

داخل خورشید دقیقا چه چیزی است؟

وقتی آفتاب صورت شما را گرم می کند، چیزی فراتر از پرتوهای نور را به سوی شما می فرستد و آن نوترینوها هستند...



وقتی آفتاب صورت شما را گرم می کند، چیزی فراتر از پرتوهای نور را به سوی شما می فرستد و آن نوترینوها هستند، این ذرات شبح مانند فقط با ردی از جرم به سوی ما می آیند. تریلیون ها ذره نوترینو هر ثانیه وارد بدن ما می شوند و به سطح زمین می رسند و با سرعتی نزدیک به سرعت نور از زمین عبور می کنند.

به گزارش ایسنا و به نقل از پاپیولار ساینس، دانشمندان سالها این رگبار نوترینوها را موشکافی و بررسی کرده اند تا بفهمند که دقیقا چگونه خورشید آنها را تولید و پرتاب می کند. در حالی که ۹۹ درصد انرژی خورشید از یک نوع همجوشی تأمین می شود، مدت ها تصور می شد که یک درصد باقیمانده طی یک واکنش دوم و پیچیده تر به وجود می آید و پس از دهه ها فعالیت آزمایشی، فیزیکدانان برای اولین بار نوترینوهای حاصل از این واکنش نادر را تشخیص داده اند.

مارک پینسونو، یک ستاره شناس در دانشگاه ایالتی اوهایو که در این تحقیقات شرکت نداشته می گوید: این موضوع مدرکی غیرقابل انکار است و یک تأیید واقعا زیبا برای یک پیش بینی بسیار عمیق نظری است.

محققان امیدوارند که سرانجام پاسخ یکی از پرسش های مهم نجوم را با استفاده از همین میزان کم از نوترینوها بیابند: خورشید از چه موادی ساخته شده؟ و به طور کلی تمام ستاره های جهان از چه موادی تشکیل شده اند؟

محققان می دانند که مواد تشکیل دهنده خورشید حداقل ۹۸ درصد هیدروژن و هلیوم است، دو عنصر سبک و فراوان در طبیعت. اما بحث بر سر ترکیب دو درصد نهایی است. ستاره شناسان معمولاً با تجزیه و تحلیل رنگ نوری که از اجسام ساطع می شود مواد تشکیل دهنده آنها را بررسی می کنند اما وقتی صحبت از برخی از مواد سنگین خورشید مانند کربن، نیتروژن و اکسیژن می شود، نور ساطع شده از آنها به راحتی قابل تشخیص نیست.

پینسون می گوید: مشکل ما اطلاعات به دست آمده نیست مشکل محل قرار گیری این عناصر در یک گروه از جدول تناوبی است.

دانشمندان وقتی به کمبود اطلاعات در مشاهدات خود رسیدند به نظریه ها روی آوردند. بر طبق نمونه های اولیه پیش بینی می شد که ۱.۸ درصد وزن خورشید از اتم های سنگینی چون نیتروژن، اکسیژن و کربن تشکیل شده باشد اما پس از آن در دهه ۲۰۰۰ میلادی نظریه های پیچیده تری که شامل تابش خورشید و سایر ویژگی های آن بود به وجود آمد که بر طبق آن پیش بینی می شد تنها ۱.۴ درصد وزن خورشید از اتم های سنگین تشکیل شده باشد. اختلاف نیم درصدی ممکن است زیاد به نظر نرسد، اما پیامدهای کیهانی دارد. از آنجا که خورشید شناخته شده ترین ستاره است، ستاره شناسان از آن تقریباً به عنوان یک واحد اندازه گیری استفاده می کنند و تصور می کنند ستاره ای دیگر با ظاهر مشابه ویژگی های مشابهی نیز دارد و اگر این ویژگی را به تمام ستارگان تعمیم دهیم به سرعت ۵۰ درصد به این آمار اضافه می شود و اگر این تخمین حداقلی درست باشد میزان اکسیژن پیش بینی شده توسط دانشمندان در کل کیهان ۴۰ درصد کاهش می یابد.

پینسون می گوید: وقتی مقادیر مواد موجود در خورشید را تغییر می دهیم میزان این مواد را در همه جای فضا تغییر داده ایم.

یکی از راههای دستیابی به حقیقت در مورد آنچه در داخل خورشید می گذرد، مطالعه نوترینوهای بیشمار است که هر ثانیه به سمت زمین حرکت می کنند. در خورشید اکثر فعل و انفعالات در اثر همجوشی مستقیم پروتون هاست اما فیزیکدانان هسته ای در اواخر دهه ۱۹۳۰ میلادی پیش بینی کردند که بخشی از این فرایند باید از یک واکنش پیچیده ناشی شود که دقیقاً عناصر سنگین مورد بحث یعنی کربن، نیتروژن و اکسیژن در آن به هدایت پروتون ها کمک می کنند. جستجو برای نوترینوهای CNO در سال ۱۹۸۸ میلادی آغاز شد. تمام واکنش های هسته ای نوترینو تولید می کنند پس اگر به دنبال نوترینوهای اندک ایجاد شده از یک واکنش هسته ای نادر هستید که میلیون ها مایل دورتر جریان دارد، ابتدا باید یک محیط هسته ای کاملاً تمیز ایجاد کنید. اعضای همکاری کننده در آزمایشگاه "بورکسینو" (Borexino) در ایتالیا شروع به توسعه فناوری پاکسازی مواد کردند که با استفاده از آن می توانند آشکارساز ترکیبات آلوده کننده رادیو اکتیو را بسازند. تلاش ها برای این کار ۱۹ سال به طول انجامید.

جیواچینو رانوچی (Gioacchino Ranucci)، یکی از اعضای بورکسینو می گوید: این محیط احتمالاً از نظر رادیواکتیویته پاک ترین محیط روی زمین است.

حتی در آن صورت نیز این کار آسان نبود. دانشمندان آشکارساز بورکسینو را در زیر کوه "گرن ساسو" (Gran Sasso) به دور از تشعشعات کیهانی در آزمایشگاه ملی ایتالیا ساختند.

هسته آشکارساز از یک مخلوط ۳۰۰ تنی از مواد شیمیایی تشکیل می شود که در موقعیت های بسیار نادر که یک

نوترینو با مایع تعامل می کند تشعشع دارد.

آشکارساز بورکسینو

هزار تن دیگر از همین ترکیب هسته آشکارساز را در بر گرفته و ۲۳۰۰ تن آب کل دستگاه را احاطه کرده و از آن در برابر اشعه گاما و نوترون هایی که از صخره های کوه گران ساسو منتشر می شود محافظت می کند.

این آزمایش در سال ۲۰۰۷ آغاز شد و تقریباً بلافاصله برای اولین بار نوترینوهایی که از خورشید می آمدند تشخیص داده شدند. طی چند سال بعد، محققان همه جنبه های همجوشی استاندارد پروتون-پروتون را کاوش کردند. نوترینوهای CNO اما از دسترس خارج شدند.

در سال ۲۰۱۵، آنها آشکارساز را تغییر دادند تا مایع در هسته کاملاً ثابت بماند و سرانجام، تلاش آنها نتیجه داد. در ماه ژوئن، گروه بین المللی شامل حدود ۱۰۰ محقق اعلام کردند که پس از از بین بردن سایر منابع احتمالی، آنها در نهایت موفق به شناسایی نوترینوهای CNO شدند و هر روز، ۱۰۰ تن مایع مرکزی به طور متوسط حدود ۲۰ بار تشعشع می کند.

۱۰ مورد از تشعشعات از فروپاشی هسته ای در مواد آشکارساز حاصل می شود و در این محدوده انرژی خاص، حدود سه مورد آن از واکنش اصلی همجوشی خورشید حاصل می شود.

رانوچی می گوید، هفت تشعشع باقی مانده نشان دهنده نوترینوهای ارسال شده است که در اثر همجوشی کمیاب CNO ها در خورشید ایجاد می شوند. این گروه نتیجه تحقیقات خود را در مجله نیچر منتشر کردند.

پینسون می گوید: این آزمایش واقعاً زیباست. بنابراین این هفت تشعشع روزانه اشاره کوچکی به این نکته دارد که خورشید و به دنبال آن جهان ممکن است نیتروژن، اکسیژن و کربن بیشتری از آنچه تصور می کردیم داشته باشد. اما حتی پس از دهه ها تلاش و زحمت در اندازه گیری شواهد هنوز قطعی نیستند.

رانوچی می گوید، ما امیدواریم که میزان عناصر سنگین زیاد باشد اما این نتایج ممکن است اتفاقی باشند. آزمایشگاه بورکسینو تا چند ماه دیگر جستجوی نوترینوهای CNO را ادامه می دهد و پس از آن عمر آشکارساز پایان می یابد.

رانوچی قصد دارد مقاله دیگری مربوط به نوترینوی CNO منتشر کند که شامل اطلاعات بیشتری از یک سال و نیم تحقیقات اضافه تر است، و ممکن است پاسخ قطعی تری ارائه دهد.

پینسون می گوید: صرف نظر از اینکه آزمایشگاه بورکسینو چقدر می تواند از روزهای آخر این دستگاه برای دستیابی به اطلاعات بیشتر استفاده کند فیزیکدانان خورشیدی در حال انجام آزمایشات دیگری هستند که ممکن است به طریق دیگری به محتوای خورشید برسد و اگر این آزمایش ها نیز به نتیجه نرسند دستگاه های دیگری در راه هستند. اگرچه هیچ یک از آنها هنوز اطلاعاتی ارائه نکرده اند اما پس از دهه ها تماشای پیشرفت بورکسینو، فیزیکدانان خورشیدی می دانند که باید صبور بود.

پینسون می گوید: این موضوع راه رسیدن به راه حل های دیگر را نمی بندد بلکه راهی را به نسل های آینده نشان می دهد که ممکن است تعیین کننده نتیجه باشد.