# 03

# مملكة الشمس

## *Kingdom of the Sun*

**يتألف نظامنا الشمسي من الشمس وجميع الأجسام التي تدور حولها، بالإضافة إلى منطقة الفضاء التي تؤثر عليها بشكل مباشر. كما يتكون هذا النظام من ثمانية كواكب رئيسية، منها خمسة كواكب صغيرة معروفة، ومجموعة من الأقمار وعدد لا حصر له من الأجسام الأصغر حجمًا، مع اتسامها بتكوينات صخرية وجليدية.**

في الجزء الأكبر من الأحداث التاريخية المسجلة، كان النظام الشمسي يتألف من ثمانية أجسام معروفة فقط – الأرض والقمر والشمس وخمس كواكب ترى بالعين المجردة وهي: عطارد والزهرة والمريخ والمشتري وزحل. يتبع كل منها مساره المعقد في السماء على خلفية ثابتة إلى حد ما من النجوم البعيدة. ظل من المعروف أن كوكب الأرض ببساطة هو ثالث الكواكب الستة التي تدور حول الشمس حتى القرن السادس عشر، وبعدها، بدأ فهم الكيفية التي تتحرك بها الكواكب (انظر ص 12).

**الخط الزمني**

| 1543م | 1610م | 1781م |
| --- | --- | --- |
| قدم كوبرنيكوس وجهة نظر تقول بأن الشمس هي مركز النظام الشمسي، وأن كوكب الأرض واحد من ستة كواكب. | اكتشف جاليليو أقمارًا لم تكن مرئية من قبل، تدور حول كوكب المشتري. | اكتشف ويليام هيرشل كوكبًا جديدًا بعد زحل، وهو ما أطلق عليه اسم أورانوس الذي أصبح اسمه فيما بعد. |

لا شك أنه اتضح أمامنا الآن أن الشمس كانت الجسم المهيمن في نظامنا الشمسي، وهي التي تمارس قوتها ونفوذها لتجعل جميع الكواكب تدور في مدارات بيضاوية حولها. وفي عام 1687، قال إسحق نيوتن إن هذا الأمر يعد امتدادًا لقوة الجاذبية نفسها التي تجعل جميع الأجسام تنجذب نحو مركز الأرض. وفي وجود هذا النموذج الآن، تمكن علماء الفلك من استخدام التقنيات الهندسية المعززة بقدر أكبر من الدقة، وهذا من خلال التلسكوب الذي تم اختراعه مؤخراً لقياس الحجم الحقيقي للنظام الشمسي (انظر المربع، ص 24).

كان القياس الرئيسي المستخدم يتمثل في متوسط المسافة من الأرض إلى الشمس، والذي تبين أنه يساوي 150 مليون كيلومتر تقريبًا (93 مليون ميل). وقد أصبحت من وحدات القياس المناسبة في حد ذاتها، وأصبحت تعرف باسم الوحدة الفلكية (AU). كذلك، نتج عن التوصل لحجم النظام الشمسي الكشف عن حجم الكواكب الفردية الموجودة به – فقد تم اكتشاف أن كوكب الزهرة يساوي في حجمه كوكب الأرض، وأن كوكبي عطارد والمريخ أصغر إلى حد كبير، بينما تم اكتشاف أن المشتري وزحل كوكبان ضخمان وهائلان بالمقارنة بتلك الكواكب.

**«لا بد أن نعتبر النظام الشمسي فناءنا الخلفي، وليس مجرد مجموعةَ من الأمور القدرية التي نقوم بها واحدًا تلو الآخر.»**

نيل ديجراس تايسون

## عوالم جديدة

على الرغم من أن علماء الفلك بدؤوا في القرن السابع عشر في اكتشاف أقمار لم تكن مرئية حتى الآن حول كوكبي المشتري وزحل، ونظام الحلقات الرائع الخاص بكوكب زحل،

| 1801م | 1846م | 1930م | 2016م |
|---|---|---|---|
| بينما كان يبحث عن كوكب جديد بين المريخ والمشتري، اكتشف جوزيبي بيازي سيريس أكبر الكويكبات حجمًا. | استخدم أورين لو فيرير الأمور غير القياسية في مدار أورانوس للتنبؤ بمكان الكوكب الثامن، وهو كوكب نبتون. | اكتشف كلايد تومبو كوكب بلوتو، وهو عالم جديد ثبت أنه أول جسم معروف في حزام كايبر. | قال كل من باتيجين وبراون أنهما قد عثرا على دليل على وجود كوكب رئيسي تاسع في مدارات أجسام حزام كايبر. |

فإن الأجسام الوحيدة التي تدور حول الشمس نفسها بخلاف الكواكب كان يعتقد أنها عبارة عن مذنبات، كذلك الذي تم حساب مداره من قبل إدموند هالي صديق نيوتن في عام 1705. هذا وقد تبين أن تلك المذنبات عبارة عن زوار عابرين للنظام الشمسي الداخلي. بعدها، وفي عام 1781، عندما رصد عالم الفلك الألماني المولد ويليام هيرشل نقطة خضراء مائلة للزرقة غير واضحة في أثناء قيامه بعمل دراسة إحصائية للنجوم في منزله بمدينة باث الإنجليزية، افترض بطبيعة الحال أنها عبارة عن مذنب. ولكن بعد متابعة الملاحظة، اكتشف الحقيقة. فقد أشارت الحركة البطيئة لهذا الجسم أمام النجوم إلى وجود مسافة تبلغ حوالي 20 وحدة فلكية، وهو ما يشير إلى أنها لم تكن عبارة عن مذنب، بل إنها عبارة عن كوكب حقيقي في حد ذاته – وهو ما يعرفه العالم الآن باسم كوكب أورانوس.

تسبب اكتشاف هيرشل في هوس متابعة الكواكب، مع تركيز القدر الأكبر من الاهتمام على الفجوة المتصورة في ترتيب الكواكب بين مدارات المريخ والمشتري. في عام 1801، أدى هذا الأمر إلى اكتشاف سيريس (انظر ص 64)، والذي كان عبارة عن عالم صغير ثبت أنه كوكب غير كامل، ولكنه أول وأكبر العدد الكبير من الكويكبات – وهي أجسام صخرية تدور في المدار عبر النظام الشمسي الداخلي، ولكنها ترتكز بشكل أساسي على النطاق العريض الواقع بين كوكبي المريخ والمشتري.

## أرسطرخس يقيس النظام الشمسي

في القرن الثالث قبل الميلاد، استعان عالم الفلك اليوناني أرسطرخس الساموسي طريقة بارعة لحساب مسافات القمر والشمس. ومع إدراكه بأن مراحل القمر تنجم عن الأشعة الضوئية المختلفة الآتية من الشمس، قاس الزاوية بين الشمس والقمر في الربع الأول، عندما يضيء نصف قرص القمر بالضبط، واستخدم الهندسة لقياس المسافة إلى هذين الجسمين. وبفضل أخطاء عملية القياس، قال إن الشمس تبعد بمقدار 20 مرة أكثر من القمر (وبالتالي فإنها تكبره بنحو 20 مرة). ومن ثم، تكون القيمة الفعلية لدينا هي 400 مرة، بيد أن هذا الفرق لم يكن كافيًا ليقنعه بأن الشمس، وليس الأرض، لا بد أن تكون موجودة في مركز النظام الشمسي.

بينما كان اكتشـــاف أورانوس والكويكبات صدفة ســـعيدة، كانت العمليات الحسابية الصعبة هي التي أدت إلى اكتشاف كوكب كبير آخر في عام 1846. فهنا، قام عالم الرياضيات الفرنسي أوربين لو فيرير بتحليل وثيق للأشـــياء غير القياســـية الموجودة في مدار أورانوس، علاوة على تحديد حجم ومكان عالم آخر أكثر بعدًا (والذي أصبح يعرف الآن باسم نبتون)، والذي سرعان ما تمكن من رصده عالم الفلك الألماني يوهان جال في مرصد برلين.

## البحث عن الكوكب إكس

في أعقاب النصر الذي حققه لو فيرير، جذبت فكرة اكتشاف كواكب جديدة من خلال علم الرياضيات العديد من علماء الفلك. لقد فشل لو فيرير نفسه عندما توقع وجود كوكب آخر يدعـــى فولكان يدور حول الشـــمس داخل مدار كوكب عطـــارد، بينما قدم الآخرون توقعات عاديـــة تمثلت في وجود كوكب إكس يدور حول كوكب نبتون. وكان الثري الهاوي بيرسيفال لويل أكثر الأشخاص الذين كانوا يسعون دومًا وراء اكتشاف الكواكب (وهو من المتحمسين كذلك للقنوات التي كان يقال إنها موجودة على كوكب المريخ - انظر ص 46)، وهو الذي أنشأ مرصده الخاص في فلاجستاف بولاية أريزونا، وخصص إرثه كله لاستمرار مثل تلك الأبحاث عقب وفاته في عام 1916. وفي عام 1930، رصد الباحث الشاب كلايد تومبـــو، وهو الذي تم تكليفه بعمل بحث جديد وشـــامل عن كوكـــب لويل، نقطة صغيرة تتحـــرك أمام النجوم على طبقتين فوتوغرافيتين تفصل بينهما مســـافة أيام. وسرعان ما عُرف هذا العالم البعيد باسم كوكب بلوتو وأعلن عن كونه الكوكب التاسع في النظام الشمسي.

على الرغم مما ســـبق، ثبت أن حجم كوكب بلوتو وكتلته صغيران بشكل مخيب للآمال، وقد شـــكك بعض علماء الفلك منذ البداية فيما إذا كان يجب حقًّا أن يتم تصنيفه كوكبًا كسائر الكواكب أم لا. بعبارة أخرى، شك العديد منهم في أنه، مثل سيريس قبله، أول كوكب في فئة جديدة تمامًا من الأجســـام - عوالم جليدية صغيرة تدور حول كوكب نبتون في مكان ما يعرف

الآن باســم حزام كايبر (انظر ص 74). بحلول عام 1992، تمكن تلسكوب هابل الفضائي من تتبع جسم آخر في حزام كايبر، بيد أن أعداد تلك الأجسام زادت منذ ذلك الحين، حيث تم تحديد أكثــر من ألف منها حتى وقتنا الحالي. ومع هذا المعدل من الاكتشــافات، كان من المحتم أن يتم التطرق للمكانة الكوكبية لكوكب بلوتو. وفي عــام 2006، قدم الاتحاد الفلكي الدولي تصنيفًا جديــدًا للكواكب ضئيلة الحجم ومن ضمنها كوكب بلوتو وســيريس والعديد من الأجســام الأخرى (انظر ص 65).

هل هناك عوالم رئيسية أخــرى لا تــزال تنتظــر اكتشــافها في أعــماق النظام الشمسي الخارجي؟ قد تجعل النماذج الحالية لنشأة وتطور النظام الشــمسي هذا الأمر غير محتمل (انظر من ص 28 حتى ص 41)، بيد أن بعض علماء الفلــك يرون أن رؤية مــدارات بعض الأجســام الموجــودة على حــزام كايبر قد يكون ناجمًا عن الكواكب الكبيرة غير المعروفة. في عام 2016، قــدم عالمــا الفلك كونستانتين باتيجين ومايك

## الغلاف الجوي للشمس

عند مناقشــة حدود النظام الشــمسي، لا يفضل بعض علماء الفلك اســتخدام مدى جاذبية الشــمس، بل غلافها الجوي، وهي المنطقة التي تســيطر عليها الرياح الشمســية على تأثير النجوم الأخرى. لمزيد من التوضيح، الرياح الشمســية عبارة عن تيار من الجسيمات ذات الشــحنات الكهربية، وتهب من سطح الشمس وتمتد حتى المجال المغناطيسي للشمس في جميع أنحاء النظام الشــمسي. كما أنها مســؤولة عن بعض الظواهر مثل ظاهرة الشــفق (الأضواء الشمالية والجنوبية) التي تحدث في مختلف الكواكب. تنتقل الرياح بسلاسة بسرعات أكبر من الصوت لتصل إلى مســافة أبعد من مــدار بلوتو، ولكنها بعد ذلك تنهــار في منطقة الاضطراب الأسرع من الصوت عندما تصادف الضغط المتزايد من الوسط المحيط بين النجوم (انظر ص 259). تعرف الحافة الخارجية للغلاف الجوي للشمس، حيــث يتوقــف التدفق الخارجي للرياح الشمســية، باســم الغلاف الشــمسي، وهي التي تمثل الحد الذي يشار إليه عادة عندما يتحدث علماء الفضاء عــن البعثات التي تغادر النظام الشمسي. تمكن مسبار فوياجر 1 الذي أطلقته وكالة ناسا من عبور الغلاف الشــمسي ووصل إلى مسافة تبعد بمقدار 121 وحدة فلكية عن الشمس في أغسطس عام 2012.

براون في كالتيك الاحتمال الأكثر تحديدًا حتى الآن، وهو الذي قال بوجود «كوكب تاسع» له نفس كتلة الأراضي العشرة الموجودة على المدار البيضاوي الطويل. على الرغم من ذلك، وحتى وقتنا هذا، تتمثل الأجسام غير المرئية الوحيدة التي يمكننا التأكد من وجودها في تريليونات المذنبات الموجودة في سحابة أورت. إن وجود هذه الهالة الكروية الهائلة من المذنبات، والتي تحيط بالشمس على بعد مسافة تبلغ نحو سنة ضوئية واحدة، يمكن الكشف عنها من خلال مدارات المذنبات التي تسقط في النظام الشمسي الداخلي.

## الفكرة الرئيسة

## إن حجم ومدى تعقيد نظامنا الشمسي لا يزال في تزايد مستمر