فضا، بُعد چهارم قدرت

(قسمت پنجم)

فناوری فضایی

محمد حسن نامی

چکیده

محدودیت منابع و اسناد مرتبط با حوزه‌ی فضا در کشور، ضرورت تبیین جایگاه فضا در توسعه‌ی کشور و امنیت پایدار را ایجاب می‌نماید؛ که ضمن بیان مسائل اساسی و با اهمیت در خصوص فناوری فضایی و فعالیت‌های فضایی کشور، حوزه‌های تخصصی سنجش از دور و تصویربرداری فضایی را مورد بررسی قرار دهد. ساختار فضا، رژیم حقوقی فضا، کارکردهای فضا و فناوری فضایی، مباحث عمده‌ای هستند که در این نوشتار به آن‌ها پرداخته شده است.

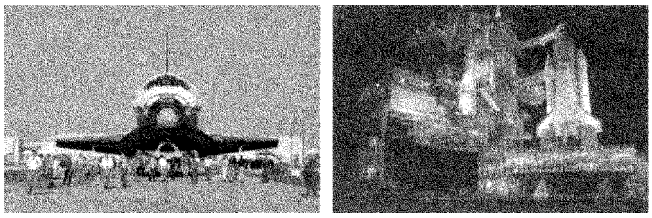
فناوری فضایی

به مجموعه‌ی دانشها، فنون و تجهیزات مرتبط به فضای بیکران و اطراف کره‌ی زمین و بررسیهای زمین از فضا «فناوری فضایی» گفته می‌شود. امروزه فضا و فناوری فضایی بواسطه‌ی کارکرد گسترده و ایفای نقش کلیدی در حل مشکلات جهانی به عنوان بستری مناسب برای توسعه‌ی امنیت و منبعی عظیم برای تولید قدرت قلمداد می‌شود. قدرتهای جهانی از فضا و فناوری فضایی با مؤثرترین روشها جهت دفاع از استقلال و تمامیت ارضی و افزایش اقتدار بین‌المللی خود استفاده می‌کنند. نقش فضا در آینده در زمینه‌ی انتقال اطلاعات و داده‌ها، موقعیت‌یابی و ناوبری، شناسایی (تصویربرداری) و مخابرات در جهان بسیار حیاتی خواهد بود و محور گسترش پایدار و عامل اصلی رشد دانش و فناوری و افزایش ثروت ملّی محسوب خواهد شد. بر این مبنا روز به روز دامنه‌ی فعالیت‌های فضایی به ویژه توسط کشورهای پیشرفته گسترش و بر میزان سرمایه گذاری در این عرصه افزوده می‌شود. به اعتقاد برخی از کارشناسان، گردش بیش از ۲۶۰ ماهواره‌ی تجاری مخابراتی در مدار ثابت، همزمان درخواست ثبت هزاران نقطه‌ی مداری در باندهای گوناگون فرکانس از طرف کشورهای جهان، تأسیس و بهره‌برداری از ایستگاه بین‌المللی فضایی، پخش صدها شبکه‌ی تلویزیونی همزمان در سراسر جهان، جمع‌آوری اطلاعات محیطی و منابع طبیعی و... که سرمایه گذاری عظیم جهانی به ویژه توسط قدرتهای بزرگ در امور فضا را به نمایش می‌گذارد همگی نشان دهنده‌ی درجه‌ی اهمیت فوق‌العاده‌ی این صنعت استراتژیک می‌باشد.[1] یکی از زمینه‌های راهبردی فضا و فناوری فضایی در مورد مسائل نظامی و جنگ افزارهای فضایی می‌باشد. قدرتهای برتر جهت تداوم سلطه و نفوذ خود در جهان به منظور دستیابی به قدرت برتر نسبت به رقیب، سرمایه گذاریهای کلانی را در اجرای طرحهایی نظامی مانند طرح دفاع موشکی بالستیک، ماهواره‌های مجهز به لیزر، سامانه‌ی لیزری فضاپیما و جنگ‌افزار پرتو ذره‌ای صرف می‌کنند. در این راستا آمریکا که همواره می‌کوشد تا برتری خود را در عرصه‌ی هوافضا نسبت به کشورهای دیگر حفظ کند پیشرو است.

عقب‌ماندگی در گسترش فناوری‌های فضایی و عدم اعمال حاکمیت در عرصه‌ی فضا، امنیت ملی و اقتدار حاکمیتی کشورها را مخدوش خواهد کرد و لطمات و پیامدهای منفی در ابعاد امنیتی و دفاعی، سیاسی و فرهنگی، اقتصادی و صنعتی، علمی و پژوهشی متوجه‌ی این کشورها خواهد نمود. بنابراین یکی از مهمترین نتایج عقب ماندگی و محرومیت در علوم و فناوری فضایی، پیامدهای منفی دفاعی و امنیتی خواهد بود.

ماهواره مهمترین فناوری فضایی

ماهواره‌ها و فضا پیماها (سفینه‌ی فضایی) مهمترین دستاورد بشری در فناوری فضایی هستند. سفینه‌های فضایی به منظور کشف سیاره‌های دیگر و مطالعات کیهانی و فضایی به فضا پرتاب می‌شوند. سفینه‌های اولیه بدون سرنشین بوده‌اند و امروزه هم از این نوع سفینه‌های بی‌سرنشین ساخته می‌شود که شامل ماهواره‌های بی‌سرنشین می‌باشد. البته امروزه اکثر سفینه‌های فضایی با سرنشین هستند.



نگاره ۱: فضاپیمای آتلانتیس و دیسکاوری

ماهواره‌ها به خاطر کاربرد گسترده در حوزه‌های گوناگون نسبت به فضاپیماها از اهمیت استراتژیکی زیادی برخوردار هستند. امروزه ماهواره‌ها با گردش به دور زمین انبوهی از اطلاعات متنوع را در اختیار کشورها قرار می‌دهند. ماهواره‌ها در چرخه و فرایند بهره‌مندی از فضا جایگاه انحصاری دارند، زیرا این سامانه نه تنها در کاوش، پویش و پژوهش مهمترین نقش را دارند، بلکه مکمل فناوری‌ها و سامانه‌های فضایی دیگر نیز هستند. به همین دلیل فناوری‌های فضایی با ماهواره‌ها شناخته شده، تکمیل و گسترش می‌یابند. واژه‌ی انگلیسی Satellite به معنی ماهواره از

کلمه‌ی لاتین Satelles به معنی همراه، دنباله‌رو یا محافظ شخصی گرفته شده است. لغت ماهواره طبق تعریف به سامانه‌ای گفته می‌شود که در مداری به دور یک سیاره در حال گردش باشد. در دوره کنونی، ماهواره و فناوری‌های وابسته، آنچنان در تار و پود زندگی بشر نفوذ کرده و به پیش می‌تازد که در دگرگونی تمدن بشری نقش تعیین کننده ایفا می‌کند. از این رو فناوری ماهواره به عنوان اصلی‌ترین موضوع در پژوهش‌های فضایی، جایگاه ویژه‌ای در زمینه‌های گوناگون ارتباطی پیدا کرده است.[۲]

از نخستین ماهواره‌ی مصنوعی فعال که به نام «اسپوتنگ -۱» در ۱۴ اکتبر ۱۹۵۷ توسط شوروی (سابق) به فضا پرتاب شد و انقلابی در صنعت فضا به وجود آورد تاکنون تحول عمده‌ای در فناوری‌های تولید، پرتاب و کارکرد ماهواره‌ها به وجود آمده است. امروزه ماهواره‌ها با کاربردهای گوناگون و با تجهیزات بسیار حساس و پیشرفته در مدارهای متفاوت قرار گرفته و خدمات متفاوتی از مأموریتهای نظامی و جاسوسی تا فعالیتهای پژوهشی انجام می‌دهند. ماهواره‌ها را براساس وزن، ارتفاع گردش، تجهیزات و کاربرد به انواع گوناگون تقسیم می‌کنند.

تاریخچه‌ی ماهواره

ایده‌ی استفاده از ماهواره‌های ساخت دست بشر، برای نخستین بار در پایان جنگ جهانی دوم بر سر زبانها افتاد. دانشمند، ریاضیدان و نویسنده‌ی مشهور انگلیسی، آرتورسی‌کلارک یکی از بزرگترین خالقان داستانهای تخیلی، برای نخستین بار پیشنهاد قرار دادن یک ماهواره ارتباطی در مدار زمین ثابت یا مدار کلارک، در فاصله‌ی حدود ۳۶۰۰۰ کیلومتری سطح زمین و بالای خط استوا (جایی که قابلیت دسترسی به حدود ۴۰ درصد سطح زمین در آن مکان وجود دارد) را به منظور پوشش علامتهای رادیویی و تلویزیونی داد.[۳] لازم به توضیح است قبل از قرار دادن ماهواره‌های ساخت بشر در مدار، از ماه به عنوان یک بازتابش امواج الکترو مغناطیس استفاده می‌شد. نخستین آزمایش فرستادن امواج به طرف ماه و بازتابش آن در ژوئیه ۱۹۵۴ صورت گرفت. نیروی دریایی آمریکا در سالهای ۱۹۵۶ تا ۱۹۵۹ آناپولیس و هونولولو از طریق ماه ارتباط برقرار کرد. در این ارتباط قدرت فرستنده در حدود ۱۰۰ کیلووات و قطر آنتن گیرنده ۲۶ متر و فرکانس امواج فرستاده شده‌در حدود ۴۳۰ مگاهرتز بود. ماهواره‌هایی نیز به شکل‌ها و اندازه‌های گوناگون به منظور بازتابیدن امواج به فضا فرستاده می‌شدند که با وجود سادگی و کارآمدی، کاستیهایی نیز داشتند و بازتابش آنها در مقابل سیگنالهای گوناگون متفاوت بود. یعنی به دلیل آنکه فقط امواج را بازتاب می‌کردند و هیچ گونه تقویتی روی سیگنال انجام نمی‌دادند، نیاز به آنتن‌های بزرگ برای گیرنده داشتند و از طرفی چون در یک محل ساکن نبودند، امکان ردیابی آنها مشکل بود. به این دلیل به آنها ماهواره‌های غیرفعال می‌گفتند. نخستین ماهواره مصنوعی فعال به نام اسپوتنگ -۱ چهارم اکتبر ۱۹۵۷ توسط شوروی سابق به فضا پرتاب شد و انقلابی در صنعت فضا به وجود آورد. این ماهواره سیگنالهای ۲۰ و ۴۰ مگاهرتزی را می‌فرستاد که امکان دریافت آنها توسط یک گیرنده‌ی ساده وجود داشت. در سال ۱۹۶۰، آمریکا نخستین ماهواره‌ی مخابراتی را در مدار قرار داد. قطر این ماهواره‌ی بزرگ ۳۰ متر بود و ارتفاع ۱۵۰۰ کیلومتری زمین گردش می‌کرد. این ماهواره مجهز به نوعی آینه بود که امواج را از ایستگاه فرستنده دریافت و به ایستگاههای گیرنده (که به دلیل کروی بودن زمین نمی‌توانست این امواج را به طور مستقیم دریافت کند)، بازتاب می‌کرد. امروزه ماهواره‌ها با مأموریتهای علمی و کاربردی گوناگون در مدارهای متفاوت قرار گرفته و خدماتی از قبیل: پخش صدا و تصویر، خدمات زمین‌شناسی، هواشناسی، تحقیقات فضایی، خدمات نظامی، هدایت رادیویی برای هدایت و ارتباط با کشتی‌ها و هواپیماها، ارتباطات ثابت ماهواره‌ای برای ایستگاههای ثابت زمینی و... ارائه می‌کنند، به گونه‌ای که اکنون مسائل ترافیک فضایی ماهواره‌ها و خطر تصادم آنها و ایجاد زباله‌های فضایی جزو مسائل جدّی عصر کنونی است. به طور کلی یک سیستم ماهواره‌ای را در چهار بخش می‌توان مورد بررسی قرار داد.

۱- بخش فضایی

ماهواره‌ها به عنوان یک تکرار کننده‌ی (رله) در فضا به کار می‌روند. آنها امواج فرستاده شده از ایستگاه زمینی را دریافت کرده، فرکانس آنها را تغییر داده یا تقویت کرده و سپس به منطقه‌ی پیش‌بینی شده می‌فرستد. عمر ماهواره‌ها معمولاً بین ۷ تا ۱۰ سال است. یک ماهواره توسط سلولهای جذب کننده‌ی انرژی خورشیدی تغذیه می‌شود ودرهنگام‌خورشیدگرفتگی باطریهایی را به کار می‌گیرد که عمر آنها یکی از عوامل مؤثر در تعیین عمرماهواره است. عامل دیگر در تعیین عمر ماهواره‌ها مقدار سوخت ذخیره شده در ماهواره است که برای مصرف در میکرو موتورها است. میکروموتورها به منظور اصلاح موقعیت ماهواره‌ها در مدار به‌کار می‌رود.

۲- بخش زمینی

بخش زمینی شامل ایستگاههای زمینی و اجزای آن در زمین است. یکی از بخشهای مهم در ایستگاه زمینی، آنتن است که درجه‌ی اهمیت آنتن‌ها بستگی به قطر آنتن و سایر استانداردهای مربوطه دارد.

۳- ساختمان ماهواره‌ها

ماهواره‌ها از دو بخش تجهیزات مخابراتی و غیرمخابراتی تشکیل شده‌اند. زیر سامانه‌های مخابراتی، آنتن‌ها و تکرار کننده‌ها هستند. دربخش مخابراتی دستگاهی وجود دارد که وظیفه تکرار کننده‌های رادیویی (رله) را انجام می‌دهد و ترانسپوندر[۴] نام دارد. ترانسپوندرها سیگنالهای فرستاده شده از زمین را دریافت و پس از تقویت و تغییر فرکانس، آنها را به زمین می‌فرستند. آنتن‌های مربوط به این ترانسپاندرها،به گونه‌ای طراحی شده‌اند که فقط بخشهایی از سطح زمین را که درون شبکه‌ی ماهواره‌ای قرار دارند، پوشش دهند. بخش غیرمخابراتی ماهواره‌ها که در واقع پشتیبانی فنی آن است، شامل سامانه‌ی کنترل حرارتی، سامانه‌ی کنترل موقعیت و مدار، سازه‌ی مکانیکی، سامانه‌ی منبع تغذیه و موتور اوج‌گیری است.

۴- پوشش ماهواره‌ها

یکی از مهمترین مسائل طراحی سامانه‌های ماهواره‌ای، پوشش دهی ماهواره‌ای در زمین است. برای طراحی بخشهای گوناگون سامانه ماهواره‌ای نظیر تعداد ماهواره‌هایی که باید استفاده شود، انتخاب مدار، فرکانس و همچنین داشتن مقدار سطح پوشش‌دهی زمین ضروری است. وسعت سطح زیر پوشش ماهواره‌ها اصولاً با ارتفاع آنها، حداقل زاویه ارتفاع مجاز برای دیدن ماهواره توسط آنتن ایستگاه زمینی و همچنین پهنای پرتو آنتن ماهواره ارتباط دارد.

تمام سطح زمین غیر از قطبین را توسط سه ماهواره می‌توان پوشش داد و حداقل زاویه‌ای که آنتن‌های داخل این پوشش برای دیدن ماهواره لازم دارند«حداقل زاویه‌ی ارتفاع» می‌گویند. به طور کلی اندازه و شکل واقعی سطح زیر پوشش ماهواره توسط مشخصه آنتن ماهواره تعیین می‌شود. در این مورد چند نوع پوشش توسط ماهواره‌های ثابت امکان‌پذیر است:

۴-۱- *پوشش عمومی:* این نوع پوشش بزرگترین منطقه‌ی ممکن از سطح زمین را در برمی‌گیرد و برای دریافت آن آنتن‌های بزرگ لازم است.

۴-۲- *پوشش منطقه‌ای:* بخشی از کره زمین را پوشش می‌دهد و سطح زیر پوشش آن از پوشش عمومی کمتر است.

۴-۳- *پوشش نیم‌کره‌ای:* بخشی از کره زمین که معمولاً پوشش نیم کره‌ای را تشکیل می‌دهد و در شبکه‌ی انتل‌ست به‌کار رفته است.

۴-۴- *پوشش نقطه‌ای:* این پوشش فقط بر روی یک کشور یا یک نقطه‌ی خاص متمرکز خواهد شد که در این حالت سیگنال دریافتی قوی‌تر بوده و دریافت آن با آنتن‌های کوچک امکان‌پذیر است.

۴-۵- *پوشش شکل داده شده:* در این حالت پرتو آنتن برای زیر پوشش قرار دادن کشور یا محلی مشخص از همان کشور خواهد بود و حتی می‌تواند یک کشور را از پوشش خود خارج کند.

تقسیم‌بندی ماهواره‌ها

ماهواره‌ها را به لحاظ وزن، ارتفاع، مدار، شکل مدار، فرکانس کاری و... به انواع گوناگون می‌توان تقسیم‌بندی نمود:

الف- تقسیم‌بندی ماهواره‌ها از لحاظ وزن

ماهواره‌ها را به لحاظ وزن به شش گروه اصلی طبق جدول زیر تقسیم می‌کنند:

جدول ۱: تقسیم‌بندی ماهواره‌ها از لحاظ وزن

کلاس	وزن	قیمت
ماهواره‌ی بزرگ	بیش‌تر از ۱۰۰۰ کیلوگرم	بیش از ۱۰۰ میلیون دلار
ماهواره‌ی کوچک	بین ۵۰۰ الی ۱۰۰۰ کیلوگرم	بین ۱۰۰-۵۰ میلیون دلار
مینی ماهواره	بین ۱۰۰ الی ۵۰۰ کیلوگرم	بین ۲۰-۵ میلیون دلار
میکرو ماهواره	بین ۱۰ الی ۱۰۰ کیلوگرم	بین ۵-۲ میلیون دلار
نانو ماهواره	بین ۱ الی ۱۰ کیلوگرم	کمتر از ۱ میلیون دلار
پیکو ماهواره	کمتر از ۱ کیلوگرم	۴۰۰ هزار دلار

منبع: نشریه نامه‌ی دفاع(۱۸)، شماره‌ی ۳ مرکز تحقیقات راهبردی دفاعی- معاونت پژوهش، ۱۳۸۷.

ب- تقسیم‌بندی ماهواره‌ها براساس کاربرد

ماهواره‌ها براساس مأموریت و نوع کاربردشان به هفت نوع اصلی طبقه‌بندی می‌شوند:

۱- ماهواره‌های ارتباطی و مخابراتی [۵]

ماهواره‌های ارتباطی یا مخابراتی در واقع ایستگاههای تقویت کننده‌ی علامت‌ها (سیگنال) هستند که از نقطه‌ای امواج را دریافت و به نقطه‌ای دیگر ارسال می‌کنند. یک ماهواره‌ی ارتباطی می‌تواند در آن واحد هزاران تماس تلفنی و چندین کانال شبکه‌های تلویزیونی را تحت پوشش قرار دهد. این ماهواره‌ها اغلب در ارتفاع بلند و مدار زمین آهنگ و بر فراز یک ایستگاه ثابت در زمین قرار داده می‌شوند. ایستگاههای ثابت در زمین مجهز به آنتن‌های بسیار بزرگ برای دریافت و ارسال علامتها می‌باشد. گاهی چندین ماهواره که در یک شبکه و در مدارهای کوتاه‌تر قرار گرفته‌اند، امواج را دریافت و با انتقال دادن علامت‌ها به یکدیگر آنها را به کاربران روی زمین در اقصی نقاط آن می‌رسانند. به این سیستم‌ها شبکه‌ی ماهواره‌ای یا صورت فلکی می‌گویند. سازمانهای تجاری مانند صدا و سیما و شرکتهای مخابراتی درکشورهای گوناگون از کاربران دائمی این نوع ماهواره‌ها هستند.[۶]

۲- ماهواره‌های هواشناسی [۷]

ماهواره‌های هواشناسی به دانشمندان برای مطالعه بر روی نقشه‌های هواشناسی و پیش‌بینی وضعیت آب و هوا کمک می‌کنند. این ماهواره‌ها قادر به مشاهده‌ی وضعیت اتمسفر مناطق گسترده‌ای از زمین می‌باشند. بعضی از ماهواره‌های هواشناسی توانایی مشاهده بسیار دقیق تغییرات در کل سطح کره‌ی زمین را دارند. آنها می‌توانند مشخصات ابرها، دما، فشار هوا، بارندگی و ترکیبات شیمیایی اتمسفر را اندازه‌گیری نمایند. از آنجاکه این ماهواره‌ها همواره هر نقطه از زمین را در یک ساعت مشخص محلی مشاهده می‌کنند، دانشمندان با اطلاعات به دست آمده، قادر به مقایسه دقیق‌تر آب و هوای مناطق گوناگون هستند. شبکه جهانی ماهواره‌های هواشناسی می‌توانند نقش یک سیستم جستجو و نجات را برعهده گیرند. آنها تجهیزات مربوط به شناسایی علامتهای اعلام خطر در همه‌ی هواپیماها و کشتی‌های خصوصی و غیرخصوصی را دارا هستند. برخی از ماهواره‌های هواشناسی در ارتفاع بلندتر در مدارهای زمین آهنگ قرار دارند، از این مدارها، آنها می‌توانند نیمی از کره‌ی زمین و تغییرات آب و هوایی آن را در هر زمان مشاهده کنند. تصاویر این ماهواره‌ها، مسیر حرکت ابرها و تغییرات آنها را نشان می‌دهد. آنها همچنین تصاویر مادون قرمز نیز تهیه می‌کنند که گرمای زمین و ابرها را نشان می‌دهد.[۸]

۳- ماهواره‌های موقعیت‌یاب GPS و ناوبری [۹]

به کمک ماهواره‌های موقعیت یاب، کلیه‌ی هواپیماها، کشتی‌ها و خودروها بر روی زمین قادر به مکان یابی با دقت بسیار زیاد خواهند بود. افزون بر خودروها و وسایل نقلیه، اشخاص عادی نیز می‌توانند از شبکه‌ی

ماهواره‌های مکان یاب بهره‌مند شوند. در واقع علامتهای این شبکه‌ها در نقطه‌ای از زمین قابل دریافتند. دستگاههای دریافت کننده، علامتها را حداقل از سه ماهواره‌ی فرستنده دریافت و پس از محاسبه، موقعیت دقیق خود را نشان می‌دهند که شامل طول، عرض و ارتفاع جغرافیایی است. برای داشتن دقت کافی در اندازه‌گیری ارتفاع، ضروری است که حداقل از اطلاعات چهار ماهواره یا بیشتر استفاده گردد. انواع گوناگون ماهواره‌هایی که برای موقعیت یابی به‌کار می‌روند عبارتند از:

الف) سامانه‌های موقعیت‌یاب جهانی یا GPS متعلق به آمریکا.

ب) سامانه‌ی گلوناس متعلق به روسیه.

ج) سامانه‌ی گالیله متعلق به اتحادیه‌ی اروپا.

د) سامانه‌ی ماهواره‌ی ناوبری محلی B-2 (L.P.s)[10] متعلق به کشور چین.

غیر از GPS، بقیه سامانه‌های موقعیت‌یاب جهانی هنوز به صورت تجاری قابل استفاده نیستند. برای فعال نگهداشتن گروه سامانه‌ی ناوبری GPS آمریکا، تاکنون بیش از ۵۰ ماهواره به فضا پرتاب شده است. این سامانه هم اکنون با ۳۱ ماهواره‌ی فعال (۲۴ ماهواره در ۶ مدرا ۴ تایی و ۷ ماهواره‌ی رزرو) در ۶ مدار بیضوی بازاویه میل ۵۵ درجه نسبت به استوا کار می‌کند و علامتهای (سیگنال) نظامی و غیرنظامی ارسال می‌نماید. معمولاً پس از چند سال با تغییر فناوری، سامانه‌های ناوبری نیز تغییر کرده و سامانه جدید جایگزین می‌شود. در سال ۲۰۰۵ اولین ماهواره‌ی IIRM نوع جدید GPS پرتاب شد. قدیمی‌ترین ماهواره‌ی این مجموعه نیز در سال ۱۹۹۱ پرتاب شد که هنوز به خوبی کار می‌کند. این سامانه توسط نیروی هوایی آمریکا با هزینه‌ی نگهداری سالانه بالغ بر ۷۵۰ میلیون دلار اداره می‌شود.[11]

۴- ماهواره‌های تحقیقاتی:[12]

ماهواره‌های تحقیقاتی و علمی، اطلاعات را به منظور بررسیهای کارشناسی گردآوری می‌کنند. این ماهواره‌ها اغلب به منظور انجام یکی از سه مأموریت زیر طراحی و ساخته می‌شوند.

۱- جمع‌آوری اطلاعات مربوط به ساختار، ترکیب و تأثیرات فضای اطراف کره‌ی زمین.

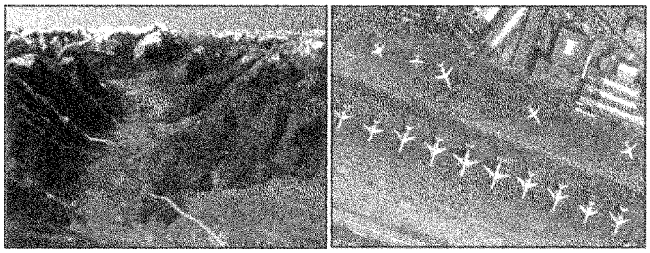
۲- ثبت تغییرات در سطح و جوّ کره‌ی زمین، این ماهواره‌ها اغلب در مدارهای قطبی در حرکت هستند.

۳- مشاهده‌ی سیارها، ستاره‌ها و اجرام آسمانی که در فواصل بسیار دور در حرکت هستند، مانند تلسکوپ هابل.[13]

۵- ماهواره‌های نظامی:[14]

ماهواره‌های نظامی شامل ماهواره‌های هواشناسی، ارتباطی، ردیاب و مشاهده‌ی زمین می‌باشند که برای مقاصد نظامی به‌کار می‌روند. برخی از این ماهواره‌ها که به ماهواره‌های جاسوسی نیز شهرت دارند، قادر به تشخیص دقیق پرتاب موشکها، حرکت کشتی‌ها در مسیرهای دریایی و جابه جایی تجهیزات و ادوات نظامی در روی زمین می‌باشند. این ماهواره‌ها شبیه انواع تجاری آنهاست، با این تفاوت که داده‌های رمزداری را که فقط گیرنده‌ی خاصی بتواند آنها را کشف نماید، ارسال می‌کنند. ماهواره‌های تجسسی و نظامی همانند سایر ماهواره‌های تصویربردار زمینی عکسبرداری می‌کنند، اما دوربین‌های به‌کار رفته در آنها از قدرت تفکیک بالاتری برخوردارند. سامانه‌ی مخابراتی ماهواره‌ای دفاعی (DSCS) از پنج ماهواره تشکیل یافته که در مدار زمین آهنگ، صدا، داده و علامتهای تلویزیونی را به پایگاههای نظامی ارسال می‌کند. این ماهواره‌ها که به طور معمول در محدوده‌ی مرئی، مادون قرمز نزدیک، مادن قرمز حرارتی و امواج رادار کار می‌کنند، در مقایسه با سامانه‌های غیرنظامی، از قدرت تفکیک مکانی بالاتری برخوردارند.

برخی از ماهواره‌های نظامی داده‌هایی را گردآوری می‌کنند که جنبه‌ی عمومی نیز دارد. ماهواره‌های هواشناسی (DMSP) و سیستم‌های مکان یابی جهانی (GPS) در این گروه قرار دارند.[15]



نگاره ۲: کاربرد تصاویر ماهواره‌ای در امور نظامی

نخستین گروه از ماهواره‌های نظامی که برای آزمایش به فضا پرتاب شدند، مجموعه ماهواره‌های کی هول (Key Hole) بودند. هر مجموعه از ماهواره‌های کی هول دارای چندین ماهواره بودند. قدرت تفکیک مکانی نخستین ماهواره از این سری (کی هول-۴) دو متر بود که پس از آن بهبود یافت. تمام ماهواره‌های سری کی هول که به ۱۵۰ فروند می‌رسیدند، از دوربینهای دارای فیلم و یا دوربینهای الکترو اپتیکال استفاده می‌کردند. از دیگر ماهواره‌های این سری کی هول-۷ و کی هول-۹ بودند که به ترتیب از قدرت تفکیک مکانی ۷ و ۲/۵ سانتی‌متر برخوردار بودند. ماهواره‌ی کی هول-۱۱ که در محدوده‌ی مادون قرمز موج کوتاه و مادون قرمز حرارتی کار می‌کرد، از سامانه‌ی عکسبرداری استفاده نمی‌کرد. ماهواره‌ی کی هول-۱۲ نیز به خاطر دارا بودن قدرت تفکیک اسمی مکانی بالا (حدود ۲ سانتی‌متر) شهر یافت، هرچند هیچ‌گاه به این قدرت تفکیک دست نیافت.[16]

۶- ماهواره‌های جاسوسی:[17]

ماهواره‌های جاسوسی ماهواره‌هایی هستند که می‌توانند به صورت جدّی امنیت ملی کشورها را تهدید کنند. کشورهای قدرت طلب و استعمارگر که در رأس آنها کشور آمریکا قرار دارد، در گردآوری اطلاعات محرمانه‌ی نظامی، سیاسی، صنعتی، اقتصادی و... بیشترین استفاده را از این فناوری می‌برند. به طورکلی این ماهواره‌ها در انواع گوناگونی از مدارها در حال پرواز می‌باشند و برخلاف معمول ممکن است هرچند وقت یکبار،

مدت مدار خود را تغییر دهند تا امکان ردگیری آنها وجود نداشته باشد. ماهواره‌های جاسوسی از نظر انواع مدار در چهار گروه عمده طبقه‌بندی می‌شوند:

- ماهواره‌های عکسبرداری با قدرت تفکیک بالا که به منظور ایجاد زاویه‌ی ارتفاعی خورشیدی مناسب، در مدارهایی قطبی با ارتفاع پایین پرواز می‌کنند.
- ماهواره‌های پایشگر که در مدارهای زمین آهنگ با ارتفاع ۳۶ هزار کیلومتری پرواز می‌کنند.
- ماهواره‌های ناوبری که در مدارهایی با ارتفاع متوسط حدود ۲۰ هزار کیلومتری پرواز می‌کنند.
- ماهواره‌های ارتباطی که هم در مدارهای بیضی شکل با ارتفاع بین ۴۰۰-۵۰۰ کیلومتری و هم در مدارهای زمین آهنگ با ارتفاع ۳۶ هزار کیلومتر پرواز می‌کنند.[۱۸]

از ماهواره‌های نظامی و جاسوسی می‌توان به نمونه‌های ذیل اشاره نمود:

ماهواره‌ی لاکروس Lacrosse ماهواره‌ی کی هول Keyhole ماهواره‌ی اسبریس Sbirs ماهواره‌ی اس.دی.اس SDS ماهواره‌ی اس.سی.دی DSCD ماهواره‌ی میلستار Milstar و...

۷- ماهواره‌های شناسایی یا مشاهده زمین:[۱۹]

ماهواره‌های مخصوص شناسایی و مشاهده‌ی زمین به منظور تهیه‌ی نقشه و بررسی کلیه‌ی منابع سیاره‌ی زمین و تغییرات ماهیتی چرخه‌های حیاتی در آن، طراحی و ساخته می‌شوند. آنها در مدارهای خورشید آهنگ (سان سینکرنوس) و قطبی در حرکتند. این ماهواره‌ها دائم در شرایط تحت تابش نور خورشید مشغول عکسبرداری از زمین با نور مرئی و یا پرتوهای نامرئی هستند. رایانه‌ها در زمین اطلاعات به دست آمده را بررسی و مطالعه می‌کنند. دانشمندان به کمک این ماهواره‌ها معادن و منابع در زمین را مکان‌یابی و ظرفیت آنها را مشخص می‌کنند. همچنین می‌توانند به مطالعه‌ی منابع آبهای آزاد، مراکز ایجاد آلودگی و آلاینده‌های زیست محیطی و تأثیرات آنها بر محیط و یا روند تخریب جنگل‌ها و مراتع بپردازند.[۲۰]

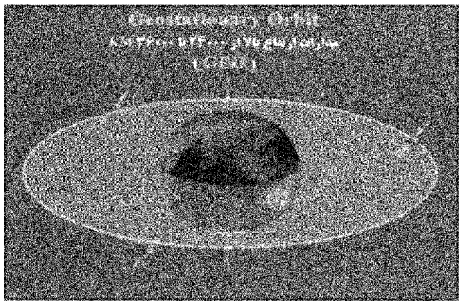
تقسیم‌بندی ماهواره‌ها براساس مدارها

مدار ماهواره مسیری است که ماهواره در اطراف زمین در فضا دنبال می‌کند. کشش نیروی جاذبه‌ی زمین باعث می‌شود که ماهواره‌ها در یک مسیر دایره‌ای یا بیضی شکل قرار گیرند. یک مدار زمین آهنگ ممکن است در ارتفاعات متغیری نسبت به سطح زمین و زاویای گوناگونی نسبت به خط استوا داشته باشد؛ اما در هر صورت، زمین در مرکز صفحه‌ی مدار مذکور واقع می‌شود و این به خاطر نیروی جاذبه‌ی زمین است که همه چیز را به طرف مرکز خود می‌کشد. بسیاری از ماهواره‌های مخابراتی در مدار مرتفع زمین مرکز (این مدار به مدار همزمانی زمینی نیز مشهور است) قرار دارند.

برخی از ماهواره‌های علمی در مدار کم ارتفاع به فعالیت مشغولند. ماهواره‌های ردیابی در مدارهای تقریباً دایره‌ای شکل حرکت می‌کنند. ماهواره‌های شناسایی منابع زمینی و برخی از ماهواره‌های هواشناسی در مدارهای قطبی زمین در حال گردش هستند. مداری که ماهواره‌ها به آن پرتاب می‌شوند، طبق کار و وظیفه‌ی ماهواره انتخاب می‌شوند. براین مبنا مدار ماهواره‌ها به چهار نوع تقسیم می‌شود:

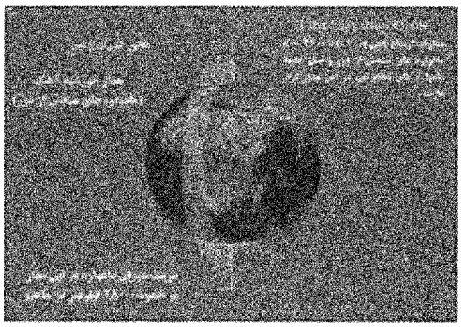
ارتفاع مدارها

۱- ماهواره‌های با مدار ارتفاع بلند (G.E.O) ارتفاع این مدار از ۲۴۰۰۰ تا ۳۶۰۰۰ کیلومتر می‌باشد. این لایه، لایه‌ی حاکمیتی بوده و ماهواره‌های صوتی، تصویری و مخابراتی در این لایه گردش می‌کنند. این ماهواره‌ها در جهت استوا می‌چرخند.



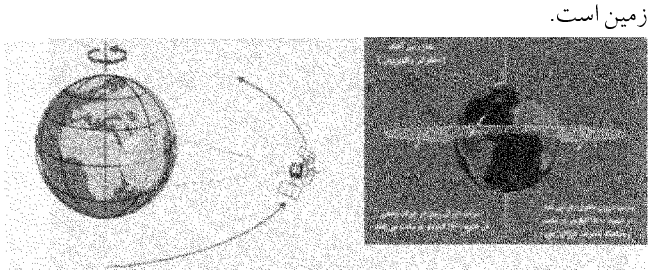
نگاره۳: ماهواره‌های با مدار ارتفاع بلند (G.E.O)

۲- ماهواره‌های با مدار ارتفاع متوسط (M.E.O) ارتفاع این مدار از ۲۴۰۰ تا ۲۴۰۰۰ کیلومتر است. عموماً ماهواره‌های ناوبری در این لایه قرار می‌گیرد.



نگاره ۴: ماهواره‌های با مدار ارتفاع کوتاه (L.E.O)

۳- ماهواره‌های با مدار ارتفاع کوتاه (L.E.O) ارتفاع این مدار تا ۲۴۰۰ کیلومتر می‌باشد. ماهواره‌های سنجش از دور در این مدار گردش می‌کنند. جهت حرکت ماهواره هایی که در این مدار قرار دارند، در جهت قطبین زمین است.

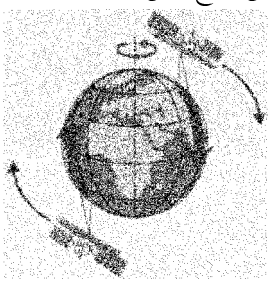


نگاره ۵: مدار ماهواره‌های زمین آهنگ (ژئوسینکرنوس)

نوع مدارها[۲۱]

۱- ماهواره‌های زمین آهنگ (ژئوسینکرنوس)، این ماهواره‌ها برفراز استوا و در ارتفاع ۸۰۰ تا ۳۵۹۰۰ کیلومتر (۲۲۳۰۰ مایل) حول محور خط استوا با جهت و سرعت برابر حرکت زمین حرکت می‌کنند. برای پرتاب و ارسال این ماهواره‌ها به فضا انرژی بسیار فراوانی لازم است.

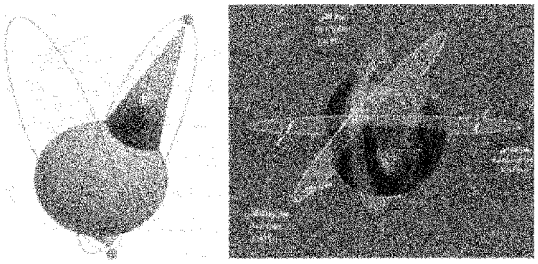
۲- ماهواره‌های خورشید آهنگ یا مدار قطبی (سان سینکرنوس)، ارتفاع مدار این ماهواره‌ها بین ۲۸۵ تا ۷۰۵ کیلومتر و دوره‌ی گردش آن بین ۹۵ تا ۱۰۱ دقیقه است. این ماهواره‌ها تقریباً از فراز هر دو قطب زمین عبور می‌کنند. جهت و حرکت این مدارها متناسب با حرکت زمین به دور خورشید است. از آنجایی که این ماهواره‌ها از همه‌ی عرضهای جغرافیایی زمین می‌گذرند، قادرند که اطلاعات را از تمامی سطح زمین دریافت نمایند.



نگاره ۶: مدار ماهواره‌های خورشید آهنگ(سان‌سینکرنوس)

شکل مدارها

۱- *مدار دایره‌ای:* در مدارهای دایره‌ای همواره فاصله‌ی ماهواره از سطح زمین ثابت بوده و زمین در مرکز مدار گردش قرار دارد. ماهواره در یک مدار دایره‌ای در یک ارتفاع معین، همواره دارای سرعت ثابتی است. البته هر چه ارتفاع مدار دایره‌ای کمتر باشد، سرعت گردش ماهواره به دور زمین بیشتر است و هرچه ارتفاع مدار ماهواره بیشتر شود، سرعت آن کمتر خواهد شد. در حالت خاص اگر مدار دایره‌ای ارتفاع حدود ۳۶ هزار کیلومتر باشد، سرعت گردش آن به دور زمین، با سرعت گردش زمین به دور خود (حرکت وضعی) یکسان بوده و ناظر واقع بر سطح زمین، ماهواره را در آسمان در یک نقطه‌ی ثابت خواهد دید. در این حالت نیازی به چرخش جهت آنتن روی زمین نمی‌باشد.



نگاره ۷: مدار بیضوی HEO

۲- *مدار بیضی HEO* [۲۲]: در مدارهای بیضی، فاصله‌ی ماهواره از سطح زمین تغییر می‌کند. در این مدار که کره‌ی زمین در یکی از کانونهای آن قرار دارد، سرعت ماهواره در نقطه‌ی اوج که معمولاً بالای ارتفاع مدار همزمانی می‌باشد، به کمترین مقدار و در نقطه‌ی حضیض به بیشترین مقدار می‌رسد. در این نوع مدارات زاویه شیب حدود ۹۰ درجه می‌باشد و زمان چرخش ماهواره به دور کره‌ی زمین حدود ۱۲ ساعت طول می‌کشد و هر ماهواره حدود ۸-۱۲ ساعت در دید ترمینال زمینی می‌باشد و برای پوشش مداوم مناطق گوناگون به ۲ تا ۳ ماهواره نیاز می‌باشد.

فرکانس کاری مدار ماهواره‌ها

۱- *فرکانس پایین:* ماهواره‌هایی که از فرکانس‌های پایین (VHF,UHF) استفاده می‌کند[۲۳].

۲- *فرکانس بالا:* ماهواره‌هایی که از فرکانس‌های بالاتر استفاده می‌کنند.

در طیف فرکانس‌های رادیویی، به محدوده‌ی فرکانس‌های ۳۰ مگاهرتز تا ۳۰۰ مگاهرتز، باند فرکانس‌های خیلی بالا و یا وی.اچ.اف و به محدوده‌ی بالای آن (اطراف ۵۰۰ مگاهرتز)، باند یو.اچ.اف گویند. فرکانس‌های رادیویی غیرحرفه‌ای در این نواحی قرار دارند و پهنای باند کمی را می‌توانند ارسال نمایند. به همین دلیل به ماهواره‌هایی که از این نوع تجهیزات استفاده می‌نمایند، ماهواره‌های کوچک (از نظر فرکانس) گویند. در مقابل ماهواره‌هایی راکه فرکانس‌هایی در حد گیگا هرتز دارند و به طبع امکان ارسال ظرفیت بیشتری را نیز دارا هستند، ماهواره‌های بزرگ (از نظر فرکانس) می‌نامند.[۲۴]

پی‌نوشت

1- http://www.yazdit.mihanblog.com/post/1029

۲- مهدی شادلو، حمیدرضا پورابراهیم؛ فن‌آوری ماهواره؛ مجله‌ی صنایع هوافضا به نقل از http://telezine.net/2007.

۳- ماهنامه‌ی داخلی علمی - ترویجی فضا (شماره‌ی ۲۹).

4- Transponder

5- Communications Satellites

۶- نشریه‌نامه‌ی دفاع (۱۸) شماره سوم، سال ۱۳۸۷؛ معاونت تحقیقات راهبردی - معاونت پژوهش ۵۲.

7- Weather Satellites

۸- نشریه‌نامه‌ی دفاع، پیشین: ۵۲.

9- Navigation Satellites

10- Local Position System

۱۱- نشریه‌نامه‌ی دفاع، پیشین: ۵۴.

12- Research Satellites

۱۳- همان ۵۱.

14- Military Satellites

۱۵- نشریه‌نامه‌ی دفاع، پیشین: ۵۵.

16- http://www.Msi.jp1.nasa.gov/programs/

17- SPY Satellittes

۱۸- نشریه‌نامه‌ی دفاع، پیشین: ۶۴.

19- Reconnaissance Satellites

۲۰- نشریه‌نامه‌ی دفاع، پیشین: ۵۴.

۲۱- انواع ماهواره و مدارها؛ سایت دانش پژوهش، ۲۶ تیر ۱۳۸۷ http://daneshpajooh.ir/content/view.

22- High Elliptical Orbit

۲۳- نشریه‌نامه‌ی دفاع (۱۸)، شماره ۳، مرکز تحقیقات راهبردی دفاعی - معاونت پژوهش، ۱۳۸۷: ۲۸.

۲۴- همان منبع.