مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن
مسلسل: ۲۰۱۲۲ ■ مهر ۱۴۰۳

عصر چهارم فضا (Space 4.0): بررسی روند تحول و نحوه تأثیر فناوری‌های نوظهور دیجیتال و توصیه‌هایی برای ایران

بسم الله الرحمن الرحيم

تاریخ انتشار:
۱۴۰۳/۷/۲۵

شماره مسلسل:۲۰۱۲۲
کد موضوعی: ۳۱۰

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

عنوان گزارش:
عصر چهارم فضا (Space 4.0): بررسی روند تحول و نحوه تأثیر فناوری‌های نوظهور دیجیتال و توصیه‌هایی برای ایران

نوع گزارش: طرح/ لایحه☐، نظارتی ☐، راهبردی■

نام دفتر:
مطالعات انرژی، صنعت و معدن (گروه فناوری‌های نوین و فناوری اطلاعات و ارتباطات)

مدیر مطالعه:
سهیلا خردمندنیا

تهیه و تدوین کنندگان:
الشن سلطانی (هیئت علمی دانشگاه آزاد اسلامی واحد تاکستان)، علی اعظمی

ناظران علمی:
حبیب‌اله ظفریان، سعید شجاعی

اظهارنظرکننده:
محمدامین احمدلو

گرافیک و صفحه آرایی:
نفیسه حاجی‌صفری

ویراستار ادبی:
زهره عطاردی

واژه‌های کلیدی:
۱. فضا ۴.۰
۲. انقلاب صنعتی چهارم
۳. صنعت ۴.۰

تاریخ شروع مطالعه:
۱۴۰۳/۲/۱

دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن

فهرست مطالب

چکیده ۶
خلاصه مدیریتی ۷
۱. مقدمه ۹
۲. انقلاب صنعتی چهارم و حرکت به‌سمت فضا ۴,۰ ..... ۱۰
۳. فضا ۴.۰، مفاهیم، روندها، تحولات، اثرات و چالش‌ها ۱۲
۴. فضا ۴.۰ و توصیه‌هایی برای ایران ۲۲
۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ۲۶
منابع و مآخذ ۲۹

فهرست شکل‌ها

شکل ۱. سطوح اصلی سامانه‌های فیزیکی - سایبری در صنعت ۴.۰ ..... ۱۱
شکل ۲. سیر تحولات در اعصار فضایی ۱۳
شکل ۳. ویژگی‌های پویایی «فضای جدید» ۱۳
شکل ۴. اهم چالش‌های پیش روی توسعه فضا ۴.۰ ..... ۲۱

عصر چهارم فضا (Space 4.0): بررسی روند تحول و نحوه تأثیر فناوری‌های نوظهور دیجیتال و توصیه‌هایی برای ایران

چکیده

در عصر پیشرفت فناوری‌های نوین، بخش فضایی در حال ورود به مرحله جدیدی است. مفهوم «فضا ۴.۰» درواقع بازتابی از دوران نسل چهارم تحول صنعت است و به رسوخ فناوری‌های دیجیتالی از جمله هوش مصنوعی در عرصه فضایی و تحول کسب‌وکار و زنجیره‌های ارزش سنتی صنایع فضایی اشاره دارد. علاوه‌بر آن، این تحولات به‌واسطه پررنگ‌تر شدن مشارکت بخش خصوصی و سوق دادن فعالیت‌های فضایی به‌سمت عمومی‌سازی و قابلیت دسترسی جامعه به دستاوردها و خروجی‌های آن رخ می‌دهد. نظر به قانون برنامه هفتم پیشرفت باید گفت اجرای برخی از تکالیف دولت در مواد (۴۸)، (۶۴) و (۶۷) این قانون با مؤلفه‌های عصر چهارم فضا همسویی و سازگاری دارد. ازاین‌رو، دولت هم در لایه‌های رویکردی و تنظیم‌گری و هم در لایه‌های زیرساختی نیازمند اتخاذ رویکردی نوین و متناسب با مؤلفه‌های این عصر جدید است. در این راستا، راهبردهایی درخصوص شناخت تحول پارادایم نوین فضایی و زمینه‌سازی آن، همسویی سیاست‌های دیجیتال و صنعتی، توجه به ظرفیت‌های صنایع فضایی کشور و سرریزهای آن، توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی در عرصه فضایی، تقویت جریان داده و ساماندهی و یکپارچه‌سازی آن و توسعه همکاری‌های بین‌المللی با هدف اجرایی‌تر شدن احکام پیشنهاد شده است. همچنین اقتضای ملاحظه این تحولات در اسناد راهبردی فضایی نظیر سند جامع توسعه هوافضای کشور، نقشه‌های راه صنعت فضایی کشور و قانون ملی فضا (در صورت استقرار) توصیه می‌شود.

خلاصه مدیریتی

بیان / شرح مسئله

در عصر حاضر سرعت پیشرفت فناوری باعث ادغام فضاهای فیزیکی و سایبری و به‌تعبیری دیجیتالی شدن و پی‌ریزی انقلاب صنعتی چهارم شده و توانسته است طیف وسیعی از عرصه‌ها، رویکردها و نظام‌های برنامه‌ریزی را در معرض تحولات اساسی قرار دهد. در این میان، مفهوم جدیدی به نام فضا ۴.۰ مطرح شده که درواقع بازتابی از نسل چهارم صنعت است و به رسوخ فناوری‌های دیجیتالی ازجمله هوش مصنوعی در عرصه فضایی و تحول کسب‌وکار و زنجیره‌های ارزش سنتی این صنعت اشاره می‌کند که به‌واسطه پررنگ‌تر شدن مشارکت بخش خصوصی و سوق دادن فعالیت‌های فضایی به‌سمت عمومی‌سازی و قابلیت دسترسی جامعه به دستاوردها و خروجی‌های آن رخ می‌دهد. در گزارش حاضر با تعریف و تبیین فضا ۴.۰ به این مسئله پرداخته می‌شود که چگونه تحولات عصر پیش‌رو ظرفیت‌های گسترده‌ای برای نوآوری‌های گوناگون در صنایع فضایی با کلید واژه «مشارکت فراگیر» فراهم کرده و به‌تعبیری، زمینه‌ساز عصر چهارم فضا شده است و چه شروط و الزاماتی لازم است که این نوآوری پارادایم سنتی برنامه‌ریزی دولتی را متأثر کند.

نقطه‌نظرات / یافته‌های کلیدی

«فضا ۴.۰» براساس تکامل اعصار فضایی، یا «فضای جدید» براساس ادغام هوش مصنوعی در صنایع، این ظرفیت را دارد که با ابزارهای خود انبوهی از فعالان تازه‌وارد یا الگوهای جدید تعامل بین دولت‌ها، بخش خصوصی و جنبه‌های گسترده‌تر جامعه و سیاست را همگن کند.

حرکت به‌سمت فضا ۴.۰ ممکن است مستلزم یک بازتولید بالا به پایین (اسپین-آف)[1] / پایین به بالا (اسپین-این)[2] در جنبه‌های مختلف فناوری، فرایند و تخصص از صنایع زمینی به فضا و از فضا به صنایع سنتی زمینی باشد.

در رویکردهای پایین به بالا، توجه به فناوری‌های متحول کننده این عرصه بسیار مهم است. این فناوری‌ها شامل هوش مصنوعی، کلان‌داده، یادگیری ماشین، ربات‌ها، همزادهای دیجیتال، اینترنت اشیا، چاپ سه‌بعدی، واقعیت افزوده و مجازی، رایانش ابری، زنجیره بلوکی، تولید هوشمند و ... هستند.

در رویکردهای بالا به پایین، برون‌دادهایی که از عصر چهارم فضا برای بخش‌های صنعتی، شهروندان، دولت‌ها و جامعه حاصل می‌شود مدنظر قرار می‌گیرد. برخی از این برون‌دادها عبارتند از: توسعه شهرهای هوشمند، تولید انرژی مبتنی‌بر فضا و تدوین نقشه راه جهت راهکارهای آینده‌نگرانه، ارتقای سلامت در حوزه دورپزشکی، توسعه ناوبری وسایل خودران، استفاده از ظرفیت آژانس‌های فضایی برای محرومیت‌زدایی با ایجاد فرصت ارائه خدمات پایین‌دستی و توسعه صنایع دولت‌های کم‌برخوردار و نیز افزایش امکان رعایت الزامات توسعه پایدار با استفاده از قوانین و مقررات بین‌المللی، تولید درون‌مداری، کاهش زباله‌های فضایی، بازیافت ماهواره و اخذ مالیات ماهواره‌ای.

بااین‌حال، در رویارویی با فضا ۴.۰ چالش‌های متعددی مشاهده می‌شود که البته این چالش‌ها جهانی بوده و فقط مختص کشور ما نیستند. این چالش‌ها عبارتند از:

- **در حوزه قوانین و مقررات**؛ مواردی از قبیل جامع و مانع نبودن قوانین، کمبود مقررات حمایتی و مسائل حقوق بین‌الملل،
- **در حوزه پذیرش حاکمیتی**؛ اعم از پذیرش عصر چهارم فضا، برقراری امنیت فضا، نیاز به سرمایه‌گذاری کلان، یکپارچگی نظامی-غیرنظامی و همکاری بین‌المللی،
- **در حوزه پذیرش اجتماعی**؛ مواردی از قبیل پذیرش خدمات نوین آموزش و تجهیز اپراتورها و افراد اشتراک‌گذاری داده ایمنی و امنیت داده،
- **در خصوص مشارکت‌های دولتی - خصوصی با محوریت قراردادها**؛ مسائلی اعم از غیرمنعطف بودن قراردادها، پیچیدگی‌های قرارداد، افزایش بالقوه هزینه‌ها، عدم تمرکز بر بازار در کوتاه‌مدت و میان‌مدت،
- **در زمینه پوشش مخاطرات (ریسک‌ها) مشارکت‌های دولتی - خصوصی**؛ مواردی همچون رویکرد محافظه‌کارانه دولت، پشتیبانی و پوشش ناقص مخاطرات، عدم بلوغ مکفی صنعت، عدم تعادل ریسک و پاداش، شناخت غیردقیق بازار و مخاطرات،

1. Spin-off
2. Spin-in

- **در حوزه تولید**؛ موضوعاتی از قبیل عدم کفایت زیرســـاخت‌ها، حجم تولید پایین، ماهیت سفارشی تولیدات، هزینه‌های بالای تحقیق و توسعه سیستم مدیریت سنتی فضایی.

در ایران نظر به پیشـــرفت‌های اخیر، زمینه‌های قابل توجهی برای پرداخت به موضوع فضا ۴.۰ وجود دارد که از جمله آنها ظرفیت‌های قانونی برنامه هفتم پیشرفت با عنایت به مواد (۴۸)، (۶۴) و (۶۷) می‌باشد:

- **نظر به جزء «۸» بند «الف» ماده (۴۸) قانون برنامه هفتم پیشرفت**، تکلیف اجرای طرح‌های عظیم اقتصادی ملی، پیشران، روزآمد و مبتنی‌بر آینده‌نگری و تکمیل زنجیره ارزش و جهش اقتصادی، هوشمندسازی و دستیابی به توانمندی تزریق ماهواره به مدارهای زمین‌آهنگ برعهده دولت است. ازآنجایی که یکی از زمینه‌های پروژه‌های پیشران در این ماده، هوشمندسازی و همچنین حوزه فضایی است؛ لذا می‌تواند به‌نوعی زمینه‌ساز توســـعه عصر چهارم فضا (فضا ۴,۰) تلقی گردد که این نوآوری زمینه‌ساز تغییر پارادایم سنتی برنامه‌ریزی دولتی در این عرصه شود.

- **برخی تکالیف که در مواد (۶۴) و (۶۷) برنامه هفتم پیشرفت مطرح شده**، همسو با موارد مطروحه درباره فضا ۴.۰ است؛ احکامی از قبیل «توسعه دسترســـی خدمات مبتنی‌بر فناوری‌های فضایی برای کسب‌وکارها»، «ایجاد ۲۵ بســـتر ارائه خدمات کاربردی فضاپایه با ارزش‌افزوده»، «پوشش خطرات سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در تأمین، توسعه فناوری و راه‌اندازی منظومه‌های ماهواره‌ای ارائه‌دهنده خدمات ارتباطی، سنجشی و اینترنتی»، «رشد سالیانه ۸ درصدی اقتصاد فضایی کشور و ایجاد سازوکارهای مرتبط با آن». علاوه‌برآن، در ماده (۶۷) برنامه هفتم نیز بحث تقویت روابط بین‌المللی فضایی مطرح شده است؛ نظر به این حکم دولت مکلف است به «مشارکت و سرمایه‌گذاری در سامانه‌های فضایی بین‌المللی به‌منظور تأمین نیازمندی‌های داخل کشور و کشورهای همسو از قبیل کشورهای عضو بریکس و سازمان شانگهای، کشورهای اسلامی و کشورهای عضو جنبش عدم تعهد با رعایت اصل هفتادوهفتم (۷۷) قانون اساسی».

پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

در کشور ما برای حرکت به‌سمت عصر چهارم فضا با توجه به مواجهه با پیشرفت‌های سریع و اجتناب‌ناپذیر فناوری‌های دیجیتالی به‌ویژه هوش مصنوعی نکات زیر باید مورد توجه قرار گیرد:

- **شناخت تحول پارادایم نوین فضایی** با بهره‌گیری از نظریه‌های نـــوآوری باز برای چرخش در فناوری‌ها و تشویق به‌سمت محصولات جانبی، در چارچوب فضایی آینده،
- **تثبیت صنعت فضایی در راستای توسعه پایدار** به‌صورت مداوم برپایه برتری در علم و فناوری در کنار التزام دولت به سازگاری با تحولات صنعتی آینده‌نگرانه و آمادگی پذیرش و حل چالش‌ها و ملاحظه این تحولات در اســـناد راهبردی فضایی نظیر سند جامع توسعه هوافضای کشور، نقشه‌های راه صنعت فضایی کشور و قانون ملی فضا (در صورت استقرار)،
- **همسویی سیاست‌های دیجیتال و صنعتی** به‌کمک هدایت و جهت‌دهی به فعالیت بازیگران این عرصه به‌خصوص بخش غیرحاکمیتی، تطبیق با استانداردها و شرایط فعالیت فعالان بین‌المللی، همسویی در سیاست صنعتی و ابزارهای تشکیل‌دهنده رقابت، رفع موانع تجاری مرتبط با اقتصاد دیجیتال و توسعه سیاست‌های داده‌محور،
- **توجه به ظرفیت‌های صنایع فضایی کشور و سرریزهای آن** که مقتضی است ابعاد تحول سیاست صنعتی با هدف حرکت به‌سمت ایجاد بازارهای جدید طرح‌های نوآورانه تدارکات (قرارداد) دولتی و پشتیبانی و همچنین گذار فناوری به محصول، فرایند و نوآوری تجاری به‌عنوان محرک اصلی نوآوری مورد ملاحظه قرار گیرد و فضا برای مشـــارکت فراگیر تازه‌واردان به عرصه زیست‌بوم فضایی فراهم آید. در کنار آن، از ظرفیت سرریزهای بخش دفاعی به صنایع فضایی و برعکس نهایت بهره‌برداری صورت گیرد. نکته مهم در این حوزه تبیین حوزه فعالیت بخش غیردفاعی و بهره‌گیری از ظرفیت بروکرهای فناوری است. در راستای موارد مطروحه نیاز است قوانین بالادستی این حوزه نظیر به‌روزرسانی شود و در تدوین قانون ملی فضا (در صورت تقدیم به مجلس) مورد ملاحظه قرار داده شود،
- **توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی در عرصه فضایی** به‌کمک وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات با همکاری وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مســـلح، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری در جهت ارتقا و تأمین زیرساخت‌ها با تأکید بر زیرساخت‌های حقوقی و مالکیت فکری، زیرساخت‌های شبکه ملی اطلاعات و کلان‌داده، زیرساخت‌های پردازشی و

مدل‌های بزرگ چندوجهی بومی با رویکرد شتاب‌دهی به پیشرفت هوش مصنوعی و کاربردی‌سازی آن در عرصه فضایی،

– **تقویت جریان داده، ساماندهی و یکپارچه‌سازی آن**، که در این راستا تکمیل یا ایجاد زیرساخت‌های حقوقی یا قانونی مرتبط با داده می‌تواند از ابعاد مدیریت داده و اطلاعات، امنیت داده و حقوق و مالکیت داده و اطلاعات پیگیری شود،

– **لزوم توسعه همکاری‌های بین‌المللی در عرصه فضایی** و داشتن راهبرد و برنامه مشخص برای آنها در راستای اجرای ماده (۶۷) قانون برنامه هفتم پیشرفت، به‌خصوص استفاده از ظرفیت کشورهای همسایه، کشورهای اسلامی، کشورهای عضو پیمان شانگهای و بریکس با هدف نقش‌آفرینی و کسب سهم از منظومه‌های ماهواره‌ای پهن باند در راستای ارائه اینترنت ماهواره‌ای در کشور با همکاری وزارت امور خارجه و معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان می‌تواند راهبرد مؤثری در این خصوص باشد.

۱. مقدمه

امروزه شاهد هستیم که بخش فضایی وارد مرحله جدیدی شده است که با انقلاب دیجیتال و همچنین تحول انقلاب صنعتی چهارم پیوند و قرابت دارد. به‌عبارتی، در عصر حاضر نحوه تولید، پرتاب و بهره‌برداری ماهواره‌ها به‌سرعت در حال تحول است و صنایع فضایی نیز به‌سمت کارخانه‌های هوشمند در حال حرکت هستند و آنها به‌زودی از سیستم‌های ابری، محاسبات لبه، اینترنت اشیا، زنجیره بلوکی و رباتیک پیشرفته استفاده گسترده‌ای خواهند کرد [۱]. در یکی از مطالعات انجام شده در سطح جهانی، بیش از سه‌چهارم از شرکت‌های هوافضایی اعم از تجاری و دفاعی، گزارش داده‌اند که درحال سرمایه‌گذاری در راه‌حل‌های عملیات دیجیتالی هستند و انتظار دارند که در طی سال‌های آینده به سطح بالایی از دیجیتالی‌سازی دست یابند. علاوه‌براین، ۳۲ درصد از پاسخ‌دهندگان گزارش دادند که به سطح بالایی از دیجیتالی شدن دست یافته‌اند [۲]. این فناوری‌های جدید از یک‌سو امکان پیاده‌سازی سیستم‌های تولیدی بسیار کارآمدتر را فراهم می‌کنند که بسیار انعطاف‌پذیر و قابل تنظیم مجدد نیز هستند و درعین‌حال، این انقلاب دیجیتال چالش‌های جدیدی ایجاد می‌کند که نیازمند یک رویکرد راهبردی است [۱].

انقلاب صنعتی چهارم نیز نقش قابل توجهی در ارتقای فناوری‌های فضایی خواهد داشت. انقلاب صنعتی چهارم به نسلی اشاره دارد که از فناوری‌های دیجیتال در تولید زنجیره‌های تأمین برای افزایش عملکرد و بهره‌وری استفاده می‌کند و با عنوان دیجیتالی شدن صنعتی نیز توصیف می‌شود. در این راستا، با بهره‌گیری از نسل چهارم انقلاب صنعتی، مفهوم فضا ۴.۰ تولید شده که بیانگر نسل جدید انقلاب فضایی است و مهم‌ترین مؤلفه متمایزکننده آن مشارکت فراگیر و دیجیتالی شدن است که با تعداد فزاینده‌ای از فعالان فضایی از دولت‌ها گرفته تا سرمایه‌گذاران خصوصی تبیین می‌شود. توسعه ماهواره‌های کوچک و پیشرفت فنی حاصل از انقلاب صنعتی چهارم، کشورهای بیشتری را قادر ساخته تا در فعالیت‌های فضایی مشارکت کنند و این فناوری‌ها امکان دسترسی ارزان‌تر و سریع‌تر به فضا را حتی برای کشورهای کوچک‌تر و کشورهای در حال توسعه فراهم کرده است [۳]. با ورود بازیگران بیشتر به عرصه فضایی و ایجاد برنامه‌های فضایی بلندپروازانه، نوآوری و رقابت نیز به‌احتمال زیاد وضعیت سنتی را تغییر خواهد داد به‌ویژه آنکه فناوری‌های جدید فضایی در ترکیب با فناوری‌های دیجیتالی و هوشمند ظرفیت تغییر روش استفاده از فضا را دارند. ازاین‌رو پیش‌بینی می‌شود دارایی‌های فضایی نقشی حیاتی در آینده کشورها داشته باشند.

فناوری و کاربردهای فضایی می‌توانند به‌ویژه در تضمین رشد پایدار اجتماعی–اقتصادی در سطح جهانی، با حمایت از راه‌حل‌هایی که از مصرف بیش از حد و نامتوازن منابع جلوگیری کند، مفید باشند [۱]. گفتنی است؛ دستور کار ۲۰۳۰ به‌منظور توسعه پایدار مطرح شده که این رویکرد شامل دستیابی

به ۱۷ هدف برای نیل به توسعه پایدار و مستلزم استفاده از علم، فناوری و نوآوری اســـت. ازجمله این اهداف می‌توان به خدمات رصد زمین، موقعیت‌یابی، ناوبری و ارتباطات مبتنی‌بر ماهواره، نظارت بر شرایط محیطی و تغییرات و پشتیبانی از مأموریت‌های جستجو و نجات اشاره کرد. در بررسی سوابق مطالعاتی مرکز پژوهش‌های مجلس از جنبه موضوعی، تاکنون پژوهش‌های متعددی در مورد حوزه هوافضا به چاپ رسیده است که مباحثی ازجمله بررسی اسناد بالادستی نظیر سند جامع توســـعه هوافضا، بودجه، قوانین برنامه پنج‌ساله، عملکرد دستگاه‌ها و نیز پژوهش‌های راهبردی از قبیل قانون ملی فضا، زنجیره ارزش جهانی هوافضایی و ... را شامل می‌شـــود. بااین‌حال، تمرکز بر حوزه هوافضا از منظر هوشمندسازی موضوعی جدید بوده که با توسعه فناوری‌های دیجیتالی اهمیت بیشتری یافته و پژوهش پیش رو از این منظر جدید است. بررسی روندهای جهانی توسعه فناوری‌ها در آینده نشان می‌دهد؛ فناوری فضایی در بستر هوش مصنوعی ازجمله پیشران‌های اصلی در شکل‌گیری روندها و تحولات آتی‌ساز خواهد بود [۴].

در گزارش حاضر، به‌منظور آشنایی با تحولات صنایع فضایی در افق فضا ۴.۰ و درک الگوهای آن جهت پیشبرد اهداف ملی، مباحث مرتبط با انقلاب صنعتی چهارم مورد بحث و بررسی قرار می‌گیرد و در ادامه، به تفصیل بیشتر در باب عصر فضا ۴.۰ و موضوعاتی از قبیل سیر تحولات و مفاهیم، فرایندها و کارکردها و کلان‌روندهایی که منبعث از سرریز فناوری فضایی است و نیز چالش‌های پیش رو پرداخته می‌شود. در پایان نیز به‌صورت خلاصه توصیه‌هایی برای کشور مطرح می‌شود.

۲. انقلاب صنعتی چهارم و حرکت به سمت فضا ۴.۰

اصطلاح فضا ۴.۰ بازتاب مفهوم انقلاب صنعتی چهارم بوده و در قیاس با فصل چهارم تکامل پیشـــرفت صنعتی ازجمله خدمات و همچنین تولید تعریف شده است. انقلاب صنعتی چهارم برمبنای خودکارسازی، فناوری‌های تولید، کلان‌داده و مبادلات آنها استوار شده که نوآوری عنصر اصلی این نسل از انقلاب صنعتی است. به‌عبارت‌دیگر، مفاهیم جدید کسب‌وکار و پیشرفت‌های فناوری مانند خدمات یکپارچه هوشمند و فناوری‌های دیجیتال انقلابی در تولید ایجاد کرده‌اند و مکانسیم‌های طراحی و مدیریت جای زنجیره‌های ارزش سنتی را گرفته‌اند. بخش فضا به‌عنوان بخشی صنعتی تا حد زیادی به پویایی انقلاب صنعتی چهارم مرتبط است.

سیر تاریخی تحول انقلاب‌های صنعتی نشان می‌دهد اولین انقلاب صنعتی، از حدود سال ۱۷۶۰ تا حدود سال ۱۸۴۰، گسترش یافت. این انقلاب با ساخت خطوط راه‌آهن و اختراع ماشین بخار آغاز گردید و طلیعه‌دار تولید ماشینی شد. انقلاب صنعتی دوم که در اواخر قرن نوزدهم آغاز گردید و تا اوایل قرن بیستم را پوشش داد، امکان تولید انبوه را با ترویج و توسعه الکتریســـیته و خطوط سوار کردن ماشینی (مونتاژ)، امکان‌پذیر کرد. انقلاب صنعتی سوم در دهه ۱۹۶۰ آغاز شد. این انقلاب معمولاً به‌عنوان انقلاب رایانه‌ای یا دیجیتالی نامیده می‌شود. زیرا با توسعه نیمه‌رساناها، ساخت رایانه‌های با پردازنده مرکزی (در دهه ۱۹۶۰)، رایانه‌های شخصی (دهه‌های ۱۹۷۰ و ۱۹۸۰) و اینترنت (۱۹۹۰)، تسریع شد. تعاریف گوناگون اندیشمندانه و بحث‌های آکادمیک برای توصیف این سه انقلاب صنعتی به‌کار رفته‌اند. انقلاب صنعتی چهارم بر بستری از انقلاب دیجیتالی خود را سامان داده است [۵].

عصر انقلاب صنعتی چهارم یا «صنعت ۴.۰»[1] مفهومی است که توسط انجمنی از نمایندگان دانشگاه، تجارت و سیاست برای افزایش قدرت و رقابت در صنعت تولید آلمان در سال ۲۰۱۱ پیشنهاد شد [۶]. صنعت ۴.۰ سعی می‌کند صنایع را هوشمندتر، پویا و انعطاف‌پذیرتر کند و مبتنی‌بر ادغام سیستم‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات با سیستم‌های فیزیکی برای ایجاد یک سیستم سایبری-فیزیکی است که با آن بتوان یک واقعیت مجازی از دنیای واقعی ایجاد کرد [۷]. سیستم‌های فیزیکی-سایبری سامانه‌هایی هستند که قابلیت‌های محاسباتی و فیزیکی را برای تعامل بین اشیای فیزیکی (انسان و ماشین‌ها) یکپارچه دارند و بین دنیای دیجیتال و فیزیکی به‌عنوان پل عمل می‌کنند [۸]. به‌بیانی‌دیگر، سیستم‌های فیزیکی-سایبری که گاهی سامانه‌های هوشمند نیز نامیده می‌شوند، به سامانه‌هایی از اجزای محاسباتی (مانند سنسورها) اطلاق می‌شود که درهم‌تنیده شده و با دنیای فیزیکی تعامل دارند. نمونه‌هایی از سامانه‌های فیزیکی سایبری شامل خودروهای خودران، شهرهای هوشمند، بزرگراه‌های هوشمند و ... است. در صنعت ۴.۰ سه‌سطح اصلی سامانه‌های فیزیکی-سایبری را تشکیل می‌دهند: اشیای فیزیکی (تولید و اکتساب داده)، ابر (محاسبات و تجمیع داده‌های به‌دست آمده) و خدمات (تصمیم- پشتیبانی) (به‌شکل ۱ مراجعه کنید) [۹, ۱۰].

1. Industry 4.0

شکل ۱. سطوح اصلی سامانه‌های فیزیکی-سایبری در صنعت ۴.۰

مأخذ: [۹].

در زیست‌بوم مرتبط با صنعت ۴.۰ تمام اشـــیا فیزیکی به‌هم متصل شده و به آنها اجازه داده می‌شـــود داده‌ها و اطلاعات خود را با استفاده از حسگرها، محرک‌ها و اتصال شبکه تولید به اشتراک بگذارند. این سیســـتم راه‌حل‌هایی را برای غلبه بر مشکلات در صنایع ارائه می‌دهد. به‌عنوان‌مثال، در بیشتر صنایع، دلیل اصلی که باعث از هم گسیختگی زنجیره می‌شود، عدم قابلیت ردیابی است. قابلیت ردیابی عبارت است از شناسایی محصول و وضعیت آن در هر مرحله از فرایند تولید، از ورودی مواد اولیه تا خروجی محصول نهایی. قابلیت ردیابی یک جنبه مهم نظارت بر تولید، کنترل کیفیت محصول، رضایت مشتری و رقابت‌پذیری صنعت است. بنابراین، یک جریان اطلاعات مناسب به سیستم اجازه می‌دهد تا از منابع، فرایندها و عملکردهای مورد نیاز ردیابی خوبی داشته باشد و همه اینها در زیست‌بوم صنعت دیجیتالی و هوشمند (صنعت ۴.۰) قابل دستیابی است [۱۱].

باید اذعان داشت فضا ۴.۰ به‌شکل یک حباب مجزا در بخش فضایی رخ نمی‌دهد، بلکه می‌توان آن را در انقلاب صنعتی چهارم که شامل تولید و خدمات می‌شود، تعبیه کرد. علاوه‌براین، در بخشی از کشورهای اروپایی اصطلاح انقلاب صنعتی چهارم نیز برای توصیف روندهای رو به پیشرفت در صنعت تولید، که شامل پیشرفت‌های علمی و فناوری در هوش مصنوعی، دیجیتالی‌سازی، چاپ سه‌بعدی، رباتیک و سایر زمینه‌ها تعریف می‌شود. در این راستا، با ادغام و مشارکت فعالان و بخش‌های مختلف انتظار می‌رود که یک حلقه بازخورد مؤثر بین فضا ۴.۰ و انقلاب صنعتی ۴.۰ ایجاد شود. زیرا ارتباطات متقابل با سایر زمینه‌های فناوری و مکانیسم‌های نوآورانه در حوزه تولید و خدمات می‌تواند برای بهبود تولید فضاپیما و فناوری‌های پیشرفته عمومی برای مأموریت‌های فضایی مورد استفاده قرار گیرد [۳]. درعین‌حال این امر ممکن است مستلزم یک بازتولید بالا به پایین (اسپین-آف)[1] / پایین به بالا (اسپین-این)[2] در جنبه‌های مختلف فناوری، فرایند و تخصص از صنایع زمینی به فضا و از فضا به صنایع سنتی زمینی باشد [۱۲].

1. Spin-off
2. Spin-in

۳. فضا ۴.۰، مفاهیم، روندها، تحولات، اثرات و چالش‌ها

با توجه به ماهیت پیشرفت‌های علمی و فناوری در عصر مدرن با تمرکز بر فناوری‌های دیجیتالی و هوش مصنوعی، بیش از حد محتمل است که دارایی‌های فضایی نقشی حیاتی در آینده بشریت داشته باشند. اما همین پویایی فرصت‌ها و چالش‌ها بر حوزه فضا نیز تأثیر می‌گذارد که عمدتاً به‌واسطه فناوری‌های جدید و بازارهای درحال تغییر اســـت و منجر به ظرفیت تغییر روش استفاده کاربران از فضا شده است. با ورود بازیگران بیشتر به عرصه فضایی و تبیین برنامه‌های فضایی بلندپروازانه، نوآوری و رقابت نیز وضعیت سابق را که مشخصه دوران پس از جنگ سرد در فضا بوده را تغییر خواهد داد. بنابراین همچنان که پرواضح است جامعه در آینده از برخی جهات کاملاً متفاوت خواهد بود، این امر در حوزه فضا نیز مصداق خواهد داشت [۱].

۱-۳. سابقه و سیر تحول

اصطلاح «فضا ۴.۰» برای توصیف دوره‌ای از فعالیت‌های فضایی آینده‌نگر ابداع شده و همچنین عدد «۴,۰» براساس توالی دوره‌های پیشین نام‌گذاری آن اســـت. در این تحول، فناوری‌های دیجیتال نوین، مدل‌های کســـب‌وکار و خدمات یکپارچه هوشمند نوینی را ایجاد کرده و زنجیره‌های ارزش سنتی را دســـتخوش تحول کرده‌اند. ازآنجایی که صنعت درحال ورود به دوره‌ای است که در آن مکانیسم‌های طراحی، تولید و مدیریت درحال تحول است، فضا به‌عنوان یک حوزه بخشی و در قالب صنایع فضایی نیز از این روند پیروی می‌کند؛ چراکه نوآوری در فناوری‌ها و کاربردهای فضایی، دیگر یک بخش مجزا و ایزوله شده و حتی نظامی نیست. بلکه درواقع به‌شدت با پویایی نوآوری در سایر زمینه‌ها و زمینه‌ها در همه بخش‌های جامعه مرتبط است، دوره‌های قبل به‌شرح زیر نام‌گذاری شده است:

– **فضا ۱,۰:** از دیرباز، ستاره‌شناسان الگوهای حرکت‌های آسمانی و مکانیک را کشف و دنبال کردند. فضا از آن زمان موضوع مطالعه جذابی بود که هنوز هم نیروی محرکه برای دانشمندان امروزی است. ازاین‌رو باید گفت ناوبری براساس وضعیت ستارگان اولین کاربرد عملی با استفاده از فضا برای بشریت بوده و حوزه فضا ۱,۰ به‌مرور ارتقا و توسعه یافت.

– **فضا ۲,۰:** در عصر فضا ۲.۰، ابرقدرت‌ها در اولین مسابقه فضایی شرکت کردند و رقبای سیاسی سرمایه‌گذاری هنگفتی را با هدف ایجاد برتری فناورانه به‌دلایل امنیت ملی و نمایش اقتدار ملی انجام دادند که در کل از عوامل اصلی در پویایی جنگ سرد به‌شمار می‌رفت. شتاب پیشرفت‌ها منجر به جهش‌های عظیمی در فناوری فضایی شد که تقریباً میراثی برای تمام صنایع در زمینه‌های مرتبط با فعالیت‌های فضایی و همچنین بذرهای در آموزش، نوآوری و اقتصاد برجای گذاشت. عرصه بین‌الملل از آن زمان تاکنون دستخوش تغییرات اساسی شده و نظام جهانی با ظهور مفاهیمی همچون جهانی شدن و حکمرانی جهانی چندقطبی یا تک‌قطبی آشنا شده است.

– **فضا ۳,۰:** دوره سوم، فضا ۳.۰، در دقیق‌ترین تعریف با اصطلاح «همکاری» و آن هم به‌واســـطه سرمایه‌گذاری کلان تعداد معدودی از دولت‌ها قابل تعریف اســـت. به‌عنوان نمونه‌ای از مفهوم و تحقق فضا ۳.۰ می‌توان از احداث ایستگاه فضایی بین‌المللی به‌عنوان بزرگ‌ترین پروژه بین‌المللی تمام ادوار یاد کرد که در آن ایالات متحده، روسیه، ژاپن، کانادا و اروپا مشارکت داشتند [۳].

باید گفت چارچوبی که در عصر چهارم فضایی با دوره‌های قبلی فعالیت‌ها و تلاش‌هایی که به‌طور سنتی انجام می‌شده تفاوت آشکاری دارد. که آن فعالیت‌ها با تمرکز بر حمایت دولتی برای تأمین مالی صورت می‌گیرد، اما عصر چهارم فضایی نوید به چالش کشـــیدن مدل سنتی بخش فضایی به‌واسطه افزایش نقش شرکت‌های خصوصی را می‌دهد که اساساً هدف آن تسهیل کاهش هزینه‌های فناوری‌های پرتاب و پرواز فضایی و گشودن دروازه‌های بازارهای تجاری پایدار و فرصت‌های تولید درآمد است. فضا ۴.۰ براساس تکامل اعصار فضایی می‌تواند با تجمیع فعالان و ابزارهای تعاملی آنها تبیین شود و می‌توان از آن به‌عنوان «عصر مشارکت فراگیر» در بخش فضایی یاد کرد (شکل ۲). این محیط نوظهور، با انبوهی از فعالان تازه‌وارد یا مدل‌های جدید تعامل بین دولت‌ها، بخش خصوصی (شرکت‌های کوچک، متوسط و بزرگ) و جنبه‌های گسترده‌تر جامعه و سیاست همگن شده است.

شکل ۲. سیر تحولات در اعصار فضایی

ماخذ: [۳].

از این نظر، هدف کلی فضا ۴.۰ را که معمولاً با اصطلاح «فضای جدید»[1] در بستر ادغام هوش مصنوعی در صنایع نیز از آن یاد می‌شود می‌توان در موارد زیر خلاصه کرد (شکل ۳):

شکل ۳. ویژگی‌های پویایی «فضای جدید»

مأخذ: [۱۲].

۱. سرریزهای صنعتی و بازارهای فضایی جدید:

- سرریزهای صنعتی و بازارهای فضایی جدید با هدف ارائه کاربردهای فضایی نوین به حاکمیت و کاربران،
- مشارکت فزاینده کشورهای دارای فناوری فضایی پیشرو جهت دستیابی به قابلیت‌های فضایی به‌طور جامع یا حتی سرمایه‌گذاری در توسعه یک پایگاه صنعتی فضایی،
- سرریزهای جدید در بخش بالادستی که حول راه‌حل‌های نوآورانه ساختار یافته‌اند (مانند کیوب‌ست‌ها، منظومه‌های مگا و سرویس‌دهی مداری)،
- بازارهای پایین‌دستی جدید (مانند اتصال جهانی، اطلاعات جغرافیایی، شبکه‌های اینترنت اشیا، گردشگری فضایی و استخراج فضایی).

۲. طرح‌های نوآورانه تدارکات (قرارداد) دولتی و پشتیبانی:

- طرح‌های نوآورانه تدارکات (قراردادهای) دولتی و انواع حمایت‌ها شامل مکانیسم‌های بودجه‌ای تحقیق و توسعه و مدل‌های تسهیم هزینه/ریسک مابین شرکای دولتی و خصوصی،

۱. اصطلاح «فضای جدید» پدیده‌ای است که نخستین‌بار برای توصیف ماهیت درحال تحول صنعت فضایی خصوصی در بستر ایالات متحده استفاده شد. همچنین پیام‌هایی برای تغییرات گسترده‌تر در روابط بین بخش خصوصی و دولتی در سطح جهان داشت، اما امروزه افزایش استفاده از مشارکت‌های دولتی- خصوصی عرصه فضایی در اروپا نمونه‌ای کلیدی از بیان این موضوع است.

- طرح‌های تدارکاتی جدید با هدف اثربخشی هزینه،
- بهینه‌سازی صنعتی سازمان و رفع محدودیت‌های مجوزدهی،
- تسهیم ریسک با بخش خصوصی،
- سیر تحول سیاست صنعتی به‌سمت ایجاد بازارهای جدید.

۳. تازه‌واردها و کارآفرینان:

- مشارکت بازیگران تازه‌وارد در بخش فضایی از جمله شرکت‌های بزرگ فناوری اطلاعات و ارتباطات، استارت‌آپ‌ها و سرمایه‌گذاری‌های تجاری جدید،
- ورود یا ظهور شرکت‌های جدید که رویکرد سنتی را با مدل‌های جایگزین به چالش می‌کشد،
- کارآفرینان و سرمایه‌گذاری‌های جدید،
- شرکت‌های غیرفضایی وارد شده به بخش فضایی.

۴. رویکردهای صنعتی نوآورانه:

- رویکردهای صنعتی نوآورانه با اعلام و توسعه اولیه پروژه‌های بلندپروازانه مبتنی بر فرایندهای جدید،
- روش‌های توسعه و تولید کم‌هزینه سیستم‌های فضایی،
- راه‌حل‌های نوآورانه برای تحول بازارهای موجود یا پرداختن به بازارهای بالقوه جدید.

۵. راه‌حل‌های متحول‌کننده بازار:

- راه‌حل‌های متحول‌کننده بازار همچون خدمات یکپارچه، قیمت‌های پایین‌تر، کاهش زمان تحویل، پیچیدگی کمتر یا عملکرد بالاتر،
- افزوده شدن محصول، فرایند و نوآوری تجاری، علاوه‌بر فناوری به ترکیب پیشران‌های اصلی نوآوری،
- استراتژی کسب‌وکار مبتنی بر تحول با گزاره‌های ارزش تهاجمی،
- ویژگی‌های مشترک گزاره‌های ارزش شامل یکپارچه‌سازی/سفارشی‌سازی، انعطاف‌پذیری، در دسترس بودن، پیچیدگی‌زدایی و ... .

۶. سرمایه‌گذاری خصوصی قابل توجه:

- سرمایه‌گذاری خصوصی قابل توجه از منابع مختلف و انواع مکانیسم‌های مختلف تأمین مالی،
- رشد قابل توجه سرمایه‌گذاری خصوصی از سال ۲۰۰۰،
- سرمایه‌گذاری خصوصی حدود ۱,۷ میلیارد دلار هر سال[۱].

به‌طور کلی، فضای جدید هزینه‌ها و ریسک‌های مستقیم بیشتری را متوجه شرکت‌های خصوصی کرده است، زیرا آنها فرایندها و فناوری‌های خود را در حوزه‌های فضایی خاص به بلوغ رسانده و به‌نوبه خود استقلال و نفوذ بسیار بیشتری در جهت پیشبرد بخش فضایی و در رأس آن قابلیت‌های تجاری و منابع درآمدی نوظهور دارند.

۲-۳. فناوری‌های نوین در باز تولید پایین به بالا (از صنایع زمینی به صنایع فضایی) متناسب با عصر چهارم فضایی

همان‌طور که پیش از این گفته شـــد؛ حوزه فضایی می‌تواند در یک رویکرد پایین به بالا از تحولات فناورانه در عصر انقلاب چهارم صنعتی بهره‌مند شده و در خود این عرصه نیز عصر جدیدی آغاز شـــود. اصطلاح پایین به بالا یا «اسپین-این» را می‌توان به بهترین وجه در تقابل با روش خواهر شناخته شده خود یعنی «اسپین-آف» تعریف کرد. اسپین-آف فرایندی را توصیف می‌کند که در آن نوآوری‌های فناورانه در وهله اول برای بخش فضایی توسعه می‌یابد، سپس برای استفاده مشابه یا جدید در کاربردهای زمینی به پایین‌دست منتقل می‌شود و اصول بازاری پیدا می‌کند. برعکس، اسپین-این مستلزم نوآوری‌هایی برای استفاده اولیه مبتنی بر زمین است که توسط بخش فضایی برای استفاده در سیستم‌های فضایی مورد اســـتفاده قرار می‌گیرد. علاوه‌بر انتقال فناوری، اسپین-این مســـتلزم انتقال و ادغام سرمایه انسانی و دانش از حوزه‌های وسیع‌تر است. چندین نمونه از فرایندهای فنی و صنعتی از بخش‌های خودرو و فناوری اطلاعات و ارتباطات در این‌باره وجود دارد. از بسیاری جهات، این برای بخش فضایی فوق‌العاده ارزشمند است؛ چراکه اسپین-این می‌تواند هزینه‌های هنگفتی را در هزینه‌های مرتبط و زمان توسعه صرفه‌جویی کند. در اسپین-این محصول تولید شده این قابلیت را دارد که هم به‌صورت جداگانه در سایر حوزه‌ها مورد استفاده

۱. ۲۰۱۷-۲۰۱۲.

قرار گیرد و هم با اعمال تغییراتی کاربری فضایی داشته باشـــد. علاوه‌براین، بینش حاصل از تخصص در زمینه‌های غیرفضایی می‌تواند ابزار مؤثری برای توسعه راه‌حل‌های نوآورانه، بهره‌برداری از دیدگاه‌ها و دانش جدید باشد. درحالی‌که اسپین-این به‌خودی‌خود برای بخش فضایی سودمند است و می‌تواند برای منبع اصلی بازار خود یک مزیت دوگانه داشته باشد: اول اینکه می‌تواند جایگاه جدیدی به‌عنوان یک محصول ویژه در حوزه فضایی به‌دست آورد و همچنین می‌تواند به بازار محصولات فناورانه کمک کند تا در توسعه و کاربردهای زمینی نیز مؤثرتر عمل کند و دوم هنگامی‌که چنین محصولی به بخشی از یک کاوش و ماجراجویی فضایی تبدیل می‌شود، وجهه اجتماعی بهتری از بُعد تبلیغات و بازاریابی، همچون سایر محصولاتی که در فضا تثبیت شده‌اند، به‌دست می‌آورد.

در ادامه برخی از ظرفیت‌های انقلاب صنعتی چهارم در عرصه صنایع فضایی تعریف شده‌است.

۱-۲-۳. هوش مصنوعی، کلان‌داده و یادگیری ماشین

- **هوش مصنوعی (AI):** به مطالعه و توسعه ماشین‌ها برای انجام وظایف شناختی که معمولاً توسط انسان انجام می‌شود، اشاره دارد.[۱]
- **یادگیری ماشین:** کاربرد هوش مصنوعی است که به‌دنبال توانمندسازی ماشین‌ها برای یادگیری از داده‌هاست.[۲]
- **تحلیل داده ناظر** بر تحلیل داده‌ها با هدف به‌دست آوردن بینش از آنها است.[۳]
- **تحلیل کلان‌داده:** تحلیل داده‌ها بر روی مقادیر زیادی داده انجام می‌شود. در دسترس بودن مقادیر زیادی از داده‌ها فرصت‌هایی را فراهم می‌کند که به افراد امکان ترسیم بینش‌های غنی‌تری را می‌دهد، اما چالش‌های خاصی را نیز به‌همراه دارد.[۴]

در موضوع داده و کلان‌داده فضایی، ظرفیت‌های زیادی در حال حاضر در دســـترس است که به‌عنوان یک فرصت مغتنم برای فناوری‌های تحلیلی پیشرفته می‌تواند در نظر گرفته شـــود که تاکنون کمتر از ظرفیت خود مورد استفاده قرار گرفته است. باید گفت عملیات مأموریت فضایی با چالش‌های متعددی مواجه هستند که ممکن است به دلیل عملکرد پایین سامانه ها موجب ناکارآمدی کل عملیات شده و وظایف را طولانی و پیچیده کند. هوش مصنوعی در حال حاضر برای عملیات اتصال استفاده می‌شود و فرصت‌هایی برای گسترش کاربردها از راه‌اندازی تا عملیات ورود مجدد در آن وجود دارد.[۵] ازاین‌رو فناوری‌های تحلیلی پیشرفته مانند هوش مصنوعی و یادگیری ماشین می‌توانند برای حصول رهیافت دقیق در فرایند طراحی و ساخت استفاده شوند و همچنین به‌عنوان یک فرصت در اولویت، سازمان فضایی می‌توان از هوش مصنوعی به‌منظور دستیابی به درجات بالاتری از خودمختاری در برنامه‌های آینده به‌عبارتی برای ارتقای استقلال سامانه‌های فضایی از ناوبری تا فرود و نیز از قابلیت داخلی و شبکه هوشمند برای ایجاد ظرفیت‌های صنعتی جدید و ارتقای عملکرد عملیاتی استفاده کرد [۱].

۲-۲-۳. ربات‌ها و کوبات‌های هوشمند، یادگیرنده و خودمختار

- ربات‌ها بخش مهمی از انقلاب صنعتی ســـوم بودند و به‌طور فزاینده‌ای در کارخانه‌های تولیدی در سراسر جهان استفاده می‌شدند. بخش رباتیک در حال حاضر تحت تسلط ربات‌های صنعتی اســـت که تمایل دارند طیف محدودی از وظایف که انجام آن توسط انسان خطرناک، تکراری یا از نظر فیزیکی دشوار است را انجام دهند. صنعت ۴.۰ با ترکیب رباتیک با فناوری‌های دیجیتالی نوآورانه مانند هوش مصنوعی و تحلیل داده (داده‌های کلان) لایه دیگری را اضافه کرده اســـت. این ترکیب از رباتیک، فناوری دیجیتال و اتوماسیون امکان ایجاد ربات‌های مستقل یا سیستم‌های مستقل را فراهم می‌کند که نه‌تنها قادرند وظایف از پیش تعریف شده را به‌طور مکرر انجام دهند، بلکه قابلیت درک، یادگیری، پاسخ و تطبیق با محیط پیرامون را نیز دارا هستند.
- ربات‌های مشارکتی[۶] نمونه دیگری از چگونگی ترکیب رباتیک با فناوری‌های دیجیتالی است که می‌توانند عملیات و فرایندهای تولیدی را بهبود بخشند. برخلاف ربات‌های خودمختار که وظایف را به‌طور مستقل انجام می‌دهند، کوبات‌ها ربات‌هایی هستند که برای همکاری با انسان‌ها طراحی شده‌اند. این رویه برخلاف ربات‌های سنتی است که برای انجام وظایف بدون دخالت انسان طراحی شده‌اند.

---

۱. نمونه‌هایی از این وظایف عبارتند از: تشخیص گفتار یا صدا، تشخیص الگو، برای مثال تشخیص چهره یا تشخیص دست‌خط و یا استدلال.

۲. نمونه بارز، خودروهای خودران هستند که با یادگیری از داده‌های افزوده جمع‌آوری شده در حین رانندگی، رانندگی خود را بهبود می‌بخشند. این رویکرد مخالف برنامه‌نویسی سنتی است، جایی که ماشین‌ها برای انجام وظایف خاصی برنامه‌ریزی می‌شوند.

۳. به‌عنوان مثال، تحلیل داده‌های دارای تاریخچه فروش می‌تواند در مورد اینکه کدام گروه مشتری را هدف قرار دهد، چه زمانی فروش را حفظ کند یا درآمدهای احتمالی آینده به ما آگاهی دهد.

۴. به‌عنوان مثال، می‌توان رایانه‌های رومیزی را نام برد که به‌اندازه کافی قدرتمند نیستند تا مقادیر بسیار زیادی داده را پردازش کنند.

۵. در خصوص گســـترش کاربردها، برای مثال، تأخیر زمانی بین فضاگردها و مراکز کنترل و عملیات می‌تواند به‌طور قابل توجهی زمان انجام کارها را طولانی کرده است. در این راستا، انواع هزینه‌ها را می‌توان با استفاده از هوش مصنوعی برای کنترل مأموریت و عملیات کاهش داد.

6. Cobots

- سامانه‌ها/ربات‌های خودکار رایانه‌ها یا ماشین‌هایی هستند که وظایف از پیش تعریف شده خاصی را به‌طور خودکار و بدون دخالت انسان انجام می‌دهند.[۱]

- سامانه‌ها/ربات‌های خودمختار شبیه به سامانه‌های خودکار هستند. با این تفاوت که سامانه‌های خودمختار نه‌تنها قادر به انجام وظایف از پیش تعیین شده به‌طور خودکار هستند، بلکه علاوه‌بر آن به محیط خود نیز پاسخ می‌دهند، از آن یاد می‌گیرند و با آن سازگار می‌شوند (در عمل، این دو اصطلاح اغلب به‌جای یکدیگر استفاده شده‌اند).

- رباتیک ابری، رباتیک را با فناوری‌های ابری مانند محاسبات ابری ترکیب می‌کند. در اصل، ربات‌ها به ابر متصل هستند و اجازه می‌یابند از قابلیت‌های ابری مانند قدرت پردازش گسترده یا فضای ذخیره‌سازی استفاده کنند. به‌این‌ترتیب، رباتیک ابری به ربات اجازه می‌دهد تا وظایف محاسباتی کم‌هزینه‌تری را به‌صورت محلی انجام دهد (مثلاً جمع‌آوری داده‌ها از سنسورها) و وظایف محاسباتی یا ذخیره‌سازی فشرده را در فضای ابری بارگذاری کند [۲].

۳-۲-۳. شبیه‌سازی و همزاد دیجیتالی در فرایندها

- همزادهای دیجیتالی یک کپی دیجیتالی از اشیا یا فرایندهای فیزیکی هستند که مانند شیء واقعی عمل می‌کنند. همزادهای دیجیتالی می‌توانند در طول چرخه عمر محصول مورد استفاده قرار گرفته و دائماً به‌روز شوند تا نمایشی تقریباً واقعی از شیء فیزیکی را در طی فرایندهای طراحی، ساخت و عملیات اجرایی ارائه دهند. همزادهای دیجیتالی در هر مرحله بینش‌های متفاوتی را ارائه می‌دهند.[۲]

- شبیه‌سازی ارتباط نزدیکی با همزادهای دیجیتالی دارد و اغلب برای تحلیل و تأیید نحوه رفتار یک محصول در شرایط مختلف یا نحوه واکنش آن به اتفاقات جدی استفاده می‌شود و اغلب برای ارزیابی فرایندها به‌کار گرفته خواهد شد. ظهور فناوری‌های دیجیتال در تولید، به‌عنوان بخشی از صنعت ۴.۰ و به‌ویژه اینترنت صنعتی اشیا، شبیه‌سازی را یک گام به جلو رانده و امکان شبیه‌سازی کل فرایند خط تولید را فراهم کرده است. این امکان آزمایش و تنظیم دقیق کارخانه تولید و فرایندهای تولید آن را قبل از شروع کار کارخانه فراهم می‌کند. هنگامی‌که کارخانه در حال بهره‌برداری است، از شبیه‌سازی می‌توان برای آزمایش تغییرات در خط تولید قبل از اجرای فیزیکی آنها استفاده کرد [۲].

- در حوزه فضایی که سفارشی‌سازی و تولید محدود جزو خصیصه‌های آن است، از سویی می‌توان همزادهای دیجیتالی را برای تحلیل و کیفیت‌سنجی محصول در طیفی از سناریوهای مختلف قبل و در حین ساخت به‌کار گرفت؛ به‌نحوی‌که امکان بازخورد فوری در فرایند تولید را فراهم کنند و درنتیجه تولید را بهینه و نیاز به چند نمونه اولیه را کاهش دهند. از سوی دیگر، در صنایع و کارخانه‌ها نیز می‌توانند برای اعتبارسنجی کل فرایند تولید و شناسایی حوزه‌های بهبود استفاده شوند. به‌این‌ترتیب همزادهای دیجیتالی می‌توانند به ادغام آزمایش محصول در طول فرایند توسعه و تولید محصول کمک کنند و به تولیدکنندگان یاری رسانند تا محصولات را در اولین دور تولید کرده و زمان صرف شده برای اعتبارسنجی محصول نهایی را کاهش دهند.

۴-۲-۳. اینترنت اشیا

- اینترنت اشیای[۳] به زبان بسیار ساده اشاره به اتصال چیزها به اینترنت دارد. این می‌تواند شامل هر چیزی باشد، از وسایل خانگی و شهری، تجهیزات تولیدی یا تمام شهرها. اتصال اینترنت به این موارد اجازه می‌دهد تا با یکدیگر ارتباط برقرار کنند و وظایف خاصی را انجام دهند.[۴]

- اینترنت اشیا رباتیک[۵] مفهومی شبیه به اینترنت اشیاست، اما از این هم فراتر می‌رود. ربات‌ها (یا سایر دستگاه‌های هوشمند) می‌توانند دنیای فیزیکی را رصد کنند و نه‌تنها این اطلاعات را از طریق اینترنت منتقل نمایند، بلکه به‌طور مستقیم اطلاعات جمع‌آوری شده را تحلیل و براساس این تحلیل به‌صورت مستقل تصمیم‌گیری کنند و سپس در دنیای فیزیکی اقداماتی را انجام دهند.

---

۱. به‌عنوان مثال، یک ربات بسته‌بندی صنعتی.

۲. به‌عنوان مثال، در مرحله طراحی، می‌توان از یک همزاد دیجیتالی برای تحلیل اعتبارسنجی شیء در طیف گسترده‌ای از سناریوهای مختلف استفاده کرد. درنتیجه محصول قبل از تولید محصول واقعی بهینه می‌شود و در مرحله عملیاتی نیز می‌توان برای نظارت بر فرسودگی و ارائه بینشی در مورد رفتار عملیاتی محصول استفاده کرد.

3. IoT

۴. به‌عنوان مثال، تجهیزات تولیدی می‌توانند موقعیت خود را در کارخانه گزارش و درنتیجه از ضرر و زیان جلوگیری کنند.

5. IoRT

- اینترنت اشیای صنعتی[1] زیرمجموعه‌ای از اینترنت اشیا هستند که به‌طور خاص به سنسورها، دستگاه‌ها و ماشین‌های مورد استفاده در زمینه صنعتی اشاره دارند.[2]
- در کاربری‌های فضایی، فناوری ردیابی مانند برچسب‌های شناسایی فرکانس رادیویی در تلفیق با اینترنت اشیای صنعتی، می‌تواند به نظارت و بهبود استفاده از تجهیزات و امکانات و افزایش قابلیت ردیابی کمک کند.

۵-۲-۳. سنسورهای هوشمند

- سنسورهای هوشمند یکی از اجزای کلیدی اینترنت اشیا به شمار می‌روند. آنها داده‌ها را از دنیای فیزیکی اندازه‌گیری، نظارت یا جمع‌آوری می‌کنند. علاوه‌براین سنسورهای هوشمند دارای قدرت پردازشی هستند که به آنها اجازه می‌دهد تا داده‌های جمع‌آوری شده را بازخوانی کنند[3]. در کاربردهای فضایی اقداماتی از قبیل جهت‌یابی، تشخیص ناهنجاری مغناطیسی، سوئیچ مجاورتی در کاربردهای خودکارسازی و سامانه‌های هوشمند جلوگیری از برخورد قابل ذکر است.

۶-۲-۳. فناوری‌های حوزه امنیت سایبری

حیطه فعالیت امنیت سایبری شامل طیف گسترده‌ای اعم از حفاظت از سامانه‌های زمینی، لینک‌های داده ارسالی و دریافتی فضایی و زنجیره تأمین ماهواره است که به‌منظور دفع تهدیدات سایبری و از دست دادن داده از سطح سازمانی گرفته تا رهگیری داده‌های ارسال شده توسط ماهواره‌ها به پایانه‌ها و اقدامات مخرب‌تر، به‌کار گرفته می‌شود. با توجه به اینکه اتصال تولید ماهواره به پرتاب، عملیات و خدمات پایین‌دستی نیازمند رویکرد صنعتی و استانداردهای مشترک است، امنیت سایبری به‌عنوان یک بخش مهم و فراگیر در پروژه‌های فضایی در نظر گرفته می‌شود و متناسب با پیشرفت فناوری توسعه می‌یابد[۱].

۷-۲-۳. چاپ سه‌بعدی و تولید افزایشی

- تولید افزایشی به فرایند طراحی نرم‌افزاری سه‌بعدی اشیا و سپس ایجاد آن با قرار دادن لایه‌به‌لایه مواد تا زمان تکمیل قالب نهایی شیء مورد نظر اشاره دارد.
- چاپ سه‌بعدی اغلب به‌عنوان مترادف تولید افزایشی استفاده می‌شود، اما می‌توان استدلال کرد که اصطلاحات کمّی متفاوت هستند. به‌عنوان مثال، تولید افزایشی ممکن است برای اشاره به تولید در مقیاس صنعتی مناسب‌تر باشد، در حالی که اصطلاح چاپ سه‌بعدی ممکن است برای کارهای چاپ در مقیاس کوچک‌تر مناسب باشد. با وجود این، برای هدف این مطالعه و بررسی، به‌صورت مشابه در نظر گرفته شده‌اند.
- فناوری‌های تولید افزایشی در حال حاضر برای ساخت مدل‌ها و نمونه‌های اولیه در بخش فضایی استفاده می‌شود و اخیراً این فناوری‌ها نیز به‌طور فزاینده‌ای به‌منظور تولید اجزای مأموریت‌های فعال استفاده می‌شوند. استفاده از روش‌های ساخت افزایشی برای نمونه‌سازی، ظرفیت قابل توجهی در خصوص کاهش زمان نمونه‌سازی در قیاس با سایر روش‌ها به همراه دارد؛ در این خصوص صرفه‌جویی زمانی حدود ۴۳ تا ۷۵ درصد برآورد شده است که این امر مؤلفه زمان عرضه به بازار را کاهش می‌دهد. در حال حاضر فناوری تولید در فضا[4] از طریق تأسیسات تولید افزایشی مستقر در ایستگاه فضایی بین‌المللی یکی از نمونه‌های موفق این حوزه است. همچنین صنایع هوافضایی معتبری نظیر بوئینگ، ایرباس و رواگ در ساخت بدنه ماهواره و اجزای آن از این ابزار استفاده کرده‌اند.
- تغییر به‌سمت حجم بالاتر در این بخش می‌تواند حرکت به‌سمت استانداردسازی را تشویق کند. به‌طور خاص می‌توان به معرفی سامانه تجاری در دسترس[5] قطعات پرداخت که در سناریوهای فضایی چالش‌برانگیز با موفقیت آزمایش و بهینه شده‌اند. این می‌تواند امکان استفاده از این سامانه‌ها را نسبت به اجزای سفارشی افزایش داده و درنتیجه هزینه نهایی را کاهش دهد و چرخه‌های توسعه را کوتاه کند. استانداردسازی مطلوب‌تر به‌نوبه خود فرصت‌هایی را برای استفاده از فناوری‌های دیجیتالی‌سازی مانند اتوماسیون بالاتر فرایند تولید یا ادغام ربات‌های مشترک ایجاد می‌کند.

---

1. IIoT

۲. به‌عنوان مثال، ماشین‌های صنعتی، ربات‌ها و تجهیزات تولیدی و ... . این به صنایع تولیدی اجازه می‌دهد تا فرایندهای صنعتی خود را در زمان واقعی نظارت کنند و بهره‌وری را افزایش دهند. محصولات عملیاتی می‌توانند به IIoT نیز متصل شوند. این امکان نظارت از راه دور، تعمیر و نگهداری و تشخیص خرابی محصولات نهایی مستقر در سایت مشتری را فراهم می‌کند. برای صنایع، این بدان معناست که آنها با محصولات عملیاتی خود هماهنگ‌تر هستند و به‌عنوان مثال، آنها را قادر می‌سازد تا خرابی‌ها را قبل از ایجاد قطعی شناسایی و برطرف کنند.

۳. به‌عنوان مثال، اگر به اینترنت متصل باشد سنسور هوشمند می‌تواند داده‌ها را به‌طور خودکار به یک برنامه تلفنی منتقل کند یا در صورت بروز مشکل، هشدارها را افزایش دهد.

4. Made in Space

5. Commercial Off-The-shelf (COTs)

۸-۲-۳. واقعیت افزوده و مجازی

- واقعیت مجازی[1] به محیطی رایانه‌ای اشاره دارد که انسان می‌تواند با آن به‌گونه‌ای واقع‌گرایانه تعامل برقرار کند.[2]

واقعیت افزوده: نیز به محیطی تولید شده توسط کامپیوتر اشاره دارد. بااین‌حال، این محیط به‌جای اینکه کاملاً مجزا باشد، درک کاربر از واقعیت را تغییر می‌دهد. به‌عنوان مثال، می‌توان به یک مهندس دستورالعمل‌های تعمیر و راهنمایی‌های بصری یک شیء که قرار است تعمیر شود را ارائه کرد.

- واقعیت افزوده[3] نیز می‌تواند برای تجسم داده‌ها آسان‌تر و به‌طور شهودی در زمان واقعی مورد استفاده قرار گیرد.[4]

۹-۲-۳. یکپارچه‌سازی سیستم‌های فیزیک- سایبری در بستر هوش مصنوعی

- ادغام فناوری‌های دیجیتالی و فیزیکی و بهره‌برداری از فناوری‌های دیجیتال با یکدیگر و به‌طور هماهنگ ظرفیت ایجاد الگوهای جدیدی در ابعاد کسب‌وکار، افزایش زمان ورود به بازار، یکپارچه‌سازی و تقویت زنجیره‌های تأمین، تولید محصولات سفارشی و ایجاد دستاوردهای قابل‌توجه را به‌همراه دارد. ازآنجایی‌که یکی دیگر از اجزای کلیدی انقلاب صنعتی چهارم اتوماسیون است، حوزه دیگری که فناوری‌های دیجیتالی‌سازی می‌توانند چالش‌های موجود را برطرف کند، اتصال شرکت‌ها در سراسر زنجیره تأمین است، بنابراین زنجیره تأمین یکپارچه‌تری ایجاد کرده و همکاری، انعطاف‌پذیری و دید در طول زنجیره تأمین را بهبود می‌بخشد [۲].

- درخصوص مکانیسم‌های بازخورد خودکار می‌تواند برای به‌روزرسانی سایر صنایع و شرکت‌های طول زنجیره تأمین در مورد پیشرفت تولید و آزمایش‌های تضمین کیفیت انجام شده استفاده شود. همچنین چنین مکانیسم‌هایی می‌توانند برای اطلاع اعضای زنجیره تأمین در هنگام تشخیص عدم انطباق مورد استفاده قرار گیرند و درنتیجه آزمایش‌های تکراری کاهش یابد.

۱۰-۲-۳. رایانش ابری و زنجیره بلوکی

رایانش ابری یک الگو برای دسترسی آسان و نامحدود به منابع محاسباتی (رایانشی) مشترک است. این منابع می‌توانند به‌سرعت و به‌راحتی در این قالب ارائه شود و در صنایع فضایی مورد استفاده قرار گیرد. گفتنی است، رایانش ابری به‌طور گسترده در پردازش داده‌های کلان فضایی به‌کار می‌رود. زنجیره بلوکی نیز فهرستی از رکوردها یا بلوک‌هایی است که با استفاده از رمزنگاری مرتبط برچسب زمانی خورده و ایمن شده‌اند. امروزه سرمایه‌گذاری در فناوری زنجیره بلوکی به‌سرعت افزایش یافته است. این از آن جهت است که برنامه‌های کاربردی بالقوه برای «دفترکل توزیع شده» ایجاد شده است. زنجیره بلوکی یک فناوری برافکن است و می‌تواند بر نحوه اشتراک‌گذاری اطلاعات، حذف اشخاص ثالث و ایجاد شفافیت بیشتر تأثیر مثبت گذارد.

- در فعالیت‌های فضایی جدای از داده‌های مأموریت، این امر شامل تدارکات هوشمند برای بهینه‌سازی زنجیره تأمین یا مدیریت اطلاعات نیز می‌شود که در آن برنامه‌های کاربردی ممکن است شامل فضاپیمای مجازی (قابلیت ردیابی و سازگاری پیکربندی) و کنترل پیکربندی (سخت‌افزار/اسناد) باشد. بااین‌حال، تنوع زنجیره ارزش فضایی از نظر تعداد و نوع سازمان‌ها، منجر به عدم استانداردسازی داده‌ها در میان مأموریت‌ها و آژانس‌ها شده است. داده‌ها همیشه شفاف یا قابل خواندن نیستند و به یک راهکار تکنولوژیکی برای ارائه ابزار و توسعه استانداردها نیاز دارند. به‌عنوان یک فرصت در اولویت، آژانس/سازمان فضایی می‌توان صنعت فضایی را به‌سمت پذیرش فناوری زنجیره بلوکی به‌منظور سازماندهی و مدیریت داده‌های علمی سوق داد و اطمینان حاصل کرد که مدیریت برنامه و داده‌های مأموریت رمزگذاری شده است. این امر می‌تواند شامل توسعه ابزارها و استانداردهای مربوط به نحوه تولید، انتقال، جمع‌آوری و اشتراک‌گذاری داده‌های مأموریت باشد. توانایی جمع‌آوری داده‌های ساخت‌یافته در یک دفترکل توزیع شده نیز شفافیت را برای همه ذی‌نفعان صنعت فراهم می‌آورد [۲].

---

1. VR

۲. برای دسترسی و تعامل با این محیط باید از تجهیزات الکترونیکی خاصی استفاده کرد، به‌عنوان مثال هدست واقعیت مجازی.

3 .AR

۴. به‌عنوان مثال، در بخش تولید هوافضا، ایرباس در تجارت فضایی خود از واقعیت مجازی برای کمک به متخصصان خود به‌منظور کار بر روی اشیای سه‌بعدی مصنوعی برای اهداف طراحی استفاده می‌کند. همچنین می‌توان از فناوری‌های واقعیت مجازی یا واقعیت افزوده برای آموزش کارکنان یا انتقال دانش از کارکنان باتجربه به کارکنان کم‌تجربه استفاده کرد.

۱۱-۲-۳. ساخت و تولید هوشمند

- تولید هوشمند مفهومی کلی است که برای توصیف فرایندهای تولید با اســـتفاده از فناوری‌های دیجیتالی‌سازی مانند رباتیک پیشرفته، تحلیل داده‌های کلان، یا اینترنت اشیا صنعتی با هدف بهبود فرایندهای تولید و بهره‌وری استفاده می‌شود. همچنین تولید هوشمند اغلب با انعطاف‌پذیری بیشتری در فرایند تولید همراه است و به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا سریع‌تر به تقاضاهای درحال تغییر پاسخ دهند.

- کارخانه هوشمند اصطلاحی است که برای اشاره به کارخانه‌های نسل آینده استفاده می‌شود که از فناوری‌ها و فرایندهای تولید هوشمند استفاده گسترده خواهند کرد. کارخانه هوشمند با درجه بالایی از اتوماسیون و دیجیتالی شدن تبیین می‌شود که امکان تولید محصول را با حداقل دخالت انسان فراهم می‌آورد. یکی دیگر از ویژگی‌های کلیدی کارخانه هوشمند اتصال اینترنت اشیاست. این فرایند تولید کارآمدتر، انعطاف‌پذیرتر و یکپارچه‌تر را به‌همراه آورده و می‌تواند راحت‌تر با نیازهای متغیر مشـــتری و ویژگی‌های زنجیره تأمین سازگار شده و به آن پاسخ دهد [۲].

۳-۳. برون‌داده‌ای باز تولید بالا به پایین (از صنایع فضایی به صنایع سنتی زمینی) در عصر چهارم فضایی

قیاس مفهومی و ترکیب انقلاب صنعتی ۴.۰ و فضا ۴.۰ دارای برون‌دادهایی برای بخش‌های صنعتی، شهروندان، دولت‌ها و جامعه است. ازاین‌رو، می‌توان به ابعاد این ادغام و برون‌داد که متأثر از کلان روندهاست اشاره کرد. برخی از این روندهای مهم کلان عبارتند از توسعه شهرنشینی، اتصال و همگرایی (بر اثر فناوری‌های دیجیتال) که قرار است دنیای آینده را اعم از جوامع، اقتصادها، مشاغل، فرهنگ‌ها و درنهایت زندگی افراد را تحت تأثیر قرار دهند. هر روند کلانی از روندهای فرعی متعددی تشکیل شده که به‌نوبه خود، احتمالاً بر بخش‌های خاصی نظیر بخش فضایی، به‌ویژه در بعد کارآفرینی نوین آن، مؤثر است. در یک مطالعه پژوهشی که به‌طور مشترک توسط آژانس فضایی اروپا و مؤسسه فراستاند سالیوان[1] انجام شده با هدف ارزیابی روندهای آینده و هدف‌گذاری نوآورانه و نیز ابعاد تأثیرپذیری کلان‌روندها به شناسایی و تحلیل فرصت‌ها و تهدیدهای زیست‌بوم فضایی با مطالعه موردی آژانس فضایی اروپا پرداخته و توصیه‌هایی ارائه کرده است [۳]. در مطالعه مذکور، مهم‌ترین برون‌دادهای حاصل از سرریز فناوری و محصولات و خدمات فضا ۴.۰ عبارتند از:

۱-۳-۳. توسعه شهرهای هوشمند

در توسعه شهرهای هوشمند موضوع ارتباطات و فناوری اطلاعات به‌عنوان یکی از مؤلفه‌های اصلی مطرح است. لذا فناوری‌های غیرهمگرا با فناوری‌های دیجیتالی و همین‌طور فقدان خدمات یکپارچه از اصلی‌ترین چالش‌های توسعه شهرهای هوشمند در آینده خواهد بود. ارتباط داده‌های فضایی ناشی از مشاهده زمین[2] با داده‌های جمع‌آوری شده به‌روش غیرفضا در حال حاضر به‌علت عدم هماهنگی و ارتباط فناورانه مکفی برقرار نیست. لذا توسعه نسل چهارم فناوری‌های فضایی می‌تواند با یکپارچه کردن فناوری‌های فضایی امکان انتقال داده‌های حاصل از رصد زمین از فضا، ناوبری و ایستگاه‌های پلتفرم‌های با ارتفاع بالا[3،4] را به سایر سامانه‌های موجود فراهم کرده و توسعه شهر هوشمند را از منظر اطلاعات فضا فراهم سازد. به‌این‌ترتیب، زیست‌بوم نوینی از تأمین‌کنندگان ایجاد می‌شود که هریک قادرند راهکارهایی جهت خدمت‌رسانی به بسیاری از شهروندان ارائه کنند؛ به‌عنوان مثال در حوزه حمل‌ونقل هوشمند، مدیریت هوشمند ترافیک، سامانه‌های پارک هوشمند، ردیابی سلامت و ... .

۲-۳-۳. تولید انرژی مبتنی بر فضا

یکی از افق‌های فضایی متأثر از کلان‌روندها، تولید انرژی مبتنی‌بر فضاست. امروزه تولید انرژی با استفاده از انرژی‌های پاک با حداقل میزان آلایندگی به‌طور فزاینده‌ای مورد توجه قرار گرفته است. اگرچه توسعه انرژی تجدیدپذیر به‌جهت قیمت بالای تولید و نیازمندی به یارانه‌های دولتی با کندی در حال رشد است. فضا به‌دلیل سطوح بالای تشعشعات خورشیدی، ظرفیت ارسال مقادیر بالایی از انرژی خورشیدی به زمین را دارد. هرچند در حال حاضر انتقال انرژی به زمین، به‌دلیل محدودیت‌های فنی، به‌خصوص اتکا به کابل، بهینه نیست و نیز مسائل حقوقی

1. Frost & Sullivan
2. Earth Observation (EO)
3. High-Altitude Platform Station(HAPS)

۴. نوعی پلتفرم هستند که در استراتوسفر و در ارتفاعات بین ۲۰ تا ۵۰ کیلومتری از سطح دریا قرار دارند. به‌منظور ارائه خدمات مختلف ارتباطی، ازجمله دسترسی به اینترنت پرسرعت، ارتباطات موبایل و نظارت طراحی شده‌اند. ایستگاه‌های پلتفرم با ارتفاع بالا نمایانگر یک رویکرد نوآورانه برای کاهش شـــکاف دیجیتالی و افزایش قابلیت‌های ارتباطی در کاربردهای مختلف هستند. با پیشرفت فناوری ممکن است نقش حیاتی در گسترش دسترسی به اطلاعات و خدمات در سطح جهانی ایفا کنند.

مجوز انتقال انرژی از فضا به زمین یا سـایر دارایی‌های فضایی را نمی‌دهند. اما در راستای فضا ۴.۰ این امکان در آینده جهان وجود دارد که کشورهای پیشرو در عرصه فضایی به‌دنبال تدوین نقشه راه فناورانه با هدف تأمین برق از فضا و نیز ارسال نیرو بین موقعیت‌های فضایی باشند.

۳-۳-۳. ارتقای سلامت و تله مدیسین در بستر فضایی

نظر به روند سالمندی در جهان، تا سال ۲۰۲۵، میانگین سنی جهانی ۲,۶ سال افزایش خواهد یافت. در این بستر یکی از ابعاد توسعه فضا ۴.۰ تقویت بیشتر استفاده از ماهواره‌ها، فناوری‌ها و برنامه‌های ارتباطات فضایی برای پایش سلامت، از طریق بهره‌مندی از زیرساخت فضایی برای فعال کردن امور پزشکی از دور (تله مدیسین) است. علاوه‌بر جمع‌آوری و انتقال داده‌ها، می‌توان از دانش و تخصص آژانس‌های توسعه‌دهنده فناوری‌های فضایی نیز برای ناوبری فضایی و پیشبرد استفاده از تحویل دارو توسط پهپادها به مناطق صعب‌العبور استفاده کرد.

۴-۳-۳. توسعه ناوبری وسایل خودران

در حال حاضر توسعه فناوری خودروهای خودران به‌شدت در دنیا مورد توجه است. پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۰ یک میلیون خودروی کاملاً خودران در جاده‌ها فعالیت کنند. در همین راستا پیش‌بینی می‌شود، پیشرفت‌ها در سامانه‌های هوایی پیشرفته[1] نیز باعث شود هوافضای تجاری در جابه‌جایی‌های هوایی کوتاه‌برد به‌طور فزاینده‌ای خودمختار شـوند. بااین‌حال، این ادغام نیازمند همراهی و مشارکت نهادهای توسـعه‌دهنده فناوری‌های فضایی با صنعت ناوبری برای بخش‌های زمینی، دریایی، کشاورزی و معدن است. این همگرایی شامل راهبری فکری، مشاوره و ادغام مرتبط با ناوبری، مشاهده زمین، یکپارچه‌سازی نرم‌افزار و عملیات می‌شود.

۵-۳-۳. استفاده از ظرفیت آژانس‌های فضایی برای محرومیت‌زدایی

امروزه مشاهده می‌شود در گستره قابل‌توجهی از قاره آفریقا چالش‌های توسعه اجتماعی، مانند عملکرد آموزشی پایین و سیستم‌های مراقبت بهداشتی ضعیف، همچنان ادامه دارند. در این خصوص بهبود اتصال پهن باند و استفاده از داده‌های ثابت مشاهده زمین می‌تواند به کاهش چالش‌ها در راستای توسعه پایدار کمک کند. بنابراین، سازمان‌ها یا آژانس‌های فضایی پیشـرو در جهان می‌توانند از این کشورها حمایت و فرصت‌های جدیدی را برای خدمات پایین‌دستی باز کنند و درعین توسـعه صنایع و اپراتورهای دولت‌های کم‌برخوردار، همچون برخی کشورهای قاره آفریقا، در حوزه‌هایی نظیر موارد زیر مؤثر واقع شوند:

- **اجتماعی:** تبلور شعار «فضا برای همه» و اجازه دسترسی به همه جوامع دورافتاده با یک سیستم پهن باند از مدار زمین ثابت،
- **ژئوپلیتیک:** مدیریت الگوهای مهاجرت برای کمک به افزایش رفاه از طریق افزایش ظرفیت‌های نظارتی در حوزه جرم‌انگاری و ارائه داده‌های رصد زمین به‌عنوان ابزاری برای ایجاد صلح و همین‌طور استفاده از داده‌های ماهواره‌ای به‌منظور مدیریت رشد جمعیت و برنامه‌ریزی شهری مرتبط،
- **مدیریت منابع:** ارتقای مدیریت منابع در آفریقا و مباحث پایداری، در حوزه های معدنی، منابع آبی و ...،
- **حکمرانی فضایی:** کمک به ایجاد یک آژانس فضایی آفریقایی که بتواند چنین سیستمی را اداره کند.

۶-۳-۳. افزایش امکان رعایت الزامات توسعه پایدار

امروزه حجم قابل‌توجه زباله‌های فضایی و تعداد ماهواره‌های مصنوعی رها شـده به‌طور مداوم درحال افزایش است. انتظار می‌رود علاوه‌بر زباله‌های فضایی، تعداد زیادی از منظومه‌های ماهواره‌ای کوچک ظرفیت قابل‌توجهی از مدار پایین زمین (لئو) را اشـغال کرده و خطرات عملیاتی برخورد و خسارت را افزایش دهند. این امر با فقدان مقررات و دسـتورالعمل‌های جهانی، کاربرد ناهمگن استانداردهای موجود، و همچنین کاهش قابلیت‌های اطمینان فضاپیما که توسط اپراتورها برای کاهش هزینه‌ها و افزایش نرخ تولید لازم به‌منظور استقرار منظومه‌های عظیمی از هزاران ماهواره تشدید شده است. ازاین‌رو، سرریز توسعه فناوری‌ها، خدمات و محصولات نسل چهارم فضایی با الهام از اصول اقتصاد چرخشی مبتنی بر 3R[2] (کاهش،[3] استفاده مجدد[4] و بازیافت[5]) شانس بیشتری دارد که با رفع چالش‌های زیر بتواند شرایط مطلوب‌تری را به‌لحاظ رعایت الزامات زیست‌محیطی و توسعه پایدار فراهم سازد:

---

1. Advanced Air Mobility (AAM)

۲. به مدیریت پسماند و حفاظت از محیط زیست اشاره دارد و شامل کاهش تولید زباله و مصرف منابع، استفاده مجدد از اشیا و جلوگیری از دور انداختن آنها و بازیافت و پردازش زباله برای تولید محصولات جدید و کاهش نیاز به مواد اولیه است. این سه اصل کمک می‌کند تا اثرات منفی زباله‌ها کاهش یابد و از محیط زیست محافظت شود.

3. Reduce
4. Reuse
5. Recycle

- اعمال استانداردها و مقررات،
- توسعه حامل‌های خدمات فضایی (ساخت و تولید درون‌مداری)،
- کاهش/حذف زباله‌های فضایی،
- بازیافت ماهواره،
- اخذ مالیات ماهواره‌ای (به‌عنوان مثال پرداخت به‌ازای استفاده در سال).

۴-۳. چالش‌های پیش روی توسعه فضا ۴.۰

با توجه به نوین بودن و ضرورت آمیختن بسیاری از رویکردها، فناوری‌ها و حتی قوانین و مقررات حوزه فضا ۴.۰ با سایر حوزه‌های سنتی، چالش‌های متعددی نیز مشاهده می‌شـــود که می‌توان آنها را در ابعاد مختلفی از قبیل ماهیت انقلاب صنعتی چهارم ظرفیت پذیرش (جامعه و حاکمیت)، قانون، ساخت و تولید و مشارکت بخش خصوصی دسته‌بندی کرد که در قالب اینفوگرافی در زیر نشان داده شده است.

شکل ۴.اهم چالش‌های پیش روی توسعه فضا ۴.۰

۱. ماهیت انقلاب صنعتی چهارم و چالش ظرفیت پذیرش جامعه

- پذیرش جامعه در قبال استفاده از خدمات نوین منتج از فناوری‌های فضایی در قبال رویکردهای سنتی،
- آموزش و تجهیز اپراتورها و ارتقای مهارت‌های نرم به‌منظور توانمندسازی آنها برای مدیریت مشاغل دیجیتال،
- به اشتراک‌گذاری داده‌ها و اطلاعات در بین صنایع مختلفی که با یکدیگر در حال رقابت هستند،
- ایمنی و امنیت داده‌های رایانه‌ای و ارتباط بین سیستم‌های هوشمند برای جلوگیری از نشت داده‌های محرمانه که بر قابلیت رقابت‌پذیری سازمان تأثیر می‌گذارد.

۲. ماهیت انقلاب صنعتی چهارم و چالش ظرفیت پذیرش حاکمیت

- پذیرش عصر چهارم فضا و گذار از رویکردهای سنتی به رویکردها نوین با هدف افزایش کارآمدی،
- ناکافی بودن و نیاز به تقویت قابلیت نوآوری در امنیت فضا، از جمله نوآوری‌های تکنولوژیکی و نوآوری‌های مدیریتی،
- نیاز به سرمایه‌گذاری کلان با هدف هوشمندسازی تمام اجزای صنعت،
- ناکافی بودن درجه یکپارچگی نظامی- غیرنظامی و همکاری بین‌المللی.

۳. چالش‌های قانونی در عرصه فضا ۴.۰

- جامع نبودن قوانین فضایی هنوز کامل نیست و کمبود مقررات حمایتی،
- عدم ملاحظه هنجارهای حقوقی عمومی قابل اجرا در فعالیت‌های فضایی (پنج معاهده سازمان ملل متحد) در اهداف کشورها، به‌طور ویژه در حوزه ملاحظات زیست‌محیطی و زباله‌های فضایی.

۴. چالش‌های حوزه ساخت و تولید

- راهبرد توسعه نامتوازن در ساخت سامانه‌های فضایی و نیاز به تکمیل زیرساخت‌ها با هدف فعالیت بخش‌های نظامی و غیرنظامی،
- حجم کم ساخت و تولید فضایی در اغلب موارد نسبت به سایر بخش‌ها،
- مقاومت در برابر فناوری‌ها/مواد جدید برای برخی از بخش‌ها در سیستم مدیریت سنتی فضایی،
- ماهیت سفارشی بودن ساخت و تولید فضایی،
- هزینه‌های بالای توسعه ماهواره‌ها که منجر به افزایش هزینه‌های آزمایش با فناوری‌های جدید می‌شود.

۵. چالش‌های حوزه مشارکت بخش خصوصی (تدارکات و قراردادهای سنتی با بخش خصوصی)

- غیرمنعطف بودن قرارداد بین آژانس فضایی و صنعت در بسیاری موارد،
- برخی پیچیدگی‌ها در مسائلی از قبیل نیاز به همسویی دقیق اهداف، توافق در مورد جدول زمانی و حاکمیت، شفاف‌سازی در مورد مالکیت، دسترسی، تصمیم‌گیری و کنترل،
- افزایش بالقوه هزینه‌ها در درازمدت و ناکارآمدی ذاتی دولتی برای حمایت‌های مالی اضافی در فرایند توسعه،
- عدم تمرکز بر بازار در کوتاه‌مدت و میان‌مدت.

۶. چالش‌های حوزه مشارکت بخش خصوصی (ریسک مشارکت دولتی- خصوصی)

- رویکرد محافظه‌کارانه دولت نسبت به ریسک، برای برخی از بخش‌های فضایی،
- محدودیت پشتیبانی و پوشش کامل ریسک و هزینه‌های متحمل شده توسط بخش دولتی،
- عدم بلوغ مکفی صنعت جهت مدیریت ریسک و تعهدات بلندمدت،
- عدم تعادل ریسک و پاداش در قراردادها،
- کمبود میزان آگاهی دقیق از بازارها و ریسک‌های تجاری برای ارزیابی مناسب در حوزه مخاطرات (ریسک) مشارکت‌ها [۲، ۳، ۹، ۱۲].

نظر به موارد فوق باید گفت هرچند چالش‌های مذکور ممکن است مبسوط‌تر از موارد فوق باشد؛ ولی به‌طور کلی بیشتر مسائل در حوزه‌های منابع انسانی، امنیت داده، نوآوری در امنیت داده، زیرساخت ارتباطات، توسعه نامتوازن، تولید محدود، تولید سفارشی، مدیریت دانش، منابع مالی، شرکت‌های کوچک و متوسط صنایع بزرگ، مسائل تجاری‌سازی، نوسانات ارزی، شفافیت و جامعیت قانون، پذیرش حاکمیت و مسائل حوزه مشارکت‌های دولتی- خصوصی قابل احصاست.

۴. فضا ۴.۰ و توصیه‌هایی برای ایران

پیش از ورود به این بحث باید گفت برنامه فضایی همواره جایگاه ویژه‌ای در فهرست اولویت‌های جمهوری اسلامی ایران داشته است. اگرچه در حوزه مشارکت‌های بین‌المللی به‌دلایلی نقش‌آفرینی کم‌رنگی داشته است، اما ایران براساس راهبرد فضایی منتج از اسناد بالادستی، توانسته به چرخه کامل در این فناوری دست یابد و در حال حاضر توانمندی استقرار ماهواره در مدار لئو را به‌دست آورده و بر آن است در برنامه هفتم پیشرفت علاوه‌بر تثبیت مدار لئو به مدارهای بالاتر از جمله مدار ۳۶ هزار کیلومتری دست یابد.

امروزه دستیابی به مدار لئو ظرفیت‌های بالقوه بسیاری اعم از اینترنت اشیا تا ارتباطات پهن باند و نیز سنجش از دور برای توسعه کاربردهای فضایی ایجاد کرده است. در این خصوص تکالیفی در مواد (۶۷) و (۶۹) برنامه هفتم پیشرفت به‌خصوص در احکام «توسعه دسترسی خدمات مبتنی‌بر فناوری‌های فضایی برای کسب‌وکارها»، «ایجاد ۲۵ بستر ارائه خدمات کاربردی فضاپایه با ارزش‌افزوده»، «پوشش خطرات سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در تأمین، توسعه فناوری و راه‌اندازی منظومه‌های ماهواره‌ای ارائه‌دهنده خدمات ارتباطی، سنجشی و اینترنتی»، «رشد سالیانه ۸ درصدی اقتصاد فضایی کشور و ایجاد سازوکارهای مرتبط با آن» گنجانده شده است.

ازسوی دیگر در ماده (۶۷) برنامه هفتم نیز بحث تقویت روابط بین‌المللی فضایی مطرح شده و به صراحت دولت را مکلف به «مشارکت و سرمایه‌گذاری در سامانه‌های فضایی بین‌المللی به‌منظور تأمین نیازمندی‌های داخل کشور و کشورهای همسو از قبیل کشورهای عضو بریکس و سازمان شانگهای، کشورهای اسلامی و کشورهای عضو جنبش عدم تعهد با رعایت اصل هفتادوهفتم (۷۷) قانون اساسی» کرده است.

همچنین نظر به جزء «۸» بند «الف» ماده (۴۸) قانون برنامه هفتم پیشرفت، تحقق سیاست‌های رشد اقتصادی، اجرای طرح‌های عظیم اقتصادی ملی، پیشران، روزآمد و مبتنی‌بر آینده‌نگری و تکمیل زنجیره ارزش و جهش اقتصادی، هوشمندسازی و دستیابی به توانمندی تزریق ماهواره به مدارهای زمین‌آهنگ ازجمله اقداماتی است که باید توسط دولت انجام شود. ازآنجاکه یکی از زمینه‌های پروژه‌های پیشران در این ماده، هوشمندسازی و همچنین حوزه فضایی است؛ لذا به‌نوعی زمینه‌ساز توسعه عصر چهارم فضا شده است و این نوآوری، پارادایم سنتی برنامه‌ریزی دولتی را متأثر خواهد کرد.

نظر به موارد مطروحه باید گفت؛ نقطه اتکای دستیابی به اهداف این احکام توجه ویژه به نقش‌آفرینی بخش خصوصی است و این امر همراه با پیشرفت فضا ۴.۰ و اتصال سایر صنایع به حوزه فضایی، رشد قابل ملاحظه‌ای به‌همراه خواهد آورد. اما نیل به آن شروط و الزاماتی دارد که دولت باید سیاست‌هایی هم در لایه‌های رویکردی و تنظیم‌گری و هم در لایه‌های زیرساختی مورد توجه قرار دهد.

شناخت پارادایم نوین فضایی و زمینه‌سازی

تمرکز فضا ۴.۰ بر توسعه حوزه فضایی توسط بخش خصوصی و مشارکت فراگیر در تأمین و دریافت خدمات و محصولات در سطح جامعه، رویکردهای نوآوری باز را برای چرخش در فناوری‌ها و تشویق حرکت به‌سمت محصولات جانبی فضایی، فراهم خواهد کرد.[1] در این راه، باید یک زیست‌بوم واحد متشکل از همه ذی‌نفعان و بازیگران تشکیل شود که در آن ارتباط بین مجموعه‌ها، همکاری‌ها و مشارکت‌ها به‌درستی تعریف شده باشد و مأموریت‌ها از همان مراحل اولیه تعریف مسئله به‌منظور تبادل دانش و به‌کارگیری روش‌های نوآورانه به اشتراک گذاشته شده باشد. علاوه‌برآن، در چنین زیست‌بومی، باید ظرفیت‌های همکاری میان شرکای بین‌المللی فراهم شده و انعطاف‌پذیری مأموریت‌ها افزایش یابد.

ازاین‌رو می‌توان گفت؛ اقداماتی که در جهت اجرای تحول پارادایم نوین فضایی نیاز است، مواردی از قبیل ترویج حداکثری، تسهیل مشارکت‌ها و فرایندها، افزایش تعاملات با ذی‌نفعان، همکاری‌های بین‌المللی و الهام‌بخشی به جوانان و محققان در راستای فرهنگ‌سازی پذیرش فناوری‌های نوین در جامعه و خدمات فضاپایه و دیجیتالی متناسب با انقلاب صنعتی چهارم است. نظر به اهمیت پرداختن به‌شتاب توسعه فناوری فضایی در ابعاد گوناگون، به‌خصوص انقلاب صنعتی چهارم و فضا ۴.۰، اجرای چنین پارادایمی، همسو با قوانین موجود، می‌تواند اقدام مناسبی به‌منظور توسعه‌بخشی ظرفیت‌های بالقوه این بخش و همچنین زمینه‌ساز شناسایی خلأها هم در زیست‌بوم صنعت فضایی باشد و همچنین در میزان پذیرش فضا ۴.۰ کشور در ابعاد ظرفیت پذیرش جامعه، صنعت و حاکمیت، قانون، ساخت و تولید و مشارکت بخش خصوصی نقش مؤثری ایفا کند.

همسویی سیاست‌های دیجیتال و صنعتی

هماهنگی و انسجام بین سیاست‌های حوزه دیجیتال و صنعتی پیش‌نیاز مهم تحول و استقرار پارادایم نوین فضایی در کشور است. لازمه این امر، هدایت و جهت‌دهی به فعالیت بازیگران این عرصه به‌خصوص بخش غیرحاکمیتی و تطبیق با استانداردها و شرایط فعالیت فعالان بین‌المللی است. همچنین همسویی در سیاست صنعتی و ابزارهای تشکیل‌دهنده رقابت، ازجمله حمایت از صنایع داخلی، قوانین مشارکت خارجی، رفع موانع تجاری مرتبط با اقتصاد دیجیتال و توسعه سیاست‌های داده‌محور ازجمله مهم‌ترین این موارد هستند.

---

۱. نوآوری باز به‌معنای عمومی کردن الزامات و نقشه‌های راه برای فناوری و ایجاد انگیزه برای طیف گسترده‌ای از فعالان به‌منظور کمک به حل مشکلات و انجام اکتشافات جدید است. این رویکرد می‌تواند به‌ویژه در اکتشاف فضایی انسانی موفقیت‌آمیز باشد، زیرا فضا بستری است که شور و شوق زیادی را به خود جلب می‌کند و افراد با پیشینه‌ها و فرهنگ‌های مختلف را مدنظر قرار می‌دهد.

توجه به ظرفیت‌های صنایع فضایی کشور و سرریزهای آن

صنعت فضایی طیف وسیعی از فعالیت‌ها را پوشش می‌دهد و شامل کلیه سازمان‌هایی می‌شود که در فعالیت‌های مرتبط با فضا از جمله مشاغل تجاری و همچنین سازمان‌های غیر تجاری مانند دانشگاه‌ها مشغول هستند. صنعت فضایی را می‌توان ذیل فعالیت‌های زیر تقسیم کرد:

– **ساخت و تولید فضایی:** پوشش فعالیت‌های مربوط به طراحی و ساخت تجهیزات و زیرسیستم‌های فضایی، به‌عنوان مثال تولیدکنندگان ماهواره،

– **عملیات فضایی:** پوشش فعالیت‌های مربوط به پرتاب یا بهره‌برداری از ماهواره‌ها و فضاپیماها، از جمله عملیات بخش زمینی و شبکه‌های ایستگاه زمینی،

– **خدمات کاربردی فضایی:** شامل برنامه‌هایی که از سیگنال‌ها و داده‌های ماهواره‌ای برای ارائه خدمات ارزش‌افزوده به کاربران نهایی استفاده می‌کنند؛ به‌عنوان مثال ارتباطات ماهواره‌ای سیار،

– **خدمات جانبی:** خدمات پشتیبانی را به بخش فضایی ارائه می‌دهد؛ به‌عنوان مثال خدمات حقوقی یا مشاوره.

فعالیت‌های مرتبط با فضا که توضیح داده شد را می‌توان به بخش‌های بالادست و پایین‌دست نیز طبقه‌بندی کرد. بخش بالادستی فعالیت‌های مربوط به ارسال فضاپیماها و ماهواره‌ها به فضا، از جمله ساخت حامل‌های پرتاب یا ماهواره را پوشش می‌دهد؛ درحالی‌که بخش پایین‌دستی، فعالیت‌هایی را پوشش می‌دهد که از داده‌های فضایی برای ارائه محصولات یا خدمات فضاپایه (برنامه‌های کاربردی فضایی) و همچنین عملیات بخش زمینی استفاده می‌کنند. علاوه‌بر صنعت فضایی، کاربرانی که به‌طور مستقیم در فعالیت‌های مرتبط با فضا درگیر نیستند، از خدمات فضایی نیز بهره‌مند می‌شوند، به‌عنوان مثال، ارائه‌دهندگان نقشه آنلاین، پیش‌بینی آب‌وهوا یا امداد در بلایا. کاربران خدمات فضایی شامل کاربران تجاری و دولتی و همچنین مصرف‌کنندگان نیز می‌شود که همراه با فعالیت‌های مرتبط با فضا که در بالا توضیح داده شد، اقتصاد فضایی گسترده‌تر را تشکیل می‌دهند.

یکی از بازیگران مهم و اصلی حوزه فضایی در کشور، بخش دفاعی است. گفتنی است، یک از وجوه توسعه فناوری‌های چندجانبه که ضرورت همکاری بخش خصوصی را ایجاد می‌کند؛ استفاده از سرریزهای بخش دفاعی به صنایع فضایی و برعکس است. نکته مهم در این حوزه تبیین حوزه فعالیت بخش غیردفاعی و بهره‌گیری از ظرفیت بروکرهای فناوری است.

درخصوص حیطه فعالیت بخش خصوصی باید گفت در مجموعه قوانین کشور در زمینه فعالیت‌های فضایی بخش خصوصی قوانین معدودی وجود دارد. معمولاً عمده فعالیت‌های فضایی بخش خصوصی برمبنای مذاکرات و توافقات صورت گرفته با مقامات رسمی و سازمان‌های مرتبط شکل گرفته است. می‌توان گفت مهم‌ترین خلأ در این قسمت عدم تبیین صریح و شفاف محدوده فعالیت‌های بخش خصوصی است که با گذشت زمان و تغییر رویکرد دولت‌ها دستخوش تغییرات می‌شود. امروزه در دنیا مشاهده می‌شود که شرکت‌های خصوصی علاوه‌بر طراحی، ساخت و تولید و خدمات به حوزه پرتاب که ظاهراً جنبه دفاعی مشهودتری دارد نیز ورود کرده‌اند و آژانس‌های فضایی در کشورهای مختلف برای کاهش هزینه‌ها با این شرکت‌ها همکاری می‌کنند. نظیر این موارد مؤید آن است که امروزه بخش فضایی در یک کشور توسعه‌یافته می‌تواند در سایه حمایت قوانین ملی در سطوح مختلف زنجیره ارزش فضایی ورود کرده و به توسعه کشور کمک کند.

ازاین‌رو، در راستای جذب حداکثری ظرفیت‌های انقلاب صنعتی چهارم در راستای اجرای احکام مطروحه در صدر بخش ۴ در گزارش حاضر، دولت باید بسط زیست‌بوم فضایی و ظرفیت‌سازی جهت ورود بازیگران جدید (فضایی و غیرفضایی) را مورد ملاحظه قرار دهد. مقتضی است ابعاد تحول سیاست صنعتی با هدف حرکت به‌سمت ایجاد بازارهای جدید طرح‌های نوآورانه تدارکات (قرارداد) دولتی و پشتیبانی و همچنین گذار فناوری به محصول، فرایند و نوآوری تجاری به‌عنوان محرک اصلی نوآوری مورد ملاحظه قرار گیرد و فضا برای مشارکت فراگیر تازه‌واردان به عرصه زیست‌بوم فضایی فراهم آید. در همین راستا نیاز است، حیطه وظایف و اختیارات سازمان فضایی ایران و قوانین بالادستی این حوزه نظیر سند جامع توسعه هوافضا به‌روزرسانی شود و در تدوین سند قانون ملی فضا (در صورت تقدیم به مجلس) مورد ملاحظه قرار گیرد.

توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی در عرصه فضایی

نظر به اینکه عنصر جدایی‌ناپذیر فضا ۴.۰ توسعه فناوری‌های دیجیتالی همگرا با تمرکز بر هوش مصنوعی است؛ باید نسبت به توسعه فناوری‌های مبتنی‌بر هوش مصنوعی و جانمایی آن در صنایع فضایی ملاحظاتی صورت گیرد. همان‌طور که در بخش ۳ گزارش حاضر گفته شد، چالش‌های مختلفی اعم از ظرفیت پذیرش اجتماعی و حاکمیتی، قانون، ساخت و تولید و مشارکت بخش خصوصی درخصوص فضا ۴.۰ وجود دارد و به‌نظر می‌رسد مهم‌ترین آن فقدان سازوکار حاکمیتی مشخص در قبال جهت‌دهی به توسعه فناوری‌های مبتنی‌بر هوش مصنوعی

به‌سمت بخش فضایی براساس قوانین بالادستی است.

بی‌شک برای ارتقای جایگاه کشور در حوزه هوش مصنوعی و کسب جایگاه مناسب در بازارهای جهانی و رسیدن به جمع کشورهای برتر دنیا، راه پرفراز و نشیبی در پیش است. تدوین سند ملی هوش مصنوعی جمهوری اسلامی ایران مصوب ۱۴۰۳ گام مهمی برای وصول به مؤلفه‌های تمدن نوین اسلامی، ارتقای کیفیت حکمرانی و تقویت بنیان‌های علمی و پژوهشی در راستای پیشرفت کشور در همه عرصه‌های مرتبط با حکمرانی منطقه‌ای و ملی و ارتباطات جهانی است. همچنین هوش مصنوعی امور مرتبط با فناوری‌های مهم و راهبردی هوافضا و سایر عرصه‌های علم و فناوری، منشأ تغییر و تحولات بزرگ است. ازاین‌رو در راستای تحقق این سند لازم است دستگاه‌های ذی‌ربط به‌خصوص وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات با همکاری وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری با ارتقا و تأمین زیرساخت‌ها با تأکید بر زیرساخت‌های حقوقی و مالکیت فکری، زیرساخت‌های شبکه ملی اطلاعات و کلان‌داده، زیرساخت‌های پردازشی و مدل‌های بزرگ چندوجهی بومی با رویکرد شتاب‌دهی به پیشرفت هوش مصنوعی و کاربردی‌سازی آن در عرصه فضایی به رشد و جهش مداوم تولیدات فکری، علمی و فناورانه در این عرصه کمک کنند.

■ تقویت جریان داده، ساماندهی و یکپارچه‌سازی آن

تا به امروز، بخش قابل توجهی از تحقیقات و نوآوری‌های فضایی، نه‌تنها در ایران بلکه در سطح جهانی، به صورت محرمانه دسته‌بندی شده و معمولا توسط آژانس‌های فضایی و تعداد کمی از شرکت‌ها و مراکز تحقیقاتی تخصصی در حال انجام بوده است. اما روند رو به افزایش فعالان فضایی جدید، اتخاذ رویکردهای باز برای نوآوری را می‌طلبد و مشخص است با رویکرد جدید اکتشافات و ایده‌های ارزشمندی می‌تواند در بسترهای مختلف تولید شوند. این امر نیازمند دسترسی به داده‌ها و اطلاعات است. لذا موضوع مدیریت داده براساس سطوح محرمانگی، ذخیره، پردازش، استفاده و تبادل آن توسط ذی‌نفعان و همچنین امنیت و حقوق مالکیت داده به‌ویژه به‌علت حساسیت بالای فعالیت‌های حوزه فضایی باید همواره مورد توجه و نظارت قرار داشته باشد [۱۴].

■ توسعه همکاری‌های بین‌المللی در عرصه فضایی و داشتن راهبرد و برنامه مشخص برای آنها

باید گفت به‌رغم دستاوردهای قابل توجه، خدمات فضایی هنوز در بستر جامعه عملیاتی نشده‌اند و توسط مردم قابل لمس نیستند. همچنین نظر به منابع محدود دولت و هزینه‌بر بودن طرح‌های فضایی، در حوزه مشارکت‌ها کاستی‌هایی مشاهده می‌شود که ناشی از عدم چابکی بخش دولتی، مکفی نبودن مقررات و قوانین حمایتی، نحوه مشارکت و ماهیت زیست‌بوم سنتی بخش فضایی کشور است که همه اینها انگیزه ورود سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی به این عرصه را کاهش داده است. این در حالی است که تنها با اتکا به بودجه عمومی نمی‌توان زیرساخت‌های لازم را در کشور فراهم کرد.

با توجه به هزینه‌های بالای حجم سرمایه‌گذاری در بخش فناوری فضایی به‌خصوص حوزه زیرساخت‌های فضایی، وجود بازار نابالغ، ریسک بالای فعالیت‌های فضایی، بخش خصوصی با ورود به زنجیره ارزش جهانی و همکاری با موجودیت جهانی در رده‌های مختلف زنجیره ارزش با کاهش ریسک و هزینه بخشی از بازارهای فضایی را به‌دست می‌آورد. در این راستا، نقش حمایت دولتی به‌منظور توسعه همکاری‌های بین‌المللی و ورود شرکت‌های داخلی به بازارهای جهانی و جذب سرمایه‌گذاری برای توسعه تحقیقات و آزمایش‌های علمی و سرمایه‌گذاری زیرساخت به‌منظور شروع برنامه‌های کاربردی تجاری بسیار حائز اهمیت است. به همین منظور توسعه و ارتقای فضای مناسب کسب‌وکار در چنین حوزه‌هایی نیازمند پیش‌بینی و تدارک تمهیدات قانونی لازم در بخش‌های مدیریتی و حقوقی کشور است که زمینه برای رشد اقتصادی با توجه به ابلاغ سیاست‌های کلی اصل چهل‌وچهارم قانون اساسی ازسوی مقام معظم رهبری فراهم آید. با توجه به سند جامع توسعه هوافضای کشور مواردی نظیر انجام مأموریت‌های فضایی سرنشین‌دار و قرار دادن انسان در مدار و طراحی، ساخت، پرتاب و بهره‌برداری از ماهواره در مدار زمین‌آهنگ و دیگر ماهواره‌ها با کاربردهای ارتباطات، سنجش از دور؛ همچنین دستیابی به خدمات و زیرساخت‌های ارتباطات فضاپایه در جهت تأمین نیازمندی‌های کشوری و منطقه‌ای و جهانی، عمومی و تجاری و سازگار با بستر مخابراتی زمین‌پایه ازجمله اهدافی است که در آن به مشارکت و توسعه هوشمند و فعال همکاری‌ها و تعاملات بین‌المللی تأکید شده است [۱۵].

ازاین‌رو، نظر به اجرای ماده (۶۷) قانون برنامه هفتم پیشرفت، ارتقای دیپلماسی فناوری و استفاده از ظرفیت کشورهای همسایه، کشورهای اسلامی، کشورهای عضو پیمان شانگهای و بریکس با هدف نقش‌آفرینی و کسب سهم از منظومه‌های ماهواره‌ای پهن باند در راستای ارائه اینترنت ماهواره‌ای در کشور با همکاری وزارت امور خارجه و معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان می‌تواند راهبرد مؤثری در این خصوص باشد.

۵. جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

با توجه به مواد (۴۸)، (۶۴) و (۶۷) قانون برنامه هفتم پیشرفت، در گزارش حاضر تصویری از فضا ۴.۰ در پرتو انقلاب صنعتی چهارم ارائه و نظر به ابعاد و طیف گسترده موضوع، سعی شد به‌طور خلاصه به مسائلی از قبیل سیر تحولات، رویکردها، ابتکارات قانونگذاری و روندها در باب فناوری‌های نوظهور و ابزارهای کارکردی انقلاب صنعتی چهارم موثر بر عرصه فضا پرداخته شود.

برای توصیف ماهیت درحال تحول صنعت فضایی عصر جدید باید گفت؛ افزایش استفاده از مشارکت‌های دولتی-خصوصی عرصه فضایی نکته کلیدی این موضوع است. به‌طور کلی، فضای جدید، هزینه‌ها و مخاطرات (ریسک‌ها) مستقیم بیشتری را متوجه شرکت‌های خصوصی کرده است. از ظرفیت‌ها و ویژگی‌های مهم این فضای جدید می‌توان به راهبرد کسب‌وکار مبتنی‌بر تحول گزاره‌های ارزش تهاجمی با ویژگی‌هایی از قبیل یکپارچه‌سازی، سفارشی‌سازی، انعطاف‌پذیری، در دسترس بودن و پیچیدگی‌زدایی؛ تبیین چهار مؤلفه محصول، فرایند و نوآوری تجاری و فناوری به‌عنوان پیشران‌های اصلی نوآوری؛ ساختاریافتگی سرریزهای جدید در بخش بالادستی و پایین‌دستی حول راهکارهای نوآورانه؛ روش‌های توسعه و تولید صنعتی کم‌هزینه و راهکارهای نوآورانه و فناوری‌های برافکن در کنار رشد قابل‌توجه سرمایه‌گذاری بخش غیردولتی اشاره کرد. در کنار آن، با توجه به ورود و ظهور تازه‌واردان و نقش‌آفرینان جدید و شرکت‌های غیرفضایی در زیست‌بوم فضایی، سیر تحول سیاست‌های صنعتی به‌سمت ایجاد بازارهای جدید در حرکت است و نوع همکاری‌ها و قراردادها با هدف اثربخشی هزینه، بهینه‌سازی صنعتی، رفع محدودیت‌های مجوزدهی، تسهیم ریسک انجام می‌گیرد.

بخش تولید فضایی در حال حاضر از ابزارهای توسعه و پذیرش فناری‌های دیجیتالی‌سازی در انقلاب صنعتی چهارم پشتیبانی می‌کند که به‌نحوی کارکردهای بازتولید پایین به بالا در جنبه‌های مختلف فناوری، شامل گستره وسیعی از فناوری‌های مبتنی‌بر هوش مصنوعی شده است. باید گفت همگرایی پایین به بالا ناشی از سرریزهای صنعتی، دانشـــگاه‌ها، سیستم‌های حاکمیت و حوزه‌های بخشی نیز یکی دیگر از ویژگی‌های برجسته این پارادایم درحال تغییر بوده است که مفاهیم، فناوری و فرایندهای جدید را هم در بخش فضایی ادغام کرده و گاه از آن منتج می‌شود. از آن جمله می‌توان به مشارکت بازیگران تازه‌وارد، رویکردهای صنعتی نوآورانه، راه‌حل‌های متحول‌کننده بازار همچون خدمات یکپارچه، سرمایه‌گذاری خصوصی قابل‌توجه با انواع مکانیســـم‌های مختلف تأمین مالی، سرریزهای صنعتی و بازارهای نوظهور، طرح‌های نوآورانه تدارکات (قراردادهای) دولتی و مشارکت فزاینده کشورهای دارای فناوری فضایی اشاره کرد. در یک استفاده متقابل، انقلاب صنعتی چهارم از ویژگی‌های مختلف فعالیت‌های فضایی، از رویکردهای سیستمی، اتصال، قابلیت اطمینان شدید و عملیات از راه دور در محیط‌های خشن بهره می‌برد. قیاس مفهومی و ترکیب انقلاب صنعتی ۴.۰ و فضا ۴.۰ دارای مزایای واضحی برای بخش‌های صنعتی، اجتماعی، دولت‌ها و جامعه است. این امر به‌طور متقابل امکان گرایش به پیشرفت‌ها و ادغام فزاینده فناوری‌های فضایی را به‌نفع جامعه فراهم کرده است؛ توسعه شهرهای هوشمند، تولید انرژی مبتنی‌بر فضا، رعایت الزامات توســـعه پایدار، توسعه ناوبری وسایل خودران، استفاده از ظرفیت آژانس‌های فضایی برای محرومیت‌زدایی مواردی ازاین‌دست هستند.

در رویارویی با فضا ۴.۰ چالش‌های متعددی در حوزه پذیرش اجتماعی و حاکمیتی، قانون، تولید و مشارکت مشاهده می‌شود:

- درخصوص پذیرش اجتماعی در حوزه‌هایی نظیر آموزش، تجهیزات، اشتراک‌گذاری و ایمنی داده و همین‌طور درخصوص ظرفیت پذیرش حاکمیت، مسائلی از قبیل ناکافی بودن و نیاز به تقویت قابلیت نوآوری در امنیت فضا، توسعه نامتوازن و ناکافی بودن درجه یکپارچگی نظامی-غیرنظامی و همکاری بین‌المللی چالش‌هایی وجود دارد.
- در حوزه فضا ۴.۰ باید گفت هم در عرصه ملی و هم در عرصه بین‌المللی و برای ایران و بسیاری از کشورها، جامع نبودن قوانین فضایی و کمبود مقررات حمایتی، عدم ملاحظه هنجارهای حقوقی عمومی قابل اجرا در فعالیت‌های فضایی به‌ویژه مسائل مرتبط با توسعه پایدار همچون مسائل زیست‌محیطی از مهم‌ترین چالش‌های حقوقی و قانونی است.
- در زمینه حوزه ساخت و تولید نیز حجم کم و ماهیت سفارشی بودن ساخت و تولید و هزینه‌های بالای تحقیق و توسعه و تکمیل نامتوازن زیرساخت‌ها مشاهده می‌شود.
- درخصوص مشارکت‌ها مواردی از قبیل غیرمنعطف بودن قرارداد، عدم تمرکز بر بازار در کوتاه‌مدت و میان‌مدت و برخی پیچیدگی‌ها در مسائلی از قبیل نیاز به همسویی دقیق اهداف، توافق در مورد جدول زمانی و حاکمیت، شفاف‌سازی در مورد مالکیت، دسترسی، تصمیم‌گیری و کنترل ازجمله چالش‌های موجود است که افزایش بالقوه هزینه‌ها در درازمدت و برخی ناکارآمدی‌ها در زمینه حمایت‌های مالی در فرایند

توسعه را نیز می‌توان به آن افزود. همین‌طور در بحث پوشـــش مخاطرات (ریسک) مشارکت‌ها به‌طور کلی باید گفت رویکرد محافظه‌کارانه نسبت به مخاطرات وجود دارد و محدودیت پشتیبانی و پوشش کامل آن در کنار عدم بلوغ مکفی صنعت جهت مدیریت مخاطرات و کمبود میزان آگاهی دقیق از بازارها و ریسک‌های تجاری از باب طرفین از جمله چالش‌های قابل طرح است.

امروزه جمهوری اسلامی ایران در حوزه صنایع اقتدارآفرین نظیر فناوری فضایی، در زمره معدود کشورهای دارای زنجیره تأمین بومی ساخت ماهواره و توانایی استقرار ماهواره در مدار است. اما در عرصه تجاری‌سازی این فناوری، ادغام در جامعه و صادرات آن راهی طولانی در پیش دارد. امروزه حوزه فضایی تجاری وارد مرحله نوینی شده است؛ از یک‌سو رقابت‌های جهانی درخصوص حصول حداکثری از فضای ماورای جو افزایش یافته و ازسوی دیگر و در عصر انقلاب صنعتی چهارم شـــاهد گذار از یک زیست‌بوم حاکمیتی و سنتی به‌سمت یک زیست‌بوم نوین هستیم که در آن هم فناوری و هم الگوهای کسب‌وکار متحول شده و امکان همکاری مؤثر طیف وسیعی از ذی‌نفعان اعم از آحاد مردم، جامعه علمی، صنعت و حاکمیت در آن فراهم آمده است. ازاین‌رو کشـــور ما هم نباید از این حرکت عقب بماند و در این راستا به تحولات اساسی نیاز دارد.

لذا باید گفت به‌رغم دستاوردهای قابل‌توجه این صنعت، خدمات فضایی هنوز در بستر جامعه عملیاتی نشده است و توسط مردم قابل لمس نیستند. همچنین نظر به منابع محدود دولت و هزینه‌بر بودن طرح‌های فضایی، در حوزه مشارکت‌ها کاستی‌هایی مشاهده می‌شود که ناشی از عدم چابکی بخش دولتی، مکفی نبودن مقررات و قوانین حمایتی، نحوه مشارکت و ماهیت زیست‌بوم سنتی بخش فضایی کشور است که همه اینها انگیزه ورود سرمایه‌گذاران داخلی و خارجی به این عرصه را کاهش داده است. این درحالی است که تنها با اتکا به بودجه عمومی نمی‌توان زیرساخت‌های لازم را در کشور فراهم کرد.

امروزه دستیابی به مدار لئو ظرفیت‌های بالقوه بسیاری اعم از اینترنت اشیا تا ارتباطات پهن باند و نیز سنجش از دور برای توسعه کاربردهای فضایی ایجاد کرده است. در این خصوص تکالیفی در مواد (۶۴) و (۶۷) برنامه هفتم پیشرفت در احکامی از قبیل «توسعه دسترسی خدمات مبتنی‌بر فناوری‌های فضایی برای کســـب‌وکارها»، «ایجاد ۲۵ بســـتر ارائه خدمات کاربردی فضاپایه با ارزش‌افزوده»، «پوشـــش خطرات ســـرمایه‌گذاری بخش غیردولتی در تأمین، توســـعه فناوری و راه‌اندازی منظومه‌های ماهواره‌ای ارائه‌دهنده خدمات ارتباطی، سنجشی و اینترنتی»، «رشد سالیانه ۸ درصدی اقتصاد فضایی کشور و ایجاد سازوکارهای مرتبط با آن» گنجانده شده است. علاوه‌بر آن در ماده (۶۷) برنامه هفتم نیز بحث تقویت روابط بین‌المللی فضایی مطرح شده است. این حکم به صراحت دولت را مکلف به «مشارکت و سرمایه‌گذاری در سامانه‌های فضایی بین‌المللی به‌منظور تأمین نیازمندی‌های داخل کشور و کشورهای همسو از قبیل کشورهای عضو بریکس و سازمان شانگهای، کشورهای اسلامی و کشورهای عضو جنبش عدم تعهد با رعایت اصل هفتادوهفتم (۷۷) قانون اساسی» کرده است. همچنین نظر به جزء «۸» بند «الف» ماده (۴۸) قانون برنامه هفتم پیشرفت، در جهت تحقق سیاست‌های رشد اقتصادی، اجرای طرح‌های عظیم اقتصادی ملی، پیشران، روزآمد و مبتنی‌بر آینده‌نگری و تکمیل زنجیره ارزش و جهش اقتصادی، هوشمندسازی و دستیابی به توانمندی تزریق ماهواره به مدارهای زمین‌آهنگ از جمله اقداماتی است که باید توسط دولت انجام شود. ازآنجاکه یکی از زمینه‌های پروژه‌های پیشران در این ماده، هوشمندسازی و همچنین حوزه فضایی است؛ لذا به‌نوعی زمینه‌ساز توسعه عصر چهارم فضا (فضا ۴.۰) نیز شده و این نوآوری، پارادایم سنتی برنامه‌ریزی دولتی را متأثر خواهد کرد.

نظر به موارد مطروحه باید گفت نقطه اتکای دستیابی به اهداف این احکام توجه ویژه به نقش‌آفرینی بخش خصوصی است و این امر همراه با پیشرفت فضا ۴.۰ و اتصال سایر صنایع به حوزه فضایی، رشد قابل ملاحظه‌ای به‌همراه خواهد آورد. اما نیل به آن شروط و الزاماتی دارد که دولت باید سیاست‌هایی هم در لایه‌های رویکردی و تنظیم‌گری و هم در لایه‌های زیرساختی مورد توجه قرار دهد.

شناخت تحول پارادایم نوین فضایی و زمینه‌سازی

یک زیست‌بوم واحد متشکل از همه ذی‌نفعان و بازیگران تشکیل شود که در آن ارتباط بین مجموعه‌ها، همکاری‌ها و مشارکت‌ها به‌درستی تعریف شده باشد و مأموریت‌ها از همان مراحل اولیه تعریف مسئله به‌منظور تبادل دانش و به‌کارگیری روش‌های نوآورانه به اشتراک گذاشته شده باشـــد. ازاین‌رو، الزامات اجرای آن مواردی از قبیل ترویج حداکثری، تسهیل مشـــارکت‌ها و فرایندها، افزایش تعاملات با ذی‌نفعان، همکاری‌های بین‌المللی و الهام‌بخشی به جوانان و محققان در راستای فرهنگ‌سازی پذیرش فناوری‌های نوین در جامعه و خدمات فضاپایه و دیجیتالی متناسب با انقلاب صنعتی چهارم است.

همسویی سیاست‌های دیجیتال و صنعتی

هماهنگی و انسجام بین سیاست‌های حوزه دیجیتال و صنعتی پیش‌نیاز مهم تحول و استقرار پارادایم نوین فضایی در کشور است. لازمه این امر، هدایت و جهت‌دهی به فعالیت بازیگران این عرصه به‌خصوص بخش غیرحاکمیتی و تطبیق با استانداردها و شرایط فعالیت فعالان بین‌المللی است. همچنین همسویی در سیاست صنعتی و ابزارهای تشکیل‌دهنده رقابت، ازجمله حمایت از صنایع داخلی، قوانین مشارکت خارجی، رفع موانع تجاری مرتبط با اقتصاد دیجیتال و توسعه سیاست‌های داده‌محور ازجمله مهم‌ترین این موارد هستند.

توجه به ظرفیت‌های صنایع فضایی کشور و سرریزهای آن

استفاده از تمام ظرفیت‌های بالادست و پایین‌دست فضایی در بخش‌های تولید، عملیات، خدمات فضایی و جانبی نیازمند جانمایی ویژه بخش خصوصی است. در کنار آن یکی از وجوه توسعه فناوری‌های چندجانبه که ضرورت همکاری بخش خصوصی را ایجاد می‌کند؛ استفاده از سرریزهای بخش دفاعی به صنایع فضایی و برعکس است. نکته مهم در این حوزه تبیین حوزه فعالیت بخش غیردفاعی و بهره‌گیری از ظرفیت بروکرهای فناوری است. همچنین مقتضی است ابعاد تحول سیاست صنعتی با هدف حرکت به‌سمت ایجاد بازارهای جدید طرح‌های نوآورانه تدارکات (قرارداد) دولتی و پشتیبانی و همچنین گذار فناوری به محصول، فرایند و نوآوری تجاری به‌عنوان محرک اصلی نوآوری مورد ملاحظه قرار گیرد و فضا برای مشارکت فراگیر تازه‌واردان به عرصه زیست‌بوم فضایی فراهم آید. در این نیاز است، حیطه وظایف و اختیارات سازمان فضایی ایران و قوانین بالادستی این حوزه نظیر سند جامع توسعه هوافضا بازنگری و به‌روزرسانی شود و در تدوین سند قانون ملی فضا (در صورت تقدیم به مجلس) مورد ملاحظه قرار گیرد.

توسعه فناوری‌های هوش مصنوعی در عرصه فضایی

نظر به اینکه عنصر جدایی‌ناپذیر فضا ۴.۰ توسعه فناوری‌های دیجیتالی همگرا با تمرکز بر هوش مصنوعی است باید نسبت به توسعه فناوری‌های مبتنی هوش مصنوعی و جانمایی آن در صنایع فضایی ملاحظاتی صورت گیرد. تدوین سند ملی هوش مصنوعی جمهوری اسلامی ایران مصوب ۱۴۰۳ گام مهمی در این عرصه است. ازاین‌رو، در راستای تحقق این سند لازم است دستگاه‌های ذی‌ربط به‌خصوص وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات با همکاری وزارت دفاع و پشتیبانی نیروهای مسلح، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان ریاست‌جمهوری با ارتقا و تأمین زیرساخت‌ها با تأکید بر زیرساخت‌های حقوقی و مالکیت فکری، زیرساخت‌های شبکه ملی اطلاعات و کلان‌داده، زیرساخت‌های پردازشی و مدل‌های بزرگ چندوجهی بومی با رویکرد شتاب‌دهی به پیشرفت هوش مصنوعی و کاربردی‌سازی آن در عرصه فضایی به رشد و جهش مداوم تولیدات فکری، علمی و فناورانه در این عرصه کمک کنند.

تقویت جریان داده، ساماندهی و یکپارچه‌سازی آن

در صنایع فضایی در بسیاری از موارد به‌جز برخی تحقیقات و نوآوری‌های محرمانه، به‌دلیل روند رو به افزایش فعالان فضایی جدید، اتخاذ رویکردهای باز برای نوآوری در مسائل غیرسیاسی و امنیتی اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است. در این خصوص باید گفت موضوع مدیریت داده براساس سطوح محرمانگی، ذخیره، پردازش، استفاده و تبادل آن توسط ذی‌نفعان و همچنین امنیت و حقوق مالکیت داده به‌ویژه به‌علت حساسیت بالای فعالیت‌های حوزه فضایی باید همواره مورد توجه و نظارت قرار داشته باشد.

توسعه همکاری‌های بین‌المللی در عرصه فضایی و داشتن راهبرد و برنامه مشخص برای آنها

با توجه به هزینه‌های بالای حجم سرمایه‌گذاری در بخش فناوری فضایی به‌خصوص حوزه زیرساخت‌های فضایی، وجود بازار نابالغ، ریسک بالای فعالیت‌های فضایی، بخش خصوصی با ورود به زنجیره ارزش جهانی و همکاری با موجودیت جهانی در رده‌های مختلف زنجیره ارزش با کاهش ریسک و هزینه بخشی از بازارهای فضایی را به‌دست می‌آورد. ازاین‌رو، نظر به اجرای ماده (۶۷) قانون برنامه هفتم پیشرفت، ارتقای دیپلماسی فناوری و استفاده از ظرفیت کشورهای همسایه، کشورهای اسلامی، کشورهای عضو پیمان شانگهای و بریکس با هدف نقش‌آفرینی و کسب سهم از منظومه‌های ماهواره‌ای پهن باند در راستای ارائه اینترنت ماهواره‌ای در کشور با همکاری وزارت امور خارجه و معاونت علمی و فناوری و اقتصاد دانش‌بنیان می‌تواند راهبرد مؤثری در این خصوص باشد.

منابع و مآخذ

[1] S. Ferretti, Ed., *Space capacity building in the XXI Century*. Cham, Switzerland: ESPI; Springer, 2020.

[2] London Economics, LE Industry 4.0 and the Future of UK Space Manufacturing - Final Report - London Economics.

[3] U. M. Bohlmann and G. Petrovici, "Developing planetary sustainability: Legal challenges of Space 4.0," Global Sustainability, vol. 2, 2059-4798, 2019, doi: 10.1017/sus.2019.10.

[۴] زهرا جعفری، «رصد تحولات فناوری در آینده از نگاه مؤسسات بین‌المللی مکنزی، گارتنر، امپریال کالج لندن و مجمع جهانی اقتصاد»، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۹۵۹۹، ۱۴۰۲.
[Online]. Available: https://rc.majlis.ir/fa/report/show/1795883

[۵] کلاوس شواب؛ مترجم ایرج نبی‌پور، «انقلاب صنعتی چهارم».
[Online]. Available: https://pgtmrc.bpums.ac.ir/Fa/DynPages-6274.htm (accessed: Mar. 9 1403).

[6] K. Henning, W. Wolfgang, and H. Johannes, "Recommendations for implementing the strategic initiative INDUSTRIE 4.0," Final report of the Industrie, vol. 4, no. 0, 2013.

[7] A. Petrillo, F. de Felice, R. Cioffi, and F. Zomparelli, "Fourth industrial revolution: Current practices, challenges, and opportunities," Digital transformation in smart manufacturing, vol. 1, pp. 1–20, 2018.

[8] R. Baheti and H. Gill, "Cyber-physical systems," The impact of control technology, vol. 12, no. 1, pp. 161–166, 2011.

[9] A. R. Bakhtari, M. M. Waris, B. Mannan, C. Sanin, and E. Szczerbicki, "Assessing Industry 4.0 Features Using SWOT Analysis," in Intelligent Information and Database Systems, Singapore, 2020, pp. 216–225.

[10] R. Drath and A. Horch, "Industrie 4.0: Hit or hype?[industry forum]," IEEE industrial electronics magazine, vol. 8, no. 2, pp. 56–58, 2014.

[11] O. Meski, F. Belkadi, F. Laroche, and B. Furet, "Towards a knowledge-based framework for digital chain monitoring within the industry 4.0 paradigm," Procedia CIRP, vol. 84, pp. 118–123, 2019.

[12] ESPI, "ESPI Report 70 - Evolution of the Role of Space Agencies - Full Report," 2076-6688, 2019. [Online]. Available: https:// www.espi.or.at / wp- content/ uploads/ 2022/ 06/ ESPI- Public- Report- 70- Evolution- of- the- Role- of- Space- Agencies- Full- Report.pdf

[13] A. Vena, G. Baldesi, and A. Bossy, "Exploring threats and opportunities through mega trends in the space 4.0 era," Space capacity building in the XXI Century, pp. 73–83, 2020.

[۱۴] مسلم تقی زاده، سهیلا خردمندنیا، «هوش مصنوعی مولد؛ چالش‌ها و الزامات توسعه و پیاده‌سازی»، مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی، شماره مسلسل ۱۹۸۷۹، ۱۴۰۲.

[۱۵] علی اعظمی، پریسا علیزاده، حسین افشین، مهدی فقیهی، «قانون ملی فضا: ضرورت، چالش‌ها و الزامات آن در کشور»، مرکز پژوهش‌های مجلس، شماره مسلسل ۱۵۹۱۳، ۱۳۹۷.

گزیده سیاستی

در گزارش حاضر با تعریف و تبیین فضا ۴,۰ به این مسئله پرداخته می‌شود که چگونه تحولات عصر پیش‌رو ظرفیت‌های گسترده‌ای برای نوآوری‌های گوناگون در صنایع فضایی با کلید واژه «مشارکت فراگیر» فراهم کرده و در این خصوص چه شروط و الزاماتی لازم است.

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاسداران، روبروی پارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

تلفن: ۷۵۱۸۳۰۰۰ صندوق پستی: ۵۸۵۵-۱۵۸۷۵ پست الکترونیک: mrc@majles.ir

وب‌سایت: rc@majles.ir