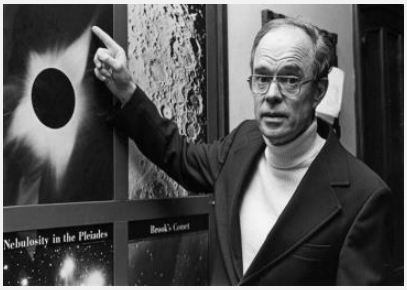

یکشنبه 23 اردیبهشت 1403 - 06:59

سفری به اعماق جهنم در جست‌وجوی اسرار مهم خورشیدی

ستاره همسایه ما، خورشید اسرار نهان زیادی دارد ...

ستاره همسایه ما، خورشید اسرار نهان زیادی دارد که یکی از عجیب ترین اسرار آن که سالها علامت سوالی در ذهن دانشمندان ایجاد کرده بود این است که چرا لایه های بیرونی جو خورشید یک میلیون درجه گرم تر از سطح آن است و یک کاوشگر خورشیدی برای یافتن پاسخ به اعماق خورشید سفر کرد. در اینجا نگاهی داریم به ماجرای پر فراز و نشیبی که دانشمندان برای یافتن جواب این پرسش دیرینه پیموده اند.

به گزارش ایسنا، ما تاکنون بهترین رصدها از یک ستاره را از خورشید خودمان داشته ایم و هر روز نور آن را می بینیم. برای قرن ها، دانشمندان لکه های تاریکی را که چهره درخشان خورشید را می پوشاندند، ردیابی کرده اند، در حالی که در دهه های اخیر، تلسکوپ ها در فضا و زمین پرتوهای خورشید را در طیف های مختلف طول موج های الکترومغناطیسی بررسی کرده اند. آزمایش ها همچنین جو خورشید را بررسی کرده، بادهای خورشیدی را دریافت کرده، نوترینوهای خورشیدی و ذرات پرانرژی را جمع آوری کرده و میدان مغناطیسی ستاره مان را ترسیم کرده اند. با این حال هنوز مناطق قطبی را که برای یادگیری در مورد ساختار مغناطیسی درونی خورشید حائز اهمیت هستند رصد نکرده ایم.

به نقل از کوانتامگزین، با وجود تمام این بررسی ها، یک سوال مهم به طرز شرم آوری هنوز حل نشده باقی مانده است. در سطح خورشید، دما ۶۰۰۰ درجه سانتیگراد است. اما لایه های بیرونی اتمسفر آن که تاج نامیده می شود می تواند به دمای یک میلیون درجه داغ تر از سطح برسند و این گیج کننده است.

این غلاف از گاز سوزان را می توان در طول یک خورشید گرفتگی کامل مشاهده کرد، همانطور که در روز هشتم آوریل در آسمان بخش های از آمریکای شمالی رویت شد. اگر در مسیر گرفتگی کامل بوده باشید، توانسته اید تاج خورشید را به صورت هاله ای درخشان در اطراف سایه ی ماه ببینید.

امسال، آن هاله متفاوت از هاله ای بود که در آخرین کسوف آمریکای شمالی در سال ۲۰۱۷ ظاهر شد. نه تنها خورشید اکنون فعال تر است، بلکه ما به ساختاری نگاه می کنیم که دانشمندانی که ستاره خانه خود را مطالعه می کنند، شناخته اند. رصد خورشید از راه دور به اندازه کافی خوب نبود برای اینکه بفهمیم چه چیزی باعث گرم شدن تاج می شود. برای حل این معما و دیگر معماها، ما به یک کاوشگر فضایی خورشیدی نیاز داشتیم.

این فضاپیما که کاوشگر خورشیدی پارکر ناسا نام دارد در سال ۲۰۱۸ پرتاب شد. اکنون همانطور که به دور خورشید می چرخد، در داخل و خارج تاج خورشیدی فرو می رود و داده هایی را جمع آوری می کند که به ما نشان می دهد چگونه فعالیت مغناطیسی در مقیاس کوچک در جو خورشید باعث می شود تاج خورشیدی تقریبا به طرز غیر قابل تصوری داغ شود.

از سطح تا غلاف

برای شروع درک سوزان بودن تاج خورشید، باید میدان های مغناطیسی را در نظر بگیریم.

موتور مغناطیسی خورشید به نام دینام خورشیدی، حدود ۲۰۰ هزار کیلومتر زیر سطح خورشید قرار دارد. همانطور که این موتور می چرخد، فعالیت خورشیدی را هدایت می کند که در طی دوره های تقریبا ۱۱ ساله کاهش و افزایش می یابد. هنگامی که خورشید فعال تر است، شراره های خورشیدی، لکه ها و فوران های خورشیدی در شدت و فرکانس افزایش می یابند. در حال حاضر نیز خورشید در دوره افزایش خود قرار دارد.

در سطح خورشید، میدان های مغناطیسی در مرزهای سلول های همرفتی انباشته می شوند و ظاهری شبیه به حباب هایی در ظرف روغن در حال جوش روی اجاق گاز به وجود می آید. سطح خورشیدی که دائما در حال جوشیدن است، آن میدان های مغناطیسی را در لبه سلول ها متمرکز و تقویت می کند. سپس آن میدان های تقویت شده، جت های گذرا و نانوشراره ها را هنگام تعامل با پلاسمای خورشیدی به فضا پرتاب می کنند.

میدان های مغناطیسی همچنین می توانند از سطح خورشید فوران کنند و پدیده هایی در مقیاس بزرگتر ایجاد کنند. در مناطقی که میدان قوی است، لکه های خورشیدی تیره و حلقه های مغناطیسی غول پیکر پدیدار می شود. در بیشتر نواحی، به ویژه در قسمت پایین تاج خورشیدی و نزدیک لکه های خورشیدی، این کمان های مغناطیسی «بسته» هستند و هر دو سر آنها به خورشید متصل است. این حلقه های بسته در اندازه های مختلفی وجود دارند. از کمان های کوچک گرفته تا کمان های شعله ور که در طول کسوف دیده می شوند.

در نواحی دیگر، چنین حلقه هایی باز می شوند. تاج سوزان خورشید منشأ باد خورشیدی مافوق صوت است و جریان هایی از ذرات باردار ایجاد می کند که حباب محافظ عظیمی را در اطراف منظومه شمسی به نام هلیوسفر، تشکیل می دهند که بسیار فراتر از سیارات شناخته شده می رود. این ذرات میدان های مغناطیسی را گاهی اوقات تا اعماق فضا با خود حمل می کنند. هنگامی که این اتفاق می افتد، حلقه مغناطیسی به لبه هلیوسفر کشیده می شود و میدان مغناطیسی «باز» را تشکیل می دهد.

ما می دانستیم که این فرآیندهای مغناطیسی باید به نوعی با هم کار کنند تا تاج خورشیدی را گرم کنند اما این فرآیند چگونه انجام می شود؟

در طول سال ها، دانشمندان توضیحات زیادی برای تاج فوق العاده داغ ارائه کردند. برخی این اتمسفر خورشیدی را به عنوان یک سیال در نظر گرفتند و انتقال گرما را در یک سیال توضیح دادند. برخی دیگر پیشنهاد کردند که امواج مغناطیسی که از سطح خورشید نشات می گیرند، دائما در حال تکان خوردن هستند و گرما را به درون جو می ریزند، یا اینکه در سطح ذرات، نوعی ناپایداری جنبشی در کار است.

در سال ۱۹۸۸، یوجین پارکر(Eugene Parker)، اخترفیزیکدان دانشگاه شیکاگو، استدلال کرد که همرفت در سطح خورشید می تواند میدان های مغناطیسی را که تا تاج امتداد یافته اند، درهم پیچد و در نتیجه انرژی مغناطیسی را در جو خورشید ایجاد و ذخیره کند. او گفت که وقتی آن خطوط میدان به ناچار شکسته و دوباره به هم وصل شدند، انرژی مغناطیسی ذخیره شده به جو خورشید منتقل می شود. در آنجا، انرژی اتمسفر را تا دمای بالا گرم می شود و شراره های نانو ایجاد می شوند.

سفری به اعماق جهنم در جستجوی اسرار مهم خورشیدی

پارکر همچنین مسئول فرضیه ای از سال ۱۹۵۸ بود که نشان می داد تاج فوق گرم منبع باد خورشیدی است. اگرچه در آن زمان به طور گسترده مورد تمسخر قرار گرفت اما ایده او درست بود و تبدیل به اساسی برای حوزه هلیوفیزیک شد.

ایده پارکر منطقی بود، اما ما اطلاعات کافی برای تأیید یا رد هیچ یک از توضیحات، از جمله توضیحات او، نداشتیم. روش هایی که ما در مورد خورشید مطالعه می کردیم، در حد این چالش نبود.

امیدی تازه

نقطه عطف در سال ۲۰۰۵ رخ داد، زمانی که صدها دانشمند خورشیدی در ویستلر، بریتیش کلمبیا با یکدیگر ملاقات کردند.

تا آن زمان، جامعه خورشیدی بیشتر بر روی رصد از راه دور خورشید، توسط تلسکوپ های زمینی، موشک ها یا ماهواره هایی مانند سوهو SOHO متمرکز بود. سوهو ماموریتی است که توسط آژانس فضایی اروپا(ESA) پرتاب شده و هنوز در حال انجام است.

از سوی دیگر، جامعه محققان باد خورشیدی مشغول جمع آوری و تجزیه و تحلیل نمونه هایی از تاج گسترش یافته خورشید با استفاده از ماهواره هایی مانند کاوشگر پیشرفته ناسا بودند. هدف از این کنفرانس ادغام نتایج به دست آمده از این رصدخانه های جدید و بررسی این بود که آیا می توان معمای تاج داغ خورشید و نحوه سرعت گرفتن باد خورشیدی را درک کرد یا خیر.

در این مرحله، می دانستیم که مغناطیس خورشیدی به گونه ای رفتار می کند که انتظارش را نداشته ایم. داده های سوهو نشان داده بود که در سطح جهان، میدان مغناطیسی خورشیدی بسیار متغیرتر از آن چیزی است که ما تصور می کردیم. و ذرات متشکل از باد خورشیدی، همانطور که در نزدیکی زمین اندازه گیری شد، دارای الگوهای ترکیبی عجیبی بودند که اگر باد مستقیما از سطح خورشید نشات می گرفت، همانطور که پیش بینی شده بود، این داده ها معنا نداشت. به نظر می رسید که نوعی فعالیت مغناطیسی در اتمسفر خورشیدی باعث تولید آن باد و گرمای تاج خورشیدی می شود، اما ما مدلی برای توضیح نحوه عملکرد آن نداشتیم.

بحث ها طولانی و فشرده بود، اما آنها پایه و اساس یک تصمیم کلیدی را ایجاد کردند: نیاز مطلق به انجام مشاهدات نزدیک تر از خورشید با مأموریتی که کاوشگر خورشیدی نامیده می شد. مدلی از آن فضاپیما که می توانست در برابر سختی محیط نزدیک به خورشید مقاومت کند در جلوی اتاق جلسه قرار داشت و پس از چهار دهه فکر کردن در مورد آن، قرار بود آن را به واقعیت تبدیل کنیم. در سال ۲۰۱۷، ناسا این ماموریت به درخواست توماس زوبورشن به عنوان رئیس علوم، به نام یوجین پارکر تغییر نام داد و اکنون این کاوشگر خورشیدی پارکر بود.

لمس خورشید

یوجین پارکر شاهد پرتاب کاوشگر خورشیدی پارکر از کیپ کاناورال در سال ۲۰۱۸ بر فراز موشک دلتا IV هوی به آسمان بود. پس از پرواز، او از زوبورشن به خاطر افتخار قرار گرفتن نامش بر این کاوشگر تشکر کرد و در یک لحظه نادر گفت که فقط آرزو می کند برخی از آن همکارانی که ایده های او را به سخره گرفته اند و این تقریبا به قیمت پایان کارش تمام شده هنوز زنده باشند تا این لحظه را ببینند.

این کاوشگر چندین گذر از کنار سیاره زهره انجام داد تا با استفاده از میدان مغناطیسی آن به خورشید نزدیک تر شود و در روز ۲۸ آوریل سال ۲۰۲۱ برای اولین بار تاج خورشید را لمس کرد. اکنون این نزدیکترین فضاپیما به ستاره ما و سریع ترین جسم ساخته شده توسط انسان بود که تاکنون به فضا پرتاب شده است. در واقع، پارکر ماه گذشته برای هجدهمین بار از کنار خورشید با سرعتی عبور کرد که می توان با آن در عرض ۲۰ ثانیه از واشنگتن دی سی به لس آنجلس و در ۳۶ دقیقه از زمین به ماه رسید.

همانطور که انتظار می رفت، مشاهدات نزدیک به خورشید این کاوشگر برای درک ما از گرمایش تاج مهم بود. این مشاهدات، مشکل ما را با رمزگشایی اثرات مغناطیس بر باد خورشیدی بسیار نزدیک به آن حل کرد و به کلیدی برای یادگیری نحوه عملکرد تاج خورشید تبدیل شد.

از نزدیک زمین، باد خورشیدی مانند یک ماده سیال متلاطم به نظر می رسد که فقط در بزرگ ترین مقیاس ها به خورشید مربوط است. اما از نزدیک، ساختار آن به طور مستقیم ساختارهای روی سطح خورشید را منعکس می کند. پلاسمای خورشیدی نزدیک به خورشید به جای اینکه یک سیال نامنظم باشد، در جریان هایی که اغلب با اندازه های سلول های همرفتی روی سطح خورشید مطابقت دارند، به سمت بیرون می چرخد.

در طول هر چرخش در مدار خورشید، این فضاپیما از میان آن جریان ها گذر می کرد و اثرانگشتی از فعالیت مغناطیسی پیدا می کرد که به منبعی برای گرمای تاج اشاره داشت. این اثرات ساختارهای S شکلی بودند که زمانی شکل می گیرند که حلقه های مغناطیسی بسته با حلقه های مغناطیسی باز برخورد می کنند و به آن ها وصل می شوند. این رویداد به عنوان رویداد اتصال مجدد تبادلی شناخته می شود.

این رویدادهای اتصال مجدد، گرما تولید می کنند و مواد خورشیدی را به فضا می فرستند و بنابراین تاج را گرم می کنند و ذرات را در باد خورشیدی شتاب می دهند.

اگرچه برخی از دانشمندان کاملا متقاعد نشده اند که این مسئله حل شده است، اما اکنون این میدان نشان می دهد که توضیح پارکر در سال ۱۹۸۸ درست بوده است.

گرمایش تاج در نهایت به میدان های مغناطیسی در مقیاس های کوچک بستگی دارد. دانه های همرفتی روی سطح خورشید، میدان های مغناطیسی را در لبه های خود متمرکز می کنند و زنجیره ای از رویدادها را آزاد می کنند که از طریق فعل و انفعالات مغناطیسی بعدی در اتمسفر، منجر به باد خورشیدی مافوق صوت و دمای میلیون درجه ای می شود.

اواخر امسال، کاوشگر خورشیدی پارکر رکورد خود را خواهد شکست و حتی نزدیک تر به خورشید پرواز خواهد کرد. سفری دیگر به جهنم و بازگشت از آن، در جستجوی پاسخ های بیشتر برای اسرار مهم خورشید سوزان ما.