

یادبان دانشمند ایرانی در فضا مستقر می‌شود

«مجتبی اخوان» دانشمند ایرانی «دانشگاه میشیگان» و گروهش قصد دارند یک یادبان خورشیدی را به فضا پرتاب کنند که می‌تواند هشدارهای اولیه را درباره تهدیدات آب‌وهوای فضا برای فناوری‌های روی زمین ارائه دهد.



«مجتبی اخوان» دانشمند ایرانی «دانشگاه میشیگان» و گروهش قصد دارند یک یادبان خورشیدی را به فضا پرتاب کنند که می‌تواند هشدارهای اولیه را درباره تهدیدات آب‌وهوای فضا برای فناوری‌های روی زمین ارائه دهد.

به گزارش ایسنا، صنعت فضایی روبه رشد و فناوری‌هایی مانند شبکه‌های برق، هوانوردی و هوانوردی که جامعه به طور فزاینده

ای به آنها متکی است، همگی در برابر یک تهدید یکسان آسیب پذیرند و آن تهدید، آب‌وهوای فضا است.

به نقل از اسپیس، آب‌وهوای فضا هرگونه تغییر را در محیط فضایی بین خورشید و زمین شامل می‌شود. یکی از انواع رایج رویدادهای آب‌وهوایی فضا، خروج جرم از تاج خورشیدی است. این فوران‌ها گروه‌هایی از میدان‌های مغناطیسی و ذرات هستند که از خورشید سرچشمه می‌گیرند. آنها می‌توانند با سرعت تا ۲۰۰۰ کیلومتر در ثانیه حرکت کنند و ممکن است به بروز طوفان

های ژئومغناطیسی منجر شوند.

فوران‌ها نمایش‌های زیبایی را از شفق قطبی ایجاد می‌کنند؛ مانند نورهای شمالی که گاهی اوقات می‌توان آنها را در آسمان دید اما آنها می‌توانند به اختلال عملیات ماهواره‌ها منجر شوند، شبکه برق را خاموش کنند و فضانوردان را در مأموریت‌های

سرنشین‌دار آینده به ماه و مریخ در معرض دوزهای کشنده‌ای از تشعشعات قرار دهند.

«مجتبی اخوان» هلیوفیزیکن «دانشگاه میشیگان» (UMich) و متخصص آب‌وهوای فضا به همراه گروهش، سرپرستی توسعه

یک منظومه ماهواره‌ای نسل بعدی به نام «سوئیفت» (Swift) را بر عهده دارد که برای پیش‌بینی رویدادهای آب‌وهوایی بالقوه

خطرناک فضا طراحی شده است. هدف اخوان و گروهش، پیش‌بینی دقیق‌تر و زودتر آب‌وهوای فضایی ناملازم است.

اخوان در مقاله اخیر خود، اطلاعاتی را درباره رویدادهای آب‌وهوایی فضا و پیش‌بینی آنها ارائه داده است که آنها را در ادامه می‌خوانیم.

خطرات آب‌وهوای فضا

منافع تجاری اکنون بخش بزرگی از اکتشافات فضایی را تشکیل می‌دهند و بر گردشگری فضایی، ساخت شبکه‌های ماهواره‌ای و تلاش برای استخراج منابع از ماه و سیارک‌های نزدیک تمرکز دارند. همچنین، فضا یک حوزه حیاتی برای عملیات نظامی است.

ماهواره‌ها قابلیت‌های اساسی را برای ارتباطات نظامی، نظارت، مسیریابی و اطلاعات فراهم می‌کنند.

با افزایش وابستگی کشورهایی مانند آمریکا به زیرساخت‌های فضایی، رویدادهای آب‌وهوایی ناملازم فضا تهدید بزرگتری را ایجاد

می‌کنند. امروزه آب‌وهوای فضا تا ۲.۷ تریلیون دلار از دارایی‌های جهان را تهدید می‌کند.

در سپتامبر ۱۸۵۹، قوی‌ترین رویداد ثبت‌شده آب‌وهوای فضا موسوم به رویداد «کارینگتون» (Carrington) با اثرگذاری شدید بر

خطوط تلگراف باعث آتش‌سوزی در آمریکای شمالی و اروپا شد. در اوت ۱۹۷۲، رویداد دیگری شبیه به کارینگتون تقریباً به

فضانوردانی که در حال گردش در مدار ماه بودند، برخورد کرد. دوز تشعشعات می‌توانست کشنده باشد. در فوریه ۲۰۲۲، شرکت

«اسپیس ایکس» (SpaceX) ۳۹ ماهواره از ۴۹ ماهواره تازه پرتاب شده «استارلینک» (Starlink) خود را به دلیل یک رویداد آب

وهوایی متوسط فضا از دست داد.

بررسی‌های امروزی آب‌وهوای فضا

سرویس‌های هواشناسی فضایی به شدت به ماهواره‌هایی متکی هستند که به رصد باد خورشیدی می‌پردازند و مشاهدات

خود را به زمین مخابره می‌کنند. دانشمندان می‌توانند این مشاهدات را با سوابق پیشین مقایسه کنند تا به پیش‌بینی آب

وهوای فضا بپردازند و بررسی کنند که چگونه زمین ممکن است به تغییرات مشاهده‌شده در باد خورشیدی واکنش نشان دهد.

میدان مغناطیسی زمین به طور طبیعی از موجودات زنده و ماهواره‌های حاضر در مدار زمین در برابر بیشتر اثرات نامطلوب آب

وهوای فضا محافظت می‌کند. با وجود این، رویدادهای شدید آب‌وهوایی فضا ممکن است سپر مغناطیسی زمین را فشرده کنند

یا در برخی موارد از بین ببرند. این فرآیند به ذرات باد خورشیدی اجازه می‌دهد تا به محیط محافظت‌شده ما موسوم به

«مگنتوسفر» راه پیدا کنند و ماهواره‌ها و فضانوردان حاضر در ایستگاه‌های فضایی را در معرض شرایط سخت قرار دهند.

بیشتر ماهواره‌هایی که به طور مداوم آب‌وهوای فضا را در مدار زمین رصد می‌کنند، نسبتاً نزدیک به سیاره زمین قرار دارند.

برخی از ماهواره‌ها در مدار پایین زمین در حدود ۱۶۱ کیلومتری سطح سیاره قرار دارند؛ در حالی که برخی دیگر در «مدار زمین

همگام» تقریباً ۴۰ هزار کیلومتر دورتر قرار دارند.

در این فواصل، ماهواره‌ها در سپر مغناطیسی محافظ زمین باقی می‌مانند و می‌توانند واکنش سیاره به شرایط آب‌وهوایی فضا

را به طور قابل اعتماد بررسی کنند. با وجود این، پژوهشگران برای مطالعه مستقیم تر باد خورشیدی ورودی، از ماهواره‌های

بیشتری استفاده می‌کنند که در فاصله صدها هزار مایل دورتر از زمین قرار دارند.

آمریکا، آژانس فضایی اروپا و هند، ماهواره‌های رصد آب‌وهوای فضا را در اطراف «نقطه لاگرانژ ۱» (L1) تقریباً در فاصله ۱۴۵۰ هزار

کیلومتری زمین که در آنجا نیروهای گرانشی خورشید و زمین در تعادل هستند، اداره می‌کنند. از این نقطه دید، رصدگران آب

وهوای فضا می‌توانند تا ۴۰ دقیقه پیش از وقوع رویدادهای خورشیدی هشدار دهند.

تصویری از چگونگی تأثیر آب‌وهوای فضا بر سیستم‌های گوناگون روی زمین

هشدار پیشین آب‌وهوای فضا

افزایش زمان هشدار به بیش از ۴۰ دقیقه - زمان هشدار کنونی - به اپراتورهای ماهواره، برنامه ریزان شبکه برق، مدیران پرواز،

فضانوردان و افسران نیروی فضایی کمک می‌کند تا بهتر برای رویدادهای شدید آب‌وهوای فضا آماده شوند.

برای مثال، جو زمین در طول طوفان‌های ژئومغناطیسی، گرم و منبسط می‌شود و اثر نیروی اصطکاک را بر ماهواره‌های حاضر در

مدار پایین زمین افزایش می‌دهد. با هشدار پیشین، اپراتورها می‌توانند محاسبات خود را درباره نیروی اصطکاک به روزرسانی

کنند تا از پایین آمدن و سوختن ماهواره ها در طول این رویدادها جلوگیری شود. اپراتورهای ماهواره با کمک محاسبات نیروی اصطکاک به روزرسانی شده می توانند از سیستم های پیش رانش ماهواره ها برای مانور آنها در مدار بالاتر استفاده کنند. خطوط هوایی می توانند مسیر خود را تغییر دهند تا از قرار گرفتن مسافران و کارکنان در معرض دوزهای بالای تشعشع در طول طوفان های ژئومغناطیسی جلوگیری کنند. فضانوردان آینده که در مسیر ماه و مریخ هستند یا روی آن کار می کنند و فاقد محافظت در برابر این ذرات هستند، می توانند از پیش درباره آنها آگاه شوند تا پناه بگیرند. دوست داران شفق قطبی نیز از داشتن زمان بیشتر برای رسیدن به مقاصد مورد علاقه خود به منظور مشاهده شفق قطبی

قدردانی خواهند کرد.

مرز بررسی آب و هوای فضا

من(اخوان) و گروه هم در حال توسعه یک منظومه ماهواره ای جدید هواشناسی فضایی به نام «مرز بررسی آب و هوای فضا»(Space Weather Investigation Frontier) هستیم. منظومه سوئیفت برای اولین بار یک مانیتور هواشناسی فضا را فراتر از نقطه لاگرانژ ۱ در فاصله ۲.۱ میلیون کیلومتری زمین قرار خواهد داد. این فاصله به دانشمندان امکان می دهد تا تقریباً ۶۰ دقیقه پیش از رسیدن، تصمیم گیرندگان را از هرگونه رویداد آب و هوای فضا در محدوده زمین آگاه سازند. ماهواره هایی که از سیستم های پیش رانش شیمیایی و الکتریکی سنتی استفاده می کنند، نمی توانند مدار خود را برای مدت طولانی در مکانی دورتر از زمین و نزدیک تر به خورشید حفظ کنند. دلیل این است که آنها برای مقابله با کشش گرانشی خورشید باید به طور مداوم سوخت مصرف کنند.

گروه ما برای پرداختن به این مشکل، دهه ها به طراحی و توسعه یک سیستم پیش رانش جدید مشغول بوده اند. راهکار ما به گونه ای طراحی شده است که به طور مقرون به صرفه به فاصله ای نزدیک تر از نقطه لاگرانژ ۱ به خورشید برسد و با مهار یک منبع فراوان و قابل اعتماد یعنی نور خورشید، بیش از یک دهه به طور قابل اطمینان در آنجا فعالیت کند. سوئیفت برای رسیدن به مدار خود از یک سیستم پیش ران بدون سوخت به نام «بادبان خورشیدی» استفاده خواهد کرد. بادبان خورشیدی یک سطح بازتابنده به نازکی مو و شبیه به یک آینه بسیار نازک است که حدود یک سوم یک زمین فوتبال را پوشش می دهد. این بادبان، نیروی ذرات نوری را که از خورشید می آیند و آن را به عقب می رانند با گرانش خورشید که آن را به سمت داخل می کشد، متعادل می کند.

یک قایق بادبانی از نیروی بالابرنده ای که توسط باد روی بادبان های منحنی اش ایجاد می شود، برای حرکت در آب استفاده می کند. یک بادبان خورشیدی نیز از تکان فوتون های نور خورشید که از بادبان بزرگ و براق آن منعکس می شوند، برای به حرکت درآوردن یک فضاپیما در فضا استفاده می کند. هم قایق بادبانی و هم بادبان خورشیدی از انتقال انرژی محیط های مربوطه خود برای ایجاد حرکت بدون تکیه بر سیستم های پیش ران سنتی بهره می برند. بادبان خورشیدی می تواند سوئیفت را قادر سازد تا بدون خطر اتمام سوخت، به مدار ناپایدار زیر لاگرانژ ۱ وارد شود.

ناسا اولین بادبان خورشیدی خود را در سال ۲۰۱۰ با موفقیت پرتاب کرد. این نمایش فضایی موسوم به «نانوسیل-دی۲» (NanoSail-D2)، یک بادبان به مساحت ۱۰ متر مربع داشت و در مدار پایین زمین قرار گرفت. در همان سال، آژانس فضایی ژاپن یک بادبان خورشیدی بزرگتر به نام «IKAROS» را پرتاب کرد که مساحت آن ۱۹۶ متر مربع بود. ژاپن بادبان IKAROS را در زمان وزش باد خورشیدی مستقر کرد و آن را با موفقیت در مدار زهره قرار داد.

«انجمن سیاره ای آمریکا» (The Planetary Society) و ناسا این کار را با پرتاب دو بادبان در مدار پایین زمین ادامه دادند که عبارت بودند از «لایت سیل» (LightSail) با مساحت ۳۲ متر مربع و سیستم بادبان خورشیدی کامپوزیت پیشرفته با مساحت ۸۰ متر مربع.

ماموریت نمایشی گروه سوئیفت یعنی «سولار کروزر» (Solar Cruiser) به یک بادبان بسیار بزرگتر با مساحت ۱۶۵۳ متر مربع مجهز خواهد شد و پرتاب آن تا اوایل سال ۲۰۲۹ صورت خواهد گرفت. ما(اخوان و گروهش) اوایل سال گذشته با موفقیت یک چهارم از بادبان را روی زمین مستقر کردیم.

گروه برای انتقال بادبان به فضا، آن را با دقت تا خواهند کرد و درون یک محفظه کوچک محکم قرار خواهند داد. بزرگترین چالشی که باید بر آن غلبه کرد، استقرار بادبان پس از قرار گرفتن در فضا و استفاده از آن برای هدایت ماهواره در مسیر مداری مورد نظر است. سولار کروزر در صورت موفقیت، راه را برای منظومه چهار ماهواره ای سوئیفت هموار خواهد کرد. این منظومه شامل یک ماهواره مجهز به نیروی محرکه بادبان خواهد بود که قرار است در مداری فراتر از نقطه لاگرانژ ۱ قرار بگیرد و سه ماهواره کوچکتر را نیز با نیروی محرکه شیمیایی در مدار نقطه لاگرانژ ۱ قرار خواهد داد.

این ماهواره ها به طور نامحدود در نقطه لاگرانژ ۱ و فراتر از آن مستقر خواهند شد و بدون وقفه به جمع آوری داده ها درباره باد خورشیدی خواهند پرداخت. هر یک از این چهار ماهواره می توانند باد خورشیدی را از مکان های متفاوتی مورد بررسی قرار دهند و دانشمندان را یاری دهند تا پیش از رسیدن به زمین، نحوه تکامل باد خورشیدی را بهتر پیش بینی کنند. از آنجا که زندگی مدرن بیشتر به زیرساخت های فضایی وابسته است، ادامه سرمایه گذاری در پیش بینی آب و هوای فضا می تواند از فناوری های فضایی و زمینی محافظت کند.