجست (1862-1954) ولويس (1864-1948)، باختراع السينماتوجراف، الذى أحدث ثورة فى صناعة السينما. وكانت هذه الآلة المحمولة تقوم بدور كل من الكاميرا، ومعمل التحميض، وآلة العرض، كلها فى آلة واحدة. وسافر الأخوان فى جولة فى الريف الفرنسى يصوران أفلامًا مدتها دقائق قليلة على الأكثر. ثم كانا يحمضان الفيلم فى موقع تصويره.

◄ بعض الأصدقاء يستمتعون بمشاهدة فيلم فى إحدى دور السينما. كل عام تُباع المليارات من تذاكر السينما فى العالم مما يجعل السينما أكثر فنون الترفيه شعبية بين الناس.

www.ibtesama.com/vb

هل تعلم؟

إن عمل فيلم روائى طويل يستهلك كمية هائلة من شريط الفيلم. والشريط 35 ملليمتر، المستخدم فى تصوير الأفلام، هو نفس نوع الشريط الذى يُستخدم فى الكاميرا 35 مللى. والكاميرا السينمائية تُعَرِّض الفيلم للضوء بسرعة 24 كادرًا فى الثانية. وكل 30 سنتيمتر من الشريط تأخذ 16 كادرًا. وآلات عرض الفيلم تحرك الفيلم بسرعة 24 كادرًا فى الثانية، ومن ثم فإن ثانية واحدة من الفيلم السينمائى تأخذ 45 سنتيمترًا من الشريط الفيلمى. فإذا عرفنا أن مُعَدَّل طول الفيلم السينمائى حوالى ساعتين، فإن الشريط الذى يستخدم لعرضه يزيد طوله على 3.2 كيلومتر. والواقع أن كمية الشريط المستخدمة أكثر من ذلك، حيث إن كثيرًا من اللقطات يتم التخلص منها أو تقليصها أثناء مونتاج الفيلم.

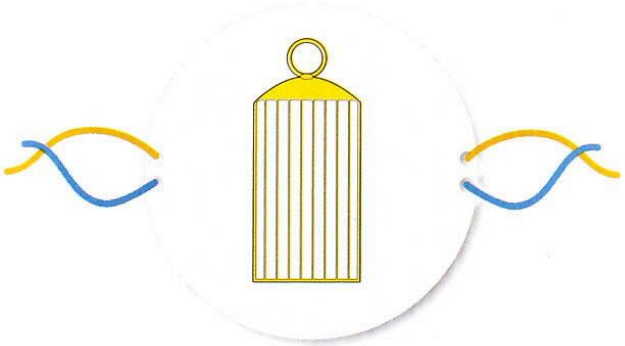
السينماتوجرافيا فى القرن العشرين

على مدى القرن العشرين، أصبحت تكنولوجيا صناعة الأفلام أكثر تعقدًا. وبالوصول إلى الثلاثينيات، كان جمهور السينما يستمتع بالأفلام الملونة التى تشتمل على مسار صوتى. وفى نهاية القرن العشرين، ازداد طول الأفلام من دقائق قليلة إلى ساعتين أو أكثر. وربما كان أكبر تغيير هو دخول التكنولوجيا الرقمية (الديجيتال) إلى عمليات إنتاج الأفلام. وكان التقليد المتبع هو تصوير وتوزيع الأفلام فى دور السينما على أفلام السليولويد بسبب جودة الصورة التى تعرضها. والسينما الرقمية هى طريقة جديدة فى صناعة وعرض السينما. وفكرتها الأساسية هى استخدام الأكواد الرقمية (خطوط من الرقمين واحد وصفر)؛ لتسجيل وإرسال وتشغيل الأفلام السينمائية. وفى عام 2002، أخرج الكاتب والمخرج الأمريكى جورج لوكاس (1944-) فيلم حرب النجوم: الجزء الثانى ـ هجوم المستنسخين، وهو الفيلم الذى كان أول فيلم بميزانية ضخمة يتم تصويره بالكامل بكاميرا فيديو رقمية.

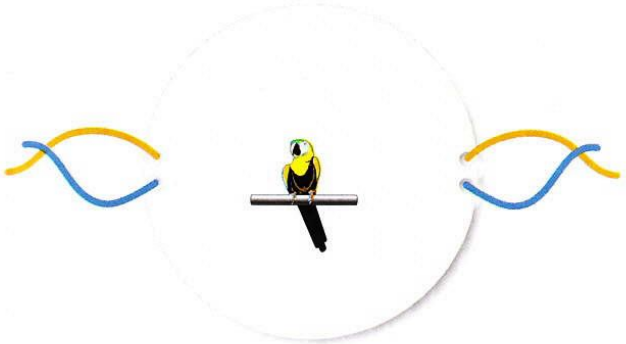
الكاميرا السينمائية

تلتقط الكاميرا السينمائية سلسلة من الصور الثابتة على شريط فيلمى طويل. وهى تعمل بنفس الطريقة التى كانت تعمل بها أول كاميرات فوتوغرافية اختُرعت منذ أكثر من مائة سنة. ويُجذب الفيلم عابرًا العدسة بآلة تُسمى المخلب. وتلتقط كل صورة أثناء توقف الشريط للحظة قصيرة جدًّا. ويتم تثبيت الفيلم فى المكان المضبوط للصورة أمام شباك، وهو عبارة عن فجوة بين قطعتيْن مسطحتيْن من المعدن، يعبر الفيلم من بينهما. وجزء الشباك الذى يواجه عدسة الكاميرا، به فتحة مربعة تسمح بمرور الضوء من العدسة ليتعرَّض الفيلم له. والإطار المعدنى لهذه الفتحة، يحمى باقى الفيلم من التعرض للضوء.

الثوموتروب



▲ الثوموتروب (الصورة العجيبة) هى لعبة بصرية بسيطة تعتمد على فكرة بقاء الرؤية. يُرسم قفص على أحد وجهى كارت مستدير الشكل من الورق المقوى. ويُربط خيطان من خلال ثقوب فى جانبى الكارت.



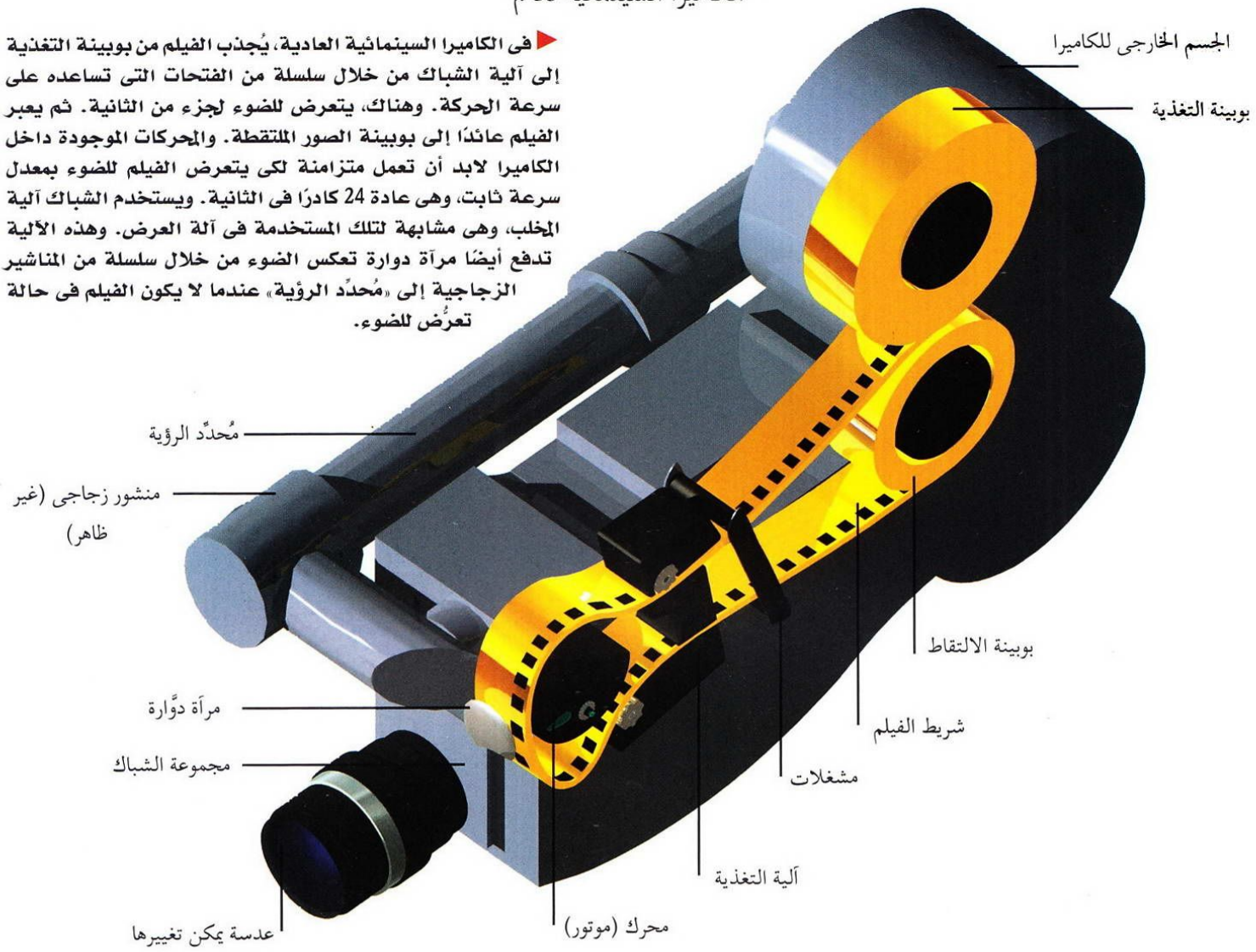
▲ يُرسم طائر على الوجه الآخر للكارت. ثم يُلف الكارت عدة مرات فيلتف الخيطان على بعضهما البعض.

▲ وعندما يُشد الخيطان، يدور الكارت بسرعة. وتختلط الصورتان فى العين؛ نتيجة بقاء الرؤية، حتى يبدو وكأنهما صورة واحدة للطائر داخل القفص.

www.ibtesama.com/vb

الكاميرا السينمائية 35 م

فى الكاميرا السينمائية العادية، يُجذب الفيلم من بوبينة التغذية إلى آلية الشباك من خلال سلسلة من الفتحات التى تساعده على سرعة الحركة. وهناك، يتعرض للضوء لجزء من الثانية. ثم يعبر الفيلم عائدًا إلى بوبينة الصور الملتقطة. والمحركات الموجودة داخل الكاميرا لابد أن تعمل متزامنة لكى يتعرض الفيلم للضوء بمعدل سرعة ثابت، وهى عادة 24 كادرًا فى الثانية. ويستخدم الشباك آلية المخلب، وهى مشابهة لتلك المستخدمة فى آلة العرض. وهذه الآلية تدفع أيضًا مرآة دوارة تعكس الضوء من خلال سلسلة من المناشير الزجاجية إلى «مُحدِّد الرؤية» عندما لا يكون الفيلم فى حالة تعرُّض للضوء.



إن شكل الفيديو الرقمى الحديث يبدو مختلفًا تمامًا عن الأفلام التى التقطت باستخدام أفلام السيليولويد التقليدية. تلتقط كاميرات السينما السيليولويد بسرعة 24 كادرًا فى الثانية، لكن كاميرات الفيديو الرقمى تلتقط بسرعة أكبر، هى 25 كادرًا فى الثانية. وصورة الفيديو تبادلية، بمعنى أن كل كادر ينقسم إلى مجموعتيْن من الخطوط الأفقية تتبادلان معًا. وقد صُمم الفيديو بهذه الطريقة ليعمل بنظام التليفزيون القياسى. فالشعاع الإلكترونى للتليفزيون يرسم خطًا ويترك خطًا وهو يتحرك من أعلى إلى أسفل على شاشة التليفزيون، مع التبديل ذهابًا وإيابًا بين الخطوط ذات الأرقام الفردية والخطوط ذات الأرقام الزوجية، فى كل رحلة له عبر الشاشة.

ويستخدم صانعو الأفلام كاميرات الفيديو الديجيتال التى تستطيع محاكاة الخصائص المرئية للأفلام التى تستخدم أفلام السيليولويد. وهذه الكاميرات مزودة بعدسات من أعلى المستويات، وتلتقط 24 كادرًا فى الثانية مثل كاميرات الأفلام السيليولويد تمامًا. وبهذا التجهيز، يمكن للكاميرا أن تصور أفلام فيديو تتكون من كادرات كاملة بدلاً من الحقلين المتبادلين.

وتلتقط كاميرا الفيديو الرقمية الصور والأصوات ثم تترجم تلك المعلومات إلى كود ثنائى. وتستخدم الكاميرا شرائح مزدوجة الشحنة لتحويل الضوء الداخل إلى إشارة إليكترونية. وحينئذ يقوم مُحوِّل رقمى بتحويل هذه الإشارة إلى كود ثنائى. وعلى عكس أفلام السيليولويد، لا يحتاج الكود الثنائى إلى تحميض، فيمكن عرضه فى الحال ونسخه دون أى هبوط فى الجودة. والكود الثنائى أيضًا أكثر مرونة بكثير من الفيلم السيليولويد المعتاد؛ فيمكن للكمبيوتر التحكم فى البيانات لأداء مهام مثل المونتاج وإدخال المؤثرات الخاصة.

www.ibtesama.com/vb

هل تعلم؟

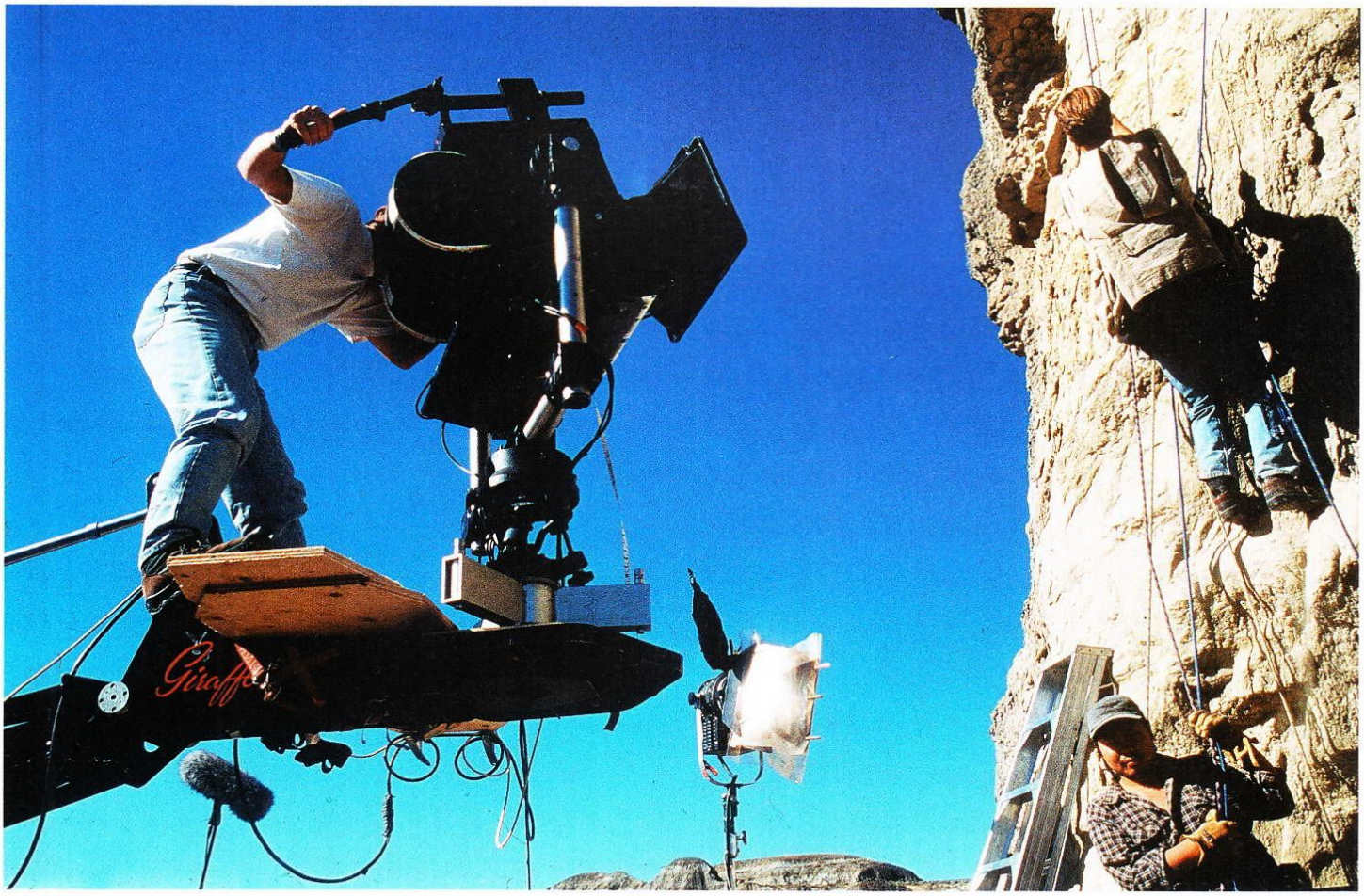
يمكن وضع الكاميرات على عدد من الحاملات المختلفة. فهناك حامل الحركة البانورامية والحركة الرأسية؛ الذى يتيح للكاميرا حركة بانورامية (لفها من جانب إلى الجانب الآخر)، أو تحريكها إلى أعلى وأسفل. وهذا الحامل يوضع عادة على حامل ثابت ثلاثى الأرجل. ويمكن وضع الكاميرا، على حامل ذى عجلات، يسمى "الدُّوللى"، يجرى على مسارات أثناء تصوير مشاهد الحركة. وهناك أيضًا روافع مختلفة لرفع الكاميرا، وللشخص الذى يقوم بتشغيلها لتصوير مشاهد من زاوية مرتفعة. وبمقدور الكاميرات الحديثة خفيفة الوزن، أن تُحمل باليد، وتعليقها غالبًا على كتف أو عنق من يقوم بتشغيلها، ومن ثم يمكنه الحركة بحرية.

المؤثرات الخاصة

لا يكاد يخلو فيلم من الأفلام التى تصنع اليوم من المؤثرات البصرية التى تضيف متعة إلى الفيلم. لكن صانعى الأفلام استخدموا المؤثرات الخاصة منذ الأيام الأولى لصناعة السينما. والأفلام الأولى التى صنعت فى تسعينيات القرن 19، كانت تعتمد على خُدَع التصوير لإمتاع الناس. وبعض صانعى الأفلام الأوائل اخترعوا مؤثرات خاصة لا تزال تستخدم حتى اليوم.

فالقطع القافز يمكن استخدامه لجعل الممثل أو الشىء يختفى، أو لتحريك نموذج. تتوقف الكاميرا، ويتم عمل تغيير فى المشهد، ثم تبدأ الكاميرا فى التصوير مرة أخرى، لكن التوقف والبدء لا يظهران فى الفيلم النهائى. كذلك يمكن الحصول على حركة سريعة أو بطيئة بتغيير سرعة حركة الشريط فى الكاميرا. فإذا تحرك الشريط فى الكاميرا بسرعة زائدة أثناء تصوير المشهد، فستبدو الحركة بطيئة عند عرض الفيلم بالسرعة العادية. وبوضع أدوات على مسافات مختلفة من الكاميرا، يبدو كما لو كان حجمها قد تغير. ووضع نموذج قريبًا من الكاميرا، يجعله يبدو أكبر كثيرًا من شىء أو شخص فى الخلفية.

▼ مُشغِّل الكاميرا يقف على منبر لالتقاط مشهد من زاوية مرتفعة أثناء تصوير فيلم تى ركس: «العودة إلى العصر الطباشيرى» (1998).



www.ibtesama.com/vb

▲ **سيدة تستخدم برنامج مونتاج على الكمبيوتر لتجميع لقطات أحد المشاهد. وتستخدم الكمبيوترات فى العديد من مراحل صناعة الفيلم، وربما كان أهم هذه العمليات، ما يحدث فى مجال صناعة الصور المولَّدة بواسطة الكمبيوتر.**

وتستخدم تكنولوجيا الكمبيوتر لإنتاج صور مولَّدة بواسطة الكمبيوتر فى الأفلام. والمشاهد الكمبيوترية تجعل من الممكن وضع أماكن وشخصيات خيالية، مثل شخصية الجولوم فى الثلاثية الفيلمية «مملكة الخواتم». ويتكون فريق المشاهد الكمبيوترية من مئات الفنانين والمديرين والمنتجين والفنيين الذين يعملون معًا لصنع مشاهد مقنعة للجمهور.

ويمكن للفنانين صناعة وتحريك شخصيات ثلاثية الأبعاد ثم إدخالها بشكل لا يمكن كشفه داخل المشاهد المصورة. وفى عملية التحريك، يقوم أحد فنانى الحركة بتخطيط حركة شخصية ثلاثية الأبعاد داخل المشهد. وتقوم كاميرا ثلاثية الأبعاد بمحاكاة حركة الكاميرا العادية حتى يمكن للعناصر ثلاثية الأبعاد المضافة إلى المشهد، أن تتحرك بشكل صحيح كحركات الكاميرا العادية فى المشهد النهائى.

والتقاط الحركة تكنيك يُستخدم لجمع المعلومات عن الحركة. وهذه المعلومات تستخدم فى تحريك الشخصيات ثلاثية الأبعاد بدرجة كبيرة من الواقعية. ويتم وضع ممثل يرتدى رداءً به علامات عاكسة أو أضواء عند كل مفصل فى جسده. ويتحرك الممثل على مسرح، وتسجل كاميرات الأبعاد الثلاثية الحركات من عدد من الزوايا المختلفة. ويتتبع الكمبيوتر العلامات العاكسة أو الأضواء ويجمع بينها فى شخصية مرسومة متحركة تطابق حركة الممثل.

أمّا الروتوسكوب فهو عملية وضع تخطيط ورفع عناصر المشهد الفيلمى من الكادر؛ بحيث يمكن إضافة عناصر أخرى. وغالبًا ما تستخدم صورة ثنائية الأبعاد؛ لإضافة أو إزالة عناصر من أحد المشاهد. ويقوم فنانون مختصون بالأبعاد الثنائية برسم مشاهد متخيلة، يرسمون أسلاكًا وأطقمًا، ويرسمون فوق الفراغات التى يمكن إيجادها عن طريق عملية الروتوسكوب نفسها.

ويمكن أن تتكون اللقطة الواحدة من اثنتى عشرة طبقة أو أكثر تضاف كلها لخلق المشهد النهائى. والتركيب هو عملية إضافة كل

www.ibtesama.com/vb

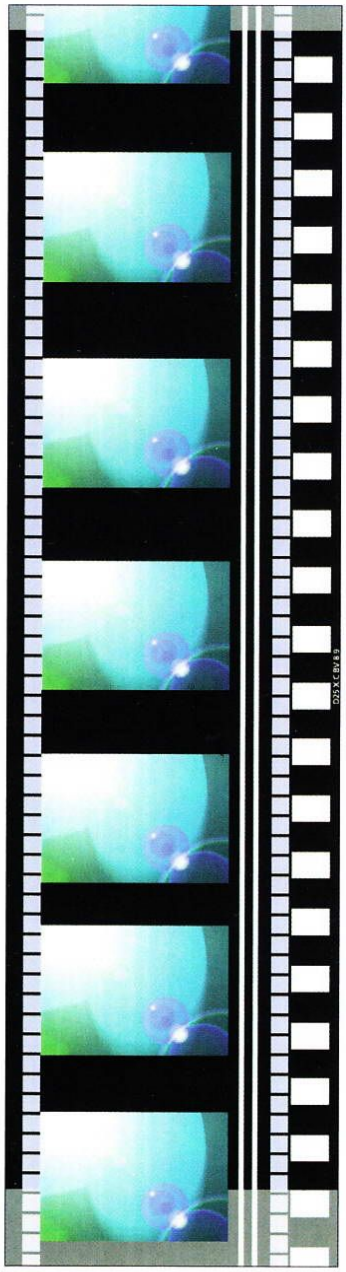
هذه الطبقات المختلفة معًا. وفنان التركيب يجمع كل العناصر بالترتيب الصحيح؛ لكى يكون كل عنصر فى ترتيبه المطلوب. وملفات الحركة الحية الرقمية، وكذلك الطبقات المختلفة التى يقوم بعملها فريق المؤثرات البصرية، تستهلك كميات هائلة من مساحة القرص الرقمى.

مسار الصوت

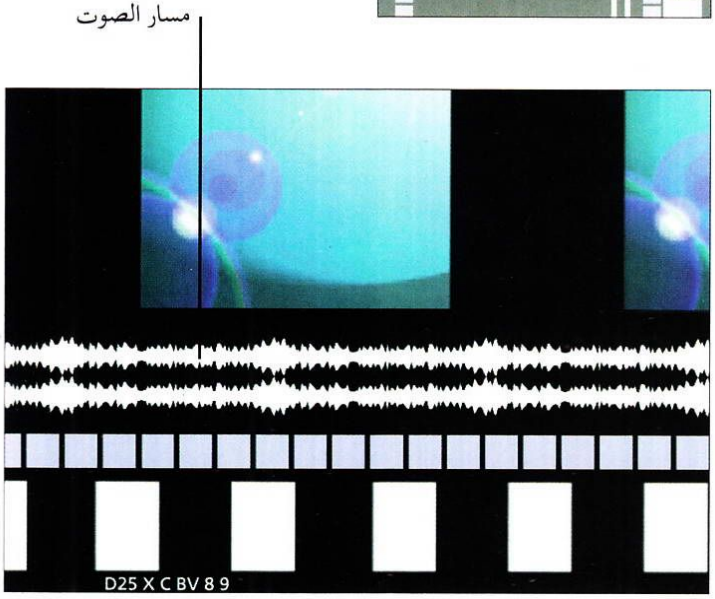
مسار الصوت هو الشريط الضيق الموجود على حافة الأفلام السيليولويد، وهو تسجيل صوتى كامل للفيلم، ويمكن تسجيله ضوئيًا أو مغناطيسيًا. ومنذ وقت مبكر، فى 1906، أجرى المخترع الفرنسى أيوجين لوست (1857-1935) تجارب لجعل الصوت يتزامن مع الأفلام السينمائية. وكانت طريقة لوست البصرية هى تصوير الصوت داخل نيجاتيف الصورة. واستخدم صمامًا ضوئيًا يتم التحكم فيه بواسطة ميكروفون. وكان الصمام يفتح ويغلق بحيث تكون كمية الضوء الساقط على الفيلم فى أى وقت تماثل إشارات الصوت الخارجة من الميكروفون.

وكان فيلم «مغنى الجاز» (1927) هو أول فيلم يحتوى على مسار صوتى متزامن. وقد تم تسجيل الصوت بعد تصوير الفيلم. وتم تشغيل جهاز تسجيل على قرص دوار يقوم بمزامنة الصوت مع الفيلم بالتحكم فى سرعة آلة العرض. وأطلق على هذه العملية «الصوت على القرص». وفى ثلاثينيات القرن العشرين بدأ الصوت على الشريط الفيلمى يصبح البديل للصوت على القرص، كتكنولوجيا مختارة لعمل تزامن لمسار الصوت مع الفيلم. وكانت أكبر مشكلة لهذه الطريقة هى أن الطبيعة الحبيبية لشريط الفيلم تنتج الكثير من الضوضاء الخلفية.

وقد اختُرع جهاز التسجيل على الشرائط فى 1944. وبعد ست سنوات، كانت صناعة السينما قد تبنت الصوت المسجل مغناطيسيًا. كان الصوت يُسجل على شريط ممغنط باستخدام مغناطيس كهربائى وميكروفون. وكانت هناك مزايا عديدة للصوت المسجل بالمغنطة. فقد تم التخلص تقريبًا من الضوضاء الخلفية، وأصبح من الممكن تشغيل الصوت مباشرة بعد التسجيل، وأضحى من السهل عمل نُسخ متعددة. وكل جزء من المسار الصوتى - الحوار والموسيقى والمؤثرات الخاصة - يتم وضعه على شريط فيلمى منفصل، ويتم قصه فى المونتاج ووضعه متزامناً مع الصورة الفيلمية. ثم يتم جمع البوبينات باستخدام جهاز ميكساج



الهدف الأساسى لتسجيل الصوت فى فيلم سينمائى، هو جعل الصورة متزامنة مع الصوت. وفى معظم الحالات، يتم تسجيل الصورة والصوت منفصلين. وبعد عملية المونتاج، يتم وضع الحوار والموسيقى والمؤثرات الصوتية فى أماكنها الصحيحة على شريط الفيلم كخطوط شفافة على خلفية سوداء بمساحات متغيرة مستمرة. هذه الخطوط تُسمى مسار الصوت. ويتم تشغيل الصوت فى السينما بتسليط شعاع من الضوء على مسار الصوت (انظر تحت). وتُستخدم التغيرات فى قوة الشعاع لإنتاج إشارات الصوت، والتى يتم تكبيرها.



www.ibtesama.com/vb

(مزج للأصوات) وتسجيلها على قرص ممغنط رئيسى يُسمى ماستر ديسك. ويتم تسجيل الماستر ديسك على شريط ضوئى سالب للصوت، تُطبع منه نسخ للاستخدام فى دور العرض.

ظهر الصوت المحيط لأول مرة فى فيلم فانتازيا (1941) الذى قدمه صانع أفلام الرسوم المتحركة والت ديزنى (1901-1966). ولكى تعرض دور السينما هذا الفيلم، كان لابد من شراء سمَّاعات مخصوصة، وكان لابد من وجود آلتيْن للعرض، إحداهما لتشغيل الفيلم، وأحد مسارات الصوت، والأخرى مخصصة لأربعة مسارات صوت خاصة. وحدث تطور كبير فى تقنية الصوت المجسم عندما ظهرت أجهزة استيريو من نوع الدولبى. والفيلم الذى يستخدم استيريو دولبى يستخدم نوعًا من التكويد الضوئى، له خطان ضوئيان، على الفيلم ينتجان أربع قنوات مختلفة للصوت: اليسرى واليمنى والوسطى والخلفية. وهناك طريقة تسمى«الماتريكس» تقارن البيانات على المسارين الضوئيين الأيمن والأيسر؛ فتحدد السماعة التى ترسل إليها الإشارة.

والدولبى الرقمى هو أكثر الأنظمة الرقمية للصوت انتشارًا اليوم. فبدلاً من عملية التقسيم المستخدمة فى نظام الماتريكس، يتم تكويد كل قناة من قنوات الصوت على حدة. ويقوم جهاز قراءة الدولبى الرقمى بمسح الفيلم وهو يمر فى آلة العرض. ويتوهج ضوء قادم من خلية ضوئية عبر الفيلم على شرائح مزدوجة الشحنة. وتُرسل الصورة، التى تحتوى بقعًا وفراغات تمثل الأرقام الثنائية (الواحدات والأصفار) ترسل بواسطة جهاز القراءة إلى معالج يعيد تحويله إلى صوت مرة أخرى.

آلة عرض الفيلم

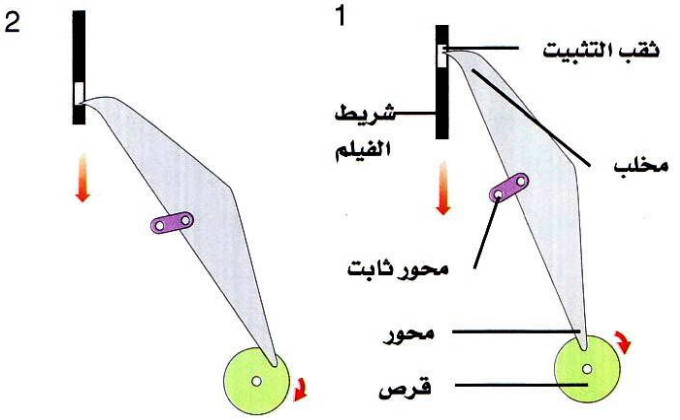
آلة العرض قطعة بالغة الأهمية من تكنولوجيا صناعة السينما، على الرغم من أن الغالب هو تجاهلها. وآلات العرض الحديثة أكثر إضاءة، وأسرع، وتعمل بشكل أفضل من الأنواع الأقدم، لكن المبدأ الأساسى هو نفسه منذ بدايات القرن العشرين. والعناصر الرئيسية فى آلة العرض هى مصدر ضوء، ومُكثِّف لضخ ضوء متوازن عبر الفيلم، وسطح مستوٍ للصورة (المساحة المنبسطة التى يعرض الفيلم عليها)، وعدسة عرض.

والمصدر الضوئى عادة مصباح ملىء بغاز الزينون الخامل. والمكثِّف يستخدم مرآة وزوجًا من العدسات لمزيد من تكثيف الضوء، وتوزيعه بشكل متوازن على مسطح الصورة. وقبل وصول

هل تعلم؟

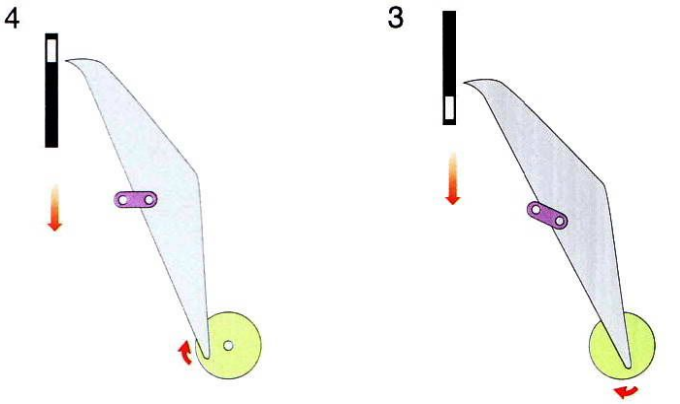
الفيلم النموذجى به من 1000 إلى 1500 كادر. وكل مشهد يصور باستخدام عدد من الكاميرات المختلفة لالتقاط المشهد من أكثر من زاوية. ثم يتم تجميع الكادرات المختلفة لعمل المشهد النهائى. والمشهد الواحد يحتوى الكثير من الكادرات المنفردة، والتى يتم تجميعها لعمل فيلم كامل.

آلية مخلب آلة العرض



1-فى آلة العرض ذات المخلب يتصل أحد طرفى المخلب بحافة قرص دوَّار. والطرف الآخر يشتبك فى أحد ثقوب التثبيت الموجودة على طرف الفيلم.

2- تجذب حركة العجلة المخلب إلى أسفل؛ فيجذب الفيلم إلى وضع التعرّض للضوء.



3- وبينما يلف القرص؛ ينفصل المخلب عن الثقب. وهنا يتعرض الكادر للضوء.

4- حركة القرص المتجهة إلى أعلى، تدفع المخلب إلى أعلى حتى يصبح فى مستوى الثقب التالى.

www.ibtesama.com/vb

هذا نموذج أولى لآلة عرض سينمائية دى إل بى (معالجة الضوء الرقمية) من شركة تكساس إنسترومنتس. وهو مشابه للأنظمة التى تم استخدامها فى العرض الرقمى لفيلم قصة لعبة، الجزء الثانى. والنظام مصمم ليتم تشغيله بسهولة فى كابينة آلة العرض العادية لدار السينما.

الضوء إلى الفيلم، يمر عبر بوابة تمنع الضوء من إضاءة أى شىء إلا الجزء الصحيح من الفيلم. ثم يعبر الضوء من الفيلم ويصل إلى العدسة الرئيسية. ويتم شد الفيلم على قضيبيْن وهو يعبر أمام العدسة. ويتقدم كادرًا واحدًا، ويتوقف لجزء قصير من الثانية، ثم يتقدم إلى الكادر التالى. وهناك غالق يُقفل أمام الصورة المعروضة، بينما يتحرك الفيلم من البوابة. ومن آلة العرض، يرحل الضوء إلى مسطح الصورة فى مقدمة مسرح العرض(الشاشة).

وآلة عرض السينما الجيدة التى يوضع فيها فيلم جيد الطباعة، تنتج صورة رائعة وحيوية. والمشكلة أنه بالاستعمال المتعاقب، لا تظل الجودة على نفس حالها فى أول مرة يعرض فيها الفيلم. أما آلة العرض الرقمية، فهى تضمن أن الأفلام تعرض بنفس الجودة العالية كل مرة. وهناك نوعان رئيسيان من تكنولوجيا آلة العرض الرقمية: آلة عرض المرايا الدقيقة، وآلة عرض شاشة الكريستال السائل (LCD).

وآلة عرض المرايا الدقيقة، تكوِّن الصورة باستخدام ملايين المرايا متناهية الصغر. وفى هذا النظام، تعكس المرايا الضوء بناء على المعلومات المشفَّرة فى إشارة الفيديو. والمرايا تهتز بسرعة من الفتح إلى الغلق لخلق ظلال ألوان متنوعة. والمرآة التى تفتح مدة أطول؛ تعكس ضوءًا أكثر وتشكل نقطة ضوئية أكثر سطوعًا من المرايا الأخرى. وتجميع نقاط الضوء الدقيقة المنعكسة يكوِّن الصورة المعروضة على الشاشة.

أما آلة عرض شاشة الكريستال السائل، فهى تعكس ضوءًا عالى الكثافة على مرآة ثابتة مغطاة بالبلورات السائلة. وتقوم آلة العرض، اعتمادًا على الإشارة الرقمية، بتوجيه بعض البلورات السائلة إلى تمرير الضوء المنعكس، والبعض الآخر لعدم تمريره. وبهذه الطريقة، تحوِّل الشاشة الكريستالية شعاع الضوء لخلق صورة.

وتكنولوجيا آلة العرض الرقمية لها عيب واحد رئيسى. فى النوعيْن المذكوريْن، قد يحدث انفجار لبعض نقاط الضوء، كل واحدة منفردة، من وقت إلى آخر، وعندما يحدث ذلك تقل جودة الصورة لكل فيلم يعرض على هذه الآلة. لكن، إذا حدث خدش فى إحدى طبعات الفيلم، فإن نسخة واحدة من هذا الفيلم وحده تكون قد دمرت.

نظرة إلى المستقبل

سوف تحل التكنولوجيا الرقمية محل تقنيات السينما القديمة؛ لأن النوعية تصل إلى جودة فيلم السيليولويد، كما أنها أسهل كثيرًا وأرخص فى تكلفتها. كما أن نقل الفيديو بالطرق الرقمية؛ يفتح إمكاناتٍ لتحسينات أخرى فى الصوت المحيط، وتنويعات فى البرمجة، وسينما تفاعلية. وإذا قامت شركات الإنتاج ودور السينما باكتشاف آفاق التكنولوجيا الجديدة بالكامل، فربما تصبح السينما الرقمية هى أكبر تطور حدث للأفلام منذ اختراع الصوت المتزامن.

www.ibtesama.com/vb

الضوء

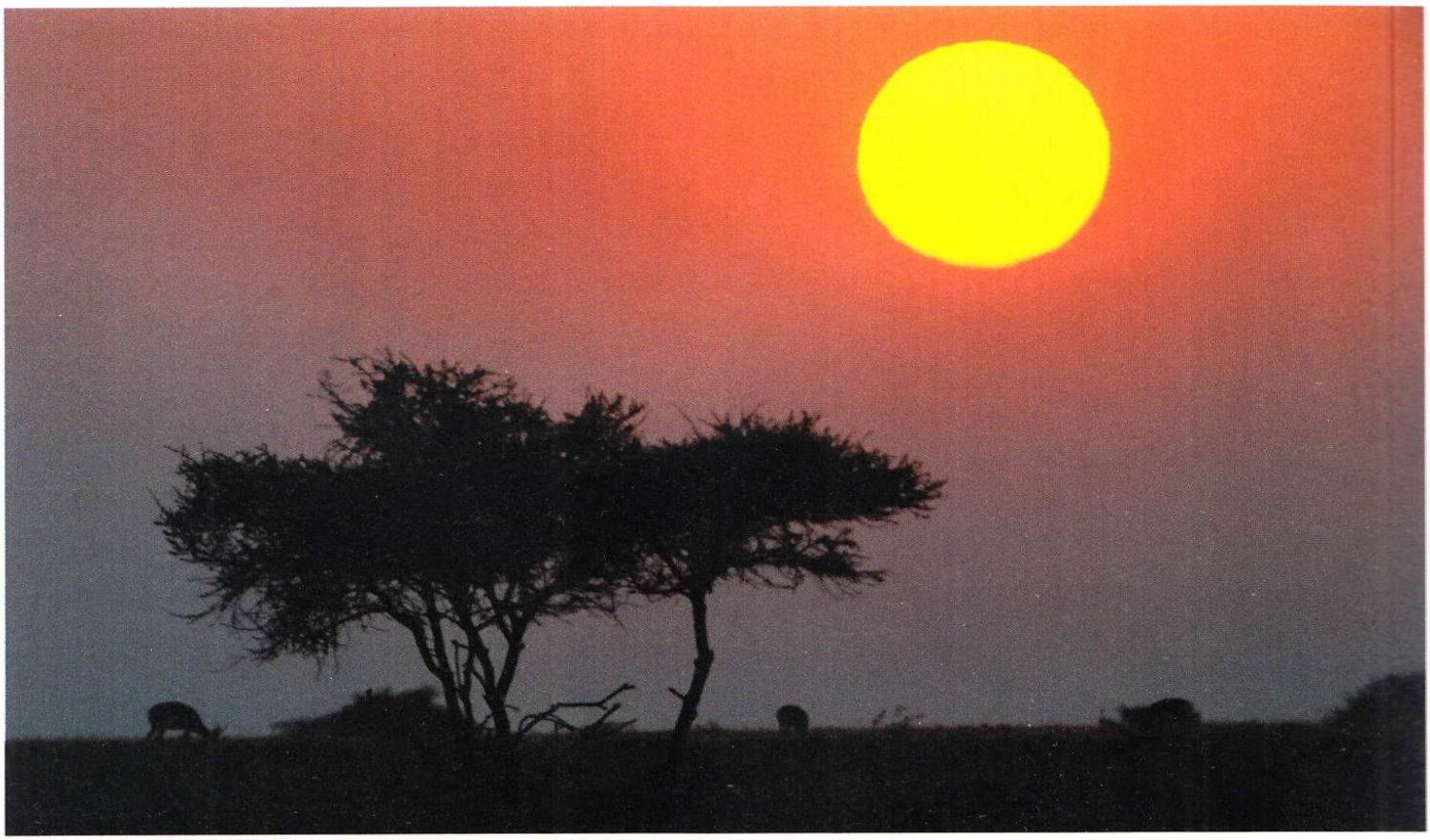
أدت دراسة الضوء والمسار الذى يسلكه إلى اختراع كل أنواع الأجهزة والأدوات المفيدة، والتى تتفاوت من عدسات النظارات والعدسات المكبرة، إلى المجاهر التى يمكن أن تكبِّر آلاف المرات، والمناظير التى مكّنت علماء الفلك من رؤية أشياء تبعد ملايين الأميال فى الكون.

الضوء هو الذى يتيح للبشر رؤية العالم المحيط بهم؛ حيث تدخل أشعة ضوئية صادرة من شىء ما، فتستشعر العين الأشعة، وترسل نبضة عصبية إلى المخ الذى يترجمها إلى صورة للشىء المرئى.

والشمس هى المصدر الرئيسى للضوء. وأثناء النهار يرى الناس الأشياء؛ لأنها تعكس أشعة الشمس إلى الأعين. ومنذ قرون طويلة، اكتشف الإنسان طرقًا لإنتاج الضوء لاستخدامه عندما تغيب الشمس فى الليل. ففى العصور القديمة، أنتج الإنسان الضوء بإحراق الراتينج المستخلص من الأشجار أو الزيت، بداخل مصابيح من الحجر الرملى المجوَّف. وفى العصور الحديثة أصبح المصباح الكهربائى المصدر الرئيسى للإضاءة ليلاً داخل المنازل.

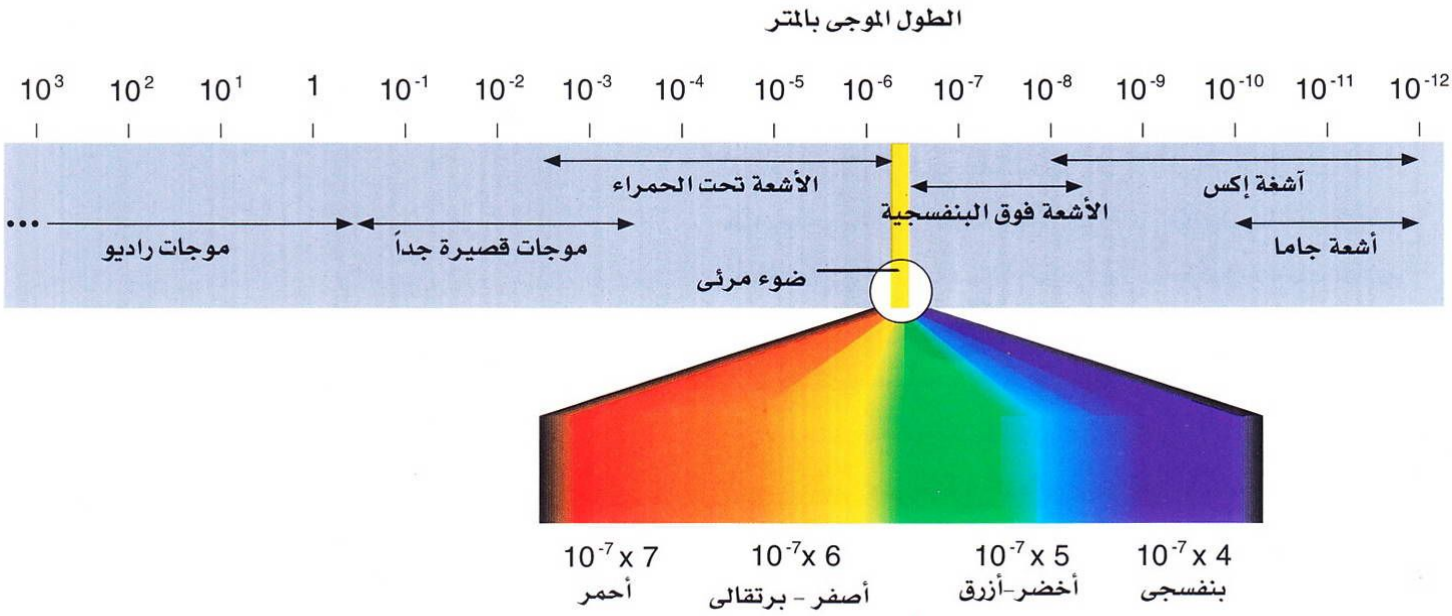
أشعة الشمس

الضوء شكل من أشكال الطاقة الشمسية. وتنبعث الطاقة من الشمس أيضًا على شكل شعاعات حرارية وموجات راديو. والواقع أن الضوء والأشعة الحرارية وموجات الراديو هى أشكال مختلفة من الإشعاع الكهرومغناطيسى، والذى يتكون من موجات متنقلة من الطاقة الكهربائية والمغناطيسية. ويكمن الفرق بين تلك الأشكال من الإشعاع فى طول موجاتها، أى المسافة بين قمتى موجتيْن متعاقبتيْن.



▼ الشمس تمدنا بمعظم الضوء الموجود على الأرض. تعكس الأشياء أشعة الشمس خلال النهار، وتميز الأعين الأشياء بانعكاس أشعة الشمس عليها.

www.ibtesama.com/vb



▲ **يبين الشكل المعدلات التقريبية للطول الموجى لأشكال مختلفة من الإشعاع فى الطيف الكهرومغناطيسى.**

ويمكن أن يبلغ طول موجة الراديو عدة آلاف من الأمتار. ومن ناحية أخرى، يمكن أن يبلغ الطول الموجى للإشعاعات الحرارية عدة أجزاء من مائة ألف جزء من المتر. بينما طول الموجة الضوئية يبلغ بضعة أجزاء من عشرة ملايين جزء من المتر (10^{-7}).

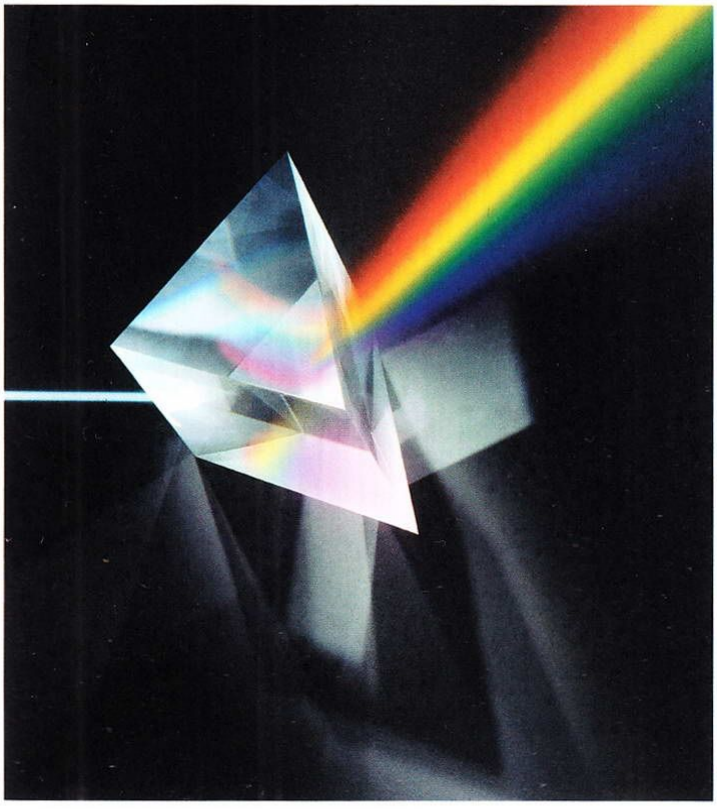
الطيف الكهرومغناطيسى

وضوء الشمس الأبيض ليس بسيطًا كما يبدو. فعندما يمر ضوء الشمس خلال كتلة من الزجاج، تُسمى منشورًا، فإنه لا يخرج من هذا المنشور ضوءًا أبيض، ولكنه يتفرع إلى حُزمة من الألوان المختلفة. وتتنوع هذه الألوان بين الأحمر والبرتقالى والأصفر والأخضر والأزرق والنيلى والبنفسجى، وتُسمى هذه الحُزمة الملونة طيفًا. ويوافق كل لون طول موجة ضوئية خاصة به، فموجة اللون البنفسجى هى أقصر الموجات (نحو 4×10^{-7} من المتر).

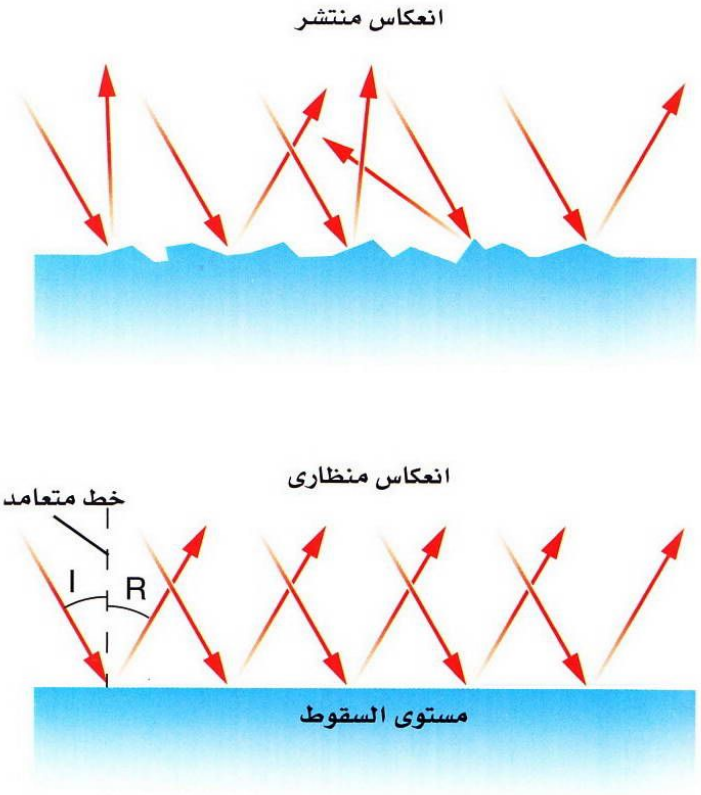
ولا يمكن رؤية الإشعاع بعد كل جانب من جانبى الطيف المرئى، لكن يمكننا استكشافه عن طريق أشياء، مثل أجهزة تصوير متخصصة أو أفلام تصوير فوتوغرافى. وتُسمى الأشعة الأقصر فى طولها الموجى من اللون البنفسجى الأشعة فوق البنفسجية، كما تُسمى الأشعة الأطول من اللون الأحمر الأشعة تحت الحمراء (وهذه الأشعة يشعر بها الناس فى شكل حرارة).

ويقدم لنا الطيف الضوئى معلومات مثيرة للاهتمام حول المصدر الذى ينبعث منه الضوء. فدراسة الأطياف الضوئية الصادرة عن نجم، على سبيل المثال، تمكّن الفلكيين من معرفة مقدار حرارة النجم

▼ **يحلل المنشور الضوء الأبيض إلى سبعة ألوان مختلفة، هى بالترتيب: الأحمر والبرتقالى والأصفر والأخضر والأزرق والنيلى والبنفسجى. وطبقًا لظاهرة الانكسار، يبطئ الزجاج من سرعة الضوء، وينكسر كل لون بمقدار مختلف، ويتوقف مقدار انكسار اللون على طوله الموجى (انظر التوضيح أعلى الصفحة).**



www.ibtesama.com/vb



▲ **فى الانعكاس المنتشر، يتفرق شعاع ضيق من الضوء فى جميع الاتجاهات عند سقوطه على سطح خشن مجهريًا مثل الورق. أما الانعكاس على سطح أملس، مثلما يحدث مع المرآة، فينعكس شعاع ضوئى مع الخط العمودى على السطح العاكس، ليصنع زاوية الانعكاس التى تكون مساوية لزاوية السقوط. والخط العمودى والأشعة الساقطة والأشعة المنعكسة كلها تقع على سطح مستوٍ أفقى يُسمى «مستوى السقوط».**

والعناصر التى يحتوى عليها، وما إذا كان النجم يقترب من الأرض أو يبتعد عنها. ويُسمى الجهاز المستخدم فى دراسة الأطياف الضوئية «سبكتروسكوب» أو «منظار الطيف».

الانعكاس والانكسار

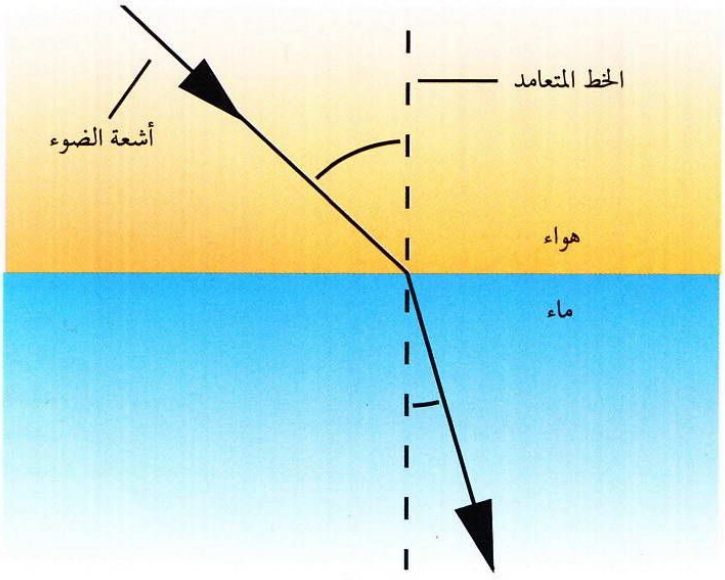
هما أكثر ما نألفه من خصائص الضوء. ويمكن أن ترى فاعليتهما عندما يراقب شخص مجموعة من الأعواد النامية فى مياه بحيرة ساكنة صافية. فعلى سطح المياه يستطيع الشخص أن يرى صورة مقلوبة للأعواد والسماء من فوقها. ويرجع ذلك إلى خاصية انعكاس الضوء؛ حيث سقط الضوء من القصبات والسماء على سطح المياه فانعكس لأعلى عائدًا إلى العين.

وإذا نظر الشخص إلى المياه، يمكنه رؤية سيقان الأعواد تحت السطح. والغريب أن الأعواد تبدو وكأنها منثنية عند سطح المياه. ويرجع هذا إلى خاصية الضوء المسماة بالانكسار، فأشعة الضوء المارة من مادة إلى مادة أخرى تنثنى، أو تنكسر. وفى حالة الأعواد انكسرت أشعة الضوء الآتية من صورة الأعواد تحت سطح الماء أثناء عبورها إلى الهواء. وهذا يخدع العين، فيعتقد الناظر أن الأشعة تأتى من بقعة مختلفة؛ وهكذا تظهر السيقان وكأنها منكسرة.

وتُستخدم خاصية الانعكاس فى المرايا، التى عادة ما تكون عبارة عن لوح زجاجى مغطى من الخلف بغشاء معدنى عاكس. وفى حالة الانعكاس على المرآة تكون زاوية السقوط مساوية لزاوية الانعكاس. وتُقاس هذه الزوايا بين كل من خطى الشعاع الساقط والمنعكس، والخط العمودى الواقع على السطح عند نقطة الانعكاس، ويسمى بالخط المتعامد(انظر الرسم التوضيحى).

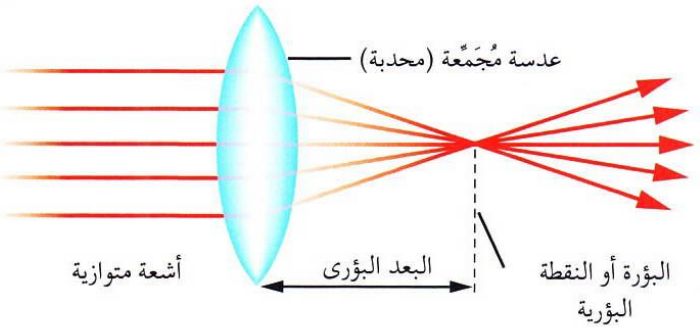
وتُستخدم خاصية الانكسار فى العدسات والمناشير، عندما يمر شعاع من وسط إلى وسط أكثر كثافة. وعلى سبيل المثال من الهواء إلى زجاج أو ماء، فينحنى الشعاع المنكسر نحو الخط المتعامد. وعندما يمر شعاع إلى وسط أقل كثافة، مثلاً من الزجاج إلى الهواء، ينحنى الشعاع المنكسر بعيدًا عن الخط المتعامد.

وكل المواد تنكسر داخلها الأشعة الضوئية بمقادير مختلفة. وقياس ذلك مدون فى دليل انكسار المواد. فالأشعة الضوئية المختلفة فى أطوالها الموجية تنكسر بمقادير متفاوتة فى المادة ذاتها.



▲ **يؤدى انتقال شعاع الضوء من الهواء إلى وسط أكثر كثافة مثل الماء إلى انكساره نحو العمود المقام على السطح الفاصل، كما يُرى فى الرسم. ويحدث الشىء ذاته، وبالقدر ذاته من الانكسار، عندما يرتد الشعاع الضوئى فى القوام الأكثف عائدًا عكس اتجاهه.**

www.ibtesama.com/vb



عندما تدخل أشعة ضوئية متوازية فى عدسة مُجَمِّعَة (مُحدَّبة)، تنكسر وتتجمع فى نقطة واحدة تسمى «البؤرة». وتسمى المسافة بين البؤرة ومركز العدسة «البعد البؤرى».

ويعلل هذا سبب تفرق الأشعة ذات الأطوال الموجية المختلفة التى تكون الضوء الأبيض عندما يمر خلال المنشور.

التداخل والانحراف

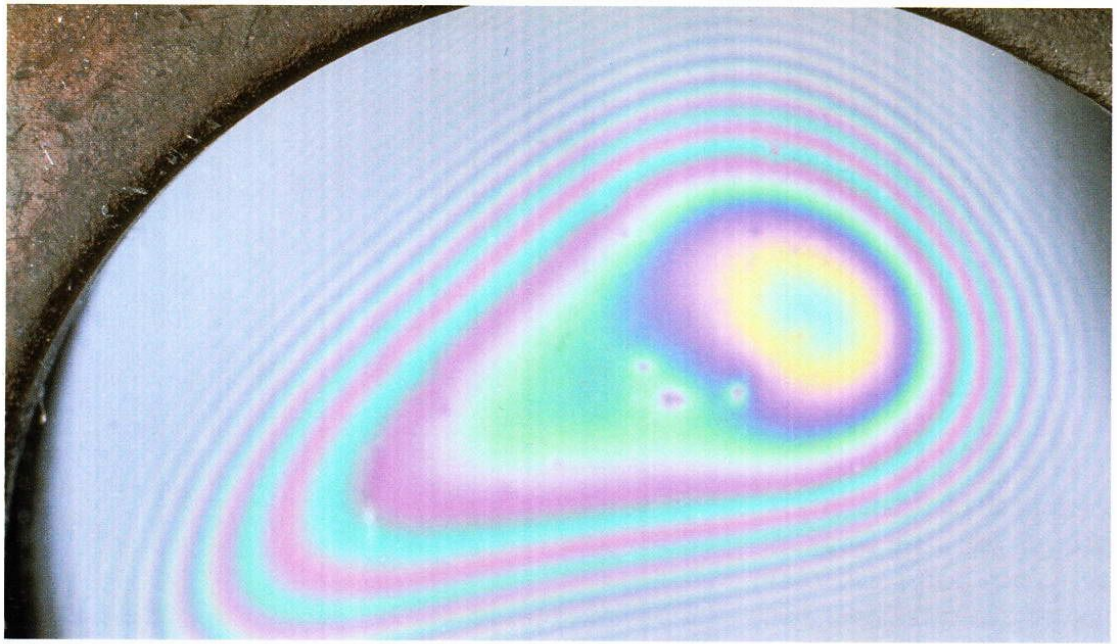
للضوء خصائص تظهر فى أشكال موجية أخرى، ومنها شكل يُسمى التداخل. فعندما تتقابل موجتان ضوئيتان لهما الطول الموجى ذاته، فإنهما تتحدان أو تتداخلان مع بعضهما البعض بطريقة ما. فإذا اتحدت موجتان بطريقة تتزامن فيها قمتاهما، فسوف تتزايد سعة الموجة الناتجة، ويزداد سطوع الضوء. ومن ناحية أخرى، إذا التقت موجتان بحيث تتزامن قمة إحداهما مع قاع الأخرى، فسوف تلغيان بعضهما البعض، ويؤدى ذلك إلى ظلام.

ويمكن رؤية هذه الظاهرة فى كثير من الأحوال كشرائط مظلمة، أو أهداب، عندما يوضع لوحان زجاجيان معًا كساندويتش، وبينهما طبقة رقيقة من الهواء. وهذه الشرائط المعتمة يمكن أن تأخذ شكل حلقات تُسمى حلقات نيوتن. وفى الضوء الأبيض العادى تكون الحلقات ملونة لأن بعض الموجات المختلفة (الألوان) تُلغى، تاركة المجال لألوان أخرى كى تظهر. وفى حالة ظهور ضوء ذى لون واحد، ويُسمى أحادى اللون، تظهر الحلقات باللونين: الأبيض والأسود.

والانحراف خاصية موجية أخرى من خصائص الضوء. وهو الانتشار الذى يحدث للموجات الضوئية بعد مرورها حول عائق أو من خلال فتحة. ويؤدى الانحراف أيضًا إلى زيادة الشرائط المتداخلة، وهذه التأثيرات يمكن توظيفها لتكوين طيف. وهذا يحدث فى «شبكة الحيود»، وهى عبارة عن لوح زجاجى سُطرت على سطحه شبكة دقيقة من الخطوط. وتستخدم شبكة الحيود فى منظار الطيف.

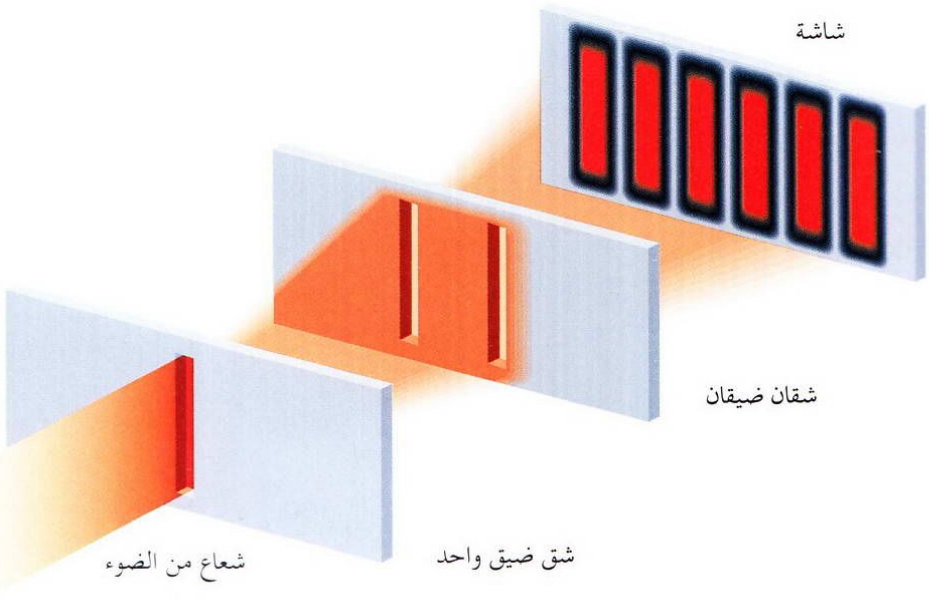
موجات أم جسيمات؟

فى القرن السابع عشر، كان العالم البريطانى إسحق نيوتن (1642-1727) من أوائل العلماء الذين أجروا تجارب فى مجال الضوء. وكان نيوتن يعتقد أن الضوء يتكون من جزيئات دقيقة أطلق عليها اسم جسيمات. ولكن الفلكى وعالم الطبيعة الهولندى كريستيان هايجنز (1629-1695) اعتقد أن الضوء حركة موجية. وثبت فيما بعد أن هايجنز كان على حق عندما تم اكتشاف أن الضوء شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسى.



توضح الصورة تأثيرا يُسمى بحلقات نيوتن، وهى سلسلة من الحلقات المضيئة والمظلمة متحدة المركز يمكن ملاحظتها بين قطعتيْن من الزجاج إحداهما محدبة وتوضع من الناحية المحدبة على قطعة زجاج أخرى مستوية.

www.ibtesama.com/vb



يمر شعاع ضوئى من خلال شق ضيق، وينتشر خارجًا وفقًا لظاهرة الانحراف. ويسقط الشعاع الأعرض (الأوسع) فوق شقيْن ضيقيْن متماثليْن. تتداخل الأشعة المنتشرة من الشقيْن فوق شاشة موضوعة على مبعدة، وعلى الشاشة فى المواقع التى تكون عندها الموجات القادمة من الشقيْن فى مرحلة متزامنة، يظهر شريط لامع. وإذا كانت الموجات القادمة من الشقين غير متزامنة ألغت بعضها البعض، لتكوّن شريطًا مظلمًا على الشاشة.

وعلى أية حال، فإن نظرية الكمّ تقول إن الضوء يتكون من حُزَمٍ قليلة، أو «وحدات» من الطاقة يسميها العلماء فوتونات. ويعتقدون أن طبيعة الضوء يمكن وصفها بشكل أفضل إذا اعتبرنا أن للضوء خصائصَ كلٍّ من الموجات والجسيمات.

قياس الضوء

الفوتومترى هو علم قياس الضوء. وتستخدم فى هذا العلم أربعة أنواع من القياسات، اثنان لقياس كمية الضوء الصادرة من مصدر ضوئى. والقياسان الآخران لقياس مدى سطوع الضوء الساقط على سطح ما.

والقياس الأول يُسمى «شدة الضوء»، ويقيس كمية الضوء القادمة من المصدر فى اتجاه معين. ويُستخدم فى هذا النوع عدسة مكثِّفة (لتركيز الضوء) وتوضع فى مسار الضوء لجعل أشعة الضوء متوازية مع بعضها البعض. وفى جميع القياسات لابد من وجود نظام حاجز ضوئى لمنع أى ضوء خارجى؛ وذلك للتأكد من أن الضوء الصادر من المصدر فقط هو الذى سيدخل مقياس الضوء.

والنوع الثانى من القياس يُسمى «التدفق الضوئى». ويتم بجمع كل الضوء القادم من جميع الاتجاهات فى الوقت ذاته. وحيث إن

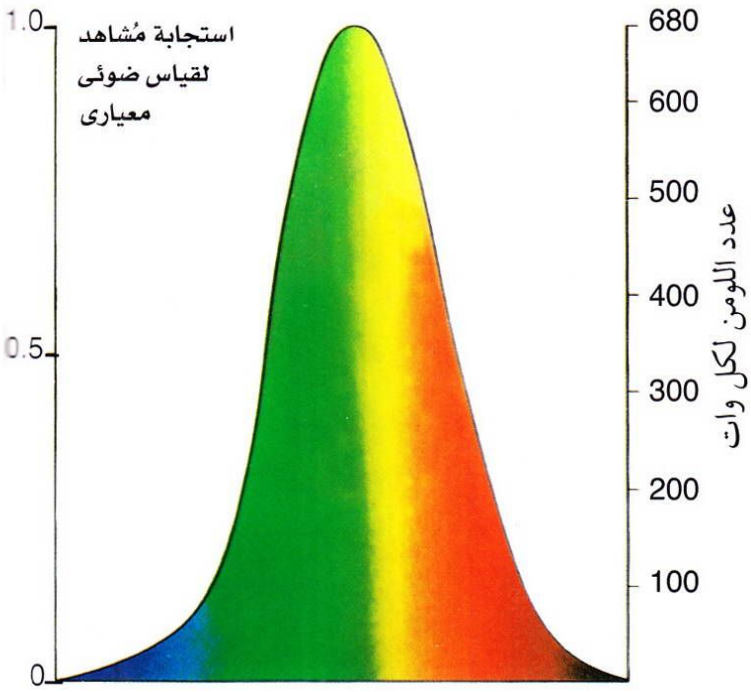
اعتقد كريستيان هايجنز أن الضوء حركة موجية. وثبت فيما بعد أنه كان على حق عندما اكتشف أن الضوء شكل من أشكال الإشعاع الكهرومغناطيسى.

www.ibtesama.com/vb

مصدر الإضاءة صغير مثل مصباح الإضاءة الكهربائى، فإنه يوضع فى منتصف حجرة دائرية. وتُقاس شدة الضوء فى جميع أسطح الغرفة الداخلية العاكسة.

ويمكن أن يُقاس الضوء أيضًا عند السطح الذى يسقط عليه، وقد يكون هذا السطح مكتبًا أو طاولة عمل؛ حيث تعتبر كمية الضوء اللازمة للعمل مهمة. وفى النوع الأول تُقاس الإضاءة بكمية الضوء التى تصل إلى السطح، أما فى النوع الثانى فتقاس بحساب كمية الضوء التى يعكسها السطح.

تخيل لوحة سبورة مكتوبًا عليها كلمات بطباشير أبيض. فالطباشير تصل إليه الإضاءة ذاتها التى تصل إلى الخلفية السوداء؛ حيث تسقط كمية الضوء ذاتها على كل منهما. وعلى الرغم من ذلك، فإن نصوع الطباشير يكون أكثر كثيرًا من الخلفية السوداء؛ لأنه يعكس ضوءًا أكثر، ومن ثم يمكن رؤية الكتابة بسهولة.



▲ **لا تدرك عين الإنسان كل الألوان بالقوة ذاتها. فى هذا الرسم، تنتج أعلى استجابة للون الأخضر المصفر، بينما الأحمر عند أحد طرفى الطيف والبنفسجى عند الطرف الآخر ينتجان أقل قدر من الاستجابة. وتنخفض الاستجابة خارج هذا الطيف المرئى إلى الصفر.**

وحدات الضوء

ولكل من القياسات الأربعة وحدة قياس خاصة به. فالتدفق الضوئى يُقاس بوحدة «اللومِن»، والتى يمكن تعريفها بأنها الطاقة الضوئية التى تُطلق لكل ثانية واحدة. فهو قياس لطاقة مصدر الضوء، ويرتبط هذا القياس بوحدة الوات المستخدمة فى قياس قوة المصباح الكهربائى. وفى الواقع فإن قوة 621 لومِن من الضوء الأخضر تعادل قوة وات واحد.

كما تُقاس كثافة الإضاءة بالشمعة. ويُستخدم المعيار المحدد لشمعة واحدة فرنًا صغيرًا يبعث الإشعاع ويمتصه جيدًا عند درجة تجمُّد البلاتين وتحت ضغط معين. وهذا من الصعب جدًّا قياسه، حتى فى المعامل، لذلك تستخدم مصابيح التنجستن بعد معايرتها بعناية.

ووحدة السطوع الضوئى (النورانية) هى «اللاكس». ويمكن تعريفها بكمية الضوء الساقطة على سطح مساحته متر مربع من مصباح قوته شمعة واحدة. وتُقاس الإضاءة بعدد الشموع فى المتر المربع. وتستخدم أحيانًا وحدات أخرى لقياس الإضاءة، مثل الشمعة/قدم، واللامبرت/قدم، والنت.

كيف يُقاس الضوء؟

فى الطرق الأولى لقياس الضوء، كان يتم مقارنته بالضوء الناتج عن شمعة تُستخدم كمعيار محدد لهذا الغرض. وفى القرن التاسع عشر، تم إنتاج أنواع مختلفة من المصابيح المعيارية لتحل محل الشمعة المعيارية. وكانت القياسات تجرى بتحريك مصدر الضوء على مسار حتى يُرى أن الضوء المنبعث مساوٍ فى الشدة للضوء الصادر عن المصباح المعيارى.

ولكن هذه الأساليب كلها كانت تواجه مشكلة خطيرة. والواقع أنه ليس هناك شخص يرى الضوء مثل الآخر. وعلى الأخص، يرى الناس كثافة الضوء بشكل مختلف جدًّا من شخص إلى آخر. وهذا لأن اللون يلعب دورًا مهمًّا فى شدة الإضاءة. كما يمكن لتباين الألوان أن يجعل الناس يعتقدون أن الضوء أكثر سطوعًا مما هو عليه فى الحقيقة.

والمعيار الثابت لقياس الإضاءة يتم حسابه بواسطة سطح عاكس مصنوع من أكسيد المغنسيوم الأبيض (MgO)، والذى يوضع على مسافة محددة من مصدر ضوئى معيارى، مثل مصباح التنجستن. ولا يكون الضوء المنعكس قويًّا جدًّا بطبيعة الحال؛ لذلك فالضوء عادة ما يكون مضاعفًا بواسطة جهاز يسمى «مُضاعِف ضوئى».

www.ibtesama.com/vb

الطباعة

تحيط بنا الأشياء المطبوعة من كل ناحية، منها الرسوم، والصور، والطوابع، والنقود، وبعض الزخارف والزينات وأهم شيء: الكلمة المطبوعة، وهي موجودة في الكتب والمجلات والجرائد والنشرات والخرائط واللافتات. وفي كل ما يعتمد عليه الناس في استقاء المعلومات من كل نوع في كل يوم من أيام حياتنا.

ينظر الناس إلى الطباعة كشيء مسلم به؛ فالمطابع موجودة منذ أكثر من خمسمائة عام. ولكن، قبل اختراع المطبعة، لم يكن يمتلك الكتب إلا القليلون، بل حتى معرفة القراءة والكتابة كانت تقتصر على قليل من الناس.

وفي العالم الحديث، تُطبع أشياء كثيرة، منها الأوراق النقدية، ودفاتر وإيصالات تسجيل النقود، والصحف، والنماذج الرسمية، والشهادات. وكثير من المطبوعات والصور تطبع منها نسخ كثيرة عن طريق الليثوجراف (نوع من أنواع الطباعة) لكي تكون لدى الناس نسخٌ لتعليقها على الجدار.

وتأتي كلمة «طباعة» من طبع الشيء، أي عدله وجعل له شكلاً، وفي الإنجليزية والفرنسية تعني كلمة print «ضغط». وذلك لأن المطابع الأولى في أوروبا كانت على شكل المكابس المستخدمة كمعاصر للزيتون، والتي «تضغط» الزيتون لاستخراج الزيت.

وفي الأصل، كانت النسخة المطبوعة من شيء ما تصنع ببسط الحبر على سطح وضغط ورقة على هذا السطح. وفي البداية كانت تُطبع الرموز والصور. ثم أصبحت الحروف تُستخدم لطباعة الكلمات. أما الآن فالمطابع الحديثة لا تقوم بعمل طبعات من الحروف؛ بل تنتج صورًا ونصوصًا تم جمعها معًا عن طريق برامج الكمبيوتر.

الطباعة المبكرة

أول نوع من الطباعة تم بضغط نماذج ملونة على القماش. ويُعتقد أن هذا تم لأول مرة في الهند منذ أكثر من ألفي عام. طبع الهنود الزخارف على قماش أبيض رقيق باستخدام نماذج محفورة على كتل خشبية. وكانت النماذج عبارة عن حفر بارز، أي إنه بارز عن سطح باقي الكتلة الخشبية. وكانت هذه النماذج تغطى بالصبغة، ويتم الضغط بالكتلة الخشبية على القماش المشدود. ومعظم النماذج الأولى، عبارة عن تصميمات بسيطة يمكن تكرار طباعتها لعمل نموذج من الأشكال المتكررة على قطعة واحدة من القماش.

▲ **ربما يكون الخط المسماري من أوائل حروف الكتابة في التاريخ، وقد اخترع في بلاد آشور (العراق اليوم) منذ حوالي خمسة آلاف عام. وكان يكتب بعصا مثلثة الطرف كانت تستخدم لعمل علامات في لوحة أو قرص من الطين الطري. ثم كان الطين يجفف ليصبح من الممكن نقل الكتابة وتخزينها. ولكن، لأن الآشوريين لم يعرفوا تقنية الطباعة، فقد كانوا يضطرون إلى كتابة كل فقرة من النص يدويًا.**

بدأ الصينيون الطباعة على الورق منذ حوالي ألفين وخمسمائة عام. وكانوا يكتبون بالفعل على الورق بحبر أسود باستخدام فرشاة ناعمة. وكان الحبر الصيني مزيجًا من السناج والصمغ. وكان يُصنع على شكل كتلة صلبة، ثم يضاف إليها الماء لعمل حبر سائل عند الحاجة.

في سنة 400 ميلادية، كان الصينيون يطبعون أسماءهم على الوثائق باستخدام أختام مصنوعة من الحجر أو المعدن. وكان التوقيع يُحفر على سطح الختم، ثم يوضع الختم في حبر أحمر ويضغط على الوثيقة. ولم يكن من الممكن استخدام الحبر الأسود؛ لأنه لم يكن

www.ibtesama.com/vb

يلتصق جيدًا بالختم. ولكن الحبر الأسود كان يلتصق بالخشب؛ لذا كانت الكتل الخشبية تستعمل للطباعة باللون الأسود.

كانت الكلمات والصور التى يراد وضعها فى الكتب تُحفر على كتل من الخشب ثم تطبع على الورق. وقد طبع أقدم كتاب فى العالم بهذه الطريقة، وكان كتاب «الساتورا الماسية» مليئًا بالتعليمات البوذية. وقد تمت طباعته فى الصين عام 868 ميلادية. وهذا الكتاب لم يكن على شكل صفحات كثيرة، كما فى الكتب الحديثة، بل كان على شكل لفيفة طويلة من الورق عرضها 30 سنتيمترًا، وطولها 5 أمتار.

الحروف المطبعية المتنقلة

فى القرن الحادى عشر، كانت الكتابة الصينية تطبع بحروف يمكن تحريكها. وكانت هذه الحروف تُصنع من الخشب، وصُنعت كتل خشبية صغيرة لكل حرف من الحروف الصينية. كانت الكتل تُرتب لعمل فقرات جديدة من النص، وكان هذا أسهل من حفر صفحة جديدة كل مرة. وكان يمكن استخدام الكتل أيضًا عدة مرات لطباعة نصوص مختلفة.

جاءت الحروف المتنقلة نتيجة مجهود اثنين من المخترعين الصينيين. أحدهما هو بى شنج، الذى صنع حروف الطباعة من الفخار فى 1042. والثانى هو وانج تشن، الذى استخدم الخشب لصناعة حروف الطباعة فى 1314. ولكن اختراع الحروف المتنقلة لم يؤَدِّ إلى حركة طباعة هائلة فى الصين كما حدث فى أوروبا. وربما يرجع ذلك إلى أن الكتابة الصينية بها 40 ألف حرف من حروف الكتابة، وهو عدد كبير جدًّا لا يساعد العاملين بالطباعة على تعلمه وتناوله بسهولة. ومن ناحية أخرى، فإن الحروف الرومانية، التى تستخدم فى معظم اللغات الأوروبية، تتكون من 26 حرفًا فقط، والعمل بـ 26 قطعة من الحروف يجعل الطباعة أسهل كثيرًا.

لغز جوتنبرج

أول أوروبى يستخدم الحروف المتنقلة كان المخترع الألمانى يوهانس جوتنبرج (1400-1468). ولا يُعرف عن جوتنبرج إلا القليل، ولا توجد أعمال تحمل توقيعه. ويُعتقد أنه بدأ تجاربه فى الطباعة حوالى 1436. وفى وقت ما خلال اثنى عشر عامًا من هذا التاريخ، أقام ورشة للطباعة فى ماينز بألمانيا. وقد جاء تمويل هذه الورشة من شريكه، الحدَّاد الألمانى يوهان فوست (1400-1466).

فى 1456، أنتج جوتنبرج كتابه الشهير ذا الاثنين والأربعين سطرًا. وكل صفحة تقريبًا كانت تتكون من عمودين، كل منهما يحتوى على 42 سطرًا. وكانت الطباعة ممتازة كأفضل خط يدوى يمكن كتابته فى ذلك الوقت، ولا يزال يُعَدُّ هذا الكتاب من أفضل الكتب طباعة حتى اليوم. وقد طبع جوتنبرج مائتى نسخة، معظمها مطبوع على الورق، لكن نسخًا قليلة منها طُبعت على رقائق من جلد الحَمَل.

كانت مطبعة جوتنبرج تشبه مكبسًا لولبيًّا يستخدم كمعصرة فى أوروبا منذ العصر الرومانى، وكان يستخدم لاستخراج الزيت من الزيتون، أو العصير من العنب. وكانت الصفحة من حروف الطباعة تُرتب داخل إطار خشبى، ثم تُطلى بالحبر، ثم توضع ورقة على الحروف، ثم يوضع الاثنان فى المكبس الذى يحتوى على كتلة ثقيلة يتم كبسها بعمود قلاووظ على النموذج فيطبع على الورقة. وعلى الرغم من النوعية الجيدة لهذا العمل، فإن مشروع جوتنبرج لم ينجح فى تحقيق أرباح. وبعد بضع سنوات، تولى زوج ابنة فوست، بيتر شوفر (1425-1502)، مسئولية ورشة الطباعة.

وخلال ثلاثين عامًا من موت جوتنبرج، انتشرت الطباعة فى أوروبا كلها. وظل عمال الطباعة لسنوات عديدة يذهبون إلى ألمانيا لتعلم الحرفة. وكان أول عامل طباعة إنجليزى، هو ويليام كاكستون

هذه الصورة مطبوعة بكتلة من الخشب. حفر الفنان اليابانى موناكاتا شيكو الصورة فى الخشب، ثم طلاءها بأحبار ملونة قبل الطبع. وقد ظلت بلاد الصين وكوريا زُهاء ألف عام تستخدم كتلاً خشبية أكثر بساطة لطباعة الكلمات.

www.ibtesama.com/vb

(1422-1491)، الذى تلقى تدريبه فى كولونيا بألمانيا. افتتح كوكستون ورشة فى لندن فى 1476 بالقرب من شارع فليت، والذى اشتهر فيما بعد بأنه شارع الصُّحُف.

ووصلت الطباعة إلى الأمريكتين فى عام 1539؛ عندما قام عامل الطباعة الإيطالى جوان بابلوس (توفى تقريبًا 1561) بطباعة أول كتاب فى مدينة المكسيك. وفى 1640، فى كامبريدج بولاية ماساتشوستس، طُبع أول كتاب فى مستعمرات أمريكا الشمالية، التى سوف تصبح فيما بعد الولايات المتحدة. وكان الكتاب هو مزامير الخليج، الذى كان كتابًا للتراتيل يستخدمه أهالى مستعمرة خليج ماساتشوستس.

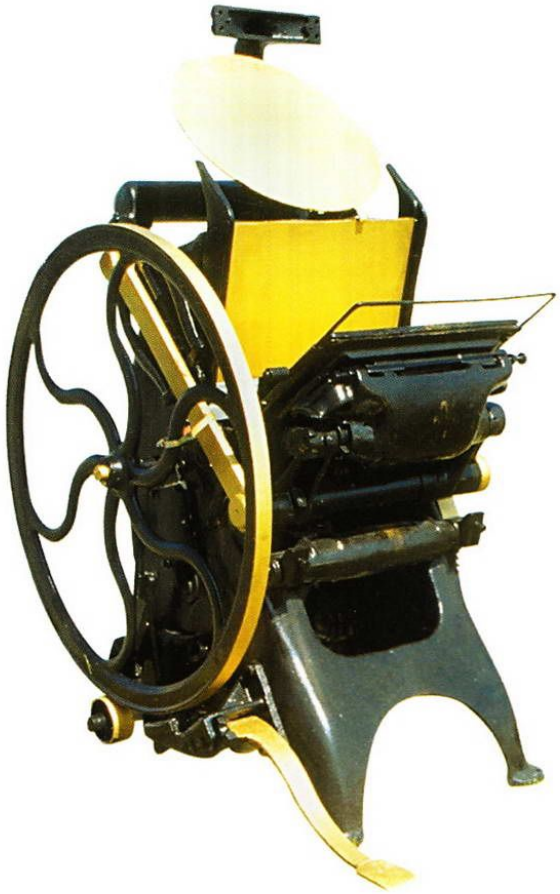
تطور الطباعة

كانت المطابع الأولى مصنوعة من الخشب، وفى قمتها عمود لولبى. وكان لابد من لف العمود اللولبى باليد؛ مما كان يتطلب جُهدًا عضليًّا كبيرًا. ومن مصاعبها أيضًا أن مساحة الطباعة كانت صغيرة للغاية، حتى إنها كانت لا تكفى سوى نصف صفحة فى كل مرة. ومن ثم؛ فإن الصفحة الكاملة كانت تتطلب تشغيل المكبس مرتين.

وأحد التحسينات التى أدخلت على المطابع فى القرن السادس عشر، كان استخدام المعدن بدلاً من الخشب فى صناعة العمود اللولبى. ثم كانت إضافة المهد الانزلاقى من التحسينات المهمة أيضًا؛ فقد كان ذلك يعنى إمكانية انزلاق الأسطح الطباعية تحت الكتلة. جعل هذا الاختراع عملية الطباعة أسرع.

وفى عام 1800، صنع المخترع الإنجليزى تشارلز ستانهوب (1753-1816) أول مطبعة مصنوعة من الحديد بالكامل. وكانت المطبعة تستخدم نظام الروافع؛ مما جعلها أسهل فى الاستخدام من المطبعة اللولبية. كذلك كانت مطبعة ستانهوب لها منطقة طباعة كبيرة بما يكفى لطباعة صفحة كاملة كل مرة؛ مما ضاعف من سرعة الطباعة. كما أنها حسَّنت من نوعية الصفحة المطبوعة.

وكان عامل الطباعة الألمانى فريدريك كونيج (1774-1833) أول من صمم مطبعة تعمل بطاقة البخار. وقد صنع مطبعته هذه فى 1806، وكان يمكنها طباعة أربعمائة طبعة فى الساعة. وكانت هذه هى بداية التحسينات التى أدخلها كونيج على آلات الطباعة. وبعد خمس سنوات، سجل براءة اختراع المطبعة الأسطوانية. وهذه المطبعة لها أسطوانة دوارة تلتقى بالورقة على المهد الانزلاقى وهى تتحرك آليًّا إلى الأمام والخلف. وكانت الورقة توضع بشكل آلى على القاعدة، ثم يتم



▲ **كانت ماكينات الطباعة الأولى تعتمد على طباعة كل ورقة يدويًا. فكان الحرف يُطلى بالحبر، ثم يُضغط على الورقة. وبهذه الطريقة، كانت تخرج طبعة من الحرف بالحبر.**

إزالتها بعد طباعتها. وكان بمقدور هذه المطبعة، إنتاج ثمانمائة صفحة فى الساعة. وفى 1813، قدَّم كونيج إبداعًا آخر زاد من تحسين عملية الطباعة، وهو مطبعة يمكنها الطباعة على الورقة من الجهتيْن مرة واحدة.

جمع حروف الطباعة

بعد اختراع ماكينة الطباعة، ظل جمع حروف الطباعة لمدة أربعمائة سنة عملاً يدويًّا يقوم به «جامع» حروف الطباعة. وكان جامعو حروف الطباعة حرفيين يأخذون كل حرف ـ حرفًا بحرف ـ من علب الحروف ويرتبونها على شكل الكلمات والعبارات. وكانت الحروف الكبيرة فى اللغات الأوروبية ـ والتى تستخدم عند بدايات الجُمل ـ تؤخذ من العلبة الأعلى، بينما الحروف الصغيرة تؤخذ من العلبة السفلى. ولا يزال الناس يشيرون إلى هذه الحروف باسم «العلبة العليا والعلبة السفلى» (upper case and lower case).

كان الجامعون يرتبون الحروف (والمسافات بين الكلمات) فى

www.ibtesama.com/vb

وعاء يحمل باليد يسمى «مِصَفّ الأحرف المطبعية». وكانت هذه المِصَفَّات تُرَصّ بعد ذلك فوق بعضها البعض لتكوين الصفحة، وهذا الترتيب يُسمى «الفورمة». وكانت الفورمة توضع بعد ذلك داخل إطار يسمى «الطوق» أو «الشاسيه».

كان كل حرف من حروف الطباعة هذه، يُصنع على شكل «مرآة»، (أى معكوسًا) من الحرف الذى سوف يظهر فى الطباعة. وكان ذلك ينتج طبعة فى الاتجاه الصحيح. ولابد أن يعمل الجامعون من الخلف، ويرتبوا الحروف بالعكس (من اليسار إلى اليمين فى اللغة العربية، ومن اليمين إلى اليسار فى اللغات الأوروبية)، لكى تطبع فى الاتجاه الصحيح على الورقة. لقد كان جمع الحروف يدويًّا يتطلب مهارة كبيرة ويأخذ وقتًا طويلاً لكى يكتمل.

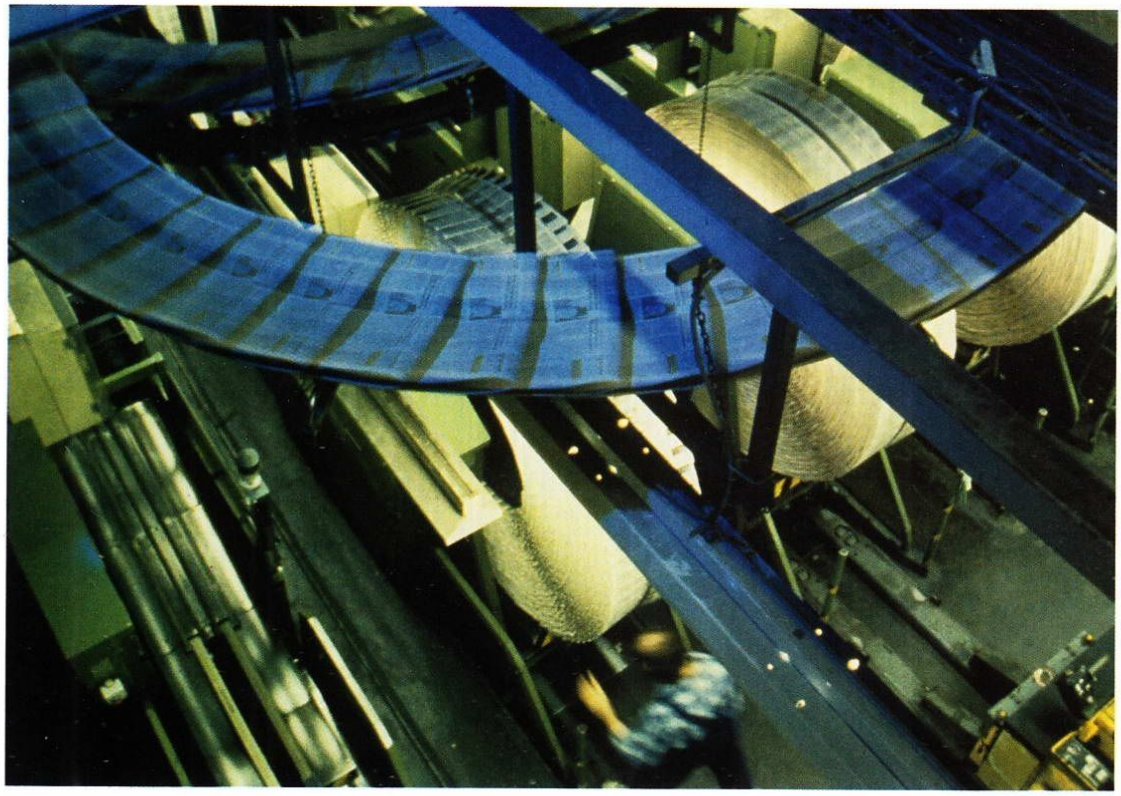
أما الآن، فلم يعد الجامعون مطلوبين لترتيب الأحرف؛ فقد أصبح الكمبيوتر يتحكم فى هذه العملية.

طباعة القوالب (استيريوتيب)

أمَّا التغيير المهم التالى فى تكنولوجيا الطباعة، فقد أحدث ثورة فى طباعة الصحف. وفى أواخر القرن الثامن عشر، تم اختراع طباعة «القوالب»، وتسمى أيضًا «اكليشهات» أو «الاستيريوتيب». والاكليشه هو صفيحة معدنية يمكن استخدامها فى طباعة صفحة كاملة. (وكلمة «قالب»، وكذلك «اكليشه» أو «استيريوتيب»، الآن قد تعنى مجموعة من الأفكار الجاهزة والجامدة عن الناس أو الأشياء، وقد جاء هذا المعنى بعد استخدامها فى الطباعة؛ لأن الاكليشه المعدنى لا يتغير). والصفائح المعدنية يمكن تقويسها لتناسب وضعها حول أسطوانة. استخدمت هذه الأسطوانات فى ماكينة طبع دوارة، تطبع على ورق يأتى من لفة كبيرة من الورق. ثم تقطع اللفة إلى صفحات منفصلة. وأتاحت صفائح الاكليشهات إنتاج آلاف الطبعات المتطابقة بسرعة. كما كانت أكثر ثباتًا من الحروف المرتبة فى الفورمة، ولم تكن تستهلك بسرعة مثلها. وكانت المطابع الدوارة التى تعمل بالاكليشهات قادرة على إنتاج حوالى 50 ألف طبعة فى الساعة.

وتصنع الاكليشهات المعدنية بصب معدن مصهور فى قالب للفورمة. والنسخة المعدنية الناتجة تكون صفيحة واحدة قوية ومرنة.

والخطوة الأولى هى صناعة القالب. وكان هذا يتم بوضع صفحة من لُبّ ورق مقوَّى على فورمة الطباعة. ثم يوضع اللُّب والفورمة داخل مكبس تشكيل؛ حيث يُكبس اللُّب والفورمة معًا حتى يتشكل على لُب الورق المقوى نموذج محفور مطابق للفورمة. وهنا تُسمى الورقة بالحصيرة.



◄ تُطبع الصحف على لفات ضخمة من الورق الرقيق يسمى ورق الصحف. وقد استخدمت صفائح الاكليشهات حتى أواخر سنوات 1980، عندما أصبحت الطباعة بالتصوير هى البديل الأكثر انتشارًا.

www.ibtesama.com/vb

وكانت الحصيرة تُقوس إلى شبه دائرة، وتجفف، ثم يتم تسخينها فى فرن حتى تقوى. وأثناء هذه العملية، تتقلص الحصيرة بسبب تخلصها من الرطوبة. وكان من المهم ألا يتقلص حجم الحصيرة كثيرًا.

والخطوة التالية، كانت صب الصفيحة المعدنية؛ حيث توضع الحصيرة المقوسة داخل آلة صب، ليُصب عليها المعدن المصهور. وكان المعدن المستخدم فى هذه العملية، سبيكة تتكون أساسًا من الرصاص، لكنها تحتوى أيضًا على الأنتيمون والقصدير. ثم تقوم ماكينة الصب بتبريد الصفيحة وتنظيف أية زوائد معدنية.

وتُصنع عدة اكليشهات من ذات الصفحة فى ذات الوقت، وباستخدام ذات الحصيرة. وهذا يتيح طباعة ذات الصحيفة فى عدة مطابع فى وقت واحد. كذلك كانت الصفائح تُرسل إلى أماكن متعددة من البلاد، ومن ثم، يمكن طباعة الصحف فى عدة أماكن.

وكانت الصحف تُطبع بالأسود والأبيض باستخدام الاكليشهات النحاسية، حتى أواخر أعوام 1980. لكن الصحف الحديثة تطبع بالألوان، باستخدام نظام الجمع التصويرى للحروف.

مزيد من التقدم

فى نهاية القرن التاسع عشر، ظهر اختراع جعل نظام تنضيد الأحرف أسهل كثيرًا. وكان الرائد فى هذا الطريق، هو المخترع الأمريكى المولود فى ألمانيا أوتمار مرجينثالر (1854-1899)، باختراع أول آلة لجمع الحروف فى 1884، فى بلتيمور، أوهايو، وأطلق على آلته اسم «لينوتيب». ويستخدم العامل على آلة الطباعة اللينوتيب، لوحة مفاتيح لينقر عليها الكلمات بطريقة تشابه لوحة مفاتيح الكمبيوتر. وكلما نُقِرَ حرف، سقط قالب معدنى للحرف داخل إطار. وتصطف القوالب لتشكل سطرًا من الحروف والمسافات. وعندما يمتلئ سطر بقوالب الحروف التى أسقطت، يتم ملؤها بمعدن مصهور لتصبح قطعة صلبة من الحروف، تسمى سطرًا مسبوكًا. ثم ترتب الأسطر المسبوكة على شكل صفحة، كما كان يحدث من قبل. وقد زادت طريقة تنضيد الحروف آليًّا من سرعة الطباعة كثيرًا، وسرعان ما بدأت الصحف تستخدمها. وكانت أول صحيفة تستخدم اللينوتيب، هى نيويورك تريبيون عام 1886.

وفى 1887؛ سجل المخترع الأمريكى تولبرت لانستون (1844-1913) طريقة أخرى لجمع الحروف آليًّا، عن طريق ماكينة سُميت «مونوتيب» وكانت تتكون من وحدتيْن، الأولى تعمل بلوحة المفاتيح. وكانت تقوم بعمل ثقوب منتظمة فى ملف من الورق. ثم يتم وضع

▲ جامع الأحرف المطبعية يقوم بترتيب صفوف من الأحرف على لوح. فالحروف المنفصلة قد تحولت فى ماكينة الطباعة التى تُسمى «اللينوتيب»، إلى سطر من الكلمات، يُسمى «سطرًا مصبوبًا».

الملف فى الوحدة الثانية، والتى تصب وتنظم الحروف آليًّا. وكانت هذه العملية تماثل عملية جمع الحروف يدويًّا، ولكن على نحوٍ أسرع كثيرًا.

واخترعت آلة طباعة تُسمى «لادلو» عام 1905، وكانت تستخدم لطباعة الحروف الكبيرة وبعض أساليب الطباعة الخاصة، وكانت تجمع بين التنضيد اليدوى والآلى. كان المُنضِّد يضع الحروف فى مصف الأحرف المطبعية ثم يجرى إدخالها إلى وحدة صياغة الماكينة. وكان يُصاغ سطر مسبوك أو أكثر فى الحال، ثم ترتب فى الترتيب المناسب للطباعة.

الطباعة الليثوجرافية

يسمى العاملون بالطباعة طريقة الطباعة بضغط الأحرف على الورق، «طباعة الحروف». وهى الطريقة التى اخترعها جوتنبرج. ومنذئذ، اخترعت طرق أخرى للطباعة، ومن ضمنها طباعة الحفر الزنكوغرافى، والليثوجراف (طباعة الحجر).

www.ibtesama.com/vb

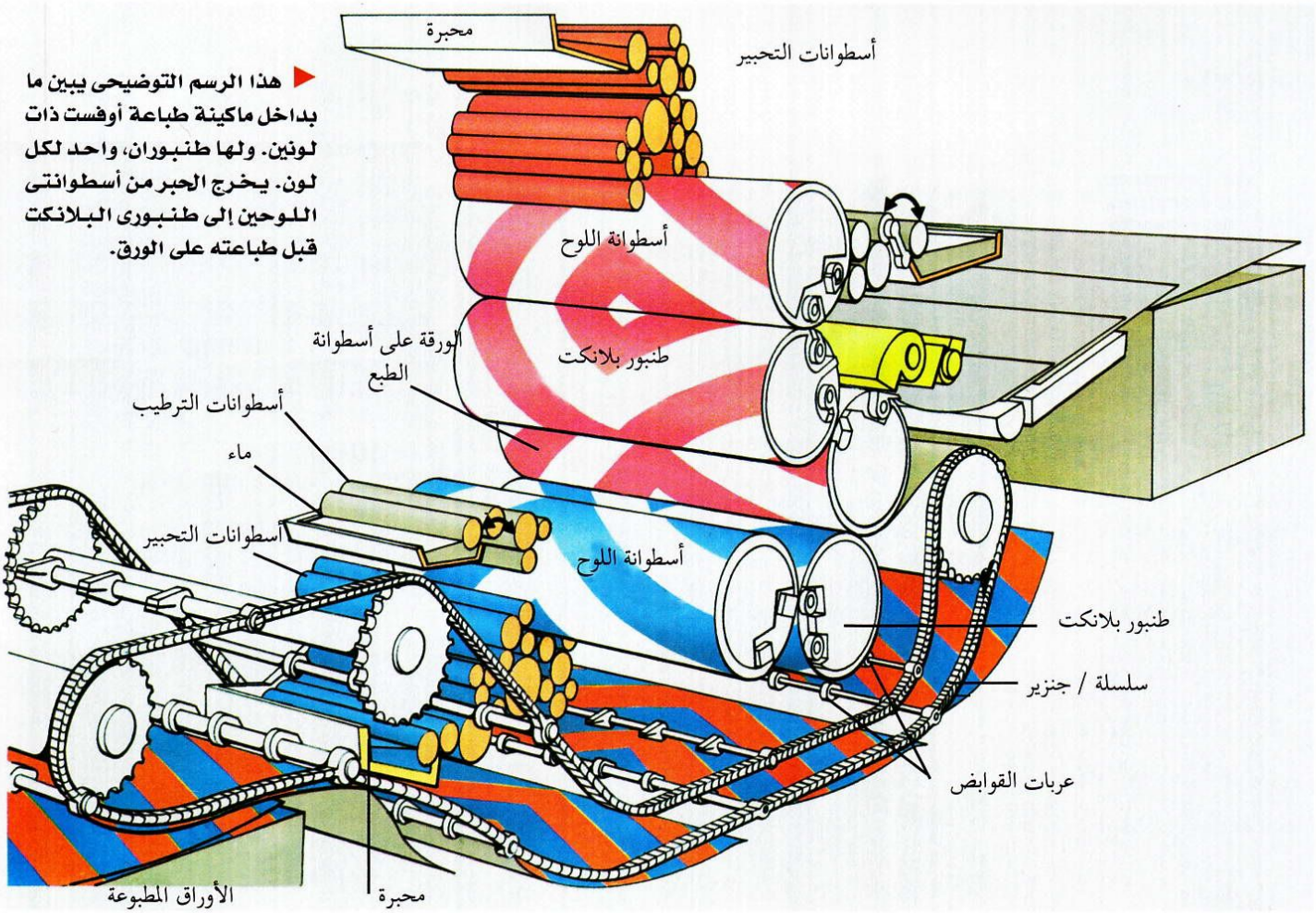
والليثوجراف يستخدم القاعدة التى تقول إن الدهن والماء لا يختلطان. وفى الليثوجراف، يجرى دهن جزء من اللوح الطباعى ليقبل الحبر. والجزء الذى لا يطبع يظل مبللاً، ومن ثم، لا يقبل الحبر. وبهذه الطريقة، يمكن طباعة الصور من لوح مسطح. وقبل اختراع الطباعة الرقمية (الديجيتال)، كانت الطباعة بالليثوجراف تستخدم لطباعة الفنون الجميلة، ولا تزال تُستخدم غالبًا لهذا الغرض. وقد طُبع كتاب وصف مصر، الذى ألفه ورسم صوره العلماء المصاحبون للحملة الفرنسية، بهذه الطريقة.

وقد اخترعت طباعة الليثوجراف على يد الطابع الألمانى ألويز سنيفيلدر (1771-1834). فى عام 1798، بدأ طباعة صور مرسومة على قالب من الحجر المصقول جيدًا. (جاءت كلمة ليثوجراف، التى تعنى «صورة الحجر»، من كلمة يونانية تعنى «حجر»، وكلمة لاتينية تعنى «صورة». ويمكن عمل الألواح اليوم من المعدن أو البلاستيك أو الورق. ويفضل بعض الفنانين استخدام الحجر لعمل الطباعة. وقد اكتشف سنيفيلدر طباعة الليثوجراف بالصدفة؛ حيث كان يعمل فى ميونخ بألمانيا، واستخدم فورمة من الحجر الجيرى الموجود فى هذه المنطقة. وكانت الصورة المطبوعة مرسومة مباشرة على الحجر بالقلم.

كانت المطابع الليثوجرافية الأولى عبارة عن قاعدة مستوية. وكانت هذه القاعدة تساعد على الحفاظ على اللوح والورق مستويين. وفى 1900، أُدخلت آلات طباعة دوَّارة تحمل ألواحًا مقوسة من الألومنيوم. وألواح الليثو لابد أن تكون رقيقة وقوية. ولا يزال الألومنيوم هو الخامة المفضلة لصنعها، على الرغم من أن الزنك يستخدم أحيانًا.

وفى طابعات الليثوجراف، تستخدم نافورة لترطيب مساحة اللوح التى لن تطبع. وتقوم أسطوانات التحبير بإخراج طبقة رقيقة من الحبر من مستودع على المساحات التى سوف تطبع. وإحدى صعوبات الطباعة بالليثوجراف، هو جعل كميات المياه والحبر متوازنة.

والطباعة الحديثة بالليثوجراف تستخدم ألواحًا من الألومنيوم يتم إنتاجها بطريقة التصوير الضوئى (الفوتوجرافى). واللوحات



هذا الرسم التوضيحى يبين ما بداخل ماكينة طباعة أوفست ذات لونين. ولها طنبوران، واحد لكل لون. يخرج الحبر من أسطوانتى اللوحين إلى طنبورى البلانكت قبل طباعته على الورق.

www.ibtesama.com/vb

▲ **تستخدم الكمبيوترات لترتيب الكلمات والصور قبل الطباعة. فالكمبيوترات تُستخدم الآن لتجهيز طباعة كل النصوص، وتقريبًا كل الصور.**

يمكن أن تكون إيجابية أو سلبية، كما فى التصوير الفوتوجرافى. وتستخدم الألواح الإيجابية لعمل حوالى مائة ألف طبعة، والألواح السلبية لعمل حوالى خمسين ألف طبعة.

وفى طباعة الليثوجراف والأوفست، يتم إنجاز عملية الطباعة على آلات طباعة دوارة. ولا يوضع الحبر على الورق عن طريق اللوح مباشرة. بل يخرج الحبر من الألواح إلى سطح أسطوانة مغطاة بالمطاط، تُسمى طنبور بلانكت. وهذه الأسطوانة تضع الحبر على الورق (انظر الرسم التوضيحى).

وفى طباعة الأوفست، يُطبع الورق بأحبار ذات ألوان مختلفة عن طريق عدة طنابير بلانكت. وكل طنبور من هذه الطنابير يلتقط طبعة من لوح واحد، يحتوى صورة للمساحة التى تُغطى بلون حبر معين. ومطبعة الأوفست الملونة تستخدم بشكل عام أربعة طنابير بلانكيت، واحد لكل لون من ألوان الحبر. ولكن، بعض مطابع الأوفست يمكنها استخدام خمسة أحبار. وتحتاج مطبعة الأوفست طنبورًا زائدًا إذا كانت تطبع ألوانًا غير عادية، مثل الذهبى أو الفضى، أو إذا كانت أجزاء من الصورة سوف تغطى بالبلاستيك.

طباعة الحفر بالزنكوغراف

فى الطباعة بالزنكوغراف، يكون النص والصور التى سوف تطبع فى مستوى أقل من سطح اللوح. وتاريخيًّا، استُخدم ذلك لطباعة نسخ أقرب ما تكون إلى الصور باستخدام ألوان قوية. ولكن هذه الطريقة كانت باهظة التكلفة، وتستخدم فقط لطباعة أغلفة الكتب والصور التوضيحية الأخرى. وقد يستخدم الفنانون الطباعة بالزنكوغراف اليوم من أجل الحصول على تأثيرات عالية الجودة.

www.ibtesama.com/vb

اختُرع الحفر بالزنكوغراف فى إنجلترا عام 1895، على يد خبير الطباعة التشيكى كارل كليتش (1841-1927). وتُصنع الألواح المستخدمة للطباعة بالزنكوغراف من النحاس، ويتشكل التصميم من نقاط دقيقة تنحسر عن السطح باستخدام مواد كيميائية. والمناطق المنحسرة (المنخفضة) تمتلئ بالحبر. والسطح الأعلى من الطبق يتم تنظيفه جيدًا بين كل طبعة و أخرى.

ماكينة الجمع التصويرى

صناعة اللوح، فى كل أنواع الطباعة، جزء مهم من العملية. وكل طريقة تحتاج نوعًا مختلفًا من الألواح، ويعتمد ذلك على نوع الطباعة، إن كانت من سطح مستوٍ، أو مرتفع، أو عميق. ولكن المبدأ الأصلى هو ذات الشىء. فى الماضى، كان المعدن المصهور يستخدم لصب الألواح، والآن تستخدم فى صناعة الألواح عملية تصويرية تسمى الجمع التصويرى.

والجمع التصويرى يستخدم أفلامًا لعمل الألواح. فى البداية، يتم إعداد النص الأصلى والصور كأفلام. ثم يتم إنتاج الأفلام من بلاستيك شفاف. وقد تكون صورًا إيجابية أو سلبية من الأصل. ويُصنع فيلم واحد للصفحات التى باللونيْن: الأبيض والأسود. أما الصفحات الملونة، فيتم فصلها إلى أربعة ألوان ـ السيان (التيركواز)، والماجنتا (أرجوانى)، والأصفر، والأسود. وهذه هى الأحبار الأربعة التى تستخدم فى طباعة الألوان.

وتُصنع الألواح التى تستخدم للطباعة على الورق من معدن مرن أو بلاستيك، وتغطى بطبقة من مادة حساسة للضوء. ولتسجيل النص والصور على لوح طباعة، يتم تمرير الضوء من خلال الأفلام الإيجابية أوالسلبية لتقع على اللوح. وتتوقف كمية الضوء التى تمر إلى المادة الحساسة للضوء الموجودة على لوح الطباعة على مناطق النور والظلام فى الأفلام. فالمناطق المضيئة على الأفلام ستسمح بمرور المزيد من الضوء إلى لوح الطباعة. وعندما يقع الضوء على الطبقة الحساسة على اللوح، يحدث تفاعل، وتتجمد المادة الحساسة. أما المناطق المظلمة على الأفلام فلا يمر منها إلا أقل الضوء، والنتيجة أن المناطق المغطاة بالطبقة الحساسة على اللوح لا تتجمد، ومن ثم يمكن غسلها بالماء. وبهذه الطريقة، تصبح المناطق المتجمدة تسجيلاً للنص والصور الموجودة على الأفلام. وأجزاء اللوح التى لا تغطيها هذه الطبقة، يتم إزالتها بالأحماض لإنتاج مناطق مرتفعة على اللوح. ويصبح اللوح جاهزًا للطباعة على الورق.

ثورة الطباعة

فى العالم الحديث، يتم التحكم فى عملية الطباعة الآن باستخدام الكمبيوترات. وهناك البرمجيات التى تستخدم لترتيب النصوص والصور على الشاشة. وهذه العملية معروفة بأنها عملية ما قبل الطباعة. وكانت أنظمة ما قبل الطباعة المبكرة تستخدم أنظمة لإعداد الحجم وترتيب أماكن الأشياء على الصفحة. وفى أوائل التسعينيات من القرن العشرين، أصبحت كل برامج الكمبيوتر قادرة على إنتاج طباعة مماثلة لما يراه الإنسان على الشاشة.

وتستطيع طابعات المكتب الطباعة من الكمبيوتر مباشرة، دون الحاجة إلى أفلام وألواح. وكثير من هذه الطابعات، تستخدم فوهة لبخ الأحبار الملونة على نموذج. وبعضها يعمل مثل آلات تصوير الأوراق. وطابعة المكتب تنتج نسخًا أقل جودة من النوعية الخاصة بالمطابع. وهى تستخدم للأعمال الصغيرة، ولكن ليس لطباعة الكتب مثلاً.

◀ هذه الطابعة تستخدم نفثات من الحبر الملون لإنتاج الصورة التى نراها على شاشة الكمبيوتر.

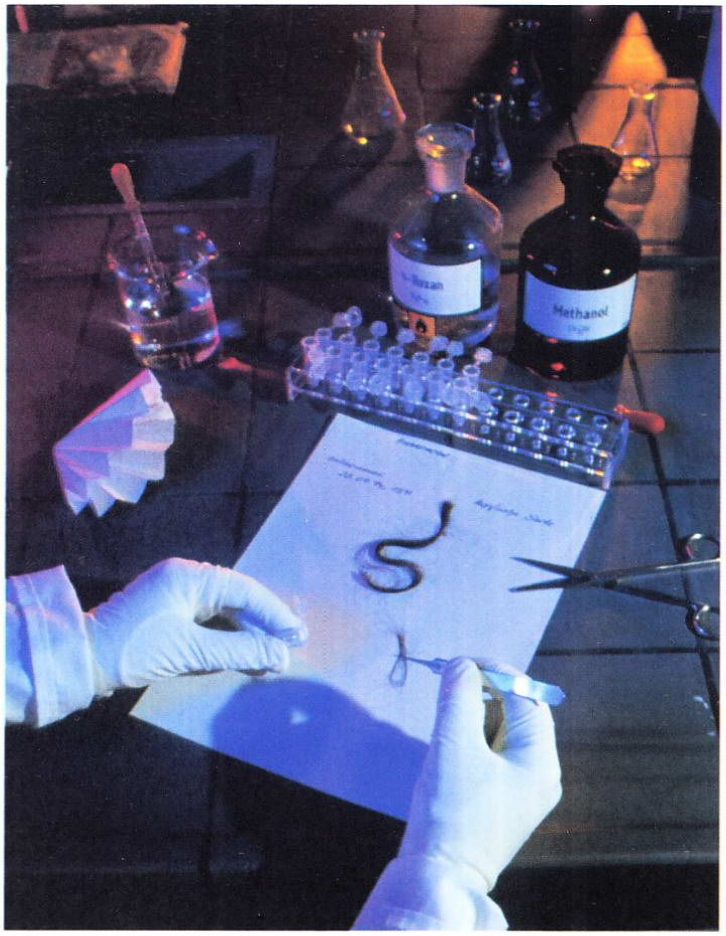
www.ibtesama.com/vb

الطب الشرعى

يقوم العلم فى كل يوم بمساعدة الشرطة على محاربة الجريمة، فالعلماء يقومون بدارسة الدم وبصمات الأصابع وأية مخلفات أخرى، بالتفصيل. لأن أصغر الآثار التى يتركها الفاعل فى مسرح الجريمة قد تؤدى إلى توجيه الاتهام إلى أحد الأشخاص. وجميع الوسائل التى تستخدم لتقديم الأدلة لأغراض قانونية، هى جزء من علم الطب الشرعى.

تستخدم الأدلة التى يقدمها علماء الطب الشرعى بطرق كثيرة. فإنها يمكن أن تساعد على إدانة شخص أمام محكمة الجنايات، ويمكن أيضًا أن تستخدم فى حسم قضايا مدنية. وكثيرًا ما يكون الدليل العلمى واضحًا إلى درجة تجعل القضية لا تصل إلى المحكمة أصلاً.

ويستخدم علم الطب الشرعى على نطاق واسع فى حسم النزاعات حول دعاوى التأمين وبراءات الاختراع وحالات الطلاق وبيع البضائع. إلا أن علم الطب الشرعى يعنى، بالنسبة لمعظم الناس، التحقيق العلمى فى الجريمة.



▲ **عينة من الشعر من شخص يشتبه فى أنه يتعاطى العقاقير يتم اختبارها فى أحد مختبرات الطب الشرعى. فأثناء نمو الشعرة، تندمج مع آثار العقاقير التى تسرى فى الجسم، ويمكن لعلماء الطب الشرعى أن يقوموا بالتعرف على هذه العقاقير.**

بصمات الأصابع

بصمات الأصابع هى الآثار الناتجة عن الخطوط الموجودة على باطن أطراف أصابع اليدين. ويمكن تقسيم بصمات الأصابع إلى ثلاث مجموعات هى الأقواس والحلقات والدوائر الحلزونية. ومن المعروف أن لكل إنسان بصماته التى تميزه بصورة فريدة بحيث يمكن استخدامها فى التعرف عليه. ولذلك تحتفظ أقسام الشرطة بنسخ من بصمات أصابع كل المجرمين المدانين فى مناطق عملها. وفى بعض البلدان، يتم تسجيل بصمات أصابع غير المجرمين أيضًا.

تقنيات أخذ بصمات الأصابع

تنقسم بصمات الأصابع التى توجد فى مسرح الجريمة إلى ثلاث مجموعات؛ تشمل الأولى العلامات المرئية التى تتركها اليد الملوثة بالدماء أو القذارة. وتشمل الثانية العلامات المرئية فى بعض المواد الطرية، مثل المعجون أو القطران أو الشيكولاتة أو الصابون. وتتكون المجموعة الثالثة من بصمات مستترة أو «خفية». وتكون نتيجة وجود الزيوت الطبيعية فى الجلد على أطراف الأصابع. وبصمات الأصابع من هذا النوع تكون أسهل فى الكشف عنها حين تكون على أسطح ملساء وبراقة، مثل المعادن والزجاج والخشب الملمع أو المدهون. وتظهر البصمات المستترة حين يتم تسليط الضوء عليها.

يمكن غالبًا التقاط صور فوتوغرافية للبصمات المرئية ببساطة، فحين يتم اكتشاف البصمات المستترة، فإنها ترش عادة بعناية ببعض مسحوق الألمنيوم، فيعلق بعض المسحوق بالعلامات الزيتية، ومن ثم

www.ibtesama.com/vb

يمكننا من الحصول على صورة واضحة لبصمات الأصابع. وتلتقط بعد ذلك صور فوتوغرافية المصورة عن قرب لهذه العلامات. يمكن أيضًا أخذ العلامات من فوق الأسطح الملساء بواسطة عملية تسمى رفع البصمات؛ حيث يتم نثر مادة لاصقة شفافة، تعرف باسم شريط الرفع، على الطبقة المرشوشة، وحين يتم نزع هذا الشريط من فوق السطح، تكون عليه صورة بصمات الأصابع.

ويمكن للأسطح ذات المسام، مثل الورق والملابس والخشب الخشن، أن تحمل بصمات الأصابع المستترة، وفى هذه الحالة لابد من استخدام تقنيات خاصة للكشف عنها، ففى هذه الحالة، يتم إظهار العلامات عن طريق تعريضها لأبخرة اليود أو رشها بنيترات الفضة ($AgNO_3$) . فيتفاعل عرق الأصابع، الذى يتخذ شكل بصمات الأصابع، مع هذه المواد الكيميائية مما يؤدى إلى إظهار البصمات.

الشظايا

كثيرًا ما يكون على علماء الطب الشرعى أن يكتشفوا ما إذا كانت عينتان مصنوعتين من المادة نفسها أم لا، غير أن اكتشاف المحتوى الكيميائى لكل عينة بدقة، يمكن أن يستغرق وقتًا طويلاً.

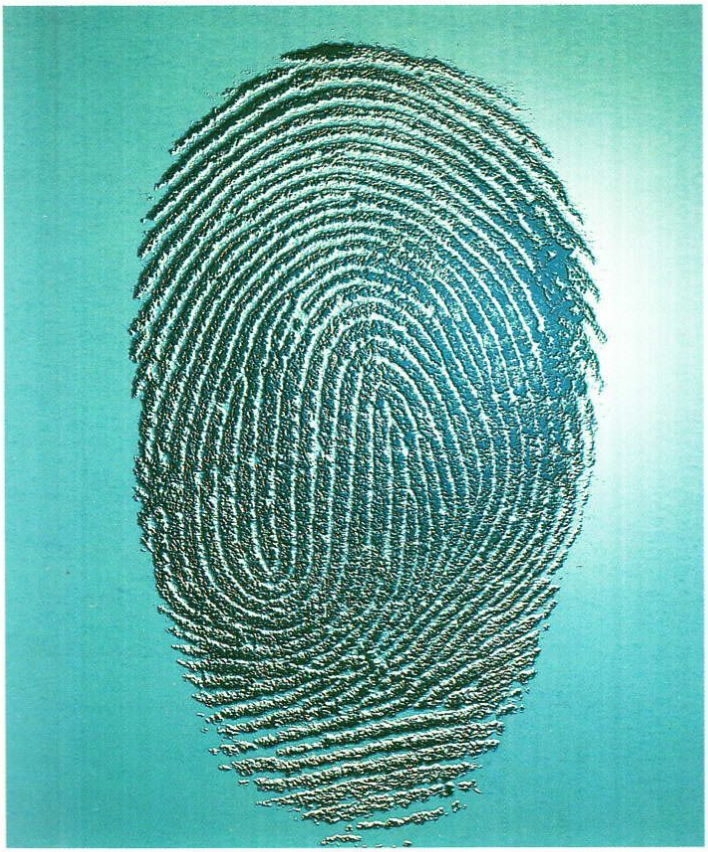
إلا أنه يمكن، غالبًا، استخدام تقنيات أبسط وأسرع بكثير. فعلى سبيل المثال، يمكن مقارنة شظية من الزجاج تم العثور عليها فى ملابس شخص بزجاج نافذة مكسورة فى مسرح الجريمة. ويمكن فحص العينتين بمقارنة الضوء الذى تعكسه كل منهما. ويمكن أيضًا مقارنة كثافتيهما. ويعتبر هذان الاختباران-عادة- كافيين لمعرفة ما إذا كانت العينتان قد جاءتا من المصدر نفسه.

وتلعب الألياف دورًا مهمًّا فى تحديد الجريمة، فيمكن أن تتطابق ليفة وجدت على مشتبه فيه مع ألياف من الملابس أو السجاجيد أو مواد التنجيد فى مسرح الجريمة. أو قد توجد ليفة من ملابس المشتبه فيه فى مسرح الجريمة. ويمكن مقارنة عينات من الألياف من المشتبه فيه ومن مسرح الجريمة بطرق كثيرة لمعرفة ما إذا كانت تتطابق مع بعضها البعض، ومن الممكن أن تبدو العينات متماثلة تحت الميكروسكوب حين تتم رؤيتها فى الضوء العادى، ولكن قد تبدو إحدى العينات مختلفة اختلافًا تامًّا باستخدام الأشعة فوق البنفسجية. ويمكن إذابة أية صبغات موجودة فى الألياف وفصلها بعد ذلك بواسطة الكروماتوجرافى ذى الطبقة الرقيقة.

وفى أحد الأشكال البسيطة للكروماتوجرافى، يتم نقع محلول من الصبغة فى شريط من ورق ماص. فتتوزع المكونات المختلفة للصبغة على الورقة بمعدلات مختلفة، وتنفصل إلى حزم محددة ذات ألوان مختلفة، فإذا كانت عينتان من الصبغة متماثلتين، فسوف تنتجان مجموعتين متماثلتين من الحزم. وإذا بينت هذه الاختبارات أن الألياف متماثلة، يتم تحليل الألياف كيميائيًّا للتأكد من أنها مصنوعة من المادة نفسها.

التحليل الكيميائى

غالبًا ما يتم تحليل العقاقير والصبغات والدهانات والبقع لمعرفة مكوناتها الكيميائية. فى التحليل الكيميائى، تخلط المادة المطلوب تحليلها مع مواد كاشفة مختلفة، وهى عبارة عن مواد كيميائية تدل على وجود مواد معينة عن طريق إحداث تغييرات ملحوظة فى اللون. وحتى أقل أثر للمادة يمكن أن يحدث تغييرًا كبيرًا فى مادة كاشفة مناسبة. ويمكن أن تكشف اختبارات الألوان على الأيدى ما إذا كان الشخص قد أطلق نارًا منذ فترة قصيرة أم لا، لأن الانفجار يترك بقايا مواد كيميائية على يده.



بصمة إصبع رشت لتظهر، ثم رفعت بحيث يمكن التقاط صورة فوتوغرافية لها. وكانت عملية أخذ البصمات إحدى الطرق الأصلية فى علم الطب الشرعى، ولا تزال تستخدم على نطاق واسع حتى اليوم.

www.ibtesama.com/vb

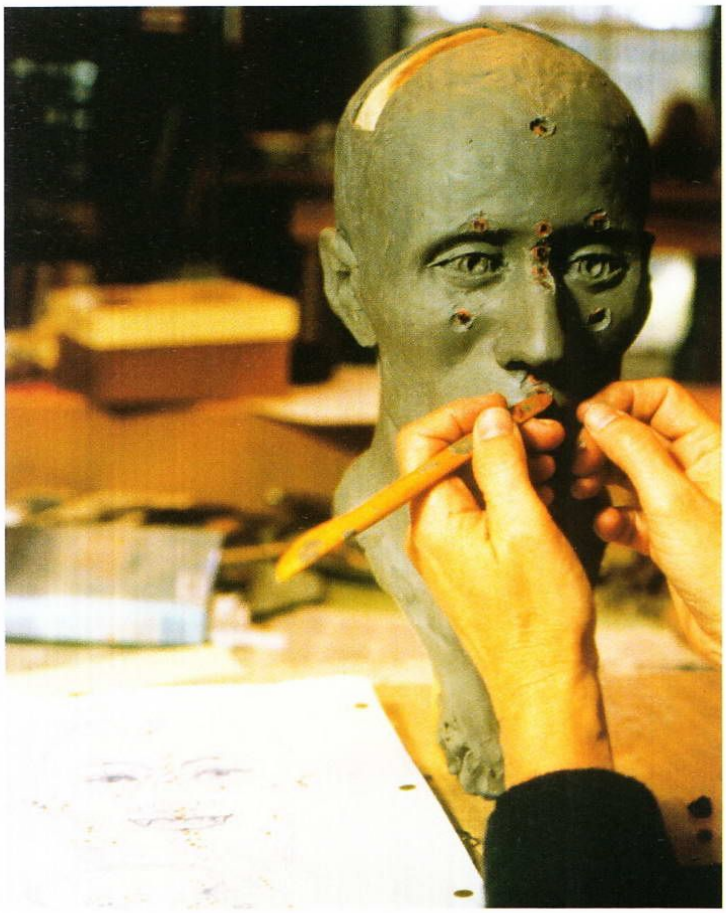
وتستخدم اختبارات الألوان أيضًا فى تحديد الدم والبقع الأخرى التى توجد على الملابس. وفى مثل تلك الحالات، يمكن استخدام الأشعة فوق البنفسجية للكشف عن البقع، وتحديدها فى بعض الأحيان، وذلك بإضافة مادة كاشفة مناسبة إلى المادة، فتظهر البقع، التى لا تظهر فى الضوء العادى، بوضوح فى وجود الأشعة فوق البنفسجية.

تحديد أسباب الوفاة

كثيرًا ما يكون على علماء الطب الشرعى أن يقوموا بعملهم قبل بداية البحث عن القاتل. هناك كائنات وحيدة الخلية بالغة الضآلة تسمى «الديتومات»، وهى تعيش فى كل من الماء المالح والعذب، ويمكن لعلماء الطب الشرعى التعرف على هذه الكائنات، فإذا اندفع الماء إلى رئة الشخص الغريق، فسوف تدخل هذه الطحالب إلى الرئتين، ومنهما إلى الدم، لتستقر أخيرًا فى أعضاء مثل الكبد. ولهذه الطحالب جدران من السيليكا، وهكذا يمكن العثور عليها بفحص الكبد بعد الوفاة. ولا يمكن لهذه الطحالب أن تفعل ذلك إلا إذا كان القلب لا يزال ينبض لحظة سقوط الشخص فى الماء. وهكذا إذا كانت هناك مياه فى الرئتين مع عدم وجود هذه الطحالب فى الكبد، فإن هذا يعنى أن الشخص قد مات قبل أن يلقى به فى الماء.

تحديد وقت الوفاة

كان من البراعة دائمًا اكتشاف الوقت الذى مات فيه شخص بدقة، فبمجرد أن يبرد الجسد، ويزول تخشب الأطراف، يصبح من الصعب معرفة الحقيقة. ولكن سوف يصل بعض أنواع الذباب إلى الجثة بعد أن تبرد، وسوف يبيض هذا الذباب، وسوف يفقس هذا البيض وتخرج منه يرقات، يمكن لعلماء الطب الشرعى- عندئذ- تحديد عمرها من خلال حجمها. وهكذا، إذا تم تقدير أن عمر اليرقات هو خمسة أيام، تكون الوفاة إذن قد حدثت منذ خمسة أيام على الأقل. وبمرور الوقت تتغذى أنواع مختلفة من الحشرات على الجثة أو تتوالد عليها، فمثلاً يظهر ذباب السروء (ذبابة تضع بيضها على الجثث)، والذباب الأزرق مبكرًا لكنه يرحل بعد ذلك. وبعد حدوث الوفاة بثلاثة شهور أو أربعة شهور، كثيرًا ما توجد يرقات صغيرة تعرف باسم دودة الجبن.



▲ باستخدام معلومات مفصلة عن تشريح الوجه، يعيد فنان الطب الشرعى بناء وجه شخص على جمجمة. وقد أصبح من الممكن الآن عمل ذلك بواسطة الكمبيوتر.

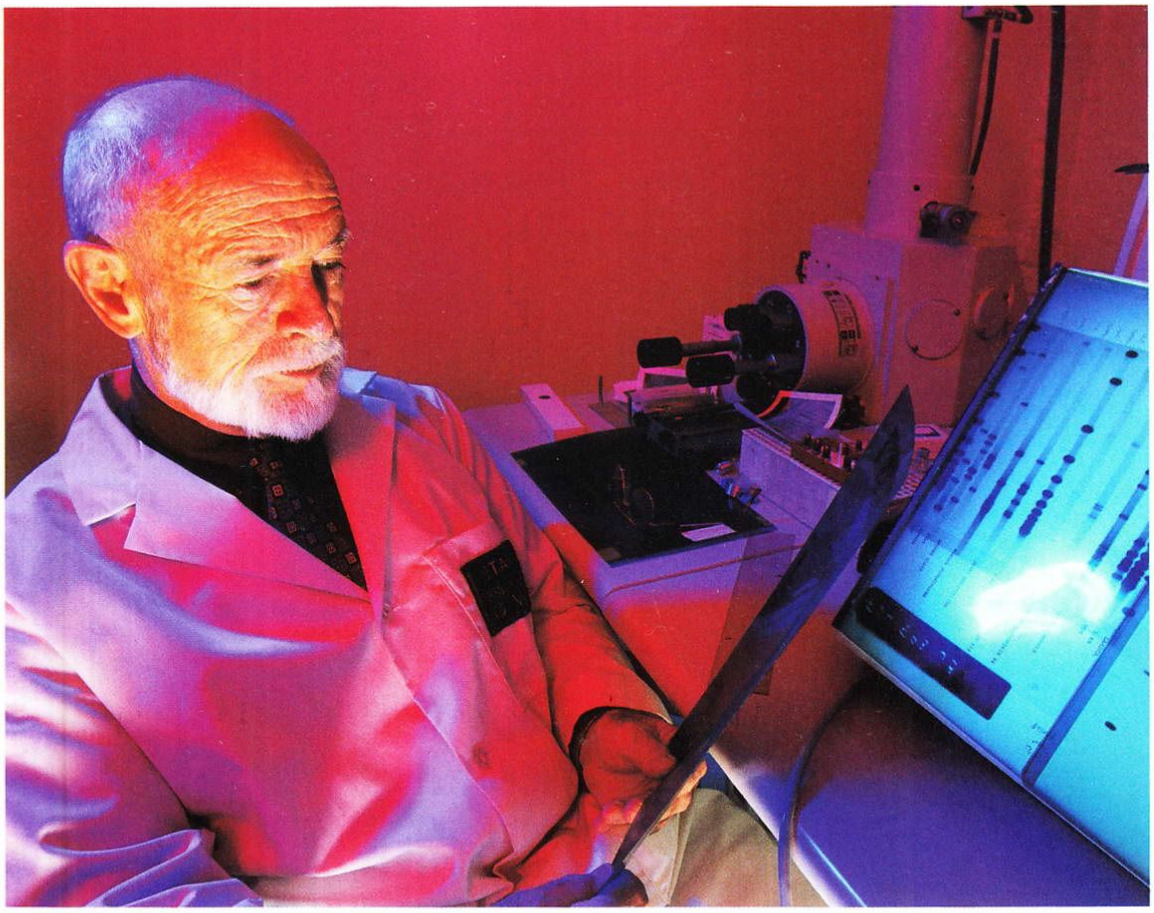
التعرف على الضحية

من وقت لآخر تظهر تقارير جديدة عن بقايا بشرية توجد فى الريف أو مدفونة فى الساحات الخلفية. وفى هذه الحالات، لابد أن يحاول علماء الطب الشرعى التعرف على الجثة.

يمكن للهيكل العظمى نفسه أن يقدم لنا قدرًا هائلاً من المعلومات. ومن أوضح المعلومات التى يقدمها لنا جنس الشخص وطوله. حيث تتغير العظام الطويلة فى الشباب وتصبح أكثر صلابة أثناء نموهم، ومن ثم تقدم العظام فكرة كبيرة عما إذا كان الشخص شابًا ناضجًا أم أنه مازال شابًا فى طور النمو.

وفى الوقت الحالى، يمكن أن يقدم الفحص بالصور الميكروسكوبية الإلكترونية للأسنان المزيد من المعلومات. حيث تصبح أسطح الأسنان ملساء أكثر كلما تقدم العمر بالإنسان، ولدى الناس من ذوى الأصول الآسيوية حفر مميزة فى أسنانهم.

www.ibtesama.com/vb



◄ يفحص أحد علماء الطب الشرعى عينات من الحمض النووى (DNA). ولكل شخص نمط فريد من أنماط (DNA)، وهكذا يكون تحليل (DNA) مهمًا جدًا فى حل غموض الجرائم.

وأنماط الجيوب الأنفية مميزة لكل شخص، فإذا كانت هناك صورة أشعة X بالفعل لجمجمة الضحية قبل الوفاة، يتم التقاط صورة أخرى بأشعة X لمعرفة ما إذا كانت للشخص نفسه أم لا. حيث توجد «علامات» معينة على الوجه، مثل شكل تجويف العينين وموضع الذقن، يمكن أن تتطابق عن طريق المقارنة بين هاتين الصورتين.

وضع اللحم على العظم

ربما يكون من المهم أن نحاول معرفة شكل شخص من جمجمتة فقط. وقد قام الفنانون بذلك باستخدام الطين لبناء عضلات الوجه على الجمجمة. والآن يستطيع الكمبيوتر القيام بذلك؛ حيث يمكن للناسخات الضوئية بالليزر أن تقوم بقياس الجمجمة بدقة متناهية، وحين تدخل هذه المقاييس إلى الكمبيوتر، يمكن تحويلها إلى صورة ثلاثية الأبعاد للجمجمة، ويمكن أيضًا للكمبيوتر أن يقوم بإضافة «اللحم» إلى هذه الصور، إذ تقوم البرامج بحساب السمك النموذجى للجلد والعضلات، وهو يختلف باختلاف عمر الشخص وعِرْقه. ومع أن النتائج لا يمكن أن تكون مضمونة فإنها كثيرًا ما تكون دقيقة بدرجة تثبت أنها ذات فائدة كبيرة.

أخذ البصمة الوراثية

ربما كانت أهم تقنية يستخدمها الطب الشرعى هى «أخذ البصمة الوراثية». وقد جعل ذلك التعرف على شخص ممكنًا بفحص الحمض النووى (DNA) -المعلومات الجينية الموجودة فى الخلايا.

إن (DNA) عند كل شخص له صورة فريدة ومتميزة. ومن ثم فإن عينة بالغة الضآلة من (DNA) فى مسرح الجريمة تكفى للتأكد من أن شخصًا كان موجودًا هناك أو أنه لم يكن موجودًا. فإذا كان (DNA) فى العينة يتطابق مع (DNA) المأخوذ من جسم شخص، فمن المؤكد أن هذا الشخص كان موجودًا فى مسرح الجريمة.

ويمكن أخذ (DNA) من عينة من أى جزء من الجسم، مثل الدم. وبإضافة بعض الإنزيمات إلى العينة، تعمل وكأنها «مقص كيميائى»، تفتت جزيئات (DNA) إلى قطع، وبعد ذلك يتم تصنيف هذه القطع طبقًا لحجمها، ثم يتم إضافة قطع من (DNA) النشط إشعاعيًا. فترتبط بالقطع الأخرى، وتظهر فى صورة نمط من الشرائط. ولكل شخص نمط (DNA) الفريد الخاص به.

www.ibtesama.com/vb

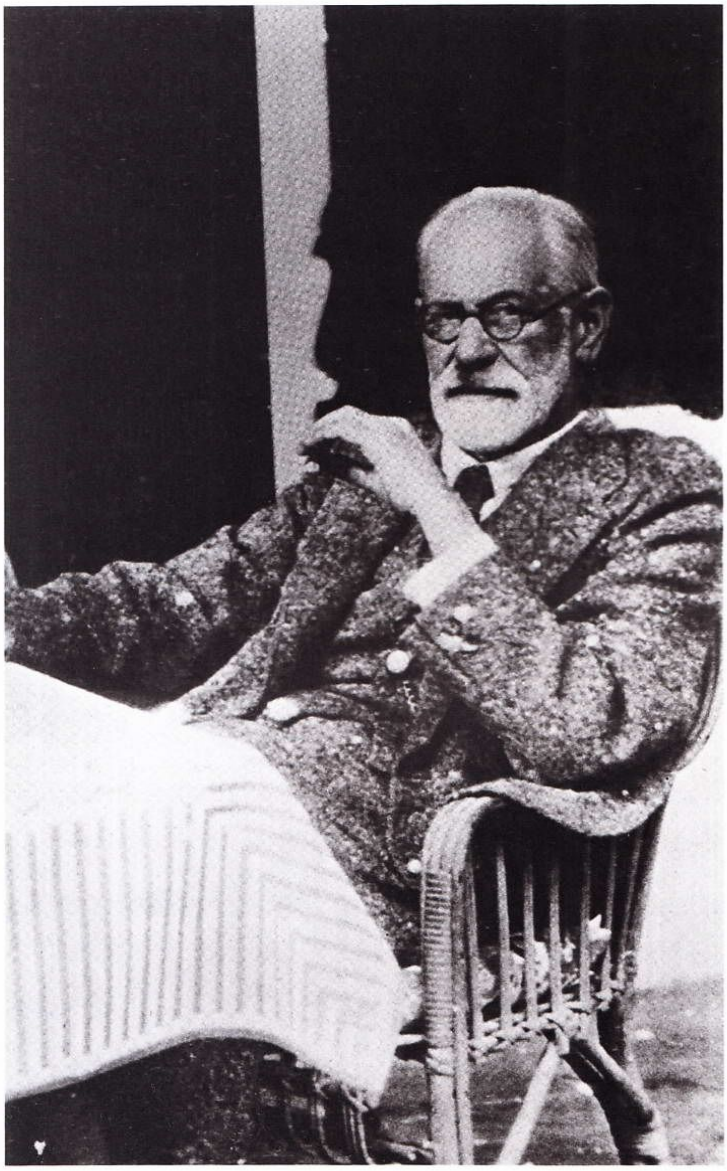
الطب النفسى

الطب النفسى أحد فروع الطب، ويتعامل مع تشخيص وعلاج، والوقاية من كل أنواع الاضطراب العقلى. ويتعاون رجال الطب النفسى مع علماء النفس والاجتماع لتشخيص حالات الاضطراب العقلى، ويقترحون العلاج بعد التحدث مع المريض عن مشكلته. ومن الممكن أن يستخدم الطبيب النفسى العقاقير أيضًا لعلاج المشكلة.

منذ آلاف السنين، كان الذين يعانون من المرض العقلى يتم عزلهم ومعاملتهم بقسوة وبلا شفقة، حيث كان الناس يظنون أن المريض العقلى مصاب بمس شيطانى. ولم يبدأ الناس ينظرون إلى هذا المرض كمشكلة طبية حتى القرن التاسع عشر، عندما وضع الطبيب الفرنسى فيليب رنيل (1745-1826)، ومعه الطبيب الإنجليزى ج. كونوللى، أسس وجذور الطب النفسى، وهما يعتبران أبطال العلاج بأسلوب التعاطف مع مرضى الاضطرابات العقلية.

والأداة الأساسية للعلاج فى الطب النفسى هى، بكل بساطة، التحدث عن المشكلة. وكل الأطباء يجب أن يناقشوا الأعراض التى يشكو منها المريض، وتاريخ المرض. أما الطبيب النفسى فهو يغوص فى أعماق كل شىء قد يعاون فى كشف بعض الأشياء عن الحالة العقلية للمريض، ويشمل ذلك حياته العائلية، وما يحب وما يكره، والمدرسة أو العمل، وما يثير مخاوفه أو سعادته، وصحته الجسمية، وأية مشاعر أو عواطف أخرى. ويستخدم أطباء النفس كل هذه المعلومات لتشخيص المرض وتقرير أفضل نظام للعلاج.

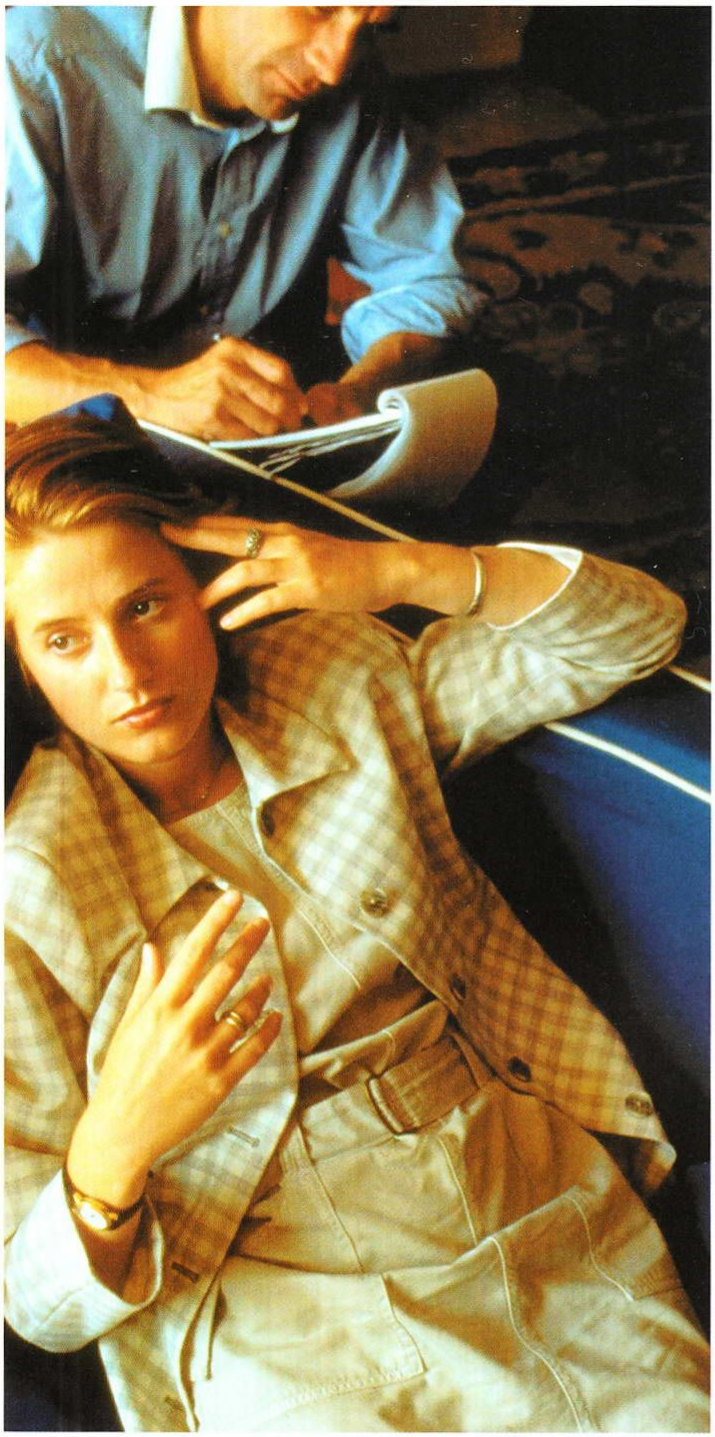
العديد من اضطرابات الصحة العقلية يصحبها عدد من الأعراض الجسمية. على سبيل المثال: لو عانى أحد الأفراد من الاكتئاب، فإنه يبدو حزينًا، ويتكلم ببطء شديد، ولا يرمش إلا قليلاً. أما الذى يعانى من القلق، فهو كثير الحركة، كف يده مبلل بالعرق، ويجلس على حافة المقعد. أما من يشكو من سماع بعض الأصوات الغامضة فقد يتوقف متنبها ليستمع إلى تلك الأصوات. هذه الأعراض الجسمية تساعد الطبيب النفسى على اتخاذ قرار بشأن العلاج المناسب.



▲ **عالم الطب النفسى النمساوى سيجموند فرويد، عُرف بنظريته فى التحليل النفسى لعلاج الاضطرابات العقلية. وهو مشهور أيضًا بأعماله الخاصة بتفسير الأحلام.**

العلاج النفسى هو الميدان الرئيسى لعلاج معظم المشاكل أو الاضطرابات العقلية. وهو يقوم أساسًا على المناقشات المستفيضة، وقد تستمر أحيانًا لعدة سنوات، للمشاكل التى قد تكون سبب الانهيار العقلى. وهدف العلاج النفسى هو مساعدة الناس على فهم أسباب المشكلة التى يعانون منها والعمل على تقويتهم فى مواجهتها والتعامل معها بصوره أفضل.

www.ibtesama.com/vb



◄ سيدة مسترخية على أريكة خلال جلسة العلاج النفسى. فرويد هو رائد التحليل النفسى فى أواخر القرن التاسع عشر. ولا يزال التحليل النفسى من أكثر الطرق انتشارًا لعلاج الأمراض العقلية.

فرويد والتحليل النفسى

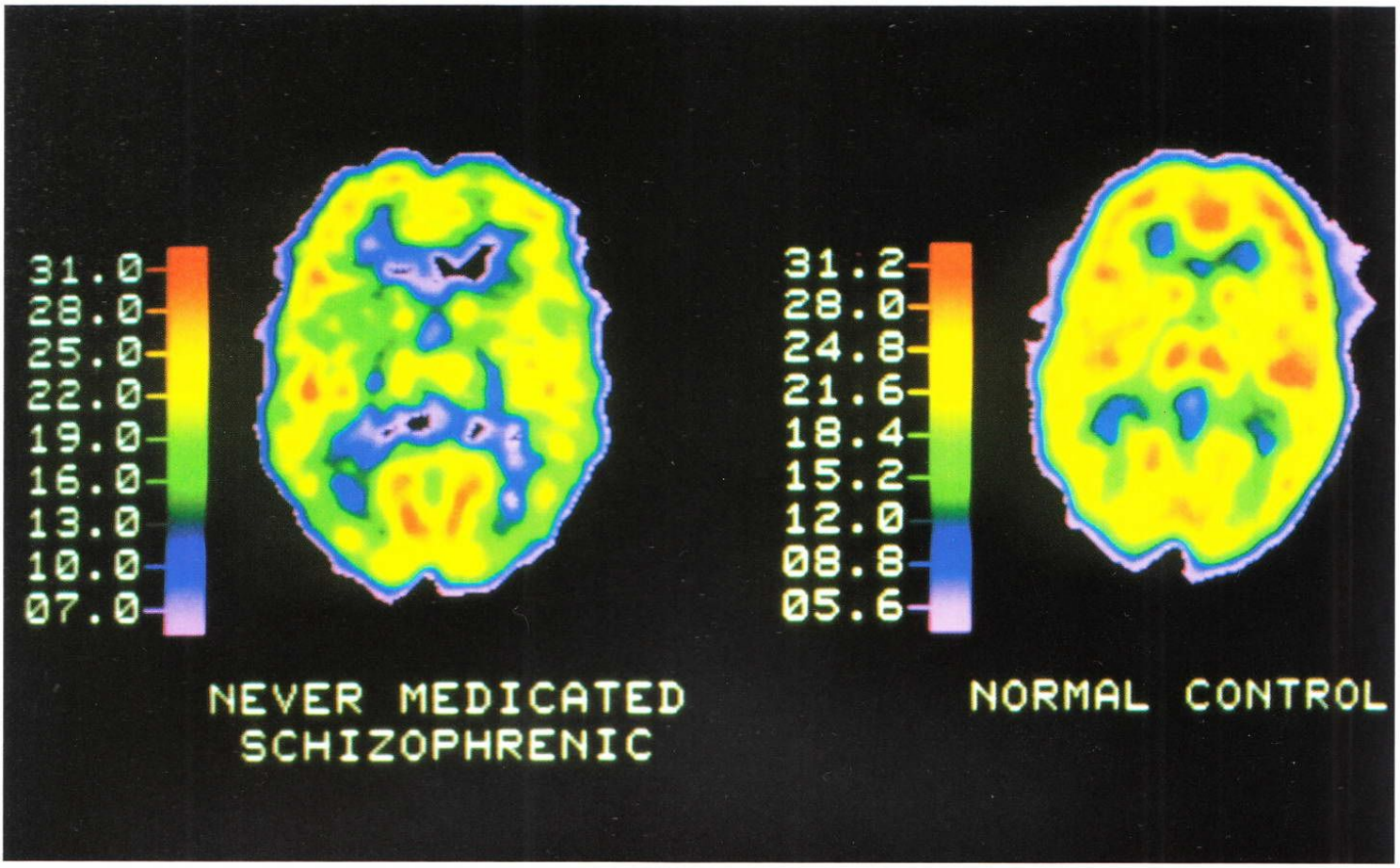
من الممكن أن يأخذ العلاج النفسى أشكالاً مختلفة، وأحد هذه الأشكال هو التحليل النفسى. وهناك عدد من الناس يعتبرون من أعلام تنمية وتطوير التحليل النفسى، ولكن أكثر الفضل يرجع إلى طبيب الأعصاب النمساوى «سيجموند فرويد» (1856-1939) وعند بداية القرن الماضى، نشر فرويد عددًا من الأوراق العلمية تضمنت الخطوط العامة لنظريته فى التحليل النفسى. اعتقد فرويد أن تجارب الماضى، لاسيما الأحداث التى وقعت أثناء مرحلة الطفولة، تشكل طريقة تصرف الإنسان فى حاضره ومستقبله. كما اعتقد فرويد أن الطريقة التى يتصرف بها الإنسان ويفكر فى حالة الوعى، تتأثر بمشاعر وأفكار اللاوعى. وكان فرويد وأعوانه يحاولون جلب هذه المشاعر والأفكار خارج اللاوعى حتى يتمكن مرضاه أن يروا ويفهموا أسباب مشاكلهم. وبهذه الطريقة أصبح التحليل النفسى وسيلة لمساعدة الناس على التخلص من قدر كبير من التعاسة، والتكيف مع حياتهم اليومية.

أنواع مختلفة من العلاج

استمرت نظريات فرويد حتى اليوم، بالرغم من أن بعضها تم تعديله، أو فى أحيان أخرى، ثبت عدم صحتها. لكن التحليل النفسى استمر ليكون جزءًا مهمًّا من طب النفس الحديث. وأثناء التحليل، يسترخى المريض على أريكة، ويتحدث عن كل ما يخطر على باله. وهو ما يسمى بالتداعى الحر. وهناك أيضًا مناقشات للأحلام، والتى تعد من المفاتيح المهمة لمعرفة ما يدور فى الجزء اللاواعى من العقل. من هذه المناقشات التى يمكن أن تمد بمعلومات مهمة، يحاول المعالجون معرفة نوع العوامل الكامنة فى اللاوعى والتى يمكن أن تكون سببًا فى المشكلة.

وهناك شكل آخر للعلاج النفسى، وهو العلاج باللعب. وفيه يلعب الأطفال المضطربون ويمثلون مشاكلهم باستخدام الدمى والعرائس. وهذا يشبه العلاج النفسى المسرحى (السيكودراما)، وفيه يمثل البالغون أدوارًا فى مسرحيات تحكى مشاكلهم. وأنواع العلاجات الأخرى فى الطب النفسى تشمل العقاقير الطبية. والعلاج السلوكى، والعلاج بنظام الصدمات الكهربائية (وأحيانًا يطلق عليه العلاج بالصدمات). العلاج الدوائى غالبًا ما يستخدم ليمد المريض بنوع من الهدوء أو البهجة أو الاسترخاء، ويستخدم العلاج السلوكى نظام الثواب والعقاب لجعل الناس يغيروا من سلوكهم. أما العلاج بالصدمات فهو يبث تيارًا كهربائيًّا ضعيفًا داخل المخ، وهو علاج قوى جدًّا ولا يجب استخدامه إلا عندما تفشل كل أشكال العلاجات الأخرى.

www.ibtesama.com/vb



▲ صورة مسح بأشعة البوزيترون، تبيّن قطاعًا محوريًا فى مخ طبيعى (إلى اليمين)، ومخ مصاب بالفصام (إلى اليسار). اللون الأحمر يبين منطقة النشاط المرتفع، أما المناطق الزرقاء فهى تبين مناطق نشاط منخفض. ومخ المريض بالفصام يظهر نموذجًا مختلفًا.

الطب النفسى الحديث

تغير الطب النفسى كثيرًا، توجد الآن أدوية وعلاجات جديدة، ويكتشف علماء الطب النفسى الآن أن بعض الاضطرابات العقلية قد تتسبب فى ظهور أمراض جسدية. وفى هذه الحالة يتم علاج المرضين العقلى والجسدى معًا، وليسا منفصلين.

ومن أمثلة الأمراض التى تحدث بسبب المرض العقلى، مرض يُسمى الشَّره العصبى، وهو حالة الإفراط فى الأكل تحدث على فترات منتظمة. يتبعها محاولات عنيفة لفقدان الوزن، بالقىء على سبيل المثال. ومثال آخر: الإجهاد العصبى بعد صدمة شديدة، وهو يصيب من تعرضوا للخطف كرهائن، أو لمواقف صعبة مثل التعذيب أو الاغتصاب أو الحرب. ومن يعيش مثل هذه الظروف يصبح شديد التوتر والقلق إزاء الآخرين، وقد يفقد التركيز.

وهناك أمراض أخرى يتم التعرف عليها حاليًا، ومنها مرض يسمى متلازمة الإجهاد المزمن، والذى يشكو المصاب به من الشعور بالتعب والإجهاد رغم أن صحته تبدو جيدة. ومن المشاكل الكبيرة فى هذا النوع من الأمراض أن المريض يصعب إقناعه بأنه يعانى من مرض نفسى.

هل تعلم؟

ولد سيجموند فرويد فى 6 مايو عام 1856 فى مدينة فرايبورج - وهى فى جمهورية التشيك الحالية. وعندما كان طفلاً فى الرابعة من عمره، انتقلت عائلته إلى فيينا (عاصمة النمسا). وعندما بلغ السابعة عشرة، درس فرويد الطب فى جامعة فيينا وتخرج عام 1881. وعاد إلى فيينا عام 1886، ليعمل كطبيب أعصاب. وعندما نشر نظريته عن التحليل النفسى تعرض للسخرية من زملائه، لكن نظريته تم الاعتراف بها فى النهاية. وانتخب فرويد عضو الجمعية الملكية بلندن عام 1936. وفى 1938، اجتاحت القوات الألمانية النمسا، وهرب فرويد إلى لندن، حيث مات هناك بعد عام واحد.

www.ibtesama.com/vb

▲ يُقدر عدد من استخدموا عقارات مضادة للاكتئاب منذ بدء إنتاجها سنه 1986 بأكثر من 40 مليون شخص حول العالم.

الطرق الحديثة فى العلاج

طالما توصل الطبيب إلى تشخيص الاضطراب العقلى، فإنه يستطيع أن يقرر أفضل نظام للعلاج، ففى حالة مرض متلازمة الإجهاد المزمن، يحتاج المريض إلى تدريبات رياضية. وهذا النوع من المرضى عادة يتفادون هذا العلاج لأنه يجعلهم يشعرون بان حالتهم أسوأ. والمجهود العقلى مطلوب قبل تحقيق أى تحسن. وبمعاونة المعالج وبتعاطف أحد أفراد الأسرة، يمكن لمريض متلازمة الإجهاد المزمن أن يتغلب على هذه المشكلة ويبدأ فى التدريبات الرياضية، ثم يبدأ الشفاء التدريجى.

فى أواخر القرن العشرين ظهرت أدوية جديدة أحرزت تقدماً، وساعدت الناس على تجاوز محنة مرض الاكتئاب مع قليل من الآثار الجانبية. وهذه الأدوية تقوم بتنشيط الناقلات العصبية التى تتولى بث رسائل كيمائية فى المخ، والتى تسمى «سيراتونين». وبعضها أصبح شائع الاستخدام ومتداولاً لأن من تناوله لم يعانِ من الأعراض الجانبية السمجة مثل القلق والغثيان، التى ترتبط بمضادات الاكتئاب. ولكن انتشار وصفها طبيًّا أمر مثير للجدل. وهناك تقارير تقول إن مستخدمى هذا العقار أصبحوا أكثر عنفًا، وتنتابهم رغبة فى الانتحار أثناء تناول العقار.

ويمكن أن تساعد مضادات الاكتئاب أيضًا فى علاج حالة منتشرة ولو أنها غير معروفة، وهى حالة مرض الوسواس القهرى. وأحد أمثلة الوسواس القهرى الشعور بالحاجة لغسل اليدين باستمرار. وظهر حديثًا مرض آخر يسمى الاقتحام بالكومبيوتر. ففى سنة 1993، حاول شاب بريطانى اقتحام أنظمة الكمبيوتر فى عدة بلدان، وشمل ذلك معهد أبحاث الأورام السرطانية. ولما تم ضبطه حصل على البراءة. لأنه مريض بالوسواس القهرى ولا يستطيع أن يمنع نفسه من هذه التصرفات، رغم أنه مقتنع بخطئها.

www.ibtesama.com/vb

العاصفة الرعدية

صواعق البرق التى تومض فى السماء، وقعقعة الرعد، والرياح الشديدة، والأمطار... كل هذا يجعل العواصف الرعدية واحدة من أعظم اضطرابات الطقس اليومية إثارة للدهشة. ومعظم العواصف الرعدية لا تستمر لأكثر من ساعة واحدة، ولكن العاصفة فى أوجها يكون وقعها شديدًا.

يعتقد العلماء أن حوالى 3500 عاصفة رعدية تحدث فى وقت واحد حول الأرض طوال الوقت. وقد وصف رواد الفضاء السحب الملتفة حول الأرض بأنها تلمع بمئات من ومضات البرق.

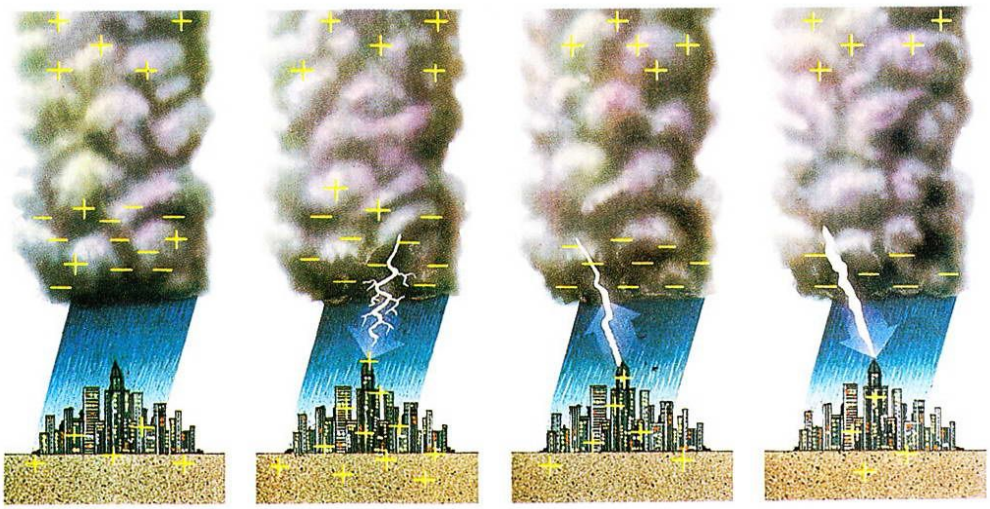
والرعد هو النتيجة الفورية للصاعقة الضوئية التى تحدث من شحنات كهربائية تتكون داخل نوع من التشكيل السحابى يُسمى «الرُّكام المكفهرّ». وتلك السحب شاهقة الارتفاع - يصل ارتفاعها عادة من 8 إلى 12 كيلومترًا - تكون كثيفة وثقيلة ومظلمة عند قاعدتها. وتظهر عادة فى الأيام الدافئة المشمسة؛ عندما يرتفع هواء دافئ من الأرض، وأثناء ارتفاعه يبرد وتتكثف رطوبته وتتحول إلى قطرات ماء وبلورات ثلجية، مشكلة سحبًا هائلة سريعة الحركة.

البَرْق

على الرغم من أن صوت الرعد يمكن أن يكون مفزعًا، إلا أن البرق هو الأكثر خطورة. ذلك لأن الخط المتعرج الطويل من الضوء الأبيض اللامع فى السماء، هو -فى الواقع- شحنة هائلة من الكهرباء. ويمكن لوميض البرق أن يرفع من حرارة الهواء حوله إلى درجة حرارة قدرها 30 ألف درجة مئوية، وهى سخونة أشد خمس مرات من حرارة سطح الشمس. وهذا الهواء الساخن يتمدد ويفقد الحرارة، وسرعان ما ينكمش، مسببًا فجوة يندفع الهواء لملئها، وهذا الاندفاع هو السبب فى صوت الرعد. وعندما تنبعث موجات

▼ **هذه السحابة من نوعية الركام المكفهرّ التى لها سطح مستوٍ، وتُسمى سحابة ركامية. وهى نتيجة اندفاع الرياح القوية فى الجزء الأعلى من الغلاف الجوى، عندما تهب بشدة إلى أسفل نحو السحابة.**

www.ibtesama.com/vb



▶ التيارات الهوائية الصاعدة تفصل جزيئات السحب الموجبة والسالبة. ويتفاعل الهواء على المستوى الأرضى مع الطبقة السالبة فى السحابة فيصبح موجبًا. ويظل البرق متعرجًا جيئة وذهابًا حتى تلغى الشحنتان المتعارضتان كل منهما الأخرى.

صوت رعدية من أجزاء مختلفة من العاصفة، يحدث صوت يشبه قعقعة مدوية.

والواقع أن البرق والرعد يحدثان فى وقت واحد، لكن الضوء ينتقل أسرع من الصوت؛ لذلك يُرى البرق أولاً. وبحساب الثوانى التى تفصل بين وميض البرق ووصول صوت الرعد، من الممكن حساب مدى ابتعاد العاصفة الرعدية. وفاصل زمنى قدره خمس ثوانٍ يساوى 1.6 كيلومتر تقريبًا.

كيف يحدث البرق؟

لا يزال هناك الكثير مما لا نعرفه عن العواصف الرعدية، لكن العلماء استطاعوا كشف بعض الغوامض التى تحيط بها. فالعواصف الرعدية مليئة بشحنات كهربائية قوية. وعندما تندفع تيارات عنيفة من الهواء على أطراف السحب، تقوم بفصل الجزيئات المشحونة السالبة عن تلك الموجبة. وتصبح بلورات الثلج فى السحب ذات شحنة سالبة عندما تتسبب تيارات الهواء فى تصادمها، بينما يكون الهواء حولها موجب الشحنة. وفى النهاية، تصبح الطبقة العليا من السحابة الرعدية موجبة الشحنة، بينما تكون الطبقات الوسطى والسفلية سالبة الشحنة. والأرض تحت السحابة موجبة الشحنة أيضًا، حتى إنها أحيانًا تتسبب فى وقوف شعر الإنسان.

لماذا يحدث البرق؟

تنجذب الشحنات الكهربائية الموجبة والسالبة بقوة إلى بعضها البعض. وبعد لحظة تكون الطبقة العازلة بين الشحنتيْن غير قادرة على عزلهما. وفى اندفاع عنيف للطاقة، تتواثب الكهرباء الواقعة بينهما بصورة متعرجة. وتحدث الشرارات الأولى عادة بين أجزاء مختلفة من السحب. ويُعرف هذا بالبرق من سحابة إلى سحابة. ثم يحدث البرق بين الشحنات الموجبة على الأرض والشحنات السالبة فى السحب، متنقلاً بينهما بسرعة حوالى 435 ألف كيلومتر فى الساعة. وأحيانًا يضرب البرق أيضًا بين السحب والهواء. وبالنسبة إلى العين البشرية، يظهر وميض البرق الذى يضرب الأرض كضربة واحدة مفردة. لكن الصور الفوتوغرافية تبين أن هناك عادة ومضة بادئة إلى الأرض، تتبعها ضربة معاوِدَة أكثر قوة بكثير.

والأشكال الثلاثة الأكثر شيوعًا للبرق ـ المتشعِّب والمتفرِّع والشراعى (أو الصفحى) هى- فى الواقع- مشاهد مختلفة لنفس الوميض. فالبرق الشراعى، مثلاً، هو مجرد وميض برقى تحجبه سحابة. وهناك شكل آخر للبرق يسمى الكرة الضوئية. وهى ظاهرة نادرة تحدث عندما ينطلق جزء من البرق من السحابة إلى الأرض مشكِّلاً كرة مستديرة صغيرة. وهذه الكرة من الضوء تدور على الأرض أو تقفز فى الهواء حتى تنفجر أو تتشتت.

هل تعلم؟

تستغرق سحابة الركام المكهفرّ فى المتوسط حوالى ساعة واحدة تقريبًا لتتكوّن، وتنمو، ثم تتفرق. وينتج عنها أقل من ثلاثين دقيقة من الرعد والبرق.

www.ibtesama.com/vb

العجلة

ربما لولا العجلة، ما كان التطور الحضارى ليحدث. لقد جعلت العجلة نقل البشر والبضائع على الأرض أسهل وأسرع من ذى قبل. ونتيجة لاختراع العجلة، استطاع الإنسان الانتقال من القرى المترامية على ضفاف الأنهار والجداول ليستوطن أماكن جديدة بعيدة عن المجارى المائية. وأمكن جلب الغذاء ومتطلبات الحياة الأخرى إلى تلك المستوطنات باستخدم عربات تُجَرُّ على عجلات.

لا يعلم أحد هل وجدت عجلة العربة قبل دولاب الخزَّاف أم بعده. ذلك أنهما كليهما صنعا -فى بادئ الأمر- من الخشب الذى يتعفن بسرعة، ومن ثم لم يُعثر فى المواقع الأثرية العتيقة على دليل يؤكد أيهما كان الأقدم. ويستطيع الخبراء معرفة تاريخ دولاب الخزف؛ لأن الخزف الذى يُصنع فوق الدولاب يختلف اختلافًا واضحًا عن القدور والأوانى الخزفية السابقة. بينما لم تترك عجلات العربات أية آثار بسبب تحللها.

وكان أقدم دليل على عجلة العربة رسمًا بدائيًّا على قرص مصنوع من الطين عُثر عليه فى بلاد ما بين النهرين (المنطقة الخصبة الواقعة بين نهرى دجلة والفرات، وهى العراق حاليًّا). ويرجع تاريخ ذلك القرص إلى الفترة من 3200 إلى 3100 سنة قبل الميلاد. وكانت تلك العجلات البدائية مصنوعة من ثلاثة ألواح خشبية مثبتة مع بعضها البعض بقطع صغيرة من الأخشاب المحكمة على هيئة صليب. وكانت الألواح مقطوعة بحيث يكون الثقب الطبيعى فى مركز اللوح الأوسط. ويُستخدم هذا الثقب كمحور دوران.

إدخال التحسينات على العجلة

كان أحد التحسينات التى أدخلت على العجلة هو وضع إطار خشبى حولها. لذلك كان التآكل يصيب العجلة بأكملها. ومنذ ما يقرب من أربعة إلى خمسة آلاف سنة، زوَّد سكان ما بين النهرين الإطار بمسامير نحاسية لجعل العجلة تعيش أطول. وربما وُضعت المسامير لتثبيت إطار مصنوع من الجلد السميك.

▲ تقوم العجلة المائية بتوظيف قوة تدفق المياه لطحن الحبوب. وفى هذه الصورة عجلة مائية تُسمى «ذات الدفع العلوى»، وهى تدور بقوة دفع المياه، حيث تندفع المياه، إلى حجيرات تُسمى «دلاء» على العجلة لإدارتها، وعندئذ تدير العجلة ماكينة الطاحونة لطحن الحبوب.

www.ibtesama.com/vb

▲ **العجلات المصنوعة من سبيكة ليست جيدة المظهر فقط، ولكنها تحسّن أيضًا من طريقة سير السيارة؛ لأنها تخفض كتلة العجلة وتجعل القيادة أسهل كثيرًا.**

وكانت العجلة ذات القوائم هى التحسُّن الكبير التالى الذى طرأ على العجلات. ومن المعتقد أن الحيثيين الذين عاشوا فى شمال سوريا أو الأناضول هم أول من استخدم العجلات ذات القوائم. وقد أتاحت القوائم المجال لسبك عجلات البرونز (سبيكة من خليط من النحاس والقصدير) باستخدام كمية أقل بكثير من المعدن عن الكمية المستخدمة فى العجلات المصمتة؛ فالقوائم جعلت العجلات أخف وزنًا وأسهل حركة.

ولم يحدث بعد ذلك تطور مهم فى العجلات على مدى آلاف السنين، وحتى القرن السادس عشر عندما صممت عجلات لتلائم قضبان السكك الحديدية. وأدى هذا التطور إلى بدء أول خدمات السفر والشحن بواسطة السكك الحديدية، التى افتتحت فى بريطانيا عام 1830 تقريبًا. ومع اقتراب نهاية ذات القرن، أدى اختراع الدراجة، ثم السيارة، إلى اختراع الإطار الهوائى (المملوء بالهواء) الذى يغطى العجلة ويجعل الركوب والقيادة أكثر سلاسة.

التطورات الحديثة

كانت السيارات الأولى ذات عجلات خشبية بقوائم، أو عجلات سلكية، أو عجلات مدفعية. وخلال الثلاثينيات من القرن العشرين ، كانت عجلات السيارات تُصنع من مواد شائعة تُعرف بالصلب المضغوط. أما الشائع حاليًّا فهو استخدام عجلات مصنوعة من سبائك الألومنيوم أو المغنسيوم الخفيفة خاصة فى السيارات الرياضية.

www.ibtesama.com/vb

علم الاتصالات

تعد الاتصالات عن بعد مسألة حيوية للعالم الحديث. حيث يتم إرسال كم هائل من المعلومات من مكان لآخر، بأسرع وأرخص من أى وقت مضى. فمن الممكن تناول التليفون، والتحدث مع شخص ما على بعد بضعة آلاف من الأميال. كذلك من الممكن استعمال التليفون المحمول للتحدث، أو إرسال رسائل كتابية، ويمكن للناس إرسال صور المستندات عن طريق الفاكس، وتبادل الرسائل باستعمال البريد الإلكترونى (e-mail) والإنترنت.

نشأ التطور الحديث فى مجال الاتصال عن بعد، كنتيجة للتجارب التى أجريت على الكهرباء فى القرن الثامن عشر، عندما برهن مختلف الناس على إمكانية إرسال إشارة كهربية عبر أحد الأسلاك. ثم اكتشف الفيزيائى الإيطالى ألساندرو فولتا (1745-1827)، التيار الكهربائى وابتكر البطارية، كما شجع التجارب فى ميدان انتقال الكهرباء. وفى غضون بضعة أعوام، تم اختبار محاولات مختلفة لإرسال الرسائل عبر المسافات الطويلة. ويعرف إرسال الرسائل عبر المسافات الطويلة بالتلغراف (إرسال برقية). فى عام 1836 شاهد المبتكر الإنجليزى ويليام كوك (1806-1879) عرضًا لأداة تلغرافية بألمانيا. وقد قام بنفسه بتصميم عدة آلات مماثلة، ثم تعاون مع تشارلز ويتستون (1802-1875)، الفيزيائى الإنجليزى، عندما علم أنه كان يعمل على نفس الموضوع فى كنجز كولدج بكامبريدج.

تكون جهاز كوك و ويتستون الأول من 6 أسلاك، تسرى خلالها النبضات الكهربائية لتشغيل خمس إبر، مُعدة لتشير إلى حروف معينة مطبوعة على لوحة خاصة. وبعد مضى ثلاث سنوات، وافق المهندس الإنجليزى ايسامبارد كنجدون برانل (1806-1859)، على اختيار جهازهم للتلغراف على خط السكك الحديدية الغربى الكبير الذى كان قد شيده بنفسه. وقد بدأ تشغيل الجهاز لإرسال الإشارات الى القطارات ما بين محطة بادنجتون بلندن، ومحطة درايتون الغربية، الواقعة على مسافة 21 كيلومترًا، ثم امتد العمل به فى عام 1843 لمسافة 11 كيلومترًا أخرى حتى محطة سلو.

استمر الاستعمال الرئيسى للتلغراف قاصرًا على إرسال الإشارات للقطارات على مدى السنوات العديدة التالية. إذ كان التلغراف مهمًّا لتحسين نظام أمان القطارات. فلم يكن لدى السائق قبل ذلك، إذا أراد التحقق من وجود قطار آخر فى طريقه، سوى أن يطل برأسه خارج النافذة لينظر.

كان جهاز تليفون ألكساندر جراهام بل، هو النجم الساطع الذى جذب الاهتمام بالمعرض الأمريكى السنوى، الذى أقيم بفيلادلفيا فى عام 1876. وتم تكريمه باعتباره أعظم عجائب التلغراف الكهربائى.

www.ibtesama.com/vb

فى نفس الوقت، كان المخترع الأمريكى صمويل مورس (1791-1872)، يحاول الحصول على تمويل من الكونجرس الأمريكى لتطوير نظام تلغرافه الذى تضمن شفرة، وكان يعمل بطريقة النقر للدلالة على الحروف. وفى أثناء عرضه لجهازه أمام الكونجرس فى عام 1844، أرسل مورس رسالة من واشنطن إلى مدينة بالتيمور بولاية ميريلاند على بعد حوالى 65 كيلومترًا.

كان جهاز مورس بسيطًا، ومن السهل تركيبه، وكان يعتمد على استكمال دائرة كهربائية باستعمال سلك منفرد علوى وسلك أرضى. ويتم تشغيل مغناطيس كهربائى فى الطرف المستقبل عن طريق استكمال الدائرة الكهربية ثم قطعها. وكانت تصدر من الجهاز أصوات طقطقة، ويرمز لكل حرف بطقطقات مميزة على حسب شفرة خاصة.

صمم ويتستون نموذجا آليًا من جهاز مورس، مستعملاً شريطًا من الورق به ثقوب. فتوضع الرسالة فى البداية على هيئة شفرة على الشريط، ثم ترسل بسرعة عالية باستعمال ناقل آلى باستطاعته التعرف على الثقوب (قراءتها). وكان بإمكان الجهاز إرسال 600 كلمة فى الدقيقة.

انتشر جهاز مورس للتلغراف وشفرته سريعًا جدًّا، وبحلول عام 1852، كان هناك 64000 كيلومتر من خطوط التلغراف حول العالم، وبعد مضى عشر سنوات، شملت خطوط التلغراف كل قارة أمريكا الشمالية، وكذا امتدت من بريطانيا إلى الهند. وفى عام 1866، تم إرساء كابل على قاع المحيط الأطلنطى، وأصبح بالإمكان إرسال رسائل تلغرافية بين كل من بريطانيا، وأمريكا الشمالية.

التليفون

يحول التليفون الكلمات المنطوقة الى إشارات كهربائية، يمكن إرسالها بعد ذلك إلى مسافات طويلة عبر أسلاك، أو باستعمال موجات الراديو. وكثيرًا ما تنتقل المكالمات الدولية الآن عن طريق الأقمار الصناعية للاتصالات، والتى تبعد آلاف الأميال عن الأرض.

تعد قصة تطور التليفون واحدة من أكثر قصص الاختراعات إثارة. وبالرغم من أن الشائع هو أن الفضل يرجع الى العالم الاسكتلاندى المولد ألكساندر جراهام بل (1847-1922) فى إجراء أول محادثة تليفونية فى مارس 1876 بمدينة بوسطن بولاية ماساشوستس، إلا أنه من شبه المؤكد أن المخترع الايطالى أنطونيو ميوسى (1803-1889) هو الذى أجرى المكالمة الأولى.

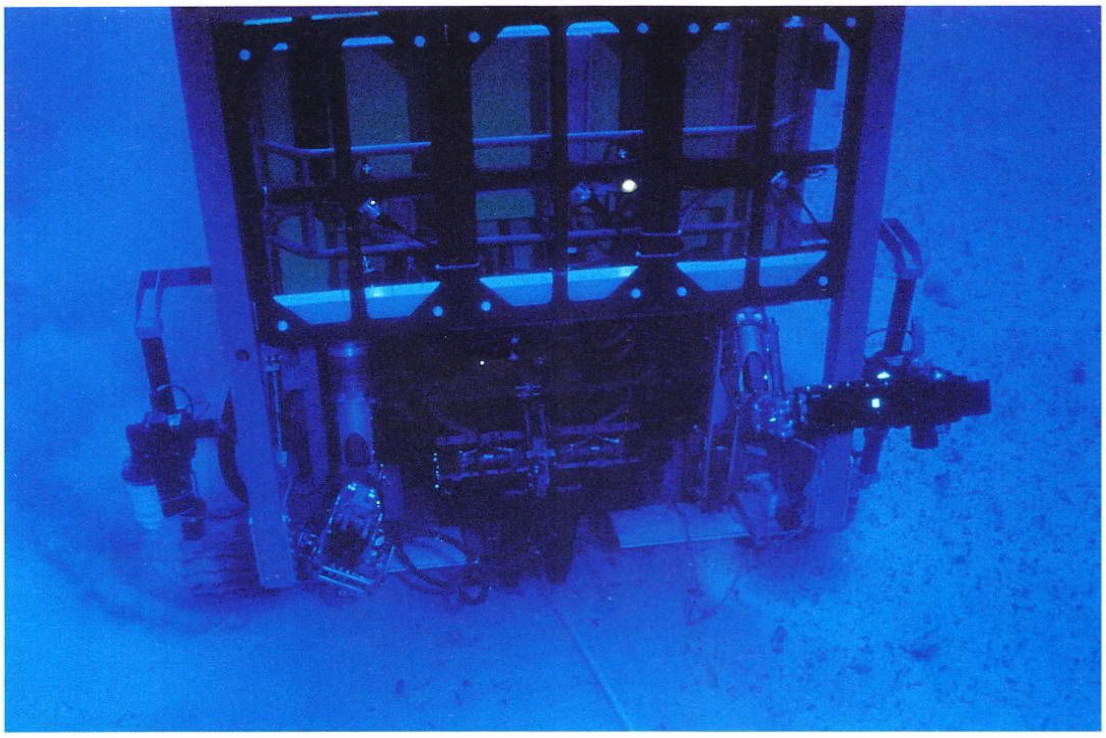
كان ميوسى يعمل فى كوبا فى الثلاثينيات من القرن التاسع

▲ **التليفون المحمول الحديث يحتوى على لوحة دوائر تحمل المكونات الإلكترونية التى تعالج، وترسل، وتستقبل أصوات المتصلين.**

عشر، وتوصل إلى إمكانية نقل الصوت بواسطة إشارات كهربية عبر أسلاك نحاسية، واستمر فى العمل ليطور نموذجًا أوليًا لجهاز التليفون. إلا أن إمكانياته لم تسمح بتسجيل براءة الاختراع بشكل حاسم. وقد قام ميوسى بعرض جهازه «تيليتروفونو» بنجاح بمدينة نيويورك فى عام 1860. وفى عام 1871 حرر إخطارًا يسرى لمدة عام واحد لتسجيل براءة الاختراع المتوقع، لجهازه «التلغراف المتكلم»، وعلى أية حال فلم يكن تجديد الطلب فى حدود إمكانياته.

وقد قام بل -الذى كان يشارك ميوسى فى المعمل- بتسجيل براءة اختراع التليفون بنجاح فى عام 1876، وفى نهاية العام قدم بل عرضًا لتليفونه أمام الأكاديمية الأمريكية للفنون والعلوم فى مدينة بوسطن. رفع ميوسى الأمر إلى القضاء متهمًا بل بسرقة اختراعه، والتزوير، وبدأت المحاكمة، ولكن توفى ميوسى قبل وصول المحكمة إلى قرار نهائى. بعدها أسس بل أول شركة تليفونات باسم «نظام تليفونات بل» فى عام 1877. استغرق التليفون وقتًا أطول من التلغراف ليقبله الناس، وينتشر استعماله. وقد استعمل فى البداية لإجراء المكالمات بين المسافات القريبة، فى حين استمر التلغراف الوسيلة المفضلة لإرسال الرسائل عبر المسافات الطويلة.

www.ibtesama.com/vb



◄ توضع الكابلات تحت الماء فى قاع البحار عبر القارات، بواسطة أجهزة للتحكم عن بُعد. أما فى البر، فتُدفن الكابلات تحت الأرض. وقد ظلت الأسلاك حتى منتصف العشرينات تُشد إلى عواميد تسمى عواميد التلغراف، ومنها تمتد إلى البيوت فى كل شارع.

تطور التليفون كثيرًا فى عهد بل، وانتشر فى كل العالم كما امتد إلى الفضاء. فعندما هبط رواد الفضاء على سطح القمر، هنأهم الرئيس نيكسون عبر التليفون. لقد تغيرت التليفونات بشكل كبير منذ أيام بل، وتطورت بفضل استعمال تكنولوجيا الشرائح الدقيقة. وعلى أية حال، فقد ظلت - إلى حد بعيد - القواعد المبنى عليها التليفون كما هى عبر السنين. حيث يتحدث المتكلم عبر جزء خاص بالفم، ويستمع من خلال جزء خاص بالأذن وكلاهما مركب على جهاز يمكن استعماله باليد بسهولة (السماعة)، أو على حامل ملتوٍ على الأذن.

الناقل

يشتمل الجزء الناقل (الخاص بالفم) على ميكروفون، والتكلم فى هذا الجزء يحدث ذبذبات فى غشاء رقيق، مما يحدث بدوره هزات فى ملف سلكى مجاور لمغناطيس، فعندما يهتز الملف فى مجال مغناطيسى، ينتج تيارًا كهربائيًّا يسرى فى السلك. ويتغير التيار الكهربى وفقًا لذبذبات الصوت. أما أجهزة التليفون الأولى فكانت تستعمل ميكروفونات كربونية، فكان التكلم فى الميكروفون الكربونى يحدث اهتزازات فى غشاء معدنى رقمى، وعندما يتذبذب يحدث ضغطًا على وعاء ممتلئ بحبيبات الكربون، مما يغير من المقاومة الكهربائية للحبيبات، مما يغير بالتالى من التيار الكهربائى السارى بينهما.

المستقبل

يسرى هذا التيار المتغير عبر خطوط التليفون، الى الجزء المستقبل (الخاص بالأذن) بجهاز الشخص المطلوب. يعمل المستقبل كمكبر صغير للصوت، ويحول الإشارات الكهربائية القادمة إلى نسخة مطابقة للموجات الصوتية التى دخلت إلى ميكروفون طالب المكالمة، على الطرف الآخر من خطوط التليفون.

إجراء الاتصال

تتصل كل التليفونات فى منطقة معينة ببعضها البعض من خلال محول تليفونى (سنترال)، ويتصل المحول بغيره فى المناطق المجاورة لتتكون بذلك شبكة تغطى كل الدولة. أما لإجراء مكالمات بين الدول، فتتوجه المكالمات من خلال المحولات المحلية، إلى

هل تعلم؟

بحلول عام 1885، كان هناك 70000 تليفون فى بيوت الناس حول العالم.

www.ibtesama.com/vb

محولات دولية مرتبطة بمحولات فى الدول الأخرى، تعمل فى الواقع كل المحولات الحالية بشكل آلى. لكن يتوفر أيضًا العنصر البشرى للمساعدة فى تخطى مصاعب الاتصالات، ومشاكل التوافق بين الخطوط.

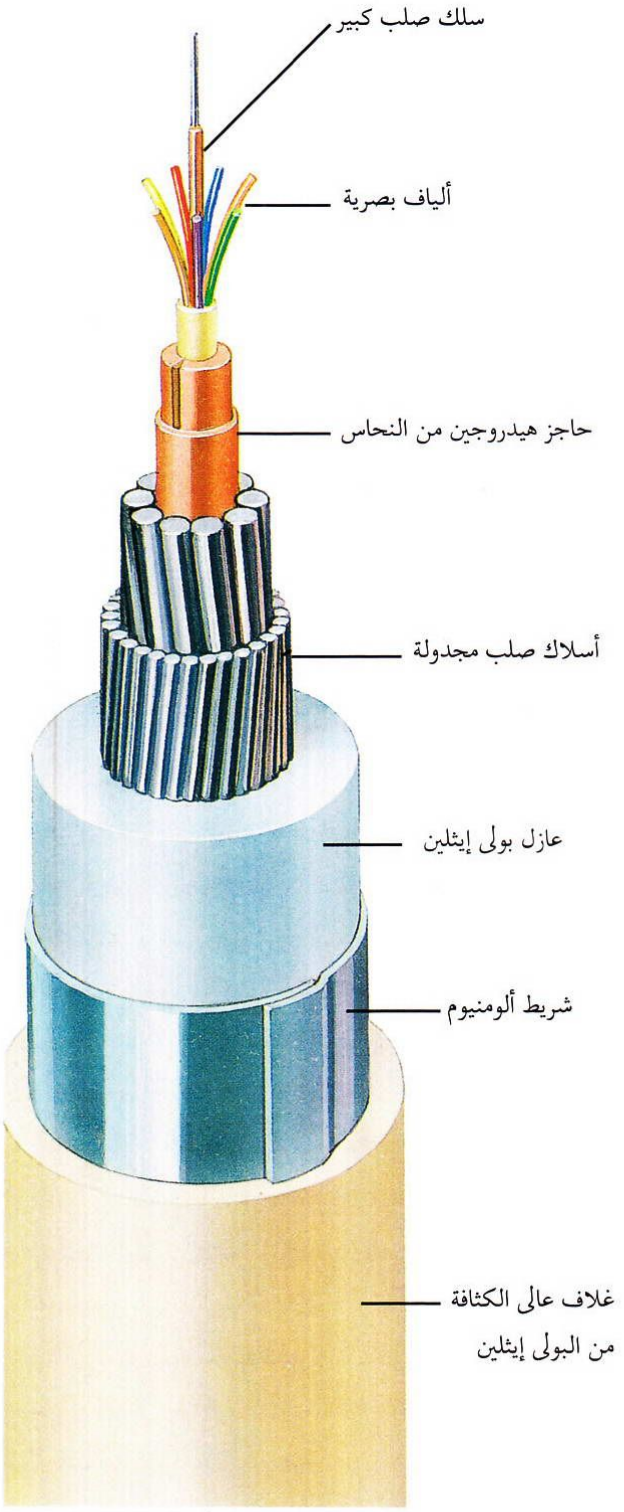
فى بداية إجراء المكالمة التليفونية، يرفع الطالب السماعة من قاعدة التليفون، وبذلك ينغلق المفتاح الكهربائى بها (أى تستكمل الدائرة الكهربائية) الذى يوصل التليفون بالمحول، وتسرى الكهرباء فى الخط، ساعتها يقوم النظام الآلى بالبحث عن خط غير مشغول، ويبدأ إرسال صوت التليفون المعروف قبل بدأ طلب الرقم. يقوم بعد ذلك الطالب بالنقر على مجموعة الأرقام الموجودة على واجهة الجهاز، والتى تشكل الرقم المتعدد الخاص بالطرف الآخر.

مع تزويد الجهاز بالأرقام، يرسل التليفون الإشارات الكهربائية الدالة على الأرقام إلى المحول. كانت التوصيلات بين خطوط المشتركين فى المحولات القديمة تتم بوسائل كهربائية - ميكانيكية، حيث تتحرك المفاتيح صعودًا وهبوطًا ودورانًا، لتختار المفتاح المناسب للتواصل معه، وسمى هذا النظام بالنظام المُنتقِى. وقد اخترعه حانوتى أمريكى اسمه ألمون ستروجر (1839-1902).

يتكون جهاز المُنتقِى أساسًا من ذراع للتوصيل، مركبة على قائم رأسى، ويمكنها التحرك إلى أعلى وإلى أسفل بين عشرة مستويات، وفى كل مستوى يمكنها الدوران والتلامس مع عشرة مفاتيح أخرى على مسافات متساوية. فإذا كان الرقم المطلوب 2468 مثلاً، فإن النبضات الكهربائية ترفع ذراع المُنتقِى الأول إلى المستوى الثانى للاتصال، ثم يدور الذراع ليتواصل مع المفتاح الرابع، وهذا يتواصل مع المُنتقِى الآخر الذى يتحرك إلى المستوى السادس ويدور ليتواصل مع المفتاح الثامن.

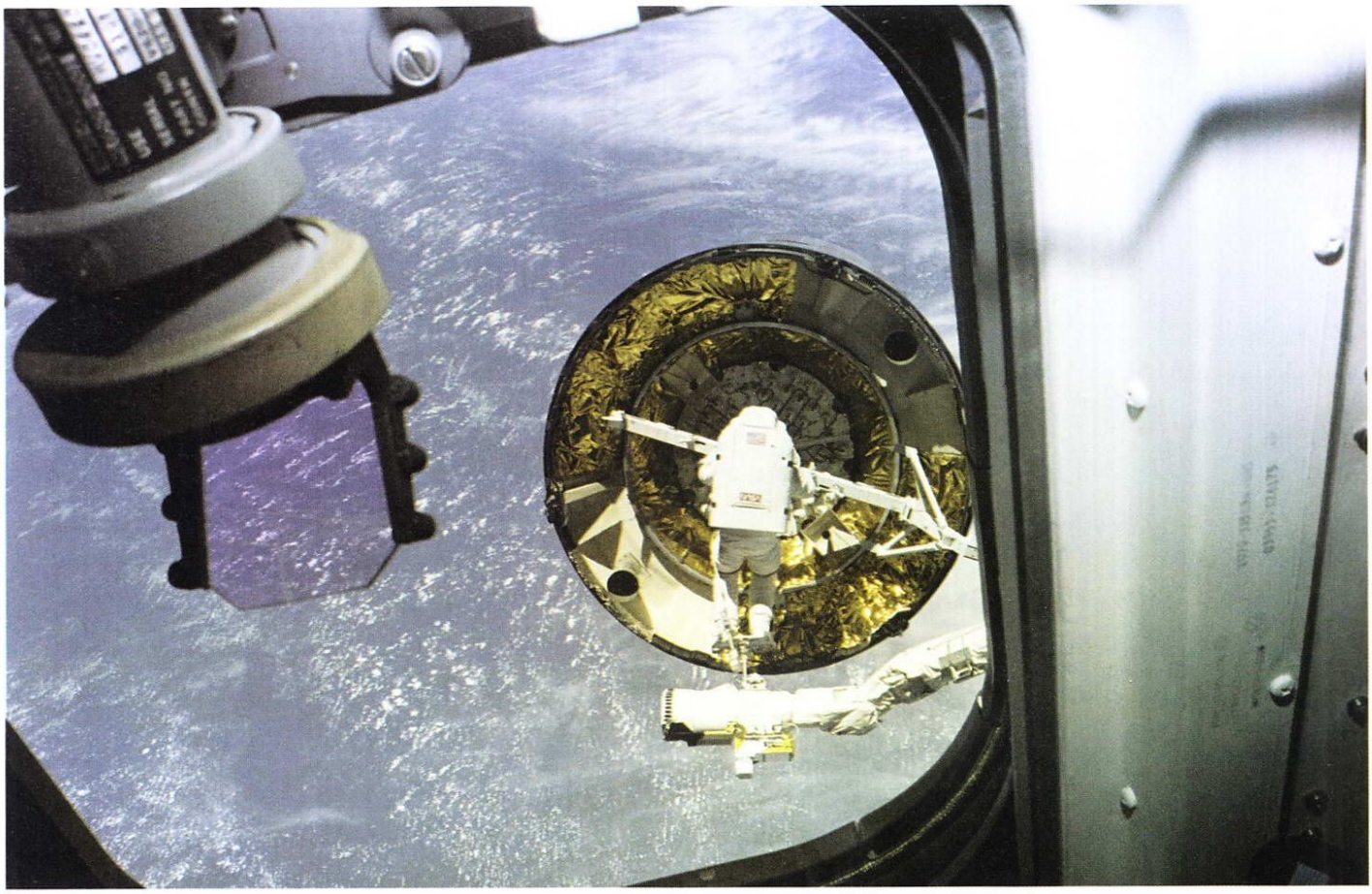
وهكذا يتم التوصيل بالخط المخصص للمشترك المطلوب. فإذا لم يكن الخط مشغولاً، يرسل المحول إشارات الرنين للخط المطلوب، والإشارات الدالة على الرنين للطالب، أما إذا كان خط المطلوب مشغولاً، فيرسل المحول إشارات إشغال الخط للطالب.

ولقد تم فى هذه الأيام استبدال محولات ستروجر الميكانيكية بأجهزة إلكترونية. حيث يتم التحويل آليًا بواسطة دوائر إلكترونية دقيقة، تتميز بالسرعة، والدقة مقارنة بالوسيلة السابقة.



▲ **كابل الألياف البصرية يحمل المكالمات التليفونية كشعاع ضوء مُعدَّل من الليزر. وهناك سلك صلب يمر فى مركز الكابل ليمده بمزيد من القوة. والغلاف البلاستيك يحمى الألياف من التلف.**

www.ibtesama.com/vb



▲ **تحيط الأقمار الصناعية بالأرض. بعضها يرسل إلى الفضاء على متن سفن الفضاء المكوكية كما فى هذه الصورة، ويتم إرسال البعض الآخر محمولاً على صواريخ. وبإمكان قمر صناعى واحد أن يحل محل مئات من التوصيلات الأرضية.**

خطوط التليفون

تتم التوصيلات بين المشتركين وبين المحولات المحلية عن طريق الأسلاك بشكل مشابه لما كانت عليه سابقًا. أما المكالمات البعيدة داخل نفس البلد، وكذا المكالمات الدولية، فتتضمن روابط بصرية، وموجات الميكروويف، والأقمار الصناعية للاتصالات.

تتكون الروابط بين المشترك والمحول، من زوج من الأسلاك النحاسية الرفيعة المعزولة، يضمها كابل كبير معزول. وتخرج الكابلات من المحول فى أنابيب أرضية. تتفرع الكابلات الكبيرة إلى فروع أصغر فأصغر حتى تصل إلى منازل المشتركين. لكى تتمكن خطوط الربط من استيعاب كمية كبيرة من المكالمات، فلابد من أن تكون عالية السعة، لذلك فهى تصنع من كابلات متحدة المحور، بدلاً من استعمال الأسلاك المزدوجة. يتكون الكابل متحد المحور أساساً من أنبوبة نحاسية يجرى وسطها سلك نحاسى. باستطاعة هذه الكابلات التعامل مع الإشارات عالية التردد، علمًا بأن كم المعلومات التى يمكن أن تتضمنها الإشارة يزداد كلما زاد التردد.

يجرى حاليًّا استبدال كابلات التليفون النحاسية المعتادة بكابلات من الألياف الضوئية، وهى تتكون من شعيرات من الألياف الزجاجية، وتتميز بقدرتها على نقل الضوء مع قدر ضئيل من تسربه إلى خارجها. ويمكن نقل المعلومات بإرسال الليزر من خلال ألياف زجاجية. والميزة الكبرى لتلك الأنظمة هى أن بقدرة نفس الحجم من الكابل المصنوع من الألياف الزجاجية التعامل مع

هل تعلم؟

تم تأسيس الخط الساخن الذى يمكن رئيس الولايات المتحدة من التحدث إلى الرئيس الروسى فى عام 1984. أما قبل ذلك فكانت هناك توصيلة لطابعة خاصة لنقل الرسائل المكتوبة.

www.ibtesama.com/vb

آلاف الأضعاف من الإشارات، مقارنة بالكابلات النحاسية. هذا مع ملاحظة وجود صعوبة كبيرة فى توصيل الكابلات المصنوعة من ألياف الزجاج مع تلك المصنوعة من النحاس.

التوصيل عن طريق الميكروويف (الموجات القصيرة جدًا)

تتم الاتصالات التليفونية فى أنحاء كثيرة عبر الهواء بدلاً من الكابلات. ويتم ذلك باستعمال الموجات القصيرة جدًا. فموجات الراديو تتراوح أطوالها ما بين 1 ملليمتر و30 سنتيمترًا وهو ما يعادل طول ذبذبات تتراوح مابين 300 جيجا هرتز و1 جيجا هرتز (الواحد جيجا هرتز يساوى مليون موجة لكل ثانية). ترسل الموجات على هيئة حزم من أبراج عالية للبث، وترسل الإشارات محمولة على ذبذبات الموجات القصيرة جدًا، مثلها فى ذلك مثل تحميل إشارات الراديو على ذبذبات موجات الراديو.

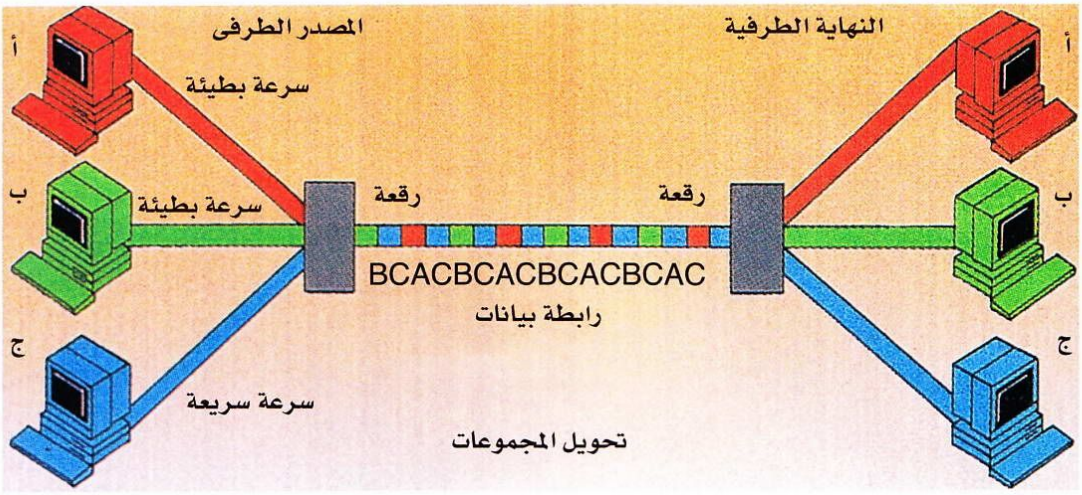
وللاتصال عبر البحار، ترسل أبراج البث بحزم إشارات الميكروويف الى محطة أرضية للاقمار الصناعية، ومن هناك، يقوم هوائى (إيريال) على شكل طبق كبير، ببث الإشارات إلى قمر اتصالات صناعى يدور فى مدار يبعد حوالى 36,000 كيلومتر عن خط الاستواء ويحتفظ القمر الصناعى هناك بمكانه ثابتًا بالنسبة للأرض. يقوم قمر الاتصالات الصناعى بتقوية الإشارة، ثم يبثها مرة أخرى إلى محطة أرضية أخرى، ومن هناك يجرى إرسال الإشارات بواسطة الميكروويف والكابلات إلى المشترك الآخر عبر البحار. تم وضع أول كابل تليفون مصنوع من الألياف الضوئية فى قاع المحيط الأطلنطى، فى عام 1988، واسمه تات - 8، ويبدأ من مدينة تاكرتون بولاية نيوجيرسى ويبلغ طوله 6,620 كيلومتر. ويتفرع إلى فرعين قرب أوروبا ليخدم كلاً من بريطانيا وفرنسا. وباستطاعة هذا الكابل التعامل مع 37,500 مكالمة تليفونية فى وقت واحد.

التوجه نحو الأنظمة الرقمية

إن تكلفة إرساء كابلات جديدة باهظة جدًا، كذلك لا يتوفر إلا عدد محدود من الذبذبات المتاحة. لذلك حاول المهندسون العثور على وسائل تمكن من استعمال الكابل الواحد لحمل

أصبح الاتصال اللاسلكى الآن بالإنترنت ممكنًا بدون أى اتصال بشبكة التليفونات.

www.ibtesama.com/vb



يمكن إرسال البيانات حول العالم بتكلفة قليلة عن طريق «تحويل المجموعات» وذلك بتفكيك المكالمات التليفونية إلى أجزاء أو مجموعات صغيرة، وتسرى كل مجموعة فى طريقها الخاص عبر الشبكة. وفى نهاية الرحلة يتم جمع المجموعات سويًا بالترتيب المضبوط وبذا يتم استعمال سعة الخط بكفاءة عالية.

العديد من المكالمات فى نفس الوقت، وتسمى هذه الطريقة بالضفائر المتعددة (multiplexing). فبدلاً من إرسال الإشارة كاملة عبر الكابل، يتم تحويل الإشارات الكهربية المختلفة إلى وحدات رقمية، وتسمى العملية بالترقيم، وتقاس قوة الإشارة عدة آلاف من المرات فى كل ثانية، ويتم تحويلها إلى نظام رقمى ثنائى يتكون فقط من الرقم «واحد» والرقم «صفر»، وتقوم نبضات صغيرة من الكهرباء بتمثيل هذه الأرقام. يمكن إرسال الوحدات الرقمية عبر الكابل بسرعة عالية، وفى النهاية يتم تحويلها إلى شكل الإشارة الأصلية. يجرى استعمال الكابل لفترات قصيرة جدًا، كل بضعة أجزاء من الألف من الثانية لكل مكالمة، لذلك يمكن ضم عدة آلاف من المكالمات المختلفة، وإرسالها عبر خط واحد.

تقسم المكالمات إلى العديد من مجموعات (عبوات) البيانات التى يتم إرسالها عبر الكابل فى الأماكن الشاغرة بين مجموعات (عبوات) المكالمات الأخرى. وعند الطرف الآخر من الكابل، يجرى إعادة تركيب مختلف المكالمات وإرسالها إلى أصحابها.

تزايدت جدًا سعة الكابلات التليفونية باستعمال ضفائر الإشارات، والألياف الضوئية.

ضغط البيانات

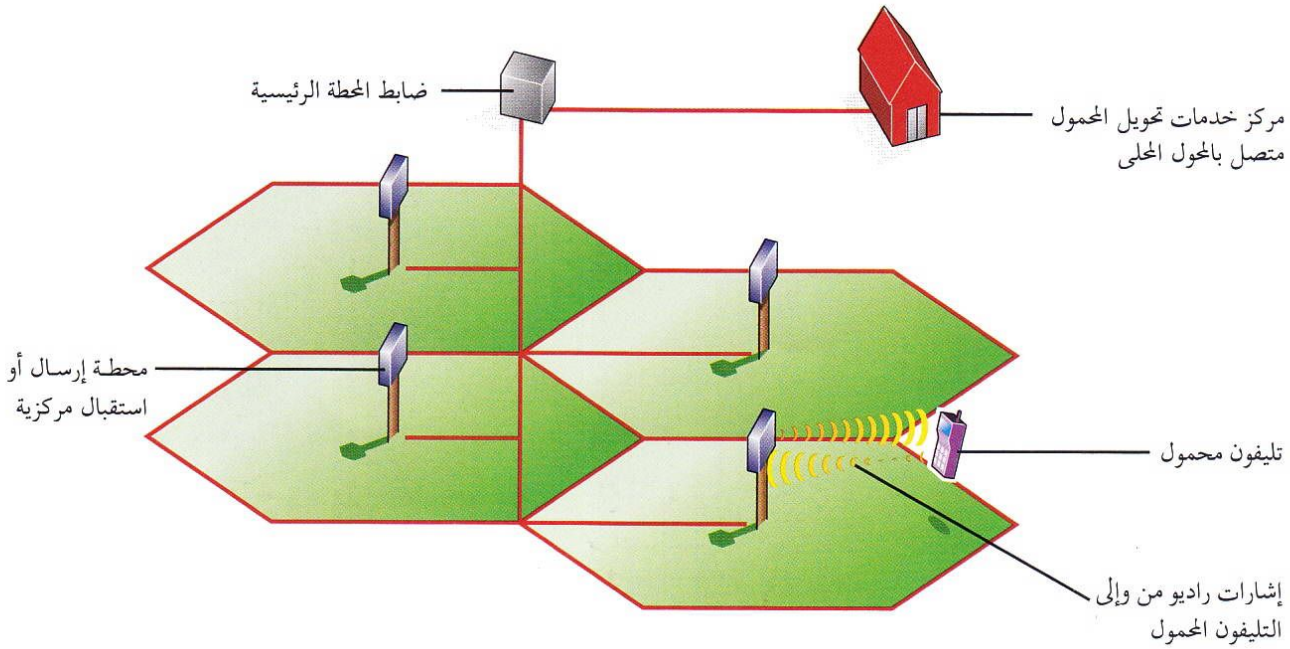
يربط الكابل المصنوع من الألياف الضوئية بين العديد من المراكز الرئيسية، لكن يرتبط الكثير من التليفونات خارج المدن الكبرى بشبكة التليفونات، من خلال الكابلات النحاسية التى قد تكون مازالت فى مكانها منذ عشرات السنين. ولقد وجد المهندسون أيضًا أساليب لضغط وتحميل إشارات أكثر فى هذه الكابلات. فباستطاعة نظام للنقل معروف باسم شبكة الخدمة الرقمية المتكاملة (أى. إس. دى. إن) أن يوفر سرعة لنقل البيانات تصل إلى 144,000 وحدة (بايت لكل ثانية). ويقسم هذا الكم إلى قناتين للبيانات أو للصوت، تَسع كل منهما 64,000 بايت لكل ثانية (bps) بالإضافة إلى قناة أخرى سعتها 16,000 بايت لكل ثانية (bps) للبيانات أو للإشارات الضابطة. كما يوجد نظام آخر باسم خط المشترك الرقمى (DSL) يتيح سرعة مناسبة واتصالاً يُعتمد عليه، ويتزايد استعماله فى المنازل والمكاتب الصغيرة. وهناك أنواع مختلفة من توصيلات (DSL) بما يتيح نقل البيانات بسرعة تصل إلى 16 ميجا بايت لكل ثانية.

يوجد نوع من (DSL) معروف بإسم (ADSL) حيث حرف (A) يرمز إلى عدم التناسق، ذلك لأن استقبال البيانات يتم بسرعة أكبر من سرعة إرسالها. وهو مناسب لاتصالات الإنترنت حيث يتم استقبال بيانات أكثر كثيرًا مما يتم إرساله. ويمنح نظام (ADSL) سرعة تصل إلى 800 كيلو بايت لكل ثانية للإرسال، وحتى 8 ميجابايت لكل ثانية للاستقبال. ويمكن إرسال البيانات والصوت معًا من خلال نفس الخط، فيمكن للشخص إرسال رسائل إلكترونية فى نفس الوقت الذى يجرى فيه مكالمة تليفونية، ويوجد مرشح (فلتر) متصل بكل تليفون لمنع الترددات السريعة الخاصة بإشارات البيانات، ويسمح بمرور الترددات الأبطأ الخاصة بإشارات الصوت إلى التليفون.

هل تعلم؟

يمتلك حوالى 2.5 بليون شخص تليفونات فى العالم.

www.ibtesama.com/vb



▲ **يبين هذا الرسم التوضيحى كيفية عمل نظام التليفون المحمول، وقد سمى هكذا تبعًا لتشابه تقسيم المناطق التى يغطيها وشكل الخلايا. تسلك المكالمة الصادرة من تليفون محمول طريقها عبر المحطة المركزية، وتتوجه منها إلى محمول آخر يتبع نفس الشبكة أو أى تليفون آخر سواء خط أرضى أو محمول يتبع شبكة أخرى. ليست كل الخلايا ذات حجم متساوٍ، فقد يبلغ البعد بين الخلايا 100 متر فى المدن النشطة، ويزداد حجم الخلايا فى الأماكن الريفية، حيث يقل عدد المكالمات المطلوب التعامل معها.**

التليفون المحمول

حتى الثمانينات من القرن العشرين، كانت كل التليفونات تقريبًا متصلة بشبكة التليفونات العامة عن طريق سلك يُشبك فى طرفه قابس (بريزة)، ويثبت فى الحائط، ولا يمكن تحريك التليفون إلى أبعد من طول السلك. أما التليفونات المحمولة فليس لها توصيلات سلكية، وبذا يمكن حملها فى أى مكان. كانت التليفونات المحمولة الأولى كبيرة الحجم، وثقيلة، وقد عدلت منذ ذلك الحين وقل حجمها كثيرًا.

التليفون المحمول ما هو إلا تليفون يعمل ببطارية، وبه جهاز إرسال راديو ومستقبل، ويسمى أيضًا بالتليفون الخلوى، حيث تقسم المنطقة المغطاة بالخدمة إلى مناطق أصغر تسمى بالخلايا. ولكل خلية محطة مركزية، ولها هوائى للاتصال بكل التليفونات المحمولة فى تلك الخلية. و تستعمل الخلايا المتجاورة ترددات مختلفة من موجات الراديو، لتلافى حدوث تداخل بينها. ويمكن استعمال نفس الترددات مرة بعد مرة فى خلايا مختلفة، طالما لم يكن نفس التردد مستعملاً فى خلية مجاورة.

عندما تقوم بتشغيل التليفون المحمول، يبدأ فى تبادل البيانات مع المحطة المركزية بحيث تتعرف الشبكة على مكان التليفون وأى تليفون هو. تحتاج الشبكة لمعرفة ذلك لتتمكن من توجيه المكالمات إلى تليفونك. وعندما تُجرى محادثة ما، فإن صوتك ينتقل بالراديو إلى المحطة المركزية التى تقوم بإرسالها إلى وجهتها. أما إذا انتقلت من نطاق خلية إلى خلية أخرى أثناء المكالمة، فإن الشبكة تقوم تلقائيًا بتحويل مكالمتك إلى المحطة الداخلية للخلية الجديدة.

فى السابق، كانت أجهزة التليفون المحمولة أجهزة تماثلية (أنالوج)، وكان عيبها الأساسى، أن أى شخص يتمكن من ظبط جهاز الراديو على الموجة المناسبة، يستطيع بالتالى الإنصات إلى المحادثات الخاصة. تميز الجيل الثانى من التليفونات المحمولة بكونها رقمية، وإشاراتها مشفرة أو ممتزجة. بحيث كانت أكثر أمانًا. أيضًا أتاحت تقنيات الضغط الرقمى، كبس وإدخال بيانات أكثر فى ترددات الموجات الموجودة وأصبحت كل 10 مكالمات من التليفون المحمول تحتل نفس طول الموجة التى كانت تحتلها مكالمة واحدة من التليفونات التماثلية.

كذلك تمت إضافة العديد من الخصائص للتليفونات المحمولة، فمعظمها يتضمن دليلاً للتليفونات، وكثير به بعض الألعاب، والبعض يتضمن كاميرا رقمية، وبإمكان كل التليفونات المحمولة إرسال واستقبال رسائل كتابية. أما الجيل الثالث من التليفونات المحمولة، ففيها مميزات أكثر للمستقبل بما فى ذلك إمكانية إرسال رسائل فيديو، وبصفة عامة فحجم التليفونات آخذ فى الصغر.

www.ibtesama.com/vb

علم الأحياء

علم الأحياء (البيولوجيا) هو العلم المختص بدراسة الحياة. وهناك أفرع عديدة لعلم الأحياء. وبعض علماء الأحياء معنيون بالعمليات الكيميائية التى تجرى داخل الخلية. وآخرون يدرسون الحفريات التى تفسِّر كيف تطورت الكائنات الحية المختلفة. وهناك غيرهم يحاولون استكشاف علاقات مختلف أنواع النباتات والحيوانات بالبيئة المحيطة بهم.

جاءت كلمه بيولوجيا من المصطلح اليونانى «Bios»، وتعنى الحياة ومصطلح «Logos»، ويعنى «دراسة». وعلماء الأحياء يدرسون الكائنات الحية وعمليات حياتها الأساسية، وهو ما يتضمن دراسة النشوء والارتقاء والوراثة والنمو والتطور وأصل الكائنات الحية وتركيب بنيتها.

تاريخ علم الأحياء

أول من استخدم كلمة «بيولوجيا» لوصف العلم المختص بدراسة الحياة هو العالم الألمانى جوتفريد راينهولد تريفيرانوس (1776-1837)، فى كتابه «البيولوجيا أو فلسفة الكائنات الحية لعلماء الطبيعة والأطباء»، والذى كتبه بين عامى 1802 و1832. لكن اليونانيين القدامى كانوا أول من درس الكائنات الحية بالتفصيل. وفى القرن الرابع قبل الميلاد، لجأ العالم والفيلسوف الإغريقى «أرسطو» (384-322 ق.م) إلى تصنيف فصائل الحيوانات بمقارنة التشابه بين الأعضاء فى بنية الجسم، وقدَّم ثيوفراستوس (371-286 ق.م)، أحد تلاميذ أرسطو، نظامًا مشابهًا لتصنيف العديد من أنواع النباتات.

▼ **فتاتان واقفتان وسط حشائش القصب لمراقبة حياة الطيور. ومن المعروف أن رحلات مراقبة الطيور من أكثر الأنشطة البيئية فى الخلاء فى الولايات المتحدة.**

www.ibtesama.com/vb

▲ عالمة أحياء تقوم بتحضير شريحة لفحصها تحت ميكروسكوب ضوئى. وقد فتح علم الميكروسكوبات عالمًا جديدًا أمام علماء الأحياء لمراقبة العمليات الطبيعية على مستوى الخلية. والواقع أن الميكروسكوبات قوية جدًا، حتى أن علماء الأحياء يستطيعون مراقبة عمليات تحدث داخل الخلايا، على مستوى الجزيئات.

وحدثت بعض الاكتشافات الكبيرة حتى عصر النهضة الأوروبى (بين القرنين الرابع عشر والسابع عشر). لكن أكثر الفضل فى ظهور علم التشريح يعود إلى العالم البلجيكى إندرياس فيساليوس (1514-1564)، وكتابه المعنون «الكتب السبعة فى بنية الجسم البشرى»، والذى نُشر سنة 1543. كما يدين علم وظائف الأعضاء (الفسيولوجيا) بالفضل للعالم الإنجليزى وليم هارفى (1578-1657).

ومع مطلع القرن السابع عشر، أحدث اختراع الميكروسكوب (المجهر) ثورة فى دراسة علم الأحياء. ولأول مرة، تمكن العلماء من مراقبة الأحياء وحيدة الخلية مثل البكتريا، والفطريات. وكشف المجهر أيضًا أن أكثر الحيوانات والنباتات تتركب من وحدات متناهية الصغر تسمى الخلايا. كما حدث الكثير من التقدم فى مجال علوم الأحياء بفضل التطور المتزايد للمجهر.

وإحدى هذه الإسهامات المهمة فى القرن الثامن عشر حققها عالم النبات والطبيب السويدى كارلوس لينايوس (1707-1778). وقدَّم لينوس نظاماً لتصنيف الكائنات ووضع أسمائها عن طريق تأسيس ترتيب قياسى متدرج فى الأنواع والأجناس والرتبة والطائفة. كما قَدَّم مفاتيح التصنيف فى كتبه؛ مما أتاح للعلماء التعرف على الحيوانات والنباتات بأنفسهم.

ولا يزال نظام لينايوس حتى الآن هو الأساس فى تسمية الحيوانات والنباتات وهذه شهادة على أهمية أعماله.

www.ibtesama.com/vb

ثورة نظرية التطور (النشوء والارتقاء)

فى 1858، أعلن العالم الإنجليزى تشارلز داروين (1809-1882)، وألفريد رسل والاس (1823-1913) فكرة الانتخاب الطبيعى والتطور أو النشوء والارتقاء لتفسير التنوع الهائل للحياة على الأرض. والغريب أن العالمَيْن، كلاً منها مستقلاً عن الآخر، توصّلا إلى النتيجة ذاتها التى تقول بأن بعض الكائنات الحية انحدرت من أسلاف كانت تعيش فى الماضى. فأنواع جديدة تتشكل، وتنقرض أنواع أخرى، فى أثناء محاولتها التأقلم على التغيرات فى العالم الذى يحيط بها.

أثارت نظرية التطور القائم على الانتخاب الكثير من الجدل، لكنها بدأت تلقى القبول تدريجيًّا كلما ظهرت أدلة جديدة عليها.

وقد أظهر سجل الحفريات لعلماء البيولوجيا أن الحيوانات تتغير بالتدريج مع مرور الوقت. وقد حدث تقدم مهم للانتخاب الطبيعى على يد الراهب النمساوى وعالم النبات جريجور مندل (1822-1882). وكان داروين ووالاس يريان أن خصائص النوع تمر من الآباء إلى الأبناء. واقترح مندل فكرة الجينات التى تحمل الصفات الوراثية. ووضع مندل بعمله أسس تقدم سريع فى علوم التطور والوراثة والبيولوجيا الجزيئية.

▼ طفل يراقب بيضًا وهيكلًا عظميًّا للديناصور، معروضة فى المتحف الأمريكى للتاريخ الطبيعى بنيويورك. إن دراسة الحفريات والبقايا المتحجرة لهذه المخلوقات العتيقة تمكّن علماء الأحياء من معرفة كيف كانت تعيش هذه الزواحف.

www.ibtesama.com/vb

▲ عالمة أحياء تفحص البصمات الجينية من عينة أخذت من موقع الجريمة. وكل خلايا الجنس البشرى الحية تحمل المعلومات الوراثية فى صورة جزىء من الحمض النووى (DNA) والبصمة الوراثية هى صورة لمتتالية قصيرة من القواعد داخل جزىء (DNA)، وفيما عدا حالة التوأم المتطابق. يختلف تتابع القواعد من إنسان إلى آخر. ولهذا، يمكن مطابقة (DNA) الموجود فى مكان الجريمة بـ(DNA) المأخوذ من شخص مشتبه فى ارتكابه للجريمة.

فروع علم الأحياء

فى زمن مضى، كان علماء الأحياء يدرسون النبات أو الحيوان، وببساطة انقسم علم الأحياء إلى علم النبات وعلم الحيوان. وأصبح علم الأحياء اليوم متنوعًا للغاية، حتى أن أغلب علماء الأحياء يتخصصون فى حقول معينة.

يتخصص بعض علماء الأحياء فى المشكلات على مستوى الكائنات الدقيقة، والبعض الآخر يبحث العمليات التى تحدث على مستوى النظام البيئى ككل، ويقصر بعض الجيولوجيين أبحاثهم على مجموعة واحدة من الكائنات الحية. وعلى سبيل المثال، يوجد علماء الأسماك، وعلماء الحشرات وعلماء الطيور. وهناك بيولوجيون يدرسون عمليات الحياة، مثل النمو، والتطور (علم الأجنة وعلم الأحياء التطورى)، وعلم وظائف الأعضاء. وكلما قدم لنا علماء الأحياء أفكارًا واكتشافات حديثة، استمرت ثورة علم الأحياء.

هل تعلم؟

فى عام 2003، وجد فريق من العلماء بقيادة موريس جودمان، من كلية طب جامعة وين، أن العلاقة بين الإنسان والشمبانزى أقرب مما نتصور. وجد جودمان وفريقه أن التركيب الجينى للإنسان والشمبانزى يتطابقان بنسبة 99.4 بالمائة من المجموع الكلى للجينات فى الكائنين.

www.ibtesama.com/vb

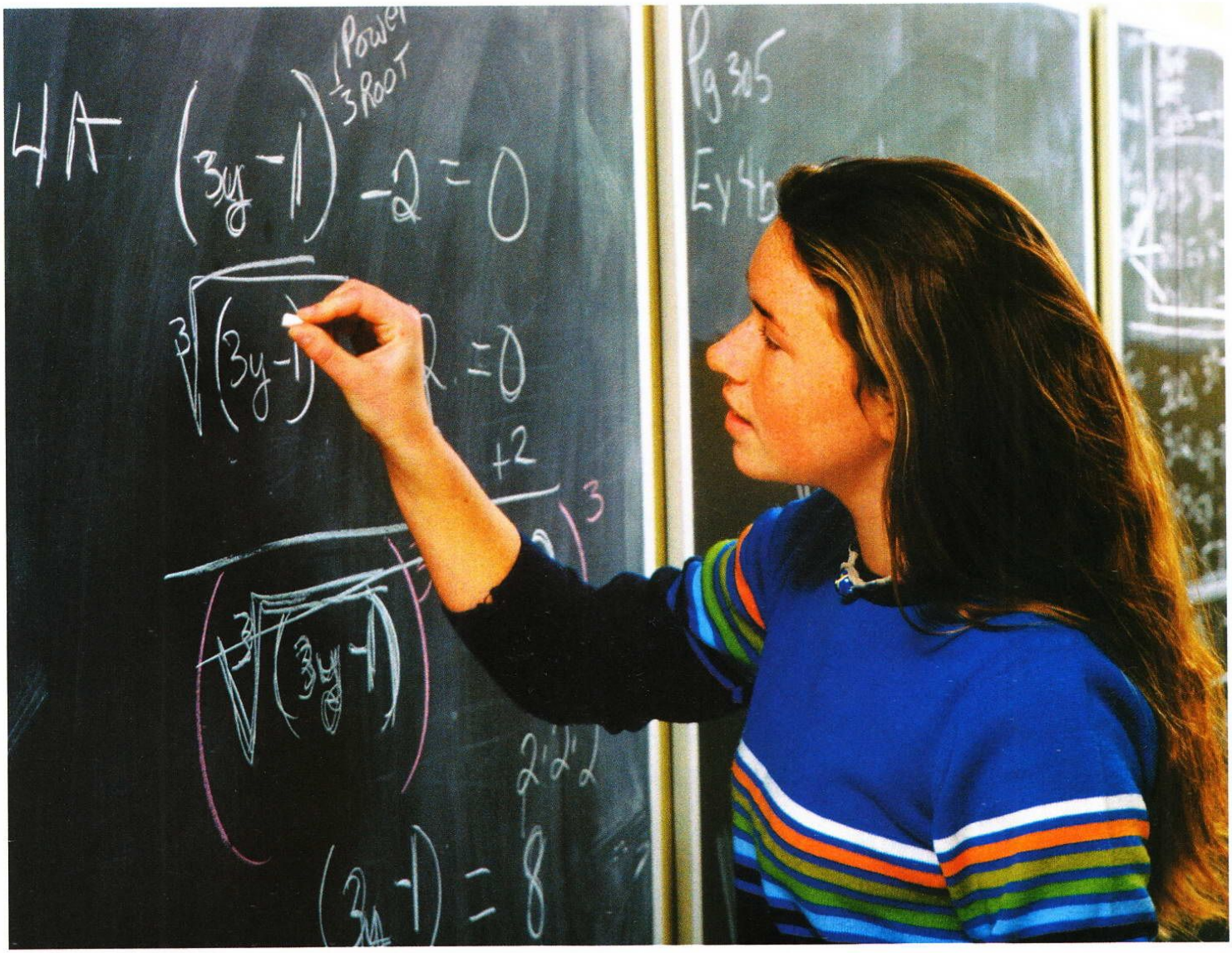
علم الجبر

علم الجبر فرع من الرياضيات يستخدم الحروف والرموز لتمثيل الأرقام. وترتبط هذه الرموز معًا فى المعادلات الجبرية، وكثيرًا ما تعنى الرموز كميات حقيقية، مثل ارتفاع الكرة فى لحظة محددة.

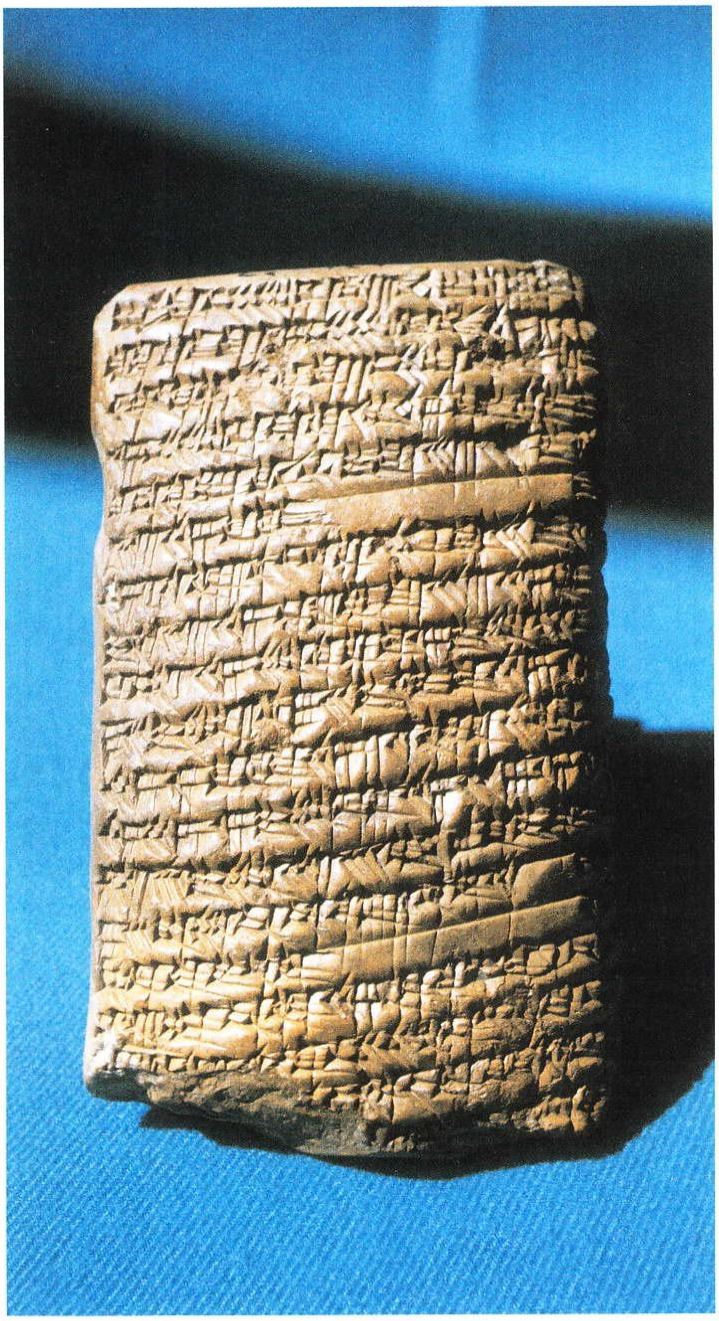
وعلم الجبر هو عملية منطقية أكثر تعقيدًا بقليل من علم الحساب. وهدف علم الجبر هو، غالبًا، التوصل إلى معرفة رقم مجهول، باستخدام الحروف أو الرموز للتعبير عن الرقم اللغز، وعالم الرياضيات يعمل على حل المسألة. ويتم التوصل إلى الحل بإعادة ترتيب الأرقام المعروفة. ويعيد عالم الرياضيات توزيع الكميات المعروفة فى العمليات الحسابية، يجمعها ويطرحها ويضربها ويقسمها ليحصل على الإجابة النهائية.

ومع أن علماء الرياضيات من البابليين والمصريين واليونانيين القدماء لم يستبدلوا حروفًا بالأرقام المجهولة فى عملياتهم الحسابية، فإنهم كانوا يستخدمون علم الجبر فى عملياتهم الحسابية

▼ **طالبة تتعلم كيف تستخدم علم الجبر لحل إحدى المعادلات فى أثناء حصة رياضيات فى المدرسة الثانوية.**



www.ibtesama.com/vb



▲ هذا لوح طينى بابلى محفورة عليه مسألة فى الجبر مكتوبة بالخط المسمارى.

منذ آلاف السنين. وقام الفيلسوف اليونانى ديوفنتوس الإسكندرانى (200-284 بعد الميلاد تقريبًا) بحل بعض المعادلات مستخدمًا طرقًا تشبه طرق علم الجبر الحديث. ولهذا السبب يسمى ديوفنتوس، أحيانًا، «أبو الجبر».

وقد طور علماء الرياضيات العرب والهنود تلك الأفكار على مدار القرون التالية، مما مهد الطريق لعلم الجبر الحديث، وابتداءً من القرن التاسع تقريبًا، بدأ علماء الرياضيات من العرب، مثل محمد بن موسى الخوارزمى (780-850 بعد الميلاد تقريبًا) وعمر الخيام (1048-1131)، تسجيل هذه الأفكار. وقد انتشرت أفكارهم، بالتدريج، فى أوروبا، حيث قدم بعض علماء الرياضيات إسهاماتهم. لكن علم الجبر الذى يظهر فى الكتب الحديثة هو -فى الأساس- من ابتكار عالم الرياضيات والفيلسوف الفرنسى رينيه ديكارت (1596-1650).

وفى السنوات الأخيرة، غيَّر استخدام الكمبيوتر الطريقة التى يدرس بها الناس علم الجبر وطريقة استخدامهم له. حتى الآلات الحاسبة الصغيرة يمكن أن تحل بسرعة أكثر المعادلات تعقيدًا من الدرجة الثانية. وكان الطلاب الذين يدرسون علم الجبر، فى الماضى، يقضون وقتًا طويلاً فى تعلم المهارات الأساسية. وقد صار التركيز اليوم ينصب على فهم المفاهيم التى يتأسس عليها علم الجبر والطرق التى يمكن أن تستخدم عمليًّا.

ماذا يمكن أن يفعل علم الجبر؟

إن المفهوم الأساسى فى علم الجبر هو أن حرفًا أو رمزًا يمكن أن يحل مكان رقم مجهول. وتسمى الأرقام المجهولة متغيرات؛ لأنها يمكن أن تكون أى رقم، أو كمية، أو معدل. وتستخدم عادة الحروف أ أو ب، أو س أو ص أو ع، لكن فى بعض أنواع الجبر تستخدم الحروف اليونانية بدلاً من ذلك.

وأينما وجدت كمية مجهولة، يمكن استخدام علم الجبر لاكتشافها، أو يمكن استخدامه لمعرفة العلاقة بين عدة أشياء مختلفة. إن متوسط سرعة دراجة تسير، على سبيل المثال، هو المسافة التى قطعها راكب الدراجة مقسومة على الزمن الذى قطعت فيه تلك المسافة. وإذا رمزنا لمتوسط السرعة بالحرف ع، ورمزنا للمسافة التى قطعتها الدراجة بالحرف ق، وللزمن المستغرق فى قطع المسافة بالحرف ز، يمكن التعبير عن ذلك جبريًّا على النحو التالى:

ع = ق / ز

والشىء اللافت للنظر بالنسبة إلى هذه المعادلة أنها تنطبق على كل دراجة تسير. ولحساب متوسط السرعة، يمكن وضع القيمة الرقمية الصحيحة بدلاً من المسافة ق، والزمن ز فى المعادلة. وبهذه الطريقة، يمكن استخدام علم الجبر للتعبير عن قواعد عامة.

www.ibtesama.com/vb

هل تعلم؟

تأتى كلمة الجبر من عنوان كتاب الخوارزمى "كتاب الجبر والمقابلة". وكان يعرف بالجبر اختصارًا.

المعادلات الجبرية

لمعرفة القيمة التى ستكون للمتغيرات فى علم الجبر، ابتكر علماء الرياضيات المعادلة. والمعادلة هى ببساطة طريقة لقول إن شيئين متساويان. ومن ثم تتكون كل معادلة من طرفين، تفصل بينهما علامة التساوى (=). ومن المعادلات البسيطة فى علم الحساب:

$$7 = 4 + 3$$

وفى هذه الحالة، يكون الطرف الأيسر من المعادلة هو ببساطة مجموع الرقمين الموجودين فى الطرف الأيمن من المعادلة. وتقوم المعادلات الجبرية بدورها حين يحتاج عالم الرياضيات معرفة قيمة كمية مجهولة. وإذا كان الرقم 4 رقمًا مجهولاً فى المثال السابق، يمكن كتابة المعادلة على النحو التالى:

$$7 = س + 3$$

وفى هذا المثال، من السهل تمامًا أن نعرف أن قيمة الرقم اللغز، س، هى 4. إلا أن معظم المعادلات الجبرية أكثر تعقيدًا من ذلك بكثير. ومعرفة طرق حلها واحدة من المهام الرئيسية لعالم الرياضيات.

حل المعادلات

المعادلات هى مسائل حسابية بسيطة، وتكمن البراعة فى إعادة ترتيب المسألة للحصول على الحل بالجمع أو الطرح أو القسمة أو الضرب. وسوف يعرف علماء الرياضيات، غالبًا، الصيغة التى يأخذها الرقم المجهول، ومن ثم يعرفون بالضبط نوع المعادلة التى يستخدمونها للوصول إلى الحل بطرق تم تجريبها واختبارها.

إن المعادلة الجبرية شبيهة بكفتى ميزان لابد أن تكونا فى حالة اتزان دائمًا. وإذا فعل عالم الرياضة شيئًا فى أحد طرفى المعادلة، فلابد أن يفعل الشىء نفسه بالضبط فى الطرف الآخر من المعادلة ليحفظ اتزانها (تساوى طرفى المعادلة).

وفكر فى هذه المسألة البسيطة: افترض أن هناك مجموعة تتكون من 12 كرة على طاولة لعبة البولة (نوع من البلياردو). تخيل أن لاعبة البولة تضرب كرة بعد أخرى حتى أنها لم تعد تعرف عدد الكرات التى ضربتها. هناك 7 كرات لا تزال متبقية على الطاولة. كم عدد الكرات التى ضربتها؟ يمكن حل هذه المسألة باستخدام علم الجبر. وعدد الكرات المتبقية على الطاولة زائد عدد الكرات التى ضربتها اللاعبة لابد أن يساوى العدد الأصلى للكرات، وهو 12 كرة. وإذا كان الحرف س يمثل عدد الكرات التى ضربتها اللاعبة، فسوف تكون المعادلة الجبرية على النحو التالى:

$$12 = س + 7$$

ولمعرفة قيمة س، لابد من طرح الرقم 7 من الطرف الأيمن من المعادلة. لكن إذا طرحنا 7 من الطرف الأيمن من المعادلة فلابد من طرح 7 أيضًا من الطرف الأيسر للحفاظ على اتزان المعادلة. ومن ثم تكون المعادلة المعدَّلة على النحو التالى:

$$س = 12 - 7$$

والحل هو 5. هذا مثال بسيط، لكنه يوضح المبادئ المستخدمة فى حل المسائل الأكثر تعقيدًا. يقوم علماء الرياضيات -بشكل أساسى- بجمع الأرقام نفسها أو طرحها أو ضربها أو قسمتها على طرفى المعادلة حتى يحصلوا على حل.

توضيح العلاقات

توضح المعادلات بالضبط العلاقة بين المتغيرات، بدقة رياضية. ولهذا السبب، فإن لهذه المعادلات أهمية خاصة فى العلوم.

وإذا اصطدمت، على سبيل المثال، عربة فى جدار، فإن قوة التصادم تعتمد على كتلة العربة والسرعة التى تسير بها. وحين قام العالم الإنجليزى إسحق نيوتن (1642-1727) بصياغة قوانينه الثلاثة عن الحركة، وجدت معادلة للعلاقة بين القوة (ق) والكتلة (ك)، ومعدل السرعة (ع):

$$ق = ك \times ع$$

والشىء المثير للدهشة فى معادلة نيوتن، هو أنها لا تنطبق فقط على تصادم العربات، إنها تنطبق بدقة رياضية على كل قوة فى الكون.

ولا يقتصر استخدام المعادلات على العلماء، لكن يستخدمها أيضًا الاقتصاديون والمهندسون والمتخصصون فى الإحصاء وكثيرون غيرهم. إن المعادلات الجبرية تستخدم، فى الحقيقة، أينما وجدت علاقة يمكن التعبير عنها بواسطة الأرقام.

www.ibtesama.com/vb

علم الجغرافيا

تنقسم الجغرافيا إلى جغرافيا مادية وجغرافيا بشرية. والجغرافيا المادية هى دراسة الملامح الطبيعية لسطح الأرض والعمليات التى تحدث فوق هذا السطح، وتحته. أما الجغرافيا البشرية فتدرس الطرق التى يستغل بها الإنسان الكوكب فى البلدان المختلفة. واليوم، يرتبط هذان الفرعان بسبب القلق على البيئة. وتساعد التكنولوجيا الحديثة فى فهم كل البيانات الخاصة بالجغرافيا.

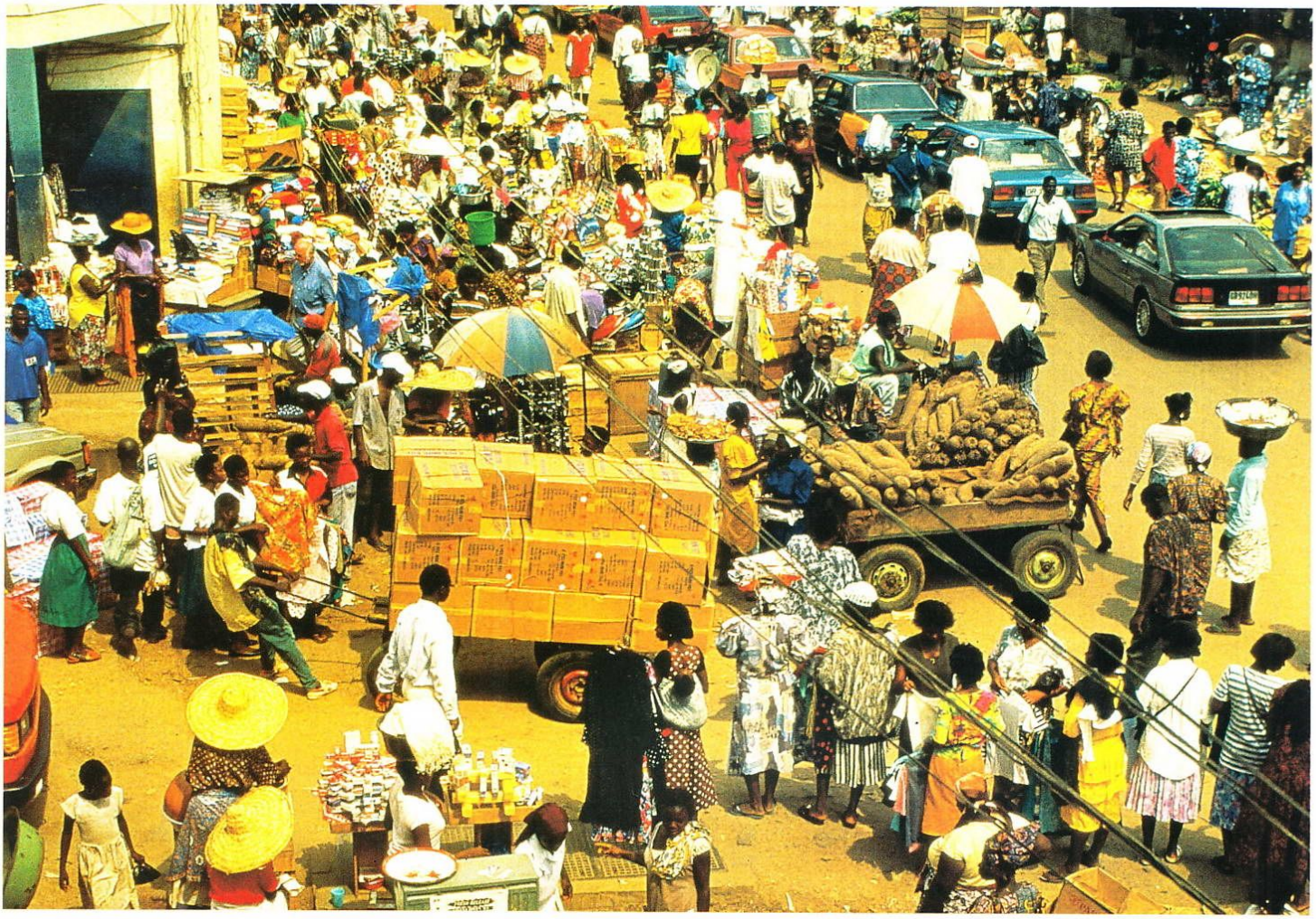
وربما نفكر فى أن الجغرافيا هى مجرد العلم الوصفى الذى يدرس معالم الأرض. إن التركيز الأساسى لهذا العلم هو على المكان، والمباحث الرئيسية المستخدمة فى التحليل الجغرافى هى النمط، والتوزيع، والتفاعل.

وترجع كلمة «جغرافيا» إلى كلمتيْن يونانيتيْن تعنيان «رسم الأرض». وقدماء الإغريق هم أول من حاول وصف وتحليل العالم بشكل نظامى مرتب. وقد تطورت الجغرافيا إلى علم معقد يظهر تحديات استكشاف الأرض، ووصف معالمها، ورسمها. وأصبح الجغرافيون يتخصصون فى أحد الموضوعات أو منطقة من المناطق. وأمدتهم التكنولوجيا الحديثة بالمزيد من البيانات، وكذلك بوسائل أكثر للتعامل مع المعلومات. والمعلومات الجغرافية غالبًا ما تُقدم على الخرائط.

ويدرس المتخصصون فى الجغرافيا المادية الأنماط والعمليات والظواهر المرتبطة ببيئة الأرض الطبيعية والمادية، والتفاعلات بين هذه النواحى والبشر. والحقول الرئيسية للجغرافيا المادية تشتمل على علم المناخ (الذى يدرس المناخ)، والأرصاد الجوية (الذى يدرس الجو)، وعلم التضاريس (الذى يدرس تضاريس الأرض)، وعلم التربة، وعلم المحيطات. ويعتبر المناخ -بشكل عام- أهم نواحى الجغرافيا المادية؛ بسبب تأثيره على أنشطة الإنسان والأنشطة الاستيطانية. فعلى سبيل المثال، حتى اليوم لا يستوطن مناطق المناخ المتطرف إلا قليل من البشر.

▲ **هذه الصورة الملتقطة بالقمر الصناعى تبيِّن الساحل الغربى لرأس الرجاء الصالح بجنوب إفريقيا. وصور القمر الصناعى غيَّرت الطريقة التى يدرس بها الجغرافيون العالم. وكثيرًا ما يستخدم الجغرافيون صور الأقمار الصناعية والخرائط لمساعدتهم على فهم العلاقات بين المعالم المادية، واستغلال الأرض، وتوزيع السكان على سطح الأرض.**

www.ibtesama.com/vb



▲ مدينة مزدحمة مثل أكرا فى غانا مليئة بما يثير اهتمام باحث الجغرافيا البشرية. وباحثو الجغرافيا البشرية يدرسون الناس وثقافاتهم وأنشطتهم، وكيف يتفاعل ذلك مع البيئة المادية.

ويدرس المتخصصون فى الجغرافيا الحيوية توزيع النباتات والحيوانات فى جميع أنحاء العالم. والمتخصصون فى هذا الحقل قد يركزون فقط على الحيوانات (الجغرافيا الحيوانية) أو على النباتات (الجغرافيا النباتية). وبعض المتخصصين فى الجغرافيا الحيوية يهتمون بالبيئة، أى دراسة تفاعل الكائنات الحية مع البيئة التى يعيشون فيها.

وتسمى الجغرافيا التى تختص بالعلوم الاجتماعية بالجغرافيا البشرية. والمتخصصون فى هذا الفرع من الجغرافيا يركزون على أنماط الثقافات والنشاطات والأنظمة البشرية، خاصة فى علاقتها بالأنماط المادية للأرض.

أنظمة المعلومات الجغرافية

ومع العلوم التكنولوجية الحديثة، يستطيع الجغرافيون دراسة مسائل أكثر كثيرًا من قبل. لكن الآلات الحديثة تنتج كميات هائلة من المعلومات، ومن ثم فإن سهولة تخزين وعرض المعلومات أمر على جانب كبير من الأهمية. وفى «نظام المعلومات الجغرافية»، يمكن للكمبيوتر أن يعرض بيانات كثيرة ومتنوعة فى الحال، ويبين العلاقات بين المعلومات. فمثلاً، استُعمل نظام المعلومات الجغرافية لعمل دراسة لمواقع مُصادمات هائلة فائقة التوصيل - وهى ماكينة لإجراء التجارب فى الفيزياء الجزيئية. كان ينبغى بناء هذه الماكينة داخل نفق على شكل الجرس تحت الأرض عرضه 85 كيلومتراً. وقد تطلب ذلك موقعًا لا يكون معرضًا للحركات الأرضية، أو قريبًا من المنازل أو المرافق العامة. وقد ساعد «نظام المعلومات الجغرافية» فى إيجاد الموقع، على الرغم من أن المشروع تم التخلى عنه فيما بعد بسبب مشاكل التمويل.

www.ibtesama.com/vb

علم الجيولوجيا

علم الجيولوجيا هو العلم الذى يُعنى بدراسة الأرض. وبعض الجيولوجيين يدرسون الصخور المحتوية على المعادن والبنية الصخرية التى تتكون منها القشرة الأرضية. ويهتم آخرون بدراسة تاريخ الكوكب وتكوينه. والجيولوجيا علم مهم يُمَكِّن الناس من الاستفادة بموارد الأرض.

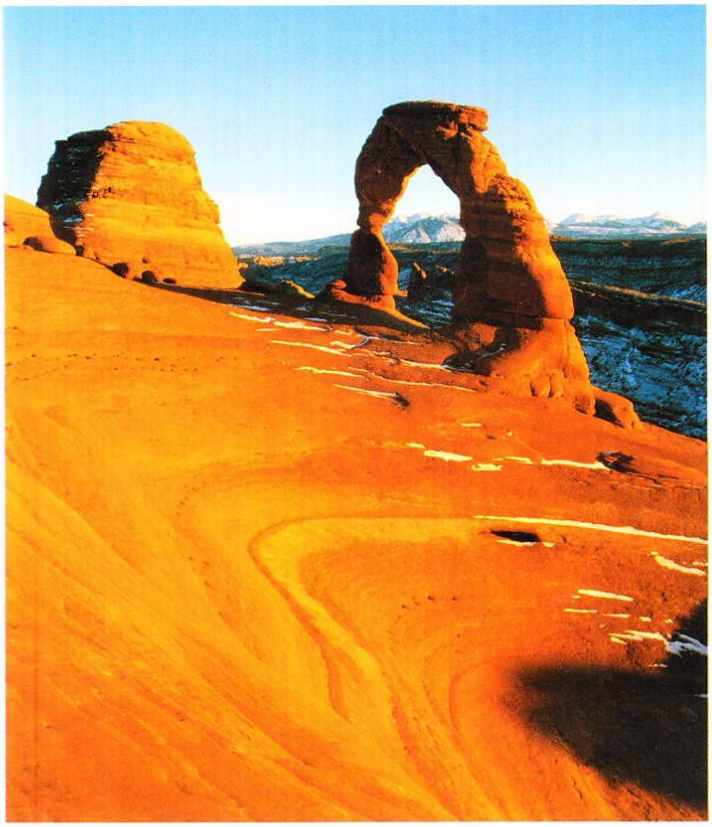
يبلغ عُمْر الأرض حوالى 4.6 مليار سنة. ولكن حتى عام 1680 تقريبًا، كان معظم الباحثين يظنون أن عُمر الأرض لا يزيد عن بضعة آلاف من السنين. فقد قام الباحث الأيرلندى جيمس أوشر (1581-1656) بإجراء حسابات نتيجتها أن الأرض تشكلت فى العام 4004 قبل الميلاد. وكان كثير من الناس يظنون أن الحفريات هى بقايا مخلوقات غرقت فى طوفان نوح.

لكن الفنان والعالِم الإيطالى ليوناردو دافنشى (1452-1515) فكر بشكل مختلف. فقد كان يعتقد أن الحفريات حدثت نتيجة عوامل طبيعية. كما أدرك أن الأنهار تشق، وتنحت الوديان التى تجرى فيها على فترات طويلة من الزمن.

مولد الجيولوجيا الحديثة

ولدت الجيولوجيا الحديثة على يد الطبيب الاسكتلندى جيمس هوتون (1726-1797)، الذى وضع أفكاره فى كتاب يسمى «نظرية الأرض» (1785). وكتب هوتون أن الأرض كانت دائمة التغير. فالأنهار وأنهار الجليد تنحت وديانًا عميقة وتحمل المواد المحلولة فى انحدارها من فوق المرتفعات. وهذه المواد المحلولة، التى تشمل الطمى والحصى والرمل، تراكمت طبقة فوق أخرى؛ لتشكل صخورًا رسوبية، مثل الصخور الرملية التى تتكون من رواسب. وأدرك هوتون أيضًا أن الصخور النارية مثل البازلت والجرانيت تشكلت من صخور مصهورة بَرُدَتْ وتَصَلَّبَتْ. وأدرك هوتون أن الأرض لابد عاشت تاريخًا طويلاً جدًّا؛ لكى تحدث كل هذه العمليات المشكلة للصخور.

وتوصل هوتون إلى فكرة مهمة، وهى أن العمليات التى تغير



▲ **قوس من الصخر الرملى فى المحمية الطبيعية لأقواس الصخور فى أوتاوه بالولايات المتحدة. والمناظر البرية والأشكال الطبيعية مثل أقواس الصخور نتجت عن عمليات جيولوجية. ويحاول الجيولوجيون شرح هذه العمليات وفهمها.**

شكل الأرض فى الحاضر كانت تحدث دائمًا. وقال: «إن الحاضر مفتاح الماضى». وفى البداية، قوبلت أفكار هوتون بتجاهل تام. لكن الجيولوجى الاسكتلندى تشارلس ليل (1797-1875) أيَّد هوتون فى كتابه «مبادئ الجيولوجيا» (1830). وأقنع ليل الناس بأن أفكار هوتون صحيحة، وساعد الكتاب عالم الطبيعة الإنجليزى تشارلس داروين (1809-1882) فى صياغة نظريته عن التطور.

الجيولوجيا فى القرن التاسع عشر

قدّم المهندس الإنجليزى ويليام سميث (1769-1839) إسهامًا مهمًّا آخر فى علم الجيولوجيا. كان سميث يقوم بحفر قنوات فى أماكن عديدة فى إنجلترا، وفى هذه الأثناء، راح يدرس الحفريات

www.ibtesama.com/vb

التى وجدها فى الصخور. ولاحظ سميث أن بعض الحفريات موجودة داخل طبقات متعددة من الصخور، بينما حفريات أخرى موجودة فى طبقة واحدة فقط.

وسميت الحفريات الموجودة داخل طبقة واحدة فقط حفريات دالَّة. وأدرك سميث أن طبقات الصخور التى تحتوى مثل هذه الحفريات الدالة تنتمى كلها إلى العصر ذاته. وفهم سميث أيضًا أن الصخور الرسوبية التى لم يحدث لها ما يفسد ترتيبها ونظامها، نجد فيها الصخور الأصغر عمرًا موجودة فوق الصخور الأقدم. وقد مكَّنت هذه الأفكار سميث من تصنيف الصخور وفقًا لعمرها. وفى 1815، نشر خريطة جيولوجية لطبقات الصخور الموجودة تحت التربة فى جزء من جنوب إنجلترا (انظر الرسم التوضيحى أسفل الصفحة). وكانت هذه أول خريطة من نوعها.

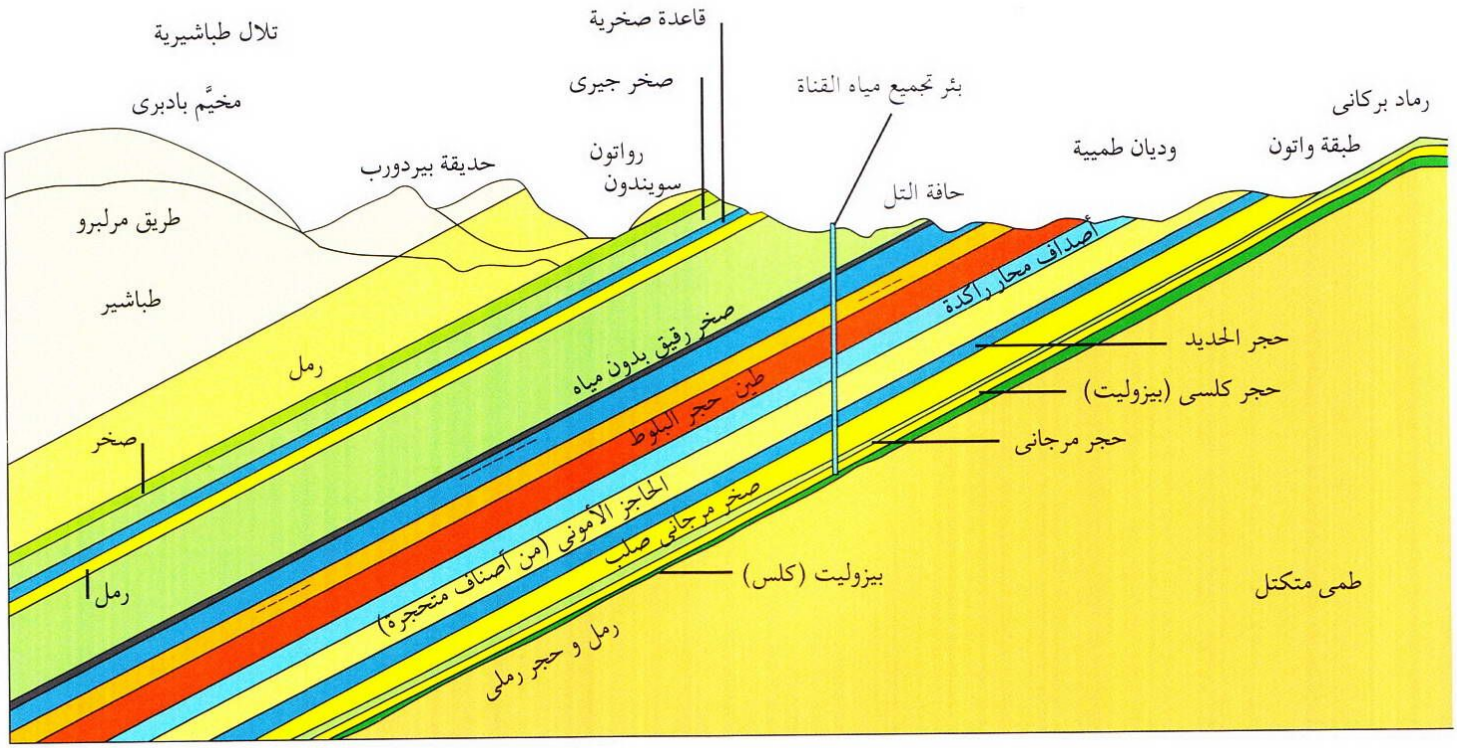
تقدمت الجيولوجيا سريعًا فى القرن التاسع عشر. ودرس عالم الطبيعة السويسرى لويس أجاسيز (1807-1873) الجليد وتأثيره على الأرض. وقام المستكشف الأمريكى جون ويزلى باول (1834-1902) باستكمال أعمال أجاسيز، فقام برحلة فى منطقة «جراند كانيون» الجبلية الواسعة التى تخترقها الكثير من الأودية. ورأى باول أن عوامل التعرية يمكن أن تنحت الجبال لتصل - فى النهاية- إلى مستوى الأرض. غير أن الجغرافى الأمريكى ويليام موريس ديفيز (1850-1934)، طوَّر هذه الفكرة، وأكد أن الأماكن البرية تمر بدورة من عوامل التعرية. وتنتهى إلى سهوب، والسهوب هى «سهول تقريبًا». لكن الجيولوجيين المحدثين يعتقدون أن مثل هذه الدورات نادرًا ما تكتمل، فهناك ما يعطلها، مثل الحركات داخل الأرض، والتغيرات فى المناخ، وعوامل أخرى.

واكتشف النشاط الإشعاعى فى عام 1895، فأمد العلماء بطريقة لمعرفة عمر الطبقات الصخرية. وظهر أن عمر الأرض لا يقدر بملايين السنين كما كان يُظن، ولكنه يبلغ مليارات السنين. وبفضل التأريخ باستخدام النشاط الإشعاعى أيضًا، أمكن تحديد الأحقاب والعصور الجيولوجية فى تاريخ الأرض.

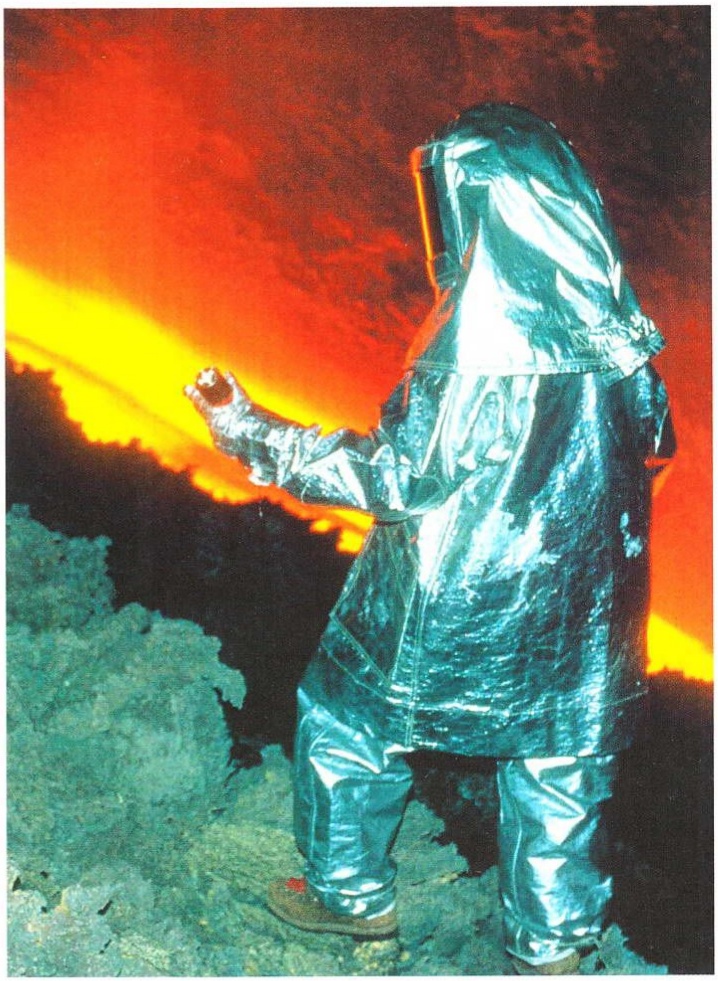
طفو القارات

فى أوائل القرن العشرين، أكد الجيولوجى والطبيب الألمانى ألفريد فجنر (1880-1930) أن القارات كانت فى وقت ما متصلة معًا فى كتلة أرضية هائلة تسمى «بانجايا»، وأن بانجايا قد انشقت، وأن القارات انجرفت متباعدة عن بعضها بعضًا. وفى البداية، رُفضت أفكار فجنر، لكن دراسات قاع المحيط فى سنوات العقدين 1950 و1960 ساعدت فى دعم نظرية فجنر عن حركة القارات.

▼ قطاع فى طبقات القشرة الأرضية يبين طبقات الصخور فى ولتشاير بإنجلترا. وقد رسمها الجيولوجى الانجليزى ويليام سميث، الذى أدرك أن تتابع الطبقات يمثل تاريخًا من الأحداث المتعاقبة.



www.ibtesama.com/vb



▲ جيولوجى يحلل الغازات المنبعثة فى أثناء ثورة بركان جبل إتنا فى صقلية، إيطاليا، فى إبريل 1992. وسوف تساعده هذه المعلومات فى فهم المزيد عن العمليات الجيولوجية التى تؤدى إلى الثورات البركانية.

ويعتقد العلماء حاليًا أن القشرة الأرضية تنقسم إلى كتل كبيرة تُسمى «الصفائح»، والتى تستقر عليها القارات. وتحت القشرة الأرضية الرقيقة، فى الغلاف الساخن الأعلى، توجد صخور سائلة تتحرك فى تيارات بطيئة. وهذه التيارات تحمل الصفائح كالأطواف فى الماء. وتساعد هذه النظرية فى فهم كيف تشكلت الجبال، ولماذا تحدث الزلازل والبراكين.

فروع علم الجيولوجيا

يتفرع علم الجيولوجيا إلى فرعين. الجيولوجيا التاريخية، وتبحث فى تاريخ الأرض خلال الأزمنة الجيولوجية، ويهدف هذا العلم إلى شرح تضاريس الأرض. والجيولوجيا الفيزيائية تهدف إلى شرح تطور هذه التضاريس.

الجيولوجيا التاريخية

للجيولوجيا التاريخية فروع ثانوية كثيرة. فمثلاً، علم طبقات الأرض هو دراسة ترتيب طبقات الصخور ومكانها فى تاريخ الأرض. ودراسة الحفريات مهمة أيضًا. فالحفريات دلالة على حياة قديمة، وهى موجودة فى العديد من الصخور الرسوبية. وعلم الحفريات يساعد أيضًا على فهم التطور.

الباليوكليماتولوجى هو علم دراسة المناخ فى الماضى. وهناك أدلة فى طبيعة طبقات الصخور وما تحتويه من حفريات على المناخات المتغيرة فى الماضى. فمثلاً، وجدت طبقات من الفحم فى إنتركتيكا (القارة القطبية الجنوبية). وإنتركتيكا الآن مغطاة غالبًا بالجليد، والنباتات التى يتشكل منها الفحم لا يمكن أن تنمو هناك. إذن، من الواضح أن إنتركتيكا كانت فى وقت ما تعيش طقسًا أكثر دفئًا بكثير من طقسها الحالى. وعلم الباليوكليماتولوجى مهم؛ لأن المناخات لا تزال تتغير. ويحاول علماء الباليوكليماتولوجى معرفة ما إذا كان نصف الكرة الشمالى معرضًا للدخول فى عصر جليدى آخر فى المستقبل القريب.

والباليوجيوجرافى هو العلم الذى يدرس الجغرافيا المتغيرة للأرض وحركات الكتل الأرضية فى الماضى. وهو يستكشف أيضًا العلاقة بين الحيوانات والنباتات القديمة، والظروف التى عاشت فيها.

الجيولوجيا الفيزيائية

القوى الطبيعية، مثل الطقس، والأنهار والمحيطات، وجبال الجليد، والرياح، تُغيِّر سطح الأرض باستمرار. وتأكل هذه القوى الصخور، وتنقل المواد المتآكلة إلى أماكن أخرى. والجيومورفولوجى علم يبحث كيف قامت قوى التعرية والتحاتّ وحركات الأرض بخلق الأشكال الطبيعية من صخور ذات مستويات مختلفة من الصلابة.

بالإضافة إلى الصخور والمعادن، تحتوى القشرة الأرضية أيضًا على المياه. ويهتم الجيولوجيون أيضًا بمواقع المياه ومواردها، وهو أحد فروع دراسة الهيدرولوجيا. والجيولوجيا الفيزيائية هى أيضًا أحد المظاهر المهمة لدراسة التربة (علم التربة) ودراسة المحيطات (علم المحيطات).

وتشمل الجيولوجيا الفيزيائية دراسة الكثير من المعادن والصخور فى القشرة الأرضية. ومن فروع علم المعادن، علم البلوريات، الذى يهتم بدراسة ترتيب الذرات فى المعادن.

www.ibtesama.com/vb

ودراسة الصخور تُسمى البترولوجيا، وعلماء البترولوجيا يستهدفون الكشف عن كيف أثرت العمليات الجيولوجية فى تكوين الصخور الموجودة على الأرض.

وهناك أيضًا علم جيولوجيا تركيب الصخور. ومعظم الصخور الرسوبية تتشكل فى طبقات، لكن الحركات التى تحدث داخل الأرض تجعل هذه الطبقات تتقوس فى طيات إلى أعلى تسمى الطيات المحدبة، أو إلى أسفل، وتسمى الطيات المقعرة. كما تقوم القوى الهائلة داخل الأرض بكسر الطبقات فتنتج شقوقًا هائلة، تسمى الأخاديد (المفرد: أخدود). ودراسة مثل هذه الملامح وغيرها مهمة فى التنقيب، وهو بحث علمى عن هذه الثروات داخل الأرض. وجيولوجيا تركيب الصخور مهمة أيضًا فى الهندسة المدنية؛ حيث تتطلب المبانى وغيرها من المنشآت الكبيرة وجود أساسات قوية وصلبة.

والجيوفيزيا، أى العلم الذى يجمع بين الفيزياء والجيولوجيا مهم أيضًا فى التنقيب وفى الهندسة المدنية. ومن ضمن الفروع الرئيسية للجيوفيزيا، علم دراسة الزلازل، وعلم دراسة البراكين.

التقنيات الجيولوجية

من التقنيات المهمة فى الجيولوجيا، دراسة عينات الصخور. وتتكون كل الصخور من معادن، وقد صنَّف الجيولوجيون ثلاثة آلاف معدن تقريبًا. ويمكن معرفة المعادن الموجودة فى الصخور بطرق متعددة، عن طريق صلابتها، أو لونها، أو طريقة كسرها، أو شفافيتها، أو البلّورات المحتوية عليها.

▲ أحد علماء الزلازل يفحص جدران أحد الخنادق؛ بحثًا عن دلالة على الزلازل. وعلماء الزلازل، أو الحركات السيزمية، يستخدمون المعلومات بأمل إمكان التنبؤ بوقوع الزلازل فى المستقبل.

وتجمع عينات الصخور بطرق متعددة. فالقطع التى تؤخذ من على السطح تقطع بمطرقة جيولوجية. وعينات الصخور تؤخذ من حُفر مثقوبة فى الأرض أو بواسطة أنابيب حفّارة. وهى أنابيب عمودية ومجوفة يجرى إسقاطها من سفينة. وعندما تصطدم بقاع البحر، تنغرز داخل الصخر بفعل الصدمة. ثم تسحب الأنبوبة الحفارة فوق السفينة و تؤخذ العينة.

وفى المعمل، يمكن تحليل عينات الصخور كيميائيًّا أو دراستها تحت الميكروسكوب. ويمكن وضع قطاع رقيق جدًّا من صخرة، لا يزيد سُمكه عن 30 ميكرونًا (الميكرون=0.0001 من المليمتر)، تحت ميكروسكوب قوى. وبهذه الطريقة يعرف العلماء معلومات أكثر عن طبيعة الصخرة وكيف تشكلت. وتحتوى بعض الصخور على حفريات حيوانات ونباتات دقيقة لا يمكن رؤيتها بالعين المجردة، ولكن يمكن التعرف عليها تحت الميكروسكوب. ووجود هذه الحفريات تدل على عمر الصخرة. ويمكن أيضًا أن تكون دليلاً على وجود بترول أو غاز طبيعى، وهى مواد تكونت من بقايا نباتات وحيوانات عاشت على الأرض منذ ملايين السنين.

هل تعلم؟

يمكن معرفة عُمْر الصخور التى تحوى آثار عناصر نشطة إشعاعيًّا، باستخدام أجهزة تسمى مقياس الطيف الكمى. وتتحلل العناصر المشعة بمعدل أسرع، لتنتج فى النهاية منتجًا مستقرًّا (غير مشع). فمثلاً، عنصر اليورانيوم المشع يتحلل ليشكل معدن الرصاص غير المشع. وعلى مدى 713 مليون سنة، تتحول نصف ذرات اليورانيوم إلى ذرات رصاص. ويقيس جهاز مقياس الطيف الكمى عدد ذرات الرصاص فى عينة من اليورانيوم. ومن هذا القياس، يمكن حساب عُمر العينة.

www.ibtesama.com/vb

علم الحيوان

علم الحيوان هو قسم من علم الأحياء يُعنى بدراسة الحيوانات. والحيوانات تبدأ من الفيروسات الميكروسكوبية (التى لا تُرى إلا بالميكروسكوب)، حتى الحوت الأزرق - أضخم حيوان على وجه الأرض. وقد أوضحت دراسة جرت مؤخرًا أن الحيوانات تستطيع الاتصال ببعضها بعضاً أفضل مما كان يعتقد علماء الحيوان من قبل. ومن المهم أن نحمى أنواعًا كثيرة من الحيوانات من الانقراض.

أخيرًا بدأ علماء الحيوان فى فهم كيف تتصل الحيوانات المختلفة ببعضها بعضاً. فالأفيال تستخدم أصواتًا ذات ترددات منخفضة يمكن أن تسمعها أفيال أخرى من مسافات بعيدة، ولكن لا يمكن أن يسمعها الإنسان. وفصيلة الحيتان (التى تشمل الدلافين والحيتان) تصدر صيحات عديدة للاتصال ببعضها بعضاً. كما أن الحوت الأحدب يغنى لجذب رفاقه، ويمكن سماع غنائه على بعد 32 كيلومترًا على الأقل.

لغة الشمبانزى

والحيوانات ذات أشكال الاتصال الأكثر تقدمًا، هى الحيوانات الأقرب صلة بالإنسان، كالقردة والقردة العليا. وعلى الرغم من أن أصوات قرود شرق إفريقيا يمكن أن تكون متشابهة بالنسبة إلى الإنسان، فيبدو أنها تحمل معلومات معينة، مثل اقتراب مجموعة أخرى من القرود.

ودراسة الحيوانات التى نشأت مع الإنسان ليست دائمًا دليلاً جيدًا على قدراتها، ويفضل علماء الحيوان دراسة مجموعات الحيوانات التى تعيش فى البرية؛ لمشاهدة نماذج طبيعية لطريقتها فى الاتصال. وعلى سبيل المثال، اكتشف علماء الحيوان أن بعض أنواع الشمبانزى فى ساحل العاج تُعلِّم أبناءها عمليًّا كيف يكسرون ثمرة جوز الهند، كما اتضح أن حيوانات الشمبانزى تستطيع معالجة نفسها حين تمرض، حيث شوهدت تسعى للحصول على نباتات معروفة باحتوائها على مضادات حيوية.

▲ **واحدة من علماء الحيوان تدرس وسائل الاتصال بين الشمبانزى فى مركز أبحاث اللغة فى جامعة ولاية جورجيا الأمريكية، حيث تعلمت الحيوانات التعبير بالإشارة إلى رموز مصورة؛ فتستطيع الإشارة إلى أشياء وأفعال. ويدور جدل بين العلماء فيما إذا كانت تلك اللغة مشابهة لوسائل الاتصال بين البشر.**

وعندما يموت أحد أفرادها، فإن أقاربه يعبرون عن حزنهم، إلا أنه ليس هناك دليل على أن أفراد الشمبانزى الغريبة عن المجموعة تُبدِى أىَّ تعاطف.

الهجرة وألغازها

بعض الحيوانات لديها قدرات أعظم من تلك التى يتمتع بها معظم البشر. فالحيوانات المهاجرة، وعلى الأخص الطيور والحشرات، تقطع مسافات شاسعة بدرجة عظيمة من الدقة. وكثير من الطيور المهاجرة تستخدم الشمس كبوصلة. ولديها نوع من الساعة الذاتية؛ حيث تستطيع أن تتابع حركة الشمس اليومية. ويمكن أن تستخدم الطيور النجوم أيضًا لتحديد الاتجاه الذى تسعى إليه، وربما تستطيع كل من الفراشات والطيور أن تشعر بالمجال المغناطيسى للأرض.

وتستطيع العديد من الطيور أن تجد طريقها حتى إذا أُخذت إلى مكان بعيد عن طريقها المعتاد؛ مما يشير إلى أنها تعلم الوضع الحقيقى لموقع بيتها، وليس مجرد الاتجاه العام.

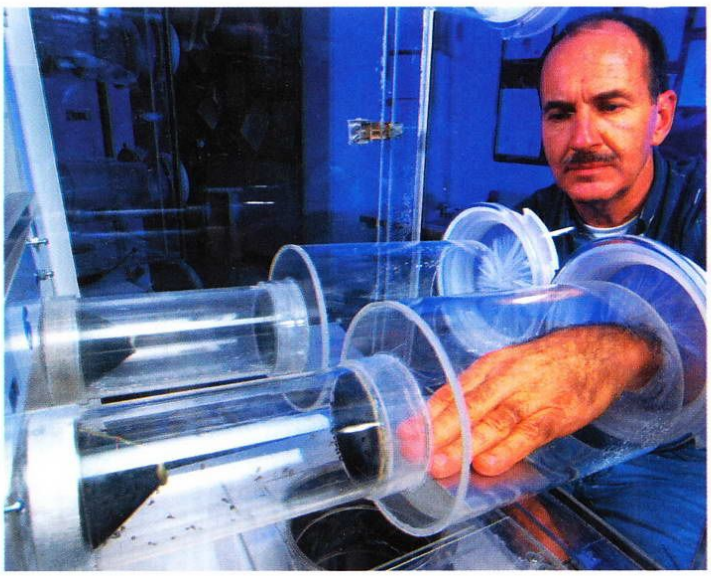
www.ibtesama.com/vb

الحماية (الصون)

والحماية (الصون) جزء مهم من علم الحيوان. فالاحتفاظ بأعداد قليلة من الحيوانات فى حديقة الحيوانات لا يكفى، لكن لابد أيضًا من وجود مواطن طبيعية مناسبة يمكن أن تعيش فيها. لذا من المهم دراسة الحيوانات فى بيئاتها الطبيعية لاكتشاف متطلباتها الطبيعية من غذاء وموطن. فمثلاً، بعض الحيوانات تأكل غذاءً خاصًا، وتحتاج مساحة واسعة تستطيع أن ترعى فيها.

وتساعد تقنيات العلوم الحديثة على تحسين الحماية. حيث تُثبت أجهزة إرسال على أطواق حول أعناق الحيوانات فى أثناء تخديرها بصورة مؤقتة. وعندما تتحرك الحيوانات، يمكن تتبع الإشارة الصادرة عن طريق أجهزة الراديو، أو حتى الأقمار الصناعية. وقد استُخدمت المتابعة اللاسلكية لدراسة أسود الجبال فى الولايات المتحدة. وفى الماضى كان العديد من هذه الأسود يُقتل رميًا بالرصاص، وكان ما يبقى منها حيًا يُحبس فى مناطق معزولة قليلة. وقد أظهرت عمليات المتابعة اللاسلكية أن كل أسد يحتاج إلى منطقة يعتمد اتساعها على كمية الطعام المتوفرة فيها. وحيوانات قليلة لا تستطيع الحياة إلا فى منطقة بعينها. وثبت أن المخاوف من أن تؤثر الأسود على أعداد الغزلان والأيائل ليس لها أساس؛ فمعظم الفرائس غالبًا ما تكون طاعنة فى السن، أو أصغر كثيرًا من أن تكون فى سن التكاثر.

ويمكن لرسم البصمات الوراثية أن يمدنا بمعلومات حول حجم الاختلاط بين حيوانات مختلفة فى البرية. عندئذ يستطيع الكمبيوتر أن يضع نماذج توضح عدد الحيوانات المطلوبة لإبقاء النوع حيًا دون فقدان المدى الوراثى.



أحد علماء الحشرات يصف انجذاب أنثى بعوضة الحمى الصفراء إلى يده فى جهاز قياس حاسة الشم. يحتوى الجهاز على حاجز يفصل اليد التى تصدر الرائحة الجاذبة عن البعوض.

هل تعلم؟

صنَّف علماء الحيوان أكثر من مليون نوع مختلف من الأحياء، لكن ملايين أكثر لاتزال غير معروفة، وخصوصًا فى الغابات الاستوائية المطيرة. ولأن الغابات تتعرض للإزالة، فإن كثيرًا من تلك الحيوانات سوف تنقرض حتى قبل أن يعرف العلم هويتها.

الكوكب الحى

وفى نظام بيئى لم يتعرض للتدخلات، تبقى أعداد الحيوانات تقريبًا كما هى. ويسمى هذا بالتوازن الطبيعى. فإذا تغير المناخ، أو قتل الناس الحيوانات، أو دمروا النباتات، يختل التوازن الطبيعى.

والأنواع الحية التى يزيد عددها على المليون تقريبًا، ليست موزعة على الأرض توزيعًا متعادلاً. فالسهول الدافئة الرطبة بها أنواع أكثر بكثير من الصحارى الحارة، أو المناطق الجبلية الباردة.

تحتوى المناطق القطبية على الدببة القطبية. بينما البحار غنية بالأسماك والثدييات البحرية مثل الفقمة. وكلما اتجهنا نحو الجنوب - خلال إقليم التندرا والغابات الصنوبرية والغابات النفضية ذات المناخ الدافئ - يتزايد عدد الأنواع. وفى المناطق الاستوائية، تحتوى الصحراوات على عدد قليل من الحيوانات شديدة الخصوصية، بينما تمتلئ منطقة الحشائش الاستوائية بالحياة الحيوانية. وعادة ما توجد المخلوقات التى تعيش داخل الغابات الاستوائية بين الأشجار؛ لأن الطعام قليل على أرض تلك الغابات. وتحتوى المحيطات على أنواع من الحيوانات أكثر من أى بيئة أخرى. وهذه تشمل بيئات حيوانية صغيرة جدًا تنجرف هنا وهناك فى طبقات السطح، وتتغذى على نباتات ميكروسكوبية تسمى بالعوالق التى بدورها تمد بالغذاء الحيوانات التى تسبح تحت سطح الماء - وهذه السوابح تشمل 14 ألف نوع من الأسماك. وبعض هذه الأنواع يعيش بالقرب من سطح الماء، والبعض الآخر يعيش فى الأعماق. وفى المحيطات أيضًا يعيش أضخم حيوان على وجه الأرض - وهو الحوت الأزرق - وبعض أكثر الحيوانات المفترسة إثارة للفزع، أسماك القرش.

www.ibtesama.com/vb

علم الطفيليات

علم الطفيليات هو العلم الذى يدرس الطفيليات. تدخل الكائنات الطفيلية أجسام الكائنات الأخرى وتتغذى عليها، مسببة لها ضررًا شديدًا. إن بعضًا من أسوأ الأمراض فى العالم تسببها الطفيليات. وأغلب الطفيليات تنتقل عن طريق الحشرات، التى - عن طريق لدغها - تنقل الطفيل المسئول عن المرض.

عندما تعيش نباتات وحيوانات من نوعين مختلفين فى ارتباط وثيق، فإن علاقتهما يطلق عليها التعايش. وفى حالات كثيرة يستفيد كلا الشريكين من علاقة التعايش. وفى حالات قليلة يستفيد شريك واحد فقط بينما لا يتأثر الآخر على الإطلاق.

لكن كثيرًا من هذه العلاقات تتضمن استفادة أحد الشريكين من العلاقة عن طريق إلحاق الضرر بالشريك الآخر. فى هذه الحالة يطلق على العلاقة علاقة تطفل. الكائن الذى يسبب الضرر يُسمى الطفيل، أما شريكه فيسمى العائل. وتقضى الطفيليات كل أو بعض فترات حياتها تعيش على العائل أو بداخله. تعتبر البراغيث، والديدان الشريطية، ونبات الهالوك أمثلة لكائنات طفيلية.

والطفيل لا يقتل عائله، لأنه لا يمكنه البقاء بدونه، ولأنه سيضطر إلى البحث عن عائل جديد ليعيش بداخله. لكن العائل، فى النهاية، يعتريه الوهن، بسبب الطفيل، وهذا ما يجعله عرضة للهجوم بطرق أخرى كثيرة.

دورات حياة الطفيليات

أغلب الطفيليات وأشباه الطفيليات التى تصيب الحيونات، تنتمى إلى الحشرات والديدان. والطفيليات التى تعيش على جسم عائلها من الخارج، مثل الحَلَم (كائنات صغيرة تنتمى للعناكب)، تسمى الطفيليات الخارجية. أما تلك التى تعيش داخل جسم عائلها، كالديدان المفلطحة (مثل الدودة الكبدية والدودة الشريطية) والنمياتورا (الديدان الثعبانية) فتسمى الطفيليات الداخلية. ومعظم الطفيليات الحيوانية صغيرة نسبيًّا، بل قد لا ترى إلاّ بالميكروسكوب. لكن قلة منها قد تنمو حتى تصبح كبيرة جدًّا.

▲ **هذه البعوضة طفيل خارجى على الإنسان. إنها تتغذى على دمه. وأثناء تغذية البعوضة. فإنها تنقل إلى الإنسان فيروس الحمى الصفراء.**

فالديدان الشريطية قد تنمو حتى يصل طولها إلى ثلاثة أمتار.

تحتاج الطفيليات إلى وسيلة للانتقال من عائل إلى آخر. أحيانًا ما يُترك البيض أو اليرقات فى أماكن يتصادف أن يرتادها العائل فيلتقط البيض أو اليرقات بالصدفة. فالدجاج على سبيل المثال، قد يلتقط بيض النيماتودا الطفيلية أثناء تغذيته. تنمو يرقات النيماتودا داخل أمعاء الدجاج ثم يمر البيض الجديد إلى الخارج مع البراز. وبعض الطفيليات تحتاج إلى«ناقل» لكى تنتقل من عائل إلى عائل. و«الناقلات» هى حيوانات أخرى تحمل الطفيل لكنها هى ذاتها لا تتأثر به. وأشهر أمثلة الناقلات البعوض. والبعوض حشرة صغيرة طائرة، هى نفسها من الطفيليات، حيث تمتص دم الثدييات. والعديد من أنواع البعوض ينقل طفيليات أخرى ميكروسكوبية الحجم، كالبروتوزوا التى تسبب الملاريا والفيروسات التى تسبب حمى الدنج أو الحمى الصفراء.

ودورات حياة الطفيليات معقدة. فدبابير الأورام، التى تهاجم أشجار البلوط - على سبيل المثال - تبدأ دورة حياتها قرب نهاية الصيف، عندما تضع الإناث بيضها على السطوح السفلى للأوراق. يفقس البيض يرقات تتغذى على نسيج النبات. تتحول اليرقة إلى عذراء، وفى الربيع تخرج الدبابير، التى تختلف فى شكلها اختلافًا

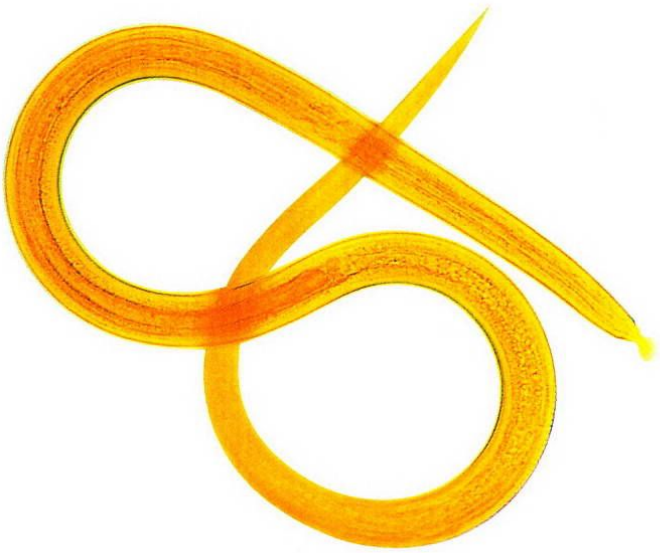
www.ibtesama.com/vb

كبيرًا عن أبويها. وهذه الدبابير لا تتزاوج أبدًا. إنها تطير إلى شُرابات أزهار البلوط المتفتحة حديثًا، وتضع بيضها بداخلها. ومن هذا البيض تخرج ذكور وإناث تتزاوج أثناء الطيران. ثم تضع الإناث بعد ذلك بيضها فى أواخر الصيف، وتبدأ دورة الحياة من جديد.

الملاريا

تعد الملاريا من أكثر الأمراض الطفيلية انتشارًا. وينتقل طفيل الملاريا بواسطة بعوضة الأنوفيليس، التى تتكاثر فى المستنقعات والبرك والمياه الراكدة. وتصبح البعوضة حاملة للطفيل عندما تتغذى على دم شخص مصاب بالملاريا. عندئذ ينمو الطفيل داخل البعوضة، ثم ينتقل من شخص إلى شخص عن طريق عضات البعوضة. والطفيل لايسبب الملاريا أثناء وجوده داخل البعوضة.

فى عام 1955 شنت منظمة الصحة العالمية حربًا ضد الملاريا. قام الناس بتجفيف المستنقعات التى ينمو فيها البعوض، أو برشها بالبترول لقتل يرقات البعوض. وجرى رش البيوت فى المناطق الموبوءة بالمبيدات الحشرية (مواد كيماوية تقتل الحشرات)، وأعطيت الأدوية للناس المعرضين للإصابة بالملاريا.



▲ الديدان الخطافية تعيش فى الأمعاء، وتعتبر ضمن أكثر الطفيليات التى تصيب الإنسان شيوعًا. قد يعانى المصابون بهذا الطفيل من الأنيميا والحمى والحكة. وإذا وصلت الديدان إلى الرئتين فإنها تسبب السعال.

◄ هذه الدودة الكبدية الدموية من الديدان المفلطحة، وهى تعيش فى الدم، ولهذه الدودة فم، لكن أمعاءها ليست لها فتحة خلفية. ويوجد ممص على الجهة البطنية للجسم يساعد الطفيل على التعلق بجدار الأوعية الدموية الكبيرة.

كانت هذه التدابير فعالة جدًّا فى البداية. استئصلت الملاريا من أوروبا، وأجزاء كبيرة من روسيا والولايات المتحدة، واليابان، وأستراليا، وغرب الإنديز، وتايوان. وبحلول عام 1961، انخفض عدد المصابين بالملاريا فى الهند والباكستان من عشرات الملايين إلى نحو خمسين ألف شخص سنويًّا.

لكن البعوض نجح تدريجيًّا فى تطوير مقاومة ضد المبيدات الحشرية، وصار العلاج بالأدوية أيضًا أقل فعالية. ووجه النقد إلى استخدام المبيدات الحشرية على أساس أنها غير آمنة بعد أن وجد المزارعون أن المبيدات ظلت فى التربة لمدة طويلة. أدت هذه المشكلات إلى تغيير أهداف الحملة ضد الملاريا، من محاولة القضاء على المرض، إلى منع انتشاره. ونتيجة لذلك عادت أعداد الذين يعانون من الملاريا إلى الزيادة من جديد.

عَمَى النهر

يُعد عمى النهر واحدًا من الأمراض الطفيلية الخطيرة الأخرى. ينتج هذا المرض عن دودة تدخل جسم الإنسان بواسطة عضة أنثى الذبابة السوداء. تعيش الذبابة السوداء فى المياه السريعة الجريان، وهى توجد فى أجزاء عديدة من أفريقيا، وأمريكا الوسطى والجنوبية، وآسيا.

تستطيع الديدان البالغة أن تنمو حتى يصل طولها إلى 50 سم. وتعيش الديدان ملتفة حول نفسها أسفل الجلد، وتنتج كل دودة آلاف اليرقات الدقيقة الحجم. تنتقل هذه اليرقات مرة أخرى إلى الذبابة السوداء عندما تعض شخصًا مصابًا بالعدوى. تظل اليرقات تحت الجلد بينما هى تنمو نحو البلوغ، لكنها تتجمع أيضًا فى العين، مسببة العمى، وذلك ما يعطى هذا المرض اسمه الشائع.

ثمة عشرة ملايين من البشر المعرضين لهذا المرض فى حوض نهر الفولتا، منهم مليون مصابون فعلاً بالعدوى. ومن بين

www.ibtesama.com/vb

أنثى أحد الدبابير الطفيلية، تضع بيضها داخل يرقة فراشة الغجر وعندما يفقس البيض، تتغذى اليرقات الطفيلية على أحشاء يرقة العائل وتقتله فى النهاية. وغالبًا ما تستخدم الدبابير الطفيلية فى كمكافحة الآفات.

هؤلاء ثمة مائة ألف أصيبوا تمامًا بالعمى. والأكثر من ذلك أن مساحات كبيرة من أخصب الأراضى الزراعية الصالحة لنمو المحاصيل، حيث تتوفر كميات كبيرة من ماء الرى، قد هجرها أهلها بسبب الذبابة السوداء.

لا يوجد علاج لهذا المرض، ولم يمكن حتى الآن تطوير مصل مضاد له لمنع العدوى والأمل الوحيد معقود على على خفض تعداد الذبابة السوداء. لكن ذلك ليس سهلاً فى مساحات كبيرة كحوض الفولتا، وليس من السهل أيضًا القضاء على حشرة كالذبابة السوداء، فهى تستطيع الطيران نحو 150 كيلومتر فى اليوم ممتطية الريح.

وعلى الرغم من كل ذلك، أمكن تحقيق بعض التقدم عن طريق رش المبيدات الحشرية على أماكن توالد الذبابة السوداء. لقد أسقطت ملايين الأطنان من المبيدات الحشرية على حوض نهر الفولتا منذ بدء المشروع عام 1975. ومنذ ذلك الحين. لم ينخفض انتشار عمى النهر إلاّ بمعدلات ضئيلة.

البلهارسيا

ثمة نحو 200 مليون إنسان مصاب بالبلهارسيا فى العالم. يتسبب هذا المرض عن ديدان تخترق جلد الإنسان وتدخل إلى تيار الدم. وبعد أن تنمو فى الرئتين لعد أسابيع، تهاجر الديدان عبر الأوردة التى تصب فى الأمعاء أو المثانة حيث تبقى هناك لفترة قد تصل إلى ثلاثين عامًا، وتظل تضع بيضًا طوال الوقت. ويقدر الأطباء أن الديدان تستهلك 350,000 (ثلاثمائة وخمسين ألف) خلية دم حمراء فى كل ساعة.

غير أن معظم الضرر يحدث بفعل البيض الذى تنتجه إناث الديدان التى يصل عدد البيض الذى تضعه إلى ثلاثة آلاف بيضة يوميًا. بعض هذا البيض، يُحمل فى الدم لكى يصل إلى الكبد والرئتين، حيث يغلق البيض هذه الأعضاء الحيوية ويؤدى فى النهاية إلى الموت. أما باقى البيض فإنه يسبب قروحًا (جروحًا مفتوحة) فى المثانة والأمعاء ويمر إلى خارج الجسم مع البول والبراز. فإذا وصل أى من هذا البيض إلى الماء العذب، فإنه يفقس. واليرقات الناتجة عن الفقس تُعدى القواقع التى تعيش فى الترع وقنوات الرى والأنهار البطئية الحركة. وهذه القواقع- التى هى ناقلات للمرض- تنشر المرض عندما ينطلق منها مزيد من بيض الطفيل فى الماء. اليرقات الناتجة عن هذا البيض تبحث بعد ذلك عن عائل، قد يكون شخصًا يعوم فى الماء مثلاً. تدخل اليرقات جسم الإنسان من خلال الجلد، لكى تبدأ الدورة من جديد.

وكشفت البحوث مؤخرًا أن الديدان التى تسبب البلهارسيا تنجذب إلى الهرمون البشرى الذى يوجد دائمًا فى الأوردة والذى يصب فى الأمعاء. هذا الهرمون يُخبر الديدان أنها فى المكان الصحيح لوضع بيضها. وقد تساعد هذه الحقيقة العلماء على إيجاد طريقة لتطوير مصل ضد الديدان.

وتعتمد مكافحة المرض على إنقاص أعداد القواقع التى تنشره، ومنع الناس من ملامسة الماء الملوث بالعدوى، ومنع تلويث الماء بالفضلات الآدمية فى المقام الأول. لكن هذه الاجراءات يصعب تنفيذها، لسوء الحظ.

ففى مصر- على سبيل المثال- حيث يعانى نحو عشرين فى المائة من السكان من البلهارسيا، يعتبر النيل مركز الحياة بالنسبة للمجتمعات الريفية. والقضاء على القواقع الناقلة للمرض- التى تعيش فى نهر النيل- قد يؤثر على ما ينتجه النهر من أسماك.

www.ibtesama.com/vb

تطوير الدفاعات

الجهاز المناعى الطبيعى لجسم الإنسان يستطيع أن يوفر دفاعات محدودة ضد الطفيليات. ويستطيع الجسم التمييز بين أنسجته هو وأنسجة الطفيليات من خلال تعقب كاشفات كيماوية على سطوح الخلايا. وتستطيع طفيليات داخلية كثيرة سرقة هذه الكاشفات الكيماوية التى يستخدمها جسم العائل. وهذا ما يجعل هذه الطفيليات تبدو كأنها جزء من جسم العائل. فطفيل الملاريا يحمى نفسه بالاختباء داخل خلايا الدم الحمراء للإنسان.

وحيث إن الجهاز المناعى لا يصدر رد فعل تجاه وجود الطفيليات، يصعب كثيرًا تطوير أمصال ضد الأمراض الطفيلية. وهناك مشكلة أخرى، وهى تكلفة تطوير أدوية جديدة، والتى قد تصل إلى بلايين الدولارات. الدول الأكثر تضررًا بالطفيليات، والأكثر احتياجًا للبحث العلمى، هى فى الغالب دول فقيرة جدًّا.

▲ تنمو الأجسام الثمرية الفطرية على جذع شجرة. الفطر هنا هو الطفيل، والشجرة هى العائل. إن الجسم الرئيسى للفطر ينمو داخل الشجرة.

مشكلة عالمية

الأمراض الطفيلية ليست مشكلة الدول النامية وحدها. فالأمراض الطفيلية لا تزال مشكلة فى الدول المتقدمة أيضًا. فقد وجدت الديدان الشريطية فى أماكن كثيرة من العالم. هذه الديدان تصيب حيوانات المزرعة. إنها تعيش فى أمعاء الحيوانات وتمتص الغذاء الذى هضمه العائل. وتقوم هذه الديدان بإنتاج حويصلات، عادة ما تمر عبر القناة الهضمية إلى خارج الجسم مع الروث. تبقى هذه الحويصلات على الأرض أو النبات حتى يأكلها حيوان آخر. وأحيانًا ما تنطمر الحويصلات داخل عضلات العائل حيث يمكنها الانتقال إلى عوائل جديدة قد تأكل اللحوم المصابة. والشخص المصاب بالديدان الشريطية قد يعانى من مشكلات صحية عديدة، والحويصلات المنطمرة فى عضلاته قد يزيد عددها بصورة خطيرة. ينتقل فيروس غرب النيل بواسطة البعوض، الذى ينتقل إلى الطيور والخيول والإنسان. وهذا الفيروس يسبب الصداع والحمّى، ويمكنه- فى حالات نادرة- أن يسبب التهابًا مميتًا للدماغ.

طفيليات مفيدة

تستخدم بعض الطفيليات لمكافحة الآفات. حيث يختار كل طفيل كعدو طبيعى ضد آفة معينة. فالنيماتودوا الطفيلية- مثلاً- تستخدم لمكافحة بعض أنواع السوس. وعندما تصادف النيماتودا السوسة العائل، فإنها تدخل جسمها وتقتلها.

هل تعلم؟

ليست كل الطفيليات حيوانات. فهناك نباتات طفيلية أيضًا، مثل الهدال أو الهالوك أو الحامول، أو زهرة الرافليسيا- وهى أكبر زهرة فى العالم. والنباتات الطفيلية ليست لها جذور كبقية النباتات الأخرى إنها، بدلاً من ذلك، تسرق الماء والغذاء من نباتات أخرى عبر تركيبات تسمى المصات، تشبه الجذور، تنمو داخل ساق النبات العائل. فنبات الهدال الطفيلى له أوراق كالنباتات الأخرى، وهذه الأوراق تقوم بعملية البناء الضوئى، مستغلة فى ذلك أشعة الشمس، لصنع الغذاء فى الأحوال العادية. لكن نباتات طفيلية أخرى- كالهالوك والحامول- لا يمكنها عمل ذلك. إنها تحصل على كل ما تحتاجه من غذاء، من عائلها النباتى.

وكل الفطريات طفيليات أو مترممات (أى كائنات تتغذى على أنسجة ميتة). تتكون معظم الفطريات من كتلة من الخيوط الرفيعة، تسمى الهيفات، تمتص الغذاء والماء. وهيفات الفطريات المتطفلة يمكنها اختراق أنسجة النبات العائل وامتصاص الماء والمغذيات والغذاء الذى خزنه النبات.

www.ibtesama.com/vb

علم الفيزياء

الفيزياء هى دراسة المواد وكيفية عملها فى العالم الطبيعى، وفى الكون ككل. إن الفيزياء علم قديم، وعن طريق الفيزياء فهم الناس كيف تعمل الكهرباء والمغناطيسية ، وكيف يأتى الضوء من النجوم، ولماذا تبقى الأجسام فوق سطح الأرض ولا تطير فى الهواء، وحقائق أخرى كثيرة تؤثر فى الحياة اليومية للبشر .

إن الفيزياء أحد علمين أساسيين يطلق عليهما اسم العلوم الفيزيائية، أما الآخر، فهو الكيمياء التى تدرس تكوين المواد، وكيف تتفاعل مع بعضها بعضاً. ويعتمد الكثير من مجالات الكيمياء على قوانين الفيزياء؛ مما أدى إلى ظهور فرع من الكيمياء يسمى بالكيمياء الفيزيائية.

تقوم الكيمياء الفيزيائية بدراسة بعض الخواص، مثل معدلات التفاعلات الكيميائية وكيفية تغير المواد كيميائيًا.

وبالطريقة ذاتها، يجرى استخدام قوانين الفيزياء فى العلوم الفيزيائية الأخرى، مثل الفلك والجيولوجيا وحتى فى علوم الحياة أيضًا. وتسمى الأفرع المتخصصة من هذه المجالات بالفيزياء الفلكية، والجيولوجيا الفيزيائية، والفيزياء الحيوية، وهكذا.

ويدرس علماء الفيزياء الفلكية الخواص الفيزيائية، مثل تركيب النجوم وحركتها ودرجة حرارتها ومغناطيسيتها، وكيفية تكونها. أما علماء الجيولوجيا الفيزيائية مثلاً، فيدرسون طبيعة تكون الصخور فى القشرة الأرضية، والموجات الزلزالية التى تنتج عن الزلازل.

يستخدم هذه الرامية بالقوس قوانين الفيزياء. فعندما تشد وتر القوس إلى الخلف، تختزن طاقة كامنة فى القوس، وعندما ترفع يدها عن الوتر، ينطلق السهم إلى الأمام بطاقة حركية. وتساعد الديناميكا الهوائية على حركة السهم فى خط مستقيم .

www.ibtesama.com/vb

كذلك يدرس علماء الفيزياء الحيوية أشياء، مثل الدورة الدموية، وتبادل الغازات، والمواد المذابة فى الأنسجة الحية. ويستخدم المهندسون الكثير من القوانين الفيزيائية عند تصميم المنتجات والمبانى وتنفيذهما.

الفيزياء الكلاسكية

تعود بدايات علم الفيزياء إلى اليونان القديمة؛ حيث طرح فلاسفة مثل أرسطو طاليس (384-322 ق.م.) نظريات لتفسير الحقائق والأحداث والتى سميت بالظواهر. وقد توصل هؤلاء الفلاسفة إلى استخلاصاتهم عن طريق الجدل المنطقى بدلاً من الملاحظة والاختبار، فكانوا مثلاً، يتبعون براهين مثل: لابد أن تكون الأرض كروية؛ لأن الكرة شكل مثالى، ولابد أن تكون الأرض مثالية.

من الواضح أن هذه الأساليب فى تفسير الظواهر كانت غير علمية. وقد كانت دراسة العالم الطبيعى فيما مضى تندرج تحت اسم «الفلسفة الطبيعية» وظل، هذا التعبير مستخدمًا عبر القرون حتى القرن السابع عشر، والثامن عشر عندما بدأ انفصال العلم عن الفلسفة.

فى ذلك الوقت أيضًا، بدأت أفرع الفيزياء فى التطور منفصلة بعضها عن البعض. فتطورت الفيزياء إلى ما نسميه الفيزياء الكلاسكية، أو الفيزياء النيوتونية. وقد سميت بذلك تبعًا لاسم العالم الإنجليزى إسحق نيوتن (1642-1727)، الذى توصل إلى عدة قوانين فيزيائية. وكذلك توصل (كما فعل عالم الرياضيات والفيلسوف الألمانى جوتفريد ليبينيتز (1646-1716)، إلى نوع جديد من الرياضيات يسمى بالتحليل الرياضى، والذى يمكن من

▲ **تبين هذه الصورة مختبر إنتجرال (أى المتكامل) للوكالة الأوروبية للفضاء لدراسة الفيزياء الفلكية الخاصة بأشعة جاما. إن الأجهزة المتقدمة جدًا مثل « إنتجرال »، تقف على رأس الدراسات التى تجرى الآن فى فروع الفيزياء الحديثة.**

حل مشكلات فى الفيزياء لم يكن لها حل حتى ذلك الوقت. وتشمل الفيزياء الكلاسكية دراسة الميكانيكا، والبصريات، والحرارة، والصوت، والكهرباء، والمغناطيسية.

أما الميكانيكا، فهى دراسة سلوك الأجسام عندما تؤثر فيها قوى، وكذلك الحركة التى تكتسبها الأجسام تحت تأثير هذه القوى. والقوانين الثلاثة الأساسية فى الميكانيكا هى قوانين الحركة لنيوتن. وتنقسم الميكانيكا إلى عدة فروع. فتختص الكينيماتيكا بوصف الحركة، أما الديناميكا فتختص بدراسة حركة الأجسام، ولكن من اعتبارات تتعلق بالقوى التى تؤثر فيها، أما الإستاتيكا، فهى حالة خاصة من الديناميكا حيث تكون كل القوى فى حالة،

هل تعلم؟

ربما يكون ألبرت أينشتاين (1879-1955) أهم علماء الفيزياء فى كل العصور. وأشهر ما عُرف به أينشتاين هو نظريتيه العامة والخاصة للنسبية. وفى هاتين النظريتين يقول إن الأشياء عندما تسير بسرعة تقارب سرعة الضوء، فمن الممكن أن يحدث لها تغيُّر فى الزمن والطول والكتلة.

www.ibtesama.com/vb

اتزان ويكون الجسم فى حالة سكون. وهناك العديد من التقسيمات التى تتشعب من تلك الفروع مثل، الإيروديناميكا (دراسة الهواء فى حالة الحركة)، والهيدروستاتيكا (دراسة القوى التى تؤثر فى سائل فى حالة سكون).

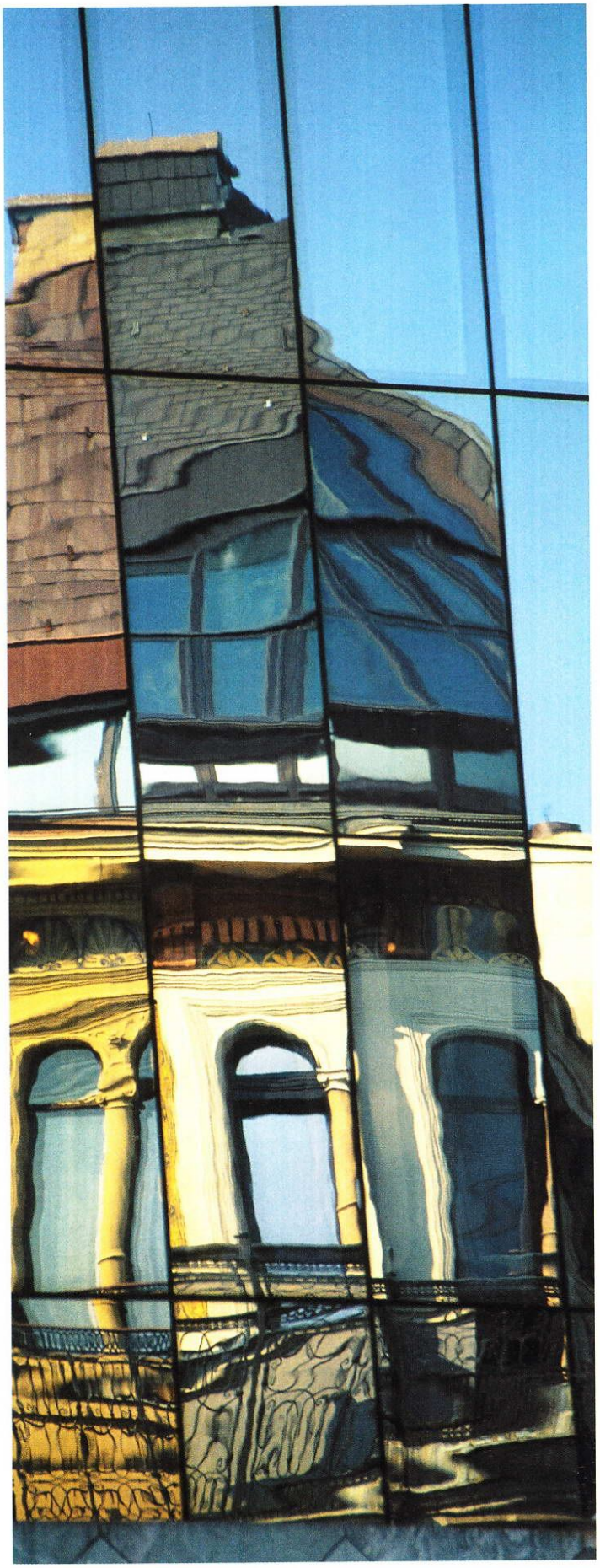
وتأتى دراسة الجاذبية أيضًا كنوع من الفيزياء. مرة أخرى، فإن نيوتن قد قام بعمل كل الدراسات الرائدة عن الجاذبية، وتوصل إلى تفسيرمفصل لمدارات الكواكب.

وقد أرسى نيوتن أيضًا أساسيات علم البصريات (دراسة الضوء)، وكان هو الأول فى دراسة الطيف بالتفصيل، وكذلك كان أول من صنع التليسكوب العاكس.كذلك قام العالم اللامع الذى سبقه، الفلكى والفيزيائى الإيطالى جاليليو جاليلى (1564-1642) بأعمال رائدة فى البصريات كما فعل فى علم الميكانيكا.

لقد شيد جاليليو أحد أوائل التليسكوبات ذات العدسة الكاسرة. إن أحد أفرع البصريات الأساسية هو البصريات الهندسية ، و تختص بدراسة متابعة مسار الأشعة الضوئية، وتكون الصور بواسطة المرايا والعدسات. والفرع الآخر هو البصريات الفيزيائية، ويختص بدراسة سلوك الضوء كحركة موجات، ويدرس الظواهر مثل التداخل والحيود (انحراف الضوء).

ويسمى العلم الذى يدرس الصوت بالصوتيات، ولقد تطور علم الصوتيات فى القرن الثامن عشر، عندما أجريت تجارب لقياس سرعة الصوت. إلا أنه لم تتم دراسة هذه الأمور بالتفصيل قبل السبعينيات من القرن التاسع عشر؛ حيث قام العالم الإنجليزى اللورد رالى جون وليام ستراف (1842-1919) بوضع كتاب «نظرية الصوت». أحد الأبواب الكبرى للصوتيات الحديثة هو «فوق الصوتيات»، ويختص بتوليد موجات صوتية ذات ترددات عالية جدًا واستخدامها فى أجهزة السونار (لتحديد الأشياء تحت الماء).

أما دراسة الكهرباء، فقد بدأت فى اليونان القديمة. عندئذ كان الناس يعرفون الشحنة الكهربية التى تتولد عند حك مادة مثل العنبر. وتأتى كلمة الكهرباء من الكلمة اليونانية «إلكترون» أى العنبر. ولم تكن هناك قبل عام 1600 تقريبًا تجارب لدراسة تفاعلات الأجسام المشحونة كهربائيًا. وهو الفرع المسمى بالكهروستاتيكا.



يمكن تفسير الانعكاسات المتعددة من الزجاج فى هذا المبنى الإدارى باستخدام قوانين الفيزياء الخاصة بالانعكاس والانكسار. وتسمى الدراسة العلمية للضوء بالبصريات .

www.ibtesama.com/vb

▲ **قطار ماجليف التجريبى (إم إل إكس صفر واحد) على خط يماناشى ماجليف، وتستعمل اليابان الخصائص الفيزيائية للمغناطيسات فائقة التوصيل للارتفاع عن القضبان، وللاندفاع قدمًا بسرعة عالية .**

وفى عام 1800، قام العالم الإيطالى اليساندرو فولتا (1745-1827) بصنع أول بطارية كهربائية، وبذلك بدأ تطور أول التطبيقات العملية للكهرباء، ثم فى غضون عقود قليلة، تبين للفيزيائيين أن الكهرباء والمغناطيسية مرتبطتان بشدة، إحداهما بالأخرى، الأمر الذى أدى إلى نشوء تعبير الكهرومغناطيسية.

وتفشل الفيزياء الكلاسكية النيوتونية عندما تحاول تفسير ما يحدث داخل الذرة. فلا يمكن فهم الأنشطة داخل الذرة إلا باستخدام ما يسمى بالنظرية الكمية، والتى طورها الفيزيائى الألمانى ماكس بلانك (1858-1947) لشرح إشعاع الطاقة، وحلت ميكانيكا الكم مكان ميكانيكا نيوتن فى الدراسات الذرية.

لقد وجد أن نواة الذرة شىء معقد جدًا، حيث تتجاذب البروتونات والنيوترونات من خلال تبادل أجسام تسمى بالميزونات والتى تمثل البيونات، أبسط أشكالها. كذلك يبدو أن البروتونات والنيوترونات والميزونات تتكون من جسيمات أساسية أصغر تسمى بالكواركات. وتأتى الدلائل على صحة هذا التركيب من خلال التجارب الخاصة بتصادمات الجسيمات الأولية، عند مستويات طاقة عالية. ونتيجة لذلك، يسمى هذا النوع من الفيزياء بفيزياء الطاقات العالية أو فيزياء الجسيمات .

هل تعلم؟

إن سوء استخدام علم الفيزياء أدى إلى نتائج مأساوية وهى الأسلحة النووية. وهذه الأسلحة هى متفجرات تتحرر فيها كميات هائلة من الطاقة من خلال الاندماج النووى (دمج أو اتحاد النويات)، أو الانشطار النووى (أى انشطار النويات).

www.ibtesama.com/vb

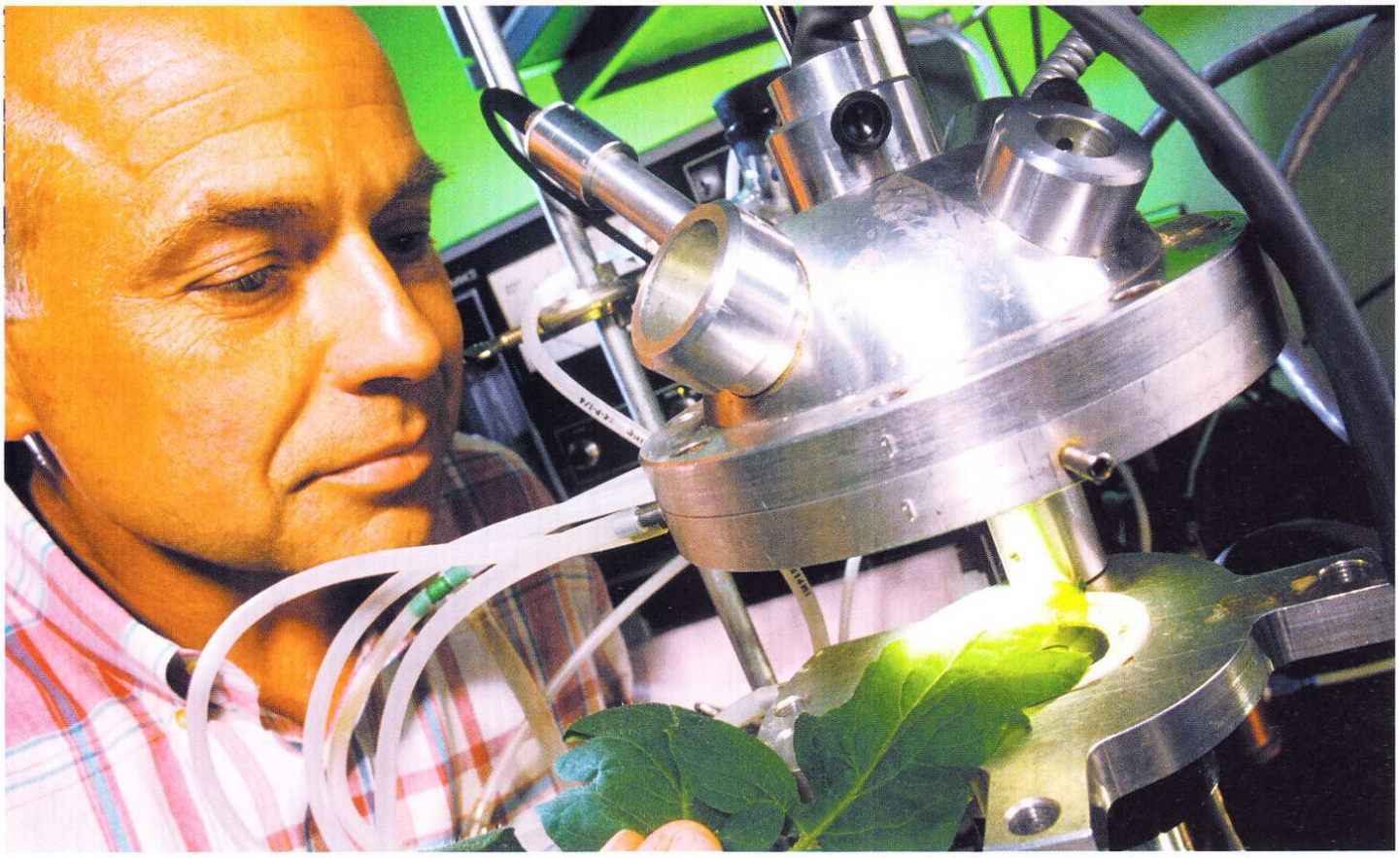
علم النبات

علم النبات هو العلم الذى يختص بدراسة النباتات. وقد تحققت تطورات هائلة فى علم النبات فى السنوات القليلة الماضية، يمكن لعلماء النبات الآن، باستخدام الهندسة الوراثية، أن ينقلوا صفات نوع معين من النبات إلى نوع آخر، كما اكتشفوا أن النباتات تتصرف بأساليب لم تكن معروفة أبدًا من قبل.

يمكن لعلماء النبات الآن، باستخدام الهندسة الوراثية، أن يعدلوا من خصائص النبات بدقة متناهية. فعلى سبيل المثال، تقاوم الآن نبتات الذرة المعدلة وراثيًّا أسوأ الحشرات التى تصيبها- حشرة ثاقبة الذرة الأوروبية. لقد قام علماء النبات بإضافة جين يجعل النبات ينتج مبيدًا حشريًّا لا يؤثر إلا على ثاقبة الذرة الأوروبية، ولكنه لا يكون مؤذيًا بالنسبة للكائنات الأخرى ومن ضمنها الإنسان.

وهناك مثال آخر وهو جين جديد غُرس فى القمح. وهذا الجين يجعل القمح يقاوم أحد مبيدات الحشائش، مما يتيح للفلاح أن يرش هذا المبيد فى الحقل لقتل الحشائش الضارة دون أن يلحق أى أذى بالقمح.

لقد استفاد الناس من الهندسة الوراثية بكثير من الطرق، لكن هذه التطورات لم تأت بغير عواقب. ففى عام 1991، رحب الناس بطماطم «فلافر سافر» (نوع من الطماطم المعدلة وراثيًّا) باعتبارها أول طعام طازج معدل وراثيًّا. على عكس الطماطم العادية، كان نوع «فلافر سافر» مصممًا ليبقى فى حالة جيدة لفترة أطول بعد قطفة. كانت طماطم « فلافر سافر» أسهل أيضا فى النقل، لأنها لا تخدش أو تفسد بسهولة، مثل الطماطم العادية. إلا أن الكثير من



▼ **عالم نبات يقوم بدراسة ورقة من نبات الطماطم ليرى الطريقة التى تؤدى بها وظيفتها فى درجات الحرارة المنخفضة فى الليل. ويستخدم هذا العالم بعض الأدوات لقياس نشاط التمثيل الضوئى فى الورقة.**

www.ibtesama.com/vb

الناس انشغلوا بالتأثيرات الصحية السلبية المرتبطة بالأغذية المعدلة وراثيًّا، وتراجع بيع طماطم «فلافر سافر» بسرعة.

نباتات تتصرف مثل الحيوانات

اكتشف علماء النبات أن النباتات تتصرف مثل الحيوانات إلى حد بعيد يفوق ما كنا نتخيله. ويبدو، بشكل خاص، أن النباتات تتمتع بحاسة لمس، بل ومن الممكن أن تكون لديها طريقة بسيطة للتواصل فيما بينها.

تتمتع بعض النباتات، مثل «خنّاق الذباب»، بحاسة لمس تجعلها تتحرك. وكان يعتقد ذات يوم أن هذا أمر غير عادى، لكنه يبدو الآن أن كل النباتات تتمتع بحاسة لمس. إن الضرب على ساق نبات لثوانٍ قليلة يوميًّا يكفى لإعاقة نموه وجعل جذعه أعرض. ويتيح هذا التفاعل فى الطبيعة للنباتات التى تتعرض للرياح كثيرًا أن تنمو لها جذوع أقوى حتى لا تنتزع بسهولة.

إن لمس النباتات ينبه أيضًا التمثيل الغذائى لديها وإنتاج الكلوروفيل. كما يجعل النباتات تغلق الثقوب، التى تسمى الثغور. مما يؤدى إلى التقليل من فقد الماء. إن الذين يقومون بزراعة أشجار الفاكهة، بشكل تجارى، يتطلعون الآن إلى كيفية الاستفادة من هذه التأثيرات.

شعير معدل وراثيًّا فى كاليفورنيا يحمل الآن جينًا يساعد النباتات على مقاومة هجمات أحد أنواع الفيروسات التى تصيب الشعير، وهو فيروس يعيق نمو الشعير الأصفر وينتشر عن طريق يرقات الحبوب.

www.ibtesama.com/vb

تنتج أشجار البلوط التانين لتحذر من هجمات الحشرات الضارة. تفرز الأشجار التانين استجابة لرسائل كيميائية ترسلها النباتات المجاورة، من قبيل المريمية.

كيف يؤثر لمس النباتات؟

فى عام 1989، اكتشفت مناطق مسئولة عن الحس فى أغشية خلايا النباتات. فحين تتمدد الخلية، تتفتح الحواس وتدخل الأيونات من خلالها، مغيرة الشحنات الكهربية عبر الغشاء. وهذا هو ما يحدث بالضبط فى الخلايا الحيوانية، حين تنقل الإشارات إلى المخ عن طريق الأعصاب الحساسة للمس.

لا توجد أعصاب لدى النباتات، وليس من الواضح ما إذا كانت النباتات أيضًا تستخدم الإشارات الكهربية حين تكتشف اللمس أم لا، لكن علماء النبات يعرفون الكثير عن التفاعلات الكيميائية التى تثيرها حواس اللمس. ففى عام 1990، حدث اكتشاف بمحض الصدفة، فقد لاحظ العلماء أن لمس النبات أو مجرد رشه ببعض الماء يحدث نشاطًا بواسطة جينات معينة. وقد كشف البحث أن هذه الجينات تصنع نوعًا من البروتين يدخل فى عملية التحكم فى أيونات الكالسيوم. وهذه الأيونات إشارة حيوية لإعادة توجيه نمو النبات.

وقد قام الباحثون فى جامعة أدنبرة باسكتلندا فى عام 1992 بتحويل هذه العملية الكيميائية إلى أداة عملية. فقد قاموا بغرس جين فى نباتات البطاطس ليجعل الخلايا تلمع حين تفرز كالسيوم تحت ضغط. وحتى لمس النبات جعل الخلايا تلمع بلون أزرق سماوى. ويأمل الباحثون أن يستخدم المزارعون هذا الجين، مع مقاييس الضوء، لمتابعة الحالة الصحية لمحاصيل مثل البطاطس.

حديث النبات

كشف بحث حديث وجود لغة كيميائية بين النباتات. وقد بدأ الاهتمام بفكرة التواصل بين النباتات حين تبين أن أشجار البلوط التى كانت تهاجم بواسطة اليرقات كانت تقوم بصناعة التانين (مادة كيميائية صابغة) كرد فعل على ذلك. وهذه المادة طعمها مر بالنسبة للحشرات. وبطريقة ما، قامت الأشجار المصابة بتحذير جاراتها. وقد بقيت كيفية حدوث ذلك بالضبط لغزًا حتى عام 1990، حين اكتشفت إشارة من العطر فى المريميّة (وهو نوع من النباتات العطرية)، حين تهاجم الحشرات مريمية، فإنها تقوم بإنتاج بروتينات لمحاربة الحشرات. وتقوم أيضًا بإفراز عطر كرسالة كيميائية لتخبر النباتات المجاورة بأن تحذو حذوها.

وتُستخدَم أيضًا الإشارات المحمولة جوًّا بواسطة النباتات لجذب الحشرات المفيدة. وقد اكتشف علماء النبات، فى عام 1990، عطرًا تفرزه نباتات الذرة المصابة باليرقات. وقد اجتذب العطر دبابير طفيلية إلى النباتات وبدا أنه يعمل بمثابة رسالة إزعاج. وقد وضعت الدبابير بيضها داخل اليرقات، وقد قتلت الدبابير الصغيرة بعد خروجها من البيض تلك اليرقات.

وقد وجد أيضًا أن النباتات الصحراوية تتواصل فيما بينها. حين تنمو جذور من أنواع مختلفة من النباتات المتجاورة، فإن كل جذر منها يتفادى الجذور الأخرى غالبًا. تصدر النباتات إشارات تحذيرية عن طريق إفراز رسائل كيميائية فى التربة.

www.ibtesama.com/vb

الأسبرين

من المعروف منذ وقت طويل أن النباتات تصنع الأسبرين. إن اسم الأسبرين، فى الحقيقة، يأتى من الاسم اللاتينى لنوع من الأعشاب (Spiraea) وحتى فترة قريبة، لم يكن أحد يعرف السبب الذى يجعل النباتات تحتوى على الأسبرين. وقد جاءت الإجابة من زنبق الودونية، وهو نبات صحراوى له زهرة غير معتادة، تبدو، من الخارج، مثل بوق أرجوانى ملفوف فى غلاف أخضر، ينطلق فى أسفله إلى غرفة صغيرة. حين تصبح الزهرة خصبة يسخن البوق فجأة ويفرز رائحة نتنة. وهذه الرائحة بمثابة عطر بالنسبة للذباب، الذى يندفع أفواجًا إلى البوق ويزحف إلى الغلاف ويلقح الزهور الخفية. وقد تبين أن الإشارة التى تجعل البوق يسخن هى حمض السلسليك، وهو ابن العم الكيميائى للأسبرين.

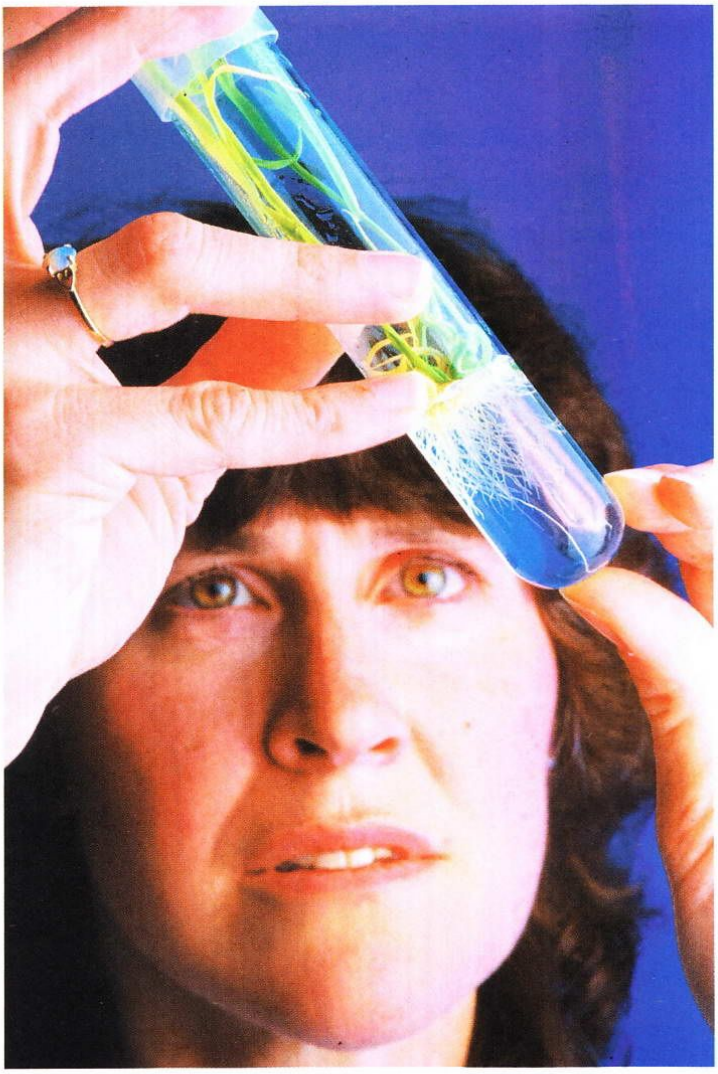
وقد قاد هذا الاكتشاف العلماء إلى فحص الطريقة التى يؤثر بها حمض السلسليك على النباتات الأخرى. وقد وجدوا أن النباتات التى تهاجمها الأمراض تصنع حمض السلسليك لمحاربة العدوى. ويمكن أيضًا أن يجعلها تقوى على احتمال الطقس البارد. وتتطلع الشركات الزراعية الآن إلى طرق لتطبيق الكيمياء على المحاصيل أو إلى تلقيح النباتات بمستويات عالية من حمض السلسليك.

هرمونات النباتات

اكتشف علماء النبات عددًا كبيرًا من الهرمونات الجديدة فى النباتات. وهذه المواد الكيميائية تسرى فى النبات، حاملة رسائل من خلية إلى أخرى، بالضبط كما تفعل الهرمونات فى الحيوانات. وفى الحقيقة، ترتبط هرمونات النباتات ارتباطًا وثيقًا بهرمونات الحيوانات.

وقد وجدت مواد كيميائية تعرف باسم البروستاجلاندين فى شتلات البقول. فى الحيوانات، يثير البروستاجلاندين الألم فى الجروح، إلا أن الغرض من وجودها فى النباتات لا يزال غير واضح. إن «السيروتنين» و«النور إبينفرنين» و«الأسيتايل كولين»، التى تحمل الرسائل بين الخلايا العصبية فى الحيوانات، توجد فى الكثير من النباتات أيضًا. ويبدو أن «الأسيتايل كولين» له دور فى الإيقاع البيولوجى فى النباتات، حيث يخبر عن الوقت بتسجيل ساعات النهار. والحيوانات أيضًا تستخدم «الأسيتايل كولين» بهذه الطريقة، كما تستخدمه فى نقل الرسائل العصبية.

يقوم الإستروجين والتيستوستيرون بتنظيم السلوك الجنسى



▲ عالمة جينات تنظر إلى جذور نباتات القمح المعدلة وراثيًا. وهناك أمل فى أن يتمكن العلماء من إدخال جينات جديدة لمقاومة وباء فطر الفيوزاريوم.

فى الحيوانات. وهما يساعدان، فى النباتات، على إتمام عملية الإزهار وتنشيط التكاثر فى الطحالب. وحمض الجبريليك واحد من أكثر الهورمونات شيوعًا فى النباتات، وهو يشبه إلى حد بعيد الهورمونات الجنسية عند الحيوانات. ويقوم حمض الجبريليك بتنظيم نمو النباتات.

وتحتوى خلايا الخميرة على الإستروجين. ويوجد إحدى الأوليات (وهى رتبة من الكائنات وحيدة الخلية أو اللاخلوية تشمل البكتريا والفطريات وأحيانًا الفيروسات) على شكل كمثرى يحدد اتجاهه باستخدام الرودوبسين، وهى الصبغة الحساسة للضوء فى عيون الثدييات. ويبدو أن الحيوانات والنباتات تملك وحدات البناء الكيميائية نفسها.

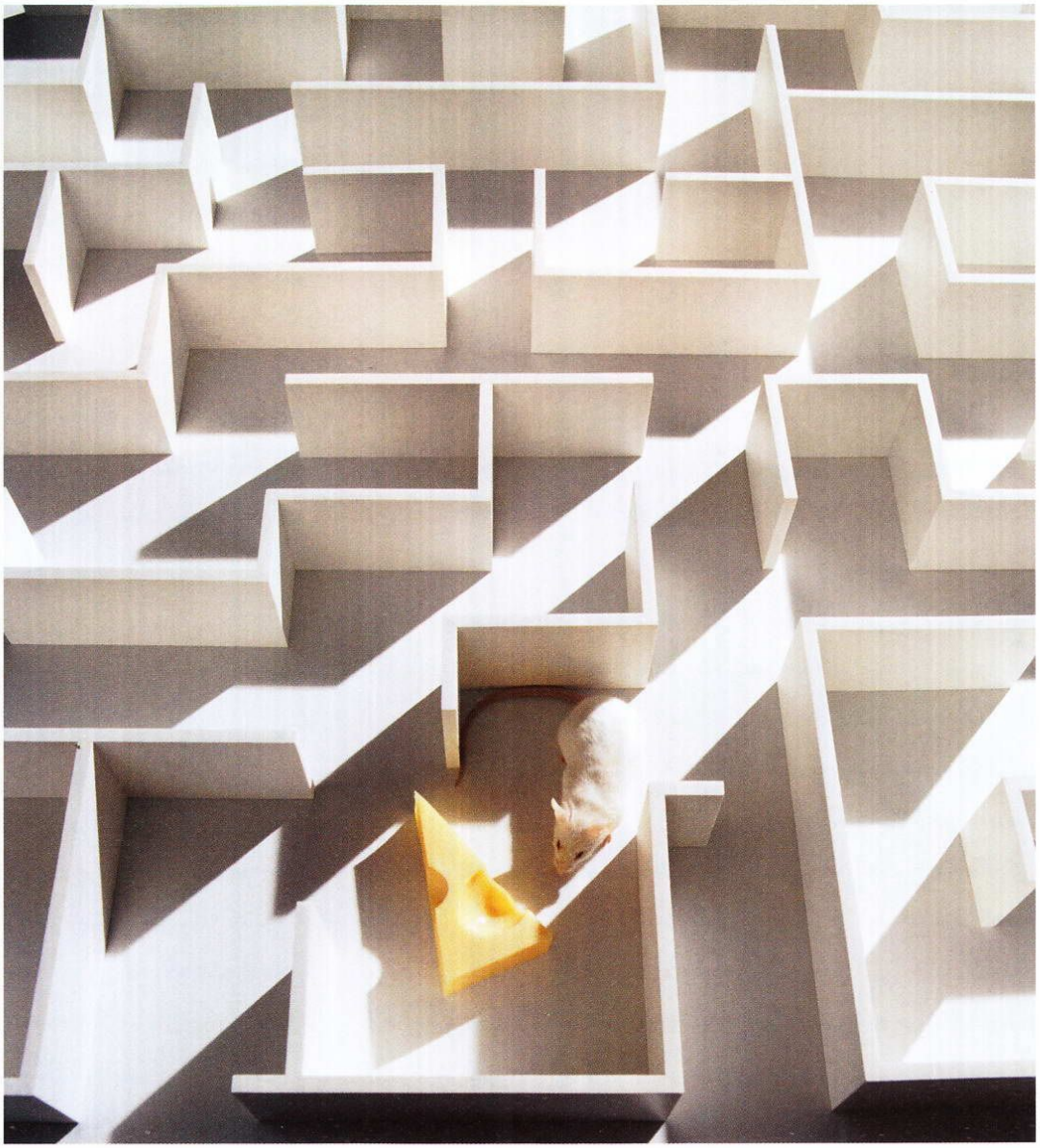
www.ibtesama.com/vb

** معرفتي **
www.ibtesama.com/vb

علم النفس

حين يختبر العلماء سلوك فأر يركض هنا وهناك فى متاهة، فإنهم يدرسون كيف يعمل عقل هذا الفأر؛ لكى يجعله يتصرف على هذا النحو. وعلم النفس هو العلم الذى يستكشف كل ما يتعلق بعقول البشر والحيوانات الأخرى. ويستخدم المتخصصون فى علم النفس ما يعرفونه لتفسير السلوك، كما يستخدمونه لتعديل السلوك والتحكم فيه.

إن علم النفس هو العلم الذى يقوم بدراسة سلوك الإنسان والحيوان. وكان الناس دائما يودون أن يعرفوا كيف يعمل العقل بالضبط. فقد قدم فلاسفة اليونان القدماء، من أمثال أفلاطون (428-348 ق.م.) وأرسطو (384-322 ق.م.)، بعض النظريات عن العلاقة بين المخ والعقل. وقد تم اختبار هذه النظريات كثيرًا فيما بعد، ومن أبرز الذين قاموا بذلك عالم الرياضيات والفيلسوف الفرنسى رينيه ديكارت (1596-1650)، الذى وضع مقولته الفلسفية الشهيرة: «أنا أفكر، إذًا أنا موجود». وقد تطور علم النفس باعتباره علمًا مستقلاً فى نهاية القرن التاسع عشر، ويرجع الفضل



فأر يعثر على قطعة من الجبن فى متاهة معقدة. وقد استخدم عالم النفس الأمريكى إدوارد سى تولمان (1886-1959) المتاهات لاختبار نظرية التعلم المعرفى. بعد أن ركضت الفئران، التى يجرى عليها تولمان التجارب، فى المتاهة ووصلت إلى الطعام الذى كان بمثابة مكافأة لها، فقام تولمان بإجراء تعديل على المتاهة؛ ليسمح للفئران بالوصول إلى الطعام من طريق مختصر. وقد اختار العدد الأكبر من الفئران السير فى الطريق المختصر إلى الطعام. وقد استنتج تولمان من ذلك أن الفئران لم تتعلم السير فى مسار ثابت للوصول إلى الطعام، لكنها اكتسبت معرفة بموضع الطعام.

www.ibtesama.com/vb

▲ هذه صورة فوتوغرافية لفيلهلم فونت، وقد التقطت له فى عام 1910 تقريبًا. ويعد فونت الأب المؤسس لعلم النفس الحديث. وقد أسس فى عام 1879 أول مختبر تم تكريسه لعلم النفس التجريبى.

فى ذلك إلى ثلاثة تطورات رئيسية. جاء التطور الأول فى عام 1874، حين نشر الفيلسوف الألمانى فرانز برنتانو (1838-1917) كتابًا بعنوان «علم النفس من منظور تجريبى»، وقد حاول فيه ترسيخ دراسة علمية للعقل. وبعد ذلك بعام أسس عالم وظائف الأعضاء وعالم النفس الألمانى فيلهلم فونت (1832-1920) أول مختبر لعلم النفس فى جامعة ليبزج فى ألمانيا. وقد دافع فونت عن عمله التجريبى مستخدمًا عملية تسمى الاستبطان. وفى هذه العملية، كان يشجع الخاضعين للاختبار على ملاحظة أفكارهم ومشاعرهم والتحدث عنها فى ظروف يتم التحكم فيها. وكانت هذه هى المرة الأولى التى يتم فيها تطبيق مناهج علمية صارمة فى دراسة العمليات العقلية. وفى عام 1881، قام فونت بإصدار أول مجلة فى علم النفس. واعترافًا بإسهاماته العديدة، غالبًا ما يلقب فونت بالأب المؤسس لعلم النفس الحديث.

وجاءت القفزة الرئيسية الثالثة على يد عالم النفس الأمريكى وليم جيمس (1842-1910). ففى عام 1875، أسس جيمس مختبره فى علم النفس فى جامعة هارفارد. وقد ابتكر جيمس مبادئ علم النفس البدنى؛ بهدف دراسة تأثيرات العمليات الجسدية على عقل الكائن. وتعد أعمال جيمس، التى جمعت فى كتاب بعنوان «مبادئ علم النفس» (1890)، علامة بارزة فى علم النفس، وقد تم نشرها فى مجلدين كبيرين.

مدارس التفكير

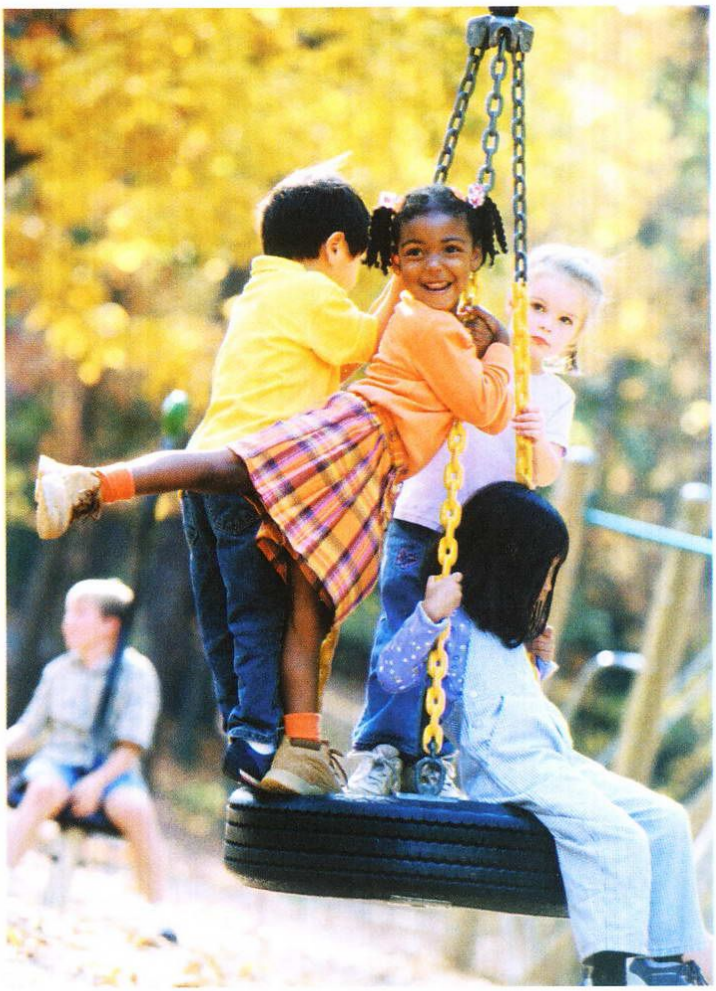
كان المتخصصون الأوائل فى علم النفس من أنصار علم النفس البنيوى أو الوظيفى. وكان أنصار علم النفس البنيوى يعتقدون أن الغاية الأساسية لعلم النفس هى أن يصف ويعرِّف ما يراه الناس ويسمعونه من خلال حواسهم. واهتم أنصار علم النفس الوظيفى بما يمكن أن ينجزه العقل من خلال عملياته العقلية.

وقد ظهر علم النفس السلوكى فى عام 1913 على يد عالم النفس الأمريكى جون برودوس واطسون (1878-1958)، وكان أستاذًا فى جامعة جونز هوبكنز فى بلتيمور، فى ولاية ميريلاند. ويدرس أنصار علم النفس السلوكى طريقة تفاعل الناس والحيوانات فى مواقف معينة، ويستخدمون النتائج للتنبؤ بأنماط السلوك.

وقد نشأ علم النفس الجشتالتى مُعْارِضًا علم النفس السلوكى فى أوائل القرن العشرين، ويرجع الفضل فى ذلك إلى حد بعيد إلى أعمال عالم النفس الألمانى ماكس فيرتايمر (1880-1943). و«جشتالت» كلمة ألمانية تعنى «الشكل»، ويعتقد أنصار علم النفس الجشتالتى أن الناس يرون الأشياء فى أنماط. وقد طوروا الاختبار الشهير عن بقعة الحبر؛ لكى يدرسوا الطريقة التى يرى الناس بها الأشياء الكلية، بدل أن يروا أجزاء الأشياء فى كل مرة.

وقد ساد منهج علم النفس السلوكى فى علم النفس حتى انتهاء الحرب العالمية الثانية (1939-1945)، حين انتشر علم النفس المعرفى. ويعود الفضل، إلى حد بعيد، فى نجاح علم النفس المعرفى إلى تطور الكمبيوتر. ويختبر أنصار علم النفس المعرفى نظرياتهم باستخدام البرامج المعقدة للكمبيوتر. ويعتمدون أيضًا على التقنيات المتطورة فى التصوير بالأشعة لقياس النشاط الكهربى وسريان الدم فى المخ فى أثناء القيام بسلوكيات مختلفة.

www.ibtesama.com/vb



أطفال فى سن ما قبل المدرسة يلعبون على أرجوحة. إن المهارات الحركية (المرتبطة بالحركة)، من قبيل التوازن والقفز والجرى، تُكْتَسَبُ كلها فى سنوات ما قبل المدرسة.

علم النفس الحديث

إن المتخصصين المعاصرين فى علم النفس يهتمون بكل أشكال العملية العقلية وكل أنواع الخبرة. إنهم يدرسون الحواس وكيف تساعد الناس على حل المشاكل. ويحاول المتخصصون فى علم النفس أن يكتشفوا أسباب الانهيارات فى العمليات العقلية العادية، وكيف يفكر الناس ويشعرون، والأسباب التى تكمن وراء الاحتياجات أو الرغبات التى تجعل الناس يقومون بأفعال متنوعة. ويُعد سعى علم النفس إلى تعليم الناس كيف ينسجمون مع بعضهم بعضًا من أكثر أهداف علم النفس أهمية. إلا أن علم النفس، يختلف عن الطب النفسى، وهو فرع من الطب يتعامل فقط مع العلل العقلية.

علم النفس التعليمى

يتناول علم النفس التعليمى عملية التعليم بتشخيص الصعوبات أو المشاكل التى قد يواجهها بعض الأطفال فى المدرسة. وتوجد اختبارات نفسية كثيرة تُستخدَم لقياس الذكاء والمهارات الأخرى. وهذه الاختبارات يمكن أن تساعد المتخصصين فى علم النفس على وضع تشخيص يمكن أن يساعد الطفل الذى يعانى من مشكلة مجهولة الأسباب. على سبيل المثال، ربما يأتى ترتيب طفل متأخرًا عن الأطفال الآخرين فى الفصل. وقد يعرف المتخصص فى علم النفس بواسطة الاختبارات أن الطفل يعانى، على سبيل المثال، من تعسر فى القراءة، وهى حالة تجعل من الصعب على الشخص أن يقرأ. وهذه الحالة ليست لها أية علاقة بانخفاض مستوى الذكاء.

علم النفس الاجتماعى

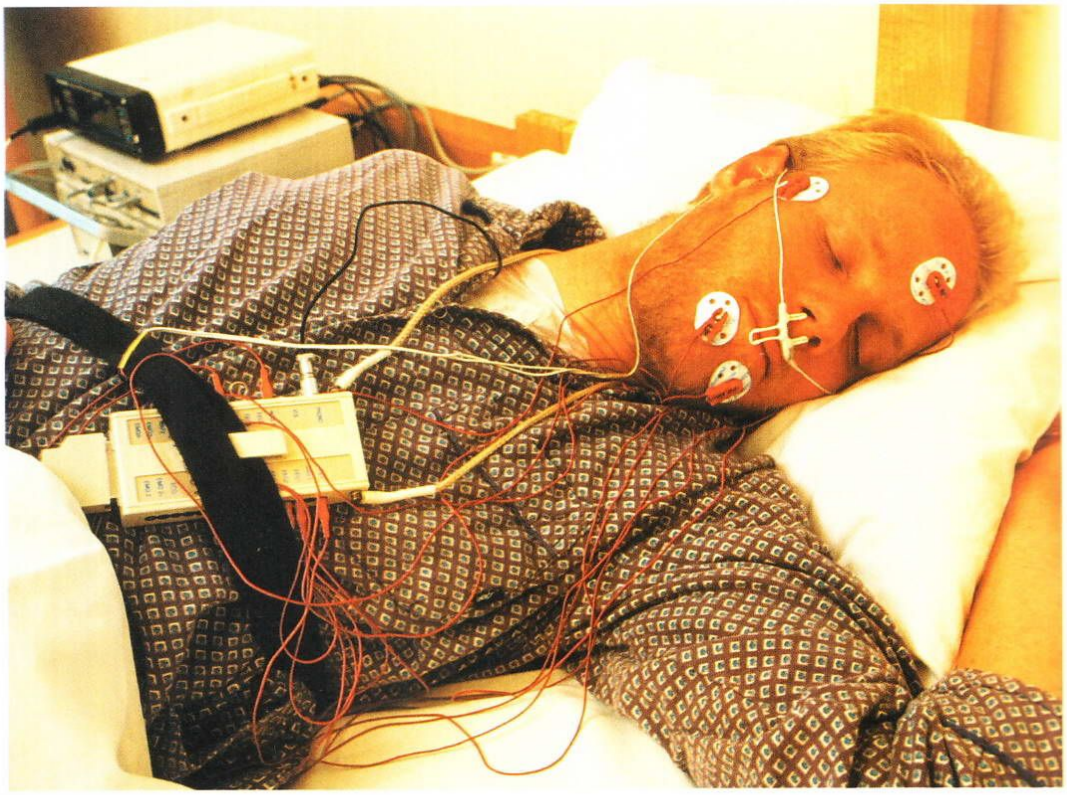
ينظر علم النفس الاجتماعى فى العلاقات بين الناس. ويحاول المتخصصون فى علم النفس الاجتماعى أن يكتشفوا كيف يكوِّن الناس علاقات صداقة مع بعض الناس، بينما تقوم نزاعات بينهم وبين أناس آخرين، والأسباب التى تؤدى إلى ذلك. ويهتم أيضًا المتخصصون فى علم النفس الاجتماعى بتفسير السلوك فى الطبقات الاجتماعية المختلفة وفى الثقافات المختلفة.

وهناك مثال آخر لعمل المتخصصين فى علم النفس الاجتماعى يتمثل فى دراسة الطريقة التى يؤثر بها العنف فى المجتمع فى طريقة تفكير الناس وفى أفعالهم. ويفحص أيضًا المتخصصون فى علم النفس الاجتماعى تأثيرات الكتب وألعاب الكمبيوتر والصحف والتلفزيون فى الناس.

علم نفس النمو

يدرس المتخصصون فى علم نفس النمو التغيرات التى تطرأ على البشر من طفولتهم إلى شيخوختهم. ويمكنهم أن يخبروا الناس بما يمكن أن يتوقعوا حدوثه فى مختلف فترات حياتهم؛ مما قد يساعدهم على أن يكونوا مستعدين بشكل أفضل لفهم هذه التغيرات حين تحدث. وقد ينقذهم ذلك من الشعور بالقلق أو الانزعاج. إن عناد المراهقين، على سبيل المثال، جزء طبيعى من النمو، وإذا حاول الآباء أن يفهموا هذه العملية الطبيعية، فسوف يكون كل فرد فى الأسرة قادرًا على التعامل مع الأمر بصورة أفضل.

www.ibtesama.com/vb



رجل تتم مراقبة حالته فى أثناء إجراء بحث عن النوم فى معمل النوم فى مستشفى إراسم، فى بروكسيل، فى بلجيكا. وتتصل الأقطاب الكهربية الموضوعة على وجهه بجهاز يتتبع نشاط المخ. ويُستخدَم تحليل أنماط النوم فى دراسة اضطرابات النوم. كما يستخدم أيضًا فى فحص الإيقاع البيولوجى (اليومى)، أو ما يعرف بالساعة البيولوجية التى تتحكم فى فترات اليقظة والنوم.

علم نفس وظائف الأعضاء

يرى كثير من الناس أن علم نفس وظائف الأعضاء هو أكثر فروع علم النفس تخصصًا. ويقوم المتخصصون فى علم نفس وظائف الأعضاء باستكشاف الأساس الجسدى للعقل من خلال دراسة المخ. ومن المعروف أن أجزاء معينة من المخ ترتبط بأداء عمليات معينة من التفكير. إن هناك، على سبيل المثال، مناطق دقيقة تتحكم فى الدوافع الأساسية عند الإنسان، من قبيل الجوع والعطش. وهناك مناطق دقيقة أخرى من المخ تسيطر على بعض التفاعلات، من قبيل الغضب والشعور بالشفقة. ويعتقد بعض المتخصصين فى علم النفس أن بعض أجزاء المخ قد تتحكم فى الوعى ذاته.

والسؤال الذى يحاول المتخصصون فى علم نفس وظائف الأعضاء أن يقدموا إجابة عنه، هو كيف يمكن لخلايا المخ أن تختزن ذكرى قصيدة أو أغنية، أو تنتج مشاعر الغضب أو الحب، أو تتحكم فى الأنشطة التى يقوم بها الناس من دون أن يفكروا فى الطريقة التى يمارسونها بواسطتها.

علم النفس الصناعى

تحتاج الصناعة إلى إداريين وموظفين يتعاملون مع بعضهم بعضًا وهم يؤدون مهامهم على أفضل وجه ممكن. ويدرس المتخصصون فى علم النفس الصناعى الطرق التى يمكن أن تجعل علاقات العمل أفضل. إنهم يدرسون الطرق التى بمقدورها تجنب الضغوط والتوترات التى من شأنها أن تؤدى إلى نزاعات بين العاملين، ويحاولون توضيح سبل بناء الثقة بين مختلف العاملين.

وينشغل أيضًا علم النفس الصناعى بتصميم البنايات والمنتجات. إن تصميم لوحات التحكم فى كابينة الطائرة، على سبيل المثال، يتأسس على دراسات المتخصصين فى علم النفس، التى توصلت إلى أن الناس يلاحظون جيدًا الأشياء بزوايا عيونهم. وقد تم أيضًا ترتيب أدوات التحكم وتلوينها لمساعدة الطيارين على التركيز لوقت طويل.

علم النفس السريرى (الطبى)

يعمل عادة المتخصصون فى علم النفس السريرى فى المدارس والمستشفيات، ويتعاملون مباشرة مع الأطفال والمرضى الذين يحتاجون إلى مساعدتهم. إنهم، مثل الأطباء النفسيين، يقومون بتشخيص المشاكل وتقديم العلاج اللازم، يتم ذلك غالبًا بالتحدث إلى الناس عما يسبب المشاكل. إلا أنهم، عادة، لا يصفون الأدوية، ويجب عليهم أن يعملوا مع الأطباء النفسيين فيما يتعلق بالعلاج الدوائى.

www.ibtesama.com/vb

علم الوراثة

علم الوراثة هو الدراسة العلمية للكيفية والأسباب التى تجعل الحيوانات والنباتات ترث بعض الصفات من آبائها ثم تنقلها بعد ذلك إلى ذريتها.

كل حيوان وكل نبات يشبه ليس أبويه فقط، بل يشبه أيضًا أسلافه الأقدمين. إن كل الصفات، ابتداء من شكل الجسم حتى لون الشعر، تنتقل من جيل إلى جيل. هذا الانتقال للصفات يسمى التوريث. وفعل نقل، أو إمرار، الصفات يحدث بواسطة الجينات، أو المورثات، وهى حزم دقيقة من البيانات تُحمل داخل كل خلية حيّة. وعلم الوراثة هو العلم المختص بدارسة كيفية عمل الجينات.

وأبو علم الوراثة الحديث، هو الراهب النمساوى جورج مندل (1822-1884). لقد قادته دراسته لنباتات البسلة (البازلاء) إلى حل لغز التوريث الغامض. فالصفات عندما تمر- تنتقل- من جيل إلى الجيل الذى يليه، يظهر بعضها على بعض من أفراد الذرية ولا يظهر على البعض الآخر. بل إن بعض الصفات لا تظهر إطلاقًا على أفراد جيل بعينه، لكنها تعود للظهور فيما بعد على أفراد جيل لاحق.

▲ **لعل التوائم المتطابقة هى أكثر الأمثلة وضوحًا على فعل الوراثة. إن التوائم المتطابقة تبدأ الحياة من نفس البيضة المخصبة، التى تنقسم إلى خليتين فيتخلق جنينان متطابقان (أى صورة طبق الأصل من بعضها البعض).**

مراقبة البسلة

توصل مندل إلى القواعد الأساسية لتوارث الصفات الوراثية من خلال ملاحظته انتقال صفات أحجام البسلة وألوانها من جيل إلى الجيل الذى يليه. وأدرك مندل أن الصفات الموروثة تأتى من وحدتين من البيانات الوراثية، كل وحدة تأتى من أحد الأبوين. كما توصل إلى أن بعض الوحدات تكون سائدة ودائمًا ما تعبر عن نفسها (تُظهر نفسها)، بينما وحدات أخرى تكون متنحية ولا تظهر إلا فى غياب الوحدات السائدة من حولها. وهذه الوحدات المتنحية هى التى تغيب عن الظهور فى بعض الأجيال.

أُهمل عمل مندل لسنوات طويلة بعد وفاته. وفى مطلع القرن العشرين، وبفضل جهود عالم النبات الهولندى هوجودى فريز (1848-1935)، وعالم النباتات الألمانى كارل إيريش كورينز (1864-1933)، وعالم النبات النمساوى إريك شيرقاك فون سينرينج (1871-1962) اكتُشف أن وحدات التوريث هى الكروموسومات (الصبغات أو حاملات الصفات الوراثية) والجينات. والكروموسومات هى التى تحمل الجينات، وتنقل الجينات من كل من الأبوين إلى الجيل التالى فى أعقاب إخصاب أمشاج (جاميطات) الأنثى (أى الخلايا الجنسية- أو البويضات) بواسطة جاميطات الذكر (حبوب اللقاح فى النبات والحيوانات المنوية فى الحيوانات).

الكروموسومات

الكروموسومات هى أشرطة دقيقة من حمض الديوكس ريبونو كليك (المعروف اختصارًا DNA). تكون ملتفة داخل نواة كل خلية حية تقريبًا. ولكل كائن عدد معين من الكروموسومات فى كل خلية من خلاياه. وتحتوى الخلية البشرية على 46 كروموسومًا، يأتى نصفها

www.ibtesama.com/vb

▲ صورة جورج مندل نشرت فى كتاب هوجو إلتز حياة مندل (1932).

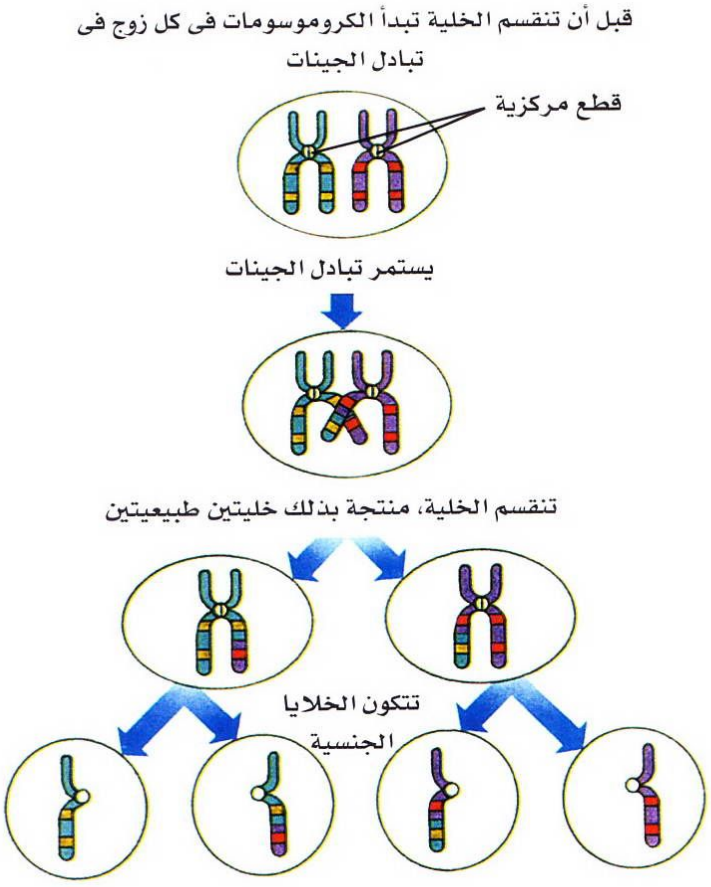
(23 كروموسومًا) من الأم، والنصف الآخر (23 كروموسومًا) من الأب. وهذه الكرموسومات تكون دائمًا مرتبة فى أزواج، منها 22 زوجًا متشابهًا. وأما الزوج الأخير، الذى يعرف بالكروموسومات الجنسية، فهو يختلف فى الذكر عنه فى الأنثى. فالإناث تحتوى على كروموسومين متشابهين من الطراز x، أما الذكور فلديها كروموسوم واحد x وكروموسوم آخر Y.

ولكن ليست كل الخلايا البشرية بهذه الطريقة؛ فبويضات الأنثى تختلف عن حيوانات الذكر المنوية. إنها خلايا «جنسية»، تتقابل معًا خلال الجماع بين ذكر وأنثى. وعلى خلاف معظم الخلايا، لا تحتوى الخلية الجنسية إلاّ على 23 كروموسومًا فقط - أى كروموسوم واحد من كل زوج- وهذه الخلايا لاتصل إلى اكتمالها التام (46 كروموسومًا) إلا باتحادها بخلايا جنسية أخرى. وعندما تتكون الخلايا الجنسية، تنقسم خلية عادية بطريقة خاصة تسمى الانقسام الميوزى- أو الاختزالى. وخلال الانقسام الاختزالى (الميوزى) تقسم الخلية كروموسوماتها الستة والأربعين بالتساوى بين الخليتين الجنسيتين الجديدتين.

وتختلف الخلايا الجنسية من وجهة أخرى مهمة؛ فالخلية الجنسية تحمل كروموسومًا جنسيًّا واحدًا- إما x أو Y. فخلية الأنثى الجنسية تحمل دائمًا كروموسوم x واحد، لكن الخلية الجنسية للذكر قد تحمل كروموسوم x أو كروموسوم Y. فإذا اتحدت خلية جنسية لأنثى مع خلية جنسية لذكر تحمل أيضًا الكروموسوم x، فإن البويضة المخصبة سوف تتطور لكى تصبح أنثى. أما إذا اتحدت الخلية الجنسية لأنثى مع خلية جنسية لذكر تحمل الكروموسوم Y. فسوف تتطور البيضة المخصبة لكى تصبح ذكرًا.

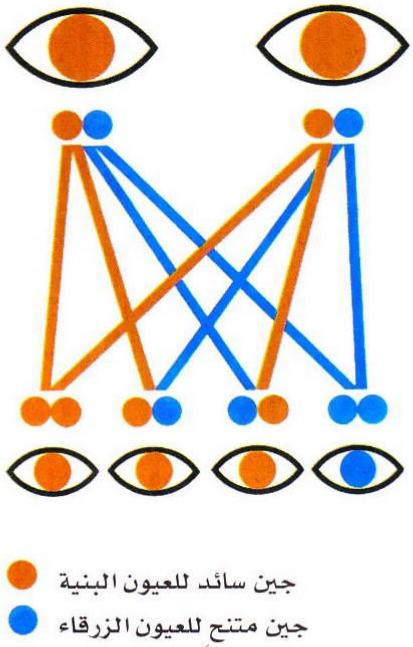
الجينات

يوجد حوالى ألف جين على كل كروموسوم بشرى. وهذه الجينات تحمل خططًا لبناء الخلايا، والأنسجة، والأعضاء، بل الأجسام الكاملة. إن الجينات تتحكم فى كل شىء، ابتداء من شكل أنف شخص ما، إلى لون عينيه. وبعض ملامح الجسم يتحكم فيها جين واحد. ولكن من المحتمل أن تكون غالبية السمات والملامح خاضعة لفعل مجموعة من الجينات، تسمى البولى جين- أى الجينات العديدة أو المتجمعة. وتعمل الجينات بأن



▲ هذا الرسم التوضيحى يبيّن مبادئ الانقسام الميوزى (الاختزالى)، وهو الطريقة التى تنقسم بها الخلية لكى تكوّن خلية جنسية تحتوى على نصف العدد الطبيعى للكروموسومات، وهذه الخلية الجنسية تكون مستعدة للاتحاد مع خلية جنسية أخرى لبدء حياة جديدة.

www.ibtesama.com/vb



▲ **هذا الرسم التوضيحى يبين أنه توجد فرصة واحدة من بين أربع فرص لطفل بعيون زرقاء مولود من أبوين ذوى عيون بنية. إن جين العين البنية هو جين سائد، والجين المتنحى للعين الزرقاء لا يفوز إلاّ إذا ازدوج مع جين آخر للعين الزرقاء.**

ترسل تعليمات لصنع مواد كيماوية تسمى البروتينات، وهى اللبنات الأساسية لبناء للجسم.

ولدى الجسم البشرى نحو 40000 جين مقسمة على 46 كروموسومًا. وباستثناء الكروموسومات الجنسية، تأتى كل الكروموسومات فى أزواج متشابهة، وبالتالى يوجد زوج من الجينات لكل صفة. ويأتى واحد منهما من الأب، ويأتى الجين الآخر من الأم. وكل زوج من هذه الجينات يسمى «أليل» - أو زوج من الصبغيات المتضادة الصفات. وبعض هذه الأليلات تكون سائدة وهى دائمًا تعبر عن نفسها، ومعنى ذلك أنها تظهر دائمًا. فالجين المسئول عن لون العين البنى هو جين سائد، كذلك الوضع مع جين لون الشعر الداكن. أما الأليلات الأخرى، مثل تلك المسئولة عن الشعر الأشقر أو العيون الزرقاء، فهى متنحية ولا تظهر إلاّ عندما يوجد أليلان متنحيّان على ذات الزوج المتنحى.

وتتحكم الجينات السائدة فى معظم الصفات العادية، مثل عدد الأذرع، والأرجل، وأصابع القدمين، ولماذا يتجلط دم معظم الناس عند الضرورة. غير أن الجينات السائدة لا تعطى دائمًا نتائج معتادة. فالجين المسئول عن الصداع النصفى- مثلاً- هو جين سائد. والحال ذاتها بالنسبة إلى الجين الذى يتحكم فى فصيلة الدم النادرة RH. لكن أشكالاً أخرى من الشذوذ قد تحدث عندما يلتقى اثنان من الجينات المتنحية، مثل مرض التليف الحويصلى للرئة ومرض هيموفيليا الدم.

الطفرات

كل هذه التنويعات فى الجينات- الموجبة منها والسالبة- تحدث عندما تطفر الجينات فى أجيال سابقة. وتحدث الطفرة عندما تنقسم إحدى الخلايا، وتُنسخ مادتها الوراثية وتنقسم ما بين الخليتين الجديدتين. عادة ما يحدث النسخ بدقة، لكن أخطاء بسيطة جدًّا- هى الطفرات- تظهر من حين لآخر.

عندما حدثت الطفرات فى خلايا الجسم العادية، فإنها لا تؤثر إلاّ على جسم الشخص الذى حدثت فيه هذه الطفرات- التى تسمى فى هذه الحالة طفرات جسدية- قد تؤدى إلى ظهور خطوط من الشعر الأبيض أو الألبينو. لكنها إذا حدثت فى أثناء تخليق الخلايا الجنسية، فسوف تنتقل إلى ذرية الشخص وسوف تتكاثر فى كل خلايا الأطفال من الآن فصاعدًا. وهذا ما يسمى بالطفرات الجرثومية.

والغالب أن الطفرة ليست أكثر من خطأ واحد فى قاعدة واحدة من بين مئات الألوف من تتابعات (DNA). وقد تكون لهذه الأخطاء تأثيرات ضئيلة أو ربما كبيرة. فبعض التغيرات التى تحدث فى قاعدة وحيدة لا يكون لها أى تأثير على الكيمياء الحيوية للخلية. ولكن فى حالات أخرى قد يكون التأثير هائلاً، كما هى الحال فى المرض الخطير المعروف بأنيميا الخلية المنجلية الشائع الحدوث بين الأفراد ذوى الأصول الإفريقية- الكاريبية. إن هذا المرض يحدث بسبب طفرة فى قاعدة وحيدة تؤدى إلى تشوه خلايا الدم وتحولها إلى الشكل المنجلى.

وأحيانًا ما تكون الطفرات أكثر تطرفًا. فلقد كانت للطفرة أهمية كبيرة فى تطور الحياة؛ لأن كل طافر (الفرد الذى حدثت فيه الطفرة) جديد ساعد على حدوث تغير بدءًا من الكائنات الدقيقة الوحيدة الخلية وصولاً إلى المدى الهائل من الحيوانات والنباتات الموجودة على الأرض الآن. وتحدث الطفرات على فترات متباعدة؛ هذا ما يفسر لماذا يعتبر التطور عملية بطيئة بهذا القدر.

والأغلب أن الطفرات تحدث استجابة لعوامل بيئية، كالمواد الكيماوية والإشعاعات. كالإشعاع الصادر من انفجار نووى بالغ الخطورة.

www.ibtesama.com/vb

هذه الطفلة تعانى من متلازمة داونز- وهو مرض وراثى ينشأ عن وجود كروموسوم زائد فى كل خلية من خلايا الجسم. ولم يكن هناك أمل كبير لمرضى متلازمة داونز فى الماضى، لكن معظمهم يعيش الآن حياة طيبة.

اختراق الجين

تحدد الوراثة كثيرًا من الصفات الجسدية، بل بعض سمات الشخصية أيضًا، لكن الجينات ذاتها لا تكون لها دائمًا التأثيرات ذاتها أو «الاختراق». فعلى سبيل المثال، قد يرث شخص ما عجزًا فى الأصابع ويعانى من تيبس إصبع واحد فقط. بينما شخص آخر يرث المرض ذاته لكنه يعانى من تيبس أصابعه العشرة. وقد يرث شخص ما مرض السكر ولا يكون عليه سوى تنظيم وجباته الغذائية، بينما قد يضطر شخص آخر، يرث المرض ذاته، أن يحقن نفسه بجرعات عالية من الإنسولين كل يوم.

الحمض النووى (DNA) والجينات

تتكون كل من الجينات والكروموسومات من (DNA)، هذا المركب الكيميائى العجيب الذى غالبًا ما يُسمى الطبعة الوراثية الأولية للحياة. إن الكروموسوم هو شكل حلزونى طويل من جزىء واحد من (DNA). إنه واحد من أكبر الجزيئات جميعًا، منه لا يزال صغيرًا جدًا على الرؤية إلا من خلال ميكروسكوب قوى. ويتكون كل جزىء (DNA) من شريطين يلعب كل منها حول الآخر مثل«درجات» سلم حلزونى.

تكمن قوة (DNA) فى «درجات» هذا السلم. فكل درجة تتكون من زوج من مواد كيماوية تسمى القواعد. وتتابع مجموعات صغيرة من أزواج القواعد يسمى «كودون» أو الشفرة. وهذه الكودونات ترسل أوامر إلى الخلية لكى تصنع أحماضًا أمينية بعينها، وهى الكيماويات الأساسية للحياة. ومجموعات الكودونات تقدم التوليفة الصحيحة من الأحماض الأمينية اللازمة لصنع مواد كيماوية أكثر تعقيدًا تسمى سلاسل «البولى ببتيد». وسلاسل البولى ببتيد هذه هى التى تصنع بعد ذلك البروتينات. وحاصل جمع كل الجينات والتتابعات الصانعة للبروتين على كل الكروموسومات وكل جزيئات (DNA) فى الخلية هو ما يطلق عليه «الجينوم».

مشروع الجينوم البشرى

اكتمل عام 2001 مشروع الجينوم البشرى، وهو برنامج بحث علمى يسترعى الانتباه كان يسعى إلى التعرف على كل جين بمفره فى جسم الإنسان. ومن بين أكثر اكتشافات البرنامج إثارة للدهشة هو ذلك العدد القليل من الجينات الموجود لدى البشر. كان العلماء يفترضون أنه يوجد على الأقل مائة ألف جين فى الجسم البشرى. وبهذا العدد فقط يمكن إيجاد ما يكفى من جينات للتعبير عن كل صفة من صفات البشر. لكن الحقيقة أن البشر لا يملكون سوى أقل من 40000 جين- أى أكثر مما يملكه فأر بثلاثمائة جين فقط، وضعف عدد الجينات التى لدى ذبابة الفاكهة. إن العلماء الآن يرون أن الجينات ليست سوى نقطة البداية. إن البشر معقدون ليس بسبب عدد الجينات التى يمتلكونها، ولكن بسبب الطرق التى تستخدم بها هذه الجينات.

ثمة اكتشاف مدهش لمشروع الجينوم البشرى، وهو كمية (DNA) «الخردة»- أو (DNA) «السقط». لقد وجد العلماء أن الجينات لا تحتل سوى اثنين بالمائة من الكروموسومات. وغالبية الباقى هو ما يسميه العلماء «جينات قافزة»، وهى نسخ متكرر من جينات كانت مهمة.

ويعكف العلماء الآن على العمل فى مشروع الإيبيجينوم (Epigenome) الذى من المأمول أن يوضح كيف تعمل كل هذه الجينات، وكيف تتوقف عن العمل، وكيف تصبح نشطة!

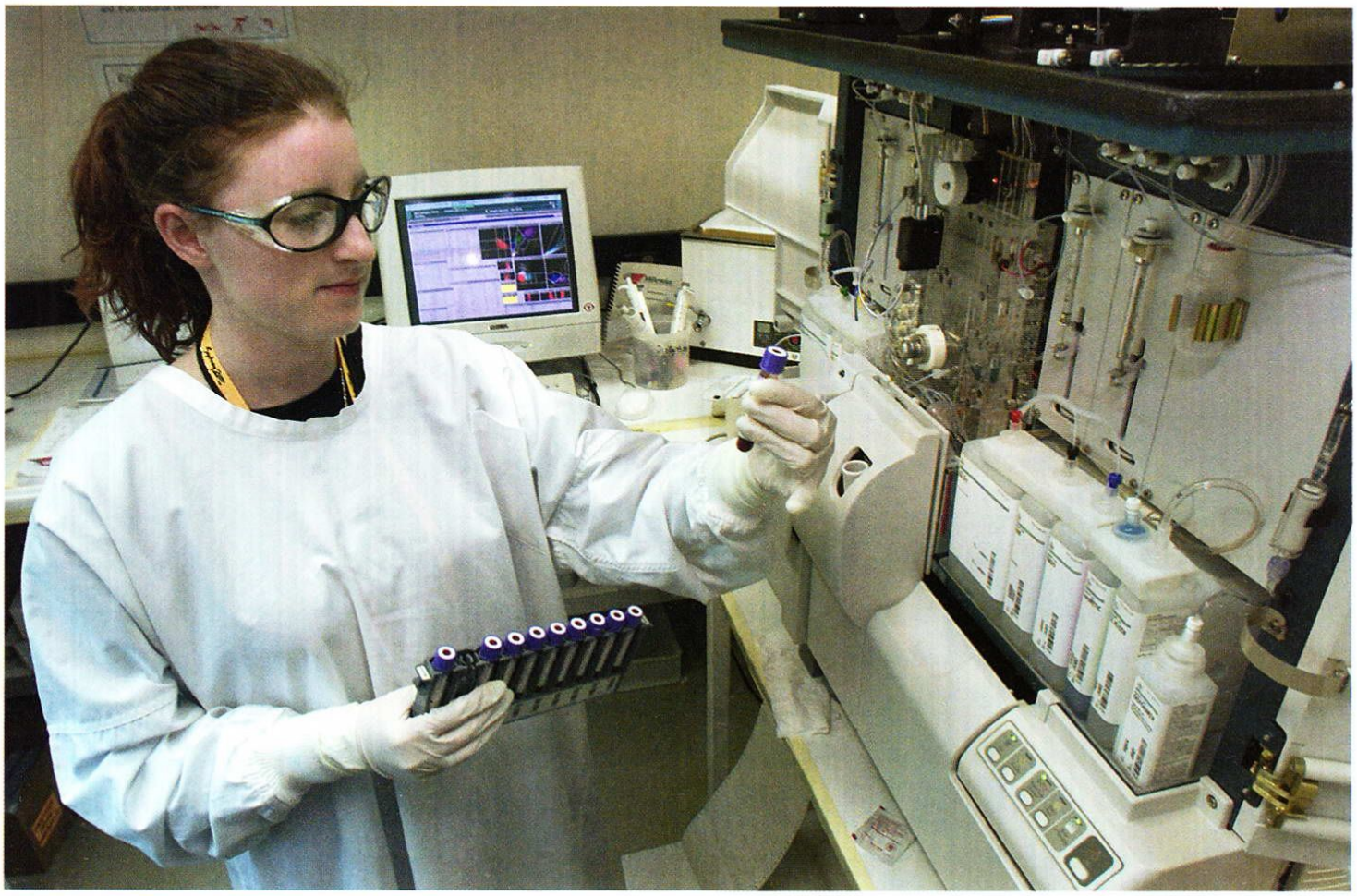
www.ibtesama.com/vb

علم وظائف الأعضاء

على عكس علم التشريح الذى يتناول دراسة تكوين أجسام الكائنات الحية، يتناول علم وظائف الأعضاء (الفسيولوجى) الطريقة التى تعمل بها أجزاء الكائنات الحية معًا لإنجاز أعمال معينة، من عملية الهضم وعملية الإخراج إلى التمثيل الغذائى والتمثيل الضوئى.

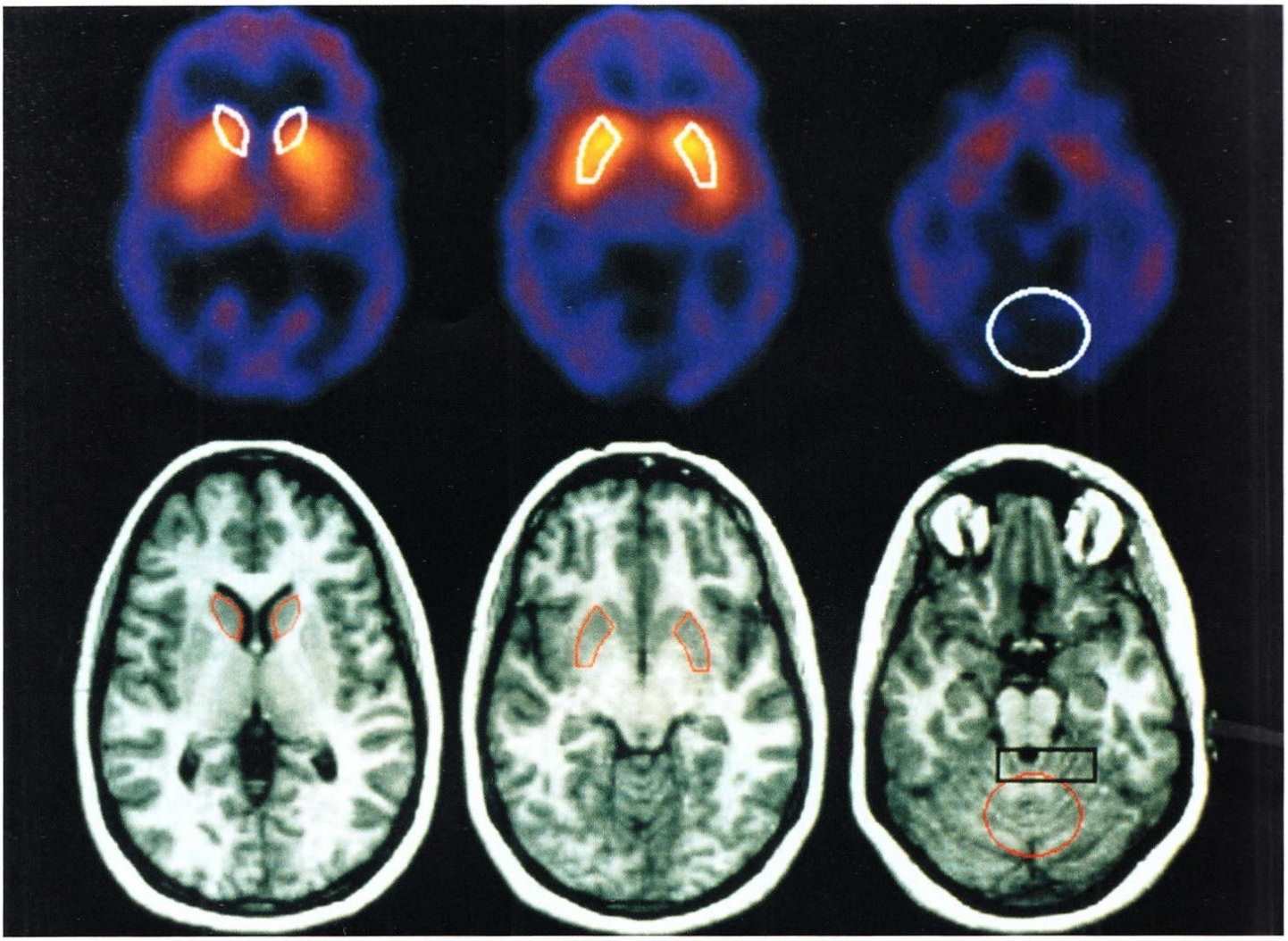
يتناول علم وظائف الأعضاء العمليات الكيميائية والفيزيائية التى تحدث داخل أجسام الكائنات الحية. ويقوم علماء وظائف الأعضاء بدراسة الوظائف الأساسية للكائنات الحية- النمو والتمثيل الغذائى والحركة والتكاثر، على سبيل المثال- ويحاولون أن يفهموا بالضبط كيف تسير كل عملية حيوية عند كل مستوى، من نظام الجسم ككل وصولاً إلى الجزيئات المفردة فى الخلايا. ويهتم علم وظائف الأعضاء اهتمامًا خاصًّا بكيفية عمل جسم الإنسان، ويربط هذه الوظائف بالتشريح والطب.

ويتكون علم وظائف الأعضاء من ثلاثة فروع رئيسية: علم وظائف الأعضاء العام، ويتناول العمليات الأساسية المشتركة بين كل الأشياء الحية، مثل طريقة تكون البروتين. وعلم التشريح الوظيفى، ويتناول أيضًا كيفية حدوث العمليات فى جسم الإنسان أو حيوانات معينة. وعلم وظائف النبات، ويتناول الطريقة التى تعمل بها النباتات مثل التمثيل الضوئى.



▼ **إن قدرًا كبيرًا من عمل العالم المتخصص فى علم وظائف الأعضاء يتم فى المختبر، باستخدام أجهزة بالغة التعقيد لتحليل التغيرات الكيميائية التى تحدث فى الخلايا والسوائل التى تؤخذ من الكائنات الحية بالتفصيل.**

www.ibtesama.com/vb



▲ **تمكن الصور المقطعية للدماغ المشتغلين بعلم وظائف الأعضاء من تحديد أجزاء الدماغ التى ترتبط بوظائف معينة، ورؤية هذه المناطق النشطة بالفعل فى المرضى الأحياء.**

ويعود تاريخ دراسة علم وظائف الأعضاء إلى القرن الأول الميلادى، حينما أجرى العالم الإغريقى هيرو الإسكندرانى تجارب على أجسام المجرمين الأحياء. إلا أن علم وظائف الأعضاء الحديث بدأ مع اكتشاف الدورة الدموية عام 1616 على يد الطبيب الإنجليزى وليم هارفى (1578-1657). ومنذ ذلك الحين، قام علماء وظائف الأعضاء بدراسة كل شىء، بداية من آليات التحكم فى التمثيل الغذائى والتنفس إلى دور الرسل الكيماوية، المعروفة باسم الهرمونات، فى الجسم والكيفية التى يقوم بها الجهاز العصبى بإرسال الإشارات.

وفى السنوات الأخيرة، حدثت تطورات هائلة فى التكنولوجيا مكّنت علماء وظائف الأعضاء من دراسة طريقة عمل جسم الإنسان بطرق جديدة تمامًا. وقد ساعدت الأنواع الجديدة من أجهزة التصوير على دراسة العمليات التى تحدث داخل جسم حى للمرة الأولى. فعلى سبيل المثال، مكنت الميكروسكوبات الإلكترونية التى لها قوة تكبير هائلة، علماء وظائف الأعضاء من رؤية ما يحدث داخل خلايا مفردة، حتى المستوى الجزيئى. والحقيقة أن معظم التطورات التى حدثت فى الفترة الأخيرة فى علم وظائف الأعضاء ترجع إلى الدراسات التى تمت على الخلية.

وتساعد معرفة علم وظائف الأعضاء بشكل كبير على علاج أمراض مختلفة. على سبيل المثال، إن معرفة الطريقة التى تعمل بها الدورة الدموية والجهاز العصبى قد ساعدت الأطباء على الوصول إلى أفضل الوسائل لعلاج إصابات الدماغ، وأمراض القلب، وارتفاع ضغط الدم، والسكتة الدماغية. وقد ساعدت دراسات انقسام الخلية علماء الفسيولوجى أيضًا على فهم سبب تحوّل بعض الخلايا إلى خلايا سرطانية.

www.ibtesama.com/vb

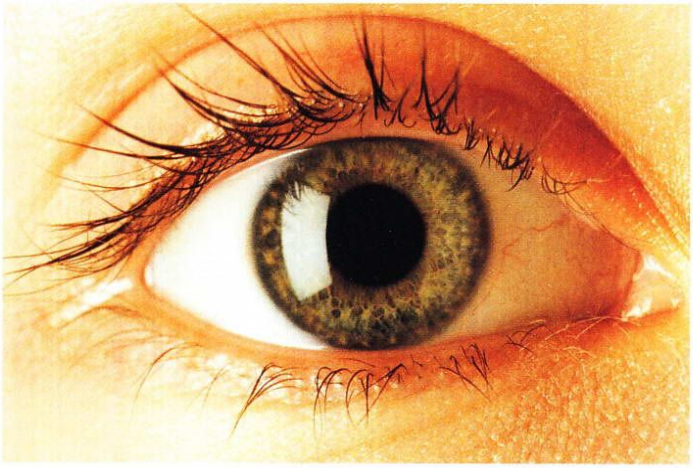
العين والرؤية

إن عين الإنسان عضو بالغ التعقيد يعمل مثل الكاميرا إلى حد ما. وتحتاج العين إلى الضوء لتتمكن من رؤية الأشياء. ما تفعله العين، بالطريقة ذاتها التى تعمل بها عدسة الكاميرا، هو أن تجمع الضوء بطريقة تجعلها تكوّن صورة دقيقة حتى يتمكن الناس من الرؤية.

حين يسقط الضوء على عينى شخص، فإنه يقابل «نافذة» شفافة، تسمى القرنية، فى مقدمة كل عين. والقرنية ثابتة فى موضعها ويحيط بها غشاء معتم متين يعرف باسم الصُّلْبة (الغشاء الخارجى للعين) أو «بياض» العين. تقوم القرنية بتوجيه الضوء إلى غرفة، تسمى الخلط المائى (ماء القرنية)، مليئة بمادة صافية شبه هلامية. ويعرف الجزء الملون الذى يوجد فى مركز القرنية باسم القزحية، وتقع القزحية خلف الخلط المائى. والقزحية عبارة عن حلقة مكونة من عضلة بها ثقب، يسمى حدقة العين، فى مركزها. وتتحكم القزحية فى كمية الضوء الذى يدخل العين. ففى الضوء الخافت، تنبسط القزحية، وتتسع حدقة العين، ويدخل مزيد من الضوء إلى العين. وفى الضوء الساطع، تضيق القزحية، وتنقبض حدقة العين، وتقل كمية الضوء الذى يدخل إلى العين.

عملية فوتوغرافية

تقع العدسة خلف القزحية مباشرة. والعدسة رقيقة ومطاطة وشفافة، ويمكن لها أن تغير شكلها لرؤية الأشياء بوضوح من مسافات مختلفة. يمر الضوء من خلال العدسة، عبر غرفة ثانية، تسمى الخلط الزجاجى، إلى الشبكية فى خلفية هذه الغرفة. وتمتلئ غرفة الخلط الزجاجى بمادة صافية شبه هلامية تشبه المادة التى تملأ الخلط المائى تمامًا، وتعطى العين نسيجها المطاط الثابت. والشبكية عبارة عن طبقة فى مؤخرة العين. وهى تعمل مثل فيلم فوتوغرافى داخل كاميرا. حين تركز العدسة الضوء على الشبكية، تقوم الشبكية بتكوين صورة للشىء المرئى. إلا أن هذه الصورة، على عكس الصورة الفوتوغرافية، صورة مؤقتة تتلاشى حتى تتكون الصورة التالية.



▲ **عين الإنسان عبارة عن عضو يشبه الكاميرا. يوجد فى كل عين عدسة واحدة يمكن أن ترى الأشياء بوضوح من مسافات مختلفة. وتناظر الشبكية، التى توجد فى مؤخرة العين، الفيلم الفوتوغرافى. حتى ترى شيئًا، تقوم العينان بتجميع الضوء الساقط على هذا الشىء ثم تكون له صورة مقلوبة على الشبكية. ثم «يرى» الدماغ الصورة على شكل سلسلة من النبضات العصبية التى تمر من الشبكية عبر العصب البصرى، إلى قشرة المخ.**

تكوين الصورة

تحتوى الشبكية على خلايا حساسة للضوء، تسمى عصى وأقماع، وهذه الخلايا هى التى تكون الصورة التى يراها الناس. ولا تتفاعل العصى إلا مع شدة الضوء، ولذا فهى تؤثر على الأسود والأبيض والرمادى الذى يراه الناس. لكن الأقماع حساسة للون. وتقوم العصى والأقماع بتكوين نبضات كهربية يتم إرسالها عبر العصبين البصريين إلى الدماغ. ويقوم الدماغ بحل شفرات النبضات وإخبار الشخص بما يراه.

حماية العين

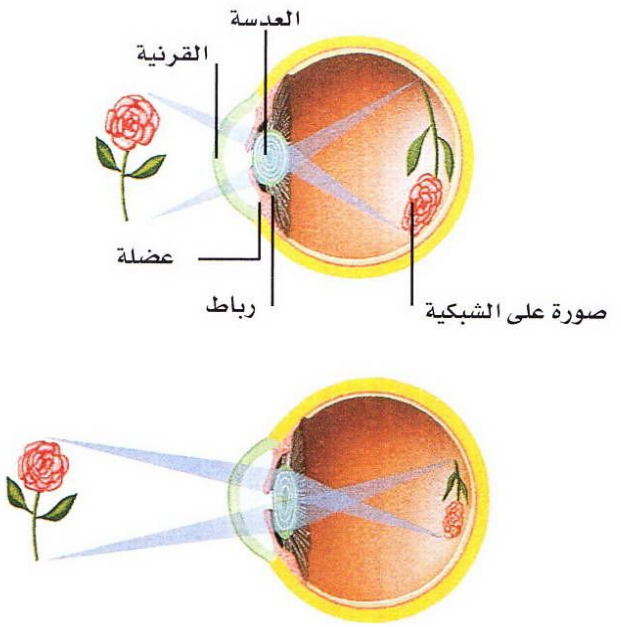
تتم حماية كل عين بجفن، وهو يقوم بتنظيف مقلة العين فى كل مرة يرمش فيها الشخص. وتقدم الدموع مزيدًا من الحماية للعينين، كما تقوم أيضًا بترطيبها. والدموع عبارة عن سائل ملحى تنتجه الغدد الدمعية وقنوات هاردر. وتظلل الرموش كل عين من الضوء الساطع، لكنها تقوم أيضًا، وهو الأكثر أهمية، بحماية العينين من الجسيمات الموجودة فى الهواء. وتقع الطبقة المشيمية

www.ibtesama.com/vb

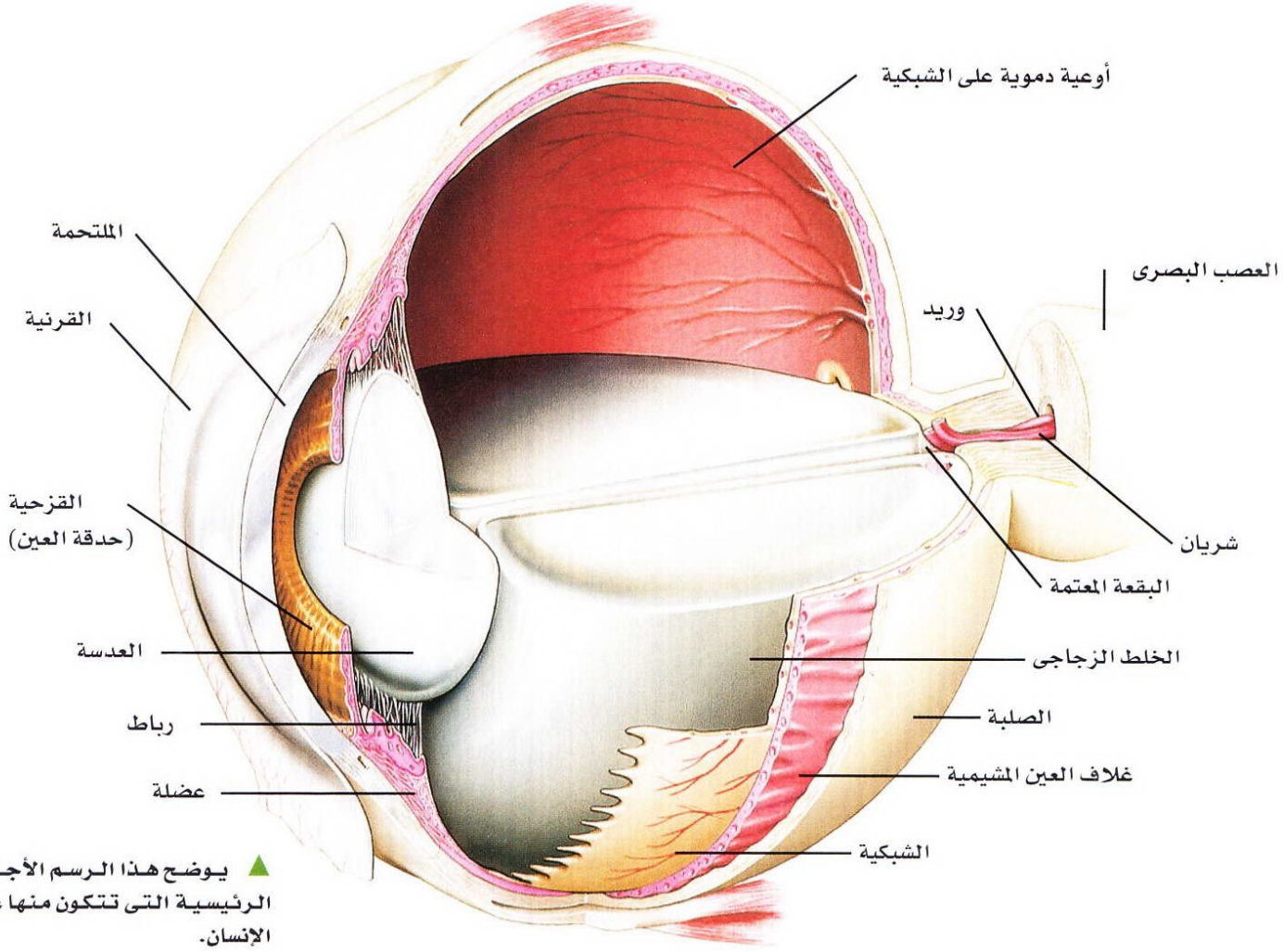
تحت الصلبة، وهى قاتمة وتمنع الضوء الذى يدخل إلى العين من التناثر والسطوع. وتحتوى المشيمية على أوعية دموية تحمل الأكسجين والعناصر الغذائية إلى العين وتخلصها من ثانى أكسيد الكربون والمخلفات الأخرى.

عيوب الإبصار

إن طب العيون فرع من فروع الطب يهتم بعلاج الأمراض التى تتعرض لها العين. ونسبة كبيرة من الراشدين، يعانون من مشاكل فى العين من قبيل قصر النظر وطول النظر. ويمكن إصلاح معظم عيوب العين باستخدام نظارات أو عدسات لاصقة، لكن المشاكل الخطيرة، مثل إعتام عدسة العين (الكاتركت أو ما يعرف، بين الناس، بالمياه البيضاء) أو المياه الزرقاء (الجلوكوما، أو ارتفاع ضغط العين)، تحتاج إلى علاج أكثر تعقدًا.



▲ تتباعد أشعة الضوء الآتية من شىء قريب (فوق)، وينحنى سطح العدسة أكثر لتركيزها. والأشعة الآتية من شىء بعيد (أسفل) تكاد تكون متوازية، ولا تبذل العدسة جهدًا لتركيزها.



▲ يوضح هذا الرسم الأجزاء الرئيسية التى تتكون منها عين الإنسان.

www.ibtesama.com/vb

▲ يمكن الوقاية من الكثير من مشاكل العين بإجراء كشف على فترات منتظمة. ويوصى الأطباء بأن على المجموعات الأكثر عرضة للأخطار، مثل المسنين وأولئك الذين يعملون على الكمبيوتر، إجراء كشف على العين كل سنة.

هل تعلم؟

منظار العين هو جهاز يستخدمه الأطباء لفحص العين من الداخل. وقد تم اختراع هذا الجهاز فى عام 1851 على يد الطبيب الألمانى هيرمان فون هيلمهولتز (1821-1894). ومناظير العين التى تستخدم فى هذه الأيام مزودة ببطارية فى اليد من النوع الذى ينير مصباحًا صغيرًا. يتم تركيز الضوء بواسطة مرآة عبر حدقة العين وفى داخل العين. ويوجد فى المرآة فتحة صغيرة فى وسطها ليتمكن الطبيب من الرؤية بالنظر من خلالها. ويوجد جهاز من العدسات والفتحات موضوعة على طاولة يقوم الطبيب بتدويرها، جاعلاً العدسة فى مسار الضوء أو الفتحة (البؤرة) التى سوف تقدم أفضل صورة.

ما يقوم الطبيب بفحصه داخل العين يسمى قاع العين. يمكن أن تحدد السمات التى توجد فى قاع العين نوع العلاج المطلوب، سواء باستخدام نظارة من نوع معين وبقوة معينة (قوة العدسات) أو باستخدام الجراحة أو نوع آخر من العلاج. ويمكن اكتشاف بعض الأمراض، من قبيل السكرى وارتفاع ضغط الدم، للمرة الأولى باستخدام منظار العين. تظهر الأعراض فى العين قبل أن تصبح واضحة فى أى جزء آخر من الجسم.

وإعتام عدسة العين عبارة عن حدوث سحابة على عدسة العين، مما يجعل المصاب يعانى من عدم وضوح الرؤية. وإزالة العدسة بواسطة الجراحة هى الطريقة الوحيدة لحل المشكلة، وتتم استعادة الرؤية بزرع عدسة لدنة، تسمى عدسة داخل العين. كانت الجراحة تستدعى دائمًا مهارة عظيمة، لكن الأجهزة الحديثة تجعل المهمة أسهل بكثير مما كانت عليه من قبل. على سبيل المثال، يستخدم جراحو العيون الآن ميكروسكوب عمليات لإجراء الجراحات الدقيقة. يمكن للجراح بالجلوس أمام الميكروسكوب أن يتحكم فى حركاته وأفعاله، من قبيل درجة التكبير وتحديد البؤرة والإضاءة باستخدام دواسات التحكم.

وقد أدى العلاج بالليزر إلى ثورة فى جراحة العيون. فى الجلوكوما (المياه الزرقاء)، يتجمع السائل فى مقلة العين، مما يؤدى إلى ارتفاع ضغط العين وتقليل كمية الدماء المتدفقة إلى الشبكية مما قد يؤدى إلى الإصابة بفقدان البصر. ويستخدم الجراحون، لعلاج الجلوكوما، شعاعًا رقيقًا من الليزر لفتح قناة فى العين وتصريف الكمية الزائدة من السائل. ويوجد علاج جديد لقصر النظر باستخدام الليزر لإعادة تشكيل سطح القرنية من جديد. ولا يستغرق العلاج فى هذه الحالة أكثر من عشر دقائق، ولا يحتاج المريض إلا لبعض القطرات للعين للتغلب على أى ألم قد يحدث.

النظارة

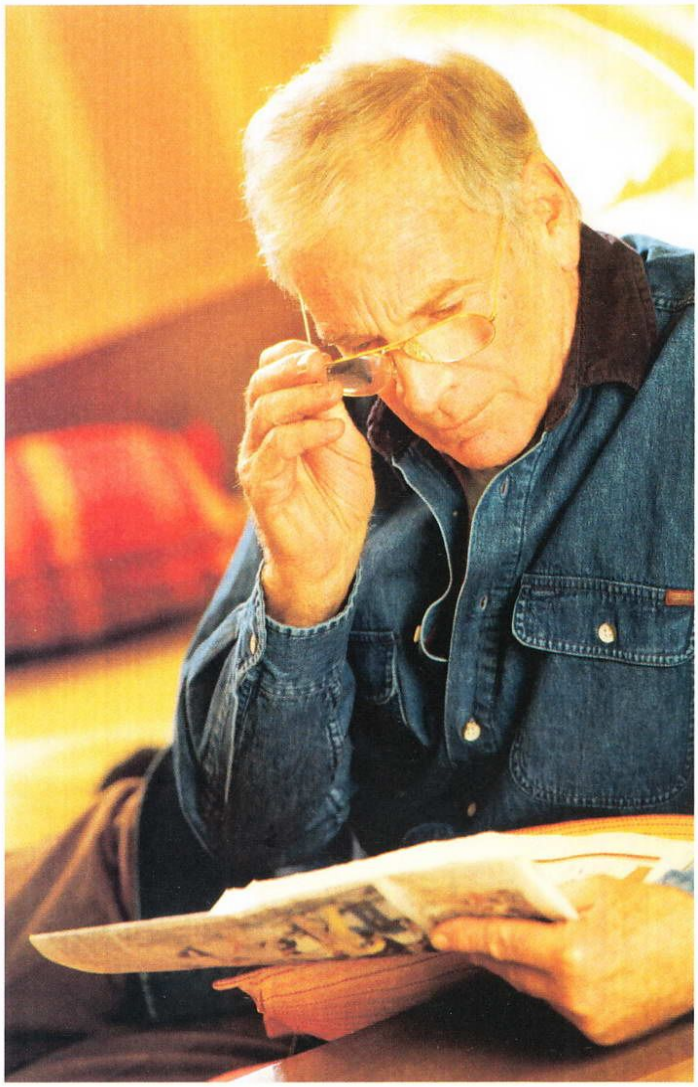
يستخدم ملايين الناس النظارات لمساعدتهم على الرؤية بشكل أفضل. وتتكون النظارة من عدستين مركبتين فى إطار. يتم تشكيل العدسات وصقلها بحيث تصحح الرؤية، ويتم تصميم

www.ibtesama.com/vb

الإطار لوضع العدسات فى مكانها أمام العين. ويتم تصميم النظارات لتبدو جميلة مثلما تصمم لتصحيح النظر الضعيف.

تتم صناعة العدسات المستخدمة فى النظارات من زجاج نقى، أو زجاج الصخور البلورية، أو البلاستيك. ولابد أن تكون أقرب ما يكون للكمال، بدون فقاعات أو سحابات. ويتم قطعها بواسطة خبراء لتأتى بالشكل المناسب لتصحيح العيوب المختلفة فى رؤية العين. فعلى سبيل المثال، تساعد العدسات المقعرة الناس الذين يعانون من قصر النظر، وتساعد العدسات المحدبة الناس الذين يعانون من طول النظر. وتتكون العدسات ثنائية البؤرة- ابتكرت على يد رجل الدولة والعالم الأمريكى الهاوى بنيامين فرانكلين (1706-1790) من جزأين. يستخدم الجزء العلوى فى تصحيح الرؤية من مسافات بعيدة، ويستخدم الجزء السلفى، وهو الجزء الأصغر، فى تصحيح الرؤية عن قرب.

وتصنع الإطارات فى معظم النظارات الحديثة من أنواع كثيرة من البلاستيك والمعادن. وأكثر ثلاثة أنواع مستخدمة من البلاستيك هى خلات السليلوز ونترات السليلوز وراتنج الأكريليك. وخلات السليلوز من أفضل المواد لأنها قوية وسهلة التشكيل ولا تفقد لونها بمرور الوقت. وبلاستيك نترات السليلوز أكثر صلابة من خلات السليلوز ويحافظ على شكله على نحو أفضل. ويمكن تصنيع راتنج الأكريليك بألوان أكثر بريقًا من أنواع البلاستيك الأخرى ولا تتأثر بإزالة اللون. تدخل الإطارات المعدنية نطاق الموضة وتخرج منه بمرور السنوات. يمكن أن تكون أكثر تكلفة من الإطارات البلاستيكية لكنها تعيش غالبًا لفترات أطول.



▲ تتصلب عدسة العين بتقدم العمر، وكثيرًا ما يكون هذا التغير الطبيعى ملحوظًا حين تصبح النظارة ضرورية للقراءة فى منتصف العمر.

العدسات اللاصقة

لأسباب جمالية يختار بعض الناس وضع عدسات لاصقة بدلا من استخدام النظارات. والعدسات اللاصقة لها أيضًا بعض المميزات التى تتفوق بها على النظارات. على سبيل المثال، فإنها لا تحد الرؤية كما يمكن أن تحدها النظارات، لأنها تتحرك مع مقلة العين. إن العدسات اللاصقة لا تلمس العين؛ إنها تطفو على طبقة رقيقة من سائل على مقلة العين. بالإضافة إلى ذلك، فإن العدسات اللاصقة تساعد فى علاج بعض أمراض العين على نحو أفضل. تفسد النظارات رؤية الناس الذين أجريت لهم جراحات لإزالة العدسات التى أصيبت بإعتام (الكاتركت)، على سبيل المثال، ويمكن للعدسات اللاصقة أن تعيد النظر إلى قوته الطبيعية.

تمت صناعة العدسات اللاصقة «الرقيقة» أول مرة على أيدى عالمين فى تشيكوسلوفاكيا هما أوتو ويشتيريل ودراهوسلاف ليم فى سبعينيات القرن العشرين. وقد طور ويشتيريل وليم بلاستيك غير مألوف، اسمه هيدروكسى ميثايل أسيتيت. والعدسات اللاصقة المصنوعة من الهيدروكسى ميثايل أسيتيت توضع فى محلول ملح، وتتشرب بالماء بالتدريج، وتصبح رقيقة. كلما تشربت العدسة أكثر بالماء ، زادت رقتها وصارت مريحة أكثر فى لبسها. وعيوب العدسات اللاصقة الرقيقة أنها لا تعيش فترة طويلة مثل العدسات اللاصقة الجامدة، ويجب تعقيمها باستمرار قبل استخدامها.

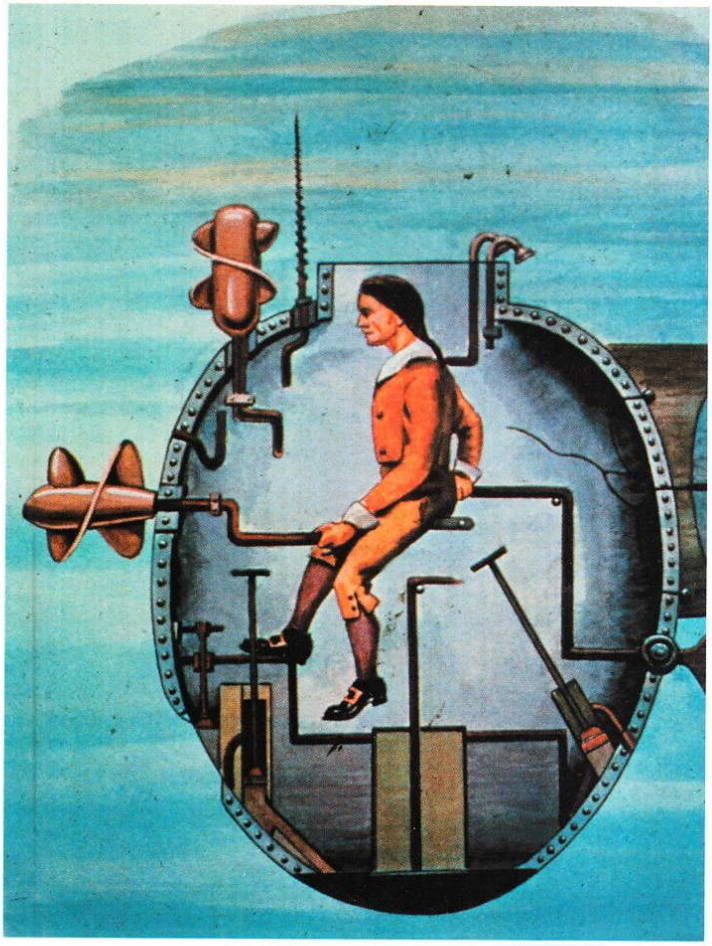
www.ibtesama.com/vb

الغواصة

على مدى قرون، كان الإنسان يحلم بالتنقل فى سفينة تحت الماء. ولكنه لم يتمكن من عمل ذلك إلا مع علوم القرن العشرين وتكنولوجيته، التى جعلت من الممكن صنع غواصة عملية. و يُمارس الآن الكثير من أنشطة الأساطيل البحرية فى العالم تحت سطح المحيطات فى غواصات قوية وضخمة.

تحتاج الغواصة العملية إلى جسم معدنى صلب ومحرك كفؤ لا ينتج عنه عادم من غازات ضارة. ولقد تمكن المهندسون فى القرن الثامن عشر من الحصول على التكنولوجيا اللازمة لصناعة هيكل غواصة، ولكن لم يكن هناك مصدر مناسب للطاقة اللازمة لتسيير الغواصة، حتى تم تشغيل محرك كهربائى ضخم بواسطة عدد من البطاريات المخزنة للكهرباء، والتى ظهرت فى أواخر العقد الأول من القرن التاسع عشر. وكان اليونانيون القدماء هم أول من حاول تصميم مركبة للسير تحت الماء، على الرغم من أنه -على الأرجح- لم تُشيد أبدًا، وإذا كانت قد شُيدت، فمن المحتمل أن تكون قد غرقت بطاقمها.

وكان الفنان والمهندس والعالم الإيطالى ليوناردو دافنشى (1452-1519) قد ترك رسومًا لغواصة. كما صمم الإنجليزى ويليام بورن (1527-1591) واحدة عام 1575.



▲ **الغواصة «السلحفاة» قام ببنائها ديفيد بوشنيل عام 1776، وكانت تتحرك بواسطة رفاصيْن يتم تشغيلهما باليد، وتحمل صندوق متفجرات يمكن إلصاقه بهيكل سفينة الأعداء بواسطة مثقاب.**

الغواصات الأولى

وأول غواصة معروفة تم بناؤها هى تلك التى عرضت على الملك جيمس الأول (1566-1625) فى نهر التايمز بلندن، إنجلترا، فى سنوات 1620. وجرى تصميم الغواصة وبناؤها على يد المهندس الهولندى كورنيلس فان دريبل (1572-1633)، والذى أبحر بالغواصة فى النهر، تحت السطح مباشرة.

وخلال حرب الاستقلال الأمريكية (1775-1783) شُيدت فى الولايات المتحدة غواصة استُخدمت فى الهجوم على السفن الحربية البريطانية عام 1776. وكان بهذه الغواصة مثقاب يمكن تشغيله من داخلها لإحداث تجويف بالقاع الخشبى لسفينة العدو؛ كى يوضع بداخله صندوق من المتفجرات. وكان المخترع الأمريكى ديفيد باشنيل (1742-1824) هو الذى صمم تلك الغواصة وشيدها، وسُميت بالسلحفاة. وفى عام 1800، تم بنجاح فى فرنسا بناء غواصة أخرى سُميت «النوتيليوس»(حيوان بحرى من رأسقدميات)، على يد المهندس والمخترع الأمريكى روبرت فولتون (1765-1815). كما قام الفرنسيون بمحاولات لعمل تصميمات متنوعة لغواصات محققين بعض النجاح، حتى تمكنوا من بناء غواصة عام 1863 سُميت بلونجير (الغواص).

وفى عام 1864، وقع أول هجوم ناجح لغواصة على سفينة

www.ibtesama.com/vb

حربية خلال الحرب الأهلية الأمريكية (1861-1865) بواسطة الغواصة هانلى التابعة للكونفيدرالية، والتى أغرقت السفينة الفيدرالية هاوساتونيك. ولكن هانلى ذاتها غرقت أيضًا.

وما بين الحرب الأهلية الأمريكية ونهاية القرن التاسع عشر، كانت المعالم الرئيسية للغواصة الحديثة قد اكتملت تدريجيًّا. وكانت أول غواصة تدخل الخدمة فى الأسطول الأمريكى هى الغواصة ى.س.س هولاند، والتى صنعها عام 1900 المهندس الأمريكى جون هولاند (1840-1914). وأثبتت الغواصة -فى النهاية- فائدتها فى الهجمات التى كان يشنها الألمان بنجاح على سفن الحلفاء خلال الحرب العالمية الأولى (1914-1918).

كيف تعمل الغواصة؟

على مدى آلاف السنين، استخدم الإنسان غرف الغوص، وهى عبارة عن حجرة على شكل ناقوس كبير، تُغمر فى المياه ويستطيع الغواص استنشاق الهواء المحصور داخلها. وكانت هذه الغرف مفيدة فى عمليات وضع قواعد الجسور عبر الأنهار، وكذلك فى إنقاذ الحمولات الثمينة من حطام السفن الغارقة والراقدة فى قاع البحر.

كانت جميع الغواصات الأولى مصممة على هيئة غرف متنقلة ناقوسية الشكل. وغرفة الغوص تغطس بمجرد إسقاطها فى المياه؛ لأنها أثقل من كمية المياه التى تزيحها وتحل محلها، وتُجذب إلى سطح المياه مرة أخرى بواسطة حبل أو سلسلة. أما الغواصة فلابد أن تغطس وتطفو ثانية بنفسها.

وكان دخول المياه إلى مقصورات المركبة يجعلها ثقيلة بما يكفى لأن تغطس. ولكن كانت المشكلة فى تفريغ المقصورات مرة أخرى. وقد ألحق كورنيليوس فان دريبل حقائب من الجلد بغواصته، وكان يعصرها لإخراج الماء منها. وبهذه الطريقة استطاع الغوص والطفو كما يشاء.

وفيما بعد، استُخدمت طلمبات يدوية لإفراغ خزانات المياه. وكان ذلك عملاً شاقًّا، ولكنه كان - فى النهاية - يؤدى الغرض المطلوب. ولم يستخدم الهواء المضغوط لدفع المياه إلى خارج خزانات الثقل، قبل إنشاء الغواصة الفرنسية بلونجير عام 1863. وكان الهواء المضغوط يقوم بهذه المهمة بسرعة وكفاءة، ولا تزال هذه الطريقة تستخدم حتى يومنا هذا. غير أن الفرنسيين كانوا يأخذون معهم هواء مضغوطًا فى زجاجات ضخمة. أما اليوم فيُعاد ملء خزانات الهواء المضغوط بواسطة محرك ضغط هواء.

▲ استخدمت الأساطيل البحرية الكبرى غواصات خلال الحربين العالميتين.

محركات الغواصة

كان تشغيل الغواصات الأولى يتم بواسطة مجاذيف، ولكن ذلك لم يكن وسيلة فعالة للتنقل تحت الماء. وكان الأسلوب الأكثر شيوعًا أن يقوم شخص أو أكثر من أعضاء الطاقم بإدارة مراوح الرفاصات يدويًّا. وحتى فى منتصف القرن التاسع عشر، كانت تلك هى الطريقة الوحيدة لتحريك الغواصة.

كانت المحركات الوحيدة الفعالة فى ذلك الوقت هى المحركات البخارية، والتى كانت أكثر كفاءة من التشغيل اليدوى، لكنها كانت تحتاج إلى كمية كبيرة من الهواء لحرق الوقود، كما كانت، بالمقابل، تنتج كمية كبيرة من الأدخنة السامة، ثم أثبتت بلونجير أنه من الممكن استخدام محرك يُدار بواسطة الهواء المضغوط الذى يستخدم للتحكم فى الطفو ذاته. وكانت هذه الطريقة فعالة، ولكن سرعان ما كان الهواء المضغوط الذى أُحضر إلى الغواصة ينفد بمجرد أن تغطس تحت الماء.

وجاء الحل من خلال استخدام بطاريات يمكن شحنها لتشغيل محرك كهربائى. وكانت البطاريات تفرغ بسرعة، ولكن كان فى الإمكان إعادة شحنها مرات ومرات بواسطة محرك آخر يقوم بتشغيل مولد كهربى. وكان هذا المحرك يعمل بالبخار أو الجازولين أو الديزل، فكان ذلك ممكنًا فقط فوق سطح الماء؛ حيث يتوفر الهواء

www.ibtesama.com/vb

النظيف ويمكن دفع أدخنة العادم السامة خارج الغواصة. وهذا المحرك الثانى يمكنه أيضًا أن يقوم بتسيير الغواصة على سطح الماء.

وهكذا ظهر نظام دفع حديث للغواصة؛ حيث يدفع محرك يحتاج إلى الهواء الغواصة على سطح الماء، ويقوم فى الوقت ذاته بإعادة شحن البطاريات، كما يقوم أيضًا بإنتاج الطاقة اللازمة لإعادة ملء خزانات الهواء المضغوط. وتحت الماء، يقوم محرك كهربائى بإدارة الرفاص.

وبعد الحرب العالمية الثانية (1939-1945) امكن تصنيع محركات تعمل بالطاقة النووية لتشغيل الغواصات. وهذه المحركات لا تحتاج إلى الهواء، لذلك يمكن استخدامها والغواصة تحت الماء أو فوق سطحه على السواء.

التسيير

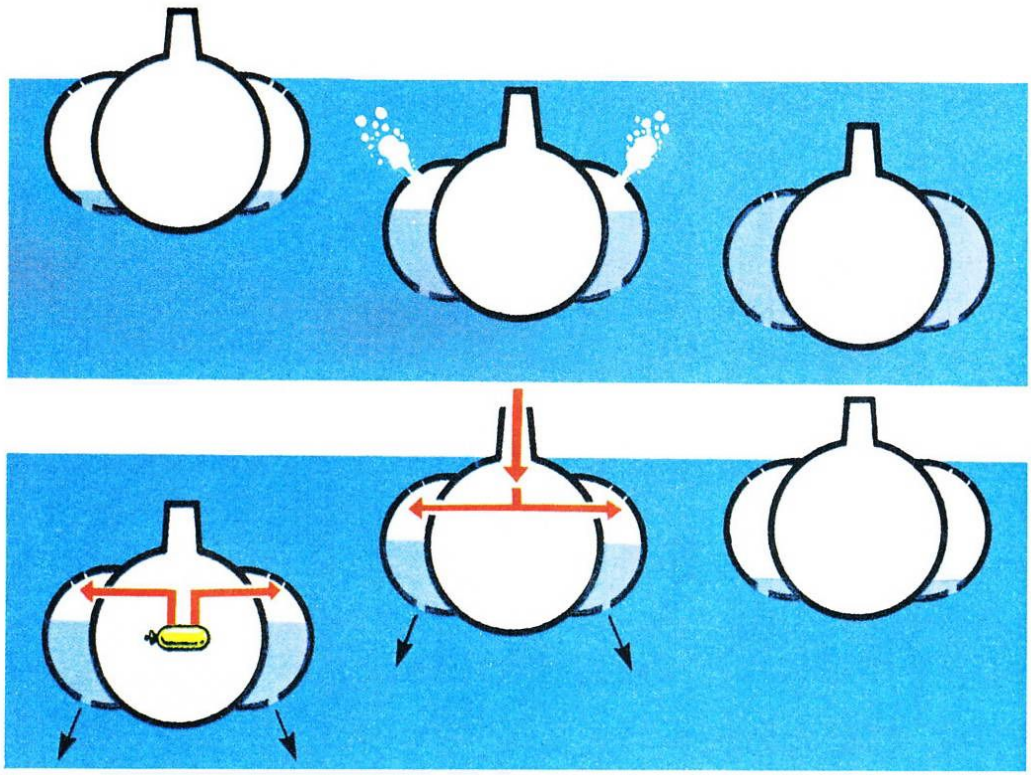
يجرى تسيير الغواصة الحديثة بتحريك أسطح للتحكم، ودفَّات لجعلها تنعطف، ومضخات مائية للغوص والصعود إلى السطح (الطفو). وتسبح الغواصة تحت الماء بالطريقة ذاتها التى تطير بها الطائرة فى الهواء.

ولكى تغطس الغواصة؛ تملأ خزانات الثقل للتغلب على طفوها، وتوجه المقدمة إلى أسفل بواسطة مضخات مائية، وعندما تصل إلى العمق المطلوب تستوى أفقيًا بواسطة المضخات المائية وتقوم بتعديل العمق بإضافة ماء أو هواء إلى خزانات التوازن حتى يكون تعلقها فى المياه متعادلاً (فلا تكون خفيفة جدًّا ولا ثقيلة جدًّا). وتستخدم خزانات التوازن أيضًا للحفاظ على مستوى الغواصة. فإذا كانت المقدمة الأمامية خفيفة جدًّا، يطلق الماء فى الخزانات الأمامية.

التنفس تحت الماء

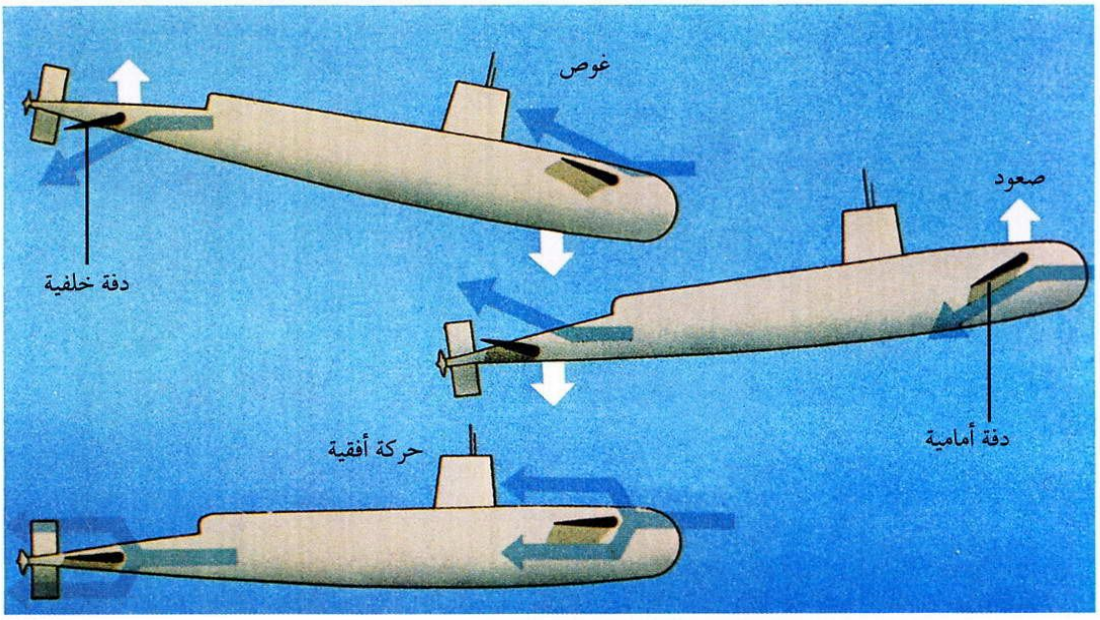
كان الغواصون فى حجرات الغوص الناقوسية يتنفسون فقط الهواء المحصور داخل تلك الحجرات عندما تغطس. لكن هذا الهواء كان ينفد فى وقت قصير، كما أن نقاءه لا يدوم. وفيما بعد، كانت طلمبة بدائية تدفع الهواء إلى أسفل عبر أنبوبة إلى الغواصين. وكان الضرر شديدًا إذا توقفت الطلمبة عن العمل؛ حيث يدفع ضغط المياه أى هواء فى الحجرة عائدًا إلى أعلى عبر الأنبوبة. وكان لابد أن تظل الطلمبة دائرة طوال الوقت للحفاظ على ضغط الهواء وعدم اندفاع الماء داخل الحجرة.

وعندما استخدمت محركات الديزل لتسيير الغواصات على سطح الماء وإعادة شحن البطاريات، لم يكن من المأمون -فى جميع الأحوال- صعود الغواصة إلى السطح. لذلك استُخدمت أنابيب



◄ على السطح (1)، خزانات الغواصة مملوءة تقريبًا بالهواء. وعندما تغطس (2)، تُفتح الصمامات الرئيسية لتسمح بخروج الهواء؛ وذلك يجعل الماء يدخل أيضًا من خلال فتحات الغمر الثلاث. وعندما تمتلئ الخزانات بالمياه (أو عندما تصل الغواصة إلى العمق المطلوب)، تُغلق الصمامات الرئيسية (3). وللصعود إلى السطح، يُضخ الهواء إلى داخل الخزانات، مما يدفع الماء إلى الخارج من خلال فتحات الغمر (4). وعندما تطفو الغواصة فوق السطح، يدفع الهواء النقى باقى الماء إلى الخارج (5) حتى تفرغ الخزانات ثانية (6).

www.ibtesama.com/vb



تسبح الغواصة فى الماء كما تطير الطائرة فى الهواء. فبها سواعد غوص (دفّات) مشابهة للرافعات الموجودة على الطائرة. اثنتان فى الأمام واثنتان فى الخلف. لتحريكها إلى أعلى وأسفل. كما أن بها أيضًا دفتيْن عند الذيل.

تنفس تُسمى «شنركل»، والتى كانت قصيرة جدًّا، لكنها كانت تتيح بقاء الغواصة تحت سطح الماء فى أثناء تشغيل محرك الديزل. وكان إدخال الهواء النقى يتم عبر أنبوبة واحدة، بينما تُطرد أدخنة العادم من خلال أنبوبة أخرى. وبهذه الطريقة كان يمكن للغواصة أن تظل تحت الماء لوقت أطول كثيرًا من ذى قبل.

والغواصات الحديثة مزودة بجهاز لتنظيف الهواء وتنقيته؛ حتى يتمكن طاقم الغواصة من التنفس بشكل مريح، حتى لو ظلت الغواصة تحت الماء لفترة طويلة.

هيكل الغواصة

كانت غرف الغوص الناقوسية تُصنع من المعدن. وكانت الصغيرة منها تصنع من قطعة واحدة تُسبك فى قالب. أما الكبيرة فقد كانت تصنع من ألواح متعددة تتصل ببعضها بعضاً. أما الغواصات الأولى فقد كانت تصنع من الخشب، وكانت عُرضة لتسرب الماء؛ فالخشب مرن، والشقوق الواقعة بين الألواح كان يجرى حشوها بالألياف والقار (مادة سوداء لزجة) لمنع الماء من الدخول. واستمر ذلك حتى منتصف القرن التاسع عشر حيث صُنعت أول غواصة من الحديد المسبوك.

ومدى العمق الذى يمكن أن تصل إليه أية غواصة يعتمد على قوة هيكلها. فالألواح الصلبة مثالية لصنع هيكل قوى مانع لدخول الماء، والمقطع العرضى للغواصة الحديثة أقرب ما يكون إلى الدائرة؛ مما يعطيها أكبر قوة تحمل.

ومن الصعوبات التى تواجه صنع هيكل قوى بحق، أنه لابد أن توجد به الكثير جدًّا من الفتحات. فلابد من فتحة لدخول طاقم الغواصة وخروجهم. وكما بات من الحيوى للمروحة، والدفة الخلفية وأعمدة سواعد الغوص أن تخترق الهيكل وأن تكون هناك أيضًا ثقوب للمناظير وأنابيب الشنركل (لتزويد الغواصة بالهواء النقى). كل تلك الثقوب تضعف الهيكل، وكلها لابد أن تُغلق بإحكام عندما تغوص الغواصة. وأى ضعف حول ثقب أو فى آلية منع التسرب، سوف يقلل من العمق الذى يمكن أن تصل إليه الغواصة. وإذا كان هناك أى ضعف، فقد تتحطم الغواصة تحت ضغط الماء.

الأسلحة

كل الغواصات تقريبًا التى تم إنشاؤها كانت لأغراض حربية، مصممة لمهاجمة سفن الأعداء. وكان أول سلاح تحمله عادة نوعًا من المتفجرات التى يمكن إلصاقها بسفينة العدو بواسطة ثقب هيكلها الخشبى، مع استخدام فتيل طويل لإعطاء الغواصة فرصة للهرب قبل وقوع الانفجار. وحيث إن الغواصات كانت يتم تسييرها يدويًّا، فلم تكن تستطيع اللحاق بسفينة مبحرة. لذلك كان لابد لها من مهاجمة السفن وهى راسية.

وقد استخدمت مثل هذه الوسائل بنجاح لأول مرة خلال الحرب العالمية الثانية فى شن هجمات على سفن حربية وهى راسية فى الموانئ. واستخدموا غواصة تسع شخصيْن أو أربعة

www.ibtesama.com/vb

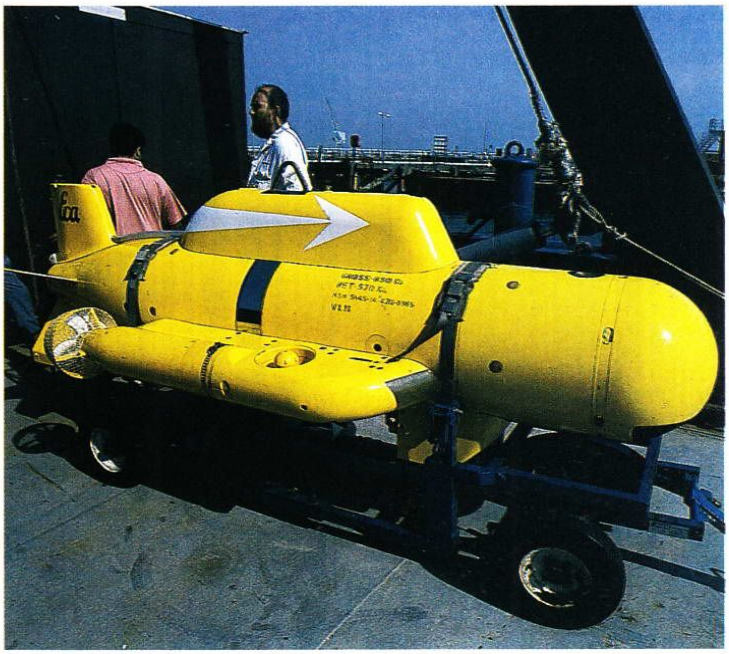
تكتظ غرف التحكم فى الغواصات الحديثة بنظم إلكترونية، وشاشات عرض لتسيير الغواصة، وللاستكشاف.

أشخاص لزرع متفجرات على هياكل سفن العدو. كانت الغواصات صغيرة جدًّا، وكان أفراد الطاقم يجلسون فى وضع منفرج الساقين، ويرتدون أجهزة تنفس تحت الماء.

الملاحة تحت الماء

كانت الغواصات البدائية تصعد إلى سطح الماء لتحدد مكانها بالضبط، ثم زودت بعد ذلك بمنظار يسمح لقبطان الغواصة أن يرى المنطقة المحيطة فوق الماء من دون الصعود إلى السطح.

وكانت ملاحة الغواصة تحت الماء لمسافة طويلة فى مهمة بالغة الصعوبة، وتعتمد على الحظ بقدر ما تعتمد على العلم. وفى عصرنا الحالى، يعتمد ملاح الغواصة على نظام الملاحة الذاتى للغواصة، وهو عبارة عن جهاز حساس جدًّا يكتشف أية حركة للمركبة فى أى اتجاه. فإذا تم تغذية النظام بمعلومة عن الوضع المبدئى للمركبة، أمكن لهذا النظام استعادة موقع المركبة فى أى وقت بعد ذلك. ومن المستطاع استبيان موقع المركبة كل عدة أيام بوسائل أخرى مثل الرادار والمنارات اللاسلكية والأقمار الصناعية، وحتى بالسدسيات (آلات لقياس الأجرام السماوية).



استخدمت غواصات صغيرة لمهاجمة السفن فى الموانئ فى أثناء الحرب العالمية الثانية.

www.ibtesama.com/vb

الفلك

الفلك هو دراسة النجوم والكواكب والأشياء الأخرى التى يتكون منها الكون. ويستخدم علماء الفلك التليسكوب لدراسة الأجسام الكونية. إنهم يقومون بدراسة الضوء المنبعث من الأشياء ليعرفوا الطريقة التى تكونت بها. وتستخدم المسابر الفضائية لكشف المزيد عن الأشياء القريبة.

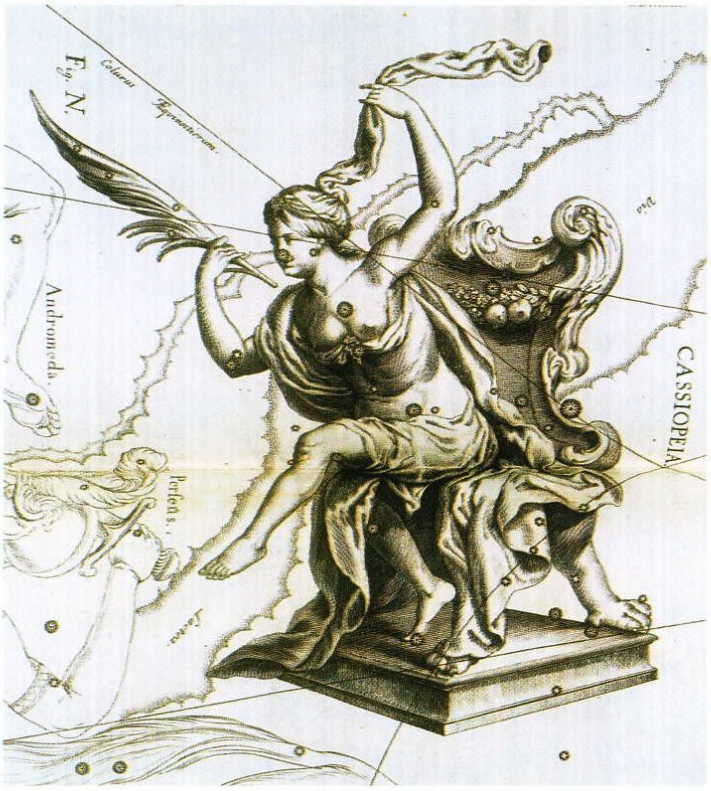
حاول الناس منذ العصور القديمة فهم طبيعة الأشياء التى كانوا يرونها تتحرك فى السماء. وشاهد علماء الفلك الأوائل السماوات وسجلوا ما رأوه. وكان من الطبيعى بالنسبة إلى هؤلاء الفلكيين الأوائل أن يقوموا بدراسة الأجسام الكونية لأن متابعة تغيرات الفصول تساعد الفلاحين على التخطيط لموعد نثر بذورهم وحصاد محاصيلهم. وقد لاحظوا أنه يبدو أن الفصول ترتبط بحركة الشمس؛ حيث تتغير أوقات شروق الشمس وأوقات غروبها على مدار السنة. وقد قدم لهم قمر الأرض نتيجة كان يمكنهم الاعتماد عليها. واعتبر التغير المنتظم فى شكل القمر، والذى يتكرر كل تسعة وعشرين يومًا ونصف، شهرًا.

موضع الأرض فى الكون

كان علماء الفلك البابليون أول علماء فلك حقيقيين، وقد عاشوا فيما يعرف الآن باسم العراق منذ حوالى خمسة آلاف عام. وكان الفلك بالنسبة إليهم خليطًا من السحر والملاحظة. وبعد ذلك بمئات السنين، كان علماء الفلك الإغريق أول من حاولوا تفسير الأشياء التى كانوا يرونها فى السماء. وقد رأى بعضهم أن الأرض كرة تلف فى مدار حول الشمس. إلا أن معظم كبار المفكرين الإغريق، مثل أرسطو (384 - 322 ق.م.) اعتقدوا أن الأرض هى مركز الكون.

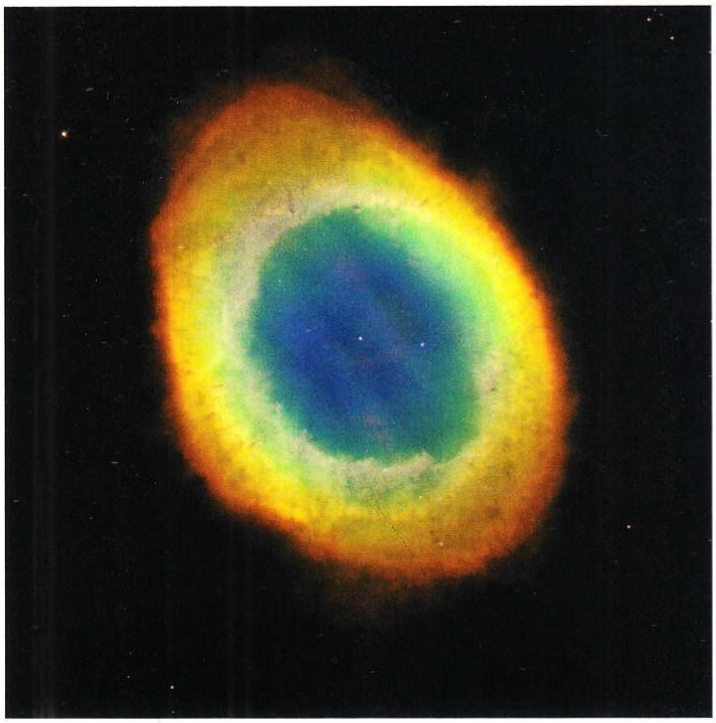
وقد استمر رأى أرسطو عن النظام الشمسى لمئات السنين، حتى وضح العالم البولندى نيقولاس كوبرنيكوس (1473-1543) أن الأرض والكواكب الأخرى تدور فى مدارات حول الشمس. وقد قال كوبرنيكوس أيضًا إن الأرض تلف وإن النجوم توجد على بُعْد مسافات هائلة. وقد أزعج الرأى القائل إن الأرض ليست مركز الكون عددًا كبيرًا من الناس فى ذلك الوقت. وفى عام 1609، استخدم العالم الإيطالى جاليلو جاليلى (1564-1642) تليسكوبًا لدراسة السماوات. وقد رأى أن السماء بها ملايين النجوم. ولاحظ أيضًا وجود أربعة أقمار تدور حول كوكب المشترى، وأن الأشياء الأولى تدور حول شىء آخر غير الشمس، وكان ذلك أول برهان على أن نظام كوبرنيكوس كان صحيحًا.

وفى الوقت ذاته تقريبًا، وضح عالم الرياضيات الألمانى يوهانز كبلر (1571-1630) أن الكواكب تسير فى مسارات بيضاوية حول الشمس. وبعد ذلك وفى عام 1687، شرح العالم الإنجليزى إسحق نيوتن (1642-1727) الطريقة التى تؤثر بها الجاذبية على كل الأشياء الموجودة فى الكون. وقد استخدم القوانين التى وضعها عن الجاذبية لتوضيح الطريقة التى تدور بها الكواكب حول الشمس.



▲ **هذه نسخة طبق الأصل توضح أطلس النجوم فى القرن السابع عشر لبرج كاسيوبيا (ذات الكرسى). وهذا البرج يظهر على شكل حرف W كبير فى النصف الشمالى من الكرة الأرضية.**

www.ibtesama.com/vb



◄ تبين هذه الصورة الفوتوغرافية حلقة السديم فى برج القيثارة. والسديم عبارة عن سحابة ضخمة من الغازات تحيط بنجم صغير جدًا وشاحب. والسحابة هى ما يتبقى من المجال الجوى الخارجى للنجم.

النجوم

من النظرة الأولى نرى أن السماء مكتظة بالنجوم. إلا أن الناس، منذ العصور القديمة، رأوا النجوم على شكل أنماط، تسمى أبراجًا. وقد أطلق اليونانيون القدماء على الأبراج أسماء أبطالهم وبطلاتهم، وأسماء شخصيات أخرى من الأساطير والخرافات، ومنها أندروميدا (برج المرأة المسلسلة)، وهرقل (برج الجاثى أو الراقص) واسكربيو (برج العقرب). ولا يزالون يستخدمون هذه الأبراج للتعرف على طرقها عبر السماوات.

إن النجوم، بما فيها الشمس (أقرب النجوم إلى الأرض)، عبارة عن كرات متوهجة تتكون فى معظمها من غاز الهيدروجين. ويؤدى الضغط الهائل داخل النجوم إلى رفع درجات الحرارة إلى ملايين الدرجات. وفى هذه الحرارة الهائلة تندمج ذرات الهيدروجين فى مركز النجم وتكون ذرات الهليوم. وهذه العملية تعرف باسم الاندماج النووى. وينتج عن تفاعلات الاندماج كمية هائلة من الطاقة تؤدى إلى المزيد من عمليات اندماج ذرات الهيدروجين. وتنطلق بعض الطاقة من النجم وتجعله ساطعًا. تحول الشمس، فى كل ثانية، 600 مليون طن من الهيدروجين إلى الهليوم، مع تحول أربعة ملايين طن إلى طاقة.

تطلق النجوم، مثلما تطلق الضوء، أنواعًا أخرى من الأشعة. وكما يعرف الذين يأخذون حمامات شمس، تطلق النجوم مثل الشمس الأشعة تحت الحمراء والأشعة فوق البنفسجية التى تجعل الجلد داكنًا. وتنتج أيضًا بعض النجوم الموجات الإشعاعية والأشعة السينية (أشعة X). وقد يتطلع الفلكيون إلى هذه الأنواع الأخرى من الإشعاع للتوصل إلى رأى مختلف عن السماء.

الأقزام البيض والثقوب السود

تولد النجوم من سحب هائلة من الغبار والغازات، تسمى السُّدُم (جمع سديم). وتؤدى الجاذبية إلى انقباض أجزاء من السديم مكونة كتلاً من الغاز أكثر كثافة. وكلما ازدادت كثافة الكتلة ارتفعت الحرارة داخلها. وفى النهاية، ترتفع درجات الحرارة بدرجة تجعل عمليات الاندماج تبدأ، ومن ثم يولد نجم.

تستمد النجوم وقودها من غاز الهيدروجين، الذى يستهلك ببطء فى عملية الاندماج التى تحوله إلى هليوم. وحين يبدأ غاز الهيدروجين فى النقصان، ينتفخ النجم ويتحول إلى نجم كبير لكنه أبرد يعرف بالعملاق الأحمر. وسوف تصبح الشمس ذات يوم عملاقًا أحمر. سوف تكبر جدًا إلى درجة أنها ستبتلع المريخ والزهرة والأرض. ولحسن الحظ فإن ذلك ليس محتمل الحدوث قبل مرور خمسة ملايين سنة.

وفى النهاية تموت العمالقة الحمر، وسوف تنجرف الغازات المتخلفة عنها إلى الفضاء، ربما لتصبح جزءًا من نجم آخر. وكل ما يتخلف بعد ذلك هو اللب المتوهج للنجم. وهذا الجسم الصغير يعرف باسم القزم الأبيض، وربما يكون صغيرًا فى حجم الأرض (يعتبر حجم الأرض ضئيلاً جدًا مقارناً بنجم). وتكون المادة التى بداخله متماسكة بإحكام وعالية الكثافة بحيث يمكن أن يبلغ وزن ملء ملعقة شاى من نجم القزم الأبيض 10 أطنان. وبعد ملايين السنين، يبرد القزم الأبيض ببطء حتى يتوقف عن السطوع تمامًا. وسوف ينتهى عمر الشمس ذات يوم بالطريقة نفسها.

والشمس ليست سوى نجم متوسط الحجم. والنجوم الأكبر، التى يبلغ حجمها أكثر من خمسة أضعاف حجم الشمس، تنهى حياتها بطريقة مختلفة. حين تقل كميات الهيدروجين تصبح هذه النجوم الهائلة الحجم عمالقة سوبر. ومن ثم يتناثر لب النجم، فى

www.ibtesama.com/vb

انفجار نووى يعرف باسم النجم المتفجر الأعظم (سوبر نوفا). ويكون الانفجار أكثر سطوعًا بملايين المرات من النجم الأصلى.

يُلقى معظم النجم بعيدًا فى الفضاء بتأثير قوة النجم المتفجر الأعظم. ويخلف وراءه لب النجم لكنه يُضغَط ويتحول إلى كرة أصغر بكثير وأكثر كثافة حتى من القزم الأبيض، ويسمى النجم النيترونى. وملء ملعقة شاى من النجم النيترونى ربما تزن بليون طن. والنجوم النيترونية صغيرة الحجم جدًّا بحيث يصعب تمامًا رؤية معظمها من على الأرض. إلا أنه فى أثناء دوران بعض النجوم النيترونية تقوم بإرسال بريق من الموجات الإشعاعية. وهذه النجوم النيترونية البارقة تسمى البُلسارات.

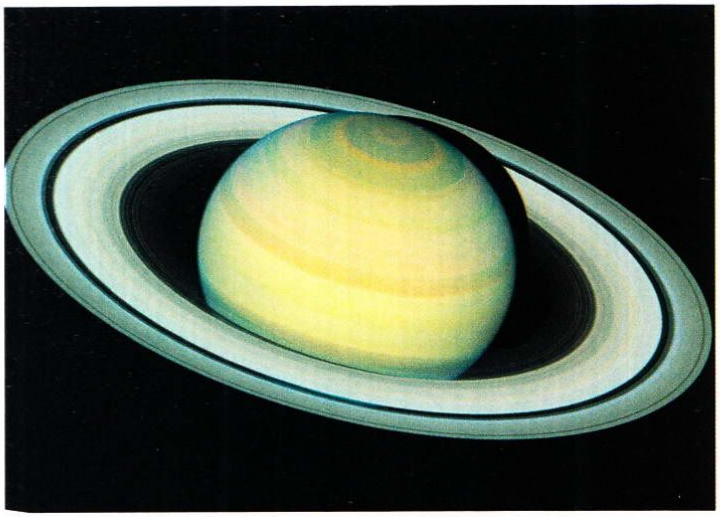
وإذا كان النجم النيترونى أثقل من ثلاثة أضعاف وزن الشمس، فإن شيئًا خارج المألوف يحدث، فتكون كثافة النجم عالية بحيث تجعله قوة الجذب الداخلية له ينكمش أكثر حتى يصبح ثقبًا أسود. وتكون قوة الجاذبية فى الثقب الأسود كبيرة؛ بحيث لا يمكن لأى شىء أن يهرب منه، حتى نوره نفسه. وحيث إنه لا يمكن أن ينبعث منه نور، فإن الثقب الأسود لا يمكن رؤيته على الإطلاق.

فهم السماوات

ولما كانت الأرض تلف، فإن كل الأشياء التى فى السماء، بما فيها الشمس والكواكب والنجوم، ترتفع فوقها وتظهر خلف الأفق كل يوم. فتلف الأرض من الغرب إلى الشرق، وتبدو الأشياء الموجودة فى السماء وكأنها تسافر فى الاتجاه العكسى؛ حيث تظهر كلها فى الشرق وتتجه إلى الغرب.

إلا أنه إذا تم التقاط صورة فوتوغرافية للسماء فى الوقت ذاته بالضبط فى ليلتين متتاليتين، فسوف تبين أن النجوم ليست فى المواضع ذاتها بالضبط. وفى الليلة الثانية، تصل مبكرة 4 دقائق إلى المواضع التى كانت فيها فى الليلة الأولى. وهذا الانحراف ينتج عن دوران الأرض فى مدارها حول الشمس، فكل شىء فى الكون فى حركة مستمرة.

ومن الصعب أن نتخيل مدى بعد النجوم. يتم قياس المسافات بين النجوم بالسنوات الضوئية. والسنة الضوئية هى المسافة التى يقطعها الضوء فى سنة (حوالى 9.5 تريليون كم). وأقرب نجمٍ إلى الشمس، وهو بروكسيما سنتايورى، على بعد مسافة تزيد قليلاً عن أربع سنوات ضوئية. والنجم الساطع «رِجْل الجوزاء اليسرى» (وهو بالإنجليزية Rigel، والاسم مأخوذ عن العربية) فى برج الجوزاء



يوجد على بعد 800 سنة ضوئية. ومجموعة النجوم التى تنتمى إليها الشمس، وتسمى مجرة درب اللبانة، تشغل أكثر من مائة ألف سنة ضوئية. والمجرات الأخرى التى تم اكتشافها على بعد عدد من بلايين السنين الضوئية. وهذه المعلومات تعطى فكرة عن مدى اتساع الكون.

ويعتمد سطوع النجوم على حجمها ودرجة حرارتها وبعدها عن الأرض. ويقيس الفلكيون سطوع النجوم بوحدات تسمى المقدار. والنجم الذى مقدار سطوعه 1 يكون ساطعًا جدًّا. ويكون أكثر سطوعًا مرتين ونصفًا من النجم الذى مقدار سطوعه 2. والنجم الذى مقدار سطوعه 6 يمكن أن يرى بالكاد بالعين المجردة. إنه يكون أكثر شحوبًا بمائة مرة من النجم الذى مقدار سطوعه 1. ويمكن أن تكون بعض النجوم أكثر سطوعًا من النجم الذى مقدار سطوعه 1. وتوجد بعض القيم السلبية. على سبيل المثال، أكثر النجوم سطوعًا فى السماء، الشعرى اليمانية، مقدار سطوعه -1.47. إلا أن مقدار سطوع النجم يمكن أن يكون مضلِّلاً. إن نجمًا صغيرًا شاحبًا قريبًا من الأرض سوف يظهر أكثر سطوعًا من نجم كبير مرتفع الحرارة أكثر بعدًا من الأرض.

النجوم المتعددة

إن معظم النجوم، على عكس الشمس، ليست وحدها. إنها تدور حول بعضها فى أزواج أو أكثر وتسمى النجوم الثنائية أو المتعددة. وفى بعض أنظمة النجوم الثنائية، يتحرك أحد النجوم أمام الآخر، حاجزًا نوره أو يجعله فى حالة كسوف. وحين يحدث ذلك، يلاحظ الفلكيون نقصًا شديدًا فى الضوء الكلى المنبعث من

www.ibtesama.com/vb

النجمين. والنجوم التى من هذا النوع تسمى ثنائيات الكسوف. ويمكن أن يكون النجمان فى نظام ثنائى مختلفين اختلافًا شديدًا.

المجرات

إن الشمس ليست سوى نجم من حوالى عشرة ملايين نجم فى مجرة درب اللبانة. ونجم الأرض (الشمس) يقع على حافة المجرة. يمكن فى ليلة صافية رؤية شريط لبنى شاحب يعدو فى السماء. والملاحظون الذين يتطلعون إلى هذا الشريط يحدقون فى مركز المجرة. والخاصية اللبنية، التى تعطى المجرة اسمها، تنتج عن ملايين من النجوم فى هذه المنطقة من السماء.

ومجرة درب اللبانة ليست سوى مجرة عادية جدًا بين آلاف الملايين من المجرات تمتد فى الفضاء أبعد مما يمكن لأقوى التليسكوبات أن يرى. وتختلف المجرات فى الشكل، فأكثر من نصفها لولبى، مثل المجرة التى تنتمى لها الأرض، مجرة درب اللبانة. وربعها «لولبى مخطط». وهذه هى المجرات اللولبية التى بها عمود من النجوم فى مركزها. ومعظم بقية المجرات بيضاوى.

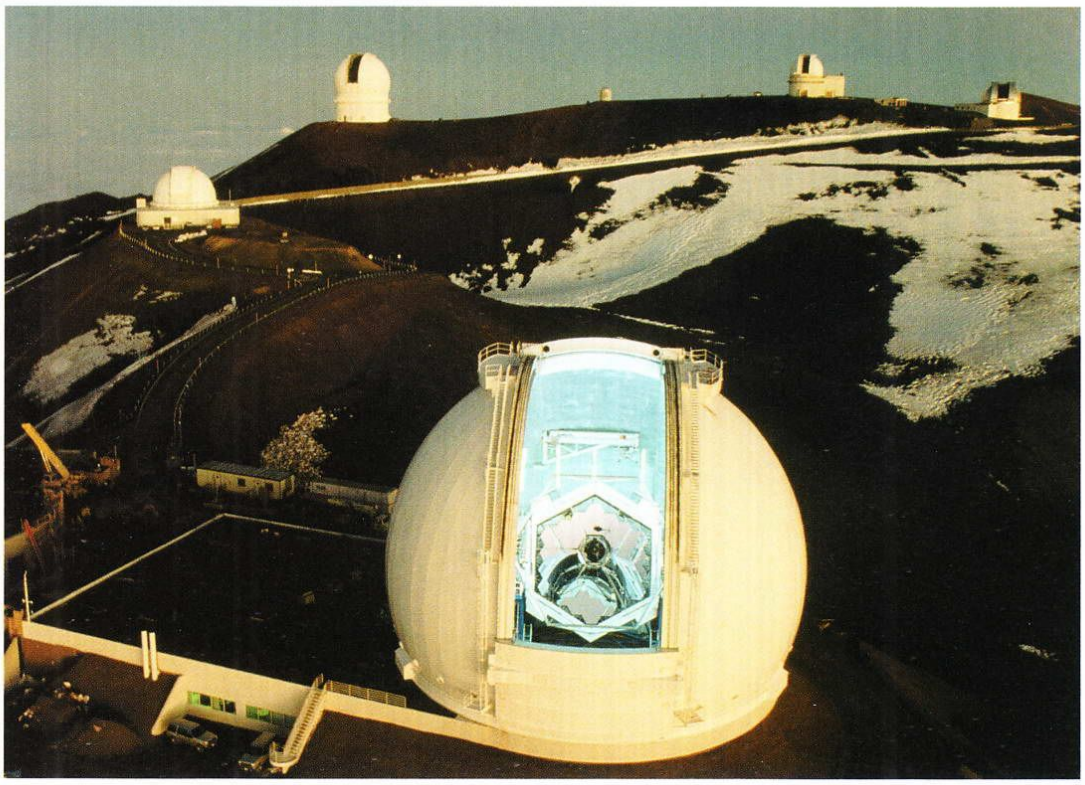
وفى عام 1929، حقق عالم الفلك الأمريكى إدوين بويل هوبل (1889-1953) اكتشافًا مدهشًا. فقد وجد أن المجرات كلها تتحرك متباعدة عن بعضها بسرعة هائلة. ومن ثم، لابد أن الكون كله يتمدد بالطريقة التى يتمدد بها بالون منتفخ. (إذا تم تلوين بقع على البالون لتمثيل المجرات، فسوف تتباعد هذه البقع عن بعضها حين يتم نفخ البالون).

الفيزياء الفلكية

الفيزياء الفلكية هى دراسة النجوم والمجرات وكل شىء آخر خارج المجموعة الشمسية. وحيث إن النجوم بعيدة جدًّا، فإن علماء الفيزياء الفلكية يعرفون كل ما يستطيعون معرفته باستخدام التليسكوبات وعمل نماذج على الكمبيوتر لكل ما يدور داخلها.

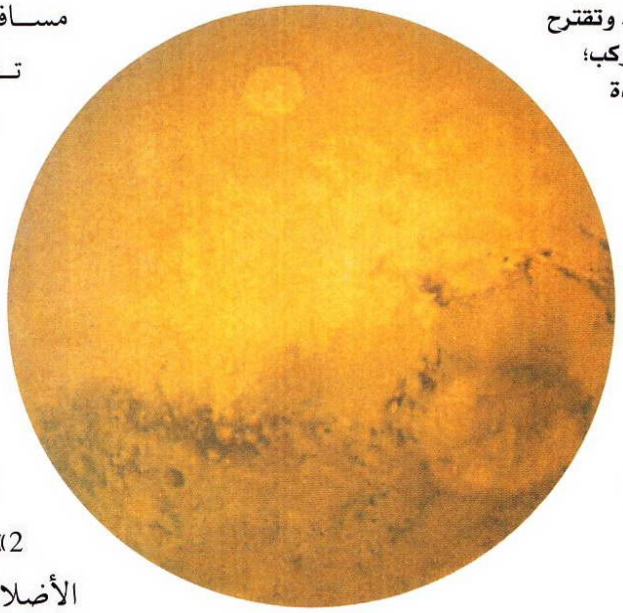
وفى السنوات القليلة الماضية، أتاحت التقنيات الجديدة لعلماء الفلك أن ينظروا بصورة أعمق فى الفضاء. ويتمكن علماء الفلك أيضًا، بالتطلع بعيدًا فى الفضاء، من التطلع إلى الوراء عبر الزمن. وحيث إن الكون هائل وفسيح، فإن الضوء المنبعث من الأجسام البعيدة يستغرق سنوات طويلة حتى يصل إلى الأرض. لذا فإن أى صورة يمكن أن يلتقطها عالم الفلك لنجم يبعد 100 مليون سنة ضوئية تستخدم ضوءًا يسافر فى طريقه إلى الأرض منذ 100 مليون سنة. والصورة التى يصنعها الضوء تبين كيف كان النجم يبدو فى ذلك الوقت، وليست الصورة التى يبدو عليها الآن.

والضوء القادم من الحافة الحقيقية للكون لابد أن يستغرق طول



◄ التليسكوب كيك 2 على جبل كيا فى هاواى، هو أكبر تليسكوب مفرد على الإطلاق. ويمكن أن يتغير اتجاه المرصد كله بحيث يمكن النظر من خلال التليسكوب إلى أى نقطة فى السماء.

www.ibtesama.com/vb



◄ المريخ هو أكثر الكواكب شبهًا بالأرض. وتقترح الأبحاث وجود مياه سائلة تحت سطح الكوكب؛ مما يجعل من المحتمل أن يقيم الناس قاعدة على المريخ فى المستقبل.

حياة الكون كلها ليصل إلى الأرض. ولا يستطيع علماء الفلك حتى الآن تحديد هذا الضوء لأنه شاحب جدًّا. وأبعد نقطة يستطيع علماء الفلك رؤيتها فى الوقت الحالى، هى عمر الكون حين كان يبلغ 400 مليون سنة.

التليسكوبات العملاقة

التليسكوب هو الأداة الرئيسية المستخدمة فى علم الفلك. وفى السنوات العشرين الأخيرة، تم بناء تليسكوبات أكبر وأكثر فاعلية على الأرض، وقد وضع بعضها فى الفضاء. إن الغلاف الجوى للأرض يشوه غالبًا الضوء والإشعاعات الأخرى التى تمر خلاله من الفضاء. ومعظم التليسكوبات الضخمة تثبت على قمم الجبال العالية؛ بحيث يكون التشويه أقل ما يمكن.

ويمكن للتليسكوبات الضخمة أن تجمِّع ضوءًا أكثر، ومن ثم يمكنها أن ترى الأشياء والأجسام الأكثر شحوبًا والتى تبعد مسافات كبيرة عن الأرض. وأضخم تليسكوب بصرى فى العالم هو تليسكوب «كيك 2». وقد تم بناؤه فى عام 1996 وله مرآة يزيد سمكها عن 9.8 متر. إن «كيك 2» وأخاه الأصغر قليلاً «كيك 1»، موضوعان على قمة جبل كيه فى هاواى، ويبلغ ارتفاع هذا الجبل 4200 متر فوق مستوى سطح البحر. وتتكون المرآتان فى كل من «كيك 1» و «كيك 2» من العشرات من القطاعات سداسية الأضلاع مرتبة على شكل خلية نحل دائرية. فى النصف الجنوبى من الكرة الأرضية، يربط المرصد الأوروبى الجنوبى أربعة تليسكوبات 8.2 متر منفصلة. وهذه التليسكوبات تعمل كتليسكوب واحد ضخم يعرف باسم التليسكوب الضخم جدًّا. وهذا التليسكوب الضخم جدًّا، الموضوع فى جبال أنديس فى شيلى، يمكن أن يرى أبعد من أى تليسكوب آخر على وجه الأرض.

وأضخم تليسكوب فى الفضاء هو تليسكوب الفضاء هوبل، وهو يدور حول الأرض منذ عام 1990. وبه مرآة يبلغ سمكها 2.4 متر تقريبًا. ويستخدم آلتَين للتصوير لتجميع صور الأجسام الموجودة فى الفضاء. وترسل تلك الصور بعد ذلك إلى الأرض. وبمجرد إطلاق تليسكوب الفضاء هوبل بواسطة مكوك الفضاء، اكتشف علماء الفلك وجود مشكلة فى المرآة الكبيرة المقوسة فى التليسكوب. وقد قام رواد الفضاء بتركيب أداة فى عام 1993 ليعمل التليسكوب بشكل صحيح مرة أخرى.

وسوف يتم إطلاق تليسكوب فضاء آخر فى عام 2011. وسوف يكون لتليسكوب الفضاء جيمس ويب مرآة أصغر قليلاً من مرآة تليسكوب الفضاء هوبل، لكنه سوف يجهز بأدوات حساسة جدًّا لاكتشاف المادة الخفية المعتمة فى الكون.

علم الفلك الإشعاعى

تبدو التليسكوبات الإشعاعية مختلفة تمامًا عن تلك التى تقوم بتحديد الضوء أو الأنواع الأخرى من الأشعة. والتليسكوبات الإشعاعية ليست سوى هوائى طويل جدًّا أو طبق استقبال كبير.

هل تعلم؟

إن أشباه النجوم هى أكثر الأجسام سطوعًا فى الكون. ويبلغ حجم بعضها أكثر من حجم مجرة درب اللبانة بمائة مرة. وتأتى كل هذه الطاقة من منطقة يبلغ حجمها حوالى ضعف حجم المجموعة الشمسية. ويعتقد علماء الفلك أن أشباه النجوم عبارة عن مجرات صغيرة فى العمر؛ حيث يوجد ثقب أسود فى مركزها. ويمكن أن يحتوى هذا الثقب مادة تزيد 100 مليون مرة عما تحتويه الشمس. ولا يوجد أشباه نجوم بالقرب من درب اللبانة. إنها ترى فقط على مسافات بعيدة؛ ربما لأن أشباه النجوم توجد فقط فى السنوات الأولى من عمر الكون. وقد ماتت كلها الآن.

www.ibtesama.com/vb

ويمكن لها أن تلتقط الموجات الإشعاعية من النجوم، ويحول الكمبيوتر هذه الإشارات بعد ذلك إلى صور. وآخر تطور فى علم الفلك الإشعاعى هو الربط بين التليسكوبات الإشعاعية حول العالم. وينتج عن ذلك أن تعمل هذه التليسكوبات وكأنها تليسكوب إشعاعى واحد هائل، يمكن أن يقوم بتسجيل أدق التفاصيل عن الأجسام البعيدة. ومن بين الأشياء التى تمت دراستها بهذه الطريقة الثقوب السود العملاقة فى مراكز المجرات.

الضوء الذى لا يُرَى

يتم تصميم تليسكوبات أخرى لتحديد الأنواع الأخرى من الأشعة المنبعثة من الفضاء، مثل أشعة X وجاما. وأشعة جاما، هى أكثر الأشعات الكهرومغناطيسية نشاطًا. إنها تتكون فى الأحداث القوية مثل انفجارات النجم المتفجر الأعظم (السوبر نوفا) وفى الأجسام النشطة مثل الثقوب السود وأشباه النجوم. ولا تصل إلى الأرض إلا كميات قليلة من أشعة جاما، ولذا وضعت تليسكوبات أشعة جاما فى الفضاء. وكان مرصد كومبتون، فى عام 1991، أول تليسكوب فضاء تم تصميمه لتحديد أشعة جاما. وقد بدأ، بمجرد وضعه فى مداره، فى دراسة أشياء من قبيل النجوم النيترونية والأحداث الغامضة التى تعرف باسم انفجارات أشعة جاما.

وكان القمر الصناعى الأوروبى «روسات» يدرس أشعة X والأشعة فوق البنفسجية عالية الطاقة. ويتم حجز أطوال هذه الموجات بواسطة الغلاف الجوى، كما فى حالة أشعة جاما. وقد قام القمر الصناعى الأوروبى، الذى تم إطلاقه فى عام 1990، بعمل أول مسح شامل للسماء على أطوال هذه الموجات. ويقوم التليسكوبان اللذان تم وضعهما عليه بدراسة موضوعات مهمة، مثل مجرات سيفرت. وتوجد فى مركز هذه الأجسام غير المألوفة أشياء براقة.

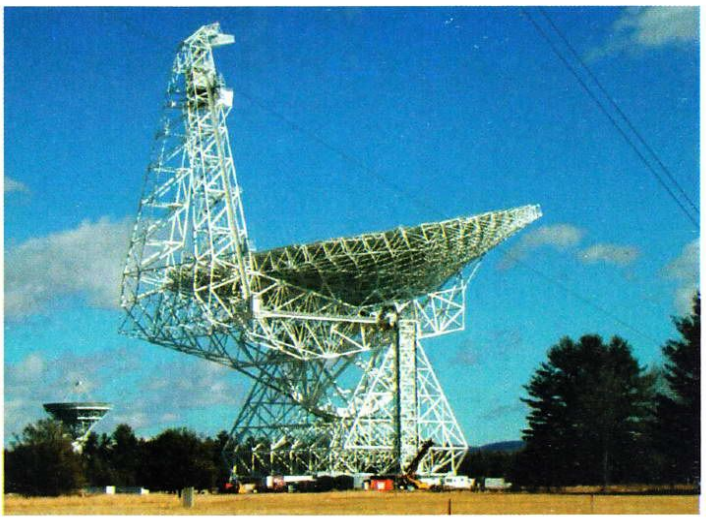
الرسائل الفضائية

إن الكواكب، على عكس النجوم، يمكن أن تقوم بزيارتها مسابر فضائية يتم إرسالها من الأرض لكى تقوم بجمع صور ومعلومات عن مجالات الجاذبية والمجالات المغناطيسية لهذه الكواكب. وتحلق مسابر الفضاء الآن خلف كل كوكب رئيسى فى مجموعتنا الشمسية باستثناء كوكب بلوتو.

وقد هبطت المسابر بالفعل على أرض أقرب كوكبين إلى الأرض، المريخ والزهرة، بنجاح محدود. وتشبه هذه الكواكب الصخرية الأرض من نواحٍ كثيرة. وقد تمت زيارة المريخ منذ فترة قصيرة بواسطة سفينتين فضائيتين أطلقتهما الهيئة الوطنية الأمريكية للطيران والفضاء (المعروفة اختصارًا باسم ناسا)، وقد قامتا بدراسة مكونات الصخور وبحثتا عن دليل على وجود المياه.

وأقرب الكواكب إلى الأرض هو الزهرة، وزيارته أصعب بكثير؛ بسبب الأمطار الحمضية ودرجات الحرارة المرتفعة جدًّا. وقد هبطت على سطحه عدة مركبات فضاء سوفييتية فى سبعينيات القرن العشرين وثمانينياته، لكنها لم تبق طويلاً. وفى عام 1990، سارت مركبة الفضاء «ماجلان» فى مدار حول الزهرة. وكان الغرض من ذلك رسم خريطة دقيقة لسطح الزهرة باستخدام رادار للرؤية عبر السحب الكثيفة المحيطة بالكوكب. وقد وضحت صور الرادار أن السهول الصخرية المتحجرة الواسعة تغطى ثلثى سطح الكوكب، الذى توجد عليه الكثير من البراكين النشطة.

وتركز معظم الأبحاث الحديثة عن المجموعة الشمسية على حزام كويبر، وهو مجال يتكون من أجسام ضخمة من الصخور والجليد، ويقع هذا المجال خلف مدار بلوتو. ويعتقد علماء الفلك أن الكثير من المُذَنَّبات تأتى من حزام كويبر، ويؤمن البعض بأن بلوتو كان يقع ضمن هذا الحزام ذات يوم قبل أن يُدفع إلى مداره الحالى. وفى عام 2004، تم اكتشاف جسم ضخم فى حزام كويبر. وقد أطلق على هذا الجسم اسم «سِدْنَا»، ومن المحتمل أن يكون أصغر قليلاً من بلوتو. وقد وصف الكثير من علماء الفلك «سِدْنَا» بالكوكب العاشر.



يلتقط هذا التليسكوب الإشعاعى الموجات الإشعاعية القادمة من منطقة معينة من السماء. ويعمل هذا التليسكوب بالطريقة نفسها التى يعمل بها هوائى الطبق الهوائى الذى يلتقط الاتصالات عن بعد.

www.ibtesama.com/vb

www.ibtesama.com/vb

ISBN 977-304-286-3
9 789773 042868

© Elias Modern Publishing House

ELIAS
الياس
دار الياس العصرية للطباعة والنشر

www.ibtesama.com/vb

www.ibtesama.com/vb