

وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات
پژوهشگاه ارتباطات
و فناوری اطلاعات



بررسی نقش ارتباطات ماهواره‌ای در توسعه شبکه ملی اطلاعات

خرداد ۱۳۹۸



بررسی نقش ارتباطات ماهواره‌ای در توسعه شبکه ملی اطلاعات

مقدمه

گسترش هوشمندسازی در صنایع مختلف و از سوی دیگر ظهور فناوری‌هایی همانند اینترنت اشیا و همچنین نرم افزاری شدن شبکه‌های ارتباطی و افزایش ارزش اقتصادی و امنیتی داده‌ها و استفاده روز افزون از هوش مصنوعی انقلاب صنعتی چهارم را شکل داده است و این موضوع تحولات عظیمی در خصوص زندگی و اقتصاد جوامع ایجاد می‌نماید. بررسی روند بازار نشان می‌دهد مشترکین سیستم‌های پهن باند رو به گسترش بوده و پیش‌بینی می‌شود، در سال‌های آینده، رشد سریع تری نیز داشته باشند. از اینرو، اکثر کشورها در کنار برنامه‌ریزی جهت توسعه شبکه‌های ملی و تامین پهنای باند مورد نیاز، در خصوص حراست از شبکه‌ها و داده‌های ملی و در مجموع حفظ حاکمیت اقداماتی را انجام داده‌اند.

در ایران نیز شبکه ملی اطلاعات با هدف ارائه خدمات مورد نیاز مردم از طریق زیرساخت داخلی و مستقل از بسترهای اینترنت بین‌الملل براساس مصوبات شورای عالی فضای مجازی از جمله "سند تبیین الزامات شبکه ملی اطلاعات"^۱ و "طرح کلان و معماری شبکه ملی اطلاعات"^۲ در حال پیاده‌سازی می‌باشد. این شبکه می‌بایست تا جایی که ممکن است توسعه یافته بوده و استقلال لازم در بخش‌های مختلف ارتباطات و خدمات فناوری اطلاعات را ایجاد نماید.

^۱ مصوبه جلسه سی و پنجم مورخ ۱۳۹۵/۰۹/۰۲ شورای عالی فضای مجازی

^۲ مصوبه جلسه شصت و ششم مورخ ۱۳۹۹/۰۶/۲۵ شورای عالی فضای مجازی با موضوع "طرح کلان و معماری شبکه ملی اطلاعات"، که به استحضار مقام معظم رهبری (مدظله العالی) رسیده است، طی نامه شماره ۱۰۴۴۱/۹۹ در تاریخ ۱۳۹۹/۰۷/۱۶ توسط دبیر شورای عالی فضای مجازی ابلاغ شد.

در حال حاضر با توجه به گستردگی شبکه فیبر در کشور و ظرفیت بالای انتقال ترافیک آن، زیرساخت ارتباطی شبکه ملی اطلاعات غالباً مبتنی بر فیبرنوری می‌باشد. با توجه به تنوع جغرافیایی در کشور و به منظور بالا بردن ضریب اطمینان و ضریب نفوذ دسترسی در شبکه ملی اطلاعات و همچنین به دلیل نیازمندی‌های سرویس‌های آینده و در نظر داشتن مباحث اقتصادی، در آینده صرفاً نمی‌توان به فیبر متکی بود و استفاده از دیگر فناوری‌های ارتباطی به ویژه ارتباطات ماهواره‌ای اجتناب‌ناپذیر خواهد بود.

در قیاس با دیگر زیرساخت‌های ارتباطی، ارتباطات ماهواره‌ای مزایای منحصر به فردی دارد. از جمله این مزایا می‌توان به امکان پوشش‌دهی در محدوده جغرافیایی وسیع، پوشش کاربران متحرک در سراسر کشور، پوشش نقاط دور از دسترس و صعب‌العبور، توسعه خدمات مورد نیاز به صورت بی‌سیم با انعطاف‌پذیری بالا و هزینه رقابتی اشاره نمود.

هر چند موضوع ارائه خدمات دیتا از طریق ماهواره موضوع جدیدی نیست اما با ظهور خدمات نوین مخابراتی نظیر خدمات نسل پنجم و توسعه اینترنت اشیا، لزوم استفاده از ماهواره، تقویت و ایجاد خدمات اقتصادی مبتنی بر آن مورد توجه قرار گرفته است. در دهه‌های اخیر، به علت افزایش درخواست‌ها برای دسترسی به خدمات پهن‌بند ماهواره‌ای، سیستم‌های ماهواره‌ای با نرخ انتقال بالا (HTS)¹ به طور فزاینده‌ای مورد توجه صنعت فضایی قرار گرفت. به منظور رقابت پذیر نمودن قیمت و کیفیت و همچنین تامین ظرفیت مورد نیاز برای آینده، سرمایه‌گذاری برای ایجاد و راه‌اندازی مگامنظومه‌های ماهواره‌ای در مدار لئو با سرعت در حال انجام می‌باشد.

از لحاظ حاکمیت، یکی از مسایل مربوط به بکارگیری ماهواره در شبکه ارتباطی کشور، موضوع تعیین تکلیف در خصوص درگاه‌های آنها می‌باشد. درگاه‌های شبکه ماهواره‌ای یکی از مسائلی است که در شبکه ملی اطلاعات به خصوص در بحث خدمات اینترنت باید به آن توجه شود. در صورت عدم تصمیم‌گیری در این خصوص استفاده غیرمجاز از اینترنت ماهواره‌ای افزایش خواهد یافت و این موضوع علاوه بر صدمه اقتصادی به اپراتورهای داخلی ممکن است مسائل امنیتی نیز در پی داشته باشد. در حال حاضر در برخی از توپولوژی‌های منظومه‌های ماهواره‌ای امکان شناسایی

¹ High Throughput satellite

² gateway

محل ترمینال‌های ارسال و دریافت شبکه‌های ماهواره‌ای به آسانی فراهم نیست. البته این آسیب مختص ارتباطات ماهواره‌ای نیست. در شرایط فعلی بخشی از ترافیک اینترنت، از طریق ابزارهایی نظیر فیلترشکن و بدون شناسایی، بر روی بستر شبکه ملی اطلاعات و با خارج از کشور مبادله می‌شود.

یکی دیگر از چالش‌های اینترنت ماهواره‌ای استفاده غیر رسمی آن می‌باشد. این موضوع نیز آسیب اقتصادی و مشکلات امنیتی به همراه دارد. در این خصوص قیمت تجهیزات دریافت سمت کاربر و همچنین هزینه اشتراک، تعیین کننده میزان گرایش افراد به استفاده از آن می باشد. تاکنون به دلیل هزینه‌های نسبتاً بالای موارد مذکور، استفاده از اینترنت ماهواره‌ای توسط عموم مردم، مورد استقبال بالایی قرار نگرفته است، ولی با ظهور خدمات ماهواره‌های پرظرفیت و همچنین کاهش هزینه‌های مربوط به تامین تجهیزات و اشتراک خدمات، اقبال عمومی بیشتری برای استفاده از خدمات اینترنت ماهواره‌ای ایجاد خواهد شد. بنابراین در صورت اتخاذ راهکار قانونی، فناوری منظومه‌های ماهواره‌ای امکان توسعه کم هزینه‌تر و نفوذپذیری بیشتر شبکه ملی اطلاعات را در آینده نزدیک فراهم خواهد نمود.

۱- ارتباطات ماهواره‌ای در اسناد بالادستی

همان‌طور که در جدول ۱-۱ نشان داده شده است، اسناد، قوانین و مقررات قابل توجهی در کشور وجود دارد که به صورت مستقیم و غیرمستقیم به توسعه خدمات ارتباطات ماهواره‌ای اشاره داشته است. این موارد بیش از هر چیز ضرورت توسعه این فناوری را تبیین می‌نمایند.

جدول ۱-۱- موارد مرتبط با توسعه خدمات ارتباطات ماهواره‌ای در قوانین و اسناد بالادستی

قانون/اسند	بخش مربوطه
قانون وظایف و اختیارات وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات	ماده ۸- بند "ب": سیاست‌گذاری برای ساخت، پرتاب و استفاده از ماهواره‌های ملی تحقیقاتی در چارچوب سیاست‌های کلی نظام و با رعایت قوانین و مقررات کشور، از جمله وظایف و اختیارات شورای عالی فضایی است و سازمان فضایی ایران به عنوان دبیر آن ذیل وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات می‌باشد.
قانون راجع به الحاق ایران به کنوانسیون بین‌المللی اینمارست	- هدف سازمان فراهم آوردن بخش فضایی لازم به منظور بهبود ارتباطات دریایی و در نتیجه کمک به بهبود کمک‌رسانی به کشتی‌های آسیب‌دیده و نجات زندگی در ارتباطات دریایی، کارایی و مدیریت کشتی‌ها، خدمات مکاتباتی عمومی دریایی و امکانات تعیین محل به وسیله بی‌سیم می‌باشد. - سازمان تلاش خواهد کرد که در همه مناطقی که به ارتباطات دریایی نیاز باشد خدمات خود را ارائه نماید.

• سازمان انحصاراً در جهت مقاصد صلح آمیز اقدام خواهد کرد.	
مخابرات از طریق ماهواره‌ها، به محض عملیاتی شدن در سطح جهان باید بدون تبعیض مورد استفاده کلیه ملل جهان قرار گیرد.	قانون موافقتنامه مربوط به سازمان بین‌المللی ماهواره‌ای مخابراتی
	قانون قبول ترتیبات دائمی کنسرسیوم بین‌المللی استفاده از ماهواره‌های مخابراتی
ماده واحده اجازه دادن به دولت ایران برای مشارکت در کنسرسیوم بین‌المللی استفاده از ماهواره‌های مخابراتی، نماینده دولت در کنسرسیوم را وزارت پست و تلگراف و تلفن انتخاب و معرفی می‌کند.	قانون مشارکت ایران در کنسرسیوم بین‌المللی استفاده از ماهواره‌های مخابراتی
رشد سریع مخابرات ماهواره‌ای، پیش‌بینی چندین برابر شدن بازار درخواست مشاهده زمین تا سال ۲۰۲۰، تخمین بازار بیش از ۳۰۰۰ میلیارد دلاری هواپیماهای تجاری در بیست سال آینده و حجم عظیم و رو به رشد خدمات هوانوردی که حاکی از رشد قریب به ۵۰ درصدی صنعت هوایی از حیث نسبت درآمد در کیلومتر، در فاصله سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۰ بوده است، مؤید اهمیت اقتصادی موضوع می‌باشد. علاوه بر آن، دانش‌بنیان بودن بخش بزرگی از فعالیت‌های این بخش و ارزیابی بازار کار حدود یک میلیون نفری آن در منطقه در سال ۲۰۰۹، اهمیت اقتصادی آن را مضاعف نموده است. نقش این بخش در ارتقای اقتدار و امنیت ملی، پیشرانی علم و فناوری در دیگر زمینه‌ها و منافع حاصل از سرریز فناوری‌های توسعه‌یافته یا بومی‌سازی شده به دیگر بخش‌ها نیز از جمله دیگر عواملی هستند که هوافضا را در سطح جهانی، به یک بخش راهبردی تبدیل کرده است. علاوه بر آن در کشور ما، دستاوردهای اخیر به‌ویژه طراحی، ساخت و پرتاب ماهواره‌ها و طراحی و ساخت انواع هواپیماها و دیگر هواگردها سبب افزایش عزت و خودباوری ملی شده و تراز جمهوری اسلامی ایران را در چشم ناظران جهانی ارتقا بخشیده است. در بخش چشم‌انداز این سند نیز آمده است که در افق ۱۴۰۴، بخش هوافضای جمهوری اسلامی ایران با توسعه علم و فناوری و انتشار آن، قطبی خواهد بود؛ اقتداربخش و مؤثر در امنیت ملی؛ • کارا و قابل اتکا در تأمین نیازهای راهبردی و جاری جامعه ایرانی و جهان؛ • توانمند در ثروت‌آفرینی، طراحی، توسعه و تولید محصولات و ارائه خدمات هوافضایی؛ • الهام بخش و افتخارآفرین در گسترش مرزهای دانش و توسعه فناوری هوافضا؛ • پیشران دیگر حوزه‌های علم، فناوری، صنعت و خدمات؛ • دانش‌بنیان و توانمند در به‌کارگیری آخرین یافته‌های علمی، پژوهشی و فناوری؛ • همچنین در بخش ارزش‌های بنیادین این سند نیز به موارد زیر اشاره شده است: • عدالت محوری در توسعه بخش هوافضا و برخورداری از دستاوردهای آن؛ • علم و فناوری کمال‌آفرین، توانمندساز، ثروت‌آفرین و هماهنگ با محیط‌زیست و سلامت معنوی و جسمی و روانی آحاد جامعه؛ در رابطه با سیاست‌های کلان در این سند، موارد زیر عنوان شده است: • مسئولیت‌پذیری در حفظ و ارتقای محیط‌زیست؛	سند جامع توسعه هوافضای کشور

• بهره‌برداری از سرریز فناوری هوافضا در سایر بخش‌ها؛ • رعایت اصول پدافند غیرعامل و صیانت از فناوری در توسعه بخش؛ اهداف کلان حوزه فضایی نیز عبارتند از: • دستیابی به جایگاه اول منطقه در تسخیر فضا و تسلط بر آن از طریق علوم و فناوری‌های مربوطه با استفاده از توانمندی‌های دانشگاه‌ها و مراکز علمی و پژوهشی کشور؛ • طراحی، ساخت، پرتاب و بهره‌برداری از ماهواره در مدار زمین آهنگ و دیگر ماهواره‌ها با کاربردهای ارتباطات، سنجش از دور با اولویت فناوری و صنایع داخل و با مشارکت جهان اسلام و همکاری‌های بین‌المللی؛ • دستیابی به خدمات و زیرساخت‌های ارتباطات فضا پایه در جهت تأمین نیازمندی‌های کشوری و منطقه‌ای و جهانی، عمومی و تجاری و سازگار با بستر مخابراتی زمین پایه؛ • همکاری در راستای موقعیت‌یابی، ناوبری و زمان‌سنجی در سطح ملی و منطقه‌ای مطابق با کیفیت جهانی و رقابت‌پذیر. همچنین راهبردهای کلان حوزه فضایی نیز شامل موارد زیر است: • طراحی، ساخت و پرتاب سامانه‌های حامل ماهواره‌های مورد نیاز از جمله ماهواره‌های دارای کپسول زیستی و ماهواره‌های زمین آهنگ؛ • ترویج و اشاعه علوم، فناوری‌ها و دستاوردهای فضایی در اقشار مختلف جامعه به ویژه نوجوانان و نخبگان.	
پذیرش کنوانسیون و موافقتنامه عملیاتی سازمان ماهواره دریایی بین‌المللی (اینمارست) و اجازه دادن به دولت برای عضویت در آن.	قانون عضویت دولت جمهوری اسلامی ایران در برنامه بین‌المللی سامانه کاوش و نجات از طریق ماهواره
در بخش اهداف کلان نظام علم و فناوری کشور بر موارد زیر تأکید شده است: • دستیابی به جایگاه اول علم و فناوری در جهان اسلام و احراز جایگاه برجسته علمی و الهام بخشی در جهان؛ • دستیابی به توسعه علوم و فناوری‌های نوین و نافع، متناسب با اولویت‌ها و نیازها و مزیت‌های نسبی کشور و انتشار و به‌کارگیری آن‌ها در نهادهای مختلف آموزشی و صنعتی و خدماتی؛ • کمک به ارتقای علم و فناوری در جهان اسلام و احیای موقعیت محوری و تاریخی ایران در فرهنگ و تمدن اسلامی؛ • گسترش همکاری در حوزه‌های علوم و فناوری با مراکز علمی معتبر بین‌المللی. همچنین در بخش اهداف بخشی نظام علم، فناوری و نوآوری کشور نیز موارد زیر بیان شده‌اند: • دستیابی آحاد جامعه به سطح مناسب دانش عمومی و از بین رفتن بی‌سوادی؛ • کسب دانش طراحی و ساخت و پرتاب ماهواره به مدار زمین آهنگ (GEO)، با مشارکت جهان اسلام و همکاری‌های بین‌المللی.	سند نقشه جامع علمی کشور
طبق ماده ۴۰، دولت موظف است به منظور توسعه صنعت هوا و فضا و دستیابی به علوم و فناوری‌های نوین در زمینه مذکور اقدامات زیر را به عمل آورد: الف- بسترسازی و حمایت لازم به منظور ایجاد و توسعه زیرساخت‌ها و صنایع مرتبط با طراحی، ساخت، آزمایش، پرتاب و بهره‌برداری از سامانه‌های فضایی، ماهواره، ماهواره‌بر و ایستگاه‌های زمینی؛	برنامه پنج‌ساله ششم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران (۱۳۹۶-۱۴۰۰)

ب- حفظ و نگهداری از موقعیت‌های مداری متعلق به جمهوری اسلامی ایران و پیش‌بینی تمهیدات لازم برای ایجاد زیرساخت‌ها و اجرای طرح‌های (پروژه‌های) ماهواره ملی در راستای حفظ نقاط یاد شده. طبق ماده ۶۷، به وزارت ارتباطات و فناوری اطلاعات اجازه داده می‌شود، نسبت به افزایش ظرفیت انتقال (ترانزیت) پهنای باند عبوری از کشور به سی ترابیت بر ثانیه اقدام نماید و برای ارائه خدمات ماهواره‌ای سنجش از راه دور و توسعه خدمات و کاربردهای فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق دستگاه‌های وابسته نسبت به مشارکت و سرمایه‌گذاری با بخش خصوصی و شرکت‌های خارجی در طرح‌های (پروژه‌های) فیبرنوری و طرح‌های (پروژه‌های) زیرساختی ارتباطات و فناوری اطلاعات، ماهواره‌های سنجشی و مخابراتی و توسعه زیرساخت‌های علوم و فناوری فضایی به استثنای شبکه‌های مادر مخابراتی، امور واگذاری فرکانس و شبکه‌های اصلی تجزیه و مبادلات و مدیریت خدمات پایه پستی و با رعایت سیاست‌های کلی اصل چهارم قانون اساسی و سیاست‌های کلی برنامه ششم توسعه به‌ویژه مسائل امنیتی در بخش فناوری اطلاعات و ارتباطات و سیاست‌ها و مصوبات شورای عالی فضای مجازی برای برآورده کردن نیازهای کشور اقدام زیر را به عمل آورد:

در توسعه زیرساخت‌های خدمات الکترونیکی در مناطق محروم و روستایی سرمایه‌گذاری نماید به‌گونه‌ای که امکان ارائه حداقل چهار خدمت الکترونیکی اصلی دولت (سلامت، آموزش، کشاورزی و بانکی) در هشتاد درصد روستاهای بالای بیست خانوار کشور امکان‌پذیر گردد.

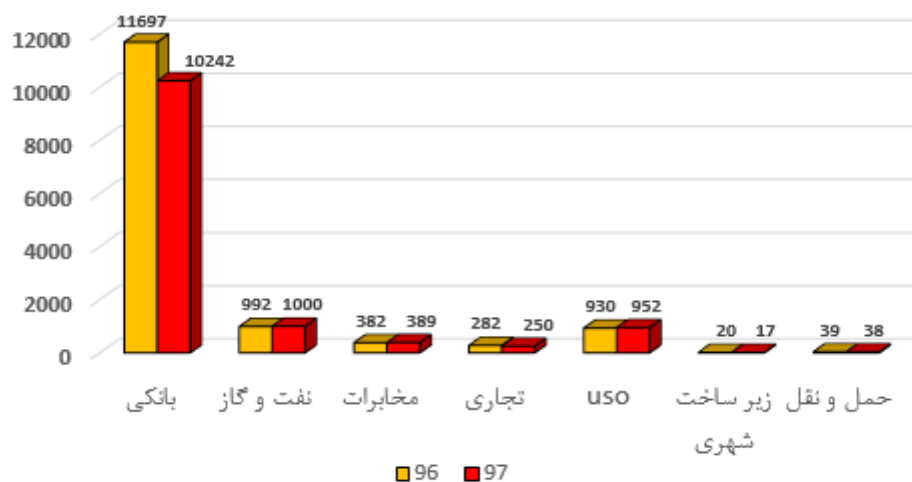
۲- وضعیت موجود خدمات ارتباطات ماهواره‌ای در کشور

از سال ۱۳۸۳ سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی با ایجاد پروانه "ارائه خدمات عمومی انتقال داده از طریق ماهواره" اقدام به ساماندهی ارائه خدمات از طریق ارتباطات ماهواره‌ای نمود. هشت شرکت خصوصی دریافت‌کننده این پروانه که به اختصار SAP^۱ نامیده می‌شود، اقدام به ارائه خدمات ارتباطات ماهواره‌ای نمودند. یکی از الزامات پروانه ایجاد ایستگاه مرکزی یا درگاه در داخل کشور بود. با توجه به این الزام شرکت‌های دارنده پروانه اقدام به ایجاد تله‌پورت و درگاه در داخل ایران نمودند. با گذشت بیش از ۱۶ سال از اعطای پروانه، بخش عمده فعالیت شرکت‌های دارای پروانه ارائه خدمات ارتباطات ماهواره‌ای ثابت و بخش بسیار کمی مربوط به ارائه خدمات به شناورها در حوزه‌های آبی جمهوری اسلامی ایران می‌باشد. در حال حاضر به دلایل مختلف دو شرکت دارنده پروانه، فعالیت ندارد و ۶ شرکت دیگر نیز مجموعاً کمتر از یک گیگاهرتز پهنای باند بر روی ماهواره‌های مدار GEO و در باند فرکانسی Ku برای ارائه خدمات استفاده می‌نمایند. از این مقدار حدود ۲۰۰ مگاهرتز توسط سازمان فضایی ایران و از طریق ماهواره بدر ۵ تامین می‌گردد. به دلیل مشکلات مربوط به افزایش نرخ ارز و نوسانات نرخ ارز در سال‌های

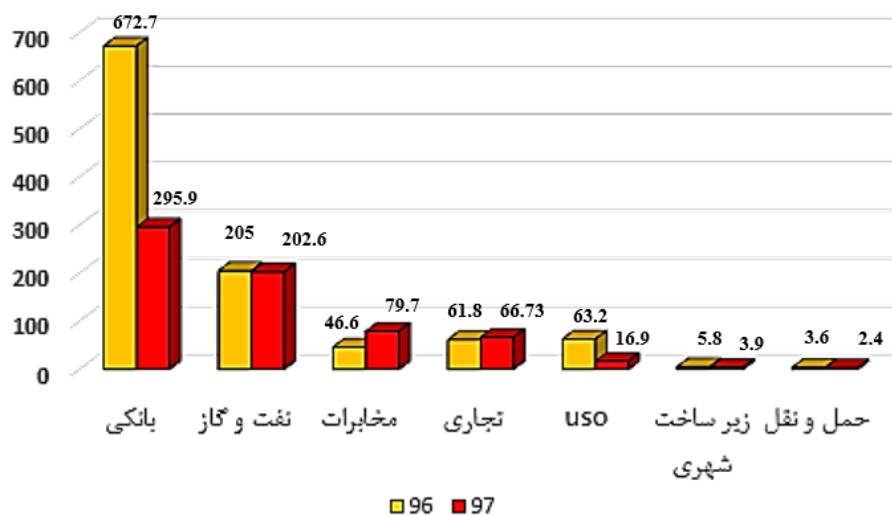
^۱ Satellite Access provider

گذشته بازار این حوزه محدودتر شده است. در سال‌های اخیر سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی تصمیم به بازنگری در پروانه و اعطای پروانه جدید جهت ایجاد پویایی بیشتر این حوزه نموده است. بر طبق آمار سال ۱۳۹۷ سازمان تنظیم مقررات و ارتباطات رادیویی، از لینک‌های ماهواره در هفت حوزه بانکی، شرکت‌های نفت و گاز، شرکت‌های مخابراتی، زیرساخت‌های شهری، شرکت‌های تجاری، حوزه USO و حوزه حمل‌ونقل استفاده می‌شود. همچنین میزان مصرف پهنای باند در این هفت حوزه در سال ۱۳۹۷، جمعا در حدود ۶۶۸ مگاهرتز در ۱۲۶۸۸ ایستگاه VSAT بود. این موضوع در شکل ۱-۱ و ۰ نشان داده شده است.

لازم به ذکر است که استان تهران با مصرف حدود ۱۱۰ مگاهرتز، بیشترین پهنای باند مصرفی را دارد. پس از تهران، هرمزگان با مصرف ۸۲ مگاهرتز، خوزستان با ۶۴ مگاهرتز، فارس با ۴۴ مگاهرتز، خراسان رضوی با ۳۵ مگاهرتز و اصفهان با ۳۳ مگاهرتز رتبه‌های بعدی مصرف پهنای باند Ku را در کشور دارند.



شکل ۱-۱ تعداد ایستگاه‌ها در حوزه‌های مختلف در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷



شکل ۱-۲ پهنای باند در حوزه‌های مختلف در دو سال ۱۳۹۶ و ۱۳۹۷

۳- پیش‌بینی وضعیت آینده ارتباطات ماهواره‌ای

علاوه بر وضعیت موجود، برای مشخص شدن جایگاه ارتباطات ماهواره‌ای در بستر ارتباطی کشور، بررسی دورنمایی از ظرفیت مورد نیاز ماهواره‌ای در سال‌های آتی اهمیت خاصی دارد. در این بخش بر مبنای گزارشات بین‌المللی یوروکانزالت^۱، پیش‌بینی از آینده وضعیت ارتباطات ماهواره‌ای در ایران صورت می‌گیرد. بر طبق گزارشات بین‌المللی یوروکانزالت می‌توان شش دسته خدمت متداول در ماهواره‌های مخابراتی پر ظرفیت، به شرح زیر معرفی نمود: پهن‌بند ماهواره‌ای^۲؛ دولتی / سازمانی^۳؛ متحرک^۴؛ بک‌هال^۵؛ نظامی^۶؛ ویدئو^۷. درصد ظرفیت هریک از خدمات ماهواره‌ای بر روی ماهواره‌های پر ظرفیت (HTS) در دو سال ۲۰۱۹ و ۲۰۲۵، در شکل ۳-۱ نشان داده شده است.

^۱ EuroConsult

^۲ Broadband Services

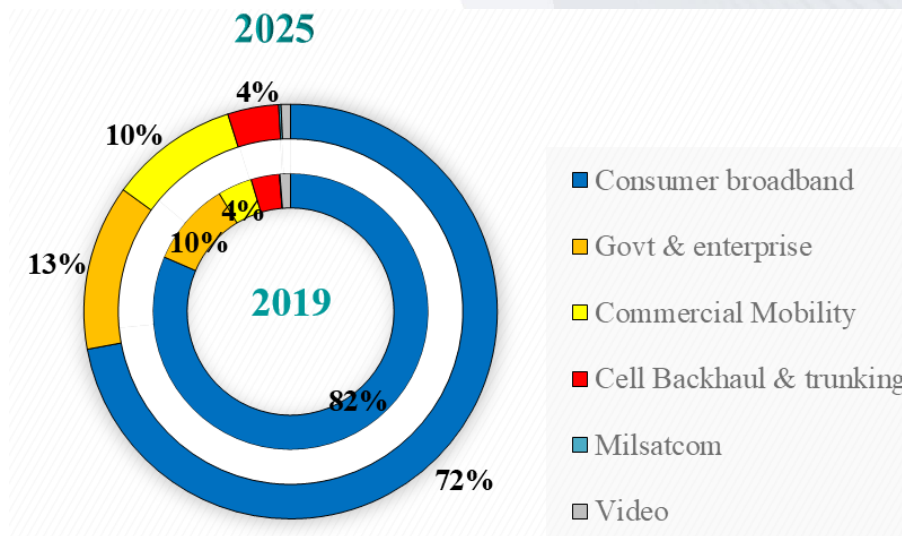
^۳ Gov. & Enterprise Services

^۴ Commercial Mobility Services

^۵ Cell Backhaul & Trunking Services

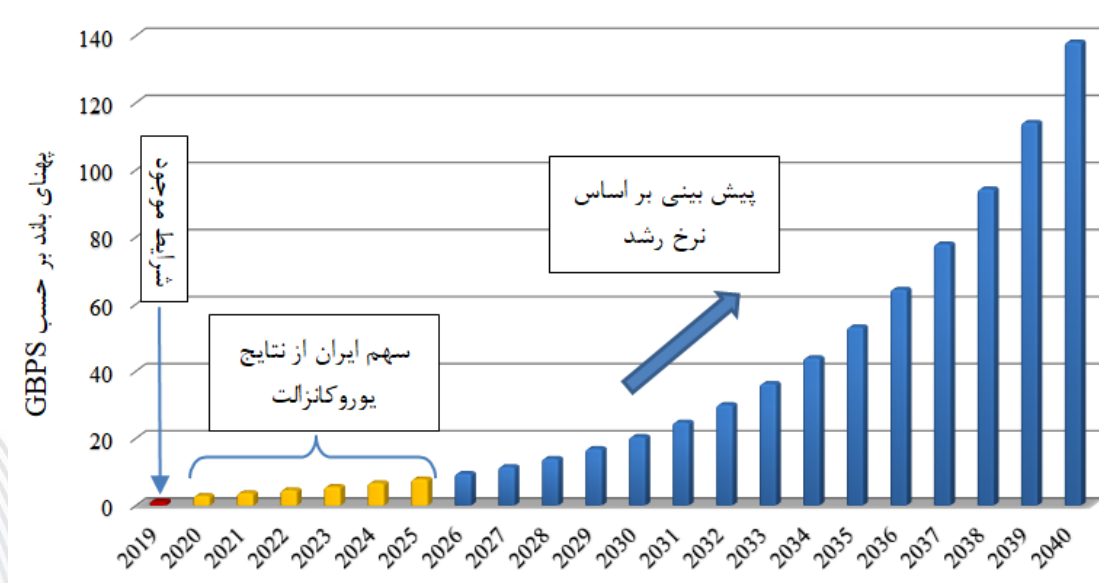
^۶ Milsatcom Service

^۷ Video Services



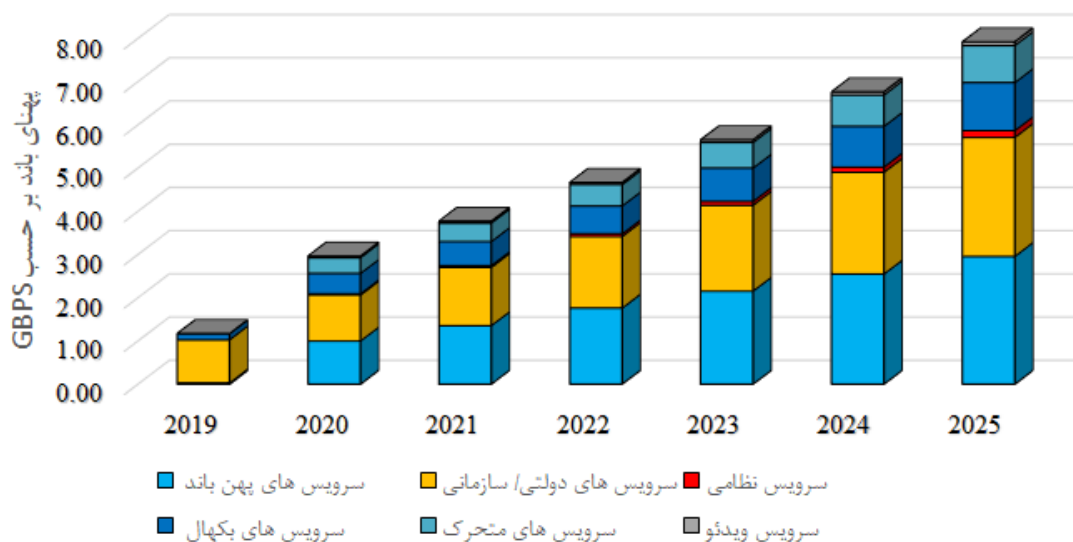
شکل ۳-۱ درصد ظرفیت هریک از خدمات ماهواره ای بر روی ماهواره‌های پر ظرفیت (HTS) در دو سال ۲۰۱۹ و ۲۰۲۵

با استفاده از گزارش‌های بین‌المللی می‌توان مجموع ظرفیت مورد نیاز برای خدمات ماهواره‌ای بر روی ماهواره‌های پر ظرفیت (HTS) تا سال ۲۰۴۰ در کشور ایران، به صورت ۰ پیش‌بینی نمود. با در نظر گرفتن سهم ایران از نتایج گزارشات یوروکانزالت، پیش‌بینی می‌شود که تا سال ۲۰۲۵ ظرفیت مصرفی ایران در بخش خدمات ماهواره‌ای به حدود 7.92 Gbps برسد. در صورت رشد مشابه در سال‌های پس از ۲۰۲۵ تا سال ۲۰۴۰، ایران به پهنای باندی در حدود 138 Gbps نیاز خواهد داشت.



شکل ۴-۱ ظرفیت مورد نیاز ایران (Gbps) بر اساس داده‌های یوروکانزالت تا سال ۲۰۲۵ و پیش‌بینی رشد براساس نرخ ثابت تا سال ۲۰۴۰

• ظرفیت تفکیکی این شش خدمت را تا سال ۲۰۲۵ براساس سهم ایران از گزارشات منطقه‌ای یوروکانزالت نشان می‌دهد. براساس این پیش‌بینی، در کشورهای در حال توسعه و مناطقی نظیر خاورمیانه و آفریقا، سهم خدمات دولتی/سازمانی بسیار نزدیک به سهم خدمت پهن‌بند می‌باشد. این در حالی است که در مناطق توسعه‌یافته نظیر اروپا و آمریکای شمالی، خدمت پهن‌بند بیش از ۸۰٪ ظرفیت ماهواره‌های باند Ka را اشغال می‌نماید. به عبارت دیگر متقاضیان مصرف ظرفیت در کشورهای در حال توسعه، اندکی متفاوت از کشورهای توسعه‌یافته می‌باشند. این شرایط برای ایران نیز دیده می‌شود. همانطور که در ۰ دیده می‌شود، در حال حاضر بیشتر ظرفیت در مراکز دولتی سازمانی نظیر شبکه بانکی و شرکت‌های نفت و گاز مصرف می‌گردد و سهم خدمات پهن‌بند بسیار ناچیز است.



شکل ۵-۱ ظرفیت ایران (Gbps) بر اساس داده‌های یوروکانزالت تا سال ۲۰۲۵ به تفکیک هر خدمت

باتوجه به توضیحات فوق، خدمت پهن‌بند را به دو روش بررسی نمود. روش اول در نظر گرفتن نیاز بالقوه خدمت پهن‌بند در کشور ایران با توجه به شرایط جمعیتی و لحاظ داشتن سهم ۶٪ برای ارایه خدمت از طریق ماهواره است. باتوجه به رشد جمعیت، این خدمت به تنهایی نیاز به ظرفیت ۲۸۵ Gbps تا سال ۲۰۴۰ خواهد داشت. در روش دوم، سهم ایران از گزارشات یوروکانزالت محاسبه شده است و به نوعی بازار احتمالی خدمات پهن‌بند در سال‌های آتی با توجه به در حال توسعه بودن کشور محاسبه شده است. تمامی این شش خدمت به همراه پیش‌بینی ظرفیت مورد نیاز آن‌ها تا سال ۲۰۳۵ به تفصیل در ۰ نشان داده شده است.

جدول ۱-۲ خدمات مربوطه به همراه پیش‌بینی ظرفیت مورد نیاز آن‌ها تا سال ۲۰۳۵

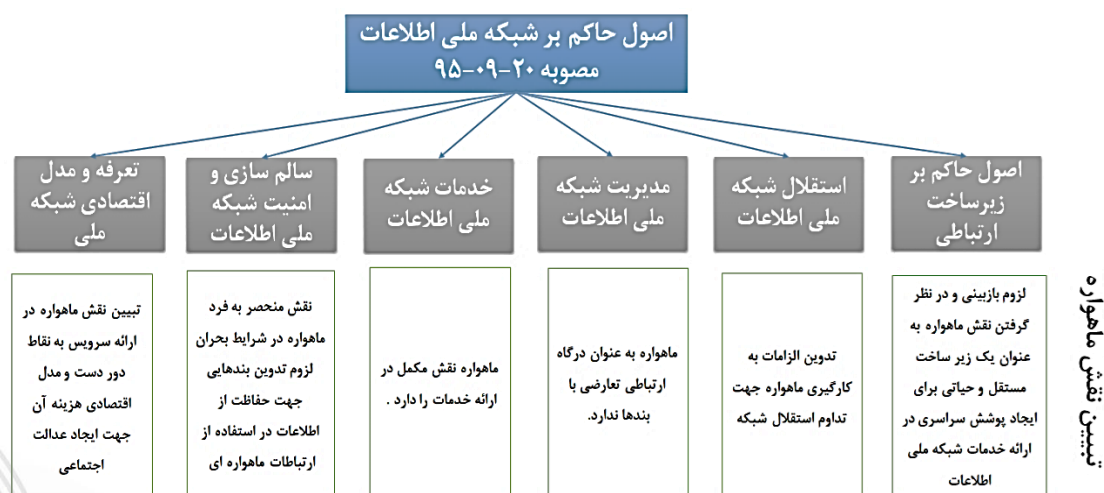
۲۰۳۵	۲۰۳۳	۲۰۳۱	۲۰۲۹	۲۰۲۷	۲۰۲۵	۲۰۲۳	۲۰۲۱	۲۰۱۹	
۲۰	۱۴	۹	۶	۴	۳	۲	۱	۰,۰۳	خدمت پهن باند
۱۸,۵۲	۱۲,۶۵	۸,۶۴	۵,۹۰	۴,۰۳	۲,۷۵	۱,۹۹	۱,۳۵	۱,۰۰	خدمت دولتی/سازمانی
۱,۰۷	۰,۷۳	۰,۵۰	۰,۳۴	۰,۲۳	۰,۱۶	۰,۰۹	۰,۰۴	۰	خدمت نظامی
۷,۴۸	۵,۱۱	۳,۴۹	۲,۳۸	۱,۶۳	۱,۱۱	۰,۷۷	۰,۵۶	۰,۱۴	خدمت بک‌هال
۵,۷۵	۳,۹۳	۲,۶۸	۱,۸۳	۱,۲۵	۰,۸۶	۰,۵۹	۰,۴۳	۰,۰۰۴	خدمت متحرک
۰,۵۸	۰,۳۹	۰,۲۷	۰,۱۸	۰,۱۳	۰,۰۹	۰,۰۶	۰,۰۴	۰	خدمت ویدئو
۵۳,۲۸	۳۶,۹۳	۲۴,۸۵	۱۶,۹۸	۱۱,۵۹	۷,۹۲	۵,۶۵	۳,۷۷	۱,۱۷	جمع

به‌طور اجمالی می‌توان گفت که طبق محاسبات صورت گرفته، پیش‌بینی می‌شود، ظرفیت ماهواره‌ای مورد نیاز برای سال ۲۰۲۵ در کشور ایران برای خدمت پهن‌باند برای خدمت دولتی/سازمانی معادل ۲,۷۵ گیگابیت بر ثانیه باشد. در این سال با توجه به توسعه خدمات تلفن همراه و نیاز به ارائه خدمت بک‌هالینگ، ظرفیت پیش‌بینی شده برای این خدمت روی ماهواره برابر با ۱,۱۹ گیگابیت بر ثانیه می‌باشد. همچنین مجموع ظرفیت مورد نیاز برای کل خدمات ماهواره‌ای برابر ۸ گیگابیت بر ثانیه خواهد بود. همچنین پیش‌بینی‌ها نشان می‌دهد که برای سال ۲۰۴۰ بعد از خدمات پهن‌باند (۴۸,۳ گیگابیت بر ثانیه)، دولتی/سازمانی (۴۸,۳ گیگابیت بر ثانیه) و همچنین بک‌هال (۱۹,۴ گیگابیت بر ثانیه)، خدمات متحرک نیز ظرفیتی معادل با ۱۴,۹۲ گیگابیت بر ثانیه بر روی ماهواره نیاز خواهند داشت. با توجه به رشد فزاینده نیاز به خدمات ارتباطات ماهواره‌ای در کشور در سال‌های آتی نمی‌توان از فناوری ماهواره چشم‌پوشی کرد و باید نقشی جدی برای این حجم از ارتباطات در شبکه ملی اطلاعات کشور قائل شد.

۴- الزامات شبکه ملی اطلاعات و نقش ماهواره

مهمترین سند الزامات شبکه ملی اطلاعات، مصوبه جلسه سی و پنجم مورخ ۱۳۹۵/۰۹/۲۰ شورای عالی فضای مجازی می‌باشد. در این مصوبه ضمن تعریف شبکه ملی اطلاعات، الزامات شبکه ملی اطلاعات را در بند ۳ در شش عنوان به شرح زیر مطرح می‌نماید:

- ۱- شبکه‌ای متشکل از زیر ساخت‌های ارتباطی با مدیریت مستقل کاملاً داخلی.
 - ۲- شبکه‌ای کاملاً مستقل و حفاظت شده نسبت به دیگر شبکه‌ها (از جمله اینترنت) با امکان تعامل مدیریت شده با آنها.
 - ۳- شبکه‌ای با امکان عرضه انواع محتوا و خدمات ارتباطی سراسری برای آحاد مردم با تضمین کیفیت از جمله قابلیت تحرک.
 - ۴- شبکه‌ای با قابلیت عرضه انواع خدمات امن اعم از رمزنگاری و امضای دیجیتال به کلیه کاربران.
 - ۵- شبکه‌ای با قابلیت برقراری ارتباطات امن و پایدار میان دستگاه‌ها و مراکز حیاتی کشور.
 - ۶- شبکه‌ای پر ظرفیت، پهن باند و با تعرفه رقابتی شامل مراکز داده و میزبانی داخلی.
- به نظر می‌رسد، اکثر این الزامات با حضور کنترل شده و دقیق فناوری‌های ماهواره‌ای قابل تحقق می‌باشد.
- براساس این الزامات اصول حاکم بر شبکه ملی اطلاعات در شش محور "زیرساخت"، "استقلال"، "مدیریت شبکه"، "خدمات شبکه"، "سالم سازی و امنیت" و "تعرفه و مدل اقتصادی" طرح ریزی شده است. در سند مذکور اشاره صریحی به نوع فناوری ارتباطی به ویژه ارتباطات ماهواره‌ای به طور جداگانه نشده است. با توجه به جایگاه و اهمیت ارتباطات ماهواره‌ای در شرایط فعلی و آینده به نظر می‌رسد این موضوع نیازمند توجه ویژه است.



شکل ۱-۶ اصول حاکم بر شبکه ملی اطلاعات و نقش ماهواره در هر بخش

جدول ۱-۳ نقش مکمل یا احیاناً متعارض ماهواره را در اهداف و الزامات شبکه ملی اطلاعات را نشان می‌دهد. این جدول بر اساس دو سند "تبیین الزامات شبکه ملی اطلاعات" و "طرح کلان و معماری شبکه ملی اطلاعات"

نگارش شده است. در مجموع می‌توان گفت ماهواره در اکثر مواقع نقش مکمل در دستیابی به اهداف و الزامات شبکه ملی اطلاعات را دارد و در بسیاری از بندها مهمترین روش دستیابی به اهداف است.

جدول ۳-۱ مهمترین بندهای سند الزامات شبکه ملی اطلاعات و سند طرح کلان معماری شبکه اطلاعات مرتبط با فناوری ماهواره

اصل موضوعی	شماره بند	موضوع	نقش ماهواره در سند
سند الزامات شبکه ملی اطلاعات	بند ۳-۱-۴	خدمات خارجی صرفاً از گذرگاه ایمن مرزی باشد	لزوم باز تعریف نقش ماهواره
	بند ۵-۱-۴	خدمات دو سر داخل در کشور مسیریابی شود	تعارض با نقش ماهواره غیر بومی به عنوان تنها راه پوشش نقاط دور افتاده
	بند ۷-۱-۴	عدالت اجتماعی در خدمات پهن باند شبکه ملی	نقش کلیدی و حیاتی ماهواره در تحقق این بند
	بند ۸-۱-۴	دسترسی متناسب با نیازهای بومی	نقش مکمل و حیاتی ماهواره در تحقق این بند
	بند ۲-۲-۴	عدم اتکای شبکه به غیر از خود	تعارض با نقش ماهواره غیر بومی به عنوان تنها راه پوشش نقاط دور افتاده
	بند ۱-۵-۴	حفاظت و مدیریت تعاملات	لزوم تدوین بند در زمینه حفاظت اطلاعات منتقل شده با ماهواره
	بند ۲-۶-۴	تعرفه خدمات شبکه ملی اطلاعات	لزوم شناسایی ماهواره به عنوان تنها راه ارتباطی برای برخی نقاط در تدوین تعرفه
	بند ۱-۱-۲-۲	پوشش صد درصد جمعیت کشور برای دسترسی پهن باند سیار با سرعت ۱۰ مگابیت بر ثانیه	برطبق بررسی های بین المللی ماهواره ملزوم قطعی تحقق این هدف است.
طرح کلان و معماری شبکه ملی اطلاعات	بند ۷-۱-۲-۲	دسترسی سازمان ها و مراکز آموزشی پژوهشی، کسب و کارها و کاربران تجاری به سرعت صد مگابیت بر ثانیه	بسیاری از سازمان های تجاری مانند سکوهای نفتی تنها راه ارتباطی شان ماهواره است. در بسیاری از سازمان ها ماهواره نقش مکمل دارد.

نقش منحصر به فرد ماهواره در شرایط بحران و اختلال و قطعی سامانه های زمینی	مصون سازی، کاهش آسیب پذیری و افزایش پایداری و تاب آوری امنیتی و دفاعی شبکه ملی اطلاعات	بند ۲-۱-۲-۲۰	
در بسیاری از نقاط بدون ماهواره قابل تحقق نیست	استقرار سکوه‌های ارایه خدمات الکترونیک برای آحاد مردم	بند ۲-۲-۲-۲-	اهداف عملیاتی خدمات کاربری
با توجه به پوشش وسیع ماهواره، نقش کلیدی در تحقق این هدف	جذب ۳۰ درصد کاربران منطقه غرب آسیا	بند ۲-۲-۳-۱۰-	
نقش محوری ماهواره در تحقق این هدف	ارتقا توان دستگاه‌های امنیتی در اشراف اطلاعاتی و شناسایی	بند ۲-۲-۴-۲-	اهداف عملیاتی سالم سازی محتوا و امنیت خدمات

با توجه به نقش ماهواره در تحقق هر یک از بندهای دو سند مذکور، می‌توان بسته به نیاز از فناوری‌های مختلف ماهواره‌ای در بخش‌های مختلف شبکه ملی اطلاعات با یک برنامه زمانبندی برای تحقق کامل اهداف آن شبکه استفاده کرد که در دو بخش آتی به این دو موضوع پراخته می‌شود.

۴-۱- مزایای استفاده از ماهواره در شبکه ملی اطلاعات

علاوه بر معماری‌های مختلفی که از ماهواره می‌توان در شبکه ملی اطلاعات استفاده کرد، فناوری ماهواره و منظومه‌های ماهواره‌ای دارای مزایای منحصر به فردی نیز هستند. از جمله امکان بهبود همگرایی در نسل‌های آتی مخابراتی، بی‌اثر کردن تحریم‌ها با کمک درگاه‌های ارتباطات ماهواره‌ای و امکان دسترسی عادلانه و گسترده با استفاده از این فناوری‌ها می‌باشد. در ادامه به بررسی هریک از این مزایا می‌پردازیم.

• همگرایی شبکه‌های ارتباطی و ماهواره

در نسل‌های آتی شبکه‌های ارتباطی، یک همگرایی بین فناوری‌های ارتباطی به وجود خواهد آمد و یک شبکه فراگیر برای ارتباطات ایجاد خواهد شد. در حقیقت تصور مجامع علمی از آینده سیستم‌های مخابراتی این است که

فناوری‌های ارتباطی موجود نظیر ماهواره‌ها همگی بخشی از یک شبکه فراگیر و یکپارچه عمومی مخابراتی خواهند بود. چنین دیدگاهی در ۰ نشان داده شده است. باید دقت نمود که الزامات کلی شبکه همگرا در شرایط مختلف، متفاوت است. در این میان فناوری ماهواره با قابلیت‌های منحصر به فردی نظیر پوشش گسترده و فراگیر نقش بسزایی در ایجاد یک شبکه همگرا و یکپارچه در تمام محیط‌ها را خواهد داشت.



شکل ۱-۱۲ همگرا شدن تمام شبکه‌های ارتباطی در یک شبکه فراگیر مخابراتی

• درگاه‌های تحریم شکن

یکی از ویژگی‌های اصلی ارتباطات ماهواره‌ای مستقل بودن از بسترهای زمینی می‌باشد. با توجه به این ویژگی و ایجاد درگاه‌هایی خارج از مرزهای جمهوری اسلامی ایران امکان ارتباط با نقاط مورد نظر در صورت ایجاد محدودیت بر روی شبکه اینترنت فراهم خواهد شد. به عبارت دیگر درگاه‌های ایجاد شده در خارج از ایران به سادگی امکان دسترسی به بخش‌های مورد نظر در شبکه اینترنت و نقاط خارج از ایران را با امکان کنترل کامل، فراهم خواهد نمود.

• عدالت در دسترسی به شبکه ملی اطلاعات

بر طبق بند ۴-۱-۷ سند الزامات ملی شبکه ملی اطلاعات یکی از اهداف شبکه ملی اطلاعات ایجاد عدالت در دسترسی به شبکه و خدمات شبکه می‌باشد. این در حالی است که با توجه به پراکندگی جغرافیایی ایران بدون استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای امکان ایجاد عدالت در دسترسی برای تمام ایرانیان وجود نخواهد داشت. ارتباطات ماهواره‌ای به سادگی امکان ایجاد ارتباط در نقاطی که به هر دلیلی امکان ارائه خدمات از طریق بسترهای زمینی وجود ندارد را فراهم خواهد کرد.

۴-۲- برآورده کردن الزامات شبکه ملی اطلاعات

در کنار مزایای مهم و اساسی فناوری ماهواره و منظومه‌های ماهواره‌ای، این ساختارها در شرایط فعلی با برخی از الزامات شبکه ملی اطلاعات در تعارض هستند و باید تمهیداتی برای استفاده از این فناوری در شبکه ملی اطلاعات در نظر گرفته شود. جهت برآورده کردن الزامات شبکه ملی اطلاعات می‌توان اقدامات زیر را بررسی و دنبال نمود:

- اجاره فضای فرکانسی از ماهواره‌های مدار زمین آهنگ با راه‌اندازی درگاه در داخل کشور نظیر خدماتی که شرکت‌های SAP ارائه می‌نمایند.

مزایا:

- ۱- وجود تنوع در ماهواره‌های مدار زمین آهنگ با تامین‌کنندگان مختلف
- ۲- پیاده‌سازی سریع
- ۳- انعطاف‌پذیری بالا به دلیل امکان استفاده از تامین‌کنندگان و ماهواره‌های مختلف
- ۴- وجود زیرساخت‌های لازم در داخل کشور شامل هاب‌ها و تله پورت‌های ماهواره‌ای

معایب:

- ۱- عدم ارائه خدمات توسط برخی تامین‌کنندگان در شرایط تحریم
 - ۲- عدم دسترسی و مدیریت ترانسپوندر و ماهواره
 - ۳- ریسک نوسانات نرخ ارز به دلیل تامین ارزی پهنای‌باند
- مشارکت در تامین ماهواره (نظیر ماهواره بدر ۵) و ارائه خدمات از طریق ترانسپوندرهایی که مدیریت آن در اختیار یک مجموعه داخلی باشد.

مزایا:

- ۱- در اختیار داشتن کامل ترانسپوندر و مدیریت آن
- ۲- کاهش ریسک نوسانات نرخ ارز
- ۳- گامی در جهت افزایش توانایی در رابطه با ایجاد اپراتور ماهواره‌ای داخلی

معایب:

- ۱- نیاز به سرمایه‌گذاری اولیه
- ۲- محدودیت در مدیریت منابع ماهواره به دلیل عدم مالکیت کامل

- مذاکره با اپراتورهای ماهواره‌های پرنظریت مدار زمین آهنگ و نصب و راه‌اندازی درگاه اختصاصی در بیم‌های درگاه خارج از کشور و انتقال ترافیک از طریق فیبرهای اختصاصی و درگاه‌های بین‌المللی شبکه ملی اطلاعات (و یا ارتباط نقطه به نقطه ماهواره‌ای)

مزایا:

- ۱- امکان ارائه خدمات با نرخ بیت بالاتر و هزینه کمتر
- ۲- امکان ارائه خدمات متنوع‌تر

معایب:

- ۱- نیاز به نصب درگاه خارج از کشور و در محل تامین کننده اصلی
- ۲- تاخیر بالاتر ارتباط به دلیل اینکه درگاه خارج از کشور قرار دارد.
- ۳- وابستگی به زیرساخت تامین کننده اصلی و احتمال بروز مشکل در شرایط تحریم

- مذاکره با اپراتورهای منظومه‌های ماهواره‌ای غیر زمین آهنگ جهت ایجاد درگاه در داخل کشور و یا حداقل نصب درگاه اختصاصی در یکی از نقاط در نظر گرفته شده برای درگاه (مثلاً آذربایجان) و انتقال ترافیک از طریق فیبر اختصاصی (و یا ارتباط نقطه به نقطه ماهواره‌ای)

مزایا:

- ۱- امکان ایجاد شبکه ارتباطی با مدیریت و کنترل داخلی
- ۲- استفاده از قابلیت‌های ارتباطات ماهواره‌ای منظومه‌ها از قبیل پهنای‌بند بالاتر، هزینه و تاخیر کمتر
- ۳- کاهش تهدیدات مربوط به استفاده غیر مجاز از ارتباطات ماهواره‌ای منظومه‌ها

معایب:

- ۱- عدم وجود اطلاعات دقیق در خصوص نحوه و مسیر انتقال داده در این شبکه و امکان دسترسی توسط تامین کننده اصلی
- ۲- فراهم شدن شرایط برای استفاده غیر مجاز با ورود تجهیزات مربوطه

- ایجاد اپراتور ملی و قرار دادن ماهواره در مدار زمین آهنگ با مالکیت جمهوری اسلامی

مزایا:

این روش مطمئن‌ترین حالت ممکن برای ارائه خدمات ارتباطات ماهواره‌ای در بخشی از زیرساخت شبکه ملی اطلاعات می‌باشد.

معایب:

سرمایه‌گذاری بالا و زمان چند ساله برای راه‌اندازی از معایب اصلی این مدل است.

- ایجاد اپراتور ملی و راه‌اندازی منظومه ماهواره‌ای در مدار غیر زمین آهنگ

مزایا:

مانند روش قبلی برای اطمینان از بهره‌برداری از منظومه‌های ماهواره‌ای بهترین گزینه در اختیار داشتن کامل منظومه می‌باشد.

معایب:

سرمایه‌گذاری بسیار بالا و زمان طولانی محقق شدن این منظومه معایب اصلی آن است.

به طور کلی با توجه به بندهای زیر در سند تبیین الزامات شبکه ملی اطلاعات و اثرات توسعه فناوری ماهواره، این فناوری می‌تواند نقش بسزایی در محقق شدن اهداف شبکه ملی اطلاعات داشته باشد:

- بند ۱-۳- فرصت سازی
- بند ۱-۹- توسعه سبز و سلامت محور
- بند ۲-۱-۱- ارتقاء کیفیت زندگی
- بند ۲-۱-۳- عدالت اجتماعی و امنیت عمومی
- بند ۲-۱-۴- استقرار نظام جامع فراگیر در سطح ملی برای امن‌سازی، پایداری و تداوم ارائه خدمات زیرساخت‌های حیاتی و حساس و مهم

- ۲-۲-۱-۱- پوشش ۸۰ درصدی دسترسی پهن باند ثابت خانوارها با سرعت دسترسی متوسط ۲۵

مگا بیت

- ۲-۲-۲-۱- استقرار کامل سکویهای ارائه خدمات الکترونیکی ...

- ۲-۲-۳-۱۵- تامین نیاز کشور به سکویهای آموزشی

- و در جدول نگاشت نهاد

– ایجاد پوشش سراسری برای دسترسی تمامی شهرها و روستاهای بالای بیست خانوار به

شبکه ملی اطلاعات با کیفیت مطلوب

– ایجاد سامانه‌ها و سازکارهای لازم برای ارائه خدمات اینترنت در شرایط خاص و بحران

عدم توجه به شکل‌گیری و توسعه این خدمات در کشور باعث از دست رفتن حاکمیت، از دست رفتن حق و حقوق کشور در حوزه فضایی (همچون نقطه مداری) و وجود تهدید قطع ارتباطات حساس در زمان بحران از طرف بیگانگان، تضعیف غرور ملی و ایجاد خلل در ارتباطات می‌شود. همچنین توسعه این فناوری دارای اثرات گسترده‌ای در ابعاد مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و امنیتی می‌باشد.

۳-۴ فناوری‌های مختلف ماهواره و شبکه ملی اطلاعات

در سال‌های اخیر فناوری ماهواره به سه صورت ماهواره‌های زمین آهنگ مرسوم^۱، ماهواره‌های پر ظرفیت مدار آهنگ^۲ و منظومه‌های ماهواره‌ای ارتفاع پایین^۳ ارائه شده‌اند. هر سه فناوری به عنوان بخشی از ارتباطات در شبکه ملی اطلاعات قابل استفاده می‌باشند. در ادامه به بررسی اثر هر فناوری در شبکه ملی اطلاعات می‌پردازیم.

• ماهواره‌های مدار زمین آهنگ مرسوم

در رابطه با ماهواره‌های مدار زمین آهنگ مرسوم، می‌توان با اجاره فضای فرکانسی، ترانسپوندر و یا حتی ماهواره به صورت کامل با ایجاد درگاه‌ها در داخل ایران شبکه مورد نظر را راه‌اندازی نمود. مزیت ایجاد شبکه به این صورت،

^۱ Regular GEO

^۲ GEO- HTS

^۳ LEO Constellation

آن است که درگاه‌ها در داخل ایران بوده و گردش داده‌ها در شبکه‌ای که بستر ارتباطی آن در داخل کشور است، رخ خواهد داد. با توجه به اندازه شبکه و پهنای باند مورد نیاز می‌توان اقدام به اجاره فضای فرکانسی بر روی ماهواره‌هایی که پوشش مناسب بر روی ایران دارند، نمود و شبکه را راه‌اندازی کرد. ریسک این روش عدم ارائه خدمات توسط برخی اپراتورهای ماهواره‌ای خارجی در شرایط تحریم می‌باشد. همچنین برخی الزامات مورد نیاز برای سرویس‌های نسل‌های آینده از جمله تاخیر و ظرفیت قابل ارایه نیست.

• ماهواره‌های پر ظرفیت مدار زمین آهنگ (GEO-HTS)

ماهواره‌های پر ظرفیت مدار زمین آهنگ به دو شکل طراحی شده‌اند. در برخی از این ماهواره‌ها تمامی بیم‌ها امکان نصب و راه‌اندازی درگاه را فراهم می‌نمایند (نظیر ماهواره‌های سری EPIC اینتلتست) و برخی دیگر فقط امکان ایجاد درگاه در بیم‌هایی که از قبل مشخص شده است را فراهم می‌کنند (نظیر Hylas، Thor-7، Yahsat و...). در رابطه با ماهواره‌های پر ظرفیت مدار زمین آهنگ مدل اول، می‌توان مشابه ماهواره‌های مدار زمین آهنگ مرسوم با اجاره فضای فرکانسی، اقدام به راه‌اندازی درگاه در داخل کشور نموده و ارتباط درگاه‌ها را از طریق فیبر با ابر شبکه ملی اطلاعات برقرار نمود.

در رابطه با ماهواره‌های پر ظرفیتی که بیم‌های درگاه آنها از قبل مشخص شده و این بیم‌ها خارج از کشور است، می‌توان اقدام به نصب تجهیزات درگاه اختصاصی در یکی از بیم‌های مربوطه در خارج از کشور نموده و ارتباط درگاه با زیرساخت شبکه ملی اطلاعات را از دو مسیر اینترنت بین‌الملل (درگاه‌های بین‌الملل شبکه ملی اطلاعات) و ارتباط ماهواره‌ای نقطه به نقطه بین درگاه خارج از کشور و یک نقطه در داخل کشور برقرار نمود. در شرایط عادی از ارتباط اینترنت جهت اتصال درگاه خارج از کشور با شبکه ملی اطلاعات استفاده می‌شود و در صورتیکه به هر دلیلی نخواهیم از بستر اینترنت برای این ارتباط استفاده نماییم، از طریق ارتباط نقطه به نقطه ماهواره‌ای این ارتباط برقرار می‌گردد. البته نقطه ضعف این روش بالا رفتن تاخیر ارتباط خواهد بود. ریسک این نوع ارتباط در حالت دوم که درگاه خارج از کشور قرار دارد، این است که تامین کننده اصلی مشکلاتی را در شرایط تحریم ایجاد نماید و خدمات مورد نیاز را به درستی ارائه نکند.

• منظومه‌های ماهواره‌ای غیر زمین آهنگ

در سال‌های اخیر منظومه‌های ماهواره‌ای به عنوان یک فناوری مهم و قابل توجه در ارائه خدمت اینترنت ظهور کرده است و هزاران ماهواره را جهت ارائه خدمت اینترنت به فضا پرتاب کرده‌اند. برخی از این شرکت‌ها نظیر SpaceX در طرح منظومه خود ارتباطات بین ماهواره‌ای از نوع اپتیکی دارند، لذا ترافیک خارج شده از کشور به صورت غیر کنترل شونده‌ای بین ماهواره‌ها و درگاه‌های زمینی توزیع می‌شوند. برخی دیگر نظیر Oneweb با حذف عامدانه ارتباطات بین ماهواره‌ای، ترافیک کشور را به یک درگاه مشخص زمینی هدایت می‌نماید. در رابطه با این منظومه‌ها باید دقت نمود که این شبکه‌ها توانایی پوشش کاربران منطقه‌ای در حجم وسیع را ندارند (ظرفیت پوششی محدود در سلول‌های وسیع دارند) و بیشتر به عنوان مکمل سامانه‌های زمینی در نظر گرفته می‌شوند و جایگزین این سامانه‌ها نیستند.

در شرایط فعلی در مواردی که درگاه‌های این اپراتورها خارج از کشور و در کنترل خود اپراتور می‌باشد (نظیر SpaceX) تنها راه استفاده از منظومه‌های ماهواره‌ای، دریافت خدمات به عنوان کاربر نهایی می‌باشد. برای برآورده کردن الزامات شبکه ملی اطلاعات می‌توان با برخی اپراتورهای بدون لینک ماهواره‌ای (نظیر Oneweb) جهت ایجاد درگاه در داخل کشور مذاکره نمود.

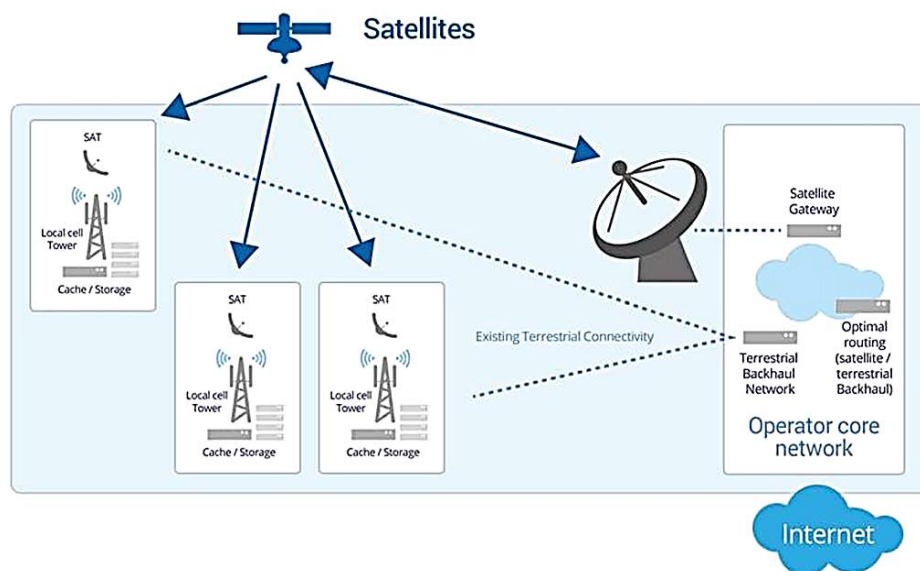
از طرف دیگر باید در نظر داشت که در شرایط فعلی نیز بخش قابل توجهی از ترافیک اینترنت کشور بر روی زیر ساخت شبکه ملی اطلاعات و از طریق ابزارهایی نظیر فیلتر شکن بدون کوچکترین شناسایی منتقل می‌شود. در حقیقت زیرساخت‌های شبکه ملی اطلاعات هزینه این نوع ارتباطات را بدون شناسایی کامل می‌پردازد. لذا با حضور این منظومه‌ها شاید حتی بار ترافیکی بر روی زیر ساخت‌های شبکه ملی اطلاعات کاهش یابد. در مجموع باید در نظر داشت علی‌رغم برخی قابلیت‌های منحصر به فرد فناوری منظومه‌های ماهواره‌ای، چنین سامانه‌هایی، نمی‌توانند در محیط‌های متراکم جایگزین دائمی سامانه‌های زمینی شوند.

۴-۴- کاربرد ارتباطات ماهواره‌ای در معماری شبکه ملی اطلاعات

مدل مفهومی فضای مجازی کشور و نمایه معماری فنی شبکه ملی اطلاعات در سند "طرح کلان و معماری شبکه ملی اطلاعات" ارائه شده است. با توجه به این سند و ویژگی‌های ارتباطات ماهواره‌ای، با معماری‌های زیر می‌توان ارتباطات ماهواره‌ای را در شبکه ملی اطلاعات به کار برد:

- استفاده به عنوان بک‌هال

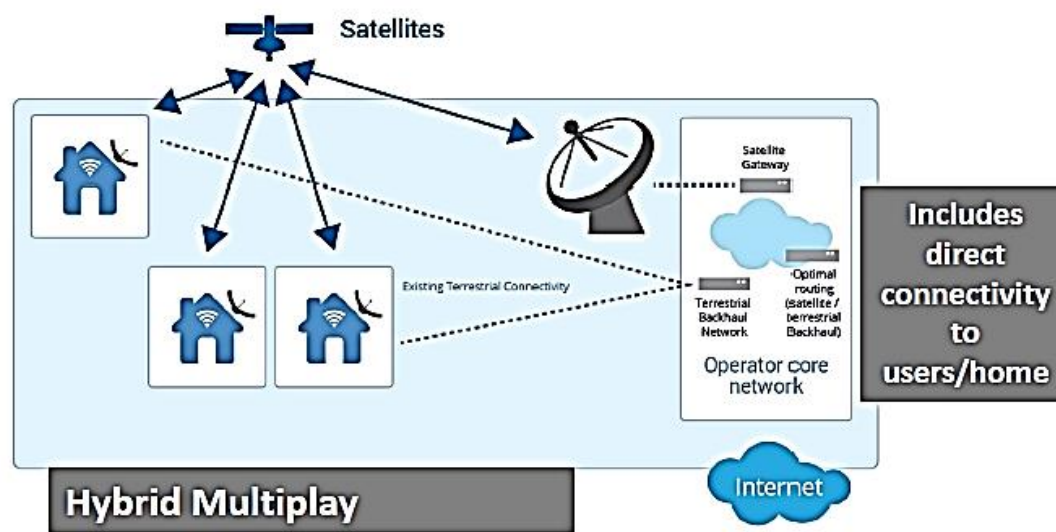
یکی از کاربردهای ارتباطات ماهواره‌ای در شبکه ملی اطلاعات می‌تواند استفاده به عنوان بک‌هال در شبکه‌هایی نظیر شبکه‌های سلولی باشد. برای توسعه شبکه ملی اطلاعات در نقاط دور افتاده و افزایش ضریب نفوذ دسترسی به شبکه ملی اطلاعات استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای به عنوان بک‌هال شبکه‌های 3G، 4G و 5G اجتناب‌ناپذیر است. در این حالت، لینک‌های کاربری ماهواره می‌توانند بصورت دو طرفه و یا یک طرفه بسته باشند. زیرا هم ارتباط پهن‌بند (ترمینال‌های VSAT) و هم ارتباط broadcast/multicast (ترمینال‌های فقط دریافت‌کننده) در این دسته‌بندی پشتیبانی می‌شوند. این طرح در ۰ نشان داده شده است.



شکل ۱-۷ استفاده از ماهواره در بک‌هالینگ

• استفاده به عنوان Last-mile

در برخی موارد می‌توان از ارتباطات ماهواره‌ای برای رساندن خدمات شبکه ملی اطلاعات به کاربران نهایی در مناطق دور افتاده که به دلیل جمعیت بسیار کم توسعه شبکه‌های سلولی توجیه اقتصادی ندارد، استفاده نمود. یک لینک ماهواره‌ای بر روی ماهواره‌های GEO یا Non-GEO با قابلیت multicast و سرعت بسیار بالا (تا سرعت Gbps)، یک لینک ارتباطی بین خانه‌ها/محل‌های کار و بستر ارتباط زمینی موجود را در هر جا که ممکن باشد، برقرار خواهد کرد. در این حالت، لینک‌های کاربری ماهواره می‌توانند بصورت دو طرفه و یا یک طرفه، بسته به نوع خدمت باشند. زیرا هم ارتباط پهن‌بند (ترمینال‌های VSAT) و هم ارتباط broadcast/multicast (ترمینال‌های فقط دریافت‌کننده) در این دسته‌بندی پشتیبانی می‌شوند. شکل ۸-۱ این سناریوی استفاده از ماهواره را نشان می‌دهد.

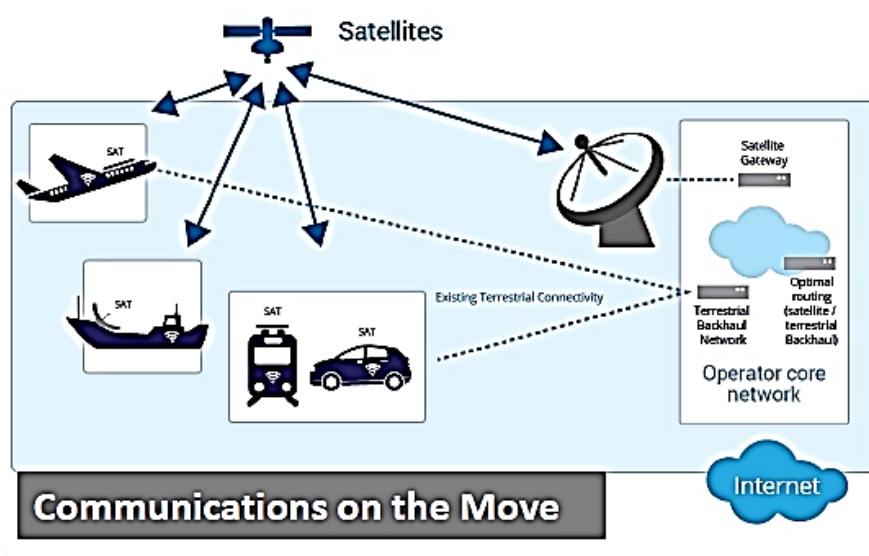


شکل ۸-۱- استفاده از ماهواره در ارائه سرویس به کاربر نهایی

• استفاده در خدمات ارتباطات متحرک دریایی، زمینی و هوایی

با توجه به افزایش نیازهای ارتباطی و نیاز به ارائه خدمات ارتباطی به کاربران در حال حرکت مانند شناورها، قطارها و هواپیماها، و برای پیشگیری از وابستگی این نوع خدمات فقط به اینترنت و ایجاد بستر مناسب برای ارائه این خدمات در بستر شبکه ملی اطلاعات، استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای ضروری می‌باشد. با توجه به شرایط خاص مسیرهای

در رابطه با ارتباطات متحرک زمینی خدمات دیگری که می‌توان در آینده متصور بود، خودروهای خودران و متصل در زمینه ارائه خدمات مختلف شامل حمل و نقل عمومی، حمل بار و غیره می‌باشد. داشتن ارتباط دائمی در این نوع خدمات الزامی است. بنابراین استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای با توجه به عدم امکان ایجاد پوشش سراسری در تمامی جاده‌ها و مسیرها توسط ارتباطات زمینی، ضروری به نظر می‌رسد.



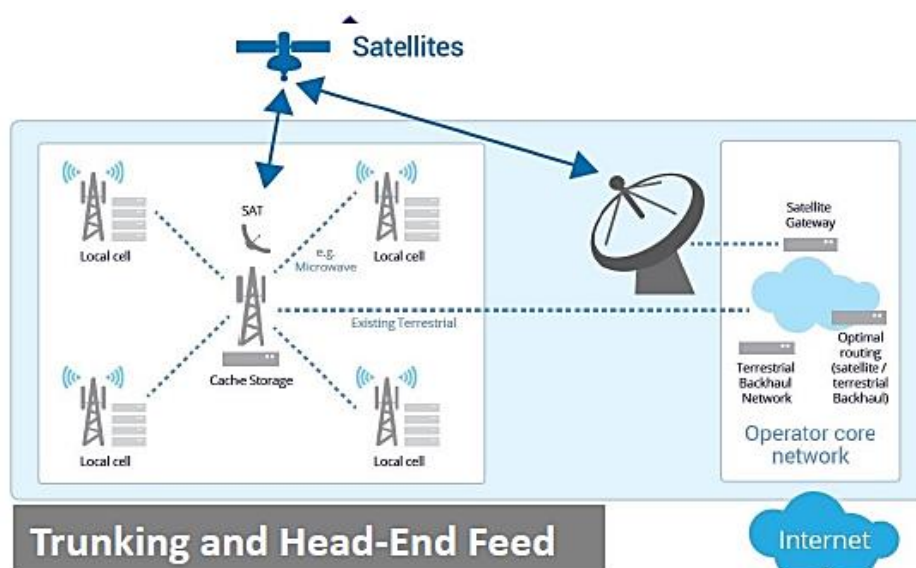
- استفاده در ایجاد یک شبکه ترانک

پخش و استفاده از محتویات گزارش‌های عمومی در صورت ذکر نام پژوهشگاه ارتباطات و فناوری اطلاعات بلامانع است.

این سناریو مربوط به مناطقی است که هیچ اتصال زمینی وجود ندارد یا اتصالات زمینی محدود هستند. باید دقت نمود، در این حالت لینک‌های کاربری ماهواره دو طرفه می‌باشند، زیرا فقط ارتباطات پهن‌بند (یعنی ارتباطات unicast و ترمینال‌های VSAT) در این دسته‌بندی پشتیبانی می‌شوند. نمونه‌هایی از این شبکه ترانک می‌تواند در سکوهای دریایی و در مدیریت بحران مورد استفاده قرار گیرد. شکل ۱-۱۰ این سناریو را نشان می‌دهد.

سکوهای دریایی یک نمونه از شبکه‌های ترانک قابل پیاده‌سازی با ارتباطات ماهواره‌ای می‌باشد. با توجه به اهمیت فعالیت سکوهای نفتی و مناطقی نظیر آن و با در نظر گرفتن شرایط محیطی این مناطق که امکان ارائه خدمات ارتباطی با استفاده از ارتباطات زمینی وجود نداشته و یا بسیار محدود می‌باشد، ارتباطات ماهواره‌ای برای اتصال این نقاط به شبکه ملی اطلاعات و استفاده از خدمات مربوطه ضروری است.

مدیریت بحران و پیاده‌سازی شبکه ترانک برای آن از دیگر کاربردهای ماهواره در شبکه ملی اطلاعات می‌باشد. در شرایط بحران بازایی زیرساخت‌های ارتباطی و ایجاد ارتباط سریع در محل بحران و همچنین فراهم کردن امکان استفاده از خدمات ارتباطی برای افراد در محدوده بحران جهت امداد رسانی سریع بسیار اهمیت دارد. تکنولوژی‌های ارتباطات ماهواره‌ای بهترین گزینه در چنین شرایطی هستند. امکان نصب و راه‌اندازی سریع در کنار تجهیزات قابل حمل، باعث می‌شود، بسترهای ارتباطات ماهواره‌ای در شرایط بحران بسیار کاربردی باشند.



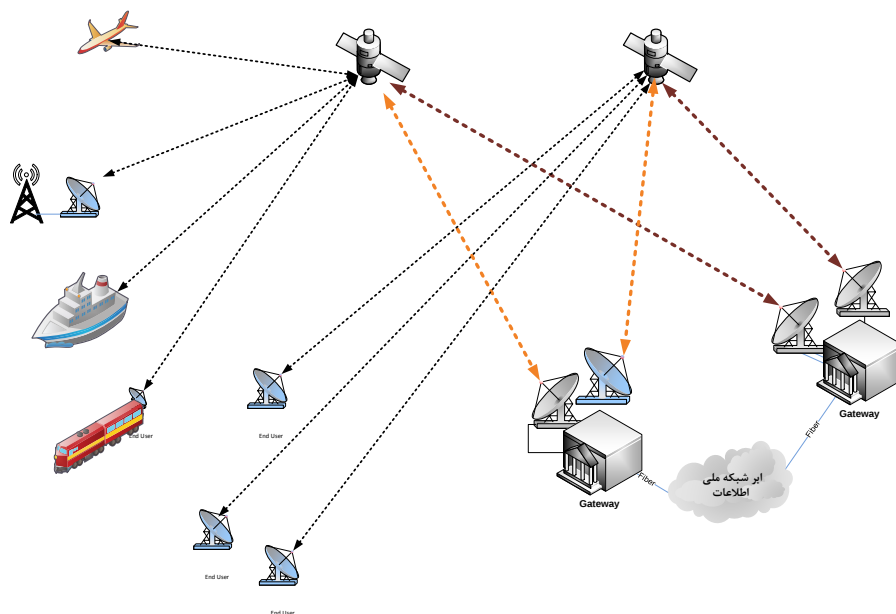
شکل ۱-۱۰ سناریو استفاده از ماهواره در زیر ساخت شبکه ترانک

• استفاده در خدمات اینترنت اشیا

خدمات اینترنت اشیا به سرعت رو به گسترش است. اندازه‌گیری و پایش پارامترهای مختلف در رابطه با سنجش‌های محیطی، هواشناسی، محیط زیست، مراتع و جنگل‌داری بسیار با اهمیت است. با توجه به گستردگی کشور و عدم امکان ایجاد پوشش سراسری از طریق تکنولوژی‌های ارتباطی زمینی، استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای در توسعه این خدمات ضروری است.

• استفاده به عنوان ارتباط پشتیبان

یکی دیگر از کاربردهای ارتباطات ماهواره‌ای در شبکه ملی اطلاعات، استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای به عنوان پشتیبان ارتباطات زمینی می‌باشد. افزایش ضریب اطمینان ارتباطات در شبکه ملی اطلاعات بسیار اهمیت دارد که استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای به عنوان پشتیبان کمک شایانی به این امر خواهد کرد. شکل ۱-۱۱ این سناریو را نشان می‌دهد.



شکل ۱-۱۱ ساختار ارائه خدمات ارتباطات ماهواره‌ای به عنوان بخشی از زیرساخت شبکه ملی اطلاعات

همانطور که در شکل ۱-۱۱ مشخص است، خدمات قابل ارائه در بستر ارتباطات ماهواره‌ای از طریق درگاه‌های شبکه ماهواره‌ای و با استفاده از فیبر نوری یا ارتباطات مایکروویو به ابر زیرساخت شبکه ملی اطلاعات متصل می‌شوند.

انواع ماهواره‌ها در هر باند فرکانسی ($L, C, Ku, Ka, Q, \dots$) و مدار (LEO, MEO, GEO) و بر اساس نیاز خدمات مورد انتظار قابل استفاده خواهند بود.

با توجه به نیاز نهایی با انتخاب باند فرکانسی و مدار مورد نظر پلتفرم ایستگاه‌های زمینی انتخاب شده و شبکه راه‌اندازی خواهد شد. این شبکه می‌تواند بصورت ترکیبی از شبکه‌های ماهواره‌ای در باندهای فرکانسی و مدارهای مختلف ایجاد شود.

۵- جمع‌بندی و ارائه راهکار

در این گزارش به بررسی ارتباطات ماهواره‌ای در شرایط فعلی، جایگاه آن در اسناد بالادستی و همچنین وضعیت ترافیک ارتباطات ماهواره‌ای در آینده کشور ایران پرداختیم. همچنین با بررسی الزامات شبکه ملی اطلاعات جایگاه ارتباطات ماهواره‌ای در این شبکه‌ها را تبیین کردیم. با بررسی‌های انجام شده در این گزارش می‌توان گفت نقش ماهواره در تکمیل ارتباطات زمینی در نقاط دور افتاده و همچنین در کاربردهایی نظیر ارتباطات در حال حرکت، یک نقش منحصر به فرد و بدون جایگزین است و بدون حضور ارتباطات ماهواره‌ای امکان توسعه فراگیر شبکه ملی اطلاعات مبتنی بر عدالت اجتماعی میسر نیست. بنابراین نه تنها این فناوری در تعارض با شبکه ملی اطلاعات نیست بلکه مکمل ضروری آن نیز می‌باشد. از طرف دیگر باتوجه به مباحث مطرح شده در رابطه با برخی دیگر از الزامات شبکه ملی اطلاعات، راهکارهای استفاده از ارتباطات ماهواره‌ای در شبکه ملی اطلاعات را باید به سه بخش زمانی به صورت کوتاه مدت، میان مدت و بلند مدت به شرح زیر تقسیم نمود:

- برنامه کوتاه مدت

برای تکمیل شبکه ملی اطلاعات و ارائه خدمات به تمامی نقاط کشور (علی‌الخصوص نقاط دور افتاده) و همچنین ارائه انواع خدمات مورد نیاز شامل ارتباطات در حال حرکت، ارتباطات در بحران، ارتباطات پشتیبان و دیگر موارد ذکر شده در گزارش، راهکار کوتاه مدت استفاده از منابع فرکانسی و ماهواره‌های موجود در مدار و اجاره فضای فرکانسی از این ماهواره‌ها با نصب درگاه در داخل کشور می‌باشد. این روش در حال حاضر توسط شرکت‌های SAP برای ارائه خدمات به مشتریان خود در حال استفاده است.

- برنامه میان مدت

برای استفاده مناسب از فناوری‌های موجود ارتباطات ماهواره‌ای، در میان مدت می‌توان اقدامات زیر را انجام داد:

- مشارکت در تامین ماهواره مدار زمین آهنگ (مانند ماهواره بدر ۵) با مدیریت ترانسپوندرها توسط ایران
- اقدام به تامین یا پرتاب ماهواره مدار زمین آهنگ در نقطه مداری متعلق به جمهوری اسلامی ایران و با مالکیت ایران
- اقدام به تامین ماهواره در نقطه مداری مناسب (که می‌تواند متعلق به ایران نباشد) با مالکیت ایران
- اقدام به رایزنی با تامین‌کنندگان ماهواره‌های پرترفیت و منظومه‌های غیرزمین آهنگ برای ایجاد بیم‌های درگاه در داخل ایران

- برنامه بلند مدت

- برای برآورده کردن کامل الزامات شبکه ملی اطلاعات در بلند مدت می‌توان برنامه‌های زیر را دنبال کرد:
- ثبت نقاط مداری و تامین و پرتاب چند ماهواره مدار زمین آهنگ برای برطرف کردن نیازهای کامل ارتباطات ماهواره‌ای داخلی با در نظر گرفتن مسائل افزونگی
 - اقدام به مشارکت در ایجاد منظومه‌های ماهواره‌ای غیرزمین آهنگ با کشورهایی که دارای روابط پایدار با آنها هستیم.
 - اقدام به ایجاد منظومه ماهواره‌ای مستقل برای ایران (نیاز به یافتن بازار جهانی برای استفاده از خدمات منظومه دارد)



نشانی: تهران، انتهای کارگر شمالی، پژوهشگاه
ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت پژوهش و
توسعه ارتباطات علمی

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۵

نمابر: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۶



نشانی: تهران، انتهای کارگر شمالی، پژوهشگاه
ارتباطات و فناوری اطلاعات، معاونت پژوهش و
توسعه ارتباطات علمی

تلفن: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۵

نمابر: ۰۲۱-۸۸۶۳۰۳۵۶