11

الكويكبات والمذنبات

Asteroids and comets

يمكن تقسيم الأجرام الصغيرة التي تدور بين الكواكب على نطاق واسع حسب تكوينها إلى كويكبات صخرية ومذنبات جليدية على الرغم من أن هذا التمييز غير واضح إلى حد ما. وبدلًا من ذلك يمكن تصنيفها حسب مناطقها المدارية. وهذا التصنيف يحدد مجموعات الكويكبات، والقنطور الجليدي، والمذنبات طويلة وقصيرة الأمد، وحزام كايبر، وأجرام القرص المبعثر.

في أعقاب تكون النظام الشمسي منذ حوالي 4.6 مليار سنة، تبقت كميات كبيرة من المادة تدور بين الكواكب الرئيسية وبعدها، وقد وضع تأثير جاذبية كوكب المشتري توقفًا مفاجئًا لنمو كوكب المريخ، وأنضب المادة المكونة للكواكب من المنطقة القريبة من مداره (انظر صفحة 38). وقد أدى هذا إلى ترك مجرد حلقة من الحطام الصخري والتي كونت حزام الكويكبات الموجود في الوقت الحاضر.

وعلى النقيض من ذلك، تكون وراء خط الثلج- الذي عنده يستطيع الجليد مقاومة الإشعاع الشمسي- عدد صغير من المذنبات الجليدية التي تجمعت في مدارات يسبح بين الكواكب العملاقة. وقد كانت المواجهات القريبة مستمرة لتغيير مدارات الكواكب قليلًا في كل مرة

الخط الزمني

1705م	1801م	1866م	1866م
تنبأ «إدموند هالي» بالمدار ذي الـ76 سنة للمذنب الذي يحمل اسمه.	اكتشف «بيازي» أول الكويكبات وأكبرها، وهو سيريس.	حدد «كيركوود» الفجوات في حزام الكويكبات مثبتًا أن مدارات الكويكبات يمكن أن تتطور مع مرور الوقت.	ربط «شيابارلي» زخات الشهب بمدارات المذنبات.

لكنهـا تثبت أنها أكثر إيذاءً للأجرام الأصغر، فكانت المذنبات كثيرًا ما ترسـل باندفاع نحو الشمس أو تطرد في مدارات طويلة بطيئة تصل إلى سنة ضوئية، ولا تزال تريليونات المذنبات باقية في هذه المنطقة إلى يومنا هذا، وهي تشـكل سـحابة أورت عنـد الحد الأبعد عن تأثير جاذبية الشمس.

وأخيرًا، عندما تحرك كوكب أورانوس ونبتون إلى تكوينهما الحالي منذ حوالي 4 مليارات سنة، مزقا الكثير من العوالم القزمة الجليدية متوسـطة الحجم التي كانت قد تشكلت حول حافة النظام الشمسي. بقيـت الأعضاء الخارجية لحـزام كايبر المبدئي هذا هادئة إلى حد كبير وشكلت ما يسـمى اليوم بـ«حزام كايبر الكلاسيكي» لكن أبناء عمومتها من ناحية الشـمس طرد أغلبهـا إلى مدارات مائلة للغاية وإهليلجيـة بدرجة عالية فكونت القرص المبعثر.

«لما كانت حركة الكوكب القزم «سيريس» بطيئة للغاية ومنتظمة فقد توارد إلى ذهني عدة مرات أنه يمكن أن يكون شيئًا أفضل من مذنب.»

«جيوزيبي بيازي»

الكويكبات المتطورة

حزام الكويكبات هو المخـزون الرئيسي الوحيد للأجرام الصغيرة التي عثر عليها عن طريق المصادفة، فهو أقرب هذه المناطق إلى كوكب الأرض. وفي أعقاب اكتشـاف كوكب أورانوس عام 1781، آمـن الكثير من علماء الفلك بالنمط العددي الذي أطلق عليه «قانون بود» والذي بدا أنه

1898م	1930م	1932م	1992م
اكتشف «جوسـتاف ويت» أول كويكب «إروس» قريب من كوكب الأرض.	اقترح «كينيـث إيدجورث» وآخرون أن هنـاك حلقة من أجـرام صغيرة تـدور وراء نبتون مباشرة.	اقـترح «أوبيـك» وجـود سحابة مذنب تحيط بالنظام الشمسي على مسافة كبيرة.	اكتشـف تلسـكوب هابل الفضائي أول جرم من حزام كايبر غير بلوتو.

يتنبأ بمدارات الكواكب، وأيضًا بعالم مفقود بين كوكب المريخ، وكوكب المشتري، وفي عام 1801 اكتشف عالم الفلك الإيطالي «جيوزيبي بيازي» سيريس أكبر الكويكبات وأكثرها سطوعًا، ويدور في هذه المنطقة وسرعان ما اكتشف العديد بعد ذلك.

بحلول عام 1866، كان معروفًا لدى عالم الفلك الأمريكي «دانيال كيركوود» ما يكفي من الكويكبات لتحديد عدد من الفجوات في حزام الكويكبات. وتظهر هذه المناطق الفارغة لأن مدارات أي كويكبات داخلها من شأنها أن تجلب الصخور الفضائية في صدامات متكررة قريبة مع كوكب المشتري، وسرعان ما تطرد الكويكبات التي تسقط عن طريق المصادفة في مثل هذه المدارات الدائمة إلى مسارات أكثر إهليلجية. في عام 1898، اكتشف عالم الفضاء الألماني «جوستاف ويت» أول

أخذ عينات من النظام الشمسي البدائي

الكويكبات مهمة بالنسبة لفهمنا للنظام الشمسي لأنها تحتفظ بأجزاء من المادة المتبقية من ميلاده، وبناء على دراسات طيفية لضوء الكويكبات، والرؤى عن كثب من لقاءات المسبار الفضائي ودراسات النيازك (شظايا الكويكبات التي تسقط على كوكب الأرض) تنقسم الكويكبات إلى عدة مجموعات واسعة:

• المجموعة C من الكويكبات الكربونية لها أسطح مظلمة، ويعتقد أنها غنية بمواد خام لم تتغير.

• المجموعة S من الأجرام الصوانية، أو الحجرية تظهر أسطحًا متحولة كيميائيًا بفعل درجات الحرارة العالية والعمليات الجيولوجية.

• المجموعة X تتكون من أجرام معدنية (معظمها حديد ونيكل).

ربما نشأت المجموعتان S، وX في أجرام أكبر نسبيًا ارتفعت درجات حرارتها أثناء التشكيل فانفصلت من الداخل على حسب كثافتها. وهذه الأجرام انفصلت في وقت لاحق في التصادمات التي شتت بقاياها في أنحاء حزام الكويكبات (الحزام الذي يشغل حجمًا شاسعًا من الفضاء لكن يحتوي على عشرات ملايين الأجرام، لذلك فإن التصادمات متكررة على مقياس زمني فلكي). العديد من عائلات الكويكبات التي توحدها تشابهات التكوين أو المدار، يعتقد أن أصولها تعود إلى أحداث مثل هذه.

لاجئ من هذه المناطق ويسمى كويكب قريب من كوكب الأرض والذي تمت فهرسته باسم إروس 433. وأصبحت فئات عدة من هذه الأجرام معروفة الآن، وعلاقتها بمدار كوكب الأرض تراقب عن كثب باعتبارها تهديدًا محتملًا.

المذنبات طويلة وقصيرة الأمد

تفاعلات الجاذبية المماثلة مع الكواكب العملاقة تساعد أيضًا على توجيه الأجرام الجليدية للنظام الشمسي الخارجي، فالمذنبات التي تسقط نحو الشمس على الجزء الداخلي القصير نسبيًا من مداراتها الطويلة قد تجد مساراتها الإهليلجية قصيرة إلى حد كبير بفعل تقابل مع كوكب عملاق (خاصة كوكب المشتري) مما يؤدي إلى مدار يقاس بالعقود أو القرون بدلًا من آلاف السنين، والأوج (أبعد نقطة عن الشمس) في مكان ما في حزام كايبر. وتصبح مثل هذه المذنبات قصيرة الأمد زائرة متكررة للنظام الشمسي الداخلي ويمكن التنبؤ بها.

الحياة بالقرب من الشمس تقصر جذريًا من متوسط العمر المتوقع للمذنب- كل مسار حول الشمس يحرق المزيد من ثلج سطحه المحدود ويعرضه لخطر حدوث لقاء قريب مع كوكب المشتري الذي يمكن أن يقصر مداره أكثر. وينتهي الأمر ببعض المذنبات إلى مدارات تشبه الكويكبات، حيث تستغرق سنوات قليلة فقط لتدور حول الشمس ويحترق جليدها المتبقي بسرعة إلى أن تتفكك إلى قشور داكنة مجففة لا يمكن تمييزها بشكل عام عن الكويكبات.

وقد شاهد مراقبو النجوم المذنبات منذ عصور ما قبل التاريخ وتم تحديدها بسهولة. مظهرها المميز عندما تكون قريبة من الشمس هو غلاف جوي متمدد أو ذؤابة حول نواة صلبة صغيرة نسبيًا وذيل يشير دائمًا بعيدًا عن الشمس. اشتهر العالم الإنجليزي «إدموند هالي» بأنه كان الشخص الأول الذي يحسب الفترة المدارية لمذنب عام 1705 فأدرك أن الأجسام التي شوهدت في 1531 و1607 و1682 كانت، في الواقع، نفس الجسم في مدار يدور حول الشمس على مدار 76 عامًا. وهذا الجرم موضع التساؤل يعرف الآن باسم مذنب هالي.

الأصول البعيدة

ولم تتضح الأصول النهائية للمذنبات حتى منتصف القرن العشرين. أول من افترض سحابة أورت البعيدة في الواقع كان عالم فلك إستوني يدعى «إرنست أوبيك» عام 1932 ليشرح حقيقة أن المذنبات طويلة الأمد تقترب من النظام الشمسي الداخلي من جميع الجهات، وطرحت بشكل مستقل على يد العالم الهولندي «جان أورت» في الخمسينيات كوسيلة لتفسير كيف يمكن أن تكون المذنبات قد استمرت لمدة حياة النظام الشمسي دون أن تحرق جليدها وتُستنزف.

تكوين المذنب

كان الفيلسوف الألماني «إيمانويل كانط» أول من اقترح أن المذنبات مكونة إلى حد كبير من جليد متطاير في مطلع عام 1755 إلا أنه في عام 1866، ربط «جيوفاني شيابارلي» الظهور السنوي لزخات الشهب (نيازك) بمرور الأرض عبر مدارات المذنبات. وقد أدت فكرة أن المذنبات تترك أثرًا من حطام غباري خلفها إلى نموذج شهير لنواة المذنب على أنها ركام من حصى عائم يرتبط ببعضه بالجليد، لكن في بداية الخمسينيات طرح عالم الفلك الأمريكي «فريد ويبل» نظرية كرة الثلج القذرة التي فيها الجليد هو العنصر الغالب. وقد دعمت استقصاءات مسبار الفضاء في وقت لاحق أساسيات نموذج «ويبل» على الرغم من أن هناك اختلافات كبيرة من مذنب إلى آخر. وبصفة عامة، يبدو أنها مزيج من الغبار الكربوني (بما فيها مواد كيميائية عضوية معقدة نسبيًّا) وجليد متطاير- ليس فقط ماء مجمد، لكن أيضًا أول أكسيد كربون وثاني أكسيد كربون وميثان وأمونيا مجمدين.

على النقيض من ذلك، طرح العديد من العلماء حزام كايبر في أعقاب اكتشاف بلوتو عام 1930 وقد ارتبط اسمه باسم عالم الفلك الأمريكي الهولندي «جيرارد كايبر» عن طريق صدفة تاريخية بعد أن كتب بحثًا في عام 1951 يقترح أن مثل هذا الحزام يمكن أن يكون قد وجد في الأيام الأولى للنظام الشمسي. وعلى عكس سحابة أورت، التي يمكن الاستدلال

عليها من عدة أدلة، لم يثبت وجود حزام كايبر حتى اكتشـــف تلســـكوب هابل الفضائي عام 1992. وكان QB1 الأول من بين عدة أجرام عثر عليها منذ ذلك الحين بعد نبتون.

الفكرة الرئيسة

المذنبات، والكويكبات هما حطام نظامنا الشمسي