

تفاوت‌های سیارات بیرونی و درونی

سیارات بیرونی و درونی تفاوت‌هایی با هم دارند که شاید بسیاری از ما نداریم.

به گزارش سایت خبری پرسون، سیارات منظومه شمسی را می‌توان براساس ترکیب آنها به دو گروه بیرونی و درونی تقسیم کرد اما این سیارات تفاوت‌های بسیاری با یکدیگر دارند.

به گزارش ایسنا، مردم همیشه از آسمان و همه چیزهایی که در آن دیده می‌شود، شگفت‌زده شده‌اند. این موضوع به ویژه اکنون که فناوری به ما امکان می‌دهد تا عمق فضا را مشاهده کنیم، بیشتر مورد توجه قرار دارد. با وجود این، درست در همسایگی کیهانی ما، موضوعات عجیب و جذابی وجود دارند که در نگاه نخست به نظر نمی‌رسد منطقی باشند. یکی از این موارد عجیب، اختلاف بین سیارات بیرونی و درونی است!

«سیارات درونی» (Inner planets)، کوچک و صخره‌ای هستند و به طور کامل فاقد حلقه هستند اما «سیارات بیرونی» (Outer planets)، بسیار بزرگ، یخی و گازی هستند و حلقه‌ها و قمرهای زیادی دارند. حال سوال اینجاست که چه چیزی می‌تواند باعث چنین ناسازگاری‌های عجیب و غریبی شود؟ چرا سیارات درونی و بیرونی منظومه شمسی ما تا این اندازه متفاوت هستند؟

دانشمندان به خاطر وجود مدل‌ها و شبیه‌سازی‌ها مطمئن هستند که ما اکنون حداقل به اصل چگونگی شکل‌گیری سیارات خود پی خواهیم برد. ما حتی ممکن است بتوانیم آنچه را که در مورد منظومه شمسی خود می‌آموزیم، در مطالعه شکل‌گیری سیارات فراخورشیدی به کار ببریم. این امر می‌تواند ما را به درک بیشتر در مورد سیاراتی که احتمال حیات در آنها وجود دارد، هدایت کند. هنگامی که نحوه شکل‌گیری سیارات منظومه شمسی خود را درک کنیم، می‌توانیم یک گام به کشف حیات در سیارات دیگر نزدیک شویم.

ما برخی از عواملی را که در شکل‌گیری سیاره‌ها نقش دارند، درک می‌کنیم و به نظر می‌رسد که آنها یک تصویر کامل را ایجاد می‌کنند. منظومه شمسی ما به صورت ابری بزرگ از گاز و غبار به نام «ابر مولکولی» (Molecular cloud) آغاز شد. این ابر احتمالاً در نتیجه انفجار یک ابرنواختر نزدیک در کهکشان شکل گرفت، دچار فروپاشی گرانشی شد و یک حرکت چرخشی کلی را پدید آورد. در نتیجه این حرکت، ابر شروع به چرخش کرد. بیشتر مواد در اثر گرانش، در مرکز ابر متمرکز شدند که چرخش را سرعت بخشید و تشکیل دادن خورشید اولیه ما را آغاز کرد. در همین حال، بقیه مواد به چرخش پیرامون آن در قرصی به نام «سحابی خورشیدی» (solar nebula) ادامه دادند. منظومه شمسی ما به صورت ابری بزرگ از گاز و غبار به نام «ابر مولکولی» (Molecular cloud) آغاز شد.

درون سحابی خورشیدی، روند آهسته برافزایش آغاز شد. این روند برای نخستین بار توسط نیروهای الکترواستاتیکی هدایت می‌شد که قطعات ریز ماده را به یکدیگر متصل می‌کرد. در نهایت، آنها به اجرامی تبدیل شدند که جرم کافی را برای جذب گرانشی یکدیگر داشتند و این زمانی بود که ماجرا آغاز شد.

هنگامی که نیروهای الکترواستاتیک به حرکت درآمدند، ذرات در یک جهت و با سرعت تقریباً یکسان حرکت می‌کردند. مدار آنها حتی زمانی که به آرامی به سمت یکدیگر کشیده می‌شدند، بسیار پایدار بود. همان طور که آنها ساخته می‌شدند و گرانش به یک شرکت‌کننده قوی‌تر تبدیل می‌شد، همه چیز شکل آشفته‌تری پیدا کرد. اجرام به یکدیگر کوبیده شدند و مدار آنها تغییر یافت و آنها را در معرض برخوردهای بیشتر قرار داد.

این اجرام برای ساختن قطعات بزرگتر، با یکدیگر برخورد می‌کردند و در تمام مدت جرم بزرگتری را به وجود می‌آوردند؛ البته گاهی اوقات برخوردها به جای برافزایش، منجر به تکه‌تکه شدن آنها می‌شد. این مواد به انباشته شدن ادامه دادند تا سیاره‌های کوچک یا اجرام پیش‌سیاره‌ای را تشکیل دهند. آنها در نهایت جرم کافی را به دست آوردند تا مدار خود را از بیشتر بقایای به‌جامانده پاک کنند.

ماده نزدیک‌تر به خورشید اولیه که گرم‌تر بود، عمدتاً از فلز و سنگ به ویژه سیلیکات‌ها تشکیل شده بود؛ در حالی که ماده دورتر از خورشید، از مقداری سنگ و فلز اما عمدتاً از یخ تشکیل شده بود. فلز و سنگ توانستند هم در نزدیکی خورشید و هم دور از آن تشکیل شوند اما بدیهی است که یخ نتوانست خیلی نزدیک به خورشید وجود داشته باشد زیرا در اثر گرما تبخیر می‌شود.

فلز و سنگی که در نزدیکی خورشید در حال شکل‌گیری وجود داشتند، برای تشکیل سیارات درونی ایجاد شدند. یخ و سایر مواد یافت‌شده در فواصل دورتر، برای تشکیل سیارات بیرونی جمع شدند. این موضوع، بخشی از تفاوت‌های ترکیبی بین سیارات درونی و بیرونی را توضیح می‌دهد اما برخی از تفاوت‌ها هنوز بدون توضیح باقی می‌مانند. چرا سیارات بیرونی این قدر بزرگ و گازی هستند؟ چرا سیارات بیرونی این قدر بزرگ و گازی هستند؟

برای درک این موضوع، باید در مورد «خط یخبندان» (Frost line) منظومه شمسی خود صحبت کنیم. خط یخبندان، یک خط خیالی است که منظومه شمسی را به دو قسمت تقسیم می‌کند. نخستین قسمت آن قدر گرم است که می‌تواند مواد فرار مایع مانند آب را در خود جای دهد و دومین قسمت آن قدر سرد است که آنها بتوانند یخ بزنند. این نقطه که دور از خورشید است و مواد فرار آن نمی‌توانند در حالت مایع خود باقی بمانند، می‌تواند به

عنوان خط جداکننده بین سیارات درونی و بیرونی در نظر گرفته شود. سیارات فراتر از خط یخبندان کاملاً قادر به نگهداری سنگ و فلز بودند اما می‌توانستند یخ را نیز حفظ کنند.

تأثیر خورشید

خورشید نهایتاً مواد مورد نیاز را جمع کرد و به دمای کافی رسید تا فرآیند همجوشی هسته‌ای را آغاز کند و اتم‌های هیدروژن را به هلیوم تبدیل کند. آغاز این فرآیند باعث بیرون راندن تندبادهای شدید خورشیدی شد که سیارات درونی را از مواد فرار جو خالی کرد. این باد خورشیدی هنوز هم از خورشید به بیرون جریان دارد اما شدت آن کمتر است و میدان مغناطیسی زمین به عنوان یک سپر در برابر آن عمل می‌کند. سیارات دورتر از خورشید، تحت تأثیر شدید قرار نگرفتند. با وجود این، آنها در واقع قادر به جذب گرانشی برخی از مواد منتشر شده از خورشید بودند.

چرا سیارات بیرونی بزرگتر بودند؟ ماده در منظومه شمسی بیرونی از سنگ و فلز تشکیل شده است؛ درست مانند آنچه در نزدیکی خورشید بود اما مقادیر زیادی یخ را نیز در بر داشت که نمی‌توانست در منظومه شمسی داخلی متراکم شود زیرا آنجا بیش از اندازه گرم بود. سحابی خورشیدی که منظومه شمسی ما از آن تشکیل شده است، حاوی عناصر سبکتر بسیار بیشتری نسبت به سنگ و فلز است. بنابراین، وجود این مواد در منظومه شمسی بیرونی تفاوت زیادی را ایجاد کرد. این موضوع، دلیل محتوای گازی و اندازه بزرگ آنها را توضیح می‌دهد. آنها پیش از این بزرگتر از سیارات درونی بودند زیرا یخ در نزدیکی خورشید وجود نداشت. زمانی که خورشید جوان آن بادهای شدید خورشیدی را تجربه می‌کرد، سیارات بیرونی به اندازه‌ای بزرگ بودند که مقدار زیادی از آن مواد را به صورت گرانشی جذب می‌کردند. همچنین، آنها در منطقه سردتری از منظومه شمسی قرار داشتند و به همین دلیل می‌توانستند مواد را راحت‌تر حفظ کنند.

سیارات درونی

سیارات درونی که «سیارات زمینی» (Terrestrial planets) نیز نامیده می‌شوند، سیاراتی شبیه به زمین هستند که از سنگ یا فلز با سطح سخت تشکیل شده‌اند. همچنین، سیارات زمینی دارای هسته‌ای از جنس فلز سنگین مذاب، قمرهای کم و ویژگی‌های توپولوژیکی مانند دره‌ها، آتشفشان‌ها و دهانه‌ها هستند.

در منظومه شمسی ما، چهار سیاره زمینی وجود دارند که همه آنها نزدیک به خورشید قرار گرفته‌اند. این چهار سیاره، عطارد، زهره، زمین و مریخ هستند. در طول شکل‌گیری منظومه شمسی، احتمالاً سیارات زمینی بیشتری وجود داشته‌اند اما یا با یکدیگر ادغام شده‌اند یا از بین رفته‌اند.

در طول شکل‌گیری منظومه شمسی، احتمالاً سیارات زمینی بیشتری وجود داشته‌اند اما یا با یکدیگر ادغام شده‌اند یا از بین رفته‌اند. تعریف «اتحادیه بین‌المللی نجوم» (IAU) در مورد سیاره، بحث‌برانگیز است. اتحادیه بین‌المللی نجوم، سیاره را به عنوان یک جرم آسمانی تعریف می‌کند که در مداری به دور خورشید می‌چرخد، شکلی تقریباً گرد دارد و عمدتاً منطقه مداری خود را از زباله‌ها پاک کرده است. دانشمندان در مورد سومین مورد اختلاف نظر دارند. برخی می‌گویند که تعیین کردن میزان پاکسازی یک سیاره دشوار است؛ در حالی که دیگران می‌گویند سیاره‌ای مانند پلوتون کمتر از سیاره‌ای مانند زمین پاک می‌شود. این بدان معناست که برخی از ستاره‌شناسان استدلال می‌کنند که سیاره کوتوله پلوتون باید همراه با سایر سیارات کوتوله که در سراسر منظومه شمسی پراکنده شده‌اند، به عنوان یک سیاره طبقه‌بندی شود.

عطارد

عطارد کوچکترین سیاره زمینی منظومه شمسی است که اندازه آن به حدود یک سوم زمین می‌رسد. این سیاره، جو نازکی دارد که باعث می‌شود دمای آن در نوسان باشد. همچنین، عطارد سیاره‌ای متراکم به شمار می‌رود که بیشتر از آهن و نیکل تشکیل شده است.

میدان مغناطیسی عطارد تنها حدود یک درصد میدان مغناطیسی زمین است و این سیاره هیچ قمر شناخته‌شده‌ای ندارد. سطح عطارد، دهانه‌های عمیق بسیاری را در خود جای داده و توسط یک لایه نازک از ذرات ریز سیلیکات پوشیده شده است.

دانشمندان در سال ۲۰۱۲، شواهد گسترده‌ای را در مورد وجود مواد آلی سازنده حیات و همچنین یخ آب در دهانه‌های زیر سایه خورشید پیدا کردند. جو نازک عطارد و نزدیکی آن به خورشید به این معناست که غیرممکن است این سیاره میزبان حیات به آن گونه‌ای باشد که ما می‌شناسیم.

جو نازک عطارد و نزدیکی آن به خورشید به این معناست که غیرممکن است این سیاره میزبان حیات به آن گونه‌ای باشد که ما می‌شناسیم.

زهره

زهره که تقریباً به اندازه زمین است، جوی غلیظ و سمی تحت سیطره مونوکسید کربن دارد که گرما را به دام می‌اندازد و آن را به داغ‌ترین سیاره در منظومه شمسی تبدیل می‌کند. زهره هیچ قمر شناخته‌شده‌ای ندارد. بیشتر سطح این سیاره با آتشفشان‌ها و دره‌های عمیق مشخص شده است.

بزرگترین دره روی زهره به طول حدود ۶۵۰۰ کیلومتر در سراسر سطح آن امتداد دارد و ممکن است که حداقل برخی از آتشفشان‌های این سیاره هنوز فعال باشند. تعداد کمی از فضاپیماها تاکنون به جو غلیظ زهره نفوذ کرده و زنده مانده‌اند. بیشتر فضاپیماها در عبور کردن از جو زهره مشکل دارند. این سیاره با حیات به آن گونه‌ای که ما می‌شناسیم، دشمنی دارد.

زمین

از میان چهار سیاره زمینی، زمین بزرگترین و تنها سیاره‌ای است که مناطق وسیعی از آب مایع دارد. آب به صورت مورد نظر ما، برای زندگی ضروری به شمار می‌رود و زندگی در زمین، از عمیق‌ترین اقیانوس‌ها گرفته تا بلندترین کوه‌ها فراوان است. مانند سایر سیارات زمینی، زمین دارای یک سطح سنگی با کوه‌ها و دره‌ها و یک هسته فلزی سنگین است. جو زمین حاوی بخار آب است که به تعدیل دمای روزانه آن کمک می‌کند.

این سیاره در بیشتر سطح خود دارای فصول منظم است. مناطق نزدیک به استوا تمایل به گرم ماندن دارند؛ در حالی که نقاط نزدیک به قطب‌ها خنک‌تر و در زمستان دارای یخبندان هستند. با وجود این، آب و هوای زمین به دلیل تغییرات آب‌وهوایی مرتبط با گازهای گلخانه‌ای تولیدشده توسط انسان که به عنوان تله‌ای برای فرار از گرما عمل می‌کند، در حال گرم شدن است. زمین یک قمر بزرگ دارد که فضاوردان در دهه‌های ۱۹۶۰ و ۱۹۷۰ از آن بازدید کردند.

مریخ

مریخ دارای بزرگترین کوه در منظومه شمسی است که حدود ۲۴ کیلومتر از سطح بالا می‌رود. بیشتر سطح مریخ بسیار قدیمی و پر از دهانه است اما از نظر زمین‌شناسی، مناطق جدیدتری نیز در این سیاره وجود دارند. در قطب‌های مریخ، کلاهک‌های یخی قطبی قرار دارند که در طول بهار و تابستان مریخ، از نظر اندازه کوچک می‌شوند. مریخ چگالی کمتری نسبت به زمین دارد و میدان مغناطیسی آن کوچکتر است که به جای هسته مایع، هسته جامد را نشان می‌دهد.

اگرچه دانشمندان هنوز هیچ شواهدی را در مورد وجود حیات در مریخ پیدا نکرده‌اند اما مریخ به داشتن یخ آب و مواد آلی تشکیل‌دهنده موجودات زنده معروف است. شواهدی از وجود متان نیز در برخی از نقاط سطح پیدا شده است. متان از هر دو فرآیند زنده و غیر زنده تولید می‌شود. مریخ دو قمر کوچک به نام‌های «فوبوس» (Phobos) و «دیموس» (Deimos) دارد. با توجه به این که سیاره سرخ ممکن است در گذشته باستانی قابل سکونت بوده باشد، یک مقصد محبوب برای فضاییماها به شمار می‌رود.

ورای منظومه شمسی

«تلسکوپ فضایی کپلر» (Kepler space telescope) ناسا تا ژانویه ۲۰۱۹، بیش از ۲۳۰۰ سیاره بیگانه تایید شده و هزاران سیاره احتمالی دیگر را کشف کرد. سوخت «کپلر» در سال ۲۰۱۸ تمام شد اما بسیاری از اکتشافات آن در مورد سیارات احتمالی هنوز باید با پیگیری بیشتر تایید شوند. دانشمندان با کمک مشاهدات تلسکوپ‌های دیگر که براساس داده‌های تلسکوپ کپلر انجام شده بودند، دریافتند که ممکن است میلیاردها سیاره مشابه زمین در کهکشان راه شیری وجود داشته باشند.

در سال ۲۰۱۷، تلسکوپ دیگری موسوم به «تلسکوپ کوچک جنوبی گذر سیاره‌ها و خرده‌سیاره‌ها» یا «تراپیست» (TRAPPIST)، منظومه‌ای از سیارات مشابه زمین را کشف کرد که به دور ستاره‌ای در فاصله بیش از ۳۹ سال نوری از ما می‌چرخند. در این منظومه، هفت سیاره وجود دارد که تصور می‌شود زمینی باشند و چهار مورد از آنها ابرزمین هستند. این منظومه با نام «تراپیست-۱» (TRAPPIST-1) شناخته می‌شود.

پژوهشی که در سال ۲۰۲۱ در مجله «Planetary Science Journal» به چاپ رسید، نشان داد که همه سیارات این منظومه دارای چگالی مشابهی هستند. این امر می‌تواند بدان معنا باشد که نسبت مشابهی از موادی مانند آهن، سیلیکون و اکسیژن که معمولاً در سیارات سنگی یافت می‌شوند، در این سیارات وجود دارد.

سه سیاره در منظومه تراپیست-۱ وجود دارند که در منطقه قابل سکونت ستاره مرکزی آن قرار گرفته‌اند. منطقه قابل سکونت، فاصله‌ای از ستاره است که در آن، آب مایع می‌تواند در سطح سیاره وجود داشته باشد. سیاراتی که در این منطقه از منظومه شمسی قرار گرفته‌اند، احتمالاً قادر به میزبانی حیات هستند. منطقه قابل سکونت، فاصله‌ای از ستاره است که در آن، آب مایع می‌تواند در سطح سیاره وجود داشته باشد.

ماموریت جانشین کپلر که «ماهواره نقشه‌بردار فراخورشیدی گذران» یا «تس» (TESS) نام دارد، عملیات خود را در سال ۲۰۱۸ آغاز کرد. این فضاپیما برای جستجوی سیاراتی به اندازه زمین طراحی شده است که تنها چند سال نوری از سیاره ما فاصله دارند و امکان رصد سریع را از روی زمین فراهم می‌کند. تس از اوایل سال ۲۰۱۹، تعداد انگشت‌شماری از سیاره‌ها را کشف کرده است. نخستین کشف تایید شده آن در سپتامبر ۲۰۱۸ بود.

سیارات بیرونی

همه سیارات، زمینی نیستند. در منظومه شمسی ما، غول‌های گازی مشتری، زحل، اورانوس، نپتون و پلوتون نیز وجود دارند که به عنوان سیارات بیرونی یا «سیارات غیر زمینی» (Non-terrestrial planets) شناخته می‌شوند. مشخص نیست که خط تقسیم بین یک سیاره سنگی و یک سیاره زمینی چیست. به عنوان مثال، برخی از ابرزمین‌ها ممکن است سطح مایع داشته باشند. در منظومه شمسی ما، غول‌های گازی بسیار بزرگتر از سیارات زمینی هستند و جوی ضخیم پر از هیدروژن و هلیوم دارند. در مشتری و زحل، هیدروژن و هلیوم بیشتر سیاره را تشکیل می‌دهند. این در حالی است که چنین عناصری در اورانوس و نپتون، فقط پوشش بیرونی را تشکیل می‌دهند. این سیارات برای پذیرش زندگی به آن صورتی که ما می‌شناسیم، آماده نیستند؛ اگرچه این سیارات دارای قمرهای یخی هستند که می‌توانند اقیانوس‌های قابل سکونت داشته باشند.

غول‌های گازی، قمرهای بسیاری دارند که بسیاری از آنها بزرگ هستند و به اندازه هر سیاره‌ای جالب به نظر می‌رسند. قمرهای کوچک و جدید سیارات بیرونی هر چند سال یک بار کشف می‌شوند.

مشتري نسبت به مجموع سیارات دیگر، پرچم‌تر است. این سیاره، انرژی الکترومغناطیسی را از ذرات باردار اتمی ساطع می‌کند که از طریق میدان مغناطیسی قوی خود به صورت ماریچی در حال حرکت هستند. اگر این سیاره سوزان برای چشمان ما قابل مشاهده بود، بزرگ‌تر از ماه کامل در آسمان به نظر می‌رسید. کمرندهای تشعشعی محبوس‌شده در نزدیکی مشتری، برای فضاپیماها خطر ایجاد می‌کنند.

نزدیک کردن یک فضاپیما به مشتری همیشه با خطراتی همراه است. فضاپیمایی که برای پرواز کردن در نزدیکی مشتری در نظر گرفته شده است، باید با اجزای مناسب و محافظ طراحی شود. فضاپیماهایی که مشتری را بررسی می‌کنند، ممکن است در معرض دوز شدیدی از تشعشع قرار بگیرند. تجهیزاتی که قرار نیست در مشتری کار کنند، باید با خاموش شدن یا پوشاندن آشکارسازها محافظت شوند.

دو فضاپیما به نام‌های «گالیله» (Galileo spacecraft) و «جونو» (Juno) به دور مشتری چرخیده‌اند و چندین فضاپیمای دیگر شامل «پایونیر ۱۰» (Pioneer ۱۰)، «پایونیر ۱۱»، «وویجر ۱» (Voyager ۱)، «وویجر ۲»، «اولیس» (Ulysses)، «کاسینی» (Cassini) و «نیوهورایزنز» (New Horizons) پرواز کرده‌اند.

زحل

زحل به دلیل سیستم پیچیده و گسترده حلقه‌های خود که حتی در یک تلسکوپ کوچک نیز بسیار چشمگیر هستند، شناخته شده است. حتی با استفاده از یک تلسکوپ کوچک نیز می‌توان مایل بودن یا مسطح بودن این سیاره را در قطب‌ها تشخیص داد. مطالعه مداوم سیستم حلقه‌ای زحل می‌تواند درک جدیدی را در مورد پویایی مداری آن ارائه دهد که برای هر سیستمی از اجرام در حال گردش، از منظومه‌های خورشیدی جدید گرفته تا کهکشان‌ها قابل استفاده است. قمرهای زحل موسوم به «تایتان» (Titan)، «انسلاکدوس» (Enceladus) و «یاپتوس» (Iapetus) همیشه بسیار جالب و قابل توجه بوده‌اند.

پایونیر ۱۱ و فضاپیماهای وویجر در کنار زحل پرواز کرده‌اند و فضاپیمای کاسینی نیز به مطالعه سیستم درونی مدار زحل پرداخته است. کاوشگر اروپایی «هوینگس» (Huygens) که توسط کاسینی حمل می‌شد، در ۱۴ ژانویه ۲۰۰۵ یک ماموریت موفقیت‌آمیز را در جو تایتان و روی سطح آن انجام داد.

اورانوس و نپتون

اورانوس و نپتون، اندازه و رنگ مشابهی دارند اما به نظر می‌رسد که نپتون با وجود فاصله بسیار بیشتر از خورشید، جو فعال‌تری دارد. هر دو سیاره عمدتاً از سنگ و یخ‌های گوناگون تشکیل شده‌اند. جو گسترده آنها که حدود ۱۵ درصد جرم هر سیاره را تشکیل می‌دهد، از هیدروژن و کمی هلیوم تشکیل شده است. اورانوس و نپتون هر دو دارای قمرهای متنوع و جالب هستند.

قمرها و حلقه‌ها

یخ و گاز به مراتب کمتر حاوی سنگ و فلزی هستند که سیارات درونی را تشکیل می‌دهد. چگالی مواد به ایجاد شکاف بزرگی منجر می‌شود و سیارات بیرونی با چگالی کمتر، بسیار بزرگتر هستند. میانگین قطر سیارات بیرونی ۹۱۰۴۱.۵ کیلومتر است. در مقابل، قطر سیارات درونی به ۹۱۳۲.۷۵ کیلومتر می‌رسد. سیارات درونی تقریباً ۱۰ برابر سیارات بیرونی چگالی دارند.

چرا سیارات درونی دارای تعداد کمی قمر و بدون حلقه هستند اما تمام سیارات بیرونی، حلقه و قمرهای زیادی دارند؟ به یاد بیاورید که چگونه سیارات از موادی به وجود آمدند که در حال چرخیدن به دور خورشید جوان و تشکیل دادن آن بودند. در بیشتر موارد، قمرها تقریباً به همین صورت تشکیل شده‌اند. سیارات بیرونی در حال برافزایش، مقادیر زیادی ذرات گاز و یخ را به سوی خود جذب می‌کردند که اغلب به مدار سیاره می‌افتادند. این ذرات به همان روشی که سیارات مادر آنها شکل گرفته بودند، به تدریج بزرگ شدند و قمرها را تشکیل دادند. همچنین، سیارات بیرونی به گرانش کافی برای جذب سیارک‌هایی دست یافتند که در همسایگی آنها به صورت خطی در حال عبور بودند. گاهی اوقات یک سیارک به جای عبور از یک سیاره کلان‌جرم، در مدار قرار می‌گیرد و به یک قمر تبدیل می‌شود.

حلقه‌ها زمانی تشکیل می‌شوند که قمرهای یک سیاره به دلیل تنش‌های جزر و مدی، تحت کشش گرانشی سیاره مادر خرد می‌شوند. بقایای به‌جامانده در مدار باقی می‌مانند و حلقه‌های زیبایی را که می‌بینیم، تشکیل می‌دهند. احتمال تشکیل شدن حلقه در اطراف یک سیاره، با توجه به تعداد قمرهایی که دارد افزایش می‌یابد. بنابراین، منطقی است که سیارات بیرونی دارای حلقه باشند اما سیارات درونی، حلقه نداشته باشند.

این واقعیت که سیارات بیرونی در حال حاضر حلقه دارند اما سیارات درونی فاقد حلقه هستند، در وهله اول به این دلیل است که سیارات بیرونی، قمرهای بسیار بیشتری دارند و به همین دلیل، فرصت‌های بیشتری برای برخورد و شکستن به منظور شکل‌گیری حلقه‌ها برای آنها وجود دارد.

این پدیده اقماری که حلقه‌ها را ایجاد می‌کند، به سیارات بیرونی محدود نمی‌شود. دانشمندان ناسا سال‌ها بر این باور بودند که قمر «فوبوس» سیاره مریخ ممکن است به سرنوشت مشابهی دچار شود. در ۱۰ نوامبر ۲۰۱۵، مقامات ناسا گفتند شاخص‌هایی وجود دارند که از این نظریه حمایت می‌کنند؛ به ویژه برخی از شیارهای موجود در سطح قمر که ممکن است نشان‌دهنده تنش جزر و مدی باشند. در برخی از اجرام، جزر و مد می‌تواند به اندازه‌ای قوی باشد که باعث شود جامدات نیز مانند مایعات تحت تأثیر قرار بگیرند. این واقعیت که سیارات بیرونی در حال حاضر حلقه دارند اما سیارات درونی فاقد حلقه هستند، در وهله اول به این دلیل است که سیارات بیرونی، قمرهای بسیار بیشتری دارند و به همین دلیل، فرصت‌های بیشتری برای برخورد و شکستن به منظور شکل‌گیری حلقه‌ها برای آنها وجود دارد.

پرسش بعدی این است که چرا سیارات بیرونی بسیار سریع‌تر از سیارات درونی می‌چرخند اما کندتر از آنها دور مداری خود را کامل می‌کنند. دومین مورد در درجه اول، نتیجه فاصله آنها از خورشید است. قانون گرانش نیوتن توضیح می‌دهد که نیروی گرانشی هم تحت تأثیر جرم اجسام و هم فاصله بین آنها قرار می‌گیرد. کشش گرانشی خورشید در سیارات بیرونی، به دلیل افزایش فاصله آنها کاهش می‌یابد. بدیهی است که آنها مسافت بسیار بیشتری را برای طی کردن یک چرخش کامل به دور خورشید دارند اما کشش گرانشی کمتر آنها باعث می‌شود که با طی کردن آن فاصله، آهسته‌تر حرکت کنند.

سیارات بیرونی دارای جوی هستند که تقریباً به طور کامل از هیدروژن و هلیوم تشکیل شده است. در مورد دوره‌های چرخشی آنها، دانشمندان در واقع کاملاً مطمئن نیستند که چرا سیارات بیرونی به سرعت آنها می‌چرخند. برخی از دانشمندان مانند «آلن باس» (Alan Boss)، دانشمند سیاره‌شناسی باور دارند گازی که خورشید هنگام آغاز همجوشی هسته‌ای به بیرون پرتاب می‌کند، احتمالاً هنگام سقوط روی سیارات بیرونی، حرکت زاویه‌ای ایجاد کرده است. این حرکت زاویه‌ای باعث می‌شود که سیارات با ادامه یافتن روند، با سرعت بیشتری بچرخند.

بسیاری از تفاوت‌های باقی‌مانده، نسبتاً ساده به نظر می‌رسند. سیارات بیرونی، بسیار سردتر هستند که به دلیل فاصله زیاد آنها از خورشید است. سرعت مداری با فاصله از خورشید کاهش می‌یابد. ما نمی‌توانیم فشارهای سطحی را مقایسه کنیم زیرا این مقادیر هنوز برای سیارات بیرونی اندازه‌گیری نشده‌اند. سیارات بیرونی دارای جوی هستند که تقریباً به طور کامل از هیدروژن و هلیوم تشکیل شده است؛ یعنی همان گازهایی که توسط خورشید اولیه به بیرون پرتاب شدند و امروزه با غلظت‌های کمتری به بیرون پرتاب می‌شوند.

برخی تفاوت‌های دیگر بین سیارات درونی و بیرونی وجود دارند. با وجود این، دانشمندان هنوز بسیاری از داده‌های لازم را برای تجزیه و تحلیل واقعی آنها در اختیار ندارند. به دست آوردن این اطلاعات، دشوار و پرهزینه است زیرا سیارات بیرونی از ما بسیار دور هستند. هرچه بتوانیم اطلاعات بیشتری در مورد سیارات بیرونی به دست آوریم، احتمالاً با دقت بیشتری می‌توانیم نحوه شکل‌گیری منظومه شمسی و سیارات خود را درک کنیم.

مشکل آنچه ما در حال حاضر درک می‌کنیم، این است که یا دقیق نیست یا حداقل ناقص است. به نظر می‌رسد شکاف‌هایی در تئوری‌ها ظاهر می‌شوند و برای این که تئوری‌ها پایدار باشند، باید فرضیات زیادی در نظر گرفته شوند. به عنوان مثال، چرا ابر مولکولی ما در وهله اول در حال چرخش بود؟ چه چیزی باعث آغاز فروپاشی گرانشی شد؟ دانشمندان این نظریه را مطرح کرده‌اند که یک موج ضربه‌ای ناشی از یک ابرنواختر ممکن است بر فروپاشی گرانشی ابر مولکولی تأثیر گذاشته باشد اما پژوهش‌هایی که برای حمایت از این نظریه استفاده شده‌اند، فرض می‌کنند که ابر مولکولی پیشتر در حال چرخش بوده است. حال این پرسش مطرح می‌شود که چرا ابر مولکولی می‌چرخید؟

دانشمندان، سیارات فراخورشیدی غول‌پیکر یخی را کشف کرده‌اند که براساس درک کنونی ما، بسیار نزدیک‌تر از آنچه که ممکن است به ستاره‌های مادر خود هستند. در مورد این ناسازگاری‌هایی که بین منظومه شمسی و منظومه‌های اطراف ستاره‌های دیگر می‌بینیم، حدس‌های بسیاری ارائه می‌شوند. به عنوان مثال، شاید نپتون و اورانوس نزدیک‌تر به خورشید شکل گرفته باشند اما به مرور زمان به فاصله دورتر رفته باشند. این که چگونه و چرا چنین اتفاقی رخ می‌دهد، در هاله‌ای از ابهام باقی مانده است.

پژوهش‌های بیشتری مورد نیاز است

اگرچه مطمئناً شکاف‌هایی در دانش ما وجود دارند اما ما توضیح بسیار خوبی برای بسیاری از اختلافات بین سیارات درونی و بیرونی داریم. تفاوت‌ها در درجه نخست به مکان باز می‌گردند. سیارات بیرونی، فراتر از خط یخبندان قرار دارند؛ بنابراین می‌توانند در حین شکل‌گیری، مواد فرار و همچنین سنگ و فلز را در خود جای دهند. این افزایش انبوه باعث بسیاری از نابرابری‌های دیگر می‌شود.

مشاهداتی که در مورد سیارات فراخورشیدی انجام شده‌اند، ما را به این پرسش سوق می‌دهند که آیا درک کنونی ما واقعا کافی است یا خیر. فرضیات زیادی در توضیحات کنونی ما وجود دارند که کاملاً مبتنی بر شواهد نیستند. درک ما ناقص است و هیچ راهی برای سنجش میزان تأثیر کمبود دانش ما در این موضوع وجود ندارد. شاید ما باید بیشتر از چیزی که تصور می‌کنیم، یاد بگیریم. هنگامی که بفهمیم منظومه شمسی و سیاره خودمان چگونه شکل گرفته‌اند، یک گام به درک چگونگی شکل‌گیری سایر منظومه‌های خورشیدی و سیارات فراخورشیدی نزدیک‌تر خواهیم شد. شاید یک روز، بتوانیم به طور دقیق پیش‌بینی کنیم که زندگی در کدام سیارات وجود دارد.

منبع: ایسنا