

افق‌های نو

آینده پژوهش‌های هوافضا



محمد قزل
طراح کانسپت و آینده‌پژوه

● طبق بررسی‌های آینده‌پژوهانه در صنعت هوافضا، تا سال ۲۱۰۰ بیش از یک میلیون انسان خارج از زمین زندگی خواهند کرد و شرکت‌های فضایی به معدن‌کاری سیارک‌ها و کره ماه، به منظور دسترسی به منابع آنها، مشغول خواهند شد. تا به امروز تنها ۵۰۰ انسان در فضای خارج از زمین پوده‌اند و این تعداد تا سال ۲۰۵۰ به کمک توربسم فضایی و اسکان انسان در دیگر سیارات، به ۱۰ هزار نفر خواهد رسید. در صد سال آینده، فضا دیگر در تسخیر فضانوردان نخواهد بود و برای عموم در دسترس خواهد شد. سال ۲۰۵۰ شاید شما در حال گذراندن تعطیلات در مریخ یا یک سیارک باشید یا به‌طور کامل از زمین مهاجرت کرده باشید.

ایده استفاده از سیستم‌های خودکار پیشرفته برای مأموریت‌های فضایی، هدف مطلوب سازمان‌های فضایی در سرتاسر دنیاست؛ زیرا چنین سیستمی، مزایایی ازجمله هزینه کمتر، نظارت کمتر انسانی و قابلیت اکتشاف عمیق‌تر در فضا را دارد.

ناسا، استفاده از هوش مصنوعی به‌عنوان مشاور پرواز را نیز در برنامه توسعه پژوهش‌های فضایی خود قرار داده است. هدف ناسا، توسعه سیستمی است که بتواند به فضانوردان و خلبانان، مشاوره‌های تخصصی بلادرنگ، در شرایطی که دانش فضانوردان درباره موضوع کافی نیست، بدهد یا کمک و دستیار پرواز آنها در طول سفر باشد. براساس سیستم محاسبات شناختی IBM Watson، مشاور هوش مصنوعی پرواز، دیتابیس عظیم اطلاعات مرتبط با راهنمای فضاییما، گزارش‌های مربوط به حوادث و همچنین گزارش‌های تماس اضطراری را آنالیز کرده و به خدمه مشاوره می‌دهد. آنچه ناسا در نظر دارد، این است که در آینده، این تکنولوژی را در یک سیستم تمام‌خودران پیاده کند تا از آن برای اکتشافات فضایی استفاده کند. در این شرایط، سیستم‌های شناختی به‌عنوان یک سرویس پایه به کار گرفته خواهند شد و سیستم‌های خودران به صورت کامل تصمیم‌گیری‌ها درباره اقداماتی که در مأموریت‌ها باید انجام شود (حتی در شرایط غیرمعمول) را برعهده خواهند گرفت. تحقق این امر فعلا به پشتیبانی تعداد زیادی تکنولوژی دیگر نیاز دارد.

فرانت از این امکانات را در فیلم «میان‌ستاره‌ای» دیده‌ایم. ربات مجهز به هوش مصنوعی به نام «تارس» که علاوه بر مشاور پرواز شوخ‌طبع و هوش مصنوعی سرشار از اطلاعات مورد نیاز فضانوردان، یک ربات همه‌کاره خودران است که در شرایط مختلف به کمک خدمه می‌آید و پیشنهادهای درست را برای تصمیم‌گیری سرنشینان به آنها می‌دهد.

فراهم‌کردن شرایط سکونت و زیست انسان روی مریخ، حاصل مطالعاتی جدی بوده است؛ زیرا شرایط سطحی سیاره سرخ و همچنین وجود آب در آن باعث شده تا بتوان آن را زیست‌پذیرترین مکان خارج از کره زمین و منظومه خورشیدی دانست. مریخ ۲۳۰ میلیون کیلومتر با زمین فاصله دارد و سفر به آن، هفت تا هشت ماه طول می‌کشد (بسته به موقعیت دو سیاره). انرژی بر واحد جرم (دلتا وی) که برای رفتن از زمین به مریخ لازم است، از همه سیارات دیگر به جز ونوس کمتر است. با استفاده از «مدار ترابرد هوهمان» سفر به مریخ حدود ۹ ماه به درازا می‌کشد.

مسیرهای دیگر سفر که کوتاهتر هستند و سفر به مریخ را در شش یا هفت ماه امکان‌پذیر می‌کنند، نیز وجود دارند؛ اما میزان سوخت و انرژی مورد نیاز پیچودن این مسیرها به مراتب بیشتر از مدار هوهمان است. این مسیرهای مایثر هم‌اینگ مسیر استاندارد سفر مأموریت‌های رباتی از زمین به مریخ است. سفرهای کوتاه‌تر از شش ماه به مریخ نیازمند تغییر سرعت‌های بیشتر و در نتیجه سوخت بسیار بیشتر هستند که میزان سوخت مورد نیاز، به تناسب کاهش مدت سفر به صورت تصاعدی افزایش می‌یابد. پیچودن چنین مسیرهای مایثری با راکت‌های شیمیایی توجیه اقتصادی ندارد؛ اما با فناوری‌های نوین پیش‌رانش فضایی که به‌تازگی آزمایش شده، کاملاً توجیه‌پذیر و اجرایشدنی است. پیش‌رانه VASIMR که مخفف Variable Specific Impulse Magnetoplasma Rocket است و راکت هسته‌ای، نمونه‌هایی از این فناوری‌های جدید هستند. با فناوری اول سفر به مریخ در مدت ۴۰ روز و با فناوری دوم حتی در دو هفته امکان‌پذیر خواهد شد. فناوری‌های شتاب‌گیری ثابت مانند بادبان‌های خورشیدی و پیش‌رانه‌های یونی که مدت سفر را به چند هفته کاهش می‌دهند، نیز برای سفر به مریخ می‌توانند استفاده شوند.

در سال ۲۰۱۶، دانشمندان دانشگاه کالیفرنیا اعلام کردند که زمان لازم برای سفر به مریخ، برای پرتاب‌های بدون سرنشین را می‌توان با استفاده از سیستم نیروی محرکه فوتونیک به جای سیستم‌های معمول، تا ۲۲ ساعت (سه روز) کاهش داد.

ایده‌های آینده‌نگرانه از پیشرفت‌های تکنولوژیک فضایی را می‌توان در ژانر علمی-تخیلی نیز دنبال کرد. بعضی رای آینده نزدیک و یاورپذیرتر مانند فیلم «فضای میان ما» و «مریخی» یا «میان‌ستاره‌ای» و برخی با چاشنی تخیلی بیشتر مانند «آواتار» که همگی به‌نوعی نیاز انسان برای کشف و رسیدن به فضایی خارج از زمین را نشان می‌دهد.

علم

پیشرفت‌های فضایی ما را به کدام سوی برند؟

برمدار آینده فضایی



محمدحسین جهان‌پناه
روزنامه‌نگار و مروج علم

چند سال آینده را بسیاری مقده‌ای برای شروع عصر جدید اکتشافات فضایی می‌دانند. سال‌هایی که اگر خوش‌بینانه امیدوار باشیم که همه‌چیز به خوبی و خوشی پیش برود، سکوی پرتاب بشر به سوی فضا را فراهم می‌کنند. با این‌حال هنوز اماواگرهای فراوانی وجود دارد و تجربه نشان داده که هیچ‌وقت برنامه‌ها دقیقاً آن‌طور که پیش‌بینی می‌شود، پیش نمی‌روند. در نتیجه همه آنچه در ادامه می‌آید، بر تحلیل‌ها و پیش‌بینی‌های کنونی دنیای فناوری‌های فضایی استوار است. مقده‌ای که اولین کام آن دو سال دیگر با پرتاب اولین نمونه موشک SLS ناسا برداشته خواهد شد. موشک غول‌آسایی که با استفاده از موتورهای به‌جامانده از شاتل‌های بازنشسته ساخته می‌شود و قرار است آرزوی بشر برای سفر به مریخ را محقق کند.

از آمریکا تا چین و روسیه

SLS را در اصل می‌توان جانشین به‌حق موشک ساترن پنج (همان موشکی که فضاییمای آپولو را به ماه رساند) به شمار آورد. بزرگ‌ترین موشک جهان با ارتفاع نهایی ۱۱۱ متر (در گونه باری بلاک ۲) که قرار است بتواند بین ۹۵ تا ۱۳۰ تن بار را به مدار زمین برساند. کاری که از عهده هیچ‌یک از موشک‌های کنونی دنیا ساخته نیست. این موشک دو سال دیگر در نخستین پرتاب بدون سرنشین خود به سوی مدار ماه خواهد رفت. اوایل سال میلادی جاری، ناسا طبق برنامه‌ریزی جدیدی که بر اساس سیاست‌های دولت جدید آمریکا داشت، ترتیب بخشی از برنامه‌های قبلی خود را لغو کرد. به جای آن هم قرار شد تا بخشی از منابع و بودجه سازمان فوق صرف بازگشت به ماه شود. بر این اساس ناسا با پرتاب‌های متعدد SLS از ۲۰۲۲ به بعد، شروع به ساختن لنگرگاه فضایی در مدار ماه خواهد کرد. این ایستگاه فضایی قرار است با همکاری همان آژانس‌های فضایی شریک در برنامه ایستگاه فضایی کنونی ساخته شود. پس از تکمیل ایستگاه مدار ماه به‌عنوان لنگرگاهی فضایی برای فضاییماهایی که در آینده به قصد مریخ و دیگر مقاصد منظومه شمسی عازم سفر خواهند شد، مورد استفاده قرار خواهد گرفت. بر این اساس اگر همه‌چیز به‌خوبی پیش برود، ناسا در سال ۲۰۳۳ اولین سفر سرنشین‌دار خود به سوی مریخ را با کمک SLS آغاز خواهد کرد. به جز آمریکا، چین و روسیه نیز در تلاش برای توسعه موشک‌های بزرگ‌تری در آینده هستند. چین روی برنامه موشک‌های لانگ‌مارچ خود کار می‌کند که درنهایت با ساعت مدل لانگ‌مارچ ۹ توانایی پرتاب محموله‌های سنگین به مدار برای اکتشافات فضایی آینده را به این کشور خواهد داد. به‌علاوه چینی‌ها به‌زودی ساخت ایستگاه فضایی جدید خود را نیز که چیزی در حد و حدود ایستگاه فضایی قدیمی میر شوروی است، آغاز خواهند کرد. این در حالی است که آنها روی برنامه اکتشاف ماه و در نتیجه کاهش چشمگیر هزینه‌های پرتاب فضایی

در آن سوی میدان شرکت‌های خصوصی هنوز در تلاش برای ثابت‌کردن توانایی‌های خود به سر می‌برند. درواقع با وجود پیشرفت سریع و موفقیت‌های سال‌های اخیر شرکت‌های خصوصی هنوز در ابتدای راه هستند. به‌عنوان نمونه هر دو شرکت خصوصی پیشروی این روزهای صنعت فضایی در بخش خصوصی (روسپیس‌ایکس و نیولینک) همچنان با چالش‌های بزرگی دست به‌گیری‌اند. خصوصاً که کلید موفقیت آنها در قابل‌اطمینان‌شدن سیستم‌های فضایی قابل بازایافت و در نتیجه کاهش چشمگیر هزینه‌های پرتاب فضایی

نهفته است. در این میان اسپیس‌ایکس که به لطف «ایلان ماسک» بیشتر پوشش رسانه‌ای را هم به خود اختصاص داده، فعلاً پیشروی ماجراست. این شرکت چند ماه پیش جدیدترین موشک خود موسوم به فالکن هوی را آزمایش کرد؛ آزمایش پرسروصدایی که به خاطر حمل نمادین یکی از خودروهای رودستر شخصی ایلان ماسک حاشیه‌های رسانه‌ای فراوانی هم داشت. فالکن هوی عملاً قوی‌ترین پرتابگر فضایی کنونی دنیا (از پیش از عملیاتی‌شدن SLS) شمرده می‌شود. با این حال اولین پرتاب این موشک بازایافت‌پذیر تنها تا حدودی موفق بود. در جریان این پرتاب فقط بوسترهای آن به درستی به زمین بازگشتند. اسپیس‌ایکس در جریان آزمایش موفق به بازایابی موشک اصلی نشد. به‌علاوه خودروی ایلان ماسک هم که محموله نمادین موشک بود، در مدار

از پیش تعیین‌شده خود قرار نگرفت. این شکست نسبی در مقیاس آژانس‌های دولتی غیرمعمول نیست چون پیشرفت‌های فضایی در نتیجه تجربه محقق می‌شوند. با این حال این موضوع برای شرکت‌های خصوصی که بودجه‌های محدودی دارند و روی اعتماد مشتریان می‌چرخند، مشکل‌ساز است، خصوصاً که ایلان ماسک سال پیش برنامه‌های جدی‌طلبانه‌تری را نیز برای سفر به ماه و مریخ عنوان کرده است. این شرکت که فعلاً در قراردادی تأمین بخشی از مایحتاج ایستگاه فضایی را نیز بر عهده دارد، در آینده با کمک نمونه سرنشین‌دار کیپسول دراگون خود فضا‌نورد نیز به فضا ارسال می‌کند. به‌علاوه اگر ماسک واقعاً جدی باشد برای تحقق برنامه سفر به مریخ خود نیز باید گام‌های بسیار بلندی را برای توسعه تکنولوژی و موشک‌های جدید بردارد. رقیب مستقیم اسپیس‌ایکس در این میدان بلو اوریجن است؛ شرکت «جف بزوس» (مدیرعامل فروشگاه اینترنتی آمازون) که این روزها روی برنامه

آغاز عصری جدید در صنعت فضا

استارت‌آپ‌ها صنعت فضا را متحول می‌کنند

الکترونیکی، توسعه مواد سبک و مقاوم و تکنیک‌های جدیدی مثل چاپ سه‌بعدی، قابلیت ساخت ماهواره‌های کوچک (میکرو و نانو ماهواره‌ها) را با هزینه کم فراهم کرده است. این ماهواره‌ها به نسبت نسل قبل بسیار تواناتر و درعین حال بسیار کوچک‌تر و سبک‌تر هستند. ایجاد آنها از سازه‌ای هم‌حجم یک اتوبوس به اندازه یک جعبه کفش رسیده است که این امر امکان ارسال انبوه آنها به فضا توسط پرتابگرهای با اندازه متوسط را فراهم می‌کند. علاوه بر پیشرفت‌های فناوری، شرکت‌های فضایی به‌دنبال عملی‌کردن راه‌های جدید درآمذزایی از فضا هستند. گردشگری فضایی و معدن‌کاری فضایی از جمله حوزه‌های جدیدی هستند که می‌توانند در میان مدت و طولانی مدت سودی درخو توجه برای این شرکت‌ها به ارمغان بیاورند. نسل جدیدی از گردشگران ثروتمند و مشتاق به سفر به مرز فضا، مشتریان پروپاقرص شرکت‌های گردشگری فضایی خواهند بود که آنها را با فضاییماهای مخصوص به مرز جو کره زمین خواهند برد تا منظره‌ای بی‌نظیر را تجربه کنند.

در کنار تمام این پروژه‌ها، نباید از طرح‌های بلندپروازانه سفر به ماه و مریخ غافل شد. طبق اعلام اسپیس‌ایکس، این شرکت قصد دارد تا سال ۲۰۲۲ نخستین محموله باری خود را به سیاره مریخ ارسال کند و پس از فراهم‌کردن زیرساخت‌های لازم برای حضور فضانوردان، نخستین مسافران مریخی را در سال ۲۰۲۴ راهی این سیاره کند. مأموریتی که در صورت اجرای موفقیت‌آمیز، نقطه عطفی در تاریخ فضانوردی خواهد بود. براساس گزارش فصل اول سال ۲۰۱۸ شرکت سرمایه‌گذاری خطرپذیر Space Angels، شرکت‌های خصوصی فضایی در این مدت سه‌ماهه حدود یک میلیارد دلار سرمایه جذب کرده‌اند. حدود ۷۲ درصد این سرمایه‌گذاری‌ها روی حوزه پرتابگرها و ۲۵ درصد در حوزه ماهواره‌ها بوده است. طبق گزارش این شرکت، سرمایه‌گذاری در استارت‌آپ‌های فضایی در یک دهه گذشته رشد چشمگیری داشته است.

به نظر می‌رسد در سال‌های آینده سازمان‌های دولتی فضایی بیشتر وظیفه اکتشاف دنیاهای دور و پیش‌برد طرح‌های تحقیقاتی را بر عهده داشته باشند. معمولاً برای چنین پروژه‌هایی سود واضح اقتصادی قابل تعریف نیست و به‌همین دلیل دولت‌ها سرمایه‌گذاری روی آنها را بر عهده می‌گیرند. در نتیجه بسیاری از فعالیت‌های سودده فضایی در فضایی رقابتی میان شرکت‌های خصوصی تقسیم خواهد شد. آیا ما در آغاز عصری جدید در صنعت فضا به سر می‌بریم؟ قطعاً گذر زمان قوانین این‌دنیای جدید را شفاف‌تر خواهد کرد.

نگاه نو

فضا در دستان بشریت



عرفان محمدنیا
پژوهشگر فیزیک

● دیر یا زود بشر برای حفظ حیات خود باید از زمین مهاجرت کند و به دنبال گزینه‌هایی برای سکونت در سایر منظومه‌ها و کهکشان‌ها باشد. اما با مشکلات عدیده‌ای در این راه مواجه هستیم. بعد از خورشید، نزدیک‌ترین ستاره به زمین، ۴٫۴ سال نوری با ما فاصله دارد. یعنی با تکنولوژی امروزی چیزی در حدود ۸۰ هزار سال طول می‌کشد تا به آن برسیم! تازه این نزدیک‌ترین ستاره به منظومه شمسی است. اولین گزینه پیش‌روی ما حرکت با سرعت نور است. اما صبر کنید، فیلم‌های هالیوودی را فراموش کنید. نسبیت به ما اجازه رسیدن به سرعت نور را نمی‌دهد. حتی برای رسیدن به سرعتی نزدیک به نور هم آن‌قدر انرژی نیاز داریم که تأمین آن غیرممکن می‌نماید! اگر دانشمندان خیال‌پرداز نبودند، باید برای همیشه خیال سفر در کیهان و سکونت در سایر منظومه‌ها را فراموش می‌کردیم، اما خوشبختانه دانشمندان هم خیال‌اف هستند و هم به دنبال به واقعیت تبدیل‌کردن خیال‌ها! آنها به محدودیت‌های قوانین فیزیکی واقف هستند پس به دنبال راهی می‌گردند که بدون رسیدن به سرعت نور، مسافت‌های نجومی را حتی سریع‌تر از نور طی کنند. اما آیا واقعاً چنین کاری ممکن است؟ در ظاهر شاید جواب منفی باشد. نمی‌توان قوانین فیزیکی را شکست، اما اگر بتوانیم بدون شکستن قوانین، کمی آنها را کم کنیم، چطور؟ کچماله یکی از بهترین گزینه‌ها برای عملی‌شدن ایده سبقت از نور است. سال‌ها پیش «اینشتین» و همکارش «روزن» به این نتیجه رسیدند که براساس معادلات نسبیت عام، این امکان وجود دارد که دو نقطه از کیهان به وسیله راه‌های میانبری به یکدیگر متصل شوند؛ طبیعی است مسافتی که از این طریق طی می‌شود، بسیار کوتاه‌تر از طی‌کردن مسافت بین آن دو نقطه در حالت عادی است! سیاهچاله‌ها دروازه ورود به این میانبرها هستند، اگر ما بتوانیم سیاهچاله‌ای را به صورت مصنوعی و کنترل‌شده ایجاد کنیم آن‌گاه خواهیم توانست با ورود به آن از نقطه‌ای بسیار نزدیک به محل موردنظر خود خارج شویم. تا مدت‌ها البته تصور می‌شد که ما نمی‌توانیم بدون تجزیه‌شدن به علت گرانش بالای سیاهچاله‌ها وارد آنها شویم، اما بعدتر دانشمندان متوجه شدند اگر با سرعت و شرایط خاصی قدم به سیاهچاله بگذاریم، خواهیم توانست بدون آسیب از سوی دیگر آن خارج شویم!

راه جدیدی که دانشمندان برای غلبه بر مسافت‌های نجومی در نظر دارند، کم‌کردن این مسافت‌هاست. معادلات فیزیک نسبیت به ما می‌گویند که جرم باعث انحنای فضا به زمان می‌شود، در نتیجه باعث می‌شود فضا در اطراف نقطه‌ای که جرم در آن حضور دارد انحنای پیدا کند. برای درک این نکته فرض کنید یک میز در آن سوی اتاق قرار دارد، اگر ما فرش زیر میز را به سمت خود بکشیم، میز همراه با فرش حرکت کرده و به سمت ما می‌آید. آن‌گاه فاصله‌ای که ما برای رسیدن به میز باید طی کنیم، خیلی کوتاه‌تر خواهد بود! فیزیک‌دانان با اندیشیدن به این ایده ساده و استفاده از معادلات نسبیتی همچنین به دنبال راهی هستند که فضا را مانند فرش مثل قابل جمع کنیم، اگر ما بتوانیم مثلاً یک سیاهچاله به سیر ماشین‌خود ببندیم، آن‌گاه خواهیم توانست فضای پیش‌رو را جمع کنیم و در نتیجه فاصله خود را تا نقطه‌ای که می‌خواهیم به آنجا برسیم، کوتاه‌تر کنیم! و بسیار زودتر به مقصد برسیم!موسمین راهی که دانشمندان به دنبال رسیدن به آن هستند، غیب‌شدن در مبدأ و ظاهرشدن در مقصد است! اینشتین که از تبعات فلسفی و علمی که کوتانوم به همراه داشت سخت آشفته شده بود، آزمایشی ذهنی طراحی کرد که با پارادوکس بی‌پای‌آر مشهور شد. این آزمایش بیان می‌کرد که اگر ما مثلاً دو فوتون را در هم‌پنداشتیم، سپس آنها را به جهت مخالف هم بفرستیم، پس از گذشت زمان بالایی در حدود یک سال یکی از ذرات را مشاهده می‌کنیم. از آنجا که طبق تفسیر استاندارد از کوتانوم ذرات تا پیش از مشاهده، در حالتی غیرمتعین قرار دارند و پس از مشاهده یکی از حالات احتمالی را به خود می‌گیرند، با تعیین جهت چرخش یکی طبق اصل طرد پولی دیگری اسپین مخالف را خواهد گرفت. این بلافاصله یعنی باید اطلاعات با سرعتی بیش از سرعت نور انتقال پیدا کنند و اینشتین این امر را مخالف تئوری نسبیت می‌دانست. بعدها البته اثبات شد اطلاعات دقیقاً تنها می‌خابره خواهند شد و به دانشمندان تائون توانسته‌اند تا در هم تیده‌کردن تعداد محدودی ذره عمل دورفرستی کوانتومی را تا فواصلی حدود چند صد متر انجام دهند. دانشمندان در تلاش هستند تا با گسترش تکنولوژی این عمل را برای اجسام ماکروسکپیک ممکن کنند. به این ترتیب شاید روزی فرا رسد که ما وارد اتاقکی شویم و بلافاصله در نقطه‌ای بسیار دور در سیاره‌ای دیگر ظاهر شویم. دانش با سرعت سرسام‌آور به پیش می‌رود و بسیار ناممکن‌هایی که روزگاری حتی در تخیل هم ممکن نبودند، امروزه به تکنولوژی‌های عمومی بدل شده‌اند که به‌صورت روزمره همه ما در حال استفاده از آنها هستیم، کافی است تنها به دانشمندان اعتماد نکنیم؛ همان‌هایی که ما را از غارنشینی به سفر ماه بردند.