

گام بلند شرکت «اسپیس ایکس» در فتح اقتصاد «فضا»

فرود بر آینده

احسان سنایی؛ امداد شنبه، بیستم فروردین‌ماه به وقت تهران، شرکت خصوصی اسپیس‌ایکس (SpaceX) سرانجام موفق شد که پس از چهار تلاش نافرجامی که طی ۱۵ ماه گذشته به‌منظور فرودآوردن مرحله اول موشک غول‌آسای «فالکون-۹» بر سطح آب انجام داده بود، عاقبت آن را به‌آهستگی روی سکوی شناور بی‌سرشتینی در اقیانوس آرام فرود بیاورد؛ عملیاتی که اسپیس‌ایکس در اوایل دی‌ماه سال گذشته، نخستین‌بار روی خشکی هم به ثمر رسانده بود. این فرودها به خودی‌خود سکوی پرتابی است برای تحقق هرچه‌سریع‌تر رؤیایی که تمام شرکت‌های فضایی خصوصی به پیروی از آن تأسیس شده‌اند: افزایش بازده سرمایه با کاستن از هزینه‌های ناگزیر تحمیلی از جانب سیاست‌های سنتی بخش فضا. مأموریت اخیر موشک ۶۸متری فالکون-۹، در اصل انتقال یک محموله ترابری «دراگون» (حامل ادوات علمی، سخت‌افزار و همچنین مایحتاج زیستی شش فضانورد ساکن ایستگاه فضایی) برای هشتمین‌بار به ایستگاه فضایی بین‌المللی (ISS) بود. این نخستین ملاقات دراگون با ایستگاه فضایی بین‌المللی از اواسط تابستان سال گذشته و شکست عملیات مشابهی است که در جریان آن موشک حامل یک کیسول دراگون، ثانیه‌هایی پس از پرتاب، منفرج شده بود. اما مأموریت اخیر نه‌فقط در انتقال محموله به ایستگاه موفق بود، بلکه با فرود موفق مرحله نخست موشک روی شناوری در اقیانوس آرام، رؤیای دیرین «ایلان ماسک» (مدیر اسپیس‌ایکس و همچنین مدیر و مؤسس شرکت خودروسازی تسلا‌موتورز و از مؤسسان شرکت PayPal) را هم عاقبت محقق کرد. حال می‌توان با صرف هزینه بسیار کمتری نسبت به ساخت مجدد موشک (که بالغ بر ۶۰ میلیون دلار هزینه دربر دارد)، آن را دوباره سوخت‌گیری و برای مأموریتی دیگر روانه فضا کرد. (اقدامی که تنها کمتر از ۲۰۰ هزار دلار هزینه خواهد برد)

در اوایل زمستان سال گذشته اسپیس‌ایکس موفق شده بود برای نخستین‌بار مرحله اول یکی از موشک‌های فالکون-۹ خود را، پس از انتقال ۱۱ ماهواره مخابراتاتی ORBCOMM به مدار کم‌ارتفاع زمین، با موفقیت (از طریق نیروهای پیشران موتورهای اصلی که این‌بار در نقش «ترمز» عمل می‌کردند) در یکی از سکوهای پرتاب بلااستفاده پایگاه فضایی کیپ‌کاناوورال ناسا در فلوریدا فرود بیاورد. سپس همین مرحله از موشک، کمتر از یک‌ماه بعد، برای پرتاب ماهواره تحقیقاتی جیسون-۳ (وابسته به ناسا) با موفقیت استفاده شد. اما فرود مجدد آن که این‌بار روی سکوی شناوری در اقیانوس آرام پیش‌بینی شده بود، با شکستن یکی از چهار پایه نگهدارنده موشک و برهم‌خوردن تعادل آن پس از فرود، به شکست انجامید. این سومین شکست اسپیس‌ایکس در فرودآوردن مرحله نخست فالکون-۹ روی یکی سکوی شناور به‌شمار می‌رفت؛ اما پیگیری‌های مستمر مهندسن شرکت عاقبت نتیجه داد و در بیستم فروردین، طلسم این شکست‌های پیاپی شکسته شد.

داستان فرود

موشک‌های فضایی به منظور انتقال محموله‌های مستقر در کلاهکشان به فضا، عملیات پرتاب را طی دو یا چند مرحله به ثمر می‌رسانند. طی این مراحل (که هرکدام توسط یک «مرحله» از موشک به ثمر می‌رسد)، ابتدا مرحله نخست موشک، بخش اعظم سرعت کافی را برای فرار از جاذبه سطحی زمین به کلاهک می‌دهد و با اتمام سوختش جدا می‌شود تا جرم اضافی آن، مانع طی مسیر موشک نشود. استقرار نهایی محموله در یک «مدار» به گرد زمین، عملیاتی است که سپس با فعال‌سازی مرحله دوم موشک به ثمر می‌رسد. (درخصوص



فرود آرام مرحله اول موشک فالکون-۹، روی سکوی شناوری در اقیانوس آرام / عکس: SpaceX

محموله‌هایی که می‌بایست از مدار زمین خارج شوند، مرحله سومی هم به این زنجیره اضافه می‌شود) اما دراین‌بین، مرحله اول موشک همچون یک زباله غول‌آسا، سقوط آزادی به سرعت تقریبی ۲۴هزارو ۲۰۰ کیلومتر بر ساعت را در پهنه‌های دورافتاده زمین (اعم از پهنه‌های کوبیری یا اقیانوسی) تجربه می‌کند و در نبود هیچ‌گونه تمهیدی برای کاهش این سرعت، عملا نابود می‌شود. (فقط در جریان مأموریت‌های شاتل – از سال ۱۹۸۱ تا ۲۰۱۱– بوده که دو موشک جانبی سوخت جامد، به‌واسطه صرفه‌جویی در هزینه‌ها با چتر نجات در اقیانوس اطلس فرود می‌آمدند و برای شرکت در مأموریت‌های بعدی سوخت‌گیری می‌شدند) هر قدمی که در راه بازایی مراحل مختلف یک موشک «یک‌بارمصرف» انجام پذیرد، نقطه عطفی در تحول اقتصاد فضا خواهد بود؛ چراکه بخش اعظم هزینه‌ها به بازتولید موتورهای موشک اختصاص دارد. مرحله نخست موشک فالکون-۹ هم با نیروی ۹ موتور سوخت مایع از نوع «مرلین» تغذیه می‌شود و در مرحله دوم، با تنها یک موتور از این نوع، بنابراین بازایی مرحله اول موشک، علاوه بر آن‌که دشواری‌های بازایی مرحله دوم (به‌ویژه شامل بازگرداندن آن از بیرون جو زمین به درون جو) را ندارد، بلکه از لحاظ اقتصادی هم به‌مراتب به‌صرفه‌تر است. به‌علاوه، بازایی مرحله اول موشک بر سطح اقیانوس (نسبت به سطح خشکی) می‌تواند صرفه اقتصادی بیشتری در پی داشته باشد؛ چراکه منحنی سقوط آزاد این مرحله از موشک، از پی اتمام عملیات آن (چیزی در حدود ۷۰ ثانیه پس از پرتاب)، به سطح اقیانوس آرام ختم می‌شود؛ به‌طوری‌که تصحیح این مسیر و هدایت مرحله اول موشک به سمت خشکی، مستلزم صرف سوخت و بنابراین

مأموریت اخیر اسپیس‌ایکس نه‌فقط در انتقال محموله به ایستگاه موفق بود، بلکه با فرود موفق مرحله نخست موشک روی شناوری در اقیانوس آرام، رؤیای دیرین «ایلان ماسک» را هم عاقبت محقق کرد. حال می‌توان با صرف هزینه بسیار کمتری نسبت به ساخت مجدد موشک (که بالغ بر ۶۰ میلیون دلار هزینه دربر دارد)، آن را دوباره سوخت‌گیری و برای مأموریتی دیگر روانه فضا کرد

هزینه‌های بیشتر است. (ازهمین‌رو هم اسپیس‌ایکس در نظر دارد تا در آینده مرحله اول بالغ بر ۶۰ درصد از موشک‌های فالکون-۹ خود را در آب و باقی‌شان را بر خشکی فرود بیاورد) اما درمجموع، تحقق چنین عملیاتی (ولو در خشکی) اولویت بی‌قیدوشرط شرکت‌های فضایی خصوصی به‌شمار می‌رود؛ چراکه به این وسیله قادرند با کاهش هرچه‌بیشتر هزینه‌های بخش پرتاب و تمرکززدایی از سرمایه‌های خود، آنها را به توسعه سیاست‌های منحصربه‌فرد خود اختصاص دهند.

البته گفتنی است که بازایی صرف مراحل مستعمل یک موشک، ضامن استفاده مجدد و ایمن از آنها در مأموریت‌های فضایی بعدی نیست. تاکنون که سازمان‌های فضایی دولتی (اعم از ناسا و سایر سازمان‌های بین‌المللی‌ای از قبیل اسا، ژاکسا، روس‌کازموس و…) برنامه‌های موشکی خود را با الگوبرداری از برنامه موشک‌های بالستیک پیش می‌برده‌اند، طبیعتاً احتیاجی به تمهید عملیاتی برای بازایی مراحل مستعمل موشک‌های غیرنظامی هم نمی‌دیده‌اند و بنابراین به‌منظور کاستن از وزن اولیه موشک (و به این وسیله صرفه‌جویی در



فرود آرام مرحله اول موشک فالکون-۹، روی سکوی شناوری در اقیانوس آرام / عکس: SpaceX

صرف سوخت)، قطعات آنها را تا حد ممکن ظریف و «یک‌بارمصرف» طراحی می‌کرده‌اند. اما با ورود بخش خصوصی به صحنه که این نیاز هم‌اینگ احساس شده است، لزوم بازنگری در انتخاب مواد اولیه و طراحی قطعات اصلی موشک (برای استفاده چندین‌وچندبار از آنها تحت شرایط سخت-یک پرتاب) نیز برنگ‌تر شده است. (مثلا با وجود موفقیت اسپیس‌ایکس در طراحی قطعات چندبارمصرف برای مرحله اول موشک فالکون-۹، وزن بالقوه محموله این موشک ۵۴۱تنی، ۳۰ درصد کمتر از وزن بالقوه محموله موشک ژاپنی H-II – متعلق به بخش دولتی – با وزنی مشابه است) درعین‌حال، با ورود شرکت‌های متعدد به عرصه رقابت، می‌رود تا این نیازها و بازنگری‌ها به ضرورتی‌ت تعیین‌کننده در مسیر تحولات آینده اقتصاد فضا بدل شوند.

درواقع اسپیس‌ایکس اولین شرکتی هم نبوده که در تحقق این امر از در موفقیت‌برآمده است. یک‌ماه پیش از موفقیت اسپیس‌ایکس در فرودآوردن مرحله اول موشک فالکون-۹ بر سطح خشکی، شرکت Blue Origin به مدیریت «جف بزوس» (مدیرعامل و مؤسس شرکت آمازون)، موفق شده بود فضاییامی «نیو شپرد» خود را پس از طی مسیری زیر مداری با ارتفاع اوج ۱۰۱ کیلومتر، به آرامی بر سطح خشکی فرود بیاورد. (این شرکت تاکنون دوبار دیگر نیز همین عملیات را تکرار کرده، ولی برخلاف اسپیس‌ایکس، هیچ‌کدامشان علنی نبوده‌اند) باوجوداین، اسپیس‌ایکس هم‌اینگ موفقیت‌هایش را نه در سطوح آزمایشی همچون شرکت Blue Origin، بلکه در سطوح کاملاً عملیاتی جشن می‌گیرد. تمام محموله‌های فالکون-۹ (اعم از دو مأموریتی که در جریانشان مرحله نخست موشک بازایی شد)، به مدار زمین منتقل شده و حلقه‌ای از زنجیره سیاست‌های سایر نهاده‌ها به‌شمار می‌رفته‌اند. از جمله این نهاده‌ها می‌توان به شرکت Bigelow Aero-space به مدیریت «رابرت بیکلو» (هتلدار و کارآفرین آمریکایی) اشاره کرد که نخستین نمونه آزمایشی از اتاقک‌های الحاقی بادشونده این شرکت (موسوم به BEAM) را طی همین مأموریت اخیر محموله دراگون، به ایستگاه فضایی منتقل کرد تا به مدت بالغ بر دوسال بر آن مستقر باشد. هدف از ارسال این اتاقک (که در صورت گشوده‌شدن، حجمی معادل یک چادر سفری هشت‌نفره را اشغال می‌کند)، بررسی مقاومت مواد و مصالح به‌کاررفته در ساخت آن در برابر شرایط سخت محیط فضاست. «بیکلو» امید دارد تا بتوان در آینده از همین اتاقک‌های بادشونده (اعم از نمونه‌ای با حجم ۲۰ برابر حجم نمونه فعلی، که در سال ۲۰۲۰ به فضا پرتاب خواهد شد)، زیرساخت‌هایی را برای احداث «هتل‌های فضایی» فراهم آورد.

علاوه بر محموله دراگون، هم‌اینگ محموله ترابری «سیگنوس» (وابسته به شرکت خصوصی Orbital ATK) هم به ایستگاه فضایی بین‌المللی متصل است و این نخستین‌باری است که دو محموله ترابری از دو شرکت خصوصی مختلف هم‌زمان در ایستگاه حضور دارند. تا پیش از ورود بخش خصوصی، تمام مایحتاج علمی، سخت‌افزاری و زیستی ایستگاه، توسط محموله‌های ترابری «پروگرس» (وابسته به سازمان فضایی روسیه)، ATV (وابسته به سازمان فضایی ژاپن) تأمین می‌شده است (و به غیر از محموله‌های ATV، همچنان پیش می‌برده‌اند، گام بلند بعدی اسپیس‌ایکس و سایر شرکت‌های خصوصی بخش فضا، زمینه‌سازی برای اعزام مأموریت‌های سرنشین‌دار به مقصد ایستگاه فضایی بین‌المللی و حتی فراتر از آن است.

آمادگی برای ارسال فضاییامی با سوخت سبز

برای سفر به فضا، هوا را آلوده نکنید

سوخت پیشران را آتش بزند. سوخت آتش گرفته تا

آخرین قطره می‌سوزد. گازهای حاصل از سوخت پیشران از طریق دماغه انتهایی موشک خارج می‌شوند. اولین موشک‌ها را احتمالاً در قرن یازدهم میلادی در کشور چین ساخت‌ه‌اند. آن موشک‌ها از سوخت پیشران جامد استفاده می‌کردند. سوخت موشک یک نوع باروت بود که از مخلوطی از نیترات پتاسیم، زغال چوب و گوگرد تشکیل شده بود. موشک‌هایی که از سوخت پیشران جامد استفاده می‌کنند، اغلب به‌عنوان موشک‌های تقویت‌کننده به‌کار می‌روند که نیروی اولیه موشک‌های بزرگ‌تر را تأمین می‌کنند. موشک‌های بزرگ‌تر خود از سوخت پیشران مایع استفاده می‌کنند. موشک‌های تقویت‌کننده شاتل فضایی ایالات متحده با ۴۵ متر ارتفاع، بزرگ‌ترین موشک‌های مصرف‌کننده سوخت جامد محسوب می‌شوند. آن مخزن‌ها حاوی ۵۸۶ تن سوخت پیشران بودند که به‌طور متوسط ۱۳ میلیون‌تن نیروی پیشران را تولید می‌کردند. این موشک‌ها را طوری طراحی کرده بودند که بعد از اتمام سوخت و افتادن در دریا، آن را از دریا بیرون می‌کشیدند و دوباره برای مأموریت‌های بعدی،

گزارش علمی

«ابن‌سینا» و رصد ابرنواختر بازخوانی متن تاریخی

بابک فرهادی

دانشمندان آلمانی به‌تازگی از دستیابی به متنی متعلق به ابن‌سینا، دانشمند و فیلسوف معروف ایرانی، خبر داده‌اند که نشان می‌دهد وی ابرنواختر معروفی را که در سال ۱۰۰۶ میلادی ظهور کرده بود، رصد کرده است. به‌تازگی گروهی از دانشمندان متنی را مطالعه و بررسی کرده‌اند که از آن «ابن‌سینا»، دانشمند و فیلسوف نامدار ایرانی، است. «ابن‌سینا» در این متن، از مشاهدات خود درباره ابرنواختری که در سال ۳۹۷ هجری قمری (برابر با ۱۰۰۶ میلادی) ظهور کرده، خبر داده است. «ابن‌سینا» که بین سال‌های ۹۸۰ تا ۱۰۳۷ میلادی می‌زیست، یکی از تأثیرگذارترین دانشمندان عصر خود در دنیای اسلام به شمار می‌آید که کتاب‌هایش، سال‌ها در برترین دانشگاه‌های جهان غرب تدریس می‌شد و هم‌اکنون نیز رساله‌ها و کتاب‌های وی در برجسته‌ترین دانشگاه‌های سراسر جهان، موضوع پژوهش‌هایی در زمینه تاریخ علم است.

دانشمندان آلمانی دست‌نوشته‌های «ابن‌سینا» را بررسی کرده‌اند، به توصیف وی از این ابرنواختر وقت کرده‌اند و دریافته‌اند وی ازجمله معدود افرادی است که این ابرنواختر را رصد و ویژگی‌های این پدیده را بیان کرده است.

گفتنی است «ابن‌سینا» که از برترین دانشمندان دوره اسلامی است، مانند بسیاری دیگر از دانشمندان آن دوران، در علوم بسیاری سرآمد بود؛ ازجمله نجوم و سیات. حتی گفته می‌شود وی پدیده گذر زهره را (که پدیده بسیار نادری است)، رصد کرده و گزارشی از آن را در فصل هیات کتاب شفای خود ذکر کرده است.

در تاریخ نجوم اسلامی، گزارش‌هایی از منجمان مختلف درباره رصد و ثبت این پدیده وجود دارد، ولی گزارشی که «ابن‌سینا» دربار‌ه این پدیده ارائه کرده، بسیار متفاوت و قابل توجه است و اگر قابل اثبات نباشد، قابل ردکردن هم نیست. وی که گزارش خود درباره جایگاه گذر زهره و عطارد بحث کرده است و در دفاع از نظر گروهی که استدلال می‌کنند فلک زهره باید میان فلک خورشید و زمین قرار داشته باشد، بحث می‌کند و سپس با پاسخ به نظر مخالفانی که معتقد بودند در این صورت باید به طور منظم شاهد گذر زهره از مقابل قرص خورشید باشیم، می‌نویسد دلیلی بر این امر وجود ندارد، چراکه اگر این دو فلک ازایه‌ای با هم داشته باشند، این رویداد هر بار تکرار نخواهد شد و فقط در مواقع خاصی رخ خواهد داد، ضمن آن‌که من زهره را مانند قطره سیاهی در مقابل قرص خورشید دیدم.

شاید رصد چنین پدیده‌ای با چشم غیرمسلح و بدون داشتن ابزار، کمی دور از ذهن باشد، اما زمانی که تاریخ گذرهای زهره را مرور می‌کنیم، متوجه می‌شویم پنج سال پیش از وفات «ابن‌سینا» یعنی در ۳۰ می ۱۰۳۲ میلادی، گذر زهره در ایران و هنگام غروب رخ داده است. این گذر در نیمه غربی ایران رویت بوده و با توجه به اینکه زمان آن نزدیک غروب بوده، امکان رویت این پدیده کمی دور از این مناطق در شب به‌سر می‌برند.

آمادگی برای ارسال فضاییامی با سوخت سبز

سوخت پیشران را آتش بزند. سوخت آتش گرفته تا آخرین قطره می‌سوزد. گازهای حاصل از سوخت پیشران از طریق دماغه انتهایی موشک خارج می‌شوند. اولین موشک‌ها را احتمالاً در قرن یازدهم میلادی در کشور چین ساخت‌ه‌اند. آن موشک‌ها از سوخت پیشران جامد استفاده می‌کردند. سوخت موشک یک نوع باروت بود که از مخلوطی از نیترات پتاسیم، زغال چوب و گوگرد تشکیل شده بود. موشک‌هایی که از سوخت پیشران جامد استفاده می‌کنند، اغلب به‌عنوان موشک‌های تقویت‌کننده به‌کار می‌روند که نیروی اولیه موشک‌های بزرگ‌تر را تأمین می‌کنند. موشک‌های بزرگ‌تر خود از سوخت پیشران مایع استفاده می‌کنند. موشک‌های تقویت‌کننده شاتل فضایی ایالات متحده با ۴۵ متر ارتفاع، بزرگ‌ترین موشک‌های مصرف‌کننده سوخت جامد محسوب می‌شوند. آن مخزن‌ها حاوی ۵۸۶ تن سوخت پیشران بودند که به‌طور متوسط ۱۳ میلیون‌تن نیروی پیشران را تولید می‌کردند. این موشک‌ها را طوری طراحی کرده بودند که بعد از اتمام سوخت و افتادن در دریا، آن را از دریا بیرون می‌کشیدند و دوباره برای مأموریت‌های بعدی،

سوخت پیشران را آتش بزند. سوخت آتش گرفته تا آخرین قطره می‌سوزد. گازهای حاصل از سوخت پیشران از طریق دماغه انتهایی موشک خارج می‌شوند. اولین موشک‌ها را احتمالاً در قرن یازدهم میلادی در کشور چین ساخت‌ه‌اند. آن موشک‌ها از سوخت پیشران جامد استفاده می‌کردند. سوخت موشک یک نوع باروت بود که از مخلوطی از نیترات پتاسیم، زغال چوب و گوگرد تشکیل شده بود. موشک‌هایی که از سوخت پیشران جامد استفاده می‌کنند، اغلب به‌عنوان موشک‌های تقویت‌کننده به‌کار می‌روند که نیروی اولیه موشک‌های بزرگ‌تر را تأمین می‌کنند. موشک‌های بزرگ‌تر خود از سوخت پیشران مایع استفاده می‌کنند. موشک‌های تقویت‌کننده شاتل فضایی ایالات متحده با ۴۵ متر ارتفاع، بزرگ‌ترین موشک‌های مصرف‌کننده سوخت جامد محسوب می‌شوند. آن مخزن‌ها حاوی ۵۸۶ تن سوخت پیشران بودند که به‌طور متوسط ۱۳ میلیون‌تن نیروی پیشران را تولید می‌کردند. این موشک‌ها را طوری طراحی کرده بودند که بعد از اتمام سوخت و افتادن در دریا، آن را از دریا بیرون می‌کشیدند و دوباره برای مأموریت‌های بعدی،