

کشف «یخ خشک» در فضا

ستاره‌شناسان برای اولین بار موفق شدند یخ خشک پنهان شده در توده غبارآلود «سحابی پروانه» را شناسایی کنند.



ستاره‌شناسان برای اولین بار، مه‌فوق، شدند یخ خشک پنهان شده در توده غبارآلود «سحابی پروانه» را شناسایی کردند. به گزارش ایسنا، یک مطالعه جدید روی داده‌های تلسکوپ فضایی جیمز وب (JWST)، کربن دی‌اکسید را به صورت گاز و یخ درون سحابی معروف پروانه شناسایی کرده است.

سحابی پروانه یا سحابی حشره، نام یک سحابی سیاره‌نمای دوقطبی است که در صورت فلکی کژدم یا عقرب واقع شده است. ساختار این سحابی، یکی از پیچیده‌ترین ساختارهایی است که در سحابی‌های سیاره‌نما مشاهده شده است. طیف نوری سحابی پروانه نشان می‌دهد که ستاره مرکزی آن یکی از داغ‌ترین ستاره‌ها در کهکشان است؛ آنچنان که دمای سطح آن بالای ۲۰۰ هزار درجه کلون بوده که بیانگر این است که اندازه این ستاره باید بسیار بزرگ باشد. مرگ یک ستاره معمولاً مکانی خشن و خصمانه تلقی می‌شود که مملو از تابش سوزانی است که مولکول‌های شکننده را از بین می‌برد. با این حال، مشاهدات جدید از تلسکوپ فضایی جیمز وب نشان می‌دهد که یخ خشک می‌تواند در چنین شرایطی زنده بماند.

ستاره‌شناسانی که سحابی چشم‌نواز پروانه با نام علمی «NGC 6302» را مطالعه می‌کنند، کربن دی‌اکسید منجمد (یخ خشک) را که در ساختار غبارآلود آن قرار دارد، شناسایی کرده‌اند. یخ خشک شکل جامد کربن دی‌اکسید (CO₂) است و علتی که آن را به این نام می‌خوانند این است که ظاهری مانند یخ دارد، اما از خود هیچ رطوبتی بر جای نمی‌گذارد. این ماده ذوب نمی‌شود بلکه تصعید شده یعنی با افزایش دما از فاز جامد مستقیماً به فاز بخار می‌رود. در اثر این پدیده، دود سفیدی ایجاد می‌شود که برای شبیه‌سازی مه یا دود در فیلم‌سازی از آن استفاده می‌شود که در واقع رطوبت هوای اطراف را به توده بخار آب تبدیل می‌کند. این ماده معمولاً به عنوان عامل سردکننده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

سحابی پروانه در فاصله حدود ۳۴۰۰ سال نوری در صورت فلکی عقرب قرار دارد و این یافته اولین کشف تایید شده «یخ خشک» در هر سحابی سیاره‌ای است.

محققان در مطالعه خود خاطرنشان می‌کنند: ما یک کشف شگفت‌انگیز را گزارش می‌کنیم؛ نشانه‌های طیفی واضح گاز CO₂ سرد و وجود ویژگی‌های یخ CO₂ که اولین تشخیص یخ خشک در یک سحابی سیاره‌ای را نشان می‌دهد.

یک پروانه گیجانی غنی از نظر شیمیایی
سحابی‌های سیاره‌ای زمانی تشکیل می‌شوند که ستارگان خورشیدمانند سوخت هسته‌ای خود را تمام می‌کنند و لایه‌های بیرونی خود را می‌ریزند و ابرهای درخشانی از گاز و غبار را در اطراف هسته‌های داغ ستاره‌ای به جا می‌گذارند. این پوسته‌های در حال گسترش نقشی کلیدی در غنی‌سازی محیط بین‌ستاره‌ای با عناصر سنگین و مولکول‌هایی دارند که بعدها به ساخت ستاره‌ها و سیارات جدید کمک می‌کنند.

با این حال، تابش شدید درون چنین سحابی‌هایی معمولاً ترکیبات شکننده را از بین می‌برد و بقای یخ فرّار را بسیار بعید می‌کند. مشاهدات جدید نشان می‌دهد که در شرایط مناسب، حتی این گورستان‌های ستاره‌ای خصمانه نیز می‌توانند مولکول‌های یخ زده را حفظ کنند.

نویسندگان این مطالعه از دانشگاه وسترن انتاریو (Western Ontario)، سحابی NGC 6302 را هدف قرار دادند، زیرا از قبل نشانه‌هایی از شیمی غیرمعمول را نشان داده بود.

این جرم که اغلب «سحابی پروانه» یا «سحابی حشره» نامیده می‌شود، ساختاری چشمگیر شامل دو لوب گازی درخشان را نشان می‌دهد که در جهت‌های مخالف امتداد یافته‌اند و توسط یک حلقه ضخیم و غبارآلود که به عنوان چنبره (torus) شناخته می‌شود، در اطراف ستاره مرکزی از هم جدا شده‌اند. کل این سحابی تا شعاع حداقل ۱.۵ سال نوری امتداد دارد.

نویسندگان این مطالعه می‌گویند: سحابی پروانه یک سحابی سیاره‌ای دو قطبی پیچیده است که به دلیل محیط خشن و شیمی غنی شگفت‌آورش، به عنوان یک آزمایشگاه بسیار جذاب برای بررسی مسیرهای شیمیایی پیچیده ظهور کرده است.

مطالعات قبلی نشان داده بود که محیط این سحابی از شیمی پیچیده شگفت‌آوری پشتیبانی می‌کند. ستاره‌شناسان پیش از این «کاتیون متیل» را در آنجا شناسایی کرده بودند، مولکولی که نقش مهمی در واکنش‌های شیمیایی آلی در فضا ایفا می‌کند. محققان همچنین هیدروکربن‌های آروماتیک چند حلقه‌ای (PAHs) گسترده که مولکول‌های بزرگ مبتنی بر کربن هستند که اغلب در غبار کیهانی یافت می‌شوند را شناسایی کردند. این اکتشافات در کنار هم نشان دادند که NGC 6302 می‌تواند یک آزمایشگاه طبیعی ایده‌آل برای کاوش مسیرهای شیمیایی باشد که با رسیدن ستارگان به پایان عمرشان رخ می‌دهد.

به دلیل این غنای شیمیایی، محققان تصمیم گرفتند این سحابی را با استفاده از ابزار فرسوخ میانی در جیمز وب با جزئیات بیشتری بررسی کنند. مشاهدات فرسوخ به ویژه برای مطالعه مولکول‌های پنهان در محیط‌های غبارآلود مفید است، زیرا مواد مختلف، نور را در طول موج‌های خاصی که مانند اثر انگشت‌های منحصر به فرد عمل می‌کنند، جذب می‌کنند.

سرنخ‌های طیفی که به کربن دی‌اکسید منجمد اشاره دارند
محققان با استفاده از طیف‌سنج با وضوح متوسط جیمز وب، ناحیه مرکزی سحابی، از جمله ستاره، چنبره غبارآلود و بخش‌های داخلی لوب‌های دوقطبی را مشاهده کردند.

هنگامی که طیف‌های فرسوخ تجزیه و تحلیل شدند، تیم ابتدا متوجه ویژگی‌های جذب واضح بین ۱۴.۸ تا ۱۵.۲ میکرومتر شدند،

سیگنالی که توسط گاز کربن دی‌اکسید تولید می‌شود. نویسندگان این مطالعه توضیح دادند: ما دو نشانه کلیدی از یخ خشک را شناسایی می‌کنیم. اول جذب کم عمق و گسترده بین

14.9 تا 15.15 میکرومتر و سپس جذب دوم بین 15.2 تا 15.3 میکرومتر. این ساختار دو قله ای با طیف های یخ خشک آزمایشگاهی مطابقت دارد. این با اثر انگشت طیفی کربن دی اکسید جامد مطابقت داشت و وجود یخ خشک را داخل چنبره تأیید کرد. این تشخیص به ویژه قابل توجه است، زیرا یخ خشک راحت تر از یخ آب تخیل می شود. ستاره شناسان معمولاً چنین یخ های فرّاری را فقط در محیط های بسیار سرد و محافظت شده، مانند ابرهای مولکولی متراکم، پوشش های اطراف اجرام ستاره ای جوان یا دیسک هایی که سیارات در آن شکل می گیرند، پیدا می کنند. از سوی دیگر، سحابی های سیاره ای در معرض تابش شدید فرابنفش از ستاره های مرکزی داغ خود قرار دارند، شرایطی که باید به سرعت این مواد شکننده را از بین ببرد یا تخیل کند. مشاهدات نشان می دهد که حلقه غباری متراکم در NGC 6302 ممکن است به عنوان یک سپر محافظ عمل کند و به کربن دی اکسید منجمد اجازه دهد تا علیرغم تابش شدید در نزدیکی آن، زنده بماند. نویسندگان این مطالعه همچنین دریافته اند که نسبت کربن دی اکسید گازی به یخ با آنچه در مناطق تشکیل ستاره دیده می شود، تفاوت قابل توجهی دارد که نشان می دهد فرآیندهای کنترل کننده تشکیل یا تغییر یخ در سحابی های سیاره ای ممکن است بسیار متفاوت باشند. محققان می گویند: نسبت گاز به یخ به طور قابل توجهی با آنچه در اجرام ستاره ای جوان مشاهده می شود، متفاوت است و به مکانیسم های متمایز تشکیل یا پردازش یخ در محیط های ستاره ای تکامل یافته اشاره دارد. **دریچه ای جدید رو به شیمی در اطراف ستارگان در حال مرگ** یافتن یخ خشک در سحابی پروانه نشان می دهد که مراحل پایانی تکامل ستاره ای ممکن است میزبان یک محیط شیمیایی غنی تر از آنچه قبلاً تصور می شد، باشد. اگر مولکول های یخ زده بتوانند در این ساختارهای غبارآلود زنده بمانند، ممکن است بعداً با پراکنده شدن سحابی، به محیط بین ستاره ای آزاد شوند و مواد پیچیده ای را به نسل های آینده ستاره ها و سیستم های سیاره ای اضافه کنند. محققان پیشنهاد می کنند که برای تعیین اینکه آیا این پدیده رایج است یا خیر، مشاهدات با وضوح بالاتر بیشتری مورد نیاز است. چنین کاری می تواند به اخترشناسان کمک کند تا داستان شیمیایی کامل ستارگان در حال مرگ را کنار هم بگذارند و نشان دهند که حتی در آخرین مرحله زندگی شان، آنها همچنان به شکل دهی مواد مولکولی کیهان ادامه می دهند. این مطالعه در پایگاه arXiv منتشر شده است.