01

مكاننا في الكون

Our place in the Universe

إن قصة علم الفلـــك من القصص التي يمكننا مـــن خلالها تطوير فهمنا لمكاننا في هذا الكون، في الوقت الذي تقل فيه أهميتنا به بشـــكل تدريجي. حالما نصبح في مركز الكون، ســـنجد عالمنا قد أصبح مجرد نقطة ســـوداء وسط هذا الكون الشاسع.

لطالما انشـــغل الإنســـان بالنجوم على مـــدار التاريخ، ليس فقط بمجـــرد سرد حكايات عنها وإحاطتها بقدر كبير من الأهمية، ولكنه اســـتخدمها كذلك في أغراض علمية مثل حســـاب الزمن. على سبيل المثال، كان المصريون القدماء يعلمون اقتراب موعد موسم فيضان نهر النيل عندما كانوا يشاهدون ظهور نجم الشعرى (ســـيروس)، وهو أكثر النجوم لمعانًا وإشراقًا في السماء، قبل الفجر بوقت قليل. وعلى الرغم من ذلك، هناك فرع مهم آخر من الأفكار القديمة، ألا وهو علم التنجيم، الذي شهد المحاولات الأولى التي شكلت نظرتنا لمكاننا في هذا الكون.

كان فكر المنجمين القدماء قائمًا على فكرة أن السماوات هي مرآة الأرض؛ حيث رأوا أن حركات كل من الشـــمس والقمر والكواكب الســـيارة بين النجوم الثابتة التي تُعرف باســـم الأبراج لا تؤثر

الخط الزمني

150م	1543م	1608م
أيد كتاب المجســـطي للعـــالم الفلكي بطليموس وجهة النظر التقليدية التي تقر بأن الأرض هي مركز الكون.	نشر كوبرنيكـــوس فكرته وقال إن الشمس هي مركز الكون.	رســـم كيبلر المـــدارات في صـــورة قطع ناقص، بدلاً من الدوائر، وهذا ما وضح لنا في النهاية حركة الكواكب.

بالضرورة على ما يحدث على الأرض، ولكنها تعكسها. ومن ثم، إذا وقعت مجاعة كبيرة في فترة تزامن كل من كوكب المريخ وكوكب المشتري (أي في حالة قربهما من بعضهما البعض في السماء) في برج الثور، فمن الممكن أن نتوقع حدوث حدث مشابه في حالة اقتراب هذين الكوكبين ومحاذاتهما معًا في هذا البرج مرة أخرى. والأهم من ذلك، أنه لم يكن من الصعب التنبؤ بحركة الكواكب بشكل كامل. ومن ثم، إذا كان بإمكانك التنبؤ بحركاتها، فبإمكانك التنبؤ بالأحداث التي يمكن أن تحدث مستقبلاً على الأرض.

الأرض مركز الكون

«هذا الكون الشاسع الذي نعيش فيه يبدو كحبة من الرمال وسط محيط شاسع.»

كارل ساجان

لقد كان التحدي الكبير إذن هو التوصل إلى نموذج يتسم بقدر من الدقة يكفي لتفسير حركات الكواكب. وقد أعاقت الفكرة التي كانت سائدة وقتئذٍ والتي كانت تقر بأن الأرض ثابتة في الفضاء معظم الفلكيين القدماء (فنحن لا نشعر بحركتها بأي حال من الأحوال). وفي ظل عدم وجود أي تلميحات أو معلومات ولو بسيطة عن حجم الكون، فقد افترض أولئك العلماء أن القمر والشمس والكواكب والنجوم الأخرى تدور في مسارات دائرية وبسرعات متفاوتة، وبهذا الشكل تنتج لنا الحركات التي نراها ظاهرة في السماء (انظر المربع، انظر ص 12).

ولسوء الحظ، لم يقدم النموذج القائم على فكرة أن الأرض محور الكون، على الرغم من بساطته الجذابة، تنبؤات دقيقة. فسرعان ما غيرت الكواكب من مساراتها المتوقعة في السماء، مما دفع علماء الفلك إلى تقديم العديد من التخمينات التي لم يكن منها فائدة لتصحيح هذه الفكرة.

1781م

قام ويليام هيرشل بعمل أول خريطة لدرب التبانة، وهي التي عرضت مجرتنا في صورة سطح مستوٍ من النجوم.

1924م

وضح إدوين هابل أن السُدم الحلزونية عبارة عن مجرات منفصلة تبعد عنا بملايين السنين الضوئية.

1929م

وضح هابل أن الكون يتوسع – وهذا هو أساس نظرية الانفجار الكبير Big Bang Theory.

وقد بلغ هـذا النموذج ذروته في القـرن الثاني الميلادي من خلال عمل عـالم الفلك اليوناني المصري بطليموس في الإسـكندرية. لمزيد من التوضيح، تصور هذا العـالم في كتابه العظيم، المجسطي، أن الكواكب تدور في مسارات دائرية تسـمى أفلاك التدوير، والتـي تقـع مراكزها حول مدارات الأرض. إن النموذج الذي قدمه بطليموس، والذي أيدته الإمبراطورية الرومانية ومـن خلفهـا مـن المسـيحيين والمسلمين، استمر لما يزيد عن ألف عام. واهتم علماء الفلك المعاصرون إلى حد كبير بتعديل وتحسـين طرق حسـاب حـركات الكواكـب أملاً منهم في تعديـل المعامـلات المتنوعة لهـذا النموذج وتحسـين الأمـور التي يمكنه التنبؤ بها.

حركات الكواكب

بوجه عام، تنقسـم الكواكب في سـماء الأرض إلى مجموعتين: الكواكب «الدنيـا»، مثل كوكبي عطـارد والزهرة، وهي التي تدور في مدارات حول الشمس في السـماء، لكنها لا تبتعد أبدًا عنهـا ومن ثم تظهر دائـماً في الغرب عقب غروب الشـمس، أو في الشرق قبل شروق الشـمس. عـلى الجانب الآخر، هناك الكواكب «العليا» – وهي المريخ والمشـتري وزحل وأورانوس ونبتون، وهي كواكب تسير في مدارات تجعلها تلف حول السماء بأكملها، ويمكن أن تظهر على الجانب الآخر من السماء المواجهة للشـمس. بيد أن حركـة تلك الكواكب تكون معقدة بسـبب الحلقـات الارتجاعية، إنها الحلقات التي تظهر عندما تبطئ تلك الكواكب حركتها وتعكسها بشكل مؤقت ناحية الشرق، وهذا ما يجعلها تنحرف عن مسـارها أمام النجوم قبل أن تواصل في النهاية مسـارها المعتاد. إن تلك الحركة الارتجاعية كانت أعظم تحدٍّ لنماذج النظام الشمسي القائم على أن الأرض مركز الكون، وقد أوضـح بطليموس هذا الأمر بأن وضـع الكواكب العليا على مدارات داخل مدارات عرفت باسم أفلاك التدوير. أما في النظام الشـمسي القائم على أن الشـمس مركز الكون، كان من السهل للغاية تفسير هذه الحركة الارتجاعية باعتبارها من الآثار الناجمة عن تغيير وجهـات النظر نظرًا لأن الأرض ذات الحركة الأسرع حلت محل أحد الكواكب العليا.

الشمس مركز الكون

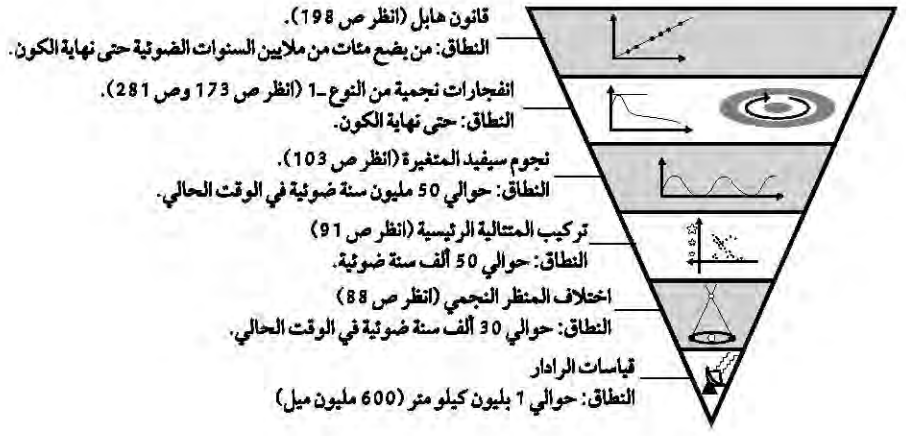
مع بـــزوغ فجر عصر النهضة الأوروبية، بدأت وجهة النظـــر طويلة الأمد التي قامت على أن الحكمة القديمـــة لا يمكن قهرها من حيث الانهيار بين المفكرين في عدد من المجالات، وبدأ بعض علماء الفلك في التســـاؤل عـــما إذا كان نموذج بطليموس الذي أقر بـــأن الأرض هي مركز الكون صحيحًا أم لا في الأســـاس. في عام 1514، ألف الكاهن البولنـــدي نيكولاس كوبرنيكوس كتابًا صغـــيرًا يعرض فيه إمكانية تفســـير الحركات الملحوظة لكل ما هو في الســـماء بناءً على الفكرة التي تدور حول أن الشـــمس مركز الكون. لمزيد من التوضيح، ووفقًا لهذه الفكرة، فإن الأرض ليســـت سوى مجرد كوكب ضمن الكواكب العديدة التي تدور في مسارات دائرية حول الشمس، وأن القمر فقـــط هو الذي يدور في مداره حول الأرض (إنها النظرية التي قدمها بالفعل العديد من الفلاســـفة اليونانيين القدماء). بدأت فكرة كوبرنيكوس تترسخ بعد نشر أهم كتبه والذي تم نشره عقب وفاته، إنه كتاب «ثورات الأجرام الســـماوية On the Revolutions of the Heavenly Spheres» في عام 1543، بيـــد أن المدارات الدائرية التي تحدث عنها مثلت عقبات عندما تعلق الأمر بمدى دقة التنبؤات. ولم يتم التوصل إلى حل لهذه المشـــكلة حتى جاء عام 1608 الذي قدم فيه عالم الفلك الألماني يوهانس كبلر نموذجًا جديدًا قال فيه إن المدارات تتخذ شكل القطع الناقص، وهذا ما نجم عنه حل غموض حركات الكواكب. لقد نفي عالمنا من موقعه في مركز الكون.

وسرعـــان ما أدرك علماء الفلك أن الثورة الكوبرنيكية أدت إلى التقليل من مكانتنا في الكون بشـــكل أكبر. فإذا كانت الأرض تتحرك من جانب إلى آخر على مدار واسع وشاسع، فمن المؤكد أن تأثير المنظر (أي التحول الظاهري للأجسام القريبة عند النظر إليها من منظور مختلف) لا بد أن تؤثر على أماكن النجوم؟ إن حقيقة عـــدم إمكانية رؤية المنظر، حتى في ظل وجود أدوات المراقبة الجديدة كالتلســـكوب (انظر الصفحة 16) تشير ضمنيًّا إلى أن النجوم كانت بعيدة للغاية بشكل لا يمكـــن تخيلـــه - أي أنها ليســـت مجرد أجسام كروية مضيئة تدور حول النظام الشمسي،

ولكنها شـــموس بعيدة قائمة بذاتها. والأكثر من ذلك أن التلسكوبات كشفت عن عدد لا حصر لـــه من النجوم غير الظاهرة وغير المرئية، كما أوضحت أن النطـــاق القديم لدرب التبانة مكون من سحب نجمية كثيفة.

الكون الأكثر اتساعًا

في أواخر القرن الثامن عشر، بدأ علماء الفلك في وضع خرائط لبنية وهيكل مجرتنا، المســـتوى المسطح من النجوم (والذي اتضح فيما بعد أنه عبارة عن قرص ثم شكل حلزوني - انظر ص 208) الذي كان من المعتقد أنه يضم الخلق كله. في البداية، كانت الأرض محظوظة مرة أخرى نظرًا لمكانها القريب من مركز المجرة، ولم يتم التأكد من موقعنا الحقيقي في نظامنا الشمسي حتى القرن العشرين - وهي فترة تقرب من 26 ألف ســـنة ضوئية قضيناها في جزء يصعب ملاحظته إلى حد ما في درب التبانة. وبحلول ذلك الوقت، نتج عن تطور فهمنا للنجوم، والذي كان من ضمنه معرفة القياسات الدقيقة لمسافاتها (انظر ص 245) أنه حتى شمسنا لم تكن بهذا القدر من الخصوصية والتميز. بعبارة أخرى، إنها في واقـــع الأمر مجرد نجم قزم أصفر اللون يشرق من خلال النجوم البالغ عددها 200 بليون نجم أو أكثر في مجرتنا.



يتم استخدام مجموعة كبيرة من الطرق والأساليب المختلفة لقياس مسافات الأجسام الفلكية القريبة والبعيدة. وعبر تاريخ علم الفلك، كان التقدم درجة على سلم هذه المسافات غالبًا ما يكشف لنا عن أدلة حول الكيفية التي يمكننا من خلالها اكتشاف الأجسام الموجودة على الدرجة التالية.

هناك تحول هائل أخير حدث في نظرتنا الكونية في عام 1924، عندما أوضح عالم الفلك الأمريكي إدوين هابل أن «السدم الحلزونية» التي نشاهدها في مختلف أنحاء السماء كانت في الواقع أنظمة نجمية بعيدة بشكل لا يمكن تصوره. وأن مجرة درب التبانة، التي نشكل جزءًا ضئيلاً للغاية منها، في حد ذاتها مجرد مجرة من ضمن مجرات لا حصر لها في هذا الكون (انظر ص 220) - والتي ربما يساوي عددها عدد النجوم الموجودة في مجرتنا والمنثورة في كل مكان من هذا الكون الشاسع (انظر ص 244). ومن المحتمل ألا تكون هذه هي نهاية القصة: فهناك أدلة متزايدة على أن كوننا نفسه الذي نعيش فيه قد يكون مجرد كون واحد من عدد لا حصر له من الأكوان الموجودة في البنية التي لم يتم سبر أغوارها بعد والمعروفة باسم العالم المتعدد (انظر ص 298).

الفكرة الرئيسة

كل اكتشاف جديد يُضائل من مكانتنا في هذا الكون