04

نشأة النظام الشمسي

Birth of the solar system

كيف نشـأت الشمس ونظام الكواكب والأجسـام الصغيرة المحيطة به بأكمله؟ على مدار أكثر من قرنين من الزمان، قدم العلماء نظريات مختلفة وناقشـوا العديد من النظريات، ولكن الآن، هناك فكرة جديدة تعرف باسم التراكم الحصوي، وهي التي تبشر بالإجابة عن باقي الأسئلة التي لم يتم التوصل لإجابة لها حتى الآن.

يضم النظام الشمسي ثلاث مناطق متميزة للغاية. يوجد بالقرب من الشمس عالم من الكواكب والكويكبات الصخرية التي تسودها مواد «صهرية» ذات نقاط انصهار عالية إلى حد ما، كالمعادن. كذلك، خلف حزام الكويكبات، توجد الكواكب العملاقة بالإضافة إلى أقمارها الجليدية، وهي التي يتكون معظمهـا من مواد كيميائية متطايرة تذوب في درجات حرارة منخفضة. والمنطقة الأكثر بعدًا من هذه المناطق الثلاث تتمثل في حزام كايبر وسحابة أورط Oort Cloud المكونة من أجسام صغيرة وجليدية.

الخط الزمني

1734م	1755م	1796م
أشـار إيمانويل سـويدنبورج إلى أن الكواكب التي تشـكلت مـن انهيار سـحب الغـازات التـي أطلقتهـا الشمس.	أشـار إيمانويل كانـط إلى أن الشمس والكواكب التحما معًا من سديم أولي.	قدم لابلاس نظرته الخاصة من الفرضية السـديمية التـي حـددت أساسـيات العمليات الفيزيائية.

عُرفت النظرية العلمية الأولى التي تناولت أصول نشأة الكواكب، والتي ركزت فقط على توضيح الفرق بين الكواكب الصخرية والكواكب العملاقة الأكثر بعدًا، باسم النظرية السديمية. في عام 1755، اقترح الفيلسوف الألماني إيمانويل كانط أن الشمس والكواكب قد تشكلت جنبًا إلى جنب في أثناء تحطم سحابة كبيرة من الغازات والأتربة. هذا وقد قدم عالم الرياضيات الفرنسي الرائع بيير سيمون لابلاس وحده نموذجًا مشابهًا في عام 1796 أوضح فيه كيف يمكن أن تتسبب الاصطدامات التي تحدث داخل سحابة الغازات والحفاظ على الزخم الزاوي بطبيعة الحال في تسطيح قرص الكوكب المتشكل ودورانه بشكل أسرع حول مركزه، في الوقت الذي يرغم فيه الكواكب الناتجة على الدوران في مدارات أكثر أو أقل دائرية.

مجموعة من النظريات

«بناءً على تخمين بسيط، ذهبت في رحلة خطيرة ووصلت بالفعل إلى أماكن جديدة لن يتمكن من الوصول إليها سوى من لديهم الشجاعة الكافية للاستمرار.»

إيمانويل كانط Immanuel Kant

بحلول منتصف القرن التاسع عشر، ناقش بعض علماء الفلك فكرة أن السديم الحلزوني الذي يظهر في أكبر التلسكوبات والصور الفوتوغرافية القديمة قد يكون عبارة عن نظم شمسية قيد التشكيل (انظر ص 223). على الجانب الآخر، أعرب البعض منهم عن شكوكه الكبيرة لا سيما فيما يتعلق ببطء فترة دوران الشمس (تقريبًا 25 يومًا) – حيث إن هذا النجم يركز 99,9 في المائة من كتلة النظام الشمسي في مركزه، ومن ثم، فمن المؤكد أنه يدور بسرعة أكبر من ذلك؟

1905م

قدم كل من توماس تشامبرلين وفورست مولتون أول نظرية للتراكم توضح كيف نشأت الكواكب.

1917م

قدم جيمس جينز فرضية المد والجزر لشرح أصول نشأة الكواكب.

1978م

أوضح إيه. جي. آر. برنتيس كيف يمكن للحبيبات الغبارية الموجودة في السديم الشمسي أن تبطئ من دوران مركزها.

2012م

قدم كل من ميشيل لامبريشت وأندرس يوهانسن عملية تراكم الحصى باعتبارها طريقة من الطرق التي تتشكل بها قلوب الكواكب بسرعة.

1. سحابة النجوم الأولية.
2. قرص الكواكب الأولية.
3. تكوّن قلوب الكواكب.
4. تطهر الكواكب مداراتها من المواد.

على الرغم من عدم التوصل لمعلومات مفصلة ودقيقة حول تشكل النظام الشمسي بعد، فإن القصة المعروفة عن هذا الأمر واضحة: فقد بدأت سحابة من الغازات والغبار في الانهيار تحت جاذبيتها وبعدها (1) تسطحت وأصبحت في صورة قرص ذي مركز منتفخ. (2) بعدها، تشكلت الشمس في المركز، بالإضافة إلى تشكل القلوب الصلبة للكواكب الأولية في المدار الموجود حولها. (3) أطلقت هذه الأجسام مواد من الأجزاء المحيطة بها لتنتج بذلك الكواكب الرئيسية الموجودة الآن (4).

ومع ترسخ مثل هذه المخاوف، تم تجاهل الفرضية السديمية والاهتمام بالنظريات الجديدة التي ظهرت. فلعل الكواكب قد تشكلت من نثار طويل من الغلاف الجوي الشمسي، أو تقطعت من أحد النجوم العابرة؟ أو لعلها نشأت من مواد ملتقطة ظهرت عندما فعلت الشمس الأمر نفسه في نجم آخر؟ أو ربما نشأت من سحابة من «الكواكب الأولية» الموجودة في الفضاء الخارجي؟

لم يبدأ علماء الفلك في إعادة النظر في الفرضية السديمية سوى في سبعينيات القرن الماضي، ويُعزى القدر الأكبر من الفضل في ذلك إلى عالم الفلك السوفييتي فيكتور سافرونوف. كما أن العناصر الجديدة المضافة إلى النظرية سمحت للكواكب بأن تتشكل بكتلة أقل بكثير في القرص الأصلي، وهذا ما قلل الحاجة إلى الدوران السريع للشمس. وتمثل أساس نموذج قرص السديم الشمسي الذي قدمه سافرونوف في فكرة التراكم التصادمي - وهي عملية تنشأ فيها الأجسام الفردية من حبيبات الغبار وتنمو إلى أن تصبح كواكب أولية في حجم كوكب المريخ، وهذا من خلال عمليات تصادم وتلاحم تتم خطوة بخطوة.

التراكم التصادمي

في الوقت الذي انتشرت فيه أفكار سافرونوف وعُرفت خارج نطاق الاتحاد السوفييتي، تمكن علماء الفلك من معرفة قدر كبير من المعلومات عن النشأة الأولى للنجوم نفسها، وقد اجتمع معًا

هذان الاتجاهان ليكونا لنا في النهاية صورة متكاملة. لمزيد من التوضيح، عندما يبدأ كوكب أولي ناشئ وساخن وغير مستقر في الظهور (انظر ص 130)، فإنه يطلق رياحًا نجمية عاتية تضرب السديم المحيط، هذا علاوة على الإشعاع القوي الناجم عن درجة حرارة المناطق الداخلية من السديم. وينجم عن ذلك تبخر المواد الجليدية المتقلبة بالقرب من النجم، ثم تهب ناحية الخارج تاركة المواد الحرارية الغبارية خلفها. وتشهد الاصطدامات العشوائية التي تحدث في بضعة ملايين السنين نمو هذه الجزيئات من مجرد حبيبات غبارية إلى حصى ومنها إلى كويكبات صغيرة. وحالما تكون كبيرة بدرجة تكفي لأن تفرض قدرًا معتدلًا من الجاذبية، ينجم عن تلك العملية كرات ثلجية في تأثير يعرف باسم التراكم الجامح. وتلك الأجسام

التراكم الحصوي

توصل الخبراء مؤخرًا إلى نظرية جديدة حول نشأة الكواكب وتشكلها، وهي التي ساعدت في الكشف عن الأسرار المتعلقة بهذا الأمر: هذه النظرية لم توضح فقط كيف تزايد حجم تلك الأجسام المتراكمة من الحجم الصغير إلى الحجم الكبير، بل أيضًا كيف زاد حجم قلوب الكواكب الغازية العملاقة بقدر من السرعة كان كافيًا للاحتفاظ بالغازات التي تتطاير بسرعة، هذا بجانب معرفة السبب وراء كون الكواكب الأرضية تبدو كما لو كانت تشكلت على مراحل زمنية مختلفة. لمزيد من التوضيح، تشير نظرية التراكم الحصوي إلى أن النظام الشمسي الأول سرعان ما نتج عنه انحرافات هائلة لأجزاء صلبة صغيرة، وتباطأت حركتها وتم التحكم فيها من خلال الغازات المحيطة بها. وفي غضون المليوني عام اللذين تليا تكوّن الشمس، زاد حجم هذه الانجرافات بشكل كبير كان كافيًا لأن يجعلها غير مستقرة من ناحية جاذبيتها، وهذا ما أدى إلى انهيارها لتشكل كويكبات بحجم كوكب بلوتو في غضون أشهر أو سنوات. بعد ذلك، جذبت جاذبية هذه العوالم الحصى المتبقي بسرعة من المناطق المحيطة بها، تاركة ربما عشرات من العوالم التي يبلغ حجمها حجم كوكب المريخ. بهذا الشكل، تمكنت الكواكب العملاقة من البدء في تجميع أغلفتها من الغاز والجليد في وقت مبكر، في الوقت الذي كان يكبر فيه حجم كوكب المريخ بشكل كامل. ولم تحتج سوى الكواكب الأرضية الأكبر حجمًا، مثل الأرض والزهرة، لمرحلة نهائية من التصادمات التي تحدث عنها سافرونوف، وهذا على مدار مائة مليون سنة أو نحو ذلك، لتصل إلى حجمها الذي وصلت إليه الآن.

التي يتزايد حجمها، والتي تعرف باسم الكويكبات، تسحب قدرًا أكبر وأكبر من المواد نحوها، عاملة بذلك على تطهير السواد الأعظم من الفضاء المحيط بها إلى أن يتبقى بضعة عوالم، وهي التي ربما تكون في حجم قمرنا. كما ينجم عن التصادمات التي تحدث بين هذه الكواكب الأولية إلى ظهور عدد أصغر من الكواكب الصخرية، في الوقت الذي تتسبب في الحرارة الناتجة عن التصادم في ذوبانها، مما يسمح بتمييز أجزائها الداخلية علاوة على تكون قشورها في شكل كروي.

من ناحية أخرى، يعد الجزء الخارجي من نظام النجوم أكثر برودة، حيث تظل الثلوج المتطايرة متجمدة ويستمر وجود الغازات، تاركة قدرًا أكبر من المواد التي تتشكل منها الكواكب. تستمر عملية تكوّن الكواكب بالطريقة نفسها إلى حد ما ولكن بقدر أكبر، مما ينجم عنه كواكب ذات قلوب أكثر صلابة، وهي التي تسحب فيما بعد الغازات نحوها لتشكل بذلك الأغلفة الجوية الغنية بالهيدروجين. على الحواف الخارجية لمنطقة تكوّن الكواكب، تنتشر المواد بشكل أقل كثيرًا مشكلة بذلك الكواكب الكبيرة، وهذا ما ينجم عنه حزام كايبر للكواكب الأولية الذي يتكون من عوالم جليدية ضئيلة الحجم (قزمة).

استمر تأثير نظرية سافرونوف لأكثر من أربعة عقود. وقد دعمها اكتشاف أقراص الكواكب المشكلة الموجودة حول عدد كبير من النجوم الأخرى. وقد اتفق الجميع على دقة هذا الأمر عندما نظروا إلى الصورة الكاملة لهذا التصور. بيد أن بعض علماء الفلك في الآونة الأخيرة بدؤوا في الشك بأن هذه ليست القصة الكاملة، لا سيما مع وجود شكوك حول نموذج سافرونوف الذي كان يقر باصطدام جسمين. كما ظهر العديد من الأدلة الأخرى على أن العوالم العديدة الموجودة في النظام الشمسي لم يحدث لها أي عملية من عمليات الذوبان الكاملة التي كان يلزم حدوثها في اصطدامات الكويكبات التي تحدث عنها سافرونوف. وبالقدر نفسه من الأهمية، أدرك العلماء وجود فجوة في سلسلة نشأة وتطور النظام الشمسي والكواكب. وعلى نطاق صغير، فإن الشحنات الكهربية الساكنة الصغيرة الموجودة على حبيبات الغبار لا بد أن تجعلها تتجمع معًا، بينما ستجذب الجاذبية المتبادلة الأجسام كبيرة الحجم معًا. ولكن، كيف يمكن للأجسام الصخرية الكبيرة أن تلتحم

ببعضهـا البعض في الوقت الـذي تنمو فيه من مرحلة إلى أخرى؟ عـلى أي حال، ربما تكمن الإجابة عن كل تلك التسـاؤلات في نظرية جديدة معروفة أطلق عليها اسم التراكم الحصوي (انظر المربع)، وهي القائمة على التحام أعداد كبيرة من الأجسام الصغيرة في وقت واحد.

الفكرة الرئيسة

تتشكل الكواكب من خلال التحام الأجسام الصغيرة ببعضها البعض