

الاختراعات والاكتشافات

علم الفلك

بول أ. كوباسا

نقله إلى العربية
خليل يوسف سميرين

Original Title
INVENTIONS AND DISCOVERIES
Astronomy

Author:
By World Book Inc.

Copyright © 2009 World Book, Inc

ISBN-13: 978-0-7166-0387-0

All rights reserved. Authorized translation from the English language edition

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

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

© **العبيكان** 2012 _ 1433

شركة البيكان للتعليم، 1435هـ

فهرسة مكتبة الملك فهد الوطنية أثناء النشر

كوباسا، بول

الاختراعات والاكتشافات: علم الفلك / بول أ. كوباسا؛ خليل يوسف سميرين.

- الرياض 1435هـ

48 ص؛ 20×28 سم

ردمك: 6 - 614 - 503 - 603 - 978

1 - الكشوف العلمية 2 - الفلك خليل يوسف سميرين (مترجم) ب - العنوان

رقم الإيداع: 1095 / 1435

ديوي: 522

الطبعة العربية الأولى 1437هـ - 2016م

الناشر **العبيكان** للنشر

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

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

موقعنا على الإنترنت

www.obeikanpublishing.com

متجر **العبيكان** على أبل

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

امتياز التوزيع شركة مكتبة **العبيكان**

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

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



4	مقدمة
6	المجموعات النجمية
8	التقويم الحجري
10	الساعة الشمسية (المزولة الشمسية)
12	الأرض كروية
14	النجوم المرشدة
16	التقويم الحديث
18	التيليسكوب (المقرب)
20	النظام الشمسي
22	القُبب السماوية
24	قانون الجاذبية
26	الكوكب السابع: أورانوس
28	فهرس ميسييه
30	الكوكب الثامن: نبتون
32	الثقوب السوداء
34	مناطق التوقيت
36	الزمن الذري
38	هبوط أول إنسان على القمر
40	تيليسكوب هابل الفضائي
42	تعريف الكوكب
44	تواريخ مهمة في علم الفلك
45	مسرد المصطلحات
47	مصادر إضافية

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

ما الاختراع؟

الصيد بطريقة أفضل. وقد أدى اختراع أساليب الزراعة الحديثة لاحقاً إلى استقرار الناس في مكان واحد بدلاً من الترحال المستمر سعياً للحصول على الكلاً والماء. بعدئذٍ، أنشأ الناس القرى، وابتكروا وسائل انتقال بينها، وما زالت الاختراعات حتى يومنا هذا تسهم في تغيير نمط عيشنا.

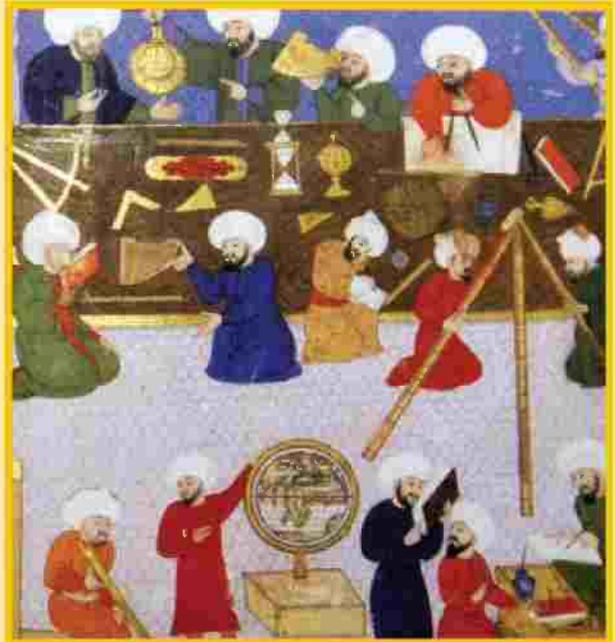
ما علم الفلك؟

بحث الإنسان منذ أقدم الأزمان في السماء للحصول على إجابات تفسّر سرّ وجودنا، وعن أجوبة لأسرار عالمنا الطبيعي. وقبل اكتشاف المنظار (التيليسكوب)، وقبل البدء برحلات اكتشاف الفضاء، وقبل التقدم العلمي الحديث، روى لنا القدماء قصصاً عن الشمس، والقمر، والنجوم. فقد اكتشفوا دورة القمر، وتفحصوا مواقع النجوم كذلك، ولاحظ الفلكيون الأوائل أيضاً أنماط تجمّعات النجوم التي تشبه الحيوانات، والأشخاص، والأشياء أيضاً، وقد أصبحت القصص التي رووها لتفسير تلك الأشكال أساطير يتناقلونها جيلاً إثر جيل.

الاختراع صنع أداة جديدة، أو منتج جديد، أو طريقة جديدة لصناعة شيء ما. تغيّر الاختراعات طريقة عيش الناس؛ فقبل اختراع السيارة، كان الناس يرتحلون على ظهور الخيل وغيرها من الحيوانات. وقبل اختراع المصباح الكهربائي، اعتمد الناس على الشموع وغيرها من المصادر المشابهة للحصول على الضوء.

اختراع الفلكيون
الأوائل أدوات كثيرة
لتساعدهم على
دراسة الأجرام
السماوية.

وقد ساعد اختراع القوس والسهم قبل مليوني سنة تقريباً الناس على



نظرة عن قرب

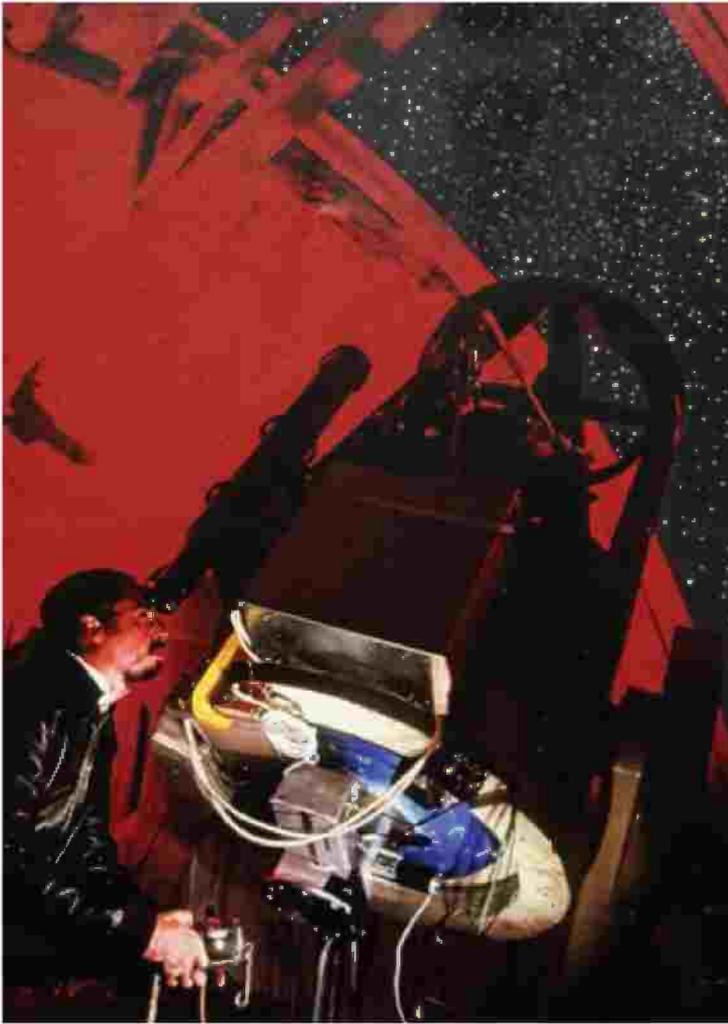
تبعد النجوم والمجرات بلايين الأميال عن الأرض، حتى إن الفلكيين استعملوا السنة الضوئية لقياس المسافة بينها وبين الأرض. والسنة الضوئية هي المسافة التي يقطعها الضوء في سنة من الزمن، وهذا يعني أن مثل هذه المسافات بعيدة جداً، إذا علمنا أن المسافة التي يقطعها الضوء في الثانية الواحدة هي (186,282) ميلاً (299,792 كم)! فإذا كان أحد النجوم على بعد أربع سنوات ضوئية، عندها يكون الضوء الذي نراه قد ترك سطح النجم منذ أربع سنوات، وكذلك عندما ننظر إلى ضوء نجم يبعد عنا بليونَي سنة ضوئية، فهذا يعني أن عمر الضوء هو بليوناً سنة ضوئية؛ لذا فالنظر إلى النجم يشبه النظر إلى الوراء في الزمن.



▲ تساعدنا المناظير (التليسكوبات) مثل التليسكوب الظاهر إلى اليمين، الموجود في مرصد جامعة لوتيسنر في ولاية كاليفورنيا، على إلقاء نظرة على الكون من حولنا.

لقد أصبحت الملاحظات الفلكية التي لوحظت في وقت مبكر أسساً لعلم الفلك، وهو دراسة الكون الموجود خارج الأرض والأجرام الموجودة فيه.

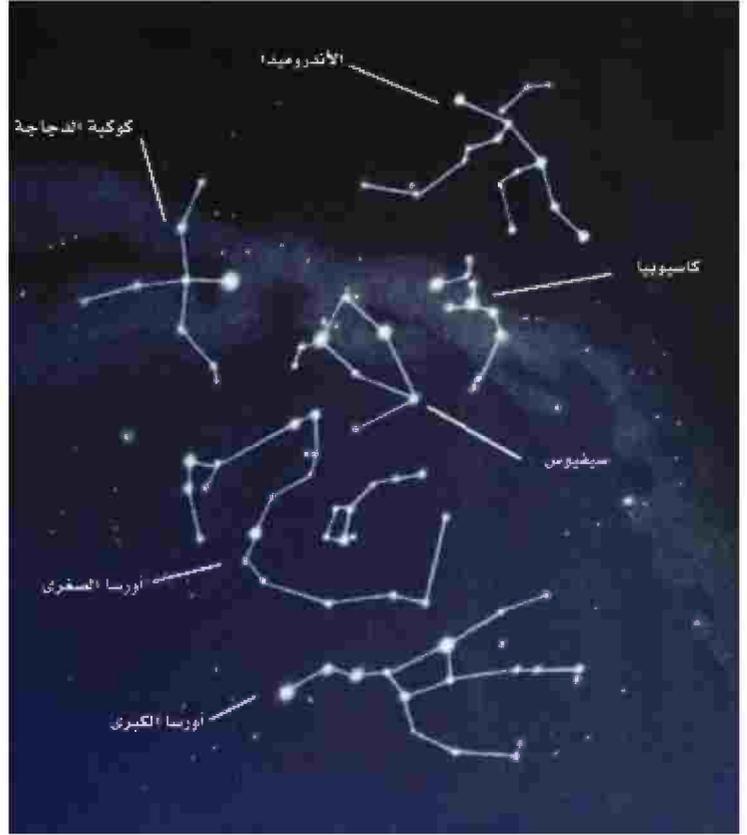
يستعمل الفلكيون في العصر الحديث التليسكوبات لمعرفة بُعد النجوم والمجرات عنا، ويدرسون أيضاً الكواكب والمذنبات (أجسام لامعة بها مراكز تشبه مراكز النجوم) لاكتشاف كيفية حركتها في النظام الشمسي، إضافة إلى أنهم يدرسون المجرات القديمة والحديثة، ويخمنون كيفية بدء الكون، إضافة إلى بحثهم في عمق الكون؛ كي يعودوا إلى بداية الزمن.



وقد أصبحت بعض النجوم والأبراج مرتبطة بمواقيت الزراعة وجني المحاصيل. وكان بعضها يشاهد في أوقات الصيف أو في أوقات الشتاء، أو عند حدوث فيضان النيل كما هو الحال في مصر القديمة.

وقد ابتدع اليونان القدماء نظاماً متكاملًا من الأبراج والخرافات، وكانوا أول من تعرّف معظم الأبراج التي تُشاهد وتُرى في نصف الكرة الشمالي من السماء. ونظرًا إلى أنه لم يكن باستطاعة اليونان القدماء مشاهدة نصف الكرة الجنوبي، فقد سمّى أناس آخرون الأبراج في ذلك الجزء من الكرة بأسماء خاصة، وجلّهم من المستكشفين الذين كانوا يبحرون في البحار الجنوبية أول مرة.

وقد جاءت أسماء الأبراج من أسماء أوقات السنة التي تظهر فيها، أو من الصور التي تتكوّن منها عند رؤيتها؛ فأبراج: الجدي (ماعز الماء)، والدلو (حامل الماء)، والحوت (السماك) جميعها تمثل الربع الرطب من السنة؛ أي أشهر يناير، وفبراير، ومارس، وهي الأشهر التي يكثر



لقد أمضى القدماء أوقاتًا طويلة وهم يحدقون في السماء ليلاً، ونتيجة لهذا الوقت الطويل من المشاهدة والملاحظة، لاحظوا عددًا كبيرًا من النجوم تلازم بعضها على صورة مجموعات أو أبراج. (مجموعة من النجوم التي إذا وُصلت خطوط بين مواقعها، فيتكوّن نمط مرئي مألوف). لقد راقب الناس عدد هذه المجموعات من النجوم والأبراج التي تظهر في أوقات مختلفة من السنة، وفي أماكن مختلفة من السماء.

▲ تساعد الأبراج الناس على التعرف إلى النجوم وملء السماء بالشخصيات الخرافية.

بطليموس

كان بطليموس (165-100 ق.م) عالمًا فلكيًا من علماء الإسكندرية في مصر، ومؤلف كتاب الماجستك، وهو أقدم كتاب فلكي مازال موجودًا. ويحتوي على خرائط وفهارس دقيقة للكواكب والنجوم، إضافة إلى قائمة تضم ثمانية وأربعين برجًا من أبراج السماء. تناول جوهر نظام بطليموس فكرة أن الأرض هي مركز الكون، لذا سُمي (بالجيوسنترك)، ومعناه أن مركزه الأرض، وقد بقي الاعتقاد أن هذه الفرضية صحيحة حتى نهاية القرن الخامس عشر وبداية القرن السادس عشر، عندما طور العالم الفلكي البولندي نيكولاس كوبرنيكس، نظريته التي تقول إن الأرض هي التي تدور حول الشمس، وليست الشمس هي التي تدور حول الأرض.



شعوب الإنكا والسكان الأصليون في أستراليا - على سبيل المثال - أبراجهم اعتماداً على السديم المظلم (سحب الفضاء التي تتكون من الغبار والغازات)، إضافة إلى الكواكب والنجوم؛ (فالإيمو) هي سحابة سوداء تمتد عبر نجوم كوكبة الصليب الجنوبي.

فيها سقوط المطر والثلوج. وإذا وصلت بين نقط هذه النجوم، فستحصل على الصور التي تمثلها تمامًا.

لقد ابتكر الناس في العالم أبراجهم الشخصية، وابتكروا أيضًا أنظمة علم التنجيم المخصوص بهم؛ فقد بنى

السديم؛ ولادة نجم أو موته.



وخمسون حفرة ضمن الحافة الداخلية للموقع، وتتبع الناس القدماء دورة القمر المكونة من ثمانية وعشرين يوماً، عن طريق تحريك عمود من الخشب مرتين في اليوم، وكان بالإمكان أيضاً استعمال هذه الحفر الداخلية للتنبؤ بأوقات حدوث خسوف القمر وكسوف الشمس.

في عام 2600 ق.م. أضيفت دائرة صغيرة من الحجارة البركانية في وسط الموقع تُدعى (الحجارة الزرقاء)، وفي وقت لاحق، أقام البنائون دائرة خارجية من الحجارة الضخمة الرمادية

أنشأ كثير من الحضارات القديمة تقاويم مبنية على النجوم، والشمس، والقمر، وقد اشتهرت شعوب (المايا)، والمصريون القدماء، والرومان القدماء، بتقاويمهم التي ابتكروها. وعلى الرغم من ذلك، فقد يكون سهل سالزبري في (إنجلترا) مهدياً لأشهر التقاويم على الإطلاق (التقويم الحجري (ستونهنج)).

يُعتقد أنه في عام 3100 ق.م. تقريباً، احتفل بالبدء بإنشاء موقع (ستونهنج) بحفر حفرة دائرية في موقع منخفض من الأرض؛ فقد حُفرت



يمثل هذا الرسم صعوبة إعادة بناء القناطر الحجرية (ستونهنج).

نظرة عن قرب

كان لشعب هنود (المايا) الذين عاشوا في أمريكا الوسطى وجنوب المكسيك، ثلاثة تقويم مختلفة، وكان أحدها تقويمًا شمسيًا يتألف من ثلاث مئة وخمسة وستين يومًا، كالتقويم الذي نستعمله الآن، وقد اعتمد على هذا التقويم في معرفة الأشياء التي تمس الحياة اليومية لعامة الناس، مثل: المطر، وفصول الجفاف، وأوقات زراعة المحاصيل وجمعها. في حين كان للتقويم الثاني صفة كتاب مقدس لديهم يعرفون عن طريقه أمزجة آلهتهم. أما التقويم الثالث، فقد عُرف (بالعدّ الطويل)، وهو سجل متواصل لأحداث التاريخ منذ الحادي عشر من شهر آب من عام 3114 ق.م. ويُعدُّ هذا التاريخ الزمن الذي بُني فيه (ستونهنج) على وجه التقريب. وفي الواقع، يعدُّ هذا التاريخ لكثير من الحضارات نقطة بداياتها.

سُميت (سارسين)، وكان في الموقع فتحة عبر الدوائر جميعها تفتح في المكان الذي تسقط عليه الأشعة عند شروق شمس منتصف الصيف، وأشعة الغروب منتصف الشتاء. وعلى الرغم من أن (ستونهنج) مكان للتجمع العام، فإنه استعمل تقويمًا فلكيًا، أو مرصدًا فلكيًا أيضًا.

بدأ الناس الذين بنوا (ستونهنج) بداية بسيطة جدًا، وذلك بحفر الخندق بوساطة عظام الحيوانات، والحجارة، والأدوات الخشبية، ولكن التحدي الأكبر كان حمل الحجارة، إذ يُعتقد أن حجارة الدائرة الداخلية (الحجارة الزرقاء) جُلبت من جبال ويلز على بعد 245 ميلًا (395 كم) من الموقع. أما الحجارة الضخمة (سارسين)، فقد أُحضرت من موقع يبعد عن موقع البناء عشرين ميلًا (32 كم)، فكانت عملية جلب هذه الحجارة الضخمة من موقعها دون وجود العجلات، ثم رفعها إلى المكان الموجودة فيه مهمة صعبة للغاية.

ونظرًا إلى عدم توافر الكتابة في العصر الذي بُني فيه هذا البناء، فلا يعرف أحد على وجه اليقين سبب بناء (ستونهنج)، أو حتى من بناه، حيث تبين صعوبة القيام بهذا العمل الأهمية العظمى لوجوده؛ فقد بُني كثير من

الدوائر الحجرية والحلقات الحجرية، ولكن يبقى (ستونهنج) أضخمها وأكثرها إثارة للدهشة والإلهام.

تبقى آثار موقع
(ستونهنج) ذات جذب
سياحي.



الساعة الشمسية (المزولة الشمسية)

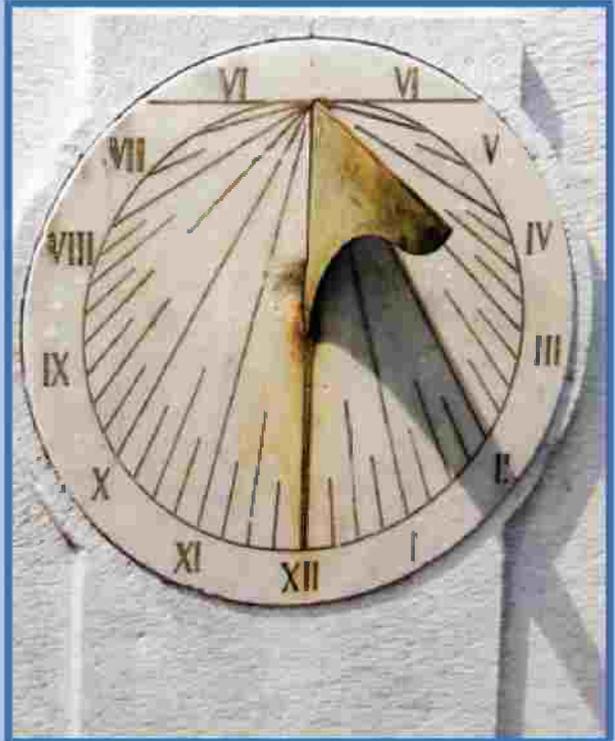
لقد كانت الساعات الأولى بسيطة جداً. فقد تألفت المزولة (الساعة الشمسية) من وجه مسطح، مقسم إلى اثني عشر قسمًا، إضافة إلى مؤشر مسطح ينتصب من وجه المزولة إلى الأعلى في الهواء، حيث تسقط أشعة الشمس في أثناء النهار على المؤشر، فيتكون له ظل، وعندما تتحرك الشمس في وسط السماء متجهة من الشرق نحو الغرب، يتحرك ظل مؤشر الساعة من أحد جانبي الساعة إلى الجانب الآخر مرورًا بالأقسام الاثني عشر، حيث يشير موضع الظل في القسم الأول إلى وقت شروق الشمس، في حين يشير موقع الظل في القسم الثاني عشر إلى وقت غروبها، وهذا يعني وجود اثني عشر مدة زمنية أو (ساعة) في النهار الواحد.

ولكن، للساعة الشمسية مشكلاتها؛ فأيام الصيف أطول من أيام الشتاء بكثير، إضافة إلى أن كمية أشعة الشمس تتفاوت بحسب مكانك فوق سطح الأرض؛ فطول النهار عند خط الاستواء يتغير بمقدار بسيط، ولكن كلما اقتربت من القطبين الشمالي أو الجنوبي، فإن التغير في طول النهار

على الرغم من أن التقويم يخبرك بأوقات السنة، فإن الحاجة كانت ماسة إلى معرفة الوقت في اليوم الواحد. وعلى الرغم من أن أوقات شروق الشمس وغروبها كانت مؤشرات عامة على الوقت في النهار، فقد أصبح الناس مع تطور الحضارة في حاجة إلى معلومات أكثر تحديدًا عن الوقت.

لذا، طوّر البابليون القدماء؛ شعب ما بين النهرين، أو ما يُعرف اليوم بالعراق، قبل أربعة آلاف سنة الساعات الشمسية.

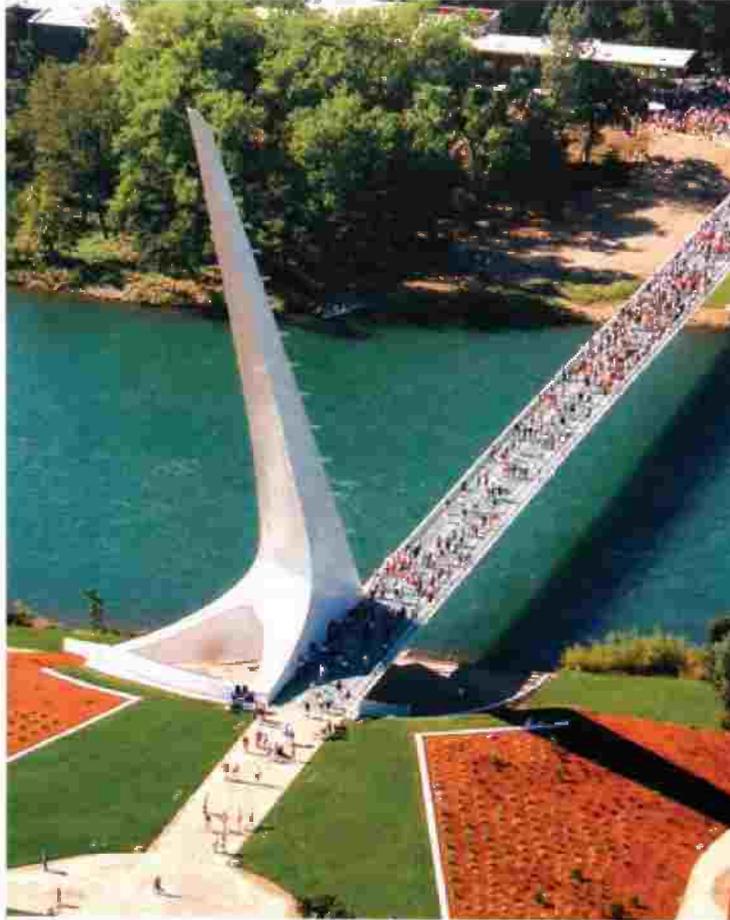
كانت الساعات الشمسية أول صور متابعة الوقت في النهار.



نظرة عن قُرب

قبل نحو ألف عام، طوّر الشعب الهندي (البيبلو) في مكان يعرف الآن بالولايات الأمريكية الجنوبية، ساعة شمسية فريدة من نوعها تعرف بـ (خنجر الشمس)، وهو خنجر مبني فوق صخرة تقع على قمة جبل (فجادا بيوت) الواقع في وادي (شاكو)، وقد حُفرت على الصخرة أشكال لولبية، ووُضعت أمام الساعة ثلاث قطع عمودية من الحجارة كانت تتسبب في تكون خنجر من الضّوء في أماكن معينة على الشكل اللولبي تبعاً للوقت من السنة، وقد استعمل الشعب الهندي خنجر الشمس؛ لتتبع تغيُّر الفصول، ولمساعدتهم على التحضير لزراعة المحاصيل، واستعملت هذه الساعة أيضًا؛ لتتبع أوقات الفصول المحددة التي يجب أن تُقام فيها الاحتفالات.

السنة. وقد كانت هذه الساعات الشمسية دقيقة لدرجة أن الناس استعملوها لضبط ساعاتهم الميكانيكية.



يصبح كبيرًا جدًا، ويُعزى السبب في هذا إلى كروية الأرض، وإلى ميلان محورها، وكذلك إلى حركتها المستمرة حول الشمس.

وللتعامل مع هذه القضايا، صُنعت مؤشرات الساعات الشمسية لاحقًا مائلة بزاوية محدّدة تتوافق مع خط عرض المكان، ثمّ إن قراءة الوقت كانت تحدث ضمن (ساعات مؤقتة) تتغيّر مع تغيُّر الفصول.

وعندما اختُرعت الساعات الميكانيكية عام 1300 ب.م، تعلّم الناس كيفية صنع ساعات شمسية تقيس الساعات بأوقات متساوية (ساعات متساوية)، مهما كان الوقت من

مِرْزُولة جسر المِرْزُولة: مِرْزُولة
حديثة تقع على نهر سكرمنتو في

كاليفورنيا.

اعتقد الناس في الزمن الغابر أن الأرض مسطحة، وظنَّ بعضهم أن الأرض قرصٌ ضخمٌ يعوم فوق سطح المحيط. ولكن الفيلسوف اليوناني أرسطو اعتقد في عام 300 ق.م. أن الأرض غير مسطحة؛ ففي حين كان يراقب خسوف القمر، شاهد أن ظلَّ الأرض على القمر يشبه الدائرة، واعتمادًا على هذه المُشاهدة، استنتج أن الأرض يجب أن تكون كرة عملاقة.

تتابعت بعد ذلك البراهين الداعمة لهذا الرأي؛ فقد لاحظ البحارة أنهم يستطيعون رؤية أعلى السفينة عند الأفق، وهذا يعني أن البحر يجب أن يتحدَّب عند سطح الكرة الأرضية.



▲ اكتشف الفلكيون أن الأرض كروية أول مرة قبل ألفي سنة.

نظرًا إلى كروية الأرض، فإن سكان نصف الكرة الشمالي يشاهدون نجومًا في السماء غير التي يشاهدها سكان نصف الكرة الجنوبي. ◀

تدور الأرض حول محورها مرة كل أربع وعشرين ساعة، وينتج من هذه الحركة الليل والنهار، عندما يكون أحد وجهي الأرض مقابلاً للشمس، والوجه الآخر بعيداً عنها بسبب دوران الأرض حول محورها، ويسبب دوران الأرض تسطحها عند القطبين وانبعاجها قليلاً عند خط الاستواء؛ لذا فإنه على الرغم من كروية الأرض، فإنها ليست كرة مستديرة تماماً.

فقد عبّر كرسطوفر كولومبوس في هذه المدة المحيط الأطلسي، في حين دار فيرديناند ماجلان حول العالم.

وفي عام 1969م، هبط رائدا الفضاء الأمريكيان نيل أرمسترونج وبوز ألدرين على سطح القمر، والتقطا صوراً للأرض تبين كيف تبدو من الفضاء كرة جميلة، زرقاء مستديرة ككرة البلور.

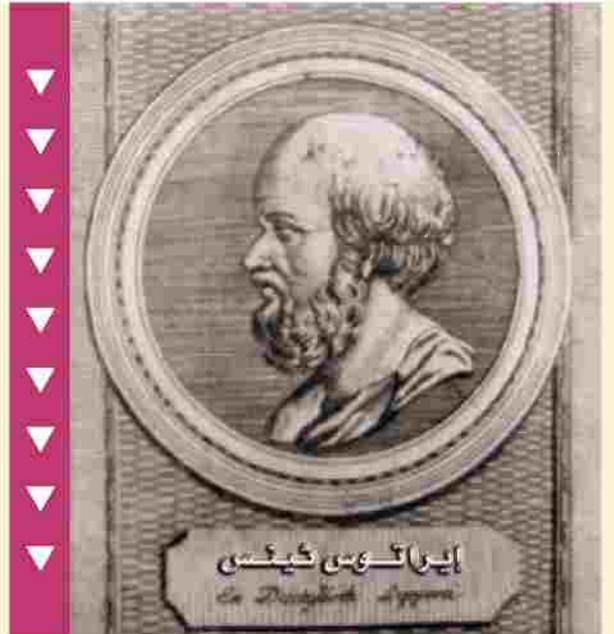
لاحظ الناس أيضاً أن طول ظلّ الأجسام يزداد كلما ابتعدنا عن خط الاستواء. إضافة إلى ذلك، فقد شوهدت أبراج مختلفة على طرفي خطّ الاستواء هذا.

وعلى الرغم من تقبّل معظم العلماء الذين جاؤوا بعد أرسطو فكرة كروية الأرض، فإن آخرين أصروا على رفض الفكرة؛ فقد كان الشاعر والفيلسوف الروماني القديم لوقريطس غير قادر على تقبّل فكرة تمتع أحد جانبي الأرض بضوء النهار، في حين أن الجانب الآخر مظلم، وجادل بأن المحيط قادر على عكس الضوء خارج الأرض لو كانت كروية بدلاً من أن تكون مسطحة.

وقد فتحت فكرة كروية الأرض الباب على مصراعيه أمام عصر الاكتشافات الأوروبية العظيمة التي بدأت في القرن الخامس عشر.

إراطوستينيس

اعتماداً على فهمه الرياضي في قياس الظل، ابتكر إراطوستينيس (276-195 ق.م)، عالم الرياضيات اليوناني، طريقة لقياس محيط الأرض (المسافة الخارجية حول سطحها). وقد قدر محيطها فكان 24,235 ميلاً (39,002 كم)، وكان هذا التقدير دقيقاً جداً، حيث أثبتت القياسات الحديثة أن محيط الأرض عند خط الاستواء 24,901.55 ميلاً (40,075.16 كم)، وإضافة إلى ذلك، أدخل إراطوستينيس نظام خطوط الطول والعرض.



وكان البحارة يعرفون وجهة سفرهم بمجرد النظر إلى السماء، ولكن عندما بدأ الناس باكتشاف المحيطات بصورة أكثر عمقًا، أصبحوا في حاجة إلى قياسات أكثر دقة من قبل.

لذا، بدأ الملاحون عام 130 ق.م باستخدام أداة تُدعى الاسطرلاب في قياس بُعدِ النجوم عن الأفق بدقة كل ليلة.

وقد أصبحت هذه الأداة مفيدة جدًا لملاحي المحيطات الذين استعملوها لقياس بُعدِ النجوم وأماكنها، ثم مقارنة مواقعها بالخرائط المرسومة؛ من أجل معرفة خطوط العرض التي هم بالقرب

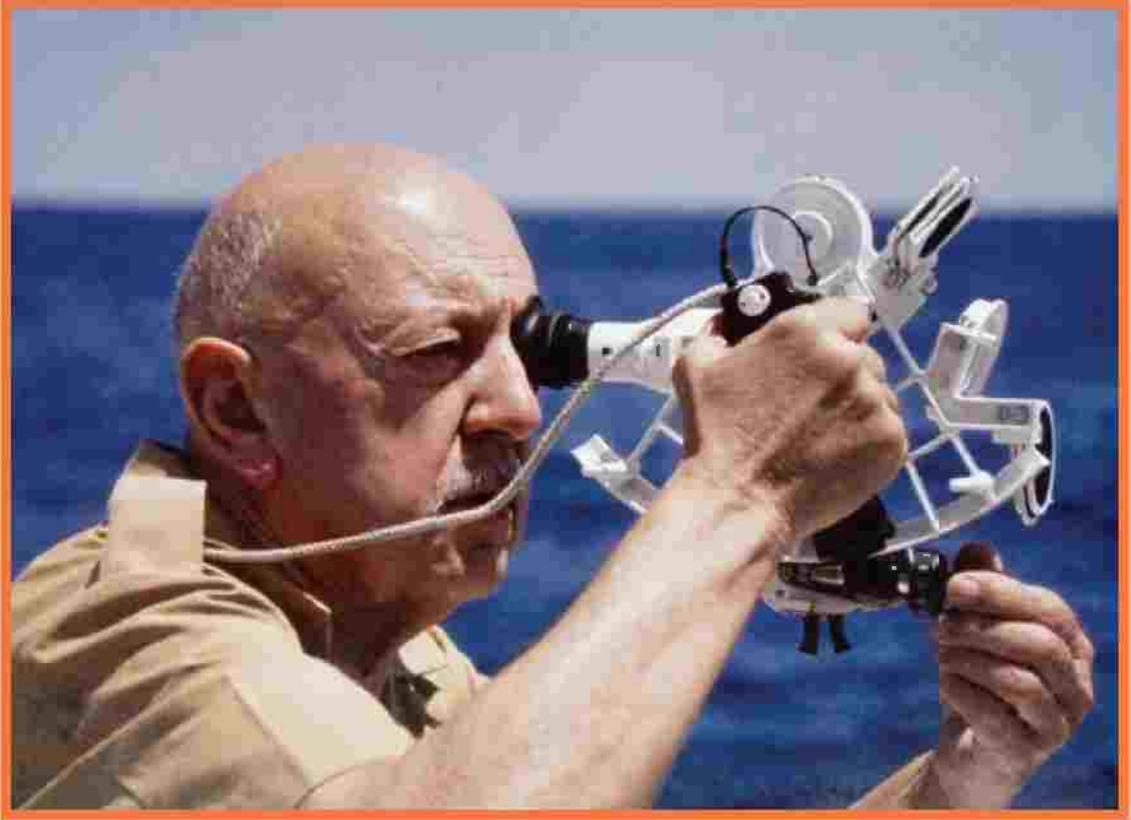
لقد أصبحت النجوم وأنماطها وحركاتها مألوفة لدى الناس بعد أن أمضوا آلاف السنين في دراستها؛ فعلى سبيل المثال، بولاريس- أو النجم المعروف باسم نجم الشمال أو النجم القطبي، لم يُشاهد متحركًا من مكانه في السماء على الرغم من أن النجوم الأخرى جميعها متحركة، وبناءً على هذه الحقيقة، فإن الناس يواجهون الشمال عندما يواجهون بولاريس.

أصبحت هذه المعرفة مفيدة للناس عندما رسموا الخرائط للأرض التي اكتشفوها في أثناء رحلاتهم البحرية،

تبين اللوحة الخشبية التي نُحتت عام 1575م الملاحين يستخدمون النجوم في الإبحار في المحيطات والبحار.

يوجد على وجه الاسطرلاب خريطة للنجوم تماثل مواقعها في السماء.





▲ تقيس آلة السُّدس
بُعْدَ النجوم عن الأفق
وزاوية ميلانها.

تعدُّ ملاحاة الأجرام السماوية أسلوباً لمعرفة الموقع والاتجاه عن طريق قياس زوايا ارتفاع الأجسام السماوية عن الأفق، مثل القمر والنجوم، وقد سجلت إحداثيات هذه الأجسام السماوية في كتب تعرف باسم (المناك) أو التقويم.

بقيت آلة السُّدس أهم آلة ملاحية حتى منتصف 1900م. أما الآن، فإن البحَّارة والملاحين يستطيعون استعمال أدوات إلكترونية تستخدم موجات (الراديو) لمعرفة طرقهم.

منها. وقد استمر الملاحون باستعمال الاسطرلاب؛ لإرشاد سفنهم في رحلاتهم حول العالم مدة ألف وثمان مئة سنة.

وفي عام 1757م تقريباً، اخترع جون كامبل من البحرية الملكية البريطانية، آلة تدعى (ذات السُّدس)، التي اعتمدت على أعمال الملاحين والبحَّارة الأوائل، حيث تستخدم هذه الآلة الزوايا في قياس المسافة بين نقطتين، مثل المسافة بين الشمس والأفق.

ويمكن استعمالها أيضاً لمعرفة خطِّ عرض المكان، وخط الطول أيضاً إذا توافر وجود ساعة دقيقة.

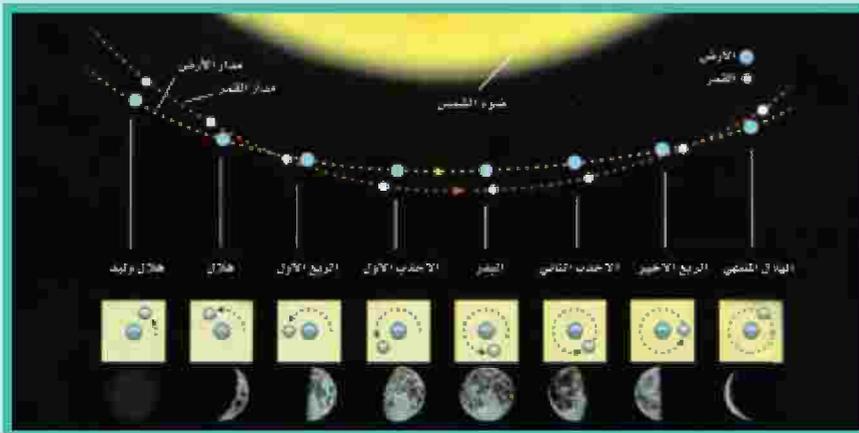
طول بعض السنوات 12 شهرًا، وسنوات أخرى 13 شهرًا.

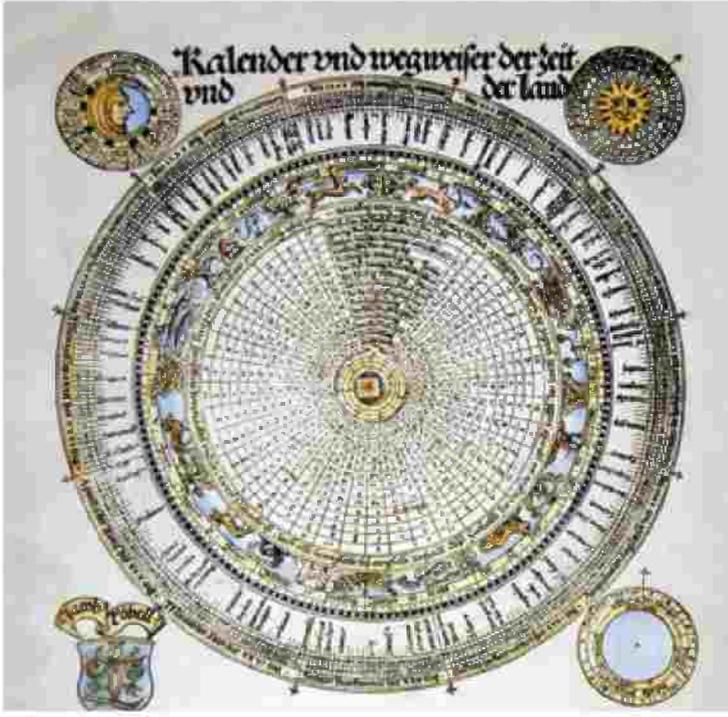
وفي عام 46 ق.م اقترح القائد الروماني يوليوس قيصر التقويم الجولياني (التقويم الشرقي)، ويعود السبب في ذلك إلى أن التقاويم القديمة لا تتناسب مع الفصول، لدرجة أن بداية أشهر الشتاء وفقًا لهذه التقاويم هي شهر أيلول، وبداية أشهر الخريف عندما تكون الأيام أطول ما يمكن في الصيف؛ لذا عمل يوليوس مع الفلكيين لحل هذه المعضلة.

ونتيجة لعملهم، فقد اقترح تقويم جديد، تكون فيه أيام بعض الشهور ثلاثين يومًا، في حين تكون أيام الشهور الأخرى إحدى وثلاثين يومًا، باستثناء شهر فبراير الذي ستكون عدد أيامه تسعة وعشرين يومًا، ولكنها تصبح ثلاثين يومًا كل أربع سنوات،

بقي الناس قرونًا طويلة يتتبعون الأيام والشهور والسنين معتمدين على دورات القمر المعتادة؛ فالشهر القمري هو المدة الزمنية من ظهور القمر بدراً حتى ظهوره بدراً مرة أخرى، وتمتد هذه المدة تسعة وعشرين يومًا ونصف يوم. وعليه، فإن مدة اثني عشر شهرًا قمريًا تساوي ثلاث مئة وأربعة وخمسين يومًا، ولكن هذه المدة تقل عن السنة الشمسية – التي تمتد إلى ثلاث مئة وخمسة وستين يومًا، و5 ساعات، وثمانين وأربعين دقيقة، وست وأربعين ثانية – بمقدار أحد عشر يومًا؛ لذا فقد سبب هذا الفرق إرباكًا كبيرًا، ومن ثم لم تعد الشهور القمرية الاثنا عشر متناسقة مع ظهور الفصول. ولتفادي هذه المعضلة، اقترح بعض الناس أن يكون

تبين مراحل القمر موقعه من الأرض والشمس. استعمل الناس مراحل القمر هذه لابتكار التقاويم الأولى.





▲ **طُبِعَ التقويم الجولياني على هذه المطبوعة الألمانية سنة 1520م.**

الشمسية الفعلية بمقدار (0.53) ثانية كل (100) سنة.

وتشمل التقاويم المستخدمة في هذه الأيام كلاً من التقويم: الصيني، والإسلامي، والعبري، إضافة إلى أن كثيراً من الحضارات الأخرى تحتفظ بتقاويم خاصة لاحتفالاتها الدينية والثقافية.

وستكون عدد أيامه ثلاثين يوماً عند أول سنة كبيسة. وعلى الرغم من أن عدد أيام سنة 46 ق.م كان أربع مئة وخمسة وأربعين يوماً، فإن عدد أيام السنة التي تليها ستسير بحسب التقويم الجديد، وقد حُذِفَ لاحقاً يوم واحد من شهر فبراير، وأضيف إلى شهر أغسطس.

اعتمد الناس التقويم الجولياني مدة تزيد على ألف وست مئة سنة. لقد كان التقويم دقيقاً، لكنه ليس وافيًا، والسبب في ذلك يعود إلى أن السنة الجوليانية ثلاث مئة وخمسة وستون يوماً فقط، وهذا يعني أنها أطول من السنة الشمسية الفعلية بمقدار إحدى عشرة دقيقة وأربع عشرة ثانية، وبعد مرور ألف وست مئة سنة على اتباع هذا التقويم، تراكمت هذه الدقائق والثواني ليصبح مجموعها عشرة أيام أكثر من الواقع.

في عام 1582م قام البابا جريجوري الثامن بإنقاص عشرة أيام من شهر أكتوبر من ذلك العام، لينتقل التاريخ من 4 أكتوبر إلى 15 من الشهر نفسه، ولتجنب الحاجة إلى القيام بهذا التصحيح مرة أخرى، فقد قرر إضافة يوم واحد لشهر فبراير في أي سنة تقبل القسمة على 400؛ فعلى سبيل المثال: أضيف إضافة يوم إلى شهر فبراير في سنتي ألف وست مئة وألفين.

يعدُّ التقويم الجريجوري دقيقاً لدرجة أن سنة التقويم تختلف عن السنة

سُمِّي الشهر يوليو نسبة إلى جولوس سيزر، في حين سُمِّي الشهر أوجست نسبة إلى الإمبراطور أوجستين، أول إمبراطور روماني. ونظراً إلى أنه استخدم شهر أوجستس في تصحيح السنة الجوليانية، فقد تقرر أن يكون عدد أيام الشهرين يوليو وأوجستس متساوياً، وقد أخذ اليوم الإضافي في شهر أوجستس من شهر فبراير ليصبح عدد أيام شهر فبراير ثمانية وعشرين يوماً بدلاً من تسعة وعشرين كما كان في السابق.

عرض جاليليو لاحقًا تليسكوبات أقوى بثمانى مرات من العين البشرية. وبحلول خريف عام 1609م، كان يتفحص السماء، ويدرس أجرامها بتليسكوب يجعل الأشياء تبدو أكبر من حقيقتها بعشرين مرة، وقد كان أول من رأى حفر القمر وسطحه الخشن، وكان أيضًا أول من اكتشف أقمار المشتري الأربعة الكبرى، إضافة إلى اكتشافه حلقات كوكب زحل.



تطورت تقنيات صناعة التليسكوبات بسرعة كبيرة؛ حيث صنع السير إسحق نيوتن، العالم الإنجليزي عام 1668م التليسكوب العاكس الذي يستعمل المرايا العاكسة بدلًا من العدسات؛ لذا تكون صور التليسكوب العاكس أوضح بكثير من التليسكوب الكاسر؛ لأن الضوء لا يحتاج إلى المرور من خلال مجموعة من العدسات الزجاجية السميكة. وتتكوّن الصور ببساطة من انعكاس الضوء من سطح مرآة مقعرة ليكون صورة مكبرة داخل التليسكوب، ومن ثم تُرى الصورة من خلال العدسة العينية، التي تعمل على تكبير الصورة مرة أخرى.

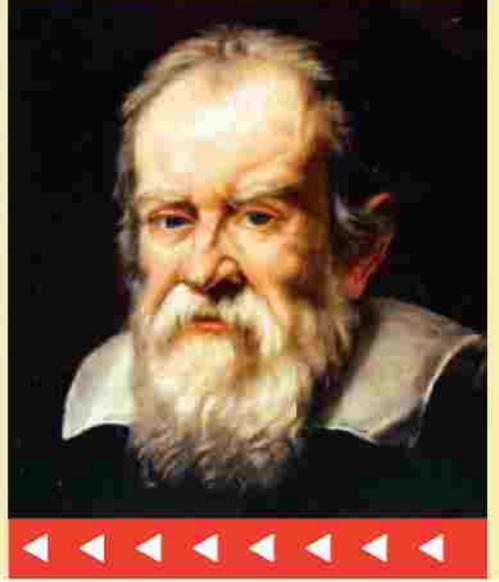
من المحتمل أن يكون صانع النظارات الهولندي هانز ليرشيه هو من صنع أول تليسكوب عام 1608م. ويُعتقد أنه وضع عدستين زجاجيتين في طرفي أنبوب، وعندما نظر من خلالهما، اكتشف أن بإمكانه رؤية الأشياء على مسافة تساوي ضعف المسافة التي يرى الأشياء بها من خلال عدسة واحدة، وكانت هذه الأداة أول منظار (تليسكوب) كاسر للضوء - وهو التليسكوب الذي يعمل على كسر الضوء أو انحنائه عندما يمرُّ من خلال عدسة زجاجية سميكة.

وبعد أقل من عام من هذا الحدث، صنع الفلكي الإيطالي جاليليو تليسكوبًا بثلاث عدسات، وأداره نحو السماء. ولدهشته لما رآه، فقد قرر البحث عن طرق أفضل لصناعة التليسكوبات.

▲ أجرى الفلكي الإيطالي كثيرًا من المشاهدات بواسطة التليسكوب؛ ومن ذلك اكتشاف حلقات كوكب زحل.

جاليليو جاليلي

كان الفلكي الإيطالي جاليليو جاليلي (1642 - 1564م) عالم رياضيات، وفيلسوفًا أكثر من دارس للكواكب والنجوم، لقد آمن أن كل شيء في الطبيعة يمكن قياسه رياضياً. وبسبب أعماله، فقد اعتمد العلماء التجربة لإثبات الحقائق الطبيعية، وأدت مراقبة جاليليو السماء ليلاً إلى الاعتقاد بأن الأرض ليست مركز الكون، ولكن هذا الاعتقاد كان مخالفاً لتعاليم الكنيسة الكاثوليكية في ذلك الوقت، ونتيجة لذلك فقد صدر بحقه عام 1633م حكماً بالسجن مدى الحياة بقرار من محكمة خاصة، تحاكم الناس الذين يخالفون تعاليم الكنيسة الكاثوليكية. وعلى الرغم من أن الأمر لم ينته بجاليليو في سجن فعلي، فإنه أمضى بقية حياته تحت الإقامة الجبرية في بيته خارج مدينة فلورانس الإيطالية.



والأشعة السينية؛ وسبب ذلك أن بعض الأجسام مثل الكوازارات ومصادر الطاقة الأخرى، تطلق هذه الأنواع من الأشعة بدلاً من الضوء المرئي؛ لذا نستطيع باستعمال التليسكوبات الراديوية سماع هذه الأجسام، والإحساس بها، وتسجيل حركاتها كما لو أننا نراها.

كانت التليسكوبات التي صنعها كل من جاليليو ونيوتن تليسكوبات بصرية؛ أي تليسكوبات تقرأ الضوء وتفسره مثل العين تماماً.

في الوقت الحاضر، تُصنع تليسكوبات لرؤية الأشياء التي لا تستطيع أعيننا رؤيتها، مثل: الموجات الراديوية

يحتوي
التليسكوب
البصري مرآة أو
عدسة تجمع الضوء
وتستخدمه في
تكوين الصورة.





الكواكب مرتبة من اليمين إلى اليسار: عطارد، الزهرة، الأرض، المريخ، المشتري، زحل، أورانوس، ونبتون.

▲ تبقى كواكب
نظامنا الشمسي
على استقامة واحدة
تحت تأثير الشمس
العملاقة.

مع الكون الذي وصفه الكتاب المقدس، عاقبت الكنيسة الكاثوليكية كل شخص حاول مخالفتها؛ ومن أمثلة ذلك: اعتقال جاليليو الذي دعم نظريات كوبرنيكس، وإجباره على القول: إن هذه الأفكار غير صحيحة.

لقد أصرت الكنيسة الكاثوليكية حتى بداية القرن السابع عشر على أن الأرض مركز الكون، وكل شيء آخر في الكون يدور حولها، ولكن الفلكيين أقاموا الدليل القاطع الذي يتنافى مع هذا الاعتقاد.

ومع نهاية القرن السادس عشر وبداية القرن السابع عشر، كان جوهانس كبلر العالم الرياضي والفلكي الألماني، يقوم بالأعمال نفسها التي كان جاليليو يقوم بها، ولكنه كان يحرص دائمًا على دعم استنتاجاته العلمية بحجج دينية لتجنب غضب الكنيسة، ونتيجة لذلك فقد واجه منها مقاومة أقل.

ومع بداية القرن السادس عشر، كان الفلكي نيكولاس كوبرنيكس أول من رأى أن الأرض والكواكب الأخرى تدور حول الشمس، ولكن ولتعارض هذه الفكرة

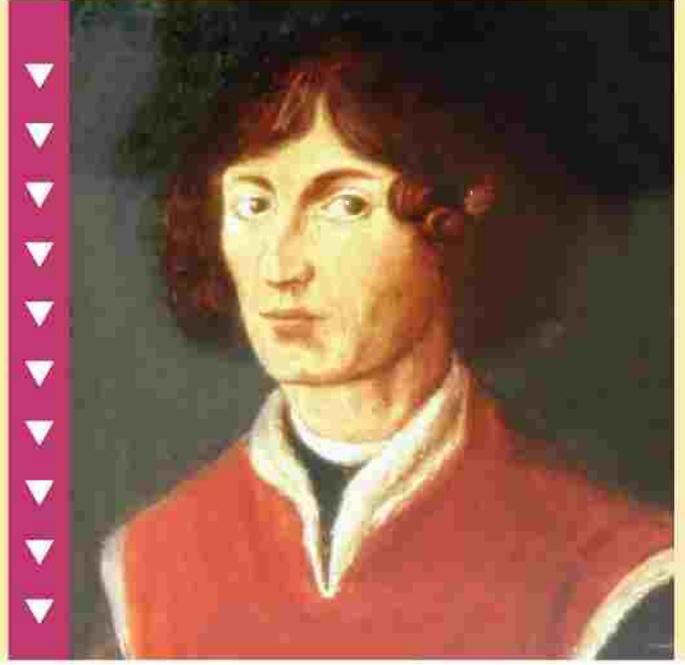


▶ يظهر في الصورة تايكو براه (يمين)، وجوهانس كبلر (يسار)، يشرحان النظام الشمسي.

نيكولاس كوبرنيكس

كان كوبرنيكس (1473-1543م) العالم الفلكي البولندي، أول من اقترح أن الأرض كوكب، وأن الكواكب تدور حول نجم كالشمس على سبيل المثال. وخمّن أيضًا أن الأرض تدور حول محورها مرة كل يوم، وقد كان تخمينه هذا صحيحًا.

ترعرع كوبرنيكس في عائلة ثرية تعمل في التجارة، وقد دُرّب ليصبح موظفًا ذا شأن في الكنيسة. وفي أثناء متابعة دراسته، أصبح شغوفًا بعلم الفلك، وكانت جهات نظره عن الكون تتعارض وأفكار الكنيسة، لكنها كوَّنت الأسس التي بُنيت عليها أفكار علماء الفلك اللاحقين.



المسلّم به اليوم أن الشمس هي مركز النظام الشمسي، وأن الأرض والكواكب السبعة الأخرى تدور حول الشمس في مدارات إهليلجية.

لقد عمل كبلر مع العالم الفلكي الهولندي تايكو براه الذي أمضى سنوات طويلة في دراسة حركات النجوم. ونتيجة لدراسات تايكو، استطاع كبلر معرفة الطريقة الأساسية التي تمكّن الكواكب، كالمريخ مثلًا، من الدوران حول النجم (الأم) كالشمس.

قوانين كبلر في حركة الكواكب

يدور كل كوكب حول الشمس في مدار بيضوي الشكل يسمى (إهليلج).

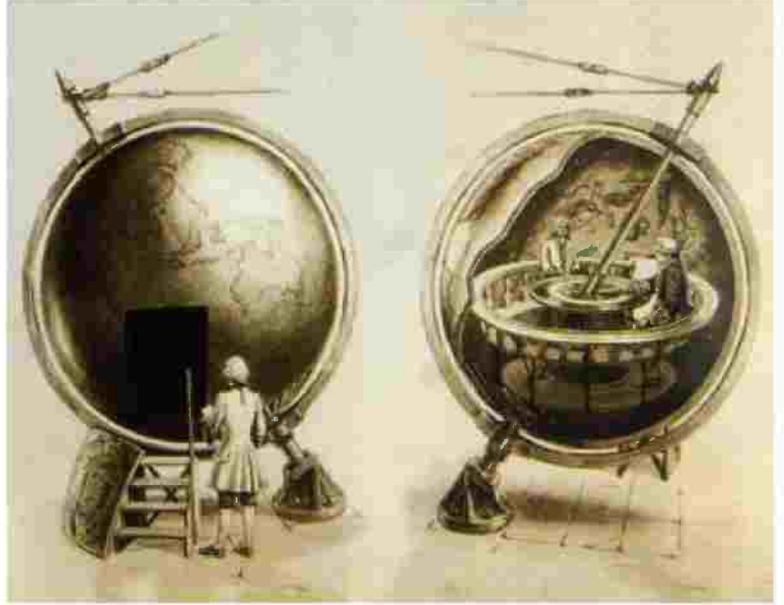
تزداد سرعة الكواكب عند اقترابها من الشمس، وتتباطأ حال ابتعادها عنها.

يُسَمَّى الزمنُ اللازمُ لدوران الكوكب حول الشمس دورة كاملة الزمن الدوري. تساعد مدة الزمن الدوري الفلكيين على تخمين بُعد الكوكب عن الشمس.

لذا، أصبح كبلر أكثر اقتناعًا أن نظريات كوبرنيكس عن الكواكب يجب أن تكون صحيحة، وعلى الرغم من خطورة هذه الاستنتاجات، فقد صرح كبلر علانية بأن الأرض والكواكب الأخرى تدور جميعها حول الشمس، وتأكيدًا لذلك ألف كتابًا عن هذا الموضوع عام 1621م.

لقد أدت نتائج دراسات كبلر إلى ولادة علم الفلك الحديث، وقد أصبح من

القُبب السماوية هي بناء أو غرفة تضمُّ في داخلها نموذجًا للكون. ويمكن إطلاق اصطلاح القُبب السماوية على الأداة التي تعرض نماذج الكواكب وغيرها من الأجرام السماوية. كانت القُبب السماوية الأولى نماذج ميكانيكية تمثلُّ النجوم والكواكب، أو صورًا متحركة للسماء ونجومها مرسومة على السطح الداخلي لقُبب البناء.



كانت كرة جوتروب أول قُبب سماوية، وقد بُنيت في ألمانيا في منتصف القرن السابع عشر. بُني الهيكل من كرة نحاسية مجوّفة قطرها أكثر من ثلاثة أمتار، وفي داخلها مقعد مجوّف، وقد رُسمت الأبراج على السطح الداخلي للكرة، ومُثلت النجوم بمسامير ذهبية. صمّم المهندسون الكرة وهيكلها؛ كي يتمكن الناس في داخلها من مشاهدة نموذج السماء في الليل، وهي تدور وتتحرك فوق رؤوسهم، وكذلك كي يتمكن من هم خارج الكرة من مشاهدة حركة دوران الأرض حول نفسها بدقة.

استُعمل مسقط الصور لعرض الكون أول مرة في قُبب مارك الأول السماوية عام 1925م، في ميونخ الألمانية.



تحتوي كرة (جوتروب) خارطة الأرض فوق سطحها الخارجي، في حين تحتوي خريطة الكون فوق سطحها الداخلي.

نظرة عن قرب

تستطيع أكثر أجهزة عرض
الصور تطوراً، الموجودة
في القبة السماوية، عرض

صور النجوم وألوانها بوضوح ودقة كما نراها من
على قمة جبل عالٍ. ويستطيع جهاز عرض الصور
(زيوس مارك IX) الموجود في قبة هايدن الواقعة
في مركز روز للأرض والفضاء في مدينة نيويورك،
عرض صور أكثر من تسعة آلاف نجم. توجد في جهاز
العرض اثنتان وثلاثون قاعدة نجم، وينتقل ضوء كل
نجم من مصباح مركزي عبر ألياف زجاجية بسمك
شعرة الرأس. ولما كانت الألياف دقيقة جداً، فإن
صور النجوم تظهر على صورة نقط ضوئية، تماماً
مثلما تبدو النجمة الحقيقية في السماء. وتوجد
أيضاً أجهزة عرض منفصلة تُدار بمحركات، يتحكّم
فيها جهاز الحاسوب لعرض صور الشمس، والقمر،
والكواكب.

يعرض مركز (روز) للأرض والفضاء
مميزات قبة هايدن المذهلة.



قام صنّاع الساعات الأوروبيون في
القرن السابع عشر بصناعة نماذج صغيرة
للقبة السماوية، بحيث يتمكن الشخص
من إدارة النموذج ومشاهدة مجسمات
الكواكب وهي تدور حول الشمس.

وفي القرن التاسع عشر، مكّن
اختراع المصابيح والمحركات الكهربائية
من بناء نماذج ضخمة للقبة السماوية،
وقد بُني مثل هذا النموذج في متحف
دوتشيس في ألمانيا عام 1920م، حيث
تضمنت القبة نموذجاً للشمس في مركز
الغرفة الدائرية، وعلقت نماذج الكواكب
في سقف الغرفة بعصي تدور حول
الشمس بمحركات آلية.

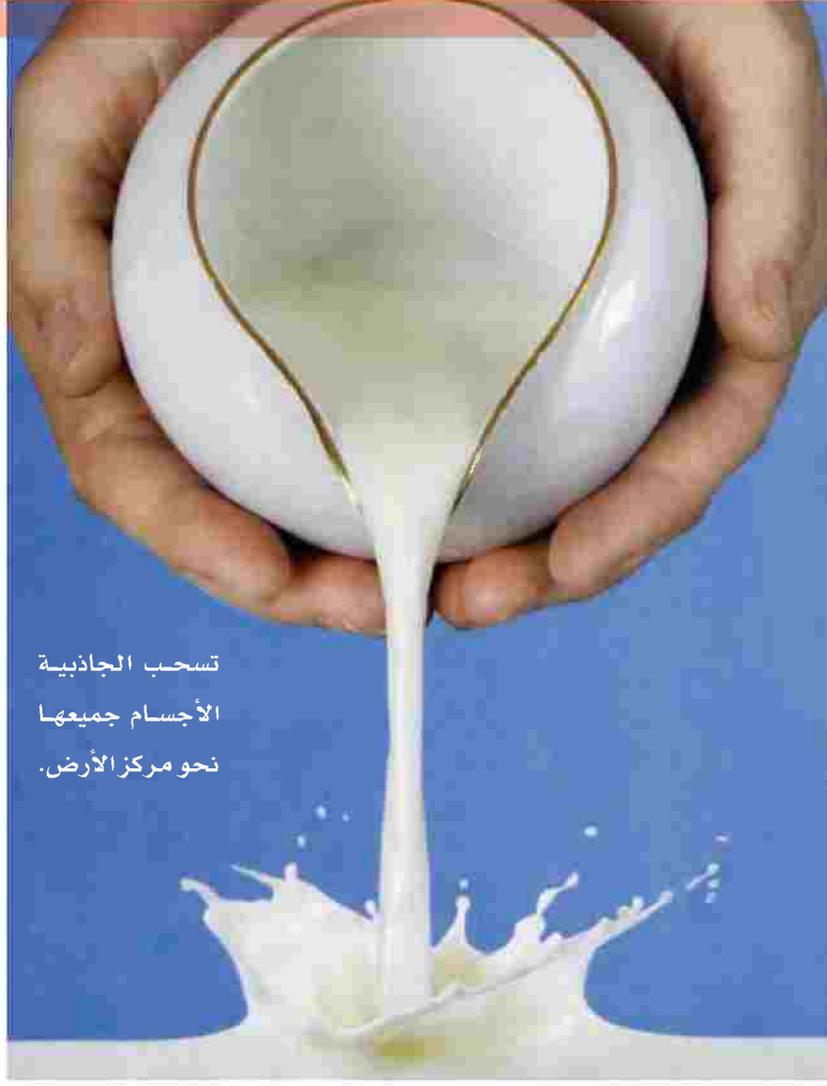
وفي عام 1925م، زُكّب أول عارض
حديث للصور في قبة متحف دوتشيس
في ألمانيا، سُمّي بمارك I، وقد تألّف من
كرة معدنية جوفاء، تسمى كرة النجم،
تدور حول نفسها، ومن إحدى وثلاثين
عدسة مثبتة في سطح القبة الداخلي لتمثّل
النجوم، وقد تُبِتت في الكرة سبعة أجهزة
عرض للصور؛ من أجل عرض صور
الكواكب والشمس والقمر.

تعرض القبة السماوية الحديثة
الكون عن طريق صور رقمية نابضة
 بالحياة بوساطة أجهزة العرض الرقمية،
وتستطيع هذه الأجهزة الرقمية إظهار
كيف يبدو الكون عندما ننظر إليه من
الأرض ومن أماكن أخرى في الكون.

على وجه دقيق، ما الذي يربط الكواكب بالشمس؟ ولمَ تدور الأقمار حول الكواكب؟ اعتقد الناس مدةً طويلة من الزمن أن الشمس والكواكب تمتلك نوعاً من القوة المغناطيسية تربطها جميعاً معاً، في حين رأى آخرون وجود دوامة كونية سماوية تُبقي كل شيء في حالة دوران بترتيب معين.

وفي عام 1665م، لاحظ عالم إنجليزي شاب، يدعى إسحق نيوتن، تفاحة تسقط نحو الأرض، فتساءل: ما الذي جعل التفاحة تسقط من الشجرة إلى الأرض؟ حَمَّن نيوتن أنه لا بدَّ من قوةٍ ما تسببت في سقوط التفاحة، ولا بدَّ من أن تكون هذه القوة التي تجذب الأشياء إلى الأرض طبيعية. وتبين فيما بعد أن هذه القوة هي الجاذبية، أوقوة الجاذبية. إذن، فالجاذبية هي القوة الطبيعية التي تجذب الأجسام نحو مركز الكوكب.

تعتمد الجاذبية على كتلة الجسم، التي عادةً ما تُعرَّف بكمية المادة في الجسم؛ فكتلة الفيل أكبر من كتلة الفأر بكثير. تمامًا كقولنا: إن كتلة كوكب

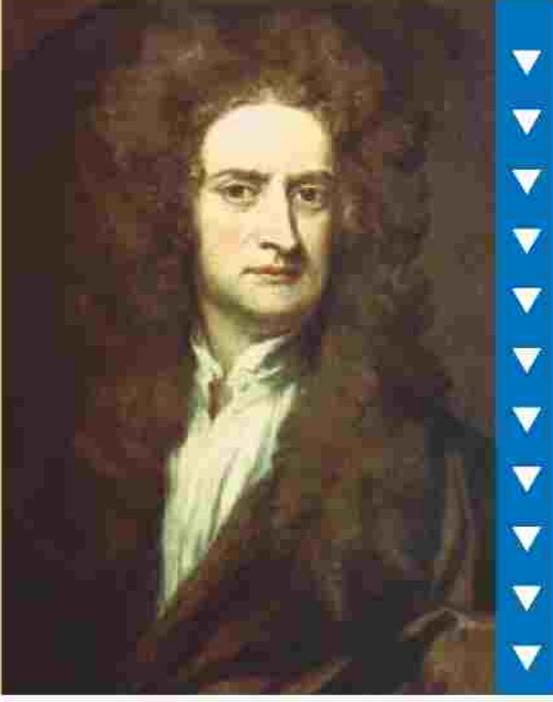


تسحب الجاذبية
الأجسام جميعها
نحو مركز الأرض.

اعتقد الناس في قديم الزمان أن الأجسام الكبيرة، مثل الفيل، تسقط نحو الأرض بسرعة أكبر من سرعة سقوط الأجسام الصغيرة، مثل الفأر. ولكن جاليليو اعتقد أن الأجسام، مهما اختلفت كتلتها، تسقط نحو الأرض بالسرعة نفسها؛ وقد كان محقاً. لذا، ينص قانون الأجسام الساقطة سقوطاً حرّاً على أن جميع الأجسام تسقط نحو الأرض بالسرعة نفسها.

منوعة
كيفية

السير إسحق نيوتن



كان السير إسحق نيوتن (1642-1727م) العالم الإنجليزي الشهير، عالم فلك ورياضيات، وقد استطاع أن يغيّر كلياً نظرة الناس لفهم كيفية عمل الكون؛ فقد توصل إلى السبب الذي يربط أجزاء الكون معاً من خلال نظرية الجاذبية، واكتشف أسرار الضوء والألوان أيضاً، وكان أحد الأشخاص الذين اخترعوا علماً جديداً في الرياضيات، يُدعى علم التفاضل.

وعلى الرغم من إنجازاته، بقي نيوتن متواضعاً طوال حياته. وقد قال قبل وفاته بقليل: «لا أعلم كيف أبدو للعالم، أما ما يتعلق بنفسي، فأنا مجرد طفل كان يلعب على الشاطئ، وكنت بين حين وآخر أتجول هنا وهناك لأجد قطعة صغيرة من الحصى، أو صدف أكثر جمالاً من الصدف العادي، في حين يجلس محيط الحقيقة العظيم أمامي غير مُكتشف».

التساؤلات التي لم يستطع الناس من قبله فهمها والإجابة عنها، فقد فسرت الجاذبية سبب بقاء الماء في المحيطات، وسبب عدم انطلاق غازات الشمس الحارة إلى الفضاء، وعدم طيران الناس والأجسام عن سطح الأرض.

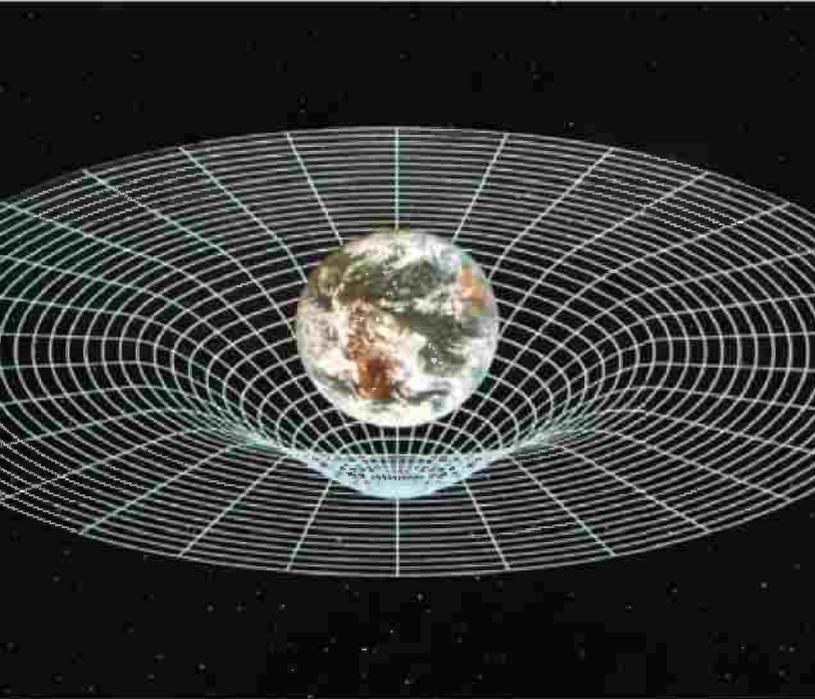
تكون الجاذبية أكبر ما يمكن عند مركز الكوكب، وتقل كلما ابتعدنا عنه.

المشترى العملاق أكبر بكثير من كتلة كوكب عطارد الأصغر حجماً.

إن الأجسام الأكبر كتلة تمتلك قوة جاذبية أكبر؛ فقوة جاذبية الشمس التي تمتلك كتلة أكبر من كتلة الأرض بملايين المرات هائلة، تمسك بها كل شيء في النظام الشمسي يدور في مدارات حولها.

وتعتمد الجاذبية على المسافة بين الجسمين؛ فالجاذبية على سطح الأرض أقوى بكثير مما هي عليه على بُعد الآف الأميال في الفضاء. وبالمثل، فقوة جذب الشمس للأرض أقوى بكثير من قوة جذب كوكب زحل الأبعد عن الأرض.

لقد وضَّح قانون الجاذبية العلاقة بين الجاذبية وكل من الكتلة والمسافة؛ وقد أجابت أعمال نيوتن عن كثير من



ومع ذلك، فإن الكواكب والمذنبات قريبة من الأرض، بحيث تبدو أكبر عند النظر إليها من خلال تليسكوب قوي.

ولكن لدهشة هيرشل، لم يبدو (النجم) الغامض أكبر عند النظر إليه بتليسكوب أقوى؛ لذا اعتقد أنه اكتشف مذنبًا جديدًا، فراقبه نحو شهر، دون أن يبدو الجسم أكبر مع كل ليلة. وقاس المسافة التي ينتقل من خلالها في السماء كل ليلة، فتعلم كيفية توقع مساره.

في ذلك الوقت، كان النظام الشمسي يتألف من الشمس، والأرض، وخمسة كواكب أخرى هي: عطارد، والزهرة، والمريخ، والمشتري، وزحل. وعندما قدم هيرشل اكتشافاته للجمعية العلمية في لندن، سرعان ما أدركوا أن (مذنب هيرشل) ما هو في الحقيقة إلا الكوكب السابع، وقد سُمي أورانوس تيمناً بإله السماء اليوناني.

إن أورانوس كرة عملاقة من الغازات والسوائل، حجمها أربعة عشر ضعفاً قدر حجم الأرض، ولهذا الكوكب مجموعة من الأقمار تدور حوله، ويحيط به نظام من الحلقات.



في آذار من عام 1781م، كان العالم الفلكي الإنجليزي وليام هيرشل، يدرس تجمُّعًا صغيرًا من النجوم، حين لاحظ أن واحدًا من النجوم بدا أكبر من النجوم الأخرى التي حوله بكثير. عندئذٍ، استعمل تليسكوبًا آخر أكثر تقريبًا، ولكنه وجد أن معظم النجوم بعيدة جدًا، وكانت تبدو صغيرة مهما كانت قوة تكبير التليسكوب.

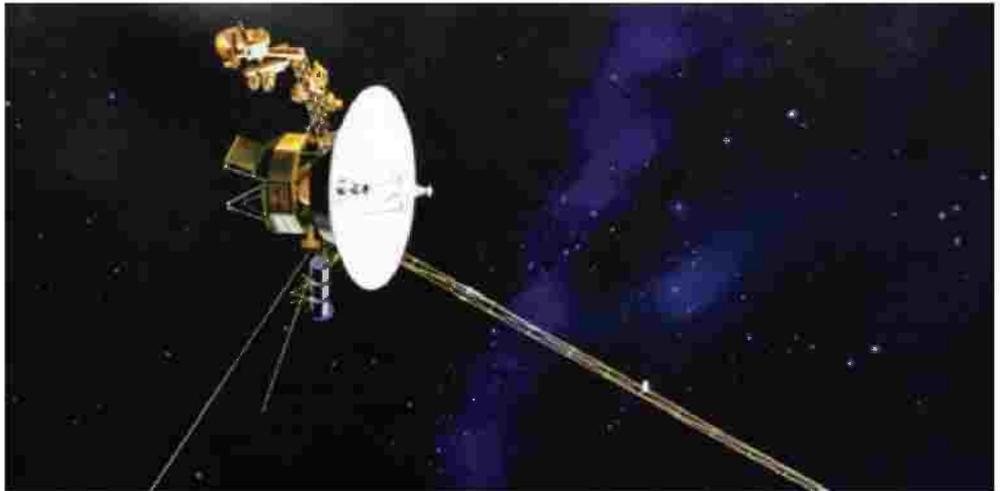
▲ أورانوس أبعد الكواكب عن الشمس، ويمكن رؤيته بالعين المجردة فقط دون تليسكوب.

ربما كان أصعب شيء عند اكتشاف أورانوس هو إعطاءه اسمًا، فقد كان هيرشل يرغب في تسميته (جورجيوم سيدس) أي نجم جورج؛ نسبة إلى ملك بريطانيا في ذلك الوقت، الملك جورج الثالث. وأراد آخرون تسميته نسبة إلى هيرشل نفسه، ولكن بعد جدل طويل، اختير الاسم أورانوس عام 1850م تعظيمًا لإله يوناني، وبذلك يكون الكوكب الوحيد، عدا الأرض، الذي لم يُعطَ اسمًا نسبة إلى أحد آلهة الرومان.

يبعد أورانوس عن الأرض عندما يكون في أقرب نقطة منها مسافة بليون وسبع مئة مليون ميل (2.7 بليون كم). ويبدو في السماء عند ألمع حالاته، كنقطة ضوء زرقاء مخضرة.

إضافة إلى أنه بعيد جدًا من الأرض لدرجة يصعب معها دراسته، ويأتي معظم ما نعرفه عنه من الصور والمعلومات التي أرسلتها المركبة (فويجر II)، وهي المركبة الأمريكية التي مرت عام 1986م على بعد خمسين ألف ميل (88,000 كم) فوق سطحه.

▶ استغرقت مركبة فويجر II أربع سنوات لتسافر من الأرض إلى زحل. ولكنها استغرقت خمس سنوات أخرى للوصول من زحل إلى أورانوس.



▶ بقي تيليسكوب هيرشل ما بين عامي 1789 و1845 أقوى تيليسكوب في العالم.

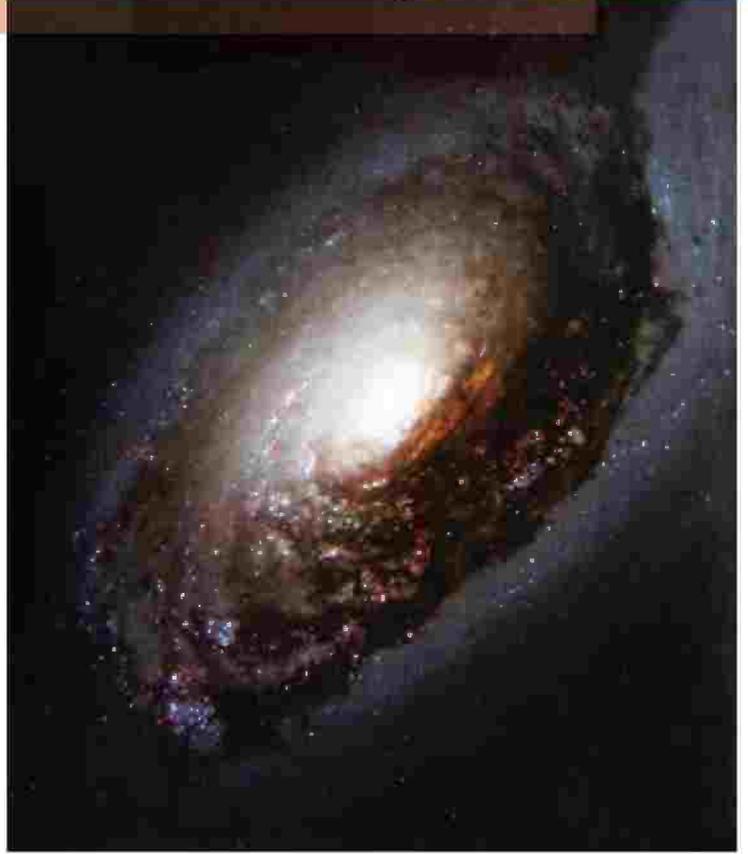
تعدُّ سرعة دوران أورانوس أكبر من سرعة دوران الأرض بكثير؛ فهو يكمل دورته حول نفسه في سبع عشرة ساعة فقط، وهو الكوكب الأبعد عن الأرض، ويستطيع الناس رؤيته بالعين المجردة دون تيليسكوب.



ولكنه في أثناء بحثه عن المذنبات، كان يلاحظ باستمرار أجساماً ضبابية ثابتة في مكانها دون حركة. ولم تكن هذه الأجسام نجومًا أو كواكب، ولم تكن مذنبات أيضًا. وعلى الرغم من أن طبيعتها لم تتأكد لديه، فقد بدأ ميسييه بتدوين مواقعها؛ حتى لا تلتبس على غيره من علماء الفلك.

بدأ ميسييه بتدوين مشاهداته واكتشافاته مثلما كانت لحظة مشاهدتها، فبدأ بتدوين سحابة ضخمة من الغاز والغبار التي نجمت عن انفجار نجم، وتُعرف باسم (المتجدد الجبار أو النجم المستعر).

عندما بدأ ميسييه عمله، كان هدفه اكتشاف المذنبات، ولكنه اكتشف عالمًا كاملاً من الأجسام الغريبة.



في عام 1784م، نشر الفلكي الفرنسي شارل ميسييه، فهرسه المعروف باسم فهرس السديم وعناقيد النجوم، وتضمن الفهرس مئة وعشرة أجسام غير نجمية اكتشف معظمها بنفسه، وتشمل الأجسام غير النجمية كلاً من المجرات، والسديم، وعناقيد النجوم. وكان ميسييه، العالم الفلكي الذي يعمل في مرصد البحرية في باريس، يعمل على فهرسة أو تسجيل الأجسام غير النجمية في نصف الكرة الشمالي جميعها.

كان هدفه في المقام الأول اكتشاف المذنبات وتوثيقها.

▲ هذه المجرة اللولبية هي جسم ميسييه رقم 100، وهي جزء من تجمع العذراء الذي يضم أكثر من ألفي مجرة.



▲ **كان سديم السرطان أول جسم غير نجمي سجله ميسييه في فهرسه، وقد التُقطت صورة سديم السرطان الموجودة في الأعلى بتيليسكوب هابل في عام 2008م.**

إضافة إلى أن كثيرًا من الفلكيين يتنافسون في محاولة لإيجاد أجسام ميسييه المئة وعشرة في ليلة واحدة إذا استطاعوا؛ لإثبات مهاراتهم.

وقد نشر الفهرس العام الجديد (NGC) في عام 1888م بصفته تحديثًا وإضافة إلى فهرس ميسييه، حيث أضاف العالم الفلكي البريطاني وليام هيرشل وابنه معظم أجسام الفهرس الجديد البالغ عددها ثمانية آلاف، وأضاف دليلي فهرسين آخرين يضمنان خمسة آلاف جسم آخر، وتستمر القائمة بالتزايد، حيث تسمح لنا التقنيات الحديثة بالوصول إلى أعماق الفضاء، ورؤيته، وسماعه.

لقد كان اسم هذا السديم، سديم السرطان، أو جسم ميسييه الأول M1. ومن الأسماء الأكثر شهرة في فهرس ميسييه: المجرة اللولبية أندروميديا (M31)، وعناقيد نجوم الثريا (M45)، وحيث إنه بالإمكان دراسة هذه الأجسام من دون الحاجة إلى تيليسكوبات كبيرة وضخمة، فقد أصبحت شعبية جدًا عند الفلكيين الهواة غير المحترفين.

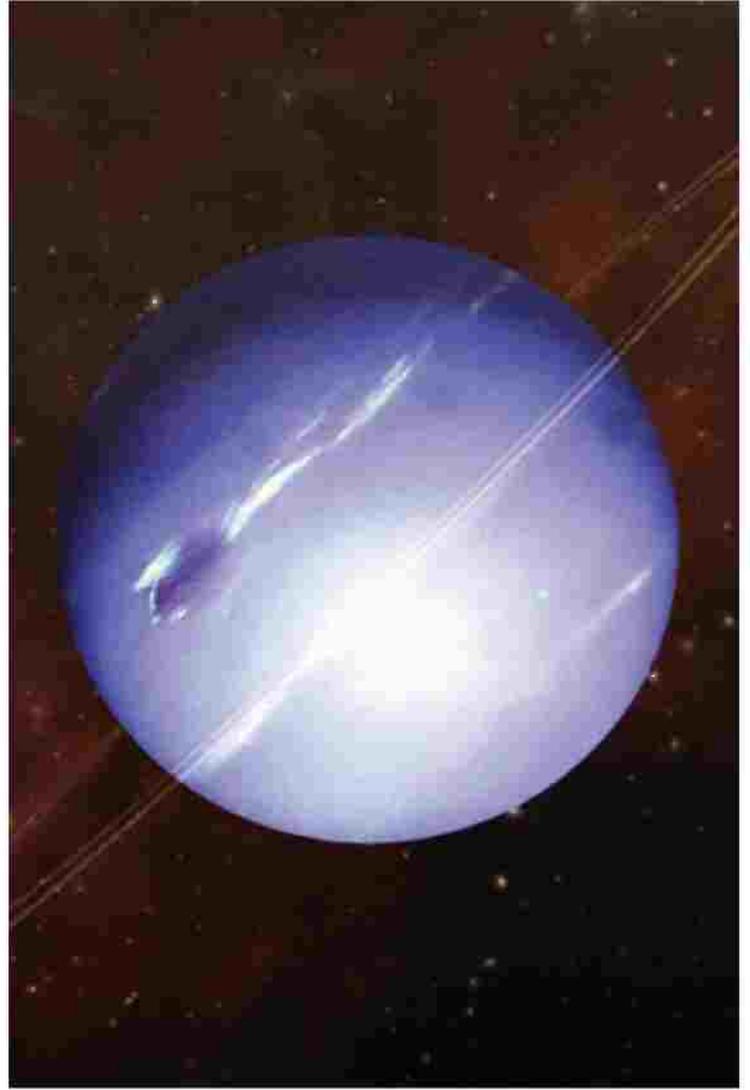
وعلى الرغم من ارتباط اسم ميسييه بفهرسه، فإنه اكتشف ثلاثة عشر مذنبًا، ودرس كثيرًا غيرها.

وحتى يومنا هذا، يبقى فهرسه مصدرًا مهمًا ورئيسًا للفلكيين المحترفين والهواة على حدٍ سواء.

كأنها ثقب في غلافه الجوي، وتقدَّر سرعة الرياح التي تدور حول هذه البقعة بـ ألف وخمسة مئة ميل (2,400 كم) في الساعة، ويعدُّ هذا الكوكب مظلمًا وباردًا؛ بسبب درجات الحرارة المنخفضة، والعواصف العاتية، والسحب المتحركة بسرعات عالية جدًّا.

لقد سبق أن رسم جاليليو نبتون عام 1612م، ولكنه اعتقد آنذاك أن نبتون نجم، وقد احتاج الأمر إلى مئتي سنة أخرى قبل أن يكتشف عالمان فلكيان هما جون سي آدمز. من إنجلترا، وإيريبان ج.ج. ليفيير من فرنسا، في أثناء دراستهما كوكب أورانوس - وجود اختلال في مداره؛ لذا فإن نبتون كوكب وليس نجمًا، ثم حُصِّنَ أن الاختلال هذا ناجم عن قوة الجاذبية لكوكب ثامن، توقَّعا مكان وجوده بواسطة الرياضيات المعقدة. وفي عام 1846م تتبع الفلكيون اتجاه تخمينهم، فاكتشفوا نبتون.

سمَّى الفلكي ليفيير الكوكب نبتون نسبة إلى إله البحر الروماني. ويقع نبتون على بعد بليونين وسبع مئة مليون



يُعدُّ نبتون (الكوكب الثامن)، أبعد الكواكب عن الشمس، حيث يظهر هذا الكوكب بلون أزرق، محاط بحلقات عملاقة تتكون في معظمها من الجليد، والسوائل، والغازات المتجمدة، تمامًا مثلما هو الحال مع أورانوس. ولنبتون بقعة سوداء ضخمة (غريبة، تبدو

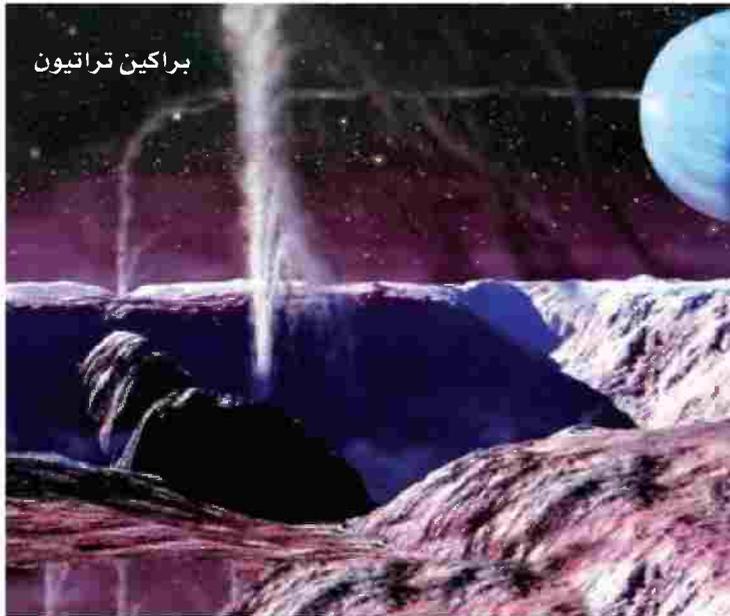
▲ في البداية، أخطأ علماء الفلك عندما ظنوا أن سطح الكوكب الأزرق المتحرك دليل على وجود الماء.

نظرة عن قرب

يدور حول نبتون ثمانية عشر
قمرًا تقريباً. ويُعدُّ تراتيون أكبر
هذه الأقمار، القمر الوحيد في

النظام الشمسي الذي يدور حول كوكبه في اتجاه معاكس
لدوران الكوكب التابع له. ويُعتقد أن تراتيون هو أبرد مكان
في النظام الشمسي، وبمعدل درجات حرارة لا تزيد على
(-390°F (-235°C). ويبدو أنه يحتوي على براكين تقذف
البلورات الثلجية بدلاً من الحمم. وعلى الرغم من ذلك، لن
يبقى تراتيون في مكانه طويلاً، حيث تسحب جاذبية الكوكب
نبتون القمر تدريجياً نحو الكوكب، وسيستمر على هذا المنوال
حتى تحطم القمر إلى قطع صغيرة.

لقد كان اكتشاف نبتون مثيراً
للاهتمام، حيث اكتشف استناداً إلى كل
من المنطق وعلم الرياضيات، إضافة
إلى علم الفلك. وفي البداية، لم يُشاهد
الكوكب، وقد قُسر سبب ذلك باعتقاد
الرياضيين وجوده في مكان ما، ثم
استخدم الفلكيون المنطق، واكتشفوا أنه
في المكان الذي حُدّد.



ميل (4.3 بلايين كم) من الأرض، ويظهر
على صورة سحب لامعة في دوران مستمر
تبدو للناظر كالماء.

وفي الحقيقة، ما زال العلماء
يعتقدون وجود الماء على كوكب نبتون،
ولكن في حالته المتجمدة على وجه
التحديد.

يبلغ معدل درجة الحرارة على
سطح نبتون -328°F (-200°C)
تقريباً، ومن المحتمل أن تكون أبرد لولا
اعتقاد العلماء وجود مركز ساخن، تماماً
مثلما هو الحال في مركز الأرض. ويبلغ
حجم نبتون سبعة عشر ضعف حجم
الأرض، ويحتاج إلى مئة وخمس وستين
سنة أرضية ليكمل دورة واحدة حول
الشمس.

استطاع إيربان ليفير (يمين) بواسطة
الرياضيات تحديد مكان نبتون.





بحيث لا يستطيع أيُّ شيء الإفلات منها،
حتى الضَّوء.

وهذا يعني أن المنطقة عديمة
الضَّوء أو سوداء، ويعود السبب في أن قوة
الجاذبية عالية جدًا بالقرب من الثقب
الأسود إلى تركز مادة الثقب الأسود
جميعها في نقطة واحدة عند المركز.
ولم يسبق لأي فلكي أن رأى ثقبًا أسود.
وفي الحقيقة، فإن تعريفه يجعل رؤيته
مستحيلة.

لكل كوكب وقمر ونجم قوة جاذبية؛
وحتى يستطيع أيُّ جسم الإفلات من
الجاذبية، فيجب أن يمتلك سرعة معينة
محددة؛ فمثلًا للخروج من جاذبية
الأرض، يجب أن تكون سرعة الصاروخ
خمسة وعشرين ألف ميل (40,000 كم)
في الساعة. وعليه، يجب أن تكون سرعة
الجسم أكبر من سرعة الضَّوء ليتمكن من
الإفلات من جاذبية الثقب الأسود. ونظرًا
إلى أنه لا شيء سرعته أكبر من سرعة
الضَّوء، لذلك لا يستطيع شيء الهروب
من جاذبية الثقب الأسود.

يعتقد العلماء أن الثقب الأسود يتكون
عندما ينهار نجم على نفسه؛ أي عندما



في عام 1916م، نشر العالم
الألماني المولد ألبرت أينشتاين، ورقة
بحثية يصف فيها شيئًا في الكون يُسمَّى
الثقب الأسود، وقد بنى أينشتاين فكرته
على دراساته للفضاء والزمن، ولكن هذه
الفكرة لم يدعمها أيُّ إثبات عملي مادي.
غير أن دراساته أكدت ضرورة وجود
الثقوب السوداء هذه.

يُعرف الثقب الأسود بأنه منطقة في
الفضاء ذات قوة جاذبية، هي من القوة

▲ تبين اللوحة
التوضيحية أعلاه،
كيف عمل الثقب
الأسود على تكثيف
الضَّوء والغبار إلى
شعاع شديد الكثافة.

عندما يقترب جسم من ثقب أسود، ويبدأ بالانجذاب نحوه، فإنه يتمدد، ويجذب الجزء القريب من الثقب أولاً، وبسرعة أكبر من الجزء البعيد عنه. ويسمى هذا العمل صناعة المعكرونة؛ لأن النجم يظهر كقطعة معكرونة رطبة تُسحب.

نقطة:
نقطة:
نقطة:
نقطة:
نقطة:
نقطة:
نقطة:
نقطة:
نقطة:
نقطة:

ينكمش النجم ليصبح بحجم نقطة. عندئذٍ، ينفجر وينكمش أكثر فأكثر، وفي النهاية تنضغط مادة النجم ليصبح حجمها بحجم نقطة أصغر من الذرة؛ تخيّل انكماش شمسنا العملاقة لتصبح شيئاً لا يمكن رؤيته!

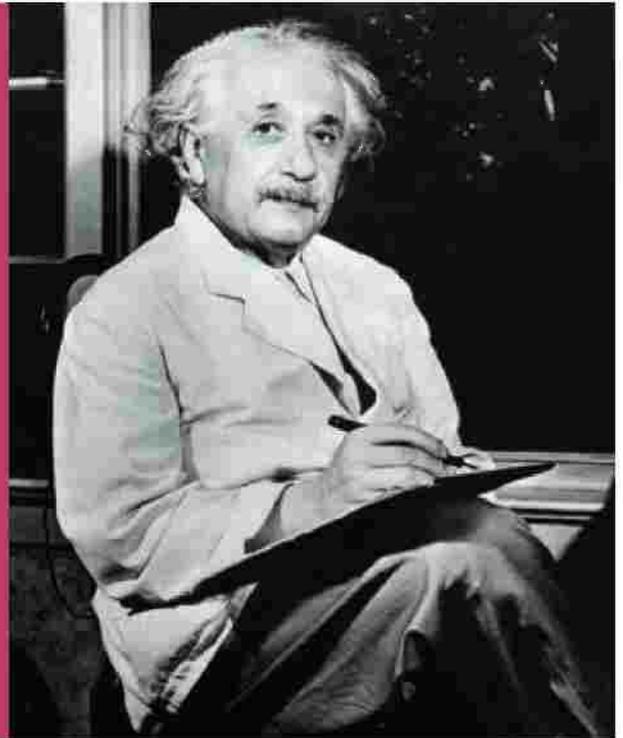
مناطق في الفضاء يمكن أن تكون ثقوباً سوداء، ويعتقد العلماء أن مجرة درب (التبانة)، حيث يقع نظامنا الشمسي، تحتوي ملايين من الثقوب السوداء هذه، ويعتقد العلماء أيضاً أن مركز مجرة درب (التبانة) ثقبٌ أسود هائل، يبقى المجرة في حالة دوران دائم، ويعتقدون أيضاً أن معظم المجرات الأخرى تحتوي ثقوباً سوداء في مراكزها.

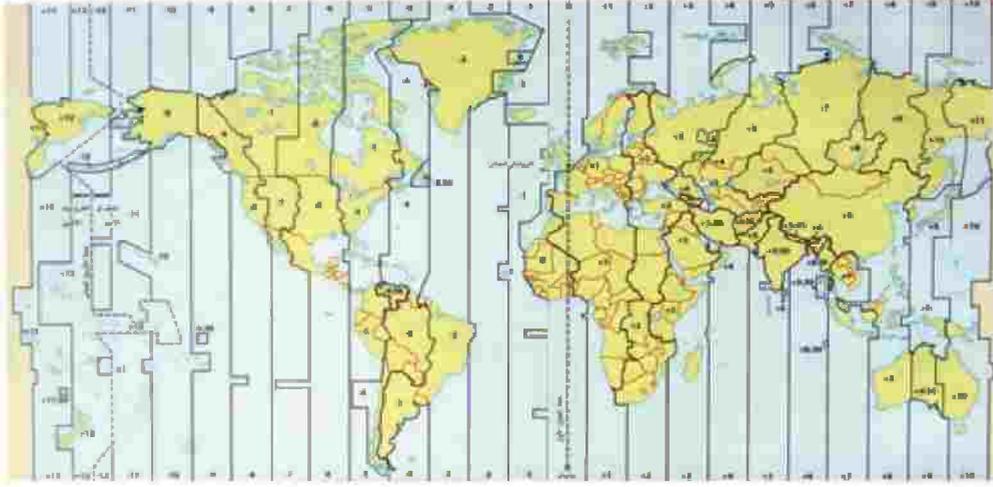
على الرغم من عدم إمكان رؤية الثقب الأسود، فإن من الممكن تصور كيفية تأثيره في الأشياء حوله؛ فمثلاً قد يسحب الثقب الأسود الغازات من نجم مجاور، وهذا ما يسبب ارتفاع درجة حرارة ذلك النجم، ومن ثمّ تسخينه. عندئذٍ، يتسبب ارتفاع درجة حرارة النجم في إطلاقه أشعة إكس التي يستطيع العلماء اكتشاف وجودها بتيليسكوبات خاصة.

لقد تعذّر اكتشاف ثقب أسود حتى هذه اللحظة، ولكن العلماء اكتشفوا

ألبرت أينشتاين

يُعدُّ ألبرت أينشتاين (1879-1955م) واحداً من أعظم العلماء في تاريخ البشرية، حيث طوّر أفكاراً جديدة عن المادة، والطاقة، والفضاء، والزمن. وبطريقة ما، استطاع الرجوع بالزمن إلى الوراء؛ فحين يبدأ العلماء جميعهم بمشكلة تحتاج إلى حل يدرسونها، ومن ثمّ يستخدمون الرياضيات في حلّها أو تفسيرها. ولكن أينشتاين يبدأ بفكرة رياضية معقدة، ثم يقترح كيفية استعمالها لتفسير الكون، وبهذه الطريقة، توصل إلى الفكرة الأصلية للثقب الأسود. وتتساءل هنا: كيف يمكن لأي شخص آخر أن يتوقع وجود شيء من هذا القبيل لولا تفكيره في فكرة الثقب الأسود؟





تقسم الأرض إلى
أربع وعشرين
منطقة توقيت
زمنية، واحدة لكل
ساعة من اليوم.

الممارسات سببت كثيرًا من الفوضى، ولاسيما عند السفر من مدينة إلى أخرى بالقطار، فقد تصل القطارات من سان فرانسيسكو في كاليفورنيا، ومن مدينة نيويورك إلى مدينة شيكاغو في ولاية إلينوي في ساعات مختلفة، حتى لو وصلت هنالك في الوقت نفسه.

في عام 1883م، وضع مجموعة من الأشخاص يمثلون خطوط السكك الحديدية في كل من كندا والولايات المتحدة نظامًا سُمي الوقت القياسي، والذي يقسم كندا والولايات المتحدة الأمريكية إلى ست مناطق كبيرة، أو ست مناطق توقيت تمتد من الشمال إلى الجنوب، وقد أُعطي وقت محدد للمناطق الشرقية، وأُعطي كل منطقة

مع تطور وسائل النقل والاتصالات عبر التاريخ، أصبح من الضروري للناس الاحتفاظ بوقت مشترك مع الآخرين الذين يبعدون آلاف الأميال، وبسبب وجود نصف الأرض في مواجهة الشمس في أي وقتٍ، لا يمكن أن يكون اليوم نهارًا في كل مكان في اللحظة نفسها؛ لذا كان على الناس تطوير نظام لمعرفة الأوقات المختلفة في المناطق المختلفة. وإذا لم يحدث ذلك، فسيكون الوقت منتصف النهار في أماكن بعينها، وسيكون منتصف الليل في أثناء النهار في أماكن أخرى.

كانت المدن والبلدات تحدد أوقاتها في الماضي اعتمادًا على زمن ظهور الشمس في كبد السماء، ولكن هذه

نظرة عن قرب

يوجد على الطرف الآخر من الكرة الأرضية مقابل خط الزوال في جرينتش، خط متعرج يقطع المحيط الهادئ من طرف إلى الطرف الآخر يُسمى خط التوقيت (التاريخ) الدولي، يفصل بين اليوم والأمس، حيث يبدأ تاريخ جديد عند أول نقطة غربي هذا الخط. وعندما تدور الأرض، ينتقل هذا التاريخ غرباً حول العالم. ونتيجة لذلك، يبدأ سكان نيوزلاند، الذي يقع بلدهم إلى الغرب من هذا الخط احتفالات العام الجديد بمقدار اثنين وعشرين ساعة قبل سكان جزائر هاواي، الواقعة إلى الجانب الشرقي من الخط نفسه.

وعند الانتقال إلى الشرق من خط جرينتش، يصبح الزمن أكثر بساعة، أما عند الانتقال إلى الغرب منه، فيصبح الزمن أقلّ بساعة.

واليوم، تعتمد معظم المناطق في العالم الوقت القياسي، غير أن بضع دول صغيرة ما زالت تعتمد مناطق توقيت خاصة بها.

يُسمى هذا الخط، خط زوال (صفر) جرينتش الدولي، ومن هذه النقطة، تُقاس الأوقات وخطوط الطول جميعها.



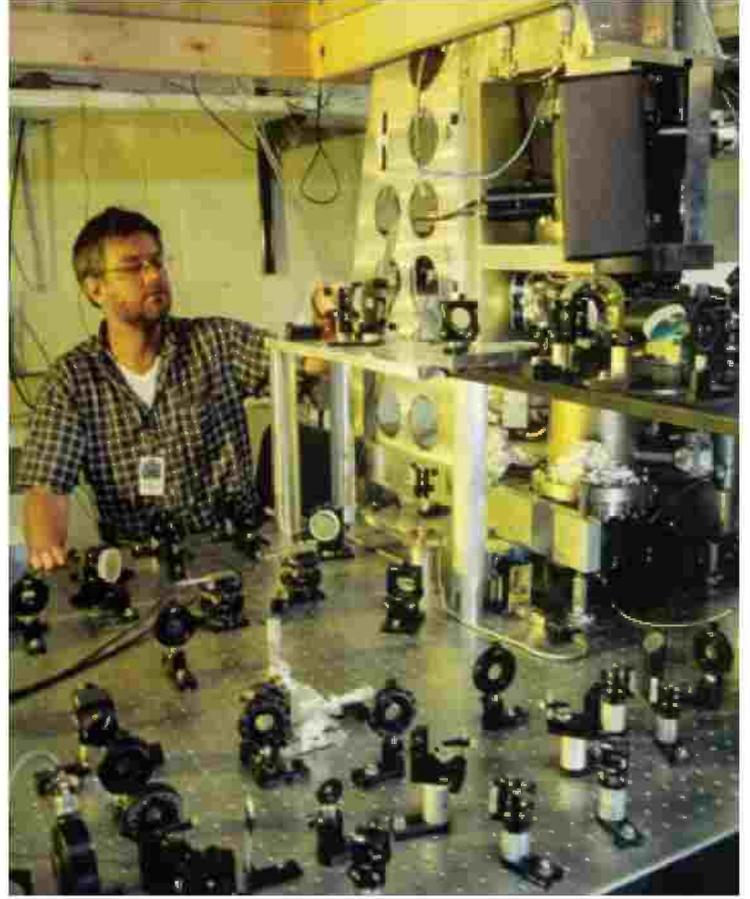
إلى الغرب وقتاً يقل بساعة عن المنطقة التي تقع إلى الشرق منها. وعليه، إذا كان الوقت في المنطقة الشرقية 9:00 a.m. صباحاً، فسيكون الوقت في المنطقة التي تليها إلى الغرب مباشرة 8:00 a.m. صباحاً، في حين يكون الوقت في المنطقة التي تليها 7:00 a.m. وهكذا.

عمل الوقت القياسي بصورة جيدة، وتبنّت دول العالم جميعها الطريقة نفسها بعد سنة واحدة من تطبيقه في كندا وأمريكا؛ لذا قُسمت الكرة الأرضية إلى أربع وعشرين منطقة توقيت زمني، واحد لكل ساعة من اليوم. ويبدأ النظام الدولي للتوقيت من خط الزوال في جرينتش (الصفر الدولي)، وهو الخط الذي يتجه شمالاً وجنوباً مروراً بمدينة جرينتش في بريطانيا. ويُقاس كل خط طول أو وقت آخر بدءاً من هذا الخط (GMT).

عادة ما يُقاس الوقت، عند الانتقال من استعمال الساعة الشمسية إلى استعمال الوقت القياسي، استنادًا إلى دوران الأرض؛ فالسنة الجديدة تبدأ مع عودة الفصل، ويبدأ اليوم الجديد مع بداية شروق الشمس، وستبقى الساعة الذرية معتمدة على هذه القوانين والحقائق، ولكن وظيفة الساعة الذرية هي تتبع أجزاء الثانية الصغيرة جدًا.

ترسل أكثر من خمسين دولة، تمتلك نحو ثلاث مئة ساعة ذرية، قياسات الوقت إلى المكتب الدولي للأوزان والقياسات الموجود خارج مدينة باريس في فرنسا، فيأخذ العلماء معدل تلك القياسات لتحديد الوقت الذري العالمي، ويُعدُّ هذا هو الوقت القياسي لقياسات الزمن جميعها التي تُسجل على الأرض.

تقيس الآلات في مرصد باريس الوقت الذري اعتمادًا على دوران الأرض، وفي أحيان كثيرة، تُضاف (ثواني السنة الكبيسة) أو تُطرح، تمامًا مثلما تُعدّل أيام السنة الكبيسة، ويُعدُّ الوقت الذري دقيقًا لدرجة أن مقدار الخطأ فيه أقلُّ من ثانية كل خمسين مليون سنة.



في عام 1955م، اكتشف العلماء طريقة جديدة ودقيقة جدًا لتحديد الوقت، وقد حدث هذا الاكتشاف عندما قارنوا بين ذبذبات الذرّات ومدارات الكواكب في نظامنا الشمسي؛ فبعض الذرّات تمتصُّ الطاقة أو تطلقها عند اهتزازها، وذلك بمعدل ثابت منتظم، في حين أن مدارات الكواكب ثابتة تمامًا. وبعد البحث عن طريقة لقياسها معًا، جمع العلماء سماتها؛ لإنشاء نظام تُقسّم فيه الثانية إلى تسعة بلايين جزء بالتساوي أصغر منها.

▲ عالم يتفقد
الساعة الذرية
الموجودة في المعهد
الوطني للمقاييس
في بولدير، كولورادو.

قد لا تكون الحاجة إلى الساعات الذرية، أو قياس الوقت بصورة فوق اعتيادية، واضحة للجميع؛ فالساعات العادية كافية لمعرفة وقت مغادرة الحافلة، أو وقت عرض فيلم سينمائي. ولكن إرسال إشارة موجية بواسطة أسلاك الهاتف، أو الاتصال بالأقمار الصناعية، وإبحار السفن وإقلاع الطائرات وهبوطها، عمليات تحتاج إلى نظام توقيت أكثر دقة، ويمكن الاعتماد عليه؛ لذا كي تتمكن من إرسال الإشارات التي تسير بسرعة الضوء، لا بد من وجود ساعة ذرية للمحافظة على الإشارات منفصلة.



▲ تتبع بعض الشركات
ساعات منبهاة تعتمد
الوقت الذري.



تستعمل الساعات الذرية في كثير
من الخدمات المهمة، ومنها
الطيران.

الفضائية، ولكن ظلَّت الولايات المتحدة الأمريكية، إضافة إلى روسيا الدولتين اللتين دخلتا في صراع محموم عن يصل إلى القمر أولاً. وفي عام 1959م، وضع السوفييت أول مسبار على أرض القمر أُطلق عليه اسم لونا 2، وتبع ذلك قيام أمريكا عام 1962م بإنزال أول مسبار على القمر سُمِّي روجر 4. وأرسلت كلتا الدولتين مجموعة من مركبات الفضاء طوال عقد الستينيات.

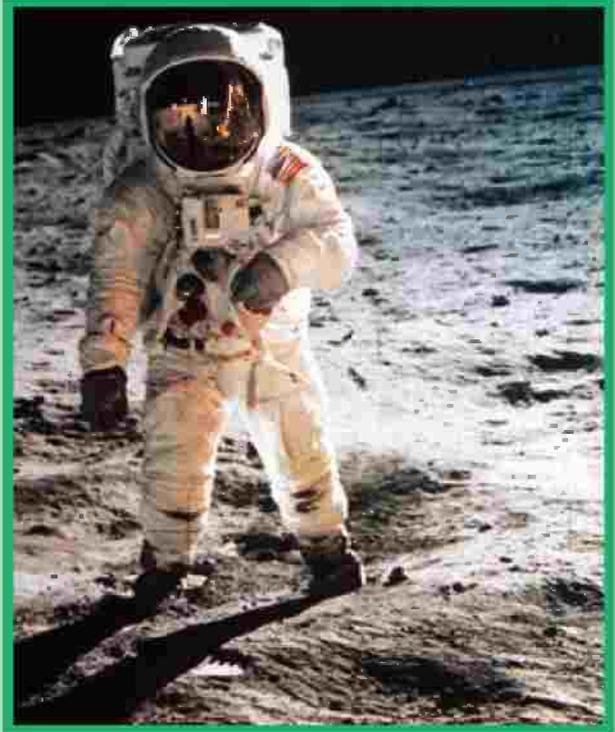
وفي عام 1961م، أعلن الرئيس الأمريكي جون ف. كنيدي أن هدف أمريكا هو إرسال رائد فضاء أمريكي إلى القمر مع نهاية عقد الستينيات بسلام، ولكن يوجد كثير من العقبات الواجب تجاوزها قبل أن يصبح سفر الناس إلى القمر آمناً، وكانت إحدى أهم المشكلات عدم وجود هواء أو رياح على سطح القمر، إذ لا يوجد غلاف جوي مطلقاً له، وهذا ما يجعل حرارة البُقَع المُشمسة وبرودة الظل أكثر حرارة وبرودة من أي مكان معروف على الأرض.

لذا، وجدت ضرورة لصناعة بدِّل فضاء خاصة لحماية رواد الفضاء من درجات الحرارة القاسية، ويجب أن تُزوَّد

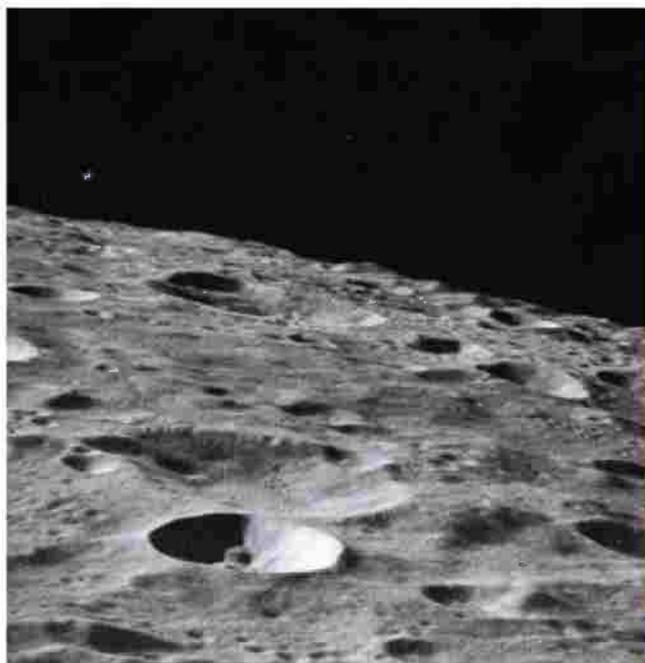
يُعدُّ القمر ثاني أسطح جسم في السماء بعد الشمس، وهو كبير وقريب من الأرض بما فيه الكفاية، لدرجة أن بإمكان البشر رؤيته من دون الحاجة إلى تيليسكوب، ومنذ القدم، والناس تألف شكله، وسطحه المليء بالحفر وأطواره المختلفة. وعليه، ومنذ اختراع الطائرات، كان من الطبيعي أن يرفع الناس نظرهم نحو السماء حيث القمر.

وفي خمسينيات القرن الماضي، بدأت مجموعة من الدول برامجها

يتعين على رائد الفضاء ارتداء زي فضائي خاص لحمايته من الظروف القاسية.



يبلغ عمر القمر أربعة ملايين سنة تقريباً، وقد أثبتت العينات التي أُخذت من سطحه احتمالية أن القمر كان جزءاً من الأرض، ويعتقد العلماء أن القمر تكوّن بعد اصطدام الأرض بجسم ضخم بحجم الكوكب قبل مدة طويلة، ثم انفصلت بعد الاصطدام سحابة ضخمة من الغبار والصخور عن سطح الأرض، وأصبحت تدور في مدار حول الأرض، ثم بردت مع الزمن وتجمّعت، فتكوّن القمر.



البذلة رائد الفضاء بالهواء للتنفس، إضافة إلى وسائل الاتصالات.

وبعد جهود جبارة وفي عام 1969م، حملت سفينة أبولو 11 الفضائية الرواد: نيل أرمسترونج، ومايكل كولنز، وبوز ألدرن في رحلة تاريخية إلى القمر، فكان أرمسترونج في العشرين من شهر يوليو، أول إنسان يضع قدمه على سطح القمر، وأصبحت كلماته الأولى مشهورة: «هذه خطوة صغيرة لرجل مثلي، ولكنها قفزة جبارة للإنسانية». لقد شغل الحدث دهشة البشر جميعهم على الأرض وخيالهم.

وقامت الولايات المتحدة بين عامي 1969م و 1972م بست رحلات أخرى لأبولو، حطت خمس منها على القمر، وكانت آخرها أبولو 17، التي هبطت على القمر في ديسمبر من عام 1972م.



▶ حمل صاروخ الفضاء ساترن V الرحلات الأولى جميعها إلى القمر.



▲ يدور تيليسكوب هابل في الفضاء على ارتفاع ثلاث مئة وخمسة وسبعين ميلاً (600 كم) فوق سطح الأرض.

الصحراء، أو على رؤوس الجبال، بعيداً عن المدن. وفي نهاية المطاف، طوّر العلماء طريقة أفضل تُمكن الفلكيين من النظر إلى عمق الفضاء.

قد تكون إمكانية مشاهدة الفضاء من الأرض محدودة جداً بسبب تلوث الهواء، وأضواء المدن الساطعة، إضافة إلى الظروف المختلفة المتعلقة بالغلاف الجوي.

ومع تطور قدرة علماء وكالة الفضاء والملاحة الوطنية الأمريكية (NASA) على إرسال الأقمار الصناعية إلى الفضاء، بدؤوا في إعداد الخطط لبناء تيليسكوب من نوع خاص، وقرّروا ألا يكون مكان هذا التيليسكوب على الأرض، بل في مدار حولها ليكون فوق الغيوم.

ولهذه الأسباب مجتمعة، يجب اختيار مكان وضع المرصد بعناية فائقة. وقد تطلع الناس سنوات عدة لبناء مرصد على ارتفاعات عالية، عادة ما تكون في

يبعد سديم عين القطعة عن الأرض ثلاثة آلاف وثلاث مئة سنة ضوئية، ولكن بوساطة تيليسكوب هابل، يبدو كأنه على مسافة قريبة جداً منا. ▶

سيتحكم العلماء في التيليسكوب عن بُعد؛ حتى يتمكنوا من توجيهه إلى أي اتجاه يرغبون فيه، ومن ثم يستطيع التيليسكوب إرسال صور بوضوح عالٍ جداً إلى الأرض للأجسام والأجرام الموجودة في الفضاء.





بنت NASA لاحقًا تيليسكوب هابل، الذي حمّله مكوك الفضاء ديسكفري عام 1990م، ووضعه في مداره حول الأرض، وركّب رواد الفضاء في الأعوام 1999م، 1997م، 1993م، و2002م، معدات إضافية في التيليسكوب لتحسين قدرته على رؤية الأجرام والأجسام في الفضاء، وتسجيل صورها.

ومن الجدير بالذكر أن كلاً من NASA ووكالة الفضاء الأوروبية ESA تشرفان معاً على إدارة التيليسكوب وصيانته. وإضافة إلى قيام تيليسكوب

تظهر هذه الصورة التي التقطها تيليسكوب هابل لسديم النسر، الذي يُسمى (أعمدة الخلق)، ولادة نجوم جديدة.

هابل بالتقاط الصور وإرسالها إلى الأرض، فهو يحمل مطياف ضوء يعمل على تحليل طيف الضوء إلى ألوانه المختلفة، حيث يدرس العلماء على الأرض تلك الأطياف، ويقيسون كمية العناصر (مثل الهيدروجين والكربون) الموجودة في الضوء حيث إن من شأن هذا العمل مساعدة العلماء على معرفة العناصر التي تتكون منها النجوم البعيدة.

سُمّي تيليسكوب هابل بهذا الاسم نسبة إلى العالم الفلكي الأمريكي إدوين ب. هابل، الذي ساعدت دراساته في عشرينيات القرن الماضي، على زيادة فهمنا لتكوين الكون وتطوره.

نظرة

عن قرب

وكالة ملاحه الفضاء

والطيران الوطنية

الأمريكية (NASA)،

وكالة حكومية أمريكية تشرف على برامج الفضاء

وتعمل على تنظيمها. تأسست الوكالة عام 1958م،

وبدأت أعمالها ببرنامج الفضاء أبولو الذي كان أول

أهدافه وضع رائد فضاء أمريكي في الفضاء، ثم

تبع ذلك رحلات جميني، حيث أرسل برنامج أبولو

الرواد إلى الفضاء وأعادهم سالمين إلى الأرض.

وبين برنامج سكايلاب أن البشر يستطيعون العمل

والعيش في محطة الفضاء، وأثبت برنامج مكوك

الفضاء إمكانية إعادة استعمال المركبات الفضائية

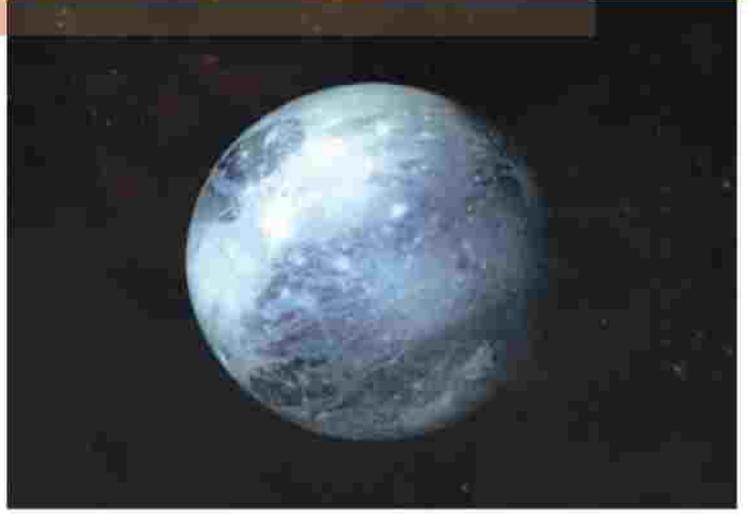
التي تُوضع في مدار حول الأرض، ثم تهبط على

الأرض مثل الطائرات التجارية. واليوم، ما زالت

NASA تعمل على تقدم المعرفة العلمية، وتطوير

تقنيات جديدة في المجالات جميعها.

جاذبية تعمل على تركيز كتلته في جسم كروي الشكل. وإضافة إلى ذلك، يجب أن تسمح له قوة جاذبيته بالدوران في مداره بحرية نسبية دون أي معوقات من الأجسام الأخرى.



لذا، قرّر العلماء أنه توجد قطع متناثرة، وكواكب قزمة، وقطع جليد، وصخور، وغبار كانت جميعها قريبة جداً منّا، ووشبكة الشبه ببلوتو. وبناءً على ذلك، لا يمكن عدُّ بلوتو كوكباً.

يعود الاختلاف في تعريف بلوتو إلى سنة اكتشافه عام 1930م؛ رأى كثير من الفلكيين آنذاك أن حجم بلوتو الصغير ومداره غير الطبيعي لا يؤهلانه لأن يُعدَّ كوكباً بأي حال من الأحوال، ولكن، لم يوافق فلكيون آخرون على ذلك؛ حيث كان بلوتو كوكباً كروي الشكل يدور حول الشمس، وكانت جاذبيته تؤثر في مداري كل من نبتون وأورانوس.

ومع الأيام، وجد الفلكيون أن غلاف بلوتو الجوي رقيق جداً، وتدور حوله أقمار صغيرة عدة، وبناءً على هذه المعطيات، أعلن في حينه أن بلوتو كوكب.

في عام 2006م، اختفى أحد كواكب نظامنا الشمسي. دون حدوث أي تصادم كبير، أو أي انفجار، ولم يظهر حتى أي شيء منطلقاً في الفضاء، فقد حدث اختفاء الكوكب بسبب الفلكيين. وهذا الكوكب هو كوكب بلوتو. لقد اتفق الفلكيون أخيراً على أن بلوتو ليس كوكباً، ولكنه كتلة هائلة من الجليد والصخور، وفي أحسن الأحوال هو كوكب قزم، وليس كوكباً حقيقياً، بل شيئاً ما بين الاثنين.

فما هو الكوكب إذن؟ مضت سنوات عدّة ولم يكن في قاموس الفلكيين أي تعريف رسمي للكوكب، غير أن الاتحاد الفلكي الدولي (IAU)، المؤسسة الرائدة في علم الفلك، صوّت في عام 2006م على تعريف الكوكب، وبناءً على هذا التصويت، فإن الكوكب هو الذي يدور حول الشمس وليس حول أي جسم آخر، وتكون له قوة

▲ **اختلف العلماء على تصنيف بلوتو منذ اكتشافه عام 1930م.**



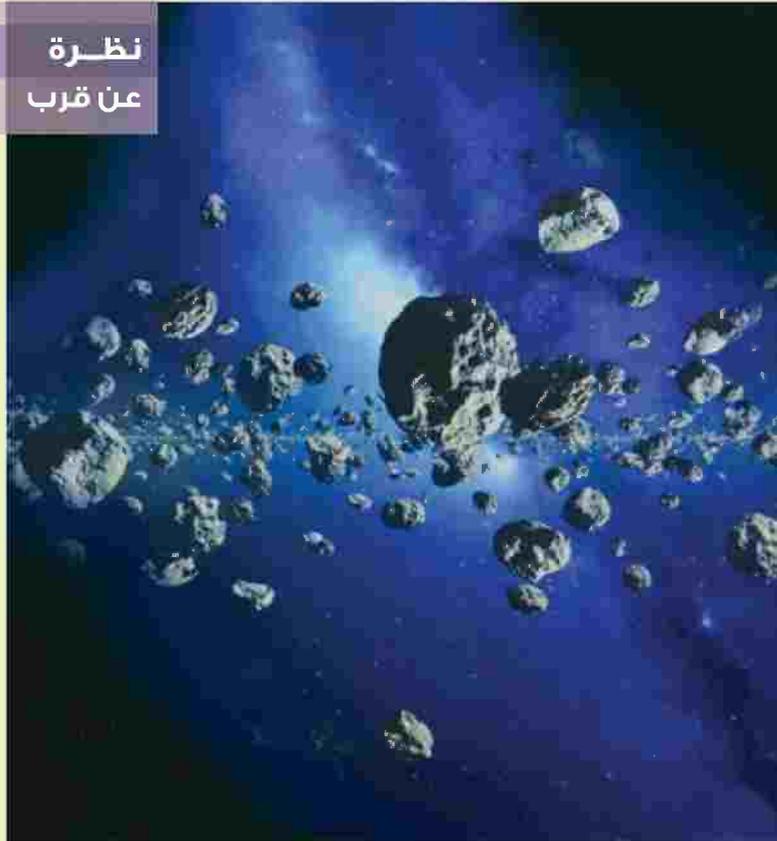
▲ صوت أعضاء الاتحاد الفلكي الدولي على تعريف الكوكب عام 2006م.

كان التغير الذي حدث في صفة بلوتو نتيجة سنوات من الدراسة الدقيقة، والتقنيات المتقدمة، ونمو المعرفة الفلكية بصورة مستمرة.

فكلما درس الفلكيون السماء، أضافوا ما توصلوا إليه إلى معارفهم الفلكية التي بحوزتهم، وكانوا أحياناً يواجهون أشياء مهمة وجديدة جداً تعمل على تغيير معتقداتهم كلياً؛ فالسماوات مليئة بالاكتشافات الجديدة، وتوجد أشياء مخصوصة بالنجوم تجعل عدم النظر إليها بعناية أمراً صعباً.

تسبح عند الحدود الخارجية لنظامنا الشمسي، حلقة مسطحة تحتوي أجساماً صغيرة من الجليد تدور حول الشمس، وقد سُميت هذه الحلقة (حزام كيبور)، الذي يتكون من آلاف الملايين من القطع؛ وفي الواقع، من المحتمل أن يكون هذا الحزام مكوناً من القطع والأجسام التي بقيت بعد تكون الكواكب الخارجية في نظامنا الشمسي، ويعتقد الفلكيون أن أغلب المذنبات تتكوّن من هذا الحزام. وخمّن العلماء سنوات طويلة بوجود وجود مثل هذا الحزام، إلا أنه لم يتأكد لديهم ذلك حتى تسعينيات القرن الماضي؛ حيث التقطت التيليسكوبات صوراً تثبت وجوده. تتكون بعض قطع حزام كيبور الصغيرة من المعادن والجليد، في حين أن بعض القطع الكبيرة الأخرى كبيرة جداً؛ يصل قطرها إلى أكثر من ألف ميل (161 كم).

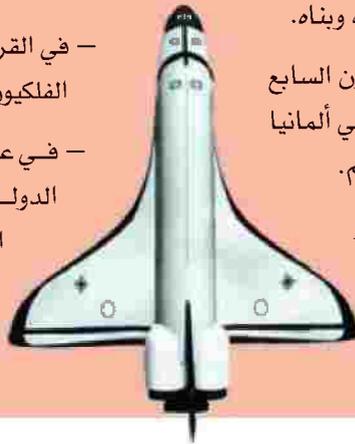
نظرة عن قرب



تواريخ مهمة في علم الفلك



- في عام 4200 ق.م. تقريباً، ابتكر الفلكيون المصريون القدماء، أول تقويم شمسي.
- في عام 3100 ق.م. تقريباً، بدأ الناس في بريطانيا العمل على بناء (ستونهنج).
- في عام 2000 ق.م. تقريباً، حدّد الفلكيون السومريون أول الأبراج الفلكية.
- في عام 2000 ق.م. تقريباً، اخترعت أول ساعة (مزولة) شمسية في العالم في مدينة بابل.
- في عام 330 ق.م. تقريباً، استعمل الفيلسوف اليوناني الهندسة لإثبات كروية الأرض.
- في عام 130 ق.م. تقريباً، اخترع الفلكيون اليونانيون آلة الاسطرلاب.
- في عام 46 ق.م. تقريباً، ابتكر التقويم الجولياني.
- في القرن السادس عشر الميلادي تقريباً، اقترح العالم الفلكي البولندي فكرة دوران الأرض حول الشمس.
- في عام 1582 م ابتكر التقويم الجريجوري.
- في بداية سبعينيات القرن السابع عشر وضع جوهانس كبلر العالم الفلكي الألماني قوانينه الثلاثة في وصف حركة الكواكب.
- في عام 1608 م صمّم هانس ليبرشي الهولندي الأصل أول تليسكوب، وبناه.
- في منتصف سبعينيات القرن السابع عشر بُنيت قبة جوتروب في ألمانيا بوصفها أول قبة فلكية في العالم.
- في عام 1665 م شرح السير إسحق نيوتن نظرية الجاذبية.
- في عام 1757 م اخترع جون كامبل، أحد بحّارة البحرية الملكية البريطانية، آلة السدس.
- في عام 1871 م اكتشف عالم الفلك البريطاني كوكب أورانوس.
- في عام 1784 م نشر عالم الفلك الفرنسي شارل ميسيه فهرس السديم والعناقيد النجمية.
- في عام 1864 م استخدم العالمان الفلكيان جون سي آدمز، من إنجلترا، وإيربان ج.ح. ليفيير، من فرنسا، الرياضيات في اكتشاف كوكب نبتون.
- في عام 1883 م ابتكر ممثلو السكك الحديدية الكندية والأمريكية الوقت القياسي.
- في عام 1916 م فسّر العالم الأمريكي، الألماني المولد، ألبرت أينشتاين حقيقة الثقوب السوداء.
- في عام 1959 م هبطت أول مركبة فضاء روسية على سطح القمر.
- في عام 1969 م أصبح رائد الفضاء الأمريكي نيل أرمسترونج أول إنسان تخطى قدماء سطح القمر.
- في عام 1990 م أُطلق تليسكوب هابل إلى الفضاء.
- في القرن العشرين الميلادي شاهد الفلكيون حزام كيوبر أول مرة.
- في عام 2006 م أنشأ اتحاد الفلك الدولي (IAU) فئة الكواكب القزمة، وتصنيف بلوتو ضمن هذه الفئة.





الإحداثيات: أعداد تحدد مكان نقطة ما.

الاسطرلاب: آلة لقياس زوايا ارتفاع الأجسام السماوية عن الأفق.

إشارة الراديو: معلومات تنتقل عبر الهواء والفضاء على صورة موجات راديوية.

الإلكتروني: له علاقة بالإلكترونات.

الأشعة السينية (أشعة إكس): أشعة غير مرئية، يمكن استعمالها لتصوير العظام وأجزاء الجسم الأخرى.

الأفق: الخط الذي تظهر السماء عنده في حالة التقاء مع الأرض.

آلة السدس: آلة لقياس المسافة الزاوية بين نقطتين، مثل الشمس والأفق.

البرج: مجموعة من النجوم تُرى بوضوح في منطقة محدّدة من السماء.

التقويم الجريجوري: التقويم الذي أنشأه البابا جريجوري XIII عام 1582 م، والمستخدم الآن في معظم أنحاء العالم تقريباً.

التيليسكوب البصري: التيليسكوب الذي يقرأ الضوء ويحلّله، تماماً كعين الإنسان.

التيليسكوب الكاسر: نوع من التيليسكوبات، ينحني الضوء فيه عندما يمرُّ من خلال عدسة سميكة.

التيليسكوب الراديوي: نوع من التيليسكوبات، يكتشف موجات (الراديو) القادمة من أجسام في الفضاء الخارجي ويلتقطها.

التيليسكوب العاكس: نوع من التيليسكوبات التي تستخدم المرايا بدل العدسات.

التيليسكوب: أداة لجعل الأجسام البعيدة تبدو أقرب وأكبر من حقيقتها.

الثقب الأسود: منطقة في الفضاء، قوة جاذبيتها لا تسمح لشيء بالمرور من خلالها، ومن ذلك الضوء أيضاً.

الجاذبية: قوة الجاذبية: قوة الجذب التي تعمل بين الأجسام جميعها بسبب كتلتها. وبسبب قوة الجاذبية، تسقط الأجسام القريبة من الأرض نحو سطحها.

الحضارة: التطور الاجتماعي المتقدم الذي وصلت إليه الأمم والشعوب.

خسوف القمر: تعميم القمر الذي يحدث عند سقوط ظل الأرض عليه.

خط الاستواء: الخط الوهمي الذي يحيط بالأرض في منتصف المسافة بين قطبيها الشمالي والجنوبي.

خط الطول: المسافة إلى الشرق أو إلى الغرب من سطح الأرض، وتقاس بالدرجات بدءاً من خط معين.

خط العرض: المسافة إلى شمال خط الاستواء أو جنوبه.

خط زوال جرينتش: يُعرف بخط الصفر أيضاً؛ هو الخط الذي يقطع الأرض من شمالها إلى جنوبها مروراً بجرينتش، منطقة من لندن، على خريطة الأرض.

الذرة: إحدى الوحدات الأساسية للمادة. وهي متناهية في الصغر: أصغر من سُمك شعرة الإنسان بمليون مرة.

الروماني: له علاقة بروما القديمة أو شعوبها. حكمت الإمبراطورية الرومانية معظم أوروبا والشرق الأوسط ما بين عامي 27 ق.م. و 476 ب.م.

الساعة الذرية: آلة لقياس الوقت اعتماداً على اهتزازات الذرات.

الساعة الشمسية (المزولة): واحدة من أقدم أدوات قياس الوقت.

السديم: سحابة من دقائق الغبار والغازات في الفضاء.

السنة الشمسية: الزمن الذي تستغرقه الأرض لتدور دورة كاملة حول الشمس.

السماوي: له علاقة بالسماء.

السنة ضوئية: وحدة يستعملها الفلكيون لوصف المسافة في الفضاء، وتعادل السنة الضوئية الواحدة خمسة تريليونات وثمان مئة وثمانين ألف مليون ميل (9.46 تريليون كم).

السنة الكبيسة: السنة التي يكون عدد أيامها ثلاث مئة وستة وستين يوماً، أو تحتوي يوماً أكثر من السنة العادية.

الشهر القمري: المدة الزمنية الواقعة بين حالة القمر وهو بدر مرتين متتاليتين، وتعادل تسعة وعشرين يوماً ونصف.

صانع النظارات: الشخص الذي يصنع أو يبيع الأدوات التي لها علاقة بالعين والبصر.

الطور: صورة القمر أو الكوكب كما تُرى عند وقت محدد.

عارض الصور: جهاز لعرض الصور على شاشة.

علم التنجيم: دراسة الكواكب والنجوم للكشف عن تأثيرها المفترض في الأشخاص والحوادث.

العنصر: أي مادة تحتوي نوعاً واحداً من الذرات.

الغلاف الجوي: الغازات التي تحيط بكوكب ما، أو بأجرام سماوية أخرى.

القبة السماوية: بناء أو غرفة تحتوي نموذج النظام الشمسي والكون.

القمر الصناعي: جسم مصنوع من قبل الإنسان، دائم الدوران حول الأرض أو أي جسم آخر.

القوة المغناطيسية: القوة التي يضعها التيار الكهربائي على تيار كهربائي آخر. قد تجذب القوة الكهربائية الأجسام بعضها إلى بعض أو تؤدي إلى تنافرها.

الكتلة: مقدار ما في الجسم من مادة.

كسوف الشمس: التعتيم الظاهري للشمس الذي يحدث عند مرور القمر بين الشمس والأرض.

الكوازار: جسم لامع جداً في وسط مجرة بعيدة جداً.

الكوكب القزم: جرم سماوي كروي الشكل، يدور حول نجم ما، ولكنه لا يمتلك قوة جاذبية كافية ليُصنّف من الكواكب.

الكون: كل شيء موجود في الفضاء والزمن.

المجرة: نظام هائل من النجوم، والغاز، والغبار، وغيرها من مواد ترتبط ببعضها في الفضاء. وتضم مجرة درب (التبانة) الأرض، والشمس، وأجساماً أخرى في نظامنا الشمسي.

محطة الفضاء: تابع صناعي للأرض، صُمم ليستعمل مرصداً أو محطة إطلاق للسفر إلى الفضاء الخارجي.

المحور: الخطُّ المستقيم الذي يدور حوله الجسم. ومحور الأرض هو الخطُّ الوهمي الذي يصل بين القطبين الشمالي والجنوبي مروراً بمركز الأرض.

المدنَّب: جسم أبيض لامع، له مركز يشبه مركز النجم، وذيل من السحب الضبابية في الغالب.

مرصد الفلكي: معهد للبحوث، يدرس علماء الفلك بوساطته الكواكب، والنجوم، والمجرات، وغيرها من الأجرام السماوية.

المسبار: صاروخ، أو قمر صناعي، أو أي مركبة فضاء غير مأهولة تحمل معدّات علمية.

مكوك الفضاء: مركبة فضاء، يمكن إعادة استعمالها لنقل رواد الفضاء وما يستخدمونه.

المنطقة الزمنية: منطقة جغرافية، يُستعمل الوقت نفسه ضمنها.

المهندس: الشخص الذي يخطط وينفذ بناء الآلات، والمحركات، والطرق، والجسور، والقنوات، والقلاع، وما شابه ذلك.

الموجة (الراديوية): نمط من القوة الكهربائية أو المغناطيسية تنتقل عبر الفضاء.

ملوثات الهواء: الفضلات الناتجة إلى حدّ كبير من احتراق الوقود، التي تسبّب تلويث الهواء.

النجم المستعر (السوبرنوفا): نجم منفجر، قد يكون أسطع من الشمس ملايين المرات قبل أن يتلاشى تدريجياً عن النظر.

النظام الشمسي: مجموعة من الأجرام السماوية، تتألف من نجم وكواكب وأجسام أخرى تدور حول النجم.

نصف الكرة الجنوبي: الأرض كلها الواقعة جنوب خطّ الاستواء.

نصف الكرة الشمالي: المنطقة من الأرض الواقعة كلها شمال خطّ الاستواء.

الوقت القياسي: نظام دولي يقسّم العالم إلى أربع وعشرين منطقة توقيت.

الكتب:

- Amazing Solar System Projects You Can Build Yourself by Delano Lopes (Nomad Press, 2008).
- Astronomy by Kristen Lippincott (DK Eyewitness Books, 2008).
- How to Enter and Win an Invention Contest by Edwin J. Sobey (Enslow, 1999).
- Inventions by Valerie Wyatt (Kids Can Press, 2003).
- So You Want to Be an Inventor? By Judith St. George (Philomel Books, 2002).
- Sky & Telescope's (Sky Publishing, 2006).

مواقع إلكترونية:

- Amazing Space
<http://amazing-space.stsci.edu>
تعلم أكثر عن علم الفلك عن طريق الأنشطة، والاستكشافات، ومقاطع الفيديو من هذا الموقع. ويتضمن الموقع ميزة المساعدة في الواجبات المنزلية أيضاً.
- The Best of the Hubble Space Telescope
<http://www.seds.org/hst>
موقع معهد تيليسكوب الفضاء العلمي الذي يتضمن معرضاً لأفضل الصور التي التقطها تيليسكوب هابل.
- Building Planets
<http://www.psi.edu/projects/planets/planets.html>
نظريات عن أصل الكواكب من معهد علوم الكواكب.
- NASA Kids' Club
<http://www.nasa.gov/audience/forkids/kidsclub/flash/index.html>
يوفر موقع إدارة المركز القومي الأمريكي للملاحة الجوية والفضاء (NASA) وسيلة تفاعلية للطلاب لاستكشاف الفضاء.
- National Air and Space Museum
<http://www.nasm.si.edu>
يتضمن موقع متحف معهد سميثسونيان الوطني للطيران والفضاء رابطاً للرحلات الميدانية الإلكترونية، والأنشطة التفاعلية، ومعلومات عن المعارض الحالية.
- National Inventors Hall of Fame
<http://www.invent.org/index.asp>
يتضمن الموقع معلومات عن الاختراعات والمخترعين الموجودة في قاعة مشاهير المخترعين الوطنيين.
- StarChild
<http://starchild.gsfc.nasa.gov/docs/StarChild/StarChild.html>
مركز تعليمي للفلكيين الشباب، يشرف عليه ويديره المركز الوطني الأمريكي للملاحة الجوية والفضاء.
- Windows to the Universe
<http://www.windows.ucar.edu>
يقدم هذا الموقع التربوي الذي تشرف عليه جامعة متشيجان و NASA موضوعات عن الكواكب، والنجوم، والنظام الشمسي.
- Women of NASA
<http://quester.arc.nasa.gov/women/intro.html>
يقدم هذا الموقع معلومات عن النساء المبدعات العاملات في NASA في حقول الرياضيات، والعلوم، والتقنية.