



یخ داغ و سیاه، مسئول مغناطیس وحشی نپتون است

درون هسته‌های سیارات غول‌پیکر یخی، فشار و دما آن‌قدر شدید است که آب موجود در آنجا به حالتی کاملاً ناآشنا در شرایط طبیعی روی زمین تبدیل می‌شود.

درون هسته‌های سیارات غول‌پیکر یخی، فشار و دما آن‌قدر شدید است که آب موجود در آنجا به حالتی کاملاً ناآشنا در شرایط طبیعی روی زمین تبدیل می‌شود. به گزارش ایسنا، نوعی از آب که به عنوان «آب فرایونی» شناخته می‌شود، نوعی یخ است که درون هسته‌های سیارات غول‌پیکر یخی تشکیل می‌شود. با این حال، برخلاف طبیعت یخ معمولی، در واقع داغ و همچنین سیاه است. دانشمندان برای دهه‌ها تصور می‌کردند که آب سوپریونی یا فرایونی در هسته نپتون و اورانوس مسئول میدان‌های مغناطیسی وحشی و ناهم‌ترازی است که فضایی «وویجر ۲» هنگام عبور از آنها مشاهده کرد. مجموعه‌ای از آزمایش‌ها که در مقاله‌ای منتشر شده در Nature Communications توسط لئون آندریامباریاریاونا (Leon Andriambariarjaona) و همکارانش در آزمایشگاه شتاب‌دهنده ملی SLAC و دانشگاه سوربن شرح داده شده است، شواهد تجربی ارائه می‌دهند که چرا دقیقاً یخ باعث ایجاد این میدان‌های مغناطیسی عجیب می‌شود، زیرا بسیار آشفته‌تر از آن چیزی است که هر کسی انتظار داشت. در مدرسه، به اکثر دانش‌آموزان در مورد چهار حالت ماده شامل جامد، مایع، گاز و پلاسما آموزش داده می‌شود، اما آب در فشارها و دماهای بسیار بالا می‌تواند در یک حالت فرایونی وجود داشته باشد که اگرچه شبیه به جامد به نظر می‌رسد، اما در واقع نوعی شبکه کریستالی یا بلوری است. این شبکه توسط اتم‌های اکسیژن تشکیل شده است، در حالی که اتم‌های هیدروژن آزادانه در سراسر شبکه جریان می‌یابند و در حین حرکت، الکتریسیته را هدایت می‌کنند. دانشمندان مدت‌هاست این نظریه را مطرح کرده‌اند که شبکه اتم‌های اکسیژن در آب فرایونی، یک کریستال «کامل» را تشکیل می‌دهد که اتم‌ها یا در مرکز یک مکعب؛ یک پیکربندی که به عنوان مکعب مرکز حجمی (BCC) شناخته می‌شود یا اتم‌ها روی وجوه مکعب قرار دارند. هر دوی این‌ها لبه‌های زیبا و کاملاً مشخصی را که دانشمندان انتظار دارند در یک ساختار کریستالی ببینند، فراهم می‌کنند، اما این شبکه‌های کریستالی زیبا با میدان مغناطیسی ناهموار و آشفته‌ای که «وویجر ۲» هنگام عبور از کنار غول‌های یخی منظومه شمسی خودمان دید، مطابقت نداشتند. بنابراین دانشمندان تصمیم گرفتند که باید این شکل منحصر به فرد از آب را به صورت تجربی آزمایش کنند تا ببینند آیا نظریه شبکه درست است یا خیر. برای انجام این کار، ابتدا باید خود آب فرایونی را می‌ساختند که کار آسانی نیست. این ماده فقط در دماها و فشارهای بسیار بالا وجود دارد و در صورت کاهش هر یک از متغیرهای محیطی، بلافاصله به اشکال پایدارتر دیگری از آب تبدیل می‌شود. رسیدن به چنین فشارهایی نیاز به ابزاری تخصصی به نام «سندان الماس» یا به طور خاص‌تر، دو سندان دارد. فشار دادن یک نمونه آب بین دو سندان ساخته شده از سخت‌ترین ماده در جهان به آزمایشگران این امکان را داد تا فشار را به ۱.۸ میلیون اتمسفر افزایش دهند. سپس آنها نمونه را با نور لیزر پالسی منفجر کردند تا آن را تا حدود ۲۵۰۰ کلوین گرم کنند. در آن زمان، آنها با موفقیت نمونه‌ای از آب فرایونی ایجاد کرده بودند، اما به محض اینکه فشار یا دما را کاهش دادند، ساختار کریستالی از هم می‌پاشد. بنابراین در عرض چند ترلیونیم ثانیه پس از رسیدن به آن شرایط، نمونه را با اشعه ایکس پرتوپار کردند. پراش اشعه ایکس یک روش رایج در مطالعه ساختارهای کریستالی است. اساساً این روشی برای گرفتن عکس‌های پرسرعت از موقعیت‌های اتمی است، اما وقتی محققان داده‌های حاصل را تجزیه و تحلیل کردند، متوجه شدند که نتایج آنها با نظریه همخوانی خوبی ندارد. به نظر می‌رسد که خود شبکه ترکیبی از خطوط تار است که در آن لایه‌های مختلف ساختار FCC بودند و برخی در واقع یک ساختار کاملاً متفاوت به نام شش ضلعی فشرده (HCP) بودند. وقتی پژوهشگران برای اولین بار آزمایش خود را در کالیفرنیا انجام دادند، این داده‌های آشفته آنقدر گیج‌کننده بود که آنها را وادار کرد تا آن را به نوعی خطای محیطی نسبت دهند. این امر آنها را بر آن داشت تا از یک شتاب‌دهنده خطی دیگر در آلمان برای حذف آن منبع بالقوه نویز کمک بگیرند. وقتی نتایج آزمایش‌ها در آلمان یکسان شد، آنها متوجه شدند که به جای یک مصنوع از محیط خود، حقیقت واقعی و آشفته را می‌بینند. همین‌طور که محققان به آزمایش با فشارها و دماهای مختلف ادامه دادند، همچنین متوجه شدند که با افزایش فشار، برخی از شبکه‌های همپوشان ظاهر می‌شوند. این با نظریه‌ای که یک خط‌گذار بسیار واضح وجود دارد که در آن ساختار شبکه بین یک ساختار و ساختار دیگر می‌شکند، در تضاد بود. در نهایت، همه اینها نشان می‌دهد که آب فرایونی ماده‌ای بسیار پیچیده است و این پیچیدگی‌ها به توضیح آنچه که می‌تواند در میدان‌های مغناطیسی ناپایدار سیارات نپتون و اورانوس اتفاق بیفتد، کمک می‌کنند. برای روشن شدن موضوع، انجام آزمایشی که در آن این مواد فقط برای چند فمتوثانیه وجود دارند، بازسازی کاملی از فضای داخلی سیارات غول‌پیکر نیست. شاید با گذشت زمان، ساختار کریستالی به الگویی سخت‌تر تبدیل شود یا شاید هرج و مرجی که آزمایش‌ها مشاهده کردند، به صورت تصادفی در سراسر خود غول‌های یخی ادامه یابد. در حالی که ما هرگز این نوع آب را به طور طبیعی روی زمین نخواهیم دید، این واقعیت که فضای داخلی سیارات غول‌پیکر را تشکیل می‌دهد، به این معنی است که این نوع یخ در واقع ممکن است فراوان‌ترین نوع آب در کهکشان باشد. غول‌های یخی بخش قابل توجهی از سیارات فراخورشیدی شناخته شده را تشکیل می‌دهند، هرچند این ممکن است صرفاً به

دلیل اندازه و مدار آنها باشد که هر دو با استفاده از روش های فعلی شکار سیارات فراخورشیدی به راحتی قابل تشخیص هستند، نه اینکه به نسبت واقعی آنها در سیارات فراخورشیدی موجود وابسته باشد. در هر صورت، دانستن اینکه آب (ماده ای که برای حیات روی زمین لازم است) در مکان های مختلف، انواع بسیار زیادی دارد، حداقل یک واقعیت علمی جالب است.