مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی
دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن
مسلسل: ۱۹۳۷۹ ■ آبان ۱۴۰۲

چشم‌انداز اینترنت از منظومه‌های ماهواره‌ای
«اقتباس از گزارش اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP)»

بسم الله الرحمن الرحيم

تاریخ انتشار:
۱۴۰۲/۸/۲۱

مرکز پژوهش‌های مجلس شورای اسلامی

شماره مسلسل: ۱۹۳۷۹
کد موضوعی: ۳۱۰

عنوان گزارش:
چشم‌انداز اینترنت از منظومه‌های ماهواره‌ای
«اقتباس از گزارش اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP)»

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

مدیر مطالعه:
حسن پوراسماعیل

تهیه و تدوین‌کنندگان:
حسن پوراسماعیل، زینب محمدی ثانی، سیدمحمدرضا میرزابابایی

ناظران علمی:
حبیب‌اله ظفریان، سعید شجاعی، سهیلا خردمندنیا

همکاران:
طه اکرمی، سیدعلی محسنیان

اظهارنظرکنندگان:
رمضانعلی صادق‌زاده، الهام فراهانی

گرافیک و صفحه آرایی:
نفیسه حاجی‌صفری

ویراستار ادبی:
سیده مرضیه موسوی راد

واژه‌های کلیدی:
۱. منظومه‌های ماهواره‌ای
۲. اینترنت، ارتباطات
۳. اَبَرمنظومه‌های مدار پایین
۴. اسپیس ایکس
۵. وان وب
٦. آمازون

دفتر مطالعات انرژی، صنعت و معدن

فهرست مطالب

چکیده ۶
خلاصه مدیریتی ۷
۱. مقدمه ۹
۲. اهمیت زیرساخت ارتباطات جهانی (از دیدگاه اندیشکده SWP) ۱۰
۳. اینترنت از طریق ماهواره ۱۲
۴. آینده محتمل اینترنت جهانی در سال ۲۰۳۵ (از دیدگاه اندیشکده SWP) ۲۰
۵. توصیه‌هایی برای ایران ۲۹
۶. جمع‌بندی و پیشنهادها ۳۱
منابع و مآخذ ۳۲

فهرست شکل

شکل ۱. تغییرات در شبکه کابلی زیردریایی ۱۲
شکل ۲. ماهواره‌های ارتفاع پایین در مدار LEO ۱۳
شکل ۳. طرح اغلب شرکت‌های مهم ۱۵

فهرست جدول

جدول ۱. درجه رقابت در دو سناریو ۲۰

چشم‌انداز اینترنت از منظومه‌های ماهواره‌ای

«اقتباس از گزارش اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP)»

چکیده

بیشتر ترافیک اینترنت جهان از طریق کابل‌های فیبر نوری انتقال پیدا می‌کند. توسعه کابل‌های فیبر نوری در مناطق پُرجمعیت دارای توجیه اقتصادی است، اما در مناطق کم‌جمعیت و روستایی، بدون کمک دولت، صرفه اقتصادی لازم را ندارد. علاوه‌بر فیبر نوری، استفاده از ماهواره‌ها، هواپیماهای بدون سرنشین، بالن‌های ارتفاع بالا و یا ترکیبی از آنها برای ایجاد دسترسی به اینترنت همواره مورد توجه بوده است در سال‌های اخیر، شرکت‌های اسپیس‌ایکس، وان‌وب و آمازون از طرح‌هایی برای استقرار منظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین رونمایی کرده‌اند. شرکت‌های متعددی از آمریکا، چین، کانادا و انگلستان برنامه‌هایی برای توسعه منظومه‌های ماهواره‌ای خود برای ایجاد دسترسی اینترنت دارند. اگر این طرح‌ها عملی شوند، زیرساخت اینترنت جهانی ابعاد کاملاً جدیدی پیدا خواهد کرد. این امر پیامدهای گسترده‌ای برای دسترسی به اینترنت، امنیت و انعطاف‌پذیری زیرساخت اینترنت و روابط قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت خواهد داشت. اگرچه این طرح‌ها هنوز در مراحل ابتدایی خود هستند، اما اکنون زمان آن فرا رسیده است که کشورمان یک سیاست فعالانه برای مواجهه با این تحولات اتخاذ کند. هم از منظر توسعه مطلوب زیرساخت‌های ارتباطات و هم از نظر اقتصادی برای ایران مطلوب است که منظومه ماهواره مخابراتی مناسب خود را به‌طور مستقل یا با مشارکت کشورهای همسو پس از تأیید شورای‌عالی فضای مجازی راه‌اندازی کند. این هدف مهم و بلندپروازانه به پشتوانه بهره‌گیری از ظرفیت‌های شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه فضایی و مخابراتی کشورمان و ظرفیت‌های دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور قابل تحقق است. اَبَرمنظومه (مدار پایین) ایران می‌تواند از طریق همکاری با کشورهای همسو پس از تأیید شورای‌عالی فضای مجازی دنبال شود، البته به موازات آن، استقرار گسترده کابل‌های فیبر نوری، هم باید با قوت دنبال شود.

خلاصه مدیریتی

بیان / شرح مسئله

میلیاردها نفر در سراسر جهان هر روز برای انجام اموری مانند دریافت خدمات دولتی، انجام معاملات تجاری، دریافت اخبار و برقراری ارتباطات اجتماعی به اینترنت وابسته هستند و سالیانه میلیون‌ها کاربر جدید به آن اضافه می‌شوند. **خدمات اینترنت پرسرعت، امن، قابل‌اعتماد و مقرون به‌صرفه برای همه آحاد جامعه یکی مهم‌ترین مسائل کشورهاست.** بیشتر ترافیک اینترنت جهان از طریق کابل‌های فیبر نوری انجام می‌شود. **توسعه کابل‌های فیبر نوری در مناطق پُرجمعیت شهری دارای توجیه اقتصادی است، اما در مناطق کم‌جمعیت و روستایی صرفه اقتصادی لازم را ندارد** و توسعه ارتباطات در این مناطق مبتنی‌بر استفاده از حمایت‌های دولتی است. در سال‌های اخیر، چندین شرکت به فرصتی برای ارائه دسترسی به اینترنت از آسمان یا فضا «Sky-Fi» فکر می‌کنند. این شرکت‌ها ایده‌های فناورانه مختلفی را برای دسترسی به اینترنت ارائه می‌دهند. **استفاده از ماهواره‌ها**، هواپیماهای بدون سرنشین، بالن‌های ارتفاع بالا و یا ترکیبی از آنها **برای ایجاد دسترسی گسترده به اینترنت** ازجمله این فناوری‌ها محسوب می‌شوند. این راهکارهای فناورانه گرچه فرصت‌های جدیدی برای توسعه ارتباطات ایجاد می‌کنند، اما تهدیدات و چالش‌هایی را به‌ویژه برای قوانین و مقررات جاری و موجود در بین کشورها ایجاد کرده‌اند.

نقطه‌نظرات / یافته‌های کلیدی

در سال‌های اخیر، **برخی شرکت‌های غربی** ازجمله اسپیس‌ایکس،[1] وان‌وب و آمازون[2] از طرح‌هایی برای استقرار ده‌ها هزار ماهواره در قالب **منظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین** رونمایی کرده‌اند. برخلاف خدمات اینترنت ماهواره‌ای قبلی، این منظومه‌های ماهواره‌ای جدید **در ارتفاعات بسیار پایین‌تر و در تعداد بسیار بیشتر** ساخته می‌شوند تا تأخیر سیگنال را کاهش دهند و برنامه‌هایی مانند بازی‌های برخط و پرواز هواپیماهای بدون سرنشین را پشتیبانی کنند. از سال ۲۰۱۸، اسپیس‌ایکس پیشتاز راه‌اندازی منظومه ماهواره‌ای خود به نام **استارلینک**[3] است. اسپیس‌ایکس تاکنون بیش از ۲۰۰۰ ماهواره را به مدار فرستاده است. کمیسیون ارتباطات فدرال ایالات متحده (FCC)[4] اخیراً یک مجوز کلیدی به اسپیس‌ایکس اعطا کرده که به این شرکت اجازه می‌دهد با پرتاب ۷۵۰۰ ماهواره نسل ۲ (Gen 2)، شبکه اینترنتی استارلینک خود را توسعه دهد.

علاوه‌بر اسپیس‌ایکس، تعداد دیگری از شرکت‌ها از ایالات متحده و چین قصد دارند شبکه‌هایی با چندین هزار ماهواره ایجاد کنند تا از هر نقطه روی زمین به اینترنت دسترسی داشته باشند. این ماهواره‌ها در مدار پایین زمین مستقر خواهند شد. اگر این طرح‌ها عملی شوند، زیرساخت اینترنت جهانی **ابعاد کاملاً جدیدی** پیدا خواهد کرد. این امر پیامدهای گسترده‌ای برای **دسترسی به اینترنت، امنیت و انعطاف‌پذیری زیرساخت اینترنت و روابط قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت** خواهد داشت. شرکت‌های پیشرو از ایالات متحده و به دنبال آن چین ظرفیت گسترده‌ای برای نفوذ خواهند داشت. آنها قادر خواهند بود، در سطح زیرساخت جهانی اینترنت، جریان جهانی اطلاعات را کنترل کنند.

اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل[5] (SWP) در بررسی تحقیقاتی خود دو سناریو را برای نشان دادن دامنه تحولات احتمالی و پاسخ‌های بالقوه مربوطه ترسیم می‌کند: سناریوی اول، توسعه انحصارطلبی‌های جهانی را توصیف می‌کند و سناریوی دوم، شکلی از رقابت جهانی تنظیم‌شده را تبیین می‌کند.

---

۱. اسپیس‌ایکس (SpaceX).

۲. آمازون (Amazon) یک شرکت فناوری چند ملیتی آمریکایی است.

3.Starlink

4.Federal Communications Commission (Washington, D.C.).

۵. اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP) به دولت و پارلمان آلمان در مورد مسائل مربوط به سیاست خارجی و امنیتی مشاوره می‌دهد. این اندیشکده یکی از بزرگترین اندیشکده‌های سیاست خارجی اروپاست که تحقیقات مستقل و میدانی انجام می‌دهد. SWP همچنین به تصمیم‌گیرندگان سازمان‌های بین‌المللی مانند سازمان ملل متحد و اتحادیه اروپا مشاوره می‌دهد.

پیشنهاد راهکار تقنینی، نظارتی یا سیاستی

۱. توسعه، حمایت و یا مشارکت در پروژه‌های مجموعه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین به موازات توسعه زیرساخت‌های شبکه ملی اطلاعات از طریق استقرار گسترده کابل‌های فیبرنوری: مشـــارکت[1] احتمالی اتصـــال اینترنـــت از طریق ماهواره‌های مـــدار پایین زمین (LEO)[2] نـــه به‌عنوان جایگزینی برای ارتباطات زمینی، بلکه به‌عنوان مکمل آنها خواهد بود. هدف باید ایجاد ترکیبی از فناوری‌ها باشد که وابستگی به یک فناوری (و شرکت‌ها و کشورهای مرتبط با آن) را تا حدی کاهش دهد که ایران بتواند از استقلال زیرســـاخت‌های دیجیتال خود محافظت کند. ایالات متحده، چین و کانادا به‌طور نظام‌مند از بودجه عمومی کشورشان برای پیشبرد ســـاخت مجموعه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین استفاده می‌کنند. ایران نیز می‌تواند منابع مالی مشخصی از درآمدهای وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات را به‌سمت توسعه، حمایت و یا مشارکت در پروژه‌های مجموعه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین هدایت کند، البته به موازات آن، استقرار گسترده کابل‌های فیبر نوری، هم برای اتصال مســـتقیم برای کاربـــران نهایی و هم به‌عنوان زیرساخت پایه‌ای ارتباطات کشور و همچنین برای افزایش تاب‌آوری باید با قوت دنبال شود.

۲. توجه به راهبردها و سیاست‌های کلان کشور در حوزه فضای مجازی: منظومه‌های ماهـــواره‌ای برای ارائه خدمات خود نیاز به مقررات دارد. همچنیـــن، کاروران ماهواره‌ای به مجوزهایی از دولت‌ها نیاز دارند تا بتوانند از محدوده‌های فرکانســـی مربوطه در قلمروهای ملی اســـتفاده کنند. صدور این مجوزها مشروط به شـــرایطی اســـت. برای صدور مجوزها و تنظیم مقررات جدید در کشـــورمان مطلوب آن اســـت که راهبردها و سیاست‌های کلان کشور در حوزه فضای مجازی توسط شورای‌عالی فضای مجازی و سیاست‌های تحقق آنها در قوانین برنامه‌های پنج‌ساله کشور [۱] توسط کمیسیون صنایع و معادن مجلس شورای اسلامی مورد توجه قرار گیرند. همچنین رویکردهای منسجمی از سوی متولیان از جمله وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و وزارت امور خارجه دنبال شود.

۳. توســـعه همکاری‌های بین‌المللی در ایجاد اَبَرمنظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین ایران

برنامه‌های آتی توسعه اَبَرمنظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین ایران، از طریق همکاری با کشورهای همسو نیز قابل پیگیری است. برنامه همکاری با کشـــور چین به‌عنوان بخشـــی از توافق‌نامه همکاری مشترک بین دو کشـــور و یا از طریق ابتکار یک کمربند و جاده یا سازمان شانگهای، می‌تواند به‌سمت توسعه زیرساخت‌های دیجیتال هدایت شود. این امر از طریق همکاری وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات و وزارت امور خارجه و سایر بخش‌های مرتبط کشورمان امکان‌پذیر است. به‌دلیل اهمیت همکاری سایر کشورها در توسعه اَبَرمنظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین آتی ایران و همچنین به‌منظور هماهنگی و هم‌افزایی بین دستگاه‌های اجرایی و نهادهای مرتبط در کشورمان ضروری اســـت هرگونه اقدامی در این زمینه زیر نظر شورای‌عالی فضای مجازی و با تأیید شورای مذکور انجام شود.

۴. مشارکت و حضور فعال در نهادهای بین‌المللی و چندجانبه و اتخاذ رویکردهای منسجم در مجامع بین‌المللی برای حفظ حقوق حاکمیتی و منافع ملی: برخی محققان بر این عقیده هستند که سازمان‌های جهانی نهادهای مناسبی برای پیگیری منافع ملی کشورهاست. با مشارکت و تأثیرگذاری وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات در تصویب معاهده‌های جدید و اســـتفاده از ظرفیت‌های این‌گونه نهادهای چندجانبه می‌توان منافع کشورمان را دنبال کرد.

۵. ارتقا و تنوع فناوری‌های این عرصه: طرح‌های فعلی برای اَبَرمنظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین جهان خطر ایجاد تمرکز قدرت اقتصادی را دارد. برای ارتقای تنـــوع فناوری، باید از حفظ اســـتانداردها و پروتکل‌های باز حمایت شود. حفظ استانداردها و پروتکل‌های باز خود می‌تواند ابزاری برای حفظ شبکه‌های ناهمگن و متنوع باشد. استانداردهای باز مبنایی برای نوآوری و حتی از بین بردن تمرکز قدرت اقتصادی هســـتند. این موارد از طریق وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات قابل پیگیری هستند.

درمجموع، **هم از منظر توسعه مطلوب زیرساخت‌های ارتباطات و هم از نظر اقتصادی برای ایران مطلوب است که منظومه ماهواره مخابراتی مناسب خود را به‌طور مستقل یا با مشارکت کشورهای همسو راه‌اندازی کند.** این هدف مهم و بلندپروازانه به پشـــتوانه بهره‌گیری از ظرفیت‌های شـــرکت‌های دانش‌بنیان حوزه فضایی و مخابراتی کشورمان، ظرفیت‌های دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور قابل تحقق است. همکاری وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت علمی و فناوری ریاســـت‌جمهوری، وزارت علوم، تحقیقات و فناوری و وزارت امور خارجه کشورمان با تأیید شورای‌عالی فضای مجازی در تحقق این امر نافذ خواهد بود.

---

۱. مشارکت با سایر کشورها در زمینه ایجاد ابرمنظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین لزوماً در چارچوب حفظ منافع ملی و رعایت ملاحظات امنیتی خواهد بود.

2. Low Earth Orbit.

۱. مقدمه

شاید دور از ذهن به‌نظر برسد، اما بعید نیســت که تعدادی از شرکت‌های جهان اقدام به سرمایه‌گذاری هنگفتی برای توسعه منظومه‌های ماهواره‌ای جدید کنند تا دسترسی به اینترنت پرسرعت را در هر نقطه از جهان فراهم کنند. برنامه استفاده از ماهواره‌ها در مدار پایین زمین، یعنی در ارتفاع نسبتاً نزدیک به سطح زمین است. قرار است یک پوشش جهانی[1] متشکل از هزاران ماهواره از این دست، امکان اتصال سریع داده و انتقال مقادیر زیادی داده را فراهم کند. استارلینک شرکت پیشرو ایالات متحده است که تاکنون اولین ماهواره‌ها از مجموعه متشکل از ده‌ها هزار ماهواره، به‌اصطلاح مگا (اَبَر) منظومه[2] را مستقر کرده است. چندین شرکت آمریکایی دیگر نیز طرح‌های مشابهی را دنبال می‌کنند. آنها مانند استارلینک می‌توانند روی حمایت دولت ایالات متحده حساب کنند. شرکت‌های دولتی بزرگ چینی در بخش فناوری فضایی اعلام کرده‌اند که آنها نیز منظومه‌های خود را خواهند ساخت. این طرح‌ها برای شبکه‌های ماهواره‌ای جدید منعکس‌کننده تقاضاهای روزافزون در زیرساخت جهانی اینترنت و توجه روزافزون به اهمیت آن است.

این پژوهش قصد دارد چشم‌انداز جهانی دسترسی به اینترنت از طریق منظومه‌های ماهواره‌ای را بررسی کند. منابع مطالعاتی داخلی مستقلی درخصوص آینده‌پژوهی «دسترسی به اینترنت از طریق منظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین» انجام نشــده اســت. در منابع خارجی کارهای پژوهشی معدودی انجام شده است، اما بیشــتر آنها به موضوعات خاصی مانند فناوری، اقتصاد، کسب‌وکار، مراکز داده و شبکه سازی پرداخته‌اند [۲-۶]. مرتبط‌ترین و مناسب‌ترین پژوهش و تحلیل توسط اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل[3] (SWP) انجام شده که در این گزارش به‌صورت مبسوط از نتایج آن استفاده شده است [۷].

اگرچه امروزه دسترسی به اینترنت جهانی یک عامل کلیدی برای توسعه اقتصادی یک کشور است، اما به موضوع مدیریت زیرساخت‌های اینترنت و جریان اطلاعات نیز باید توجه کرد. به‌مرور کشورهای بیشتری در حال تلاش برای مدیریت و کنترل خود بر زیرساخت اینترنت و جریان اطلاعات[4] هستند. همان‌طور که با ساخت اولین شبکه‌های تلگراف از اواخر قرن نوزدهم به بعد نیز مشابه این اتفاق افتاد. زیرا کشورها می‌خواستند امکانات ارتباطی خود را گسترش دهند. تمام کشورها می‌خواهند بر شرایط مبادله اطلاعات میان فناوری و سیاست‌های حاکم بر جهان تأثیر بگذارند.

در حال حاضر، یک سؤال باز باقی می‌ماند که آیا امکان اجرای برنامه‌های جاه‌طلبانه برای ایجاد منظومه‌های بزرگ ماهواره‌ای وجود دارد؟ اگرچه تمام شــرکت‌هایی که در این حوزه وارد شده‌اند چالش‌های فنی و اقتصادی فراوانی دارند، ولی بااین‌حال، غلبه بر این چالش‌ها می‌تواند پیامدهای گسترده‌ای، برای امنیت و انعطاف‌پذیری زیرساخت اینترنت و روابط قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت داشته باشد.

برای نشان دادن دامنه تحولات احتمالی و پاسخ‌های بالقوه، گزارش آینده پژوهشی اندیشکده آلمانی دو سناریو را در نظر می‌گیرد. در سناریوی اول، با عنوان «انحصارطلبی‌های جهانی»[1]، سه منظومه بزرگ ماهواره‌ای

1. World-Spanning.

2. Mega Constellation.

۳. اندیشــکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP) به دولت و پارلمان آلمان در مورد مسائل مربوط به سیاست خارجی و امنیتی مشاوره می‌دهد. این اندیشکده یکی از بزرگترین اندیشکده‌های سیاست خارجی اروپاست که تحقیقات مستقل و میدانی انجام می‌دهد. SWP همچنین به تصمیم‌گیرندگان سازمان‌های بین‌المللی مانند سازمان ملل متحد و اتحادیه اروپا مشاوره می‌دهد.

4. Flow of Information.

عملیاتی می‌شوند، دو مورد تحت کنترل انگلستان و ایالات متحده و یک پروژه چینی به‌عنوان بخشی از ابتکار یک کمربند و یک راه دولت چین. تمرکز قدرت اقتصادی در این سناریو پیامدهای خاصی برای در دسترس بودن خدمات منظومه‌های ماهواره‌ای دارد. درنتیجه، چندجانبه‌گرایی واقعی در حکمرانی اینترنت شکل خواهد گرفت. کاروران منظومه‌های بزرگ و کشورهای پشت‌سر آنها در حکمرانی اینترنت نقش مؤثری خواهند داشت.

سناریوی دوم با عنوان «رقابت تنظیم‌شده»،[2] جهانی را توصیف می‌کند که در آن منظومه‌های ماهواره‌ای جدید به‌گونه‌ای تنظیم می‌شوند تا سطح مشخصی از رقابت را تضمین کنند [۳]. توافق‌نامه‌های جدید سازمان تجارت جهانی (WTO)[3] تصریح می‌کند که (به‌استثنای چند مورد خاص) کاروران منظومه‌های ماهواره‌ای ممکن است خودشان خدماتی را برای کاربران نهایی روی زمین ارائه ندهند، اما در عوض باید با شرکت‌های محلی برای این کار همکاری کنند. سرمایه‌گذاری عمومی هدفمند و مشارکت نزدیک فناوری‌محور با ژاپن نیز امکان ساخت یک منظومه ماهواره‌ای اروپایی را فراهم می‌کند. برای خود اروپا و همچنین برای بسیاری از کشورهای دیگر در جهان، این امر جایگزینی برای سامانه‌های ایالات متحده و چین ایجاد می‌کند. در این سناریو، منظومه‌های ماهواره‌ای تا حدودی به ابزاری برای پیشبرد منافع کشورهای مربوطه تبدیل می‌شوند، اما پایه مشترک جهانی اینترنت را حفظ می‌کند.

برای رویارویی با این چالش‌های مرتبط با توسعه اَبَرمنظومه‌های مدار پایین، سیاستگذاران باید از طریق تصویب قوانین و مقررات هدفمند و ایجاد منابع مالی مناسب در بودجه عمومی کشور اقدام کنند تا زیرساخت‌های لازم برای فراهم کردن اینترنت امن و ایمن در کشورمان ایجاد شود. به‌عنوان بخشی از ترکیب متوازن فناوری‌ها، منظومه ماهواره‌ای آتی ایران می‌توانند مکمل مهمی برای زیرساخت‌های دیجیتالی کشور بدون هرگونه وابستگی باشد.

۲. اهمیت زیرساخت ارتباطات جهانی (از دیدگاه اندیشکده SWP)

برنامه‌ریزی زیادی برای طراحی اَبَرمنظومه‌های ماهواره‌های اینترنتی جدید شده است و از پیشرفت‌های جدید فناوری بهره می‌برند، اما پویایی کاربردهای فناوری‌های نوین چیز جدیدی نیست. برای درک این پویایی‌ها، مرور سامانه‌های ارتباطی سراسر جهان از تلگراف‌های اولیه در قرن نوزدهم تا گسترش جهانی اینترنت از اواخر قرن بیستم کاملاً گویا است.

۲-۱. منافع استراتژیک کشورها

پدید آمدن فناوری‌های ارتباطی جدید فرصت‌های جدید را برای شکل‌های جدید تعامل اجتماعی ایجاد می‌کند. دانشمندان علوم اجتماعی مدت‌هاست معتقدند که فناوری به‌خودی خود تحولات اجتماعی را از پیش تعیین نمی‌کند، بلکه چگونگی جذب و بهره‌برداری از فناوری‌های جدید در جوامع آن را تعیین می‌کند.[1] علاوه‌بر این تأثیر تحول‌آفرین سامانه‌های ارتباطی بین‌المللی به جوامع فردی محدود نمی‌شود. این سامانه‌ها ظرفیت تأثیرگذاری قابل توجهی بر روابط قدرت بین کشورها دارند. اولین تأثیر آن است که، دسترسی به یک سامانه ارتباطی جهانی، قابلیت‌های اداری و نظامی دولت‌ها را گسترش می‌دهد. ایجاد اولین سامانه‌های تلگراف سراسر جهان تا حد زیادی به‌دلیل نیازهای قدرت‌های استعماری انجام شد. قدرت‌های استعماری به دنبال توانایی به‌دست آوردن اطلاعات در مورد تحولات مستعمرات خود و پاسخ سریع به این تحولات با ارسال دستورات به نمایندگان محلی خود بودند.[5] به همین دلیل است که از آن زمان تاکنون، امنیت و قابلیت اطمینان سامانه‌های ارتباطی برای مقاصد نظامی و دیپلماتیک از اهمیت بالایی برخوردار بوده است. از لحاظ تاریخی، اهمیت نظامی ارتباطات جهانی زمانی آشکار شد که در آغاز جنگ جهانی اول، یکی از اولین اقدامات نیروهای انگلستان قطع کابل‌های ارتباطی نیروهای آلمانی بود. این کار توانایی آلمان برای برقراری ارتباط بین‌المللی را به‌شدت محدود کرد. اخیراً نیز انتشار اسناد محرمانه دیپلماتیک ایالات متحده در سال ۲۰۱۰، خطر بالای ارتباطات دیپلماتیک امن را یادآور شد.

1. Regulated Competition.
2. Global Oligopolies.
3. World Trade Organization.
4. Sandra K. Evans et al., "Explicating Affordances: A Conceptual Framework for Understanding Affordances in Communication Research", Journal of Computer-Mediated Communication 22, no. 1 (2017): 35–52.
5. Nicole Starosielski, The Undersea Network (Durham and London: Duke University Press, 2015), 31ff.; Daya K. Thussu, International Communication. Continuity and Change, 3rd ed. (London: Bloomsbury Academic, 2019), 3–9.

دومین نکته این است که، دسترسی به شبکه‌های ارتباطی جهانی اهمیت اقتصادی زیادی دارد. هنگامی که اولین کابل بین اقیانوس اطلس، دو کشور بریتانیا و ایالات متحده را در سال ۱۸۶۶ متصل کرد، مقدار اطلاعاتی که می‌توانست ارسال کند بسیار محدود بود. بااین‌حال، حتی اطلاعات اولیه در مورد قیمت کالاها و تحولات بازارهای سهام برای شرکت‌های خصوصی ارزش زیادی داشت.[1] این مطلب گواه آن است که چرا سامانه‌های ارتباطی خصوصی در این دوره با مسیرهای نظام تجارت جهانی و اغلب با ساختارهای حکومت استعماری مطابقت داشتند.

اینترنت عنصر جدیدی را به این داستان اضافه کرد. امروزه نه‌تنها اطلاعات در مورد فعالیت‌های اقتصادی مهم است، بلکه خود اطلاعات نیز در قالب خدمات دیجیتال مختلف به یک محصول تبدیل شده است. با وجود موفقیت اینترنت، هنوز شکاف دیجیتال جهانی بین کسانی که می‌توانند از فرصت‌های زیادی که اینترنت ارائه می‌دهد منتفع شوند و ۳/۶ میلیارد نفری که اصلاً به اینترنت دسترسی ندارند، وجود دارد.[2] متأسفانه این مشکل کشورهایی را که در قرن‌های گذشته از استعمار آسیب دیده‌اند بیشتر تحت‌تأثیر قرار می‌دهد.

۲-۲. نقش شرکت‌های خصوصی

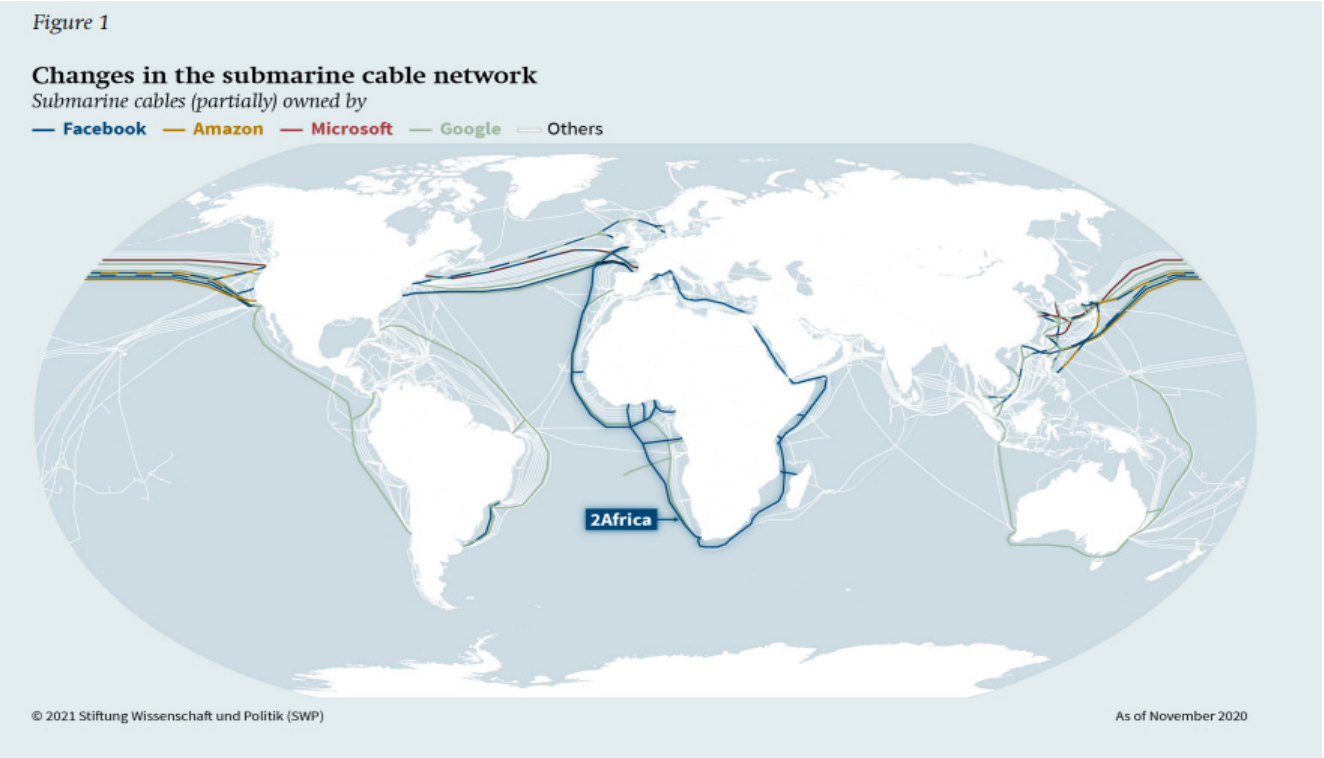
امروزه بخش بزرگی از زیرساخت جهانی اینترنت متعلق به شرکت‌های خصوصی است و توسط آنها اداره می‌شود. برای مثال، حدود ۹۵ درصد از همه کابل‌های اینترنت زیر دریاها متعلق به شرکت‌های خصوصی است.[3] همچنین، اکثر نقاط (مراکز) تبادل اینترنت (IXP)[4] توسط نهادهای خصوصی اداره می‌شوند، که تقریباً شامل همه IXPهایی که بیشترین حجم ترافیک داده را دارند[5] می‌شود. از لحاظ تاریخی باز هم، خیلی تعجب‌آور نیست که اولین کابل‌های تلگراف توسط شرکت‌های خصوصی ساخته و راه‌اندازی شد. ایجاد اولین سامانه‌های ارتباطی گسترده در جهان در چند دهه بعد هم، به همین صورت، در دست شرکت‌های خصوصی قرار گرفت.[6]

روابط بین دولت‌ها، شرکت‌های خصوصی و جامعه در آن زمان ناآرام بود. دولت‌ها ترجیح می‌دادند که شرکت‌های ملی را بسط‌دهنده قدرت خود ببینند. شرکت‌های خصوصی هم ترجیح می‌دادند درصورتی که این تصور منجر به حمایت دولت از تلاش‌های تجاری آنها شود از این تصور حمایت کنند، البته به‌طور هم‌زمان، هر دو به دنبال منافع تجاری خود بودند و تمایلی نداشتند که عملیات تجاری خود را با ملاحظات منافع ملی هماهنگ کنند. به‌نظر می‌رسید که جامعه مدنی ذی‌نفع همه این فعالیت‌ها بود، ولی بااین‌حال، امروزه معلوم نیست که آیا خدمات ارائه شده متناسب با نیازهای جامعه است یا خیر؟ (دیدگاه اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP)).

استقرار و راه‌اندازی سامانه‌های ارتباطی جهانی به‌خودی خود یک فعالیت اقتصادی پُرسود است. بااین‌حال، برای بسیاری از شرکت‌ها، این فعالیت‌ها ابزاری برای خدمت به اهداف دیگر نیز هستند. معمولاً شرکت‌ها به دنبال گسترش کنترل خود بر زیرساخت‌های ارتباطی لازم برای تولید کالا و ارائه خدمات هستند. اخیراً، این تفکر فراتر از بازیگران سنتی در این زمینه گسترش یافته است. برخی از بزرگ‌ترین شرکت‌های ارائه‌دهنده خدمات دیجیتال جدید مانند گوگل، اپل، فیس‌بوک، آمازون، مایکروسافت، که به‌اختصار GAFAM خوانده می‌شوند، به‌طور فزاینده‌ای به توسعه زیرساخت‌های ارتباطی فیزیکی خود روی آورده‌اند و این امر در این شرکت‌ها که در حال توسعه شبکه‌های جهانی مراکز داده هستند، کاملاً مشهود است. همچنین سرمایه‌گذاری قابل‌توجه آنها در کابل‌های جدید زیردریایی نیز نشان می‌دهد که به دنبال این هستند که امکان انتقال داده‌های بسیار حجیم را فراهم نمایند (رجوع شود به شکل ۱).

1. Heidi J. Tworek, News from Germany. The Competition to Control World Communications, 1900–1945 (Cambridge: Harvard University Press, 2019), chapter 4.
2. See https://www.itu.int/en/ITU-D/Statistics/Pages/stat/ default.aspx.
3. Submarine Cables: The Handbook of Law and Policy, ed. Douglas R. Burnett, Robert C. Beckman and Tara D. Davenport (Leiden: Martinus Nijh off Publishers, 2013), 9.
4. Internet Exchange Points
5. "Internet Exchange Directory", Packet Clearing House (online), https://www.pch.net/ixp/dir (accessed 11 December 2020).
6. Dwayne Winseck, "The Geopolitical Economy of the Global Internet Infrastructure", Journal of Information Policy 7 (2017): 228–67 (232ff.); Thomas Lenschau, Das Weltkabelnetz, Angewandte Geographie, ser. 1, no. 1 (Halle: Gebauer Schwetschke, 1903).

شکل ۱. تغییرات در شبکه کابلی زیردریایی



۳. اینترنت از طریق ماهواره

امروزه برخی شرکت‌ها در حال پیگیری طرح‌هایی برای تأمین دسترسی سریع و جامع به اینترنت از طریق ماهواره‌ها در مدار پایین زمین و ایجاد شبکه متراکمی از ماهواره‌ها به‌دور زمین هستند تا کل سطح زمین را پوشش دهد. اگر شرکت‌های درگیر موفق به اجرای پروژه‌های خود شوند و مجموعه‌های بزرگ ماهواره‌ای را کامل کنند، بُعد کاملاً جدیدی از زیرساخت اینترنت جهانی ایجاد می‌شود.

۳-۱. فناوری

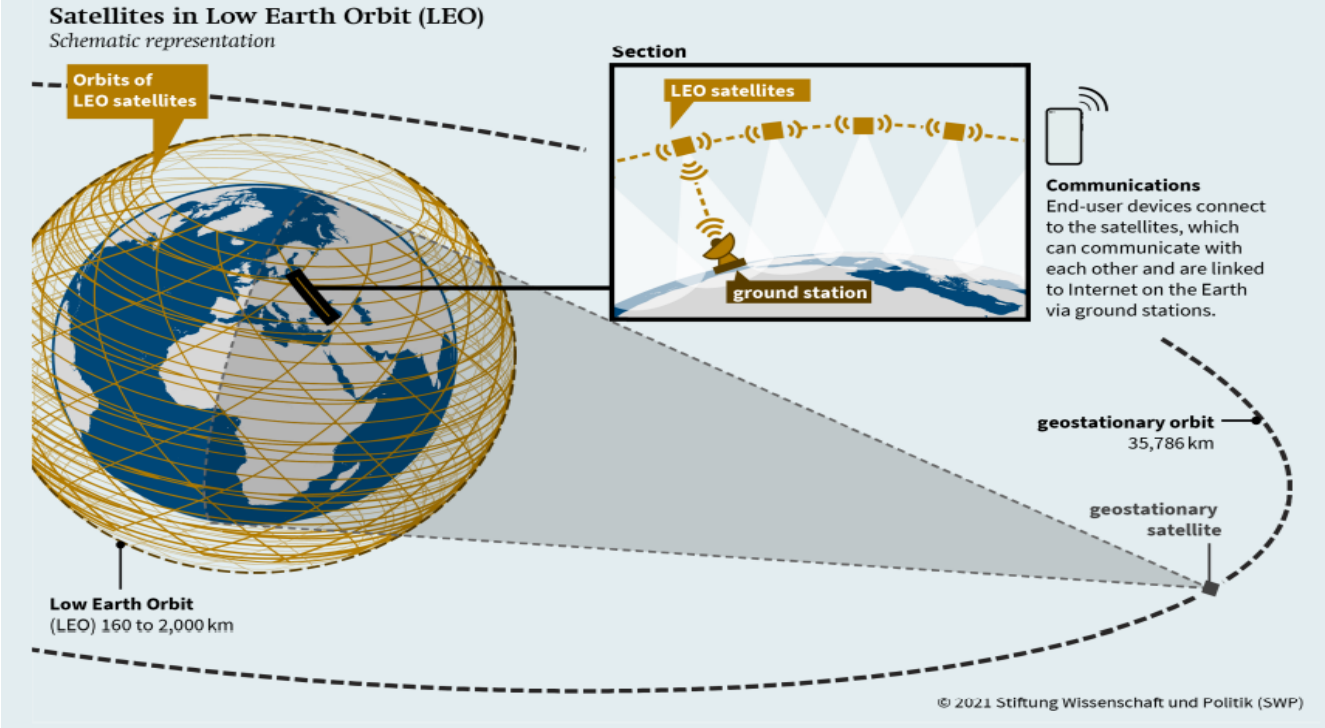
از زمانی که اتحاد جماهیر شوروی اولین ماهواره به نام اسپوتنیک را در سال ۱۹۵۷ به فضا فرستاد، اهمیت ماهواره‌ها به‌شدت افزایش یافته است. امروزه ماهواره‌ها اساساً برای سه منظور استفاده می‌شوند. اولین دسته از ماهواره‌ها برای موقعیت‌یابی و سامانه‌های ناوبری روی زمین، مانند سامانه موقعیت‌یابی جهانی ایالات متحده (GPS)[1] یا سامانه شناسایی خودکار (AIS)[2] که در کشتیرانی است، استفاده می‌شود. دسته دوم برای رصد و سنجش از راه دور زمین برای اهداف نظامی و غیرنظامی، مانند تحقیقات آب و هوا یا محیط زیست به‌کار گرفته می‌شود. سومین دسته ماهواره‌ها برای ارتباطات و کانال‌های تلویزیون ماهواره‌ای اختصاص داده شده است.

ماهواره‌ها را می‌توان از لحاظ فاصله آنها از زمین نیز دسته‌بندی کرد. برخی ماهواره‌ها در فاصله ۳۶ هزار کیلومتری در هماهنگی با زمین می‌چرخند و همواره در محل خاصی از آسمان دیده می‌شوند. به این ماهواره‌ها زمین آهنگ گفته می‌شود (GEO)[3]. به ماهواره‌هایی که در مدارات پایین‌تر از ۳۶ هزار کیلومتر در مدار زمین باشند (LEO)[4] یا خورشید آهنگ گفته می‌شود. ماهواره‌های زمین آهنگ در ارتفاع ۳۵,۷۸۶ کیلومتری از زمین در خط استوا قرار دارند و با سرعت چرخش زمین حرکت می‌کنند.

1. US Global Positioning System (GPS).
2. Automatic Identification System.
3. Geostationary Earth Orbit.
4. Low Earth Orbit.

ماهواره‌های زمین آهنگ از روی زمین مشاهده می‌شوند و به‌نظر می‌رسد که در آسمان ثابت هستند. دریافت علائم این ماهواره‌ها در عرض‌های جغرافیایی بالاتر از ۶۰ درجه (با ارتفاع کم) معمولاً مشکل است. در مقابل، ماهواره‌های سطح پایین یا LEO در فاصله نسبتاً متوسطی از ۱۶۰ تا ۲۰۰۰ کیلومتر دور زمین می‌چرخند. این ماهواره‌ها باید با سرعتی بیشتر از چرخش زمین حرکت کند و بنابراین فقط برای مدت زمان محدودی از هر نقطه ثابت روی زمین قابل دسترسی هستند (رجوع شود به شکل ۲).

شکل ۲. ماهواره‌های ارتفاع پایین در مدار LEO



ماهواره‌های زمین آهنگ برای اتصال به اینترنت فقط اســـتفاده محدودی داشته‌اند. زیرا فاصله زیاد آنها از زمین به این معناست که انتقال داده‌ها تأخیر بیشتری دارد. این تأخیر در هنگام دسترسی به وب‌سایت‌ها قابل توجه نیســـت، ولی بااین‌حال، در برنامه‌های کاربردی زمان واقعی (در لحظه)، مانند برقراری ارتباطات تصویری در تلفن همراه، کاملاً مشخص است.

تأخیر کوتاه‌تـــر (Latency) در انتقال داده یکی از دلایل مهمی است که اَبَرمنظومه‌های طراحی شده برمبنای ماهواره‌های ارتفاع پایین باید از آنها استفاده کنند. بااین‌حال، چالش اصلی اینجاست که ماهواره‌های ارتفاع پایین، همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، به‌طور مداوم به‌دور زمین می‌چرخند. بنابراین آنها فقط برای مدت کوتاهی از هر نقطه روی زمین قابل دسترســـی هستند. لذا برای ارائه اتصالات اینترنتی پایدار و قابل‌اعتماد، طرح باید شامل ایجاد یک شبکه جامع ماهواره‌ای ارتفاع پایین باشد و دستگاه گیرنده / فرستنده باید همیشه و حداقل به یکی از این ماهواره‌ها که به‌طور دائم در حرکت هستند، متصل باشد.

تنوع زیادی در طراحـــی اَبَرمنظومه‌های ماهواره‌ای وجود دارد. برخی از شـــرکت‌ها به دنبـــال ایجاد شـــبکه‌های چند ده‌هزار ماهواره‌ای هستند، درحالی که برخی دیگر تنها چند صد ماهواره نیاز دارند. برخی از شـــرکت‌هایی که تازه‌وارد بـــازار ارتباطات ماهواره‌ای شده‌اند (برای مثال اسپیس‌ایکس و آمازون و برخی شـــرکت‌های چینی) اعلام کرده‌اند که هدفشـــان ارائه اتصال مستقیم کاربران به ماهواره‌هاست و کاربران می‌توانند مستقیماً از طریق آنتن‌هایی که برای این منظور طراحی شـــده‌اند (که به آنها آنتن‌های آرایه‌ای فازی[1] گفته می‌شود) با ماهواره‌ها ارتباط برقرار کنند.

1. Array Antennas.

این آنتن‌ها در حال حاضر به اندازه یک کارتن پیتزا بوده و مناسب استفاده در ساختمان‌ها یا اشـــیا متحرک مانند اتومبیل، قطار و قایق هستند. شرکت‌های دیگری، ازجمله AST & Science، با استفاده از فناوری استاندارد تلفن همراه، قصد دارند دسترسی مستقیم به ماهواره را فراهم کنند. ناگفته پیداست که تعداد زیادی ماهواره برای ارائه دسترسی سریع به اینترنت ازسوی تعداد زیادی از کاربران، صرفنظر از فناوری مورد استفاده برای اتصال، مورد نیاز خواهد بود. بر این اساس، این شرکت‌ها منظومه‌های چند ده‌هزار ماهواره‌ای را برنامه‌ریزی می‌کنند.

در مقابل، شرکت کانادایی تِله‌سَت رویکرد کاملاً متفاوتی را ارائه کرده است. این شرکت قصد دارد منظومه‌های نسبتاً کوچکی را به‌عنوان تأمین‌کننده اصلی برای ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی محلی (ISP) مستقر کند. طرح اولیه شامل ۳۰۰ ماهواره بود. در حال حاضر، هدف این شرکت پرتاب و به‌کارگیری ۱٬۶۷۱ ماهواره است. مدل تجاری اصلی این طرح شبیه به کابل‌های زیردریایی است. کاربران نهایی از فناوری‌های رایج امروزی برای اتصال به ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت محلی استفاده خواهند کرد و سپس ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت از آنتن و تجهیزات ویژه‌ای برای برقرار کردن ارتباط با اینترنت جهانی (از طریق ماهواره) استفاده می‌کند. از آنجایی که ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت محلی درخواست‌های کاربر نهایی را جمع‌آوری می‌کنند، لذا چنین سیستمی از نظر تئوری می‌تواند با تعداد بسیار کمتری از ماهواره‌ها خدمات ارائه کند، به همین دلیل ارائه‌دهندگان خدمات محلی می‌توانند از آنتن‌های گران‌تر و بســـیار کارآمدتری نسبت به آنتن‌هایی که مثلاً اسپیس‌ایکس برای کاربران نهایی خود ساخته است، استفاده کنند.[1]

برای دسترسی به اینترنت از طریق ماهواره، سامانه‌های ماهواره‌ای نه‌تنها به کاربران نهایی، بلکه به زیرساخت فیزیکی اینترنت روی زمین هم باید متصل شوند. در حال حاضر، اکثر شرکت‌ها بنا ندارند که هر ماهواره ارتفاع پایین را مستقیماً از طریق ایستگاه‌های زمینی به اینترنت متصل کنند، بلکه قرار است خودِ ماهواره‌ها با هم شبکه‌ای را تشکیل دهند و داده‌ها مستقیماً بین آنها منتقل شود. درنهایت کافی است ماهواره‌های خاصی در داخل این شبکه با ایستگاه‌های زمینی متصل به اینترنت ارتباط برقرار کنند.

برای برقراری ارتباط و تبادل داده بین ماهواره‌ها هم برخی از شرکت‌ها به دنبال استفاده از روش‌های فنی مبتنی بر پرتوهای لیزر هستند. این ارتباطات را پیوندهای لیزری بین ماهواره‌ای (ISLL)[2] می‌نامند. این فناوری ظرفیت انتقال داده با سرعت نور را دارد. این روش برخلاف کابل‌های زیرزمینی و زیردریایی امروزی، نیازی به کابل‌کشی طولانی یا پرهزینه نیست. برخی دیگر از شرکت‌ها مانند شرکت Mynaric Bavarian از این فناوری لیزری برای ارتباط بین ماهواره‌ها و زمین هم اســـتفاده می‌کنند. دولت آلمان در ژوئیه سال ۲۰۲۰ به‌صورت رسمی از صادرات محصولات Mynaric به چین جلوگیری کرد.[3] این تصمیم نشان می‌دهد که انحصار در استفاده از این فناوری چقدر می‌تواند در تسلط بر اینترنت مهم باشد.

پیشرفت‌های جدید در فناوری موشـــک ماهواره‌بر و تولید انبوه ماهواره‌ها هزینه‌های پیش‌بینی شده برای استقرار منظومه‌های بزرگ در مدار ارتفاع پایین را به‌حدی کاهش داده که این پروژه‌ها از نظر اقتصادی قابل دستیابی شـــده است. مدل کسب‌وکار برای ارتباطات ماهواره‌ای تاکنون به‌استثنای چند مورد بر پایه استقرار تعداد کمـــی از ماهواره‌های زمین‌آهنگ بوده اســـت. هم اکنون هزینه‌های ساخت و اســـتقرار این ماهواره‌ها تقریباً ۱۵۰ تا ۵۰۰ میلیون دلار به‌ازای هر ماهواره است.[4]

در مقابل، اَبَرمنظومه‌های ارتفاع پایین، از روش‌های پرتاب جدید مانند روشی که توسط اسپیس‌ایکس ابداع شـــده، استفاده خواهند کرد. سامانه‌های حامل اسپیس‌ایکس را می‌توان مجدداً استفاده کرد. این روش به‌طور قابل توجهی هزینه‌های پرتاب را کاهش می‌دهد. ایلان ماسک، مدیرعامل اسپیس‌ایکس به مطبوعات گفته است که هزینه ساخت و استقرار ماهواره‌ها در حال حاضر ۵۰۰٬۰۰۰ دلار آمریکاست.[5] لذا براساس این اعداد، ساخت مجموعه‌ای متشکل از ۱۰٬۰۰۰ ماهواره در مجموع حدود ۵ میلیارد دلار هزینه خواهد داشت.

1. Jeff Foust, “Telesat Remains Optimistic about Prospects for LEO Constellation”, SpaceNews (online), 11 November 2020, https://spacenews.com/telesat-remains-optimistic-aboutprospects-for-leo-constellation/ (accessed 2 December 2020).
2. Inter-Satellite Laser Links.
3. “DGAP-Adhoc: Mynaric AG: MynaricgibtEinstellung der Geschäftsaktivitäten auf dem chinesischenMarktbekannt (deutsch)”, Finanznachrichten (online), 30 July 2020, http://bit.ly/3qSI1fP (accessed 31 July 2020).
4. Caleb Henry, “Geostationary Satellite Orders Bouncing Back”, SpaceNews (online), 20 January 2020, https://space news.com/geostationary-satellite-orders-bouncing-back/ (accessed 28 July 2020)
5. Brian Wang, “SpaceX Starlink Satellites Could Cost $250,000 Each and Falcon 9 Costs Less than $30 Million”, NextBigFuture.com (online), 10 December 2019, https://www. nextbigfuture.com/2019/12/spacex-starlink-satellites-costwell-below-500000-each-and-falcon-9-launches-less-than-30- million.html (accessed 6 August 2020).

باید توجه داشت که سرمایه‌گذاری‌های اولیه بالا تنها یکی از چالش‌های اقتصادی است که هنگام اجرای اَبَرمنظومه‌های جدید ارتفاع پایین باید بر آن غلبه کرد.[1]

مشکل بعدی این است که در مراکز شهری که در آنها مشتریان بالقوه زیادی حضور دارند (و البته رقابت شدید زیادی در آن وجود دارد)، باید سرمایه‌گذاری‌های اضافی قابل توجهی انجام شود تا بتوان اتصال اینترنتی قابل اعتماد را (از طریق منظومه اَبَرماهواره‌ای) فراهم کرد.

چالش بعدی قدرت خرید کم کاربران نهایی در کشورهای در حال توسعه است. میلیاردها نفری که در این کشورها هنوز به اینترنت دسترسی ندارند، همگی مشتری بالقوه این سامانه هستند. متأسفانه تاکنون ارائه دسترسی به اینترنت برای شرکت‌های مخابراتی روی زمین در هر منطقه‌ای سودآور نبود. اگر کاروران اَبَرمنظومه‌های ماهواره‌ای بخواهند خدمات خود را در کشورهای در حال توسعه ارائه دهند، آنها نیز باید برای قدرت خرید پایین مشتریان بالقوه فکر کنند.

در شکل ۳، شرکت‌هایی که به ارائه اتصال اینترنت پهن باند با استفاده از اَبَرمنظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین می‌پردازند، نشان داده شده است (رجوع شود به شکل ۳)، البته در کنار بازیگران بزرگ، چندین شرکت کوچک‌تر نیز برنامه‌های خود را برای ارائه چنین ارتباطاتی خصوصاً برای به‌کارگیری در اینترنت اشیا (IoT)[2] ارائه کرده‌اند[۴]. در حوزه ارتباطات باند پهن، اکثر شرکت‌ها از فرکانس‌های رادیویی در باندهای Ku و Ka استفاده می‌کنند، البته برخی نیز از باندهای V و Q بهره می‌گیرند. برخی از شرکت‌ها با استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای با ظرفیت انتقال محدودتر، صرفاً خدمات بانکداری ارائه می‌کنند، مشابه همان کاری که شرکت ارتباطاتی ایریدیم در اواخر دهه ۱۹۹۰ انجام داد. خوشبختانه ارائه خدمات تخصصی برای اینترنت اشیا را به‌دلیل ظرفیت انتقال کمی که نیاز دارد می‌توان با استفاده از باندهای VHF و UHF انجام داد.

شکل ۳. طرح اغلب شرکت‌های مهم

۲-۳. بزرگ‌ترین بازیگران از ایالات متحده، انگلستان و کانادا

پروژه‌های استارلینک در حال حاضر بیشترین توجه را به‌خود جلب کرده است. یکی از دلایل این توجه، استفاده استارلینک از تکنولوژی‌های پیشرفته‌تر نسبت به رقباست. در آغاز سال ۲۰۲۱، استارلینک بیش از ۱۰۰۰ ماهواره را در مدار مستقر کرده بود که بسیار بیشتر از تمام رقبای خود بود.

1. Chris Daehnick et al., "Large LEO Satellite Constellations: Will It Be Different this Time?" McKinsey & Company, 4 May 2020, https://www.mckinsey.com/industries/aerospaceand-defense/our-insights/large-leo-satellite-constellationswill-it-be-different-this-time# (accessed 3 July 2020).
2. Internet of Things.

استارلینک اولین خدمات برای مشـــتریان را در جنوب کانادا و شمال ایالات متحده در ســـال ۲۰۲۱ ارائه کرد. دلیل دیگر این است که استارلینک یکی از شرکت‌های تابعه شرکت سفرهای فضایی اســـپیس‌ایکس است که توســـط ایلان ماسک تأسیس شده است. این کار به استارلینک امکان کاهش قیمت را هنگام استفاده از ماهواره برهای پیشرفته اسپیس‌ایکس فراهم می‌آورد. اسپیس‌ایکس هم در انجام این پروژه از مزیت رقابتی قابل‌توجه استارلینک نســـبت به سایر شـــرکت‌ها و درآمد ســـامانه‌های ماهواره‌بر خود سود می‌برد.

در کنار اســـتارلینک، پروژه کوییپر در شـــرکت کوییپر سیستمز[1] از شـــرکت‌های تابعه آمازون، یکی از پیشـــروترین شرکت‌های آمریکایی در ارتباطات ماهواره‌ای شـــناخته می‌شـــود. در حال حاضر، پروژه کوییپر نیز مانند استارلینک، کار پرتاب ماهواره‌ها و ارائه خدمات در بازار ارتباطات ماهواره‌ای را شـــروع کرده است و قصد دارد مجموعه‌ای متشـــکل از تعداد ۳,۲۳۶ ماهواره را ایجاد کند.[2] تصور کوییپر سیستمز نیز همانند استارلینک، بر این فرض استوار است که هزینه ایستگاه‌های ماهواره‌های اینترنتی در آینده کاهش می‌یابد و سود لازم را عاید شرکت می‌کند. پروژه کوییپر در جولای سال ۲۰۲۰ تنها مجوز خود را برای راه‌اندازی یک منظومه ماهواره‌ای بر فراز ایالات متحده دریافت کرد. در آن زمان، آمازون قصد خود را برای سرمایه‌گذاری حداقل ۱۰ میلیارد دلاری در این پروژه اعلام کرد.[3]

یکی از مزیت‌های پروژه کوییپر بر استارلینک این است که می‌تواند از امکانات خدمات وب آمازون (AWS)[4] استفاده کند. خدمات وب آمازون که تابع شرکت سفارش پستی آنلاین است، میزبانی مراکز داده و ارتباطـــات داده‌ای[5] را اجرا می‌کند. امروزه، AWS یکی از بزرگ‌ترین ارائه‌دهندگان خدمات ابری در سراسر جهان و دارای شبکه گسترده‌ای از مراکز داده است. علاوه‌بر این، آمازون در سال‌های اخیر در نصب کابل‌های زیردریایی جدید هم مشارکت کرده است (رجوع شود به شکل ۱). بنابراین جای تعجب نیست که آمازون بخواهد به‌عنوان یک ارائه‌دهنـــده خدمات مخابراتی ماهواره‌ای نیز فعالیت کند.

سومین بازیگر مهم در کنار این دو شـــرکت آمریکایی، شرکت انگلیسی وان‌وب[6] است. شرکت وان‌وب باید در بهار سال ۲۰۲۰ درخواســـت ورشکســـتگی می‌کرد. بااین‌حال، در ژوئیه همان سال به مبلغ یک میلیارد دلار به کنسرسیومی متشکل از دولت انگلســـتان و شـــرکت هندی Bharti Global فروخته شد.[7] وان‌وب تاکنون ۷۴ ماهواره مســـتقر کرده اســـت. وان‌وب برای تولید ماهواره‌های مورد نیاز خود، یک سرمایه‌گذاری مشترک با ایرباس انجام داد و سایت‌های تولید ماهواره را در اروپا و ایالات متحده ایجاد کرد.[8]

بازیگر بعدی، شـــرکت کانادایی تِلِه‌سَـــت[9] اســـت کـــه برخلاف شرکت‌های ذکر شده از گذشـــته در بخش ارتباطات ماهواره‌ای فعال بوده است. در ســـال ۲۰۱۸، تِلِه‌سَـــت اولین ماهواره ارتفاع پایین آزمایشی خود را، مستقر کرد. هدف این پروژه پوشش کره زمین با تعداد نسبتاً کمی ماهواره اســـت. در این پروژه ماهواره‌ها به ایستگاه‌های زمینی متصل می‌شـــوند. از طرف دیگر، شرکت کانادایی مذکور ســـامانه خود را برای ارائه‌دهندگان شبکه تلفن همراه نیز تبلیغ می‌کند. ایده این پروژه این است که ارائه‌دهندگان شبکه تلفن همراه بتوانند شبکه‌های محلی خود را از طریق منظومه تِلِه‌سَت به اینترنت جهانی متصل کنند.[10] مجریان تِلِه‌سَت از سال ۲۰۲۲ آماده ارائه خدمات هستند. همچنین این شرکت قراردادی را برای استقرار ماهواره‌ها با شرکت Blue Origin جف بزوس (آمازون) منعقد کرده است.

1. Kuiper Systems.
2. Federal Communications Commission (FCC), Application of Kuiper Systems LLC for Authority to Launch and Operate a NonGeostationary Satellite Orbit System in Ka-band Frequencies – Technical Appendix (Washington, D.C., 4 July 2019).
3. "Amazon Receives FCC Approval for Project Kuiper Satellite Constellation", Amazon Company News (online), 30 July 2020, https://www.aboutamazon.com/news/companynews/amazon-receives-fcc-approval-for-project-kuipersatellite-constellation (accessed 11 December 2020).
4. Amazon Web Services.
5. Data centers and Data connections.
6. OneWeb
7. Jonathan Amos, "OneWeb Sale to UK-Bharti Group Gets Court Approval", BBC (online), 10 July 2020, https://www. bbc.com/news/science-environment-53370930 (accessed 31 July 2020).
8. Caleb Henry, "How OneWeb Plans to Make Sure Its First Satellites Aren't Its Last", SpaceNews (online), 18 March 2019, https://spacenews.com/how-oneweb-plans-to-make-sure-itsfirst-satellites-arent-its-last/ (accessed 23 July 2019).
9. TeleSat.
10. "Telesat LEO", Telesat.com, https://www.telesat.com/leosatellites/ (accessed 11 December 2020).

۳-۳. شرکت‌های دولتی چین

طبق گزارش رسانه‌ها، شرکت‌های چینی نیز طرح‌هایی برای ساخت منظومه‌های ماهواره‌های ارتفاع پایین دارند، البته قاعدتاً این فعالیت‌ها، به درجات مختلف، توسط دولت چین حمایت یا حتی هدایت می‌شوند.[۱] شرکت دولتی علوم و صنعت هوافضای چین (CASIC)[۲] در پروژه Hongyun قصد دارد یک شبکه جهانی از ۱۵۶ ماهواره ارتفاع پایین بسازد. اولین ماهواره چین در دسامبر سال ۲۰۱۸ به فضا فرستاده شد.[۳] شرکت دولتی دیگری با نام تقریباً مشابه، به نام Hongyan از شرکت علوم و فناوری هوافضای چین (CASC)[۴] نیز ماهواره‌ای را به‌عنوان نقطه شروع پروژه منظومه ماهواره‌های ارتفاع پایین مستقر کرده است. یک شرکت چینی دیگر، با نام Galaxy Space، اولین ماهواره خود را به همین منظور در ژانویه سال ۲۰۲۰ پرتاب کرد. پیش‌بینی می‌شود در پنج سال آینده، ماهواره‌های این شرکت به تعداد ۱۴۴ عدد برسد و دسترسی به اینترنت از طریق 5G را امکان‌پذیر کند،[۵] البته اطلاعات کاملی در مورد اینکه هم‌اکنون آیا این منظومه ماهواره‌ای قادر به خدمات‌دهی است یا نه؟ وجود ندارد، یا اینکه آیا این منظومه برای اتصال مستقیم گوشی‌های کاربر نهایی 5G طراحی شده است یا برای اتصال به ایستگاه‌های زمینی 5G در نظر گرفته شده است؟ ناگفته نماند که در اواخر سال ۲۰۲۰ گزارش‌هایی از یک منظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین چینی با نام نسبتاً مبهم GW و برنامه‌ریزی شده برای حدود ۱۳۰۰۰ ماهواره منتشر شد.[۶]

۴-۳. تأمین‌کنندگان اروپایی

از میان شرکت‌هایی که تاکنون ذکر شد، حداقل یکی، وان‌وب، اروپایی (البته نه از داخل اتحادیه اروپا) است. یک استارتاپ اروپایی با نام KLEO Connect مستقر در مونیخ نیز با هدف ایجاد مجموعه‌ای متشکل از ۳۰۰ ماهواره برای ارائه ارتباطات داده‌ای میان دستگاه‌های IoT تحت شبکه تشکیل شده است.[۷] طبق گزارش‌های رسانه‌ای، یک شرکت چینی سرمایه‌گذار اصلی این استارتاپ است و به‌طور فعال در مدیریت عملیاتی مشارکت دارد.[۸] بااین‌حال، سرمایه‌گذاران اروپایی به تأمین‌کنندگان مهم و حتی ضروری اجزای حیاتی تبدیل شده‌اند. رتبه اول در این زمینه مربوط به ایرباس با تولید انبوه ماهواره‌های ارتباطی است. برخی شرکت‌های اروپایی نیز به تولید قطعات یا خدمات خاص می‌پردازند. مثلاً شرکت OHB از Bremen، پیمانکار اصلی توسعه ماهواره‌ها برای سامانه ناوبری ماهواره‌ای اروپا، Galileo است.[۹] همان‌طور که بالاتر گفته شد، شرکت Mynaric که مستقر در مونیخ می‌باشد نیز در حال کار بر روی سامانه‌هایی برای ارتباطات بین ماهواره‌ای با استفاده از لیزر است.

۵-۳. پیمان بین‌المللی فضای ماورای جو (از دیدگاه اندیشکده SWP)

توسعه آینده سامانه‌های ماهواره‌های اینترنتی تا حد زیادی وابسته به این است که شرکت‌ها چگونه می‌توانند مدل‌های تجاری قابل قبولی را اجرا کنند، البته همیشه دولت‌ها نیز به اِعمال نفوذ برای جهت دادن تکنولوژی براساس سیاست‌های خود اقدام می‌کنند و همان‌طور که توضیح داده شد، کشورها همواره تلاش کرده‌اند تا توسعه سامانه‌های ارتباطی جهانی را به نفع خود شکل دهند. معمولاً فعالیت‌های دولت‌ها در چارچوب قوانین بین‌المللی صورت می‌گیرد.[۱۰] محور فعالیت‌های دولت‌ها براساس پیمان (معاهده) اصول حاکم بر فعالیت‌های دولت‌ها در اکتشاف و استفاده از فضای

1.Caleb Henry, “Telesat Signs New Glenn Multi-launch Agreement with Blue Origin for LEO Missions”, SpaceNews (online), 31 January 2019, https://spacenews.com/telesatsigns-new-glenn-multi-launch-agreement-with-blue-originfor-leo-missions/ (accessed 5 August 2020).

2.China Aerospace Science and Industry Corporation.

3.Echo Huang, “China Got on the Bandwagon to Provide Global Satellite Internet”, Quartz (online), 24 December 2018, https://qz.com/1506358/china-got-on-the-bandwagon-toprovide-global-satellite-internet/ (accessed 17 July 2019).

4.China Aerospace Science and Technology Corporation.

5.Andrew Jones, “China Launches Yinhe-1 Commercial Low Earth orbit 5G Satellite”, SpaceNews (online), 16 January 2020, https://spacenews.com/china-launches-yinhe-1- commercial-low-earth-orbit-5g-satellite/ (accessed 20 March 2020).

6.Larry Press, “A New Chinese Broadband Satellite Constellation”, CircleID (online), 2 October 2020, http://www. circleid.com/posts/20201002-a-new-chinese-broadbandsatellite-constellation/ (accessed 8 December 2020).

7.“KLEO Constellation”, KLEO (online), https://kleoconnect.com/constellation (accessed 11 December 2020).

8.Jeff Foust, “Space Industry Sees Growing Effects of Coronavirus Outbreak”, SpaceNews (online), 9 March 2020, https://spacenews.com/space-industry-sees-growing-effects-ofcoronavirus-outbreak/ (accessed 6 August 2020).

9.“KLEO Constellation”, KLEO (online), https://kleo-connect. com/constellation (accessed 11 December 2020).

10.Frans von der Dunk, “International Satellite Law”, in Oxford Research Encyclopedias, ed. Peter L. Read (Oxford: Oxford University Press, 2016), 2ff., https://doi.org/10.1093/acrefore/ 9780190647926.013.39 (Accessed 12 January 2021).

مافوق جو، از جمله ماه و دیگر اجرام آسمانی[1] در سال ۱۹۶۷ است که به‌طور خلاصه به آن معاهده ماورای جو[2] می‌گویند. این معاهده توسط ۱۰۷ کشور از جمله کشـــور ایران تصویب شده است. این معاهده، حقوق و وظایف اساسی کشـــورها را در فضای مافوق جو بیان می‌کند. نکته مهم این است که ماده (۶) این معاهده به‌وضوح مســـئولیت دولت‌ها را در قبال تمام فعالیت‌هـــای ملی در فضای مافوق جو، خواه این فعالیت‌ها توسط سازمان‌های دولتی یا توسط نهادهای غیردولتی انجام شود، را تبیین می‌کند.

۶-۳. تخصیص فرکانس

از سال ۱۹۵۹، اتحادیه بین المللی مخابرات ITU وظیفه هماهنگی تخصیص بین‌المللی فرکانس‌های رادیویی، از جمله فرکانس‌های مورد نیاز برای ارتباطات ماهواره‌ای را برعهده دارد. موقعیت‌های مداری ماهواره‌ها نیز توسط ITU هماهنگ می‌شود. این کار امروزه توسط بخش ارتباطات رادیویی (ITU-R)[3] در سازمان اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) انجام می‌شود. تصمیمات عمده در کنفرانس‌های رادیویی جهانی که حداقل هر چهار ســـال یک‌بار تشکیل می‌شود، گرفته می‌شود. عملکرد ITU-R در هماهنگی فرکانس‌های رادیویی اساساً شامل یک رویه نسبتاً دقیق برای تأیید وجود نیاز موجه در استفاده از یک محدوده فرکانسی خاص است، البته طبق الگوریتم معروف کامپیوتری FCFS هر کسی که اول وارد شود اول خدمت می‌گیرد،[4] ولی همه کشورها و شرکت‌های دیگری که ممکن است متعاقباً بخواهند از محدوده فرکانس مشابه یا مجاور استفاده کنند، باید با اولین کسانی که محدوده را به خدمت گرفته‌اند به توافق برسند.

مشـــاغل خصوصی نماینده‌ای در ITU ندارند و لـــذا در عوض، دولت‌ها از طرف آنها اقدام می‌کنند و ITU را از اســـتفاده بخش خصوصی از فرکانس‌های خاص مطلع می‌کنند. گاهی، کشورها برای اســـتفاده از فرکانس توسط شـــرکت‌های کشورهای دیگر درخواست می‌دهند. برای مثال، در سال ۲۰۱۵، نروژ برای ۴۵۲۷ ماهواره و نیاز متناظر به فرکانس از طرف شـــرکت اسپیس‌ایکس ثبت کرد. این نیابت به شـــرکت‌ها اجازه می‌دهد تا قوانین خاص نهادهای نظارتی ملی را دور بزنند. بســـیاری از کشورها عمداً بین شـــرکت‌های داخلی و خارجی تفاوتی قائل نمی‌شوند تا بتوانند حق وکالت از شـــرکت‌های خارجی بگیرند و سعی می‌کنند که با شرکت‌های بیشتری روابط اقتصادی داشته باشند.

امروزه هماهنگ‌کنندگی ITU تفاوت‌هـــای زیادی با رویه اولیه ITU دارد و این مســـئله به‌طور فزاینده‌ای مشکل‌ساز می‌شود. وقتی قرار بر مدیریت تمام ماهواره‌های مستقر در فضا باشد و تعداد کاربردهای منظومه‌های بزرگ روز به‌روز اضافه شـــود، این نظام تخصیص مشکل پیدا می‌کند. از سوی دیگر اندازه منظومه‌هایی که در حال حاضر طراحی شده‌اند، ســـازوکار اصلی ITU را برای تخصیص فرکانس به چالش می‌کشـــد. اگر شرکت‌های قدرتمند مالی با طرح‌هایی برای منظومه بزرگ ادعای دریافت دامنه وسیعی از فرکانس‌ها را داشـــته باشـــند که برای انتقال داده منطقی هم می‌باشد، این فرکانس‌ها به کالایی کمیاب تبدیل می‌شوند. لذا این قاعده که هر کســـی که اول درخواست کند اول خدمت می‌گیرد، تبدیل به یک مانع برای تازه واردان به این حوزه می‌شـــود. زمانی که ماهواره‌های کمتری وجود داشت، طرف‌های درخواست‌کننده موقعیت یا بازه فرکانســـی، در اکثر موارد کاملاً می‌توانســـتند به توافقی داوطلبانه برســـند، ولی اکنون تعارض و تضادهای توزیع فرکانس بیشتر خود را نشان می‌دهد.

اگرچه قرار اســـت که در سطح جهانی، اســـتفاده از فرکانس‌های رادیویی در فضا توســـط ITU هماهنگ شـــود، ولی بااین‌حال، کشـــورها حق تعیین کاربرد فرکانس‌های رادیویی در قلمرو خود، از جمله حریم هوایی کشورشان را برای خود محفوظ می‌دارند. هر کشوری حق دارد که منافع ملی کشورش را در نظر بگیرد و همچنین تدابیری را برای محافظت از کاربری‌های موجود در کشور در برابر اختلال اتخاذ کند. برای مثال در کشور آلمان، آژانس شبکه فدرال (Bundesnetzagentur) مسئول چنین موضوعاتی هستند.

۷-۳. دسترسی به بازار

فعالیت کاروران ماهواره‌ای تجاری بیشتر از طریق سازمان تجارت جهانی (WTO) تنظیم می‌شود.

---

1. For the Complete text, see the "Treaty on Principles Governing the Activities of States in the Exploration and Use of Space, Including the Moon and Other Celestial Bodies", Europa-Universität Viadrina – Juristische Fakultät (online). https://www.vilp.de/treaty_full;jsessionid=6F8797641CFA55A17B-DE19A74E47FC92?lid=en&cid=197 (accessed 12 January 2021).
2. Outer Space Treaty.
3. International Telecommunication Union, Radiocommunication Sector.
4. FirstCome, FirstServed.

لذا چارچوب نظارتی موافقت‌نامه عمومی تجارت در خدمات GATS[1] در مورد خدمات مخابراتی نیز اعمال می‌شود. علاوه‌بر این، GATS حاوی پیوستی است که به‌طور خاص به این خدمات می‌پردازد. تاکنون، ۱۰۸ کشور عضو سازمان تجارت جهانی تعهداتی را در رابطه با تجارت درباره خدمات ماهواره‌ای، که شامل مباحث انتقال فرامرزی خدمات مخابراتی[2] است، پذیرفته‌اند.[3]

لذا امکان استفاده از ترتیبات GATS در فعالیت کاروران ماهواره‌ای تجاری وجود دارد و همین معیار می‌تواند در مورد توافق‌نامه‌های جدید میان کاروران نیز به‌کار گرفته شود. علاوه‌بر این، در چارچوب سازمان تجارت جهانی، دولت‌ها نیز می‌توانند خدمات را در سطح ملی تنظیم کنند. بااین‌حال، آنچه در منطق توافقنامه GATS مهم است این است که مقررات یکسانی برای شرکت‌های داخلی و خارجی اعمال می‌شود. در اروپا، اتحادیه اروپاست که اکثر این مقررات را تعیین می‌کند. قوانین موجود برای ارائه‌دهندگان خدمات مخابراتی، مباحث حفاظت از داده‌ها یا بی طرفی شبکه را نیز در مورد منظومه‌های ماهواره‌ای در برمی‌گیرد.

مجموعه قوانین سازمان تجارت جهانی به کشورها این امکان را می‌دهد که اصطلاحاً با «کارت برنده»[4] یعنی دست برتر در منافع ملی عمل کنند. برای مثال می‌توان به همکاری بین شرکت وان‌وب و سازمان فضایی روسیه[5] در سال ۲۰۱۸ اشاره کرد که به‌علت مغایرت با منافع ملی روسیه متوقف شد.[6]

شرکت‌ها می‌توانند از بودجه‌های توسعه بین‌المللی، حمایت مالی دریافت کنند. برای مثال، یونیسف و ITU به‌طور مشترک طرح GIGA را پایه‌گذاری کرده‌اند که اهداف آن شامل دسترسی به اینترنت برای تمام مدارس روی کره زمین است.[7] دبیرکل سازمان ملل آنتونیو گوترش،[8] در سخنرانی افتتاحیه خود برای انجمن حکمرانی اینترنت در سال ۲۰۱۹ به‌صراحت به این ابتکار اشاره کرد.[9] طراحان GIGA تأکید می‌کنند که GIGA کمپینی است که اگرچه از نظر فناوری، بی‌طرف است، ولی حداقل چند شرکت از بخش ماهواره‌های اینترنتی مایل به حضور فعال در آن هستند.

برخی از کشورها در کنار تمایل خود به‌کمک به توسعه بین‌الملل، به‌طور نظام‌مند از مشاغل داخلی در ساخت منظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین حمایت می‌کنند. مثلاً شرکت‌های دولتی چینی با همین هدف‌گذاری سرمایه‌گذاری انجام می‌دهند. بیانیه نهایی کنفرانس جهانی اینترنت ۲۰۱۹، که هر ساله در ووژن[10] چین برگزار می‌شود، بیان می‌کند که کشورها باید تلاش‌های مشترکی را برای پیشبرد متقابل کابل‌های نوری زیردریایی مرزی و بین‌المللی و بهبود زیرساخت‌های اطلاعاتی در فضا انجام دهند.[11]

دولت‌های ایالات متحده و کانادا برخلاف دولت‌های دیگر به‌عنوان مشتری عمل می‌کنند. در این روش یا درآمد شرکت‌ها را برای مدت معینی تضمین می‌کنند و یا به‌عنوان تأمین‌کننده مالی تحقیق و توسعه عمل می‌کنند. در ایالات متحده، تأمین مالی تحقیق و توسعه عمدتاً برای پروژه‌های نظامی است، اما برای برنامه‌های غیرنظامی، تأمین مالی دسترسی به اینترنت فقط در بخش‌های کم‌جمعیت کشور (که توسعه صرفه اقتصادی ندارد) انجام می‌شود.[12] در کانادا، دولت به‌صورت رسمی و با بودجه عمومی از تِله سَت برای ساخت یک منظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین حمایت می‌کند.[13]

1.General Agreement on Trade in Services.
2.Cross-border Transmission of Telecoms Services.
3."Telecommunications Services", WTO (online), www.wto.org/english/tratop_e/serv_e/telecom_e/telecom_e. htm (accessed 12 January 2021).
4.Trump card.
5.Roscosmos.
6.Maria Kolomychenko, "Exclusive: Russia Opposes U.S. OneWeb Satellite Service, Cites Security Concerns", Reuters, 24 October 2018, http://reut.rs/3p3S4ho (accessed 17 July 2019).
7.ITU and UNICEF, Giga, www.gigaconnect.org/ (accessed 12 January 2021).
8.Secretary-General António Guterres.
9.United Nations Secretary-General, "Remarks to the Internet Governance Forum", 26 November 2019, www.un.org/sg/en/content/sg/speeches/2019-11-26/remarksinternet-governance-forum (accessed 2 December 2020).
10.Wuzhen.
11."Jointly Build a Community with a Shared Future in Cyberspace", China Daily, 17 October 2019, https://www. chinadaily.com.cn/a/201910/17/WS5da7d7b3a310cf3e355 7106a_3.html (accessed 12 January 2021).
12 .Sandra Erwin, "Air Force Laying Groundwork for Future Military Use of Commercial Megaconstellations", SpaceNews (online), 28 February 2019, https://spacenews.com/air-forcelaying-groundwork-for-future-military-use-of-commercialmegaconstellations/; Alan Boyle, "SpaceX's Starlink Satellite Network Wins $885M in Federal Aid for Rural Broadband", GeekWire (online), 7 December 2020, https://www.geekwire. com/2020/spacexs-starlink-satellite-network-wins-885mfederal-subsidies-rural-broadband/ (both accessed 12 January 2021).
13.Telesat Canada, "The Government of Canada and Telesat Partner to Bridge Canada's Digital Divide through Low Earth Orbit (LEO) Satellite Technology, over $1 Billion in Revenue for Telesat Expected", Globe Newswire, 24 July 2019, http:// bit.ly/3p5Qn32 (accessed 25 July 2019).

۸-۳. توسعه استانداردها و پروتکل‌ها

انتقال داده‌ها در منظومه‌ای که در آن ده‌ها هزار ماهواره که دائماً در حرکت هستند و همچنین انتقال داده بین منظومه‌ها و کاربران روی زمین وجود دارد، نیازمند پروتکل‌های نرم‌افزاری کاملاً جدید یا حداقل تطبیق دادن پروتکل‌های موجود است. این پروتکل‌ها معمولاً توسط نهادهایی مانند مؤسسه مهندسین برق و الکترونیک (IEEE)،[1] کارگروه مهندسی اینترنت (IETF)[2] و برای مناطق خاص، ITU طراحی و توسعه داده می‌شود.[3]

آغازگر این موضوع IETF بوده است. در اواخر سال ۲۰۱۹، چین در ITU پیشنهاد داد که یک پروتکل اینترنتی کاملاً جدید، به نام NewIP توسعه یابد، ولی این ایده در مواجهه با انتقادات گسترده کنار گذاشته شد. بااین‌حال، جنبه جالب این موضوع اینجاست که چین بار دیگر پیشنهاد خود را با طرح‌های اَبَرمنظومه ماهواره‌های ارتفاع پایین مطرح کرده است.[4]

۴. آینده محتمل اینترنت جهانی در سال ۲۰۳۵ (از دیدگاه اندیشکده swp)

پیش‌بینی تحولات آینده در زمینه ماهواره‌های اینترنتی امکان‌پذیر نیست. بااین‌حال، آینده‌پژوهی نظام‌مند طیف سناریوهای ممکن و قابل قبول مفید است. در سناریوهای آینده‌پژوهی یک سناریو این است که اَبَرمنظومه کاملاً عملیاتی از ماهواره‌های اینترنتی هیچ‌گاه ایجاد نخواهد شد. ازآنجاکه چالش‌های فنی و اقتصادی بسیار بزرگی در این فناوری است، این امکان وجود دارد که حتی برای جاه‌طلب‌ترین بازیگران در این زمینه هم چالش‌ها غیرقابل حل شوند.

در ادامه با نگاهی دقیق‌تر و با این فرض که احتمالاً می‌توان با این چالش‌ها مقابله کرد، سعی می‌شود که فضای شکل‌گیری منظومه‌های آینده ماهواره‌های ارتفاع پایین بررسی شود. این کار با بررسی دو سناریو و با نگاه به پیامدهای سه جنبه مهم حکمرانی جهانی اینترنت انجام می‌شود. سه جنبه مهم عبارتند از: دسترسی به اینترنت، امنیت و انعطاف‌پذیری زیرساخت و روابط قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت. شایان ذکر است که مسائل مرتبط با حکمرانی فضا بالایی جو (از تغییراتی که باید در قوانین فضایی ایجاد شود تا نگرانی‌ها در مورد افزایش زباله‌های فضایی) در این سناریوها در نظر گرفته نشده‌اند.

جدول ۱. درجه رقابت در دو سناریو

درجه رقابت			
	بالا	پایین	
سناریو ۲: رقابت تنظیم‌شده		پایین	یکپارچگی عمودی
	سناریو ۱: انحصارات جهانی	بالا	

برای ساختاربندی دامنه پیشروی ممکن، آنها را براساس طیفی که با درجه رقابت‌پذیری تعریف شده است، مرتب می‌کنیم. این متغیر به‌نوبه خود دارای دو جزء است. بخش اول، نشان می‌دهد که چگونه کارورهای اَبَرمنظومه سیاره‌ای در بازار اتصال اینترنت ماهواره‌ای پهن باند، با هم رقابت می‌کنند.

1. Institute of Electrical and Electronic Engineers.
2. Internet Engineering Task Force.
3. Daniel Voelsen, Cracks in the Internet's Foundation. The Future of the Internet's Infrastructure and Global Internet Governance, SWP Research Paper 14/2019 (Berlin: Stiftung Wissenschaft und Politik, November 2019), https://www.swpberlin.org/en/publication/cracks-in-the-internets-foundation/ (accessed 12 January 2021).
4. See ITU, Telecommunication Standardization Sector, "New IP, Shaping Future Network": Propose to Initiate the Discussion of Strategy Transformation for ITU-T (TSAG-C83) (September 2019), https://datatracker.ietf.org/liaison/1653/ (accessed 12 January 2021).

در بخش دوم، درجه یکپارچگی عمودی را نشان می‌دهد. سؤالی که در اینجا مطرح می‌شود این است که آیا منظومه فقط به‌عنوان ستون فقرات برای ارائه‌دهندگان مخابرات زمینی عمل می‌کنند یا در عوض به کاروران خدمات کامل تبدیل می‌شوند که مستقیماً به مشتریان خُرد (مصرف‌کنندگان نهایی) خدمات ارائه می‌دهند؟ البته اینکه توسعه واقعی با یکی از این سناریوها دقیقاً مطابقت داشته باشد خیلی محتمل نیست، ولی در عوض، می‌توان انتظار داشت ترکیبی از عناصر هر دو سناریو را شاهد باشیم. هدف این آینده‌نگاری آن است که طیفی از تحولات احتمالی و پیامدهای آنها روشن شود.

۱-۴. سناریوی اول: انحصارات جهانی[1]

در اواخر سال ۲۰۲۱ استارلینک منظومه ماهواره ارتفاع پایین خود را به ۳۰۰۰ ماهواره، که ۶۰ درصد از سطح زمین را پوشش می‌دهد، گسترش داد. این منظومه بر مناطقی در نیمکره شمالی، خصوصاً ایالات متحده و کانادا متمرکز است. تقریباً در همان زمان، شرکت تابعه آمازون Project Kuiper و وان‌وب یک سرمایه‌گذاری مشترک به نام کوییپروان (KuiperOne) تشکیل دادند. پیش‌بینی می‌شود: کوییپروان در سال ۲۰۲۲ فعالیت جدی خود را آغاز می‌کند. منظومه ماهواره‌ای استارلینک و کوییپروان خدمات مازه[2] (ستون فقرات یک شبکه بزرگ)، یعنی شبکه‌های پس‌زمینه با کارایی بالا را برای ارائه‌دهندگان خدمات اینترنتی محلی و مراکز داده ارائه می‌کنند. سپس اتصالات مستقیم را برای کاربران نهایی فعال می‌کنند. در بخش‌های روستایی ایالات متحده، آنها با Verizon و AT&T همکاری می‌کنند تا مشتریان آنها بتوانند در صورت ناکافی بودن شبکه‌های محلی به اتصالات ماهواره‌ای نیز متصل شوند. استارلینک و کوییپروان (KuiperOne) نیز مستقیماً به سراغ کاربر نهایی می‌روند. مشتریان کوییپروان می‌توانند با قیمت اولیه حدود ۹۹ دلار در ماه، یک بسته داده ۱۰۰ گیگابایتی پیش‌خرید کنند تا مستقیماً به منظومه ماهواره متصل شوند.

آنتن‌های مخصوصی که برای این کار لازم است از نظر غیرقابل انعطاف بودن شبیه اولین نسل تلفن‌های همراه خواهد بود.

دولت فدرال در داخل ایالات متحده از طریق برنامه‌ای برای گسترش دسترسی پهنای باند در مناطق روستایی و به‌عنوان بخشی از پروژه‌های وزارت دفاع از استارلینک و کوییپروان (KuiperOne) حمایت مالی می‌کند. این دو شرکت در فعالیت‌های بین‌المللی خود از برنامه‌هایی که توسط آژانس توسعه بین‌المللی ایالات متحده (USAID)[3] برای حمایت از توسعه زیرساخت اینترنت در کشورهای در حال توسعه اجرا می‌شود، بهره‌مند می‌شوند. سیاست خارجی ایالات متحده نیز از آنها حمایت خواهد کرد. براساس طرح وزارت امور خارجه ایالات متحده، تفاهمی با عنوان ماهواره‌های اینترنتی و امنیت‌ملی توسط چهار عضو دیگر ائتلاف اطلاعاتی Five Eyes (انگلستان، کانادا، استرالیا و نیوزلند) امضا شده است که براساس آن این کشورها متعهد به حمایت از فعالیت‌های استارلینک و Blue Origin می‌شوند. سایر کشورها ازجمله لهستان و کشورهای بالتیک هم متعاقباً همین تعهد داوطلبانه را انجام خواهند داد.

دولت چین نیز استقرار یک اَبَرمنظومه چینی را سازماندهی می‌کند. در چین نیز مانند ایالات متحده در ابتدا، تعدادی از شرکت‌های چینی با یکدیگر رقابت می‌کردند، اما پیش‌بینی می‌شود، دولت چین تمام این تلاش‌ها را متمرکز خواهد کرد و یک شرکت دولتی جدید با ترکیب فعالان قبلی تأسیس خواهد کرد. به‌نظر می‌رسد که حزب کمونیست چین یک کمیته فرعی جدید برای هماهنگی مؤثر توسعه آینده خود ایجاد خواهد کرد. تا سال ۲۰۲۵، دولت روسیه طرح‌هایی را برای یک اَبَرمنظومه روسی که قرار است بر روی سامانه‌های ناوبری ماهواره‌ای GLONASS ساخته شود، دنبال خواهد کرد. بااین‌حال، احتمالاً به‌دلیل محدودیت‌های اقتصادی که روسیه دارد، در مورد مشارکت استراتژیک با چین وارد مذاکره خواهد شد.

پیش‌بینی می‌شود، بسیاری از تأمین‌کنندگان اروپایی هم توسط یکی از سه کارور بزرگ خریداری شوند و تنها تعداد کمی از آنها موفق می‌شوند که البته با حمایت دولت‌های متبوع خود، استقلال خود را حفظ کرده و خود را به‌عنوان بخشی از بازار جهانی مطرح کنند.

1. Global Oligopolies.
2. Backbone
3. The United States Agency for International Development.

در ادامه به‌نظر می‌رسد که استفاده از اینترنت ماهواره‌ای زمانی پیشرفت خواهد کرد که در سال ۲۰۲۶، اولین نسل از دستگاه‌های تلفن همراه جدید با قابلیت اتصال ماهواره‌ای در بازار وجود داشته باشد. این نوع گوشی‌ها دیگر نیازی به آنتن خاصی برای اتصال به ماهواره ندارند. تلفن‌های همراه و عینک‌های هوشمند دیجیتالی که اکنون هم بسیار رایج هستند، می‌توانند مستقیماً و با استفاده از پروتکل‌های تلفن همراه موجود و همچنین پروتکل‌های جدیدی که به‌صورت سفارشی برای ارتباطات ماهواره‌ای ساخته می‌شوند، به ماهواره‌ها متصل شوند. ازآنجایی که سه کارور بزرگ ماهواره‌ای، فرکانس‌های متفاوتی را به‌کار می‌گیرند و از لحاظ فنی با هم مشابه نیستند، لذا هر گوشی از سخت‌افزار خاصی استفاده می‌کند و باید برای اتصال به ماژول‌های سخت‌افزاری خاصی مجهز باشد. این ماژول‌ها از کاروران منظومه‌های ماهواره‌ای مجوز می‌گیرند. ایالات متحده و متحدانش با استناد به احتمال جاسوسی و خراب‌کاری، استفاده از ماژول‌های سخت‌افزاری چینی را ممنوع خواهند کرد. به همین ترتیب، چین و روسیه نیز استفاده از ماژول‌های مورد استفاده در منظومه‌های ایالات متحده را ممنوع می‌کنند.

پیش‌بینی می‌شود: از سال ۲۰۲۴ به بعد، در هر سه سامانه ماهواره‌ای، داده‌ها (بین ماهواره‌ها) از طریق پیوندهای لیزری بین ماهواره‌ای (ISLL)[1] جابه‌جا شود. تعداد فزاینده‌ای از ماهواره‌ها به‌عنوان مراکز داده توزیع شده[2] عمل خواهند کرد. این ماهواره‌های داده نیز مانند شبکه‌های تحویل محتوای زمینی (CDN)[3] فعلی، محتواهای درخواست پُرتکرار مانند جریان‌های ویدئویی[4] را در حافظه پنهان خود ذخیره خواهند کرد. انتقال داده‌ها بین سه منظومه در نقاط تبادل سیاره‌ای (PXP)[5] صورت خواهد گرفت، البته احتمال دارد که در ابتدای کار، این کار روی زمین انجام شود. ایالات متحده و چین به‌طور غیررسمی توافق خواهند کرد که تقریباً نیمی از PXPها در مکان‌هایی مستقر باشند که در کنترل یکی از این دو کشور باشد. تا سال ۲۰۳۰، ایالات متحده و چین برنامه‌هایی را برای انتقال PXP به فضا اجرا خواهند کرد و دلیل این کار را اجتناب از وابستگی به کشورهای میزبان مکان‌هایی که PXPها قبلاً در آنجا مستقر بودند، خواهند دانست.

پیش‌بینی می‌شود که گسترش مداوم سه منظومه ماهواره‌ای، کاروران اینترنتی را در موقعیتی قرار دهد که به‌طور مستقیم با ارائه‌دهندگان مخابرات محلی رقابت کنند. تلاش‌های چند کشور اروپایی برای ایجاد قوانین جدید سازمان تجارت جهانی برای جلوگیری از این رقابت بین کاروران جهانی ماهواره و شرکت‌های محلی موفق نخواهد بود. درنتیجه، در مناطق روستایی و کم‌جمعیت، ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت محلی به‌طور فزاینده‌ای برای رقابت با کاروران منظومه ماهواره‌ای مشکل پیدا خواهند کرد. در مناطق پرجمعیت، کاروران از ایستگاه‌های رله محلی استفاده می‌کنند که به‌طور هم‌زمان از اتصال به چندین ماهواره برای بهره بردن از پهنای باند بیشتر استفاده می‌کنند. کاربران نهایی می‌توانند از طریق پروتکل‌های مختلف مانند 6G و WIFI6 به ایستگاه‌های رله متصل شوند. بنابراین کاروران ارائه‌دهنده اینترنت ماهواره‌ای به‌تدریج به رقابت جدی برای ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت محلی حتی در فضاهای شهری تبدیل خواهند شد[۵].

به‌نظر می‌رسد که تا سال ۲۰۳۵ سه اَبَرمنظومه ماهواره‌ای کاملاً عملیاتی می‌شوند. دو اَبَرمنظومه ماهواره‌ای استارلینک و کوییپروان (KuiperOne) متعلق به شرکت‌های خصوصی هستند که تحت نظارت و صلاحیت ایالات متحده و نزدیک‌ترین متحدان آن قرار خواهند داشت. سومین منظومه ماهواره‌ای، منظومه تجاری ادغام‌شده چینی است که توسط یک شرکت دولتی چین اداره می‌شود و فعالانه توسط دولت روسیه حمایت می‌شود. دو منظومه ماهواره‌ای غربی هر کدام بیش از ۱۰۰۰۰ ماهواره را در اختیار خواهند داشت و منظومه چینی بالغ به بیش از ۱۴۰۰۰ ماهواره خواهد بود. تقریباً ۶۰ درصد از جریان داده‌های اینترنتی جهان از این سه منظومه عبور خواهند کرد و حدود دو سوم جمعیت زمین به‌طور منظم از آنها برای دسترسی به اینترنت استفاده خواهند کرد. بااین‌حال، توزیع یکدستی در جهان برقرار نخواهد شد. زیرا اگرچه مناطق روستایی تقریباً منحصراً از اینترنت ماهواره‌ای می‌توانند استفاده کنند، ولی بسیاری از کاربران شهرها به‌دلیل هزینه کمتر به‌طور فزاینده‌ای به اتصالات فیبر نوری روی می‌آورند.

1.Inter-Satellite Laser Links.
2.Distributed data Centres.
3.Content-delivery Networks.
4.Video Streams.
5.Planetary Exchange Points.

۱-۱-۴. دسترسی[1]

اگرچه، هر سه سامانه می‌توانند هر نقطه‌ای را روی زمین پوشش دهند، ولی به‌نظر می‌رسد که با توجه به مناقشات شدید بر سر مدیریت این سامانه‌ها و محتوای آنها، پوشش واقعی آنها براساس ملاحظات مختلفی شکل خواهد گرفت. دو منظومه غربی عمدتاً آمریکای شمالی و جنوبی، کشورهای متحد در اروپا و اقیانوس آرام و بخش‌هایی از آفریقا را پوشش می‌دهند و منظومه ادغام‌شده چینی از کشورهای چین، روسیه و همه کشورهای پیمان‌های غیرغربی و پیمان یک کمربند و جاده (BRI)[2] قابل دسترسی خواهد بود، البته منظومه ماهواره‌ای در بسیاری از مناطق روستایی که در دهه ۲۰۱۰ به‌هیچ‌وجه به اینترنت دسترسی نداشتند، اتصال را ارائه خواهند داد.

احتمالاً تا سال ۲۰۳۵، یک میلیارد نفر در کشورهای در حال توسعه، برای اولین بار در زندگی خود، از طریق منظومه‌های ماهواره‌ای جدید به اینترنت دسترسی پیدا خواهند کرد. بیش از ۷۰ درصد مدارس در کشورهای آفریقایی نیز با این روش به اینترنت متصل خواهند شد. بانک‌جهانی، بانک توسعه آسیایی و کشورهای کمک‌کننده با استفاده از یارانه‌ها و اعتبارات، از گسترش منظومه ماهواره‌ای برای پوشش نیمکره جنوبی نیز حمایت خواهند کرد. بااین‌حال، در سال‌های ابتدایی، هزینه آنتن‌های تخصصی‌تر و هزینه‌های نسبتاً بالا برای کاربران اینترنت ماهواره‌ای قابل توجه خواهد بود.

زمانی که اَبَرمنظومه‌ها برای اولین بار ساخته شدند، هدف طراحان این بود که کشورهای در حال توسعه فرایندی مشابه کشورهای غربی را که از دهه ۱۹۹۰ به اینترنت متصل شده‌اند، طی کنند، ولی برخلاف پیش‌بینی اولیه، دولت‌ها در اوایل دهه ۲۰۲۰ به فکر حفظ منافع ملی خود هستند. استفاده از اینترنت از همان ابتدا توسط قوانین هر کشور کنترل شده و بسیاری از شرکت‌های غربی از اواسط دهه ۲۰۲۰ به بعد، با جذب میلیون‌ها مشتری بالقوه وارد بازارها و خصوصاً آفریقا می‌شوند. برخی از کشورها، مثلاً غنا به‌دلیل شرایط اقتصادی و جغرافیایی، خواهند توانست که اقتصاد دیجیتال خود را ارتقا دهند.

۲-۱-۴. امنیت و تاب‌آوری[3]

ازآنجایی‌که در سناریویی که تا اینجا بحث شد، تقریباً تمام عناصر ضروری شبکه در دست سه کارور بزرگ است، لذا کنترل بیشتری بر آنچه در شبکه‌ها اتفاق می‌افتد به‌دست کاروران اصلی خواهد بود. این کاروران به‌عنوان یک دستاورد امنیتی به‌سرعت به‌روزرسانی‌های امنیتی را برای پروتکل‌ها و اجزای نرم‌افزاری فراهم و اجرا خواهند کرد و با استفاده از ابزارهای ویژه‌ای که دارند به‌طور جامع جریان داده‌ها را در شبکه‌ها نظارت خواهند کرد. آنها همچنین می‌توانند به‌دقت تصمیم بگیرند که کدام داده اجازه ورود، تبادل یا خروج از شبکه‌های خود در PXPها داشته باشد. درنهایت، ایالات متحده و چین ظرفیت‌های خاصی را در منظومه ماهواره‌ای تحت کنترل خود برای اهداف نظامی، هم برای خود و هم برای نزدیک‌ترین متحدانشان محفوظ خواهند داشت. به‌نظر می‌رسد، تا سال ۲۰۳۵ بسیاری از کشورها شبکه‌های ماهواره‌ای خود را برای «جنگ شبکه محور»[4] آماده کنند، البته ساختار غیرنظامی منظومه‌های غول‌پیکر نیز مزایای استراتژیک خود را خواهد داشت.

بااین‌حال، پیش‌بینی می‌شود که ازآنجایی‌که منظومه‌ها به‌طور فزاینده‌ای از نظر فناوری راه خود را طی می‌کنند، ولی حملات هدفمند به منظومه ماهواره‌ای بدون به خطر انداختن شبکه‌های شخصی ممکن خواهد شد. اگرچه در ابتدا به‌نظر می‌رسید که اَبَرمنظومه‌ها شبکه کابل‌های زیردریایی را تکمیل کنند و درنتیجه با ایجاد افزونگی، تاب‌آوری سیستم را افزایش دهند، ولی تنها پس از چند سال، پیشرفت در انتقال داده‌ها در فضا از طریق ISSL منجر به خروج سرمایه‌گذاران از برنامه‌های کابل‌های زیردریایی جدید خواهد شد. به‌نظر می‌رسد که استفاده از شبکه فیبر زیردریایی که در سال ۲۰۲۵، حدود ۹۰ درصد از جریان داده‌های بین قاره‌ای را انجام می‌دهد، تا سال ۲۰۳۵ به ۲۰ درصد کاهش خواهد یافت.

پیش‌بینی‌های دیگری نیز از اتفاقات آینده در سناریوی اول محتمل است، مانند اینکه خطرات اتکای فزاینده تنها به منظومه ماهواره‌ای در طول یک قطعی در مقیاس بزرگ در سال ۲۰۳۱ به‌صورت جدی خود را نشان خواهد داد.

1.Access
2.Belt and Road Initiative.
3.Security and Resilience.
4. Network-Centric Warfare.

اگر نقص گسترده‌ای در منظومه ماهواره‌ای استارلینک به‌وجود آید که عملاً دسترسی به اینترنت را برای تقریباً تمام ایالت‌های آمریکای جنوبی قطع کند، وجود تعداد معدود اتصالات کابلی زیردریایی قادر به پُر کردن جالی خالی ماهواره‌ها نخواهد بود. اگر مشخص شود که مشکلات ناشی از ماهواره‌های قدیمی‌تر است و به‌روزرسانی نرم‌افزار ضروری انجام شود، با کمک شبکه موازی یعنی کوییپروان (Kuiper One)، پوشش اولیه در عرض چند روز بازیابی می‌شود. بااین‌حال، به‌مدت دو هفته، دسترسی به اینترنت به مؤسسات دولتی و شرکت‌های خصوصی منتخب مرتبط با استراتژی محدود خواهد بود. پس از دو هفته، استارلینک اِشکال (باگ) را پیدا کرده و ماهواره‌های خراب را به‌روز خواهد کرد و به‌محض اینکه دسترسی به اینترنت در آمریکای جنوبی برقرار شد، رسانه‌های اجتماعی مملو از انتقادات گسترده از استارلینک و دولت‌های آمریکای لاتین خواهد شد. لذا برای رفع مشکل، در اوایل سال ۲۰۳۲، سه کارور بزرگ ماهواره‌بر منشور اعتمادی که شامل اقداماتی برای جلوگیری از چنین قطع‌هایی باشد، توافق خواهند کرد. به‌نظر می‌رسد که در سال ۲۰۳۵ کاروران هر سه منظومه ماهواره‌ای تقریباً تمام عناصر زیرساخت اینترنت را با هم ترکیب خواهند کرد.

۳-۱-۴. قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت

بازیگران مختلفی، زیرساخت زمینی اینترنت را که از دهه ۱۹۹۰ به بعد در سراسر جهان توسعه‌یافته، اداره می‌کنند. مهم‌تر از همه، تعداد زیادی از شرکت‌های خصوصی مشغول مدیریت بخش‌های مختلف آن هستند. برای مثال از کابل‌های زیردریایی گرفته تا IXPها و ISPهای محلی در کنترل آنهاست، ولی در آینده در سال ۲۰۳۵، کاروران سه منظومه ماهواره‌ای با درجه بالایی از یکپارچگی فعالیت خواهند کرد و تقریباً تمام عناصر زیرساخت اینترنت را ترکیب می‌کنند و تعداد نهادهای درگیر در اجرای بخش‌های عمده زیرساخت جهانی اینترنت کاهش می‌یابد که هماهنگی بین آنها را بسیار آسان‌تر می‌کند. سه شرکت استارلینک، کوییپروان (Kuiper One) و مجموعه ادغام‌شده چینی مشترکاً روی استانداردهای لازم برای فعال کردن تبادل داده بین سه سامانه در PXP کار خواهند کرد. به احتمال قوی این کاروران برای رسمی کردن همکاری خود در این زمینه، یک سازمان اتصال سیاره‌ای (PCO)[1] را تأسیس خواهند کرد.

به‌نظر می‌رسد که این کارور بزرگ در ابتدای کار، هر زمان که نیاز به توافق بر سر استفاده از فرکانس‌های خاصی داشته باشند، همچنان رویه‌ای را که اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU) تعیین کرده باشد، تبعیت می‌کنند، اما وقتی مشخص شد که فرایند تخصیص ITU برای چنین منظومه‌های عظیمی مناسب نیست. مثلاً در سال ۲۰۲۵، این سه شرکت با توافق دولت‌های خود، تصمیم خواهند گرفت به‌جای آن، فرکانس‌ها را در PCO تخصیص دهند، درحالی که رویه‌های ITU هنوز وجود دارد، ولی اعتبار این سازمان در مقابل تصمیمات PCO کاهش پیدا می‌کند.

اندکی پس از آن، مثلاً در سال ۲۰۲۶، دولت ایالات متحده وظیفه مدیریت سامانه نام دامنه (DNS)[2] را به استارلینک واگذار خواهد کرد. این امر به‌عنوان گام منطقی بعدی در فرایندی که در سال ۲۰۱۶ با واگذاری این مسئولیت به شرکت اینترنتی برای نام‌ها و شماره‌های اختصاص‌یافته (ICANN)[3] آغاز شده بود، قابل توجیه است. در پاسخ، چین و روسیه تصمیم خواهند گرفت DNS مستقل خود را بسازند. این موضوع از سال ۲۰۲۷ توسط مجموعه ادغام‌شده چینی اداره خواهد شد. به این صورت شبکه جهانی اینترنت معنا خود را از دست خواهد داد و به شبکه بخشی و تکه‌تکه با انگیزه‌های مختلف تبدیل خواهد شد (از دیدگاه اندیشکده SWP). سه شرکت بزرگ ماهواره‌ای به‌سرعت با استانداردهایی در PCO موافقت خواهند کرد تا تبادل بین ماهواره‌ها را با وجود دو سامانه نام دامنه جداگانه امکان‌پذیر کند. ازآنجایی که کاروران اکنون خودشان DNS مربوطه را نیز کنترل می‌کنند، ابزارهای لازم برای هدایت جریان داده بین منظومه‌ای خواهد داشت. برای مثال، سامانه چینی به‌سرعت دسترسی به دامنه سطح بالای تایوانی Tw. را که همچنان در غرب مورد استفاده قرار می‌گیرد، ممنوع می‌کند. هر سه سامانه همچنین از DNS برای مقابله با جرم استفاده خواهند کرد.

در ادامه در سناریوی اول، این سه کارور به‌طور منظم میزبان کنفرانس‌هایی خواهند بود که نظر کشورهای دیگر را در مورد توسعه آینده منظومه جلب کنند. PCO همچنین دارای یک هیئت مشورتی چند سهامداری (MAB)[4] خواهد بود که برای مشارکت دادن دولت‌ها، مشاغل خصوصی و جامعه، باز است. بنابر

1. Planetary Connectivity Organisation (PCO).
2. Domain Name Service.
3. Internet Corporation for Assigned Names and Numbers.
4. Multistakeholder Advisory Board.

پیش‌بینی اندیشکده SWP، در حدود سال ۲۰۲۹، گروهی از جوامع غربی به‌طور مشترک اعلام انصراف از مشارکت خواهند کرد و این قبیل کنفرانس‌ها را صرفاً ظاهری برای مشروعیت بخشیدن به قدرت زیاد سه شرکت فعال در منظومه خواهند دانست. به‌استثنای ایالات متحده، چین و متحدان آنها، تأثیر کشورهای دیگر بر عملکرد و توسعه آینده منظومه بسیار محدود خواهد بود. بااین‌حال، هر سه منظومه خدمات ویژه‌ای را برای دولت‌ها ارائه خواهند داد تا به آنها اجازه دهد خدمات را مطابق با قوانین و مقررات داخلی خود پیکربندی کنند (حکمرانی به‌عنوان یک سرویس).[1] هرچند برخی منتقدان از عدم شفافیت در مورد نحوه اجرای دقیق الزامات قانونی خود توسط این سه کارور انتقاد خواهند کرد، اما بسیاری از دولت‌ها این فرصت را غنیمت خواهند دانست.

در سناریوی اول می‌توان اتفاقاتی را نیز حدس زد. مثلاً ارائه خدمات جدیدی مانند شهروند جهانی[2] که به احتمال قوی توسط هر سه کارور ارائه خواهد شد. این خدمات اِعمال مقررات خاصی برای شهروندان یک منطقه در هر کجای کره زمین را ممکن می‌سازد. هنگامی که شهروندان به کشورهای دیگر سفر می‌کنند، ارتباطات دیجیتالی آنها در حوزه فضایی کشور خود باقی می‌ماند. در سال ۲۰۳۵ دو سوم کل کشورها از این برنامه استفاده خواهند کرد. دولت ایالات متحده برای اجرای سیاست‌های خود تحت عنوان برای حفظ آزادی اینترنت، اصرار خواهد کرد که در چارچوب برنامه شهروند جهانی، استارلینک و کوییپروان (Kuiper One) باید آزادی بیان یا حفاظت از داده‌ها را مانند ایالات متحده اجرا کنند. به‌طور مشابه، در زمینه آزادی بیان، دولت چین شرکت ادغام‌شده چینی را متعهد می‌کند که به دستورالعمل‌های اعلامیه نهایی کنفرانس جهانی اینترنت در حدود سال ۲۰۲۸ که در یکی از شهرهای چین برگزار شده پایبند باشد. در حدود سال ۲۰۳۰، اتحادیه اروپا پس از یک بحث گسترده و با توجه به تجربیات گذشته یک ساختار سپر حریم خصوصی[3] طرح می‌کند و تصمیم می‌گیرد استثناهایی را در قوانین خود بگنجاند که به کاروران منظومه ماهواره‌ای اجازه دهد به ارائه خدمات قانونی خود در اتحادیه اروپا ادامه دهند.

۲-۴. سناریوی دوم در رقابتی تنظیم‌شده[4]

در سناریوی دوم پیش‌بینی می‌شود که ایلان ماسک و جف بزوس تلاش‌های خود را برای ساخت یک منظومه جهانی در ارتفاع پایین در یک شرکت جدید ترکیب خواهند کرد. اندکی پس از آن، وان‌وب نیز به آنها می‌پیوندد. این شرکت جدید آمریکایی در سال ۲۰۲۳ منظومه‌ای را به خدمت می‌گیرد که ماهواره‌های آن کل نیمکره شمالی و همچنین آمریکای جنوبی و بخش‌هایی از آفریقا را پوشش می‌دهند. برای حفظ رقابت در برابر شرکت جدید آمریکایی، دولت چین نیز تصمیم خواهد گرفت تمام ابتکارات قبلی خود را در یک منظومه ماهواره‌ای در ارتفاع پایین ترکیب کند. در حدود سال ۲۰۲۳ چین و روسیه فعالیت‌های خود را در فضا به‌عنوان بخشی از یک مشارکت استراتژیک هماهنگ خواهند کرد. سپس روسیه برنامه‌های خود را برای منظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین کنار می‌گذارد و به شرکت جدید شرقی می‌پیوندد. به‌نظر می‌رسد که این منظومه در اواخر سال ۲۰۲۴ راه‌اندازی شود و پوشش ماهواره‌ای را برای تمام آسیا، روسیه، اروپای شرقی و بخش بزرگی از آفریقا و هند فراهم کند.

به‌نظر می‌رسد که در ادامه این سناریو، شورای اروپا موافقت خواهد کرد که از ساخت یک منظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین اروپایی از طریق یک برنامه بودجه ویژه حمایت کند. سپس توافق‌نامه جدیدی با ژاپن برای تقویت همکاری در فناوری دیجیتال امضا خواهد کرد تا راه برای همکاری نزدیک‌تر در ارتباطات ماهواره‌ای هموار شود.

در ادامه شرکت‌های اروپایی سرمایه‌گذاری مشترکی را با هدف ایجاد یک منظومه اروپایی مستقل تشکیل خواهند داد. کمیسیون اروپا از شرکت ارائه‌دهنده خدمات اینترنت ماهواره‌ای جدید اروپا برای تحقیق و توسعه حمایت مالی می‌کند. تعدادی از کشورهای عضو اتحادیه اروپا نیز متعهد به استفاده از این سیستم برای اتصال مؤسسات عمومی در مناطق کم‌جمعیت خواهند شد. به‌زودی آشکار می‌شود که شرکت ماهواره‌ای جدید اروپا می‌تواند از شبکه‌ای از پیمانکاران فرعی اروپایی در بخش فناوری فضایی بهره‌مند شود. این سرمایه‌گذاری مشترک در حدود سال ۲۰۲۶ زمانی که شرکت چند ملیتی اروپایی موفق به تولید یک پرتاب‌کننده چندبار مصرف شود، قوی‌تر خواهد شد. منظومه ماهواره‌ای جدید اروپا در حدود سال ۲۰۲۸ شروع به کار خواهد کرد.

1. Governance as a Service.
2. Global citizen.
3. Privacy Shield.
4. Regulated Competition.

ازآنجاکه این منظومه دیرتر از رقبا به صحنه می‌آید، باید برای استفاده از فرکانس‌های رادیویی با منظومه‌های موجود قبلی هماهنگ شود، البته در اروپا مشکل مهمی نخواهد بود. زیرا در این جغرافیا، قوانین بین‌المللی از اروپا حمایت می‌کند، اما منظومه ماهواره‌ای جدید اروپا در دیگر نقاط جهان خدمات محدودتری می‌تواند ارائه دهد. بنابر پیش‌بینی اندیشکده SWP، به‌نظر می‌رسد که در اواخر سال ۲۰۲۸، ایالات‌متحده، چین و روسیه با توجه به مسائل امنیت‌ملی، این سیستم را از فعالیت در قلمرو خود منع می‌کنند.

طبق پیش‌بینی‌های این سناریو، در ابتدا، هر سه گروه منظومه‌های ماهواره‌ای جدید در دو سطح خدمات مازه[1] (ستون فقرات یک شبکه بزرگ) را برای ISPهای محلی و خدمات به کاربر نهایی را ارائه خواهند داد. بااین‌حال، از سال ۲۰۲۴، قوانین جدید سازمان تجارت جهانی، سازوکار بازار را تغییر می‌دهد. کشورهای عضو توافق خواهند کرد که کاروران منظومه از این پس فقط می‌توانند خدمات اصلی را ارائه دهند. در سناریوی قبلی به نقش سازمان تجارت جهانی (WTO) اشاره شد و حمایت برخی کشورها از قوانین مشابه در بازار برق بیان شد. مقررات جدیدی که در WTO تصویب خواهد شد، به‌گونه‌ای خواهد بود که قوانین GATS برای خدمات ماهواره‌ای نیز اعمال شود و تأکید می‌کند که کشورها موظف هستند در مورد دسترسی به بازارهای ملی با شرکت‌های داخلی و خارجی به‌طور مساوی رفتار کنند.

بااین‌حال، مقررات WTO شامل دو استثنا خواهد بود. در مناطقی که هیچ ISP محلی اتصال اینترنت را ارائه نمی‌دهد، کاروران منظومه ماهواره‌ای می‌توانند خود برای مجوز خدمت به‌عنوان ISP درخواست دهند. لذا هر سه کارور از این فرصت به‌ویژه در کشورهای در حال توسعه استفاده خواهند کرد. تا سال ۲۰۲۸، شرکت‌های تابعه کارور جدید آمریکایی ISPهای محلی زیادی را در قریب ۵۰ کشور ایجاد خواهند کرد. کارور جدید شرقی نیز در همین حدود مثلاً ۴۰ کشور نمایندگی خواهد داشت، ولی در مقایسه کارور اروپایی که تازه مستقر شده تنها در حدود ۱۰ تا ۱۲ کشور نمایندگی خواهد داشت. دومین استثنا در قوانین WTO این است که کاروران منظومه اجازه خواهند داشت که دسترسی مستقیم به منظومه خود را به‌عنوان یک خدمت ویژه به مشتریان خاصی با نیازهای خاص ارائه دهند. در بسیاری از کشورها، این خدمات در ابتدا به هواپیما و کشتی محدود می‌شود. بااین‌حال، برخی به‌زودی شروع به گسترش دایره واجدین شرایط برای خدمات ویژه به مقامات و مقامات مجری قانون می‌کنند.

طبق پیش‌بینی‌های سناریوی دوم، تا حدود سال ۲۰۳۵ سه منظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین وجود خواهند داشت که یکی کارور آمریکایی دارای حدود ۱۳۰۰۰ ماهواره، کارور جدید شرقی دارای حدود ۱۲۰۰۰ و کارور جدید اروپایی دارای ۶۰۰۰ ماهواره خواهند بود. حدود ۵۰ درصد از ترافیک جهانی اینترنت از طریق این منظومه‌ها استفاده خواهد کرد و حدود دو سوم جمعیت جهان از آنها برای دسترسی به اینترنت استفاده خواهند کرد. در مناطق روستایی و کشورهای در حال توسعه، این سامانه‌ها اغلب مهم‌ترین دسترسی به اینترنت را فراهم خواهند کرد. بااین‌حال، مراکز اقتصادی پرجمعیت عمدتاً به اتصالات فیبر نوری متکی خواهند بود.

۱-۲-۴. دسترسی

طبق پیش‌بینی‌های سناریوی دوم، هر سه سامانه از نظر فنی قادر به ارائه اتصال برای هر نقطه روی زمین هستند. همان‌طور که در بالا توضیح داده شد، سامانه ایالات متحده و سامانه شرقی خواهند توانست جذاب‌ترین فرکانس‌های رادیویی را برای خود تخصیص دهند. در برخی مکان‌ها، عدم دسترسی به فرکانس تخصیص یافته خدمات سامانه اروپایی را محدود می‌کند. علاوه‌بر این، تصمیمات محلی در مورد مجوزهای داخلی اغلب براساس ملاحظات مرتبط با منافع کشورها شکل می‌گیرد. درنتیجه، پیکربندی فنی منظومه‌ها به‌طور فزاینده‌ای منعکس‌کننده تقسیمات مرتبط با ائتلاف‌ها و اتحادهای بین کشورها خواهد بود. ایالات متحده، چین و روسیه شبکه‌های ماهواره‌ای دیگر را در قلمرو خود که حداقل تا حدی توسط شرکت‌های داخلی اداره نمی‌شوند، ممنوع می‌کنند. علاوه‌بر این، ایالات متحده و چین قاطعانه سعی می‌کنند متحدان مربوطه خود را متقاعد کنند که سیاست مشابهی را اتخاذ کنند. درنتیجه، در سال ۲۰۳۵ مناطق وسیعی از جهان به دو حوزه دیجیتالی تقسیم می‌شوند که تا حد زیادی از یکدیگر جدا هستند.

بااین‌حال، اتحادیه اروپا مرکز گروهی از کشورهاست که به قوانین جدید WTO در سال ۲۰۲۴ متعهد هستند. این اتحادیه به هر سه کارور اجازه دسترسی به بازارهای خود را خواهد داد. در داخل اتحادیه اروپا، تصمیمات ایالات متحده، چین و روسیه مبنی‌بر عدم اجازه دسترسی به کارور اروپایی به بازارهایشان منجر به بحث داغی در مورد مقابله به مثل با حذف دو سامانه دیگر می‌شود.

1. Backbone

بااین‌حال، در پایان، کشورهای عضو اتحادیه اروپا تعهد خود را به نظام تجاری چندجانبه و ارتباطات آزاد مجدداً نشان خواهند داد. به‌نظر می‌رسد که در سال ۲۰۲۵، بروکسل نیز با اصلاح قانون حفظ حریم خصوصی الکترونیک، قوانین مربوط به حفاظت از داده‌ها را تشدید می‌کند. ارائه‌دهندگان خدمات اینترنت محلی که از یکی از مجموعه‌های ماهواره‌ای غیر اروپایی استفاده می‌کنند، باید اقدامات بیشتری را برای محافظت از داده‌های مشتریان خود، برای مثال از طریق انواع مناسب رمزگذاری[1] یا نام مستعار،[2] یا رضایت آگاهانه کاربر برای پردازش داده‌ها در خارج از اتحادیه اروپا انجام دهند. درنهایت، دو کارور آمریکایی و شرقی از ارائه خدمات خود در نزدیکی سایت‌های مهم استراتژیک اروپا مانند پایگاه‌های نظامی یا نیروگاه‌های انرژی منع خواهند شد. برای اجرای این ممنوعیت، اتحادیه اروپا سامانه‌های فنی را راه‌اندازی خواهد کرد که به‌صورت محلی فرکانس‌های استفاده شده توسط این دو سامانه را مسدود کند.

طبق پیش‌بینی‌های این سناریو، در حدود سال ۲۰۲۴ اتحادیه اروپا و اتحادیه آفریقا (AU)[3] اجلاس دیجیتالی برگزار خواهند کرد. سند نهایی این اجلاس شامل شاخص‌هایی خواهد بود که کارورانِ منظومه ماهواره‌ای باید به‌حدی از آنها برسند که بتوانند از آژانس‌های توسعه بین‌المللی حمایت مالی دریافت کنند. این استاندارد گذار شامل کارورانی است که باید اطلاعات در دسترس عموم را در مورد در دسترس بودن واقعی سامانه‌های خود در کشورهای در حال توسعه و هزینه‌های کاربران نهایی و ارائه‌دهندگان اینترنت محلی ارائه دهند. وجوه پرداختی[4] به کارورِی مرتبط خواهد شد که دسترسی رایگان را برای همه مدارس در مناطقی که کارور برای ارائه خدمات کمک مالی دریافت می‌کند، فراهم می‌کند. تعدادی از کشورهای کمک‌کننده بزرگ اجرای این دستورالعمل‌ها را در سال‌های بعد هم خواهند داد و اجرا خواهند کرد.

اتحادیه اروپا همچنین از AU با تخصص فنی در کاربرد آن در ITU برای استفاده از فرکانس‌های رادیویی مناسب برای ارائه اتصال ماهواره‌ای باند پهن در سراسر قاره آفریقا پشتیبانی خواهد کرد. هدف اتحادیه این است که اطمینان حاصل کند که شرکت‌های آفریقایی فرصت ورود به بازار را در مراحل بعدی خواهند داشت. بسیاری از دولت‌های آفریقایی از کارور اروپایی استفاده خواهند کرد تا مؤسسات عمومی خود را در مناطق دورافتاده را به اینترنت متصل کنند. درنتیجه، در سال ۲۰۳۵ همه کشورهای در حال توسعه حداقل به یکی از سه منظومه ماهواره‌ای متصل هستند. بااین‌حال، به دنبال فشار ایالات متحده و چین، تعداد کمی از کشورها به هر سه دسترسی دارند. بااین‌حال، این در دسترس بودن به هر سه سامانه ماهواره‌ای بر مشکلی تأکید می‌کند که نشست سران اتحادیه اروپا قبلاً در سال ۲۰۲۴ به آن اشاره کرده بود. مشکل آن است که برای اینکه بتوانند واقعاً از منظومه‌های ماهواره‌ای جدید استفاده کنند، بسیاری از مناطق ابتدا باید در تأمین برق اصلی هم برای زیرساخت‌های لازم روی زمین هم برای اجرای تجهیزات کاربر نهایی[5] سرمایه‌گذاری کنند (که این عملیات امکان اتصال فیبر نوری را آسان‌تر می‌کند).

۲-۲-۴. امنیت و تاب‌آوری

طبق پیش‌بینی‌های سناریو تا اینجا، کاروران منظومه‌های ماهواره‌ای باید امکان انتقال حجم زیادی از داده‌ها را در شبکه‌های ده‌ها هزار ماهواره‌ای فراهم کرده و مضاف بر آن به‌طور مداوم با سرعت‌های بالا و در مدارهای مختلف حرکت کنند. برای این منظور، آنها پروتکل‌های جدیدی را هم برای هدایت جریان داده (مسیریابی) و هم برای شناسایی دستگاه‌های پایانی در شبکه توسعه خواهند داد. بسیاری از نوآوری‌های معرفی شده در اینجا، متعاقباً توسط زیرساخت اینترنت زمینی نیز مورد استفاده قرار می‌گیرد. در توسعه این پروتکل‌ها، کاروران منظومه‌های ماهواره‌ای می‌توانند برخی از نقاط ضعف را از پروتکل‌های گسترده قبلی حذف کنند. به‌عنوان مثالی از یک پیش‌بینی برمبنای تجربیات تاکنون، هم‌زمان، اسناد فاش شده در سال ۲۰۲۸ نشان خواهد داد که دو کارور آمریکایی و شرقی نیز اشکال جدید و نامعلومی از دسترسی قانونی[6] ایجاد کرده‌اند. این ابزارها به دولت‌های ایالات متحده، چین و روسیه برای نظارت بر جریان داده‌های جهانی ارائه خواهد شد.

1. Encryption
2. Pseudonimisation
3. African Union.
4. Funds
5. End-user devices.
6. Lawful Access.

طبق پیش‌بینی‌های سناریوی دوم، معرفی پروتکل‌های جدید برای منظومه‌های ماهواره‌ای در ابتدا باعث می‌شود تا حملات سایبری اندکی کاهش یابد. بااین‌حال، از حدود سال ۲۰۲۶، میزان حملات دوباره افزایش خواهد یافت. در این فاصله، مهاجمان ظاهراً نقص‌هایی را در پروتکل‌های جدید نیز پیدا می‌کنند و درحالی که هنوز هیچ خبر دقیقی وجود ندارد، نگرانی‌هایی نیز وجود خواهد داشت که برخی از گروه‌های هکر موفق بشوند از رابط‌های ساخته شده در سامانه‌ها برای ایجاد دسترسی به آژانس‌های مجری قانون ملی استفاده کنند. به‌عنوان یک مثال احتمالی، یک حمله ویرانگر به‌خصوص در سال ۲۰۲۹ رخ خواهد داد. تنها در عرض چند روز، یک ویروس در سراسر جهان در تمام منظومه ماهواره‌ای پخش خواهد شد. اگرچه این ویروس در همه جا روی سامانه‌های رایانه‌ای یافت می‌شود، اما چالش خاص این ویروس این است که فقط به منظومه ماهواره‌ای اروپایی آسیب می‌رساند. این حمله موجب خرابی تنظیمات استاندارد در پروتکل انتقال استفاده شده توسط کارور اروپایی خواهد شد و بنابراین عملاً تمام انتقال داده‌ها در آن شبکه متوقف خواهد شد. در مورد اروپا به این صورت است که بسیاری از کاربران کارور منظومه ماهواره‌ای اروپایی می‌توانند به دو سامانه دیگر سوئیچ کنند، یا از شبکه‌های زمینی استفاده کنند یا به شبکه‌های تلفن همراه اضطراری که از سال ۲۰۲۷ در بسیاری از شهرهای اروپایی ایجاد شده بود متوسل شوند. پس از یک هفته، کارشناسان کارور منظومه ماهواره‌ای اروپایی کارکرد ماهواره‌ها را به‌منظور به‌روزرسانی سامانه برای محافظت از آن در برابر حملات مشابه در آینده ترمیم خواهند کرد. این رویداد منجر به بحث‌های داغ خواهد شد و شایعات زیادی در مورد اینکه چه کسی ممکن است به‌طور خاص به شبکه ماهواره‌ای اروپا آسیب برساند، منتشر خواهد شد. از آن زمان، هر سه کارور منظومه‌های ماهواره‌ای نگران حملات هدفمند بیشتر به یکی از شبکه‌های خود خواهند بود. این آگاهی جدید از آسیب‌پذیری منظومه‌های ماهواره‌ای بر نگرش همگان به شبکه کابل‌های زیردریایی نیز تأثیر خواهد داشت.

طبق پیش‌بینی‌های سناریوی دوم، با فعال شدن منظومه‌های ماهواره‌ای و پیشرفت فنی در پیوندهای لیزری بین ماهواره‌ای (ISSL)، ترافیک داده‌های بین قاره‌ای به‌طور فزاینده‌ای به فضا منتقل خواهد شد. بر این اساس، طرح ساخت کابل‌های زیردریایی جدید متوقف می‌شود. بااین‌حال، پس از حمله ۲۰۲۹ به‌منظومه ماهواره‌ای اروپایی، در اولویت‌ها تجدید نظر خواهد شد. احتمالاً اتحادیه اروپا در سال ۲۰۳۰ اجلاس جهانی کابل را به امید استفاده از برنامه‌های مالی برای تشویق بخش خصوصی برای سرمایه‌گذاری جدید در کابل‌های زیردریایی ترتیب خواهد داد. بااین‌حال، به‌نظر نمی‌رسد که هیچ سرمایه‌گذاری جدی روی پروژه‌های کابلی جدید تا سال ۲۰۳۵ انجام شود.

بنابراین کمیسیون اتحادیه اروپا باید راه‌های دیگری برای افزایش تاب‌آوری زیرساخت اینترنت پیدا کند. طبق پیش‌بینی‌ها، در حدود سال ۲۰۲۷ یک مشارکت عمومی و خصوصی (PPP) متشکل از دولت‌ها و مشاغل اروپایی و آفریقایی شکل خواهد گرفت که در زمینه توسعه شبکه‌های تلفن همراه اضطراری با یکدیگر همکاری خواهند کرد. این مشارکت بر روی طرح‌هایی مانند پروژه‌ای که ایده اصلی آن ایجاد شبکه‌هایی از بالون‌های هوای گرم است تمرکز دارد. این شبکه‌های تلفنی، تنها در چند کیلومتری سطح زمین برقرار می‌شوند و مانند موبایل سنتی عمل می‌کنند. در صورت قطع شبکه‌های زمینی یا حتی منظومه ماهواره‌ای، این شبکه‌های اضطراری سیار می‌توانند در عرض چند ساعت به هر نقطه در اروپا و آفریقا برسند. درنهایت، کشورهای عضو اتحادیه اروپا از سرمایه‌گذاری‌های هنگفت در اتصالات فیبر نوری که اتحادیه اروپا به‌عنوان بخشی از اقدامات خود برای غلبه بر بحران کووید-۱۹ تصمیم گرفته بود، استفاده خواهند کرد. در سال ۲۰۳۵، فیبر نوری روش اصلی پشتیبان زیرساخت اینترنت اروپا خواهد بود. اروپا تنها بخشی از جهان خواهد بود که پوشش کاملی از هر سه منظومه را دارا خواهد بود و در عین حال ۸۰ درصد از کل خانواده‌ها به شبکه فیبر نوری گسترده دسترسی خواهند داشت.

۳-۲-۴. قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت

همان‌طور که پیش‌بینی می‌شود تا سال ۲۰۳۵ چیزهای زیادی تغییر خواهند کرد، اما وجود سه منظومه مستقل و قوانین WTO از سال ۲۰۲۴ به این معناست که همچنان لازم است جامعه بین‌المللی در مورد استانداردهای انتقال داده، ازجمله بین شبکه‌های مختلف، مشارکت داشته باشد. در حدود سال ۲۰۲۶ پس از اینکه کارور آمریکایی تصمیم به تغییر یک‌جانبه پروتکل‌های جهانی می‌گیرد، اختلافات بین دو کارور آمریکایی و شرقی بالا می‌گیرد. درنتیجه، گروه ویژه مهندسی اینترنت (IETF)، با همکاری دانشمندان اروپایی که در منظومه ماهواره‌ای اروپایی فعالیت می‌کنند، به‌نوعی میانجیگری خواهد پرداخت. این میانجیگری با حمایت اتحادیه اروپا مورد توجه کارور آمریکایی و کارور شرقی قرار می‌گیرد و این دو نیز متعاقباً به هماهنگی توسعه استانداردها و پروتکل‌های لازم در انجمن‌های باز مانند IETF می‌پیوندند.

براساس قوانین جدیدی که سازمان تجارت جهانی (WTO) تنظیم خواهد کرد، منظومه‌های ماهواره‌ای اصولاً محدود به ارائه خدمات مازه (ستون فقرات شبکه بزرگ)[1] هستند و فقط استثنائاً می‌توانند به پشتیبانی از خدمات‌دهندگان اینترنت محلی محدود اقدام کنند.

در این‌صورت به احتمال زیاد در سال ۲۰۲۵، هر سه منظومه ماهواره‌ای مشترکاً از ICANN در مدیریت DNS جهانی حمایت خواهند کرد. ولی در همان زمان، هر سه کارور شروع به ساخت سامانه‌های آدرس‌دهی خود خواهند کرد. بنابراین، تا سال ۲۰۳۵ سامانه ریشه DNS[2] کاملاً تغییر خواهد کرد. ارتباط درخواست‌ها به خدمات نام‌ها دیگر مستقیماً به رجیستری دامنه‌های سطح بالا (TLD)[3] پیوند نداشته، بلکه به رجیستری‌های سه کارور پیوند خواهد خورد. اگرچه کاروران ماهواره‌ای استفاده از TLDها را هماهنگ خواهند کرد، اما این حق را نیز برای خود محفوظ می‌دارند که سیاست‌های خود را اجرا کرده و TLDهای خاصی را در سامانه خود مسدود کنند. این تنها امکان برای کاروران منظومه‌های ماهواره‌ای برای کنترل جریان داده در داخل و بین شبکه‌های خود نیست، بلکه برای تبادل داده‌ها بین منظومه‌های ماهواره‌ای، نقاط تبادل سیاره‌ای (PXP) در اروپا، چین، روسیه و ایالات متحده و همچنین در فضا ایجاد خواهد شد. به‌خصوص در PXPها، هر سه کارور امکان تصمیم‌گیری دقیق در مورد محتوای تبادل شده در شبکه‌ها و ورود و خروج آنها به شبکه خود را خواهند داشت.

۵. توصیه‌هایی برای ایران

توسعه زیرساخت‌های ارتباطات و افزایش تاب‌آوری این زیرساخت‌ها در کشور مورد توجه ویژه سیاستگذاران و برنامه‌ریزان است. سیاست‌های کلان کشور، قوانین برنامه‌های پنج‌ساله [۱, ۸]، قوانین بودجه سنواتی، سیاست‌های مصوب شورای‌عالی فضای مجازی و سیاست‌های اجرایی وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات جایگاه ویژه‌ای را برای توسعه زیرساخت‌های ارتباطات در کشور هدف‌گذاری کرده و توسعه زیرساخت‌های مطمئن، امن، پایدار، یکپارچه و گسترده در سراسر کشور بر بستر شبکه ملی اطلاعات از سال ۱۳۹۰ در قالب احکام قانونی مصوب مجلس شورای اسلامی در قانون برنامه پنجم توسعه دنبال می‌شود. در جدیدترین سند کلان این حوزه با عنوان «سند راهبردی جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی» مصوب شورای‌عالی فضای مجازی در سال ۱۴۰۱ [۹]، ۲۶ هدف کلان از جمله تکمیل و روز آمدی شبکه ملی اطلاعات مطابق با تحولات فناوری‌های فضای مجازی، دستیابی به خوداتکایی ملی در حوزه‌های علوم، فناوری‌ها و صنایع راهبردی فضای مجازی، تبدیل فضای مجازی کشور به کانون منطقه‌ای تبادل داده و ارائه خدمات زیرساختی ارتباطی و اطلاعاتی و تجاری و بازرگانی به کشورهای منطقه و مصونیت زیرساخت‌ها و ارتقا حفاظت از منافع ملی در برابر تهدیدات دشمنان در فضای مجازی مطرح شده است. همچنین ۳۹ اقدام کلان برای تحقق اهداف سند مذکور تبیین شده و متولیان اجرای آن تعیین شده‌اند. «الزامات و اقدامات مرتبط با کاربری منظومه‌های ماهواره‌ای در فضای مجازی» یکی از اقدامات کلان سند مذکور است [۱۰].

کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات به‌عنوان نهاد تنظیم‌گر بخش ارتباطات کشور اقدام به تصویب و ابلاغ مقررات مختلفی در حوزه ارائه خدمات مخابراتی ماهواره‌ای کرده است. مصوبه شماره ۳۰۳ این نهاد در تاریخ ۱۳۹۹/۴/۸ با عنوان «مقررات حاکم بر حقوق سرزمینی ارائه خدمات ارتباطی ماهواره‌ای در جمهوری اسلامی ایران» و مصوبات شماره ۳۰۴ و ۳۰۵ آن نهاد، چارچوب‌های ارائه خدمات ارتباطی ماهواره‌ای در ایران را مشخص کرده است.[4] همچنین بر لزوم اخذ مجوز فعالیت اپراتورهای منظومه‌های ماهواره‌ای از سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی و بر لزوم رعایت قوانین و مقررات کشور تأکید شده است.

1. Backbone.
2. Root zone system.
3. Top-level-domains.
۴. تعدادی از شرکت‌های ایرانی از سال ۱۳۸۳ مجوز ارائه خدمات دسترسی ماهواره‌ای (SAP) را از سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی کشور دریافت کرده‌اند. دارندگان این مجوز در چارچوب مقررات حاکم می‌توانند شبکه‌های ماهواره‌ای متعدد مخابراتی در مدار زمین‌آهنگ و یا غیر زمین‌آهنگ شامل منظومه های مخابراتی مدار پایین را نیز مورد بهره‌برداری قرار دهند.

علاوه‌بر این، در راستای حفظ حقوق و منافع جمهوری اسلامی ایران، وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات پیگیری‌های متعددی را درباره فعالیت اپراتور منظومه ماهواره‌ای استارلینک در ایران انجام داده است. پیگیری از طریق اتحادیه بین‌المللی مخابرات (ITU)[1] یکی از آنهاست.

کیفیت تعامل کشورهای توسعه‌یافته بر سر نحوه نفوذ فناوری‌های نوین ارتباطی نشانگر میزان اهمیت راهبردهای هر کشور در مواجهه با این فناوری‌ها است. برای مثال، بحث در مورد اینکه آیا شرکت چینی هوآوی باید در ساخت شبکه نسل‌های جدید ارتباطات سیار (5G و 6G) در آلمان مشارکت کند یا خیر؟ در سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ میلادی، توجه زیادی را به‌خود جلب کرد. دولت وقت آمریکا کشورهای هم‌پیمان خود از جمله آلمان را تحت فشار قرار داد تا استفاده از محصولات هوآوی و نصب تجهیزات مخابراتی و فعالیت این شرکت چینی را به بهانه اتهاماتی نظیر جاسوسی برای دولت چین و نقض حریم خصوصی کاربران، ممنوع اعلام کنند.

کشورهای غربی از جمله آلمان به‌صراحت تکه تکه شدن اینترنت (وجود حاکمیت‌های چندگانه یا محلی در اینترنت) را رد می‌کنند.[2] در سال ۲۰۱۹، پارلمان و دولت آلمان از نقش این کشور به‌عنوان میزبان مجمع حکمرانی اینترنت (IGF)[3] استفاده کرد تا دیدگاه‌های خود را نسبت به موضوع «حکمرانی جهانی اینترنت» اعلام کنند. رویکردهای حاکم بر جهان نشان می‌دهد، پروژه‌های فعلی جهان برای ایجاد و توسعه اَبَرمنظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین، خطر ایجاد تمرکز و انحصار قدرت را برای کشورها پُر رنگ کرده است. لذا تلاش‌های بین‌المللی برای ارتقای تنوع فناوری، حمایت از حفظ استانداردها و پروتکل‌های باز است. حفظ استانداردها و پروتکل‌های باز، خود می‌تواند ابزاری برای حفظ شبکه‌های ناهمگن و متنوع و مبنایی برای نوآوری و حتی از بین بردن تمرکز قدرت اقتصادی باشد [۶].

به‌منظور پیشبرد راهبردهای جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی و تحقق اهداف توسعه شبکه ملی اطلاعات، برای ایران مطلوب است که:

- منظومه ماهواره مخابراتی مناسب خود را به‌طور مستقل یا با مشارکت کشورهای همسو راه‌اندازی کند. این هدف مهم و بلندپروازانه به پشتوانه بهره‌گیری از ظرفیت‌های شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه فضایی و مخابراتی و همچنین انتقال دانش و فناوری از دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور قابل تحقق است.
- به موازات آن، استقرار گسترده کابل‌های فیبر نوری و توسعه نسل پنجم و ششم ارتباطات سیار، هم برای اتصال مستقیم برای کاربران نهایی و هم به‌عنوان زیرساخت پایه‌ای ارتباطات کشور، و همچنین برای افزایش تاب‌آوری باید با قوت دنبال شود.
- رویکرد منسجم وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران و با همکاری وزارت امور خارجه در حفظ منافع ملی و احقاق حق در مجامع بین‌المللی ادامه یابد. به‌منظور هماهنگی و هم‌افزایی بین دستگاه‌های اجرایی و نهادهای مرتبط در کشورمان ضروری است هرگونه اقدامی در این زمینه زیر نظر شورای عالی فضای مجازی و با تأیید شورای مذکور انجام شود.
- مقررات مرتبط با صدور مجوزهای اینترنت ماهواره‌ای در محدوده فرکانس مربوطه در قلمروهای ملی تکمیل شده و شرایط برای توسعه منظومه ماهواره مخابراتی بومی تسهیل شود.
- با مشارکت و تأثیرگذاری در شکل‌گیری معاهده‌ها و تدوین استانداردهای جدید و استفاده از ظرفیت‌های نهادهای چندجانبه و بین‌المللی از تمرکز قدرت برخی کشورها جلوگیری کرده و منافع و مصالح ملی را به‌طور مطلوب دنبال کند.
- توسعه منظومه‌های ماهواره‌های مخابراتی ارتفاع پایین جهان علاوه‌بر داشتن فرصت‌ها، چالش‌ها و تهدیدهای امنیتی نیز ممکن است داشته باشد. چالش‌ها و تهدیدهای امنیتی احتمالی منظومه‌های ماهواره‌های مخابراتی ارتفاع پایین جهان برای کشورمان نیازمند رسیدگی نهادها و دستگاه‌های مرتبط کشورمان است.

1. International Telecommunication Union.

۲. پیروی دولت آلمان از رویکرد دولت آمریکا در زمینه ایجاد «اتحاد برای آینده اینترنت».

3. Internet Governance Forum.

۶. جمع‌بندی و پیشنهادها

برخی شرکت‌های غربی از جمله اسپیس ایکس، وان‌وب و آمازون در سال‌های اخیر، از طرح‌هایی برای استقرار ده‌ها هزار ماهواره در قالب منظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین رونمایی کرده‌اند. برخلاف خدمات اینترنت ماهواره‌ای قبلی، این منظومه‌های ماهواره‌ای جدید (نسل ۲) در ارتفاعات بسیار پایین‌تر و در تعداد بسیار بیشتر ساخته می‌شوند تا تأخیر سیگنال را کاهش دهند و پهنای باند را بالاتر ببرند. علاوه‌بر شرکت‌های غربی، شرکت‌هایی از کشور چین نیز قصد دارند منظومه‌هایی با چندین هزار ماهواره ایجاد کنند تا از هر نقطه روی زمین به اینترنت دسترسی داشته باشند. اگر این طرح‌ها عملی شوند، زیرساخت اینترنت جهانی ابعاد کاملاً جدیدی پیدا خواهد کرد. این امر پیامدهای گسترده‌ای برای دسترسی به اینترنت، امنیت و انعطاف‌پذیری زیرساخت اینترنت و روابط قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت خواهد داشت.

اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP) در بررسی تحقیقاتی خود دو سناریو را برای نشان دادن دامنه تحولات احتمالی و پاسخ‌های بالقوه مربوطه ترسیم کرده است که در این گزارش به تفصیل در مورد آنها توضیح داده شد. سناریوی اول، توسعه انحصارطلبی‌های جهانی را توصیف می‌کرد و دیگری شکلی از رقابت جهانی تنظیم‌شده را تبیین کرد. این گزارش به ارائه نکات مطرح شده در بررسی تحقیقاتی اندیشکده آلمانی امنیت و امور بین‌الملل (SWP) می‌پردازد و سپس پیشنهادهایی برای نحوه مواجهه با منظومه‌های ماهواره‌ای جدید و موضوع اینترنت از فضا ارائه می‌دهد.

اجرای قطعی و جامع برنامه‌های بلندپروازانه برای ارائه اتصال به اینترنت از طریق منظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین هنوز مشخص نیست. البته اگر این منظومه‌ها به‌درستی و به شکل کامل ایجاد شوند، باید منتظر تأثیر عظیمی بر امنیت و تاب‌آوری زیرساخت جهانی اینترنت، دسترسی به زیرساخت و روابط قدرت در حکمرانی جهانی اینترنت بود. یک زیرساخت اینترنتی جدید در سراسر جهان که در دست چند شرکت (و کشورهای پشت‌سر آنها) باشد اینترنت را در امتداد خطوط درگیری به دو حوزه کاملاً مجزا تقسیم می‌کند. هرگونه تبادل در سراسر مرزهای این حوزه‌ها تنها تا حدی که کاروران زیرساخت جدید اجازه دهند امکان‌پذیر خواهد بود. این امر به احتمال زیاد منجر به محدودیت‌های اساسی در حفظ حریم خصوصی خواهد شد و البته استقلال کشورها به‌صورت محلی در مدیریت زیرساخت دیجیتال خود دچار خدشه خواهد شد.

اگرچه تلاش‌ها برای ساختن ابرمنظومه‌های برنامه‌ریزی شده، ولی هنوز در مراحل ابتدایی خود هستند و باید هرچه سریع‌تر سیاست‌های فعال برای تأثیر بر این تحولات شروع شود. چشم‌انداز جذاب فنی و اجتماعی استفاده از این منظومه‌ها و فراهم کردن دسترسی همه مردم به ظرفیت گسترده ارتباطات دیجیتال از طریق یک مسیر جدید (از طریق فضا) و تقویت بنیان اینترنت با افزودن یک بُعد جدید زیرساخت اینترنتی بسیار مطلوب است. جایگاه مشارکت احتمالی اتصال اینترنت از طریق ماهواره‌های ارتفاع پایین نه به‌عنوان جایگزینی برای اتصالات زمینی، بلکه به‌عنوان مکمل آنها خواهد بود. هدف باید ایجاد ترکیبی از فناوری‌ها به‌گونه‌ای باشد که وابستگی به یک فناوری (و شرکت‌ها و کشورهای پشت‌سر آن) باعث از دست رفتن استقلال کشور نشود و کشور ایران بتواند از استقلال زیرساخت‌های دیجیتال خود محافظت کند، البته به موازات آن باید استقرار گسترده کابل‌های فیبر نوری، هم برای اتصال مستقیم برای کاربران نهایی و هم به‌عنوان پایه‌ای برای شبکه‌های تلفن همراه آینده و همچنین برای افزایش تاب‌آوری با قوت پیش برود.

منظومه‌های ماهواره‌ای برای ارائه خدمات خود نیاز به مقررات دارد. کاروران ماهواره‌ای به مجوزهایی از دولت‌ها نیاز دارند تا بتوانند از محدوده فرکانس مربوطه در قلمروهای ملی استفاده کنند. صدور این مجوزها مشروط به شرایطی است. لذا باید رویکرد منسجمی از طرف وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات ایران به‌عنوان نماینده ایران در ITU و با همکاری وزارت امور خارجه دنبال شود.

ایالات متحده، چین و کانادا به‌طور نظام‌مند از بودجه عمومی برای پیشبرد ساخت مجموعه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین استفاده می‌کنند. ایران نیز می‌تواند منابع مالی مشخصی از درآمدهای وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات را به‌سمت توسعه، حمایت و یا مشارکت در پروژه‌های مجموعه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین با کشورهای همسو هدایت کند. لذا پیشنهاد می‌شود با توجه به داشتن توان بالقوه بالا در فناوری‌های مهم و کلیدی در این حوزه در کشور، اَبَرمنظومه ماهواره‌ای ارتفاع پایین LEO ایران، از طریق همکاری با کشورهای همسو پیگیری شود. همکاری با کشور چین به‌عنوان بخشی از توافق‌نامه همکاری مشترک بین دو کشور و یا از طریق ابتکار یک کمربند و جاده، می‌تواند به‌سمت توسعه زیرساخت‌های دیجیتال هدایت شود.

برخی محققان بر این عقیده هستند که سازمان‌های جهانی

نهادهای مناسبی برای پیگیری منافع ملی کشورهاست. با مشارکت و تأثیرگذاری در تصویب معاهده‌های جدید و استفاده از ظرفیت‌های این‌گونه نهادهای چندجانبه می‌توان منافع کشورمان را دنبال کرد. طرح‌های فعلی اَبَرمنظومه‌های ماهواره‌های ارتفاع پایین خطر ایجاد تمرکز قدرت اقتصادی جدید (که از قبل ناشناخته‌است) را دارد. بنابر سیاست‌های کشور ایران برای ارتقای تنوع فناوری، باید از حفظ استانداردها و پروتکل‌های باز حمایت شود. حفظ استانداردها و پروتکل‌های باز خود می‌تواند ابزاری برای حفظ امکان‌پذیری شبکه‌های ناهمگن متنوع باشد. این استانداردهای باز به‌ویژه مبنایی برای نوآوری و حتی برای از بین بردن تمرکز قدرت اقتصادی هستند.

هم از نظر توسعه فناوری و هم از نظر اقتصادی برای ایران مطلوب است که منظومه ماهواره مخابراتی مناسب خود را به‌طور مستقل یا با مشارکت کشورهای همسو راه‌اندازی کند. این هدف مهم و بلندپروازانه به پشتوانه بهره‌گیری از ظرفیت‌های عظیم شرکت‌های دانش‌بنیان حوزه فضایی و مخابراتی کشورمان و ظرفیت‌های دانشگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی کشور قابل تحقق است.

منابع و مآخذ

۱. مصوب مجلس شورای اسلامی، قانون برنامه پنجساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۶-۱۴۰۰.

2 .Deutschmann, J., Hielscher, K. S., & German, R, Broadband internet access via satellite: Performance measurements with different operators and applications. In Broadband Coverage in Germany, VDE, 2022, June: p. 1-7.

3 .Dingleya, J.P., Belobabaa, P., Crawleya, E. F., & Camerona, B. G. , Winning the Internet: A tool for simulating the competitive strategies of satellite-based internet providers, in International Astronautical Congress. 2022.

4 .Gao, Z., Zhou, X., Zhao, J., Li, J., Zhu, C., Hu, C., ... & Ottersten, B. , Grant-Free NOMA-OTFS Paradigm: Enabling Efficient Ubiquitous Access for LEO Satellite Internet-of-Things. IEEE Networks, 2023 :(1)37 .p. 18-26.

5 .Darwish, T., Kurt, G. K., Yanikomeroglu, H., Lamontagne, G., & Bellemare, M., Location management in internet protocol-based future Leo satellite networks: a review. IEEE Open Journal of the Communications Society, 2022.

6 .Ahmmed ,T., Alidadi, A., Zhang, Z., Chaudhry, A. U., & Yanikomeroglu, H. , The digital divide in Canada and the role of LEO satellites in bridging the gap. IEEE Communications Magazine, 2022. 60(6): p. 24-30.

7 .Voelsen, D., Internet from space: how new satellite connections could affect global internet governance. 2021: German Institute for International and Security Affairs. p. 31.

۸. مصوب مجلس شورای اسلامی، قانون برنامه پنجساله پنجم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران ۱۳۹۰-۱۳۹۴.

۹. مصوبه شورای عالی فضای مجازی، سند راهبردی جمهوری اسلامی ایران در فضای مجازی. ۲۷/۶/۱۴۰۱.

۱۰. کمیسیون تنظیم مقررات ارتباطات، مقررات حاکم بر حقوق سرزمینی ارائه خدمات ارتباطی ماهواره‌ای در جمهوری اسلامی ایران. ۸/۴/۱۳۹۹.

مرکز پژوهش های مجلس شورای اسلامی

تهران، خیابان پاســـداران، روبروی پـــارک نیاوران (ضلع جنوبی، پلاک ۸۰۲)

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

وب سایت: rc@majles.ir