پیشرفت‌های فناورانه عرصه فضا مدیریت نشوند تهدیدی برای جهان خواهند بود

فناوری‌های نوین فضایی؛ شمشیر دولبه بشریت

علی محمولی
مترجم

هزاران سال است که بشر آرزوی رسیدن به آسمان‌ها را دارد؛ جایی که در عقاید تقریبا تمام ادیان، بهشتی عدن برای زندگی پس از زندگی است و انسان باید برای رسیدن به آن تلاش کند. به مرور و با پیشرفت علمی بشر و آشنا شدن روزافزون او با فیزیک و فضا، تخیل بشر در تصور خود در آن مقصد الهی نیز از مرزهای جدیدی عبور کرد و دروازه‌ای از ایده‌ها را برای دانشمندان باز کرد. زاییده این تخیل آثار هنری قدرتمند متعددی از امثال «شب پرستاره» ون‌گوگ تا «از زمین تا ماه» ژول ورن و «تل ماسه» فرانک هربرت را پدید آوردند. رمان تل ماسه تنها چهار سال پس از سفر یوری گاگارین به فضا منتشر شد، زمانی که هنوز چندین سال با ماموریت آپولو ۱۱ و اولین قدم بشر بر سطح ماه فاصله داشت. اما تخیل هربرت به افقی نگاه کرده بود که در آن نه‌تنها انسان به‌راحتی به فضا سفر کرده و کهکشان‌ها را در می‌نوردد بلکه تامین سوخت فضاپیماهای نیازمند استخراج از معادن کمیاب در سیارات دوردست است که همین امر منجر به انحصار در زنجیره تامین، بروز مناقشات سیاسی و به دنبال آن رخداد جنگ می‌شود. با اینکه این رمان احتمالا بیش از نگاه به فضا با نگاه به غرب آسیا و جنگ بر سر نفت شکل گرفته اما امروزه تراوشات ذهنی فرانک هربرت در حال تبدیل شدن به دغدغه‌ای است که احتمالا در دهه‌های آینده، به حقیقتی غیرقابل کتمان تبدیل خواهد شد. مرکز مطالعات بلفر دانشگاه هاروارد (BelferCenter) در مقاله‌ای که ذیل «پروژه مطالعات دفاعی و فناوری‌های درحال ظهور و راهبردی» خود منتشر کرده به این مبحث پرداخته است. این مقاله بر آن است که ظهور فناوری‌های نوین در عرصه فضانوردی همانقدر می‌تواند برای علم و بشریت مفید فایده باشد. نویسنده مقاله معتقد است که فضا، منطقه‌ای تقریبا ناشناخته در علوم مدیریتی است و قوانین و سازوکارهای کمی در این رابطه وجود دارد. به گفته وی، در جایی که معاهده فضای ماورای جو (Outer Space Treaty) دیگر در برابر چالش‌های مدرن فضانوردی موضوعیت خاصی نداشته و مسائلی مانند بهره‌برداری تجاری از منابع اقمار و سیارک‌ها، مدیریت زباله‌های جوی و نظامی‌سازی فضا تقریبا فاقد هر شکل از تنظیم‌گری هستند و انحصارا در دامن سیاستمداران باقی مانده‌اند احتمال به انحراف کشیده شدن و استفاده ابزاری و سوگیرانه از آنها علیه بشریت وجود دارد. سوالی که پیش می‌آید آن است که آیا این چالش‌ها و فرصت‌ها فضایی را برای همکاری بیشتر و نوآوری در عرصه فضانوردی فراهم می‌آورد یا منتج به منازعات متخاصمانه و توقف پیشرفت بشری می‌شود؟

فناوری‌های نوظهور و کلیدی

فناوری‌های نوظهور فضایی عوارض ژئوپلیتیکی قابل توجهی دارند که با احتمال بروز مناقشات رابطه مستقیم دارد. از سوی دیگر این مورد سبب از بین رفتن انسجام و زیر سوال رفتن اهمیت همکاری‌های بین‌المللی برای اتخاذ رویکردی واحد در قبل حکمرانی فضا و تنظیم‌گری این فناوری‌ها می‌شود.

۱ سامانه‌های پیشران پیشرفته

این سامانه‌ها مانند رانشگرهای یونی و هسته‌ای و بادبان‌های خورشیدی در حال توسعه برای افزایش سرعت سفرهای فضایی است. فناوری فوق می‌تواند طول سفر و هزینه ماموریت‌های فضایی را کاهش داده و منجر به افزایش انجام‌پذیری سفرهای بین‌المللی به مجموعه‌های نجومی شوند. البته این سامانه همزمان می‌تواند به‌عنوان راهی برای تسهیل واکنش نظامی سریع و اعزام نیروها به فضا باشد که منجر به افزایش رقابت‌های تسلیحاتی می‌شود.

۲ هوش مصنوعی و ربات‌ها

این دو فناوری برای راهبری و مدیریت در شرایط سخت فضا حیاتی هستند. ربات‌های خودکار می‌توانند وظایف پرریسک و پیچیده مانند حفاری، تعمیرات، ارزیابی‌های جغرافیایی، ساخت‌وساز و اکتشاف محیط‌های خطرناک را بدون دخالت مستقیم انسانی انجام دهند که راهبردهای ژئوپلیتیکی را دگرگون خواهد کرد. از طرفی استفاده از سامانه‌های خودکار در پدافند و نظارت در فضا خطر افزایش رقابت و مناقشات را زیاد می‌کند.

۳ فناوری‌های سفر و محیط زندگی فضایی انسان

این دست فناوری‌ها برای حمایت از سفرهای بلندمدتی انسان در فضا توسعه می‌یابند و شامل سامانه‌های پشتیبانی حیاتی و تامین محیط زندگی هستند. این فناوری‌ها برای آینده ماموریت‌های ماه و مریخ، ضروری هستند. پایگاه‌های بین‌المللی روی ماه و مریخ می‌توانند برای توسعه همکاری‌های علمی و ایجاد اقامتگاه برای انسان‌ها مورد بهره‌برداری قرار بگیرند البته ایجاد پایگاه‌های مستقل توسط کشورها ممکن است منجر به بروز اختلافات مرزی و درگیری‌های فرازمینی شود.

۴ تصویربرداری فراطیفی

تصویربرداری فراطیفی در واقع ثبت تصاویر و تجزیه و تحلیل آنها در طیف وسیعی از طول موج‌هاست و می‌تواند به تشخیص ترکیبات معدنی، بررسی گازهای جوی و شناسایی امکانات و زیرساخت‌های نظامی کمک کند. این فناوری می‌تواند به تحقیقات سیاره‌ای بین‌المللی و برنامه‌ریزی برای پروژه‌های استخراج مشترک از منابع کمک کند اما برای مکان‌یابی دارایی‌های کلیدی در فضا تصویربرداری طیفی می‌تواند به‌عنوان راهکار اطلاعاتی نظامی مورد استفاده قرار گیرد که عامل افزایش نگرانی‌های امنیتی است.

۵ فناوری‌های زیرساختی

برای ساخت زیرساخت کلونی‌های انسانی در ماه و مریخ فناوری‌هایی همچون چاپگر سه‌بعدی که از مواد محلی استفاده کند ضروری است. این فناوری‌ها راه‌اندازی محیط زندگی فضایی و دیگر سازه‌ها را در فضا فراهم می‌کند. با این مورد مسابقه برای ایجاد زیرساخت‌های فرازمینی می‌تواند رقابت بر سر مراکز فرود فضاپیما و منابع را افزایش دهد، مخصوصا اگر قانونی ذیل موافقت‌های بین‌المللی در این مورد وجود نداشته باشد.

۶ خدمات پشتیبانی و تعمیرات در مدار

برای تامین سوخت، تعمیرات و پشتیبانی از ماهواره‌ها از مبدایی غیر از کره زمین، فناوری‌هایی در حال توسعه هستند. ملل با همکاری با یکدیگر در توسعه این فناوری‌ها می‌توانند به‌صورت بالقوه طول عمر ماهواره را افزایش داده و عوارض ناشی از حوادث مرتبط با اجرام فضایی را کاهش دهند. از طرفی فناوری‌های فوق امکان به‌کارگیری برای انهدام و تداخل در سامانه‌های فضایی دیگر کشورها را نیز دارند و پتانسیل بالایی برای مناقشات ژئوپلیتیکی ایجاد می‌کنند.

۷ ارتباطات کوانتومی

این نوع از مخابرات نوید ارتباطی امن و باثبات را براساس اصول مکانیک کوانتوم می‌دهد که توامان برای فعالیت‌های تجاری و نظامی فضایی ضروری است. مخابرات رمزنگاری‌شده کوانتومی در فضا می‌تواند از داده‌ها در برابر جاسوسی محافظت کند. این کار مسیری را نیز برای توسعه فناوری‌های امنیتی ارتباطی فراهم می‌کند که برخی کشورها از راهبردهایی مانند سرقت علمی و نفوذهای سایبری و دیگر موارد استفاده خواهند کرد.

۸ فناوری موشک‌های قابل استفاده مجدد

این فناوری که رهبر آن شرکت اسپیس ایکس (SpaceX) و مجموعه موشک‌های فالکون آن است در حال بازطراحی دسترسی به فضا با کاهش هزینه‌های ارسال محموله به جو است. این کاهش هزینه برای بسیاری از کشورها فضا را قابل دسترس‌تر کرده و پتانسیلی برای افزایش همکاری‌های بین‌المللی در پروژه‌های فضایی ایجاد می‌کند. همچنین این کاهش هزینه به معنی افزایش توان حضور نظامی ملل در فضاست که عاملی برای ازدحام جوی و رقابت‌های راهبردی خواهد بود.

۹ صورت‌های ماهواره‌ای

اگر اسم صورت فلکی را شنیده باشید صورت ماهواره‌ای به معنای ارسال هزاران ماهواره کوچ به فضاست که تاکنون توسط شرکت اسپیس ایکس برای پروژه استارلینک و شرکت آمازون برای پروژه کایپر اجرا شده است. صورت‌های بزرگ امکان ارائه پوششی گسترده برای ارتباط و نظارت زمین را فراهم می‌کنند که نافع ابتکارات بشردوستانه و تحقیقاتی بین‌المللی است. با این حال شلوغی بیش از حد مدارها با صورت‌ها ریسک برخورد آنها را با یکدیگر و نزاع بر سر استفاده از یک مدار خاص را بین کشورها به وجود می‌آورد.

۱۰ آگاهی موقعیتی در فضا

فناوری‌هایی که به رهگیری و مدیریت تعداد روزافزون ماهواره‌ها و اجرام فضایی در مدار زمین کمک کنند، امری حیاتی هستند. این فناوری‌ها از تصادفات فضایی جلوگیری کرده و از عوامل اطمینان از امنیت و پایداری عملیات‌ها هستند. این توانمندی‌های نظارتی کاربرد ثانویه نظامی نیز داشته و می‌توانند به‌عنوان ابزاری برای تسلط و برتری راهبردی قرار گیرند که همین امر منجر به افزایش بی‌اعتمادی و ترس ملل از فضا می‌شود.

عواقب ژئوپلیتیکی فناوری‌های پیشرفته فضایی

پویایی ژئوپلیتیکی کاوش‌های فضایی به‌طور قابل توجهی تحت تاثیر اقدامات و برنامه‌های کشورهای پیشرو در فضا مانند ایالات متحده، چین، روسیه، آژانس فضایی اروپا و اخیرا هند شکل گرفته است. تعدادی از بازیگران بخش خصوصی نیز در این حوزه فعال بوده‌اند. کشورهای مختلف رویکردهای راهبردی متفاوتی نسبت به فناوری فضایی و دفاعی دارند که منعکس‌کننده جاه‌طلبی‌های ژئوپلیتیکی گسترده‌تر، قابلیت‌های فناورانه و راهبردهای دیپلماتیک آنهاست. شرکت‌های خصوصی نیز بر سیاست بین‌الملل تاثیر می‌گذارند و ساختارهای سنتی قدرت را در کاوش‌های فضایی به چالش می‌کشند.

همزمان با کاهش منابع طبیعی زمین، فضا ذخیره‌ای تقریبا نامحدود از مواد معدنی و ارزشمند را بدون ایجاد آلودگی و تاثیرات اقلیمی روی زمین ارائه می‌دهد. اجرام آسمانی مانند ماه و سیارک‌ها به‌خاطر ذخایر غنی از مواد معدنی نادر مورد توجه قرار گرفته‌اند. به‌طور مثال، یکی از این مواد، هلیوم-۳ است که هر تن آن حدود چهار میلیارد دلار ارزش داشته و به‌عنوان منبع سوختی امیدوارکننده برای راکتورهای همجوشی هسته‌ای آینده فرض می‌شود. با این حال استخراج معادن فضایی با وجود ریسک‌های بالقوه بالا تحت قوانین و سیاست‌های نسبتا کمی قرار دارد و هیچ تفاهمی بر سر چگونگی تعیین یا توافق بر سر مالکیت در فضا وجود ندارد. این رقابت برای دسترسی و کنترل این منابع، تنش‌های ژئوپلیتیکی را افزایش خواهد داد زیرا کشورها ادعاهای سرزمینی یا حقوق انحصاری خود را مطرح می‌کنند و مفهوم «اموال عمومی جهانی» بودن فضا که توسط معاهده فضای ماورای جو تبیین‌شده را به چالش می‌کشند. منابعی مانند آب در ماه که برای زندگی و سوخت حیاتی هستند این ریسک‌ها را بیشتر کرده و بازتابی از مناقشات ژئوپلیتیکی بر سر منابع زمینی هستند.

۱ رقابت راهبردی

کشورهایی که در توانمندی‌های فضایی پیشرو باشند، معاهدات بین‌المللی و حکمرانی را تحت‌تاثیر قرار می‌دهند و برتری خود را در امور دفاعی، امنیتی و منافع اقتصادی حفظ می‌کنند. رقابت راهبردی برای تسلط بر فضا امری ضروری برای بهبود نیروهای مسلح، علوم و قدرت اقتصادی است و شامل رقابت بر سر برتری فناورانه، ادعای سرزمینی بر مناطقی از مریخ، دنباله‌دارها، ماه و کنترل مدارهای کلیدی و دیگر مجموعه‌های فضایی است و رقابت دولت‌ها و شرکت‌های خصوصی در مسیر حصول این موضوعات تنش‌زاست.

۲ نظامی‌سازی فضا

در قلمرو فضا یکی از مخاطرات نظامی‌سازی فضاست، مانند استفاده از موشک ضدماهواره (ASAT) است که می‌تواند ماهواره‌ها را از کار انداخته یا نابود کند که امری خطرناک است، به‌ویژه از آنجا که کشورهایی مانند روسیه، ایالات‌متحده و چین نیز از این سلاح خود رونمایی کرده‌اند و این مورد نگرانی‌هایی جدی در رابطه با رقابت تسلیحاتی در فضا را به‌وجود می‌آورد. ماهواره‌ها با ارائه امکانات ارتباطی، ناوبری و نظارتی ضرورت وجود خود را اثبات کرده‌اند و تلاش‌هایی برای حفاظت از این زیرساخت‌های هوایی صورت گرفته است. در صورت از کار افتادن ماهواره‌های نظامی یک کشور توانایی نقطه‌زنی، شناسایی و هماهنگی میدان جنگ آن کشور به‌شدت تضعیف می‌شود؛ چراکه ماهواره و امکاناتی که با خود به همراه دارد، برتری را به ارمغان آورده و تعادل قدرت جهانی را برهم می‌زنند. از این رو نیازمندی به قوانین و معاهدات جدید بین‌المللی برای این حوزه محسوس است. این تحولات نه‌تنها تهدیدی برای امنیت دارایی‌های فضایی هستند که خطر چالش‌های ژئوپلیتیکی و امنیتی را نیز افزایش می‌دهند و تنش‌زا هستند. ذات دوگانه بسیاری از فناوری‌های فضایی (اینکه می‌توانند هم کاربرد غیرنظامی داشته باشند و هم نظامی) بر چالش فوق در حکمرانی می‌افزاید و تعارضات را تشدید می‌کند.

۳ زیرساخت غیرنظامی و ریسک‌های مالی

سامانه‌های بانکداری، شبکه‌های برق و حمل‌ونقل وابسته به خدمات ماهواره‌ای هستند. از آنجا که ماهواره‌ها می‌توانند به‌عنوان ابزار جاسوسی و مراقبت به کار روند، درنتیجه می‌توانند اصطکاک ژئوپلیتیکی ایجاد کنند. از کار انداختن ماهواره می‌تواند منجر به اختلال گسترده در امور شهروندی شده که با از کار افتادن سامانه موقعیت‌یاب جهانی (GPS) آغاز شده و به اختلال در سامانه‌های انتقال پول ختم شود. عواقب اقتصادی چنین اتفاقی می‌تواند شدید باشد و بخش‌های مختلف را از ارتباطات تا خدمات اضطراری را متاثر کند. از کار افتادگی مدت‌دار ضرر مالی سنگین درپی دارد.

پیشنهادهای راهبردی برای بهره‌برداری حداکثری

از زمان امضای معاهده فضای خارج از جو در سال ۱۹۶۷، جامعه بین‌الملل پیشرفت بسیار کمی در ایجاد محدودیت بر تست، ارسال و استفاده از سلاح در خارج از جو داشته است. با تغییر ماهیت کاربردی فناوری‌های فضایی از ابزار علمی به سکوهای راهبردی برای مسابقات ژئوپلیتیکی و اقتصادی، ریسک تحت‌الشعاع قرار گرفتن مسیر پیشرفت بشری در آینده به‌واسطه منافع ملی تعدادی از کشورها افزایش یافته است. برای مقابله با این چالش‌ها و کمک به وحدت دیدگاه‌های جهانی در اکتشافات فضایی پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود.

۱ تقویت همکاری‌های دولت و بخش خصوصی

همکاری‌های دولت و بخش خصوصی (یا به اختصار PPP) در اکتشافات فضایی نه‌تنها عاملی برای توسعه فناورانه و اقتصادی است، بلکه نقشی اساسی در حفظ صلح و همکاری‌های جهانی در فضای بیرونی ایفا می‌کند. همکاری‌های دولت و بخش خصوصی می‌تواند توانمندی‌های نوآورانه بخش خصوصی را استحصال کند. معمولا در این شرایط، شرکت‌های بزرگ چندملیتی که می‌توانند نقش پلی را بین سازمان‌های فضایی دولتی ایفا کنند، همکاری‌های بین‌المللی را ارتقا می‌دهند. این همکاری می‌تواند به هماهنگ کردن منافع کشورها، کاهش پتانسیل مناقشات مداری و ارضی در خارج از زمین و راه‌اندازی اهداف مشترک برای توسعه و استفاده از فضا منتج شود.

اکتشافات فضایی بسیار پرهزینه و پرریسک هستند. از طریق این نوع همکاری، مجموعه‌های بخش‌های دولتی و خصوصی می‌توانند ریسک‌های عملیاتی، فنی و مالی کار را با یکدیگر تقسیم کنند. این کار حمایت‌های بیشتری را نیز جلب کرده و روابط بین کشورهای عضو در این همکاری‌ها پایدار می‌کند. همچنین دولت می‌تواند با ارائه مشوق‌هایی به بخش فضایی، تولید ماهواره، گردشگری فضایی، فعالیت معدنی سیارکی و مشاغل پیشرفته ایجاد کند. این کار به دلیل نفس سودمندی که برای طرفین دارد، کاهنده تنش‌های ژئوپلیتیکی خواهد بود.

۲ بازسازی نظام تنظیم‌گری

چهارچوب‌های حقوق بین‌الملل موجود، مانند معاهده فضای ماورای جو، با چالش‌های فزاینده‌ای در مواجهه با واقعیت‌های معاصر کاوش‌های فضایی همچون فعالیت‌های تجاری فضایی و استخراج منابع، روبه‌رو هستند. درحالی‌که ما در آستانه پیشرفت‌های فناورانه قابل توجهی در فضا هستیم، با چالش‌های فوری در مدیریت ترافیک فضایی، کاهش زباله‌های فضایی، نظامی‌سازی و تخصیص طیف فرکانس مواجه هستیم. بدون توافق در به‌روزرسانی این قوانین ناکافی ابهامات ممکن است باقی بمانند و به درگیری منجر شوند. این چالش‌ها بحث‌های نظارتی و ژئوپلیتیکی را برانگیخته که نیاز به دیپلماسی فعال و چهارچوب‌های حقوقی به‌روز شده دارند تا واقعیت‌های جدیدی مانند استخراج معادن فضایی، دفاع سیاره‌ای و سامانه‌های رباتیک خودمختار را دربرگیرند. به‌روزرسانی چهارچوب‌های حقوقی برای فعالیت‌های جدیدی مانند گردشگری فضایی، استخراج معادن و ایستگاه‌های فضایی خصوصی ضروری است تا فعالیت‌های فضایی منظم و مسئولانه حفظ شوند. تقویت یا ایجاد چهارچوب‌های بین‌المللی جدید می‌تواند ضامن استفاده عادلانه و صلح‌آمیز از این منابع باشد.

۳ سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه هدفمند

توجه به افزایش تراکم فعالیت‌های فضایی برای حفظ محیط‌های مداری امن و پایدار، حیاتی است. این شامل پیاده‌سازی سامانه‌های پیشرفته ردیابی برای مدیریت تعداد فزاینده ماهواره‌ها و جلوگیری از برخوردها، به‌ویژه با افزایش تعداد صورت‌های بزرگ ماهواره‌ای است. تحقیقات بیشتری در مورد اثربخشی سامانه‌های نظارت و ردیابی فضایی مورد نیاز است. برای رسیدگی به مساله زباله‌های فضایی، سرمایه‌گذاری‌ها و مشوق‌های دولتی، ازجمله اعطای گرنت می‌تواند کمک‌کننده باشد. دولت‌ها باید بودجه موسسات تحقیقاتی عمومی را افزایش دهند و نوآوری بخش خصوصی را از طریق کمک‌های مالی و مشارکت با آن تشویق کنند.

۴ آموزش با اولویت علوم پایه

آموزش نیز به اندازه دیگر موارد مذکور اهمیت دارد. سرمایه‌گذاری در علوم پایه در تمام سطوح، به تربیت نیروی کار توانمند و ماهر می‌انجامد که نه‌تنها می‌تواند کار را پیش ببرد، بلکه عواقب فناوری‌های فضایی را درک کند. درحالی‌که چالش‌ها قابل توجه هستند، مدیریت راهبردی منابع و فناوری‌های فضایی می‌تواند آینده‌ای را شکل دهد که در آن فناوری فضایی پیشرفت بشر را تقویت کند. پیامدهای راهبردی فناوری‌های فضایی به‌شدت بر پویایی قدرت جهانی تاثیر می‌گذارند. تعامل فناوری‌های نوظهور با رقابت‌های ژئوپلیتیکی نیازمند رویکردی متعادل است که نوآوری فناوری، دوراندیشی راهبردی و همکاری بین‌المللی را دربرگیرد. این رویکرد اطمینان می‌دهد فضا به عرصه‌ای رقابتی و درعین‌حال دارای پتانسیل همکاری برای همه انسان‌ها تبدیل شود. از طریق تلاش مداوم در ایجاد همکاری، بسط مقررات، نوآوری و آموزش کشورها می‌توانند رهبری قدرتمند و پایدار را در بخش فضایی برای خود تضمین کنند.