

# زباله‌های فضای

مازیار حسن‌زاده  
کارشناس علوم تجربی، استان خوزستان

اشاره

زباله‌های فضایی خطری جدی برای سفینه‌ها و ماهواره‌ها محسوب می‌شوند. در این مقاله، موضوع زباله‌های فضایی به اختصار بررسی شده است.

کلیدواژه‌ها: تکه‌پاره‌های مداری، سنگ‌های آسمانی، ماهواره‌ها، سفینه‌ها

مقدمه

فضا، مانند زمین، در معرض به هم ریختگی بسیار زیادی است. این آشفتگی سبب می‌شود که کسب اطلاعات جامع از فضا برای همه کشورهای دارای فناوری پرتاب سفینه‌های فضایی امری لازم و واجب محسوب گردد. اجرامی که می‌توانند به سفینه‌ها برخورد کنند، به‌طور کلی، به دو دسته طبقه‌بندی می‌شوند:

۱. تکه پاره‌های مداری

۲. سنگ‌های آسمانی

**الف. تکه پاره‌های مداری:** این آثار شامل مواد مصنوعی یا ساخت دست بشر، بازمانده از قطعات متلاشی شده شاتل‌های فضایی، در پیچه‌های اتافک سفینه‌های فضایی، موشک، ماهواره‌ها و سایر آثار هستند که به رنگ شب‌نما دیده می‌شوند. این‌ها را زباله‌های فضایی می‌گویند.

**ب. سنگ‌های آسمانی:** سنگ‌های آسمانی مواد طبیعی‌اند و قطعات خرد شده سیاره‌ای (سیارک‌های بین مریخ و مشتری) را در برمی‌گیرند که در فضا باقی مانده‌اند.

باید گفت هر دوی این مواد (آثار و بقایای مداری و سنگ‌های آسمانی) می‌توانند بر روی هر سفینه‌ای در مسیر زمین به فضا اثرگذار باشند. میانگین سرعت آثار و بقایای مداری ۹ کیلومتر و میانگین سرعت سنگ‌های آسمانی ۲۰ کیلومتر در ثانیه است، به‌طوری که هر از تیری که از تفنگ شلیک می‌شود (از لحاظ سرعت) بسیار سریع‌ترند.

اگرچه بیشتر زباله‌های فضایی بسیار کوچک هستند، اما تعداد بیش از ۷۵۰۰ ماده و یا جرم در اطراف مدار زمین وجود

دارد که هر یک بزرگ‌تر از یک توپ بیس‌بال است. این مواد از طریق رادارهای زمینی پی‌گیری و دنبال می‌شوند. حتی یک شیء کوچک به اندازه یک انگور دارای انرژی جنبشی کافی برای آسیب رساندن به یک سفینه فضایی است. در حال حاضر در حدود ۵۰۰ سفینه کارگر (سفینه‌هایی که دارای نقشه اجرایی هستند) در فضا فعال‌اند که دارای جایگاه بین‌المللی فضا (ISS) هستند و از آثار و بقایای فضایی محافظت و نگهداری می‌کنند تا مبادا به سفینه‌های پرتاب شده آسیب وارد سازند.

پاسخ به پرسش‌هایی در مورد زباله‌های فضایی

۱. منظور از تکه‌پاره‌های مداری چیست؟

به هر شیء ساخت دست بشر که در مسیر گردش زمین قرار گیرد اثر مداری گویند.

۲. انواع و نمونه‌های تکه‌پاره‌ها کدام‌اند؟

سفینه‌های از بین رفته و متروک، وسایل و ابزارهای پرتاب موشک و یا سفینه از روی ابزار پرتاب جدا می‌شوند و یا در طی فعالیت و عملکرد مأموریت در فضا رها می‌شوند، همچنین قطعاتی که در نتیجه انفجار سفینه، موشک و یا برخورد با سطح ایستگاه به فضا پرتاب می‌شوند و بالاخره نقطه و یا خال‌های کوچک و ریز و یا نفوذ ذرات ریز کوچک - که از طریق فشار گرما ایجاد می‌شود - نمونه‌هایی از قطعات مداری‌اند.

۳. آیا زباله‌های فضایی خطری برای زندگی بر روی زمین محسوب می‌شوند؟

افتادن زباله‌های فضایی به‌معنای به‌خطر انداختن زندگی انسان‌ها و یا سایر موجودات زنده بر روی زمین نیست. بیشتر آثار فضایی به‌قدری کوچک‌اند که به تدریج در جو زمین از بین می‌روند. ضمناً دستگاه‌هایی که افتادن این قطعات را تعقیب کرده‌اند نشان داده‌اند که آن‌ها در اقیانوس‌ها و یا نواحی دورافتاده‌ای مانند Tundra در کانادا، Outback در استرالیا و یا سیبری در روسیه می‌افتند. آمار، حاکی از آن است که در چهل سال گذشته آسیب یا صدمه‌ای جدی که ناشی از افتادن قطعات موشک و یا سفینه‌های پرتاب شده، بر روی زمین باشد به کسی یا جایی وارد نشده است.

۴. چه مقدار از تکه‌پاره‌های مداری به‌صورت متناوب در مدار زمین هستند؟

تعداد اجزای کوچک‌تر از ۱۰ سانتی‌متر بالغ بر ده‌ها میلیون عدد است اما تقریباً ۱۱۰۰۰ شیء بزرگ‌تر از ۱۰ سانتی‌متر شناخته شده وجود دارد. تعداد اجزای تشکیل‌دهنده بین ابعاد ۱ تا ۱۰ سانتی‌متر بیش از صد هزار قطعه برآورد شده است.

#### ۵. آیا تکه‌پاره‌های مداری در نزدیکی زمین به صورت یکسان و یا یکنواخت توزیع و پخش می‌شوند؟

بیشتر آثار مداری در محدوده ۲۰۰۰ کیلومتری از سطح زمین در گردش‌اند. اما نواحی اصلی تراکم این آثار در ارتفاع‌های ۸۰۰، ۱۰۰۰ و ۱۵۰۰ کیلومتر از سطح است.

#### ۶. تعداد تکه‌پاره‌های مداری را چگونه تعیین می‌کنند؟

تشخیص و برآورد تعداد قطعات مداری کوچک‌تر از ۱ میلی‌متر می‌تواند از طریق بررسی اثر و ویژگی‌های آن‌ها بر روی سطح سفینه برگشتی از فضا تعیین شود، هر چند که این عمل باعث محدود کردن فعالیت سفینه در ارتفاع کمتر از ۶۰۰ کیلومتر می‌شود. اشیای کوچک‌تر از ۳ میلی‌متر از طریق رادارهای زمینی تشخیص داده می‌شوند. سپس تعداد آن‌ها از طریق برآورد آماری مشخص می‌شود. شناخت قطعات مداری بزرگ‌تر از ۱۰ سانتی‌متر از طریق بخش نظارت فضایی سازمان ناسا (NASA) پی‌گیری و دنبال می‌شود.

#### ۷. سرعت حرکت تکه‌پاره‌های مداری چقدر است؟

تکه‌پاره‌های مداری، در مدار ۲۰۰۰ کیلومتری، با سرعت ۷ الی ۸ کیلومتر بر ثانیه به دور زمین می‌چرخند. روشن است که با این سرعت، حتی یک قطعه کوچک از این قطعات، دارای انرژی فوق‌العاده زیادی خواهد بود.

#### ۸. تکه‌پاره‌های مداری تا چه مدت در مدار زمین باقی می‌مانند؟

قرار گرفتن آثار مداری در ارتفاعات هر چه بالاتر، باعث می‌شود مدت زمان طولانی‌تری در مدار زمین باقی بمانند. مثلاً در ارتفاع ۸۰۰ کیلومتری زمان لازم برای از بین رفتن ویرانه‌های مداری اغلب ده‌ها سال برآورد می‌شود و در ارتفاع بالای ۱۰۰۰ کیلومتر به‌طور معمول، چرخش آثار برای یک قرن یا بیش از آن ادامه دارد.

#### ۹. در برابر تکه‌پاره‌ها چه کاری می‌توان انجام داد؟

بهترین کار در این راستا، جلوگیری از تولید یا پیدایش این تکه‌پاره‌ها است. این عمل به‌صورت دقیق می‌تواند در ضمن طراحی وسایل فضایی و هنگام فعالیت آن‌ها انجام گیرد. باید دانست که تمیز کردن محیط باقی‌مانده، یک فعالیت اقتصادی و فنی است.

#### ۱۰. دانشمندان چگونه به کاهش و یا کم کردن خطر تکه‌پاره‌های مداری بر سفینه‌های پرتابی از زمین کمک می‌کنند؟

زمانی که شاتل فضایی به زمین باز می‌گردد به دقت مورد

بررسی و معاینه قرار می‌گیرد. بیشتر آثار به‌صورت نقطه‌نقطه بر روی شیشه‌های شاتل و همچنین رادیاورهای آن قرار دارند. بزرگ‌ترین حفره پیدا شده بر روی شاتل حفره‌ای به قطر ۱۷ میلی‌متر بوده که تقریباً به اندازه یک سکه ۱۰۰ تومانی است.

در حدود ۲۰۰ نمونه مختلف محافظ ایستگاه فضایی برای جلوگیری از اثرات آثار مداری وجود دارد. عده‌ای از دانشمندان عقیده دارند که، محافظت از سفینه در برخورد با قطعاتی با سرعت بالا به‌طور عادی بسیار بااهمیت است لذا این عده بحث حفاظت‌های Whipple را مطرح نموده و روی ایستگاه‌های فضایی با مواد سرامیکی و Kevlar افزایش مقاومت ایجاد کرده‌اند. این کار در نهایت به ساخت (Whipple shields) و حفاظ‌های Whipple Fred منجر گردید. به این حفاظ‌ها Whipple می‌گویند.

#### ۱۱. آیا شبکه نظارت فضایی می‌تواند تکه‌پاره‌های مداری را که از این سو به آن سو می‌روند تحت کنترل داشته باشد؟

هر جا که یک شاتل فضایی در مدار باشد، شبکه نظارت فضایی به‌صورت منظم، خط سیر و یا گذرگاه‌های آثار مداری را برای شناسایی و تعیین امکان به‌وجود آمدن برخوردهای نزدیک بررسی می‌کند. اگر شیئی کیلومترها آن سوی شاتل فضایی یا حتی در محدوده آن دیده شود، شاتل به‌صورت عادی به حرکت خود ادامه می‌دهد ولی اگر احتمال تصادف بیش از ۱ در ۱۰۰۰۰ برآورد شود نسبت به آن واکنش نشان می‌دهد. این اتفاق به‌ندرت و حدوداً هر ۱ الی ۲ بار در هر سال رخ می‌دهد.

#### ۱۲. آیا سازمان مشخصی برای عدم گسترش تکه‌پاره‌های مداری توسط کشورهای مختلف وجود دارد؟

بله، برنامه «سازمان آثار مداری NASA»، در مرکز فضایی جانسون واقع شده و مرکز اصلی NASA برای تحقیق و پژوهش در مورد ویرانه‌های مداری است. این مرکز از سال ۱۹۸۸ دستور کاهش ایجاد قطعات مداری جدید را پی‌گیری نموده و در این راستا دستورالعمل‌هایی جهت طراحی و عملکرد سفینه‌ها جهت کاهش رشد تعداد ویرانه‌های مداری منتشر کرده است.

#### ۱۳. آیا سایر کشورها نیز دارای دستورالعمل‌هایی برای تکه‌پاره‌های مداری هستند؟

بله، روسیه، ژاپن، فرانسه و آژانس فضایی اروپا دارای مقررات و دستورالعمل‌های لازم و منتشر شده برای آثار مداری هستند.

#### ۱۴. آیا قرارداد و معاهده‌ای بین‌المللی هم برای تکه‌پاره‌های مداری وجود دارد؟

خیر، اما در حال حاضر آژانس‌های فضایی جهان از کمیته‌های همکاری مدارهای فضایی، به‌منظور جلوگیری از انتشار آثار مداری و تقویت فعالیت‌های مداری زمین پیروی می‌کنند و قوانین محدود‌کننده افزایش آثار مداری را در دستور کار خود قرار داده‌اند. دستورالعمل‌های جهانی و بین‌المللی برای کاهش این آثار هم‌اکنون تحت بررسی است.

منابع

1. www.aero-space.nasa.gov
2. www.astronomy.net
3. www.nasa.gov
4. www.spacew.com

