فضا، بُعد چهارم قدرت

(قسمت ششم)

فناوری فضایی - بخش دوم

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.

ارتفاع ماهواره‌ها از سطح زمین

ماهواره‌های جاسوسی را اغلب در ارتفاعات کم (۴۸۰ تا ۹۷۰ کیلومتری) قرار می‌دهند. این ماهواره‌ها می‌توانند در عرض کمتر از دو ساعت دور زمین گردش کنند و عکسهای دقیق از مراکز نظامی بگیرند. ماهواره‌های علمی در مدارات میانی (ارتفاع ۴۸۰۰ تا ۹۷۰۰ کیلومتری) قرار داده می‌شوند. از این ماهواره‌ها برای تحقیقات منابع زمینی، مسائل زیست محیطی، حیات وحش و... استفاده می‌شود. ماهواره‌های سیستم موقعیت‌یابی جهانی (GPS) در ارتفاع ۱۰۰۰۰ تا ۲۲۰۰۰ کیلومتری قرار داده می‌شوند. ماهواره‌های ارتباطی مثل ماهواره‌ی تلویزیونی را در ارتفاع ۳۸۵۷۶ کیلومتری قرار می‌دهند. زمان گردش ماهواره‌هایی که در این ارتفاع قرار می‌گیرند، همزمان با چرخش زمین است. به همین دلیل برای دریافت اطلاعات از این ماهواره‌ها، نیازی به جابه جایی مکرر گیرنده‌ی زمینی (بشقاب ماهواره) نمی‌باشد.

رابطه‌ی سرعت با ارتفاع

با افزایش ارتفاع از سطح زمین، نیروی جاذبه کم می‌شود. هر مدار دایره‌ای ماهواره، سرعت مخصوصی دارد که به آن «سرعت پایداری مدار» می‌گویند. در این سرعت نیروی جاذبه با نیروی گریز از مرکز در حالت تعادل قرار دارند. اگر سرعت ماهواره را به کمتر از سرعت پایداری کاهش دهیم، نیروی جاذبه بر نیروی گریز از مرکز غلبه کرده و ماهواره به مدار پایین‌تر (ارتفاع کمتر) سقوط خواهد کرد و بالعکس اگر سرعت ماهواره را افزایش دهیم، نیروی گریز از مرکز بر نیروی جاذبه غلبه کرده و ماهواره در مدار بالاتر (بیضی کشیده) قرار می‌گیرد. با کاهش سرعت ماهواره پس از پایان مأموریت، ارتفاع آن کم می‌شود تا وارد جوّ شود.

جدول ۱: رابطه‌ی سرعت ماهواره‌ها با ارتفاع

ارتفاع از سطح (کیلومتر)	سرعت پایداری مدار گردش	زمان یک گردش کامل به دور زمین
۲۰۰	۷.۷۸ (کیلومتر در ثانیه)	۸۸ دقیقه
۵۰۰	۷.۶۱ (کیلومتر در ثانیه)	۹۴ دقیقه
۱۰۰۰	۷.۳۵ (کیلومتر در ثانیه)	۱۰۵ دقیقه
۱۰،۰۰۰	۴.۹۳ (کیلومتر در ثانیه)	حدود ۶ ساعت
۱۰،۰۰۰	۱.۹۴ (کیلومتر در ثانیه)	حدود ۴ روز
۱،۰۰۰،۰۰۰	۰.۶۳ (کیلومتر در ثانیه)	حدود ۴ ماه

منبع: *WWW.bestofpersia.com*

پرتابه‌های ماهواره

انرژی زیادی برای قرار دادن یک ماهواره در مدار مورد نیاز است. این انرژی معمولاً با کاربرد فناوری گوناگون به دست می‌آید. بنابراین یکی از مهمترین مسائل مربوط در امور فضایی، ساختن وسیله‌ی مناسبی جهت قرار دادن ماهواره‌ها در مدار زمین است. برخی از ماهواره‌ها توسط شاتل‌ها به فضا حمل می‌شوند، ولی اغلب ماهواره‌ها توسط راکتهایی چند مرحله‌ای به فضا فرستاده می‌شوند که پس از اتمام سوخت‌شان به طرف زمین سقوط می‌کنند. بیشتر ماهواره‌ها در ابتدا با حداقل تنظیمات در مسیر مدار خود قرار داده می‌شوند. تنظیمات کامل توسط موتورهای کوچکی که داخل ماهواره کار گذاشته شده‌اند انجام می‌شود. زمانی که ماهواره در یک مسیر پایدار در مدار خود قرار گرفت می‌تواند به مدت زیادی در همان مدار بدون نیاز به تنظیمات مجدد باقی بماند.

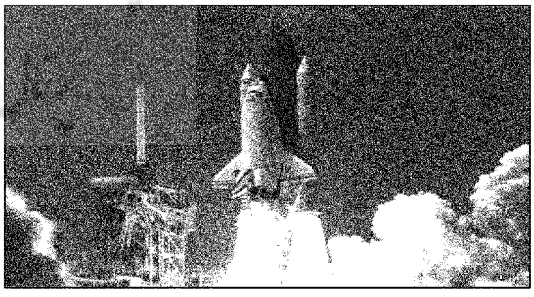
همزمان با پیشرفت فناوری مربوط به طراحی و ساخت ماهواره‌ها و ضرورت قرار دادن آنها در مدارهای گوناگون، پرتاب کننده‌های چند مرحله‌ای ساخته شده‌اند که نوع تغییر یافته‌ای از موشکهای بین قاره‌ای هستند و از قدرت زیادی نیز برخوردارند.

بنابراین پرتاب ماهواره به فضا و قرار گرفتن آن در مدار ثابت یا با استفاده از یک پرتاب کننده بدون سرنشین (موشک) صورت می‌گیرد که پس از اجرای مأموریت در صورتی که از جوّ عبور نموده باشد، در فضامعلق خواهد بود یا این که توسط شاتل که دارای سرنشین و مجهز به سیستمی قابل استفاده مجدد است به فضا حمل می‌شود.

۱- شاتل

شاتل‌ها نخستین سفینه‌های فضایی هستند که می‌توانند به فضا رفته و مجدداً به زمین بازگردند. شاتل‌ها از مهمترین پرتابه‌های ماهواره‌ها به مدار بوده که گاهی حتی آنها را به زمین باز می‌گردانند. شاتل مانند یک موشک از زمین بلند می‌شود، در فضا مانور می‌دهد و مثل هواپیما روی زمین می‌نشیند. در حال حاضر سه شاتل فعال در دنیا وجود دارد: دیسکاوری، آتلانتیس و ایندیور. هر شاتل از سه قسمت اصلی تشکیل شده است: محل حضور سرنشینان، یک تانک بزرگ خارجی که سوخت موتورهای اصلی را در خود حمل می‌کند و دو بالا برنده‌ی موشکی که در دو دقیقه ابتدایی پرواز بخش عمده نیروی لازم برای بلند شدن شاتل را تأمین می‌کنند. همه این قسمتها مجدداً استفاده می‌شوند، فقط تانک سوخت در اتمسفر می‌سوزد و باید بعد از هر پرواز تانک جدیدی جایگزین آن شود. تاکنون هفت شاتل به نام‌های انترپرایز، پث فایندر (راهاب)، کلمبیا، چلنجر، دیسکاوری،

آتلانتیس و اِندِور ساخته شده که دو شاتل نخست، کامل نبوده و برای آزمایش و بررسی ساخته شده‌اند. از میان پنج شاتل بعدی نیز چلنجر و کلمبیا دچار سانحه شده‌اند و فقط سه شاتل دیسکاوری، آتلانتیس و اندیور مشغول فعالیت هستند. به دلیل دو سانحه که باعث کشته شدن ۱۴ فضانورد و از دست رفتن ۲ فضاپیمای شاتل شد، ناسا اعلام کرده که ناوگان شاتل را تا سال ۲۰۱۰ میلادی بازنشسته خواهد کرد. شاتل‌های فضایی بسیار هزینه‌بر هستند؛ به طوری که پرتاب آن فقط ۵۰۰ میلیون دلار هزینه در بردارد و این، به جز هزینه‌های نگهداری و تعمیرات آن است. همین هزینه‌های سنگین موجب شد تا روسیه از شاتل فضایی قدرتمند خود، بوران، استفاده نکند. بوران با قدرت حمل ۳۰ تن تجهیزات و استفاده از امکانات ناوبری مجهز، نسبت به شاتل آمریکایی بسیار پیشرفته و دارای قابلیتهای بیشتری است، ولی به دلیل هزینه‌های بسیار بالا، روسیه از آن استفاده نکرده است.



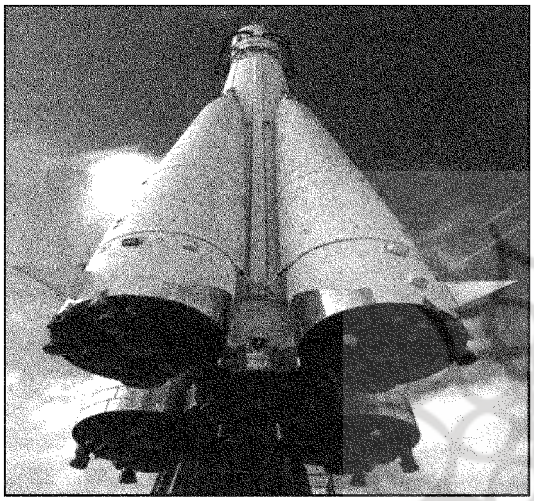
نگاره ۱: شاتل

مزیت‌های شاتل فضایی

شاتل‌ها می‌توانند بارهای سنگین‌تری از قبیل آزمایشگاههای فضایی و ماهواره‌های چندین منظوره را به فضا حمل کنند و امکان بازیافت سفینه‌ها توسط شاتل فضایی وجود دارد. در صورت نقص ماهواره‌ها، می‌توان به راحتی آن را به وسیله‌ی شاتل فضایی به کره‌ی زمین بازگردانید و پس از رفع نواقص، دوباره در مدار خود قرار داد، همچنین دو هفته بعد از فرود، شاتل می‌تواند سفر دیگری را آغاز کند.

۲- موشک

موشک یا راکت، پرتابه‌ی دیگری است که از طریق آن ماهواره‌ها در مدار قرار می‌گیرند. موشک پرتابه‌ای است که‌با نیروی واکنش ناشی از خروج گاز (معمولاً ناشی از سوختن سوخت) حرکت می‌کند. در موشک ماده‌ی اکسیدکننده نیز به همراه سوخت حمل می‌شود و سوختن سوخت در آن نیاز به اکسیژن هوا ندارد. از این نظر موشک با راکت و فشفشه فرق دارد.



نگاره ۲: موشک ماهواره‌بر

برای قرار دادن ماهواره در مدار بالایی و دایره‌ای شکل به دور زمین از موشکهای ۲ مرحله‌ای استفاده می‌کنند. به این صورت که موشک پس از بلند شدن و در ارتفاع کم،مسیر مستقیم خود راکج می‌کند تا در مدار زمین قرار گیرد. در این لحظه موتور مرحله‌ی اول از موشک جدا می‌شود. همین لحظه موتور مرحله‌ی دوم روشن و موشک در مدار بیضی شکل دور زمین شروع به گردش می‌کند. موتور مرحله‌ی دوم خاموش می‌شود و وقتی موشک به نقطه‌ی اوج (دورترین نقطه از زمین مدار بیضی از زمین) رسید، موتور دوم یک بار دیگر روشن می‌شود تا موشک در مدار دایره‌ای شکل بزرگ قرار گیرد. در همین لحظه ماهواره‌ی موشک جدا شده و باهمان سرعت اولیه که از موشک در حال حرکت جدا شده، در مدار دایره‌ای شکل دور زمین قرار می‌گیرد. تعداد مراحل یک پرتاب کننده، به مسیر آن، تعداد و نوع مانورها و محتوای انرژی پیشران و عوامل دیگر بستگی دارد که می‌تواند به شش مرحله برسد.

موشکها از نظر سوخت به دو دسته: موشک با سوخت مایع و موشک با سوخت جامد و از نظر کاربردی نیز به سه دسته‌ی کلی تقسیم‌بندی می‌شود:

۱- موشکهای ماهواره بر

۲- موشکهای تحقیقاتی

۳- موشکهای جنگی

موشکهای حمل کننده‌ی ماهواره برای حمل ماهواره و محموله‌های فضایی و قرار دادن آنها در مدارات گوناگون به‌کار می‌روند.

موشکهای تحقیقاتی برای انجام مأموریتهای تحقیقاتی مانند هواشناسی یا زمین‌شناسی کاربرد دارند.

موشکهای جنگی هم برحسب کارکردی که دارند، به پنج دسته تقسیم‌بندی می‌شوند:

۱- موشکهای بالستیک با بردهای گوناگون، دلیل نامگذاری موشکها به این نام به این دلیل است که موشکهای فوق، مسیری به صورت منحنی و در قالب مکانیک پرتابه‌ای طی می‌نمایند.

۲- موشکهای کروز (Cruise) که از باله‌ها و نیروهای آیرودینامیکی برای کنترل وضعیت خود استفاده می‌کنند.

۳- موشکهای پدافند هوایی

۴- موشکهای ضدزره

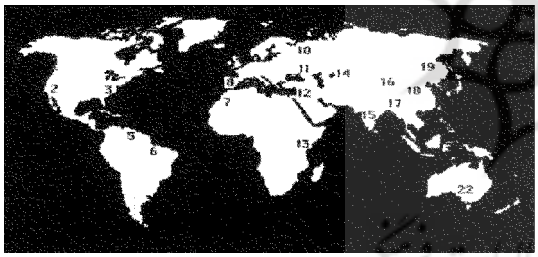
۵- موشکهای دو زیست (موشکهای شلیک شونده از داخل آب)

پایگاه‌های پرتاب فضایی

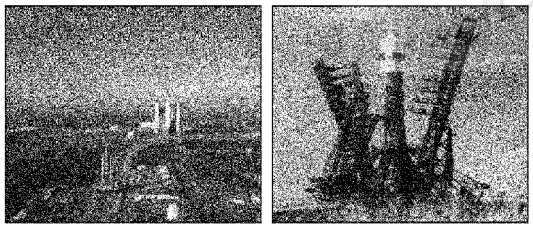
پایگاه پرتاب فضایی، مکانی است که تجهیزات لازم جهت نصب، آماده سازی، سوخت‌گیری، آزمایشهای قبل از پرتاب و پرتاب راکت در آنجا تعبیه شده و از نظر منطقه‌ای، شرایط لازم امنیتی و ایمنی را دارا می‌باشند. انتخاب محل استقرار پایگاه پرتابهای فضایی به مسائل سیاسی، امنیتی و نیازمندیهای فنی بی‌شماری مربوط می‌شود. از آغاز عصر فضا تاکنون چندین هزار محموله‌ی فضایی از پایگاه‌های فضایی سراسر دنیا به فضا پرتاب شده‌اند. برخی از پایگاه‌های فضایی همچنان فعالند و برخی دیگر از رونق افتاده‌اند. پایگاههای فضایی کیپ کاناورال، وندنبرگ، بایکنور قزاقستان، پلستسک، کورو، تانگاشیما، ژیوگوآن، ژیچانگ و سریهاریکوتا از جمله شلوغ‌ترین و پررفت و آمدترین پایگاه‌های فضایی دنیا محسوب می‌شوند و بیشتر محموله‌های فضایی دنیا از این پایگاه‌ها راهی فضا می‌شوند. فعالیتهای فضایی ایالات متحده‌ی آمریکا و روسیه بیشترین حجم مأموریتهای فضایی بشر را به خود اختصاص می‌دهند و تقریباً هر دو در یک سطح می‌باشند. بعد از این دو ابرقدرت فضایی، چین، آژانس فضایی اروپا، فرانسه، ژاپن، آلمان، ایتالیا، هندوستان، انگلستان، کانادا، برزیل، بلژیک و اسپانیا تلاشهایی را در جهت دستیابی به فضا و استفاده از آن انجام داده‌اند که آنها را به چهره‌های فعال در بهره‌برداری از فضا تبدیل کرده است. در حال حاضر حدود ۳۳ پایگاه پرتاب فضایی در سراسر دنیا ساخته شده‌اند که بیشترین تجمع این پایگاهها در نیم‌کره شرقی است.

در میان پایگاه پرتاب فضایی، پایگاه فضایی بایکنور قزاقستان و مرکز فضایی جان اف کندی (KSC) محل پرتاب سفینه‌ها و موشکهای فضایی ناسا بزرگترین، قدیمی‌ترین و مجهزترین مرکز فضایی جهان است. پایگاه فضایی بایکنور به لحاظ وسعت و امکانات بزرگترین پایگاه فضایی جهان به شمار می‌آید. این پایگاه که از ۲ ژوئن ۱۹۵۵ فعالیت خود را شروع کرده به نوعی یکی از نمادهای قدرت شوروی سابق به حساب می‌آمد و امروزه نیز اگر چه کنترل آن در دست روسهاست، اما بزرگترین شناسه‌ی کشور در حال گسترش قزاقستان است. قزاق‌ها حتی در تبلیغات خود برای جذب گردشگران، بایکنور را به عنوان نخستین جاذبه گردشگری کشورشان معرفی می‌کنند. پایگاه‌های پرتاب فضایی را براساس تجهیزات، نوع موشکهای راکت پرتاب به سه دسته‌ی کلی تقسیم می‌کنند: دسته‌ی اول پایگاههای پرتاب نظامی هستند که خود به چند زیر شاخه تقسیم می‌شوند. دسته‌ی دوم پایگاه‌های پرتاب زیرمداری (Suborbital) می‌باشند که پرتابهای مربوط به راکتهای کاوش را پوشش می‌دهند و دسته‌ی سوم پایگاه‌های پرتاب فضایی هستند. موقعیت جغرافیایی پایگاه پرتاب، به طور مؤثری کارایی فرآیند پرتاب را تعیین می‌کند.برای مدارهای پایین و زمین آهنگ، استفاده‌ی حداکثر از میزان گردش زمین برای به دست آوردن سرعت مداری لازم به سوی شرق، اهمیت ویژه‌ای دارد.

در نتیجه یک پرتاب به سوی شرق با گرای (Azimuth ۹۰ درجه)،بیشترین بازده را دارد. چون پایگاه پرتاب باید در صفحه‌ی مداری هدف قرار داشته باشد، عرض جغرافیایی پایگاه، انحراف حداقل راکه می‌توان بدون استفاده از مانور در مسیر صعود به دست آورد، تعیین می‌کند. چون مدارهای زمین آهنگ(به طور اسمی) دارای انحراف صفر هستند، هرچه پایگاه نزدیک به استوا باشد، کارایی بیشتری دارد.



نگاره ۳: نقشه موقعیت تقریبی پایگاه‌های مهم فضایی در جهان



نگاره ۴: پایگاه فضایی بایکنور روسیه و پایگاه فضایی کندی آمریکا

فرایندهای مرکز پرتاب، شامل پردازش محموله و به هم بستن اجزاست. پردازش محموله شامل: بازبینی و بررسی محموله و تجهیزات کنترل بر روی زمین، نصب سخت افزارهایی چون باطری‌ها و سامانه‌های موردنیاز، بررسی فشار و نشتی گاز و آزمون‌های گوناگون است. عملیات مجتمع سازی در مرکز پرتاب در بردارنده‌ی به هم بستن مراحل موشک، آزمون گردشی (spin tests)، پرکردن مخازن، قراردهی محموله در موشک و آزمون پیش از پرتاب همه‌ی سامانه‌ها (آزمون مجتمع شده) است.

جدول ۲: اسامی و موقعیت پایگاه‌های مهم فضایی در جهان

نام پایگاه فضایی	کشور	طول جغرافیایی	عرض جغرافیایی	حداقل زاویه	حداکثر زاویه میل
الانبار	عراق	۱۸´ ۴۴° شرقی	۴۷´ ۳۲° شمالی	۳۲ درجه	۵۰ درجه
آلکانتارا	برزیل	۲۳´ ۴۲° غربی	۱۷´ ۲° جنوبی	۲ درجه	۱۰۰درجه
بایکانور	روسیه / قزاقستان	۰۰´ ۶۳° شرقی	۰۰´ ۴۶° شمالی	۲۹ درجه	۹۹ درجه
باربادوس	آمریکا	۲۹´ ۵۹° غربی	۰۴´ ۱۳° شمالی	-	-
بارنتس سی	روسیه	۱۸´ ۳۵° شرقی	۱۸´ ۶۹° شمالی	-	-
کیپ کاناورال	آمریکا	۳۲´ ۸۰° غربی	۲۸´ ۲۸° شمالی	۲۸ درجه	۵۷ درجه
کیپ یورک	استرالیا	۰۳´ ۱۴۳° شرقی	۱۴´ ۱۲° جنوبی	۱۲ درجه	۹۰ درجه
چاینالیک	آمریکا	۱۰´ ۱۱۷° غربی	۳۵´ ۳۵° شمالی	۵۱ درجه	۱۲۵ درجه
کریسمس ایسلند	استرالیا	۵۷″ ۴۲´ ۱۰۵° شرقی	۱۹″ ۵´ ۱۰° جنوبی	-	-
ادواردز	آمریکا	۴۸´ ۱۱۷° غربی	۵۴´ ۳۴° شمالی	۵۱ درجه	۱۲۵ درجه
گاندو	آمریکا / اسپانیا	۱۹´ ۱۵° غربی	۵۵´ ۲۷° شمالی	-	-
هاماگویرا	فرانسه / الجزایر	۵´ ۳° غربی	۵۳´ ۳۰° شمالی	۳۴ درجه	۴۰ درجه
ژیوگوآن	چین	۱۹´ ۱۰۰° شرقی	۱۹´ ۴۱° شمالی	۴۱ درجه	۵۶ درجه
کاگوشیما	ژاپن	۴۴″ ۰۴´ ۱۳۱° شرقی	۰۰″ ۱۵´ ۳۱° شمالی	۳۱ شمالی	۷۵ درجه
کاپوستین یار	روسیه	۴۸´ ۴۵° شرقی	۳۰´ ۴۸° شمالی	۴۸ درجه	۵۱ درجه
کیریتیمانی	آمریکا	۰۰´ ۱۵۴° غربی	۰۰´ ۰° شمالی	۰ درجه	۱۸۰ درجه
کودیاک	آمریکا	۱۶″ ۲۰´ ۱۵۲° غربی	۰۹″ ۲۶´ ۵۷° شمالی	-	-
کوروو	فرانسه	۴۵´ ۵۲° غربی	۱۴´ ۵° شمالی	۵ درجه	۱۰۰ درجه
ماتاگوردا ایسلند	آمریکا	۳۰´ ۹۶° غربی	۱۵´ ۲۸° شمالی	۴۵ درجه	۹۰ درجه
موسودان	کره شمالی	۴۰´ ۱۲۹° شرقی	۵۱´ ۴۰° شمالی	-	-
اوربرگ	آفریقای جنوبی	۱۹´ ۲۰° شرقی	۳۵´ ۳۴° جنوبی	۳۷ درجه	۱۰۰ درجه
پالماچین	فلسطین اشغالی	۴۲´ ۳۴° شرقی	۵۴´ ۳۱° شمالی	۱۴۲ درجه	۱۴۴ درجه
پاستسک	روسیه	۳۰´ ۴۰° شرقی	۵۴´ ۶۲° شمالی	۶۲ درجه	۸۳ درجه
سان مارکو	ایتالیا / کنیا	۴۸″ ۱۲´ ۴۰° شرقی	۲۷″ ۵۶´ ۲° جنوبی	۲ درجه	۳ درجه
سریماریکوتا	هندوستان	۱۸´ ۸۰° شرقی	۳۷´ ۱۳° شمالی	۴۴ درجه	۴۷ درجه
سوویودنیه	روسیه	۰۰´ ۱۲۸° شرقی	۴۲´ ۵۱° شمالی	۵۱ درجه	۱۱۰ درجه
تای یوان	چین	۳۶´ ۱۱۲° شرقی	۳۰´ ۳۷° شمالی	۹۹ درجه	۹۹ درجه
تانگاشیما	ژاپن	۵۸´ ۱۳۰° شرقی	۲۴´ ۳۰° شمالی	۹۹ درجه	۹۹ درجه
وندنبرگ	آمریکا	۳۷´ ۱۲۰° غربی	۴۵´ ۳۴° شمالی	۵۱ درجه	۱۴۵ درجه
والپس ایسلند	آمریکا	۲۹´ ۷۵° غربی	۵۰´ ۳۷° شمالی	۳۷ درجه	۷۰ درجه
وومرا	استرالیا	۰۰″ ۳۰´ ۱۳۶° شرقی	۰۰″ ۵۵´ ۳۰° جنوبی	۸۲ درجه	۸۴ درجه
ژیچانگ	چین	۰۱´ ۱۰۲° شرقی	۱۵´ ۲۸° شمالی	۲۸ درجه	۳۶ درجه

نحوه‌ی بستن محموله به موشک برای سامانه‌های پرتاب گوناگون، متفاوت است. روش مرسوم، به هم بستن عمودی است که نخست موشک به طور عمودی قرار می‌گیرد و سپس محموله روی آن نصب می‌شود. برای این کار از برجهای گوناگون استفاده می‌کنند که طبقات گوناگونی برای قراردهی و بازدید مراحل موشک و محموله به کار می‌روند. یک روش دیگر، به هم بستن افقی موشک بر روی زمین و سپس عمودکردن آن است.

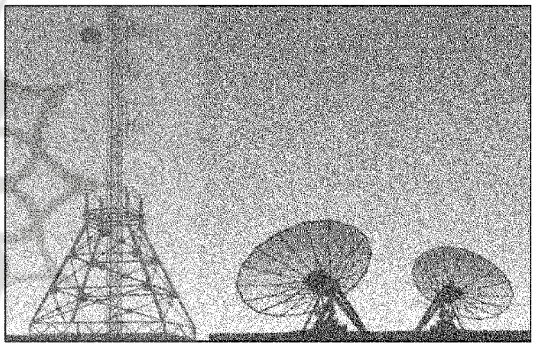
ایستگاه‌های دریافت زمینی

ایستگاه‌های دریافت زمینی به دو نوع تقسیم می‌شود: ایستگاه‌های ثابت و ایستگاه‌های سیار. ایستگاه‌های زمینی از قسمت‌های گوناگون تشکیل می‌یابد، آنتن، فرستنده، گیرنده، سامانه‌های کنترل برقراری ارتباط و منابع تغذیه‌ی مورد لزوم ایستگاه. هر یک از اجزای مذکور شامل قسمتهای گوناگونی بوده‌که متناسب با نوع ایستگاه زمینی، حجم و تجهیزات آنها متفاوت خواهد بود.ایستگاه‌های زمینی در سامانه‌های ماهواره‌ای مخابراتی اطلاعات را با فرکانس ۶گیگا هرتز ارسال می‌کند. این فرکانس، فرکانس UPLINK نامیده می‌شود، سپس ماهواره امواج تابیده شده را از طریق آنتن که ترانسپاندر نام دارد گرفته و با ارسال آن به نقطه‌ی دیگر که بر روی فرکانس حامل متفاوت Down Link برابر ۴گیگا هرتز است، عمل انتقال

اطلاعات از فرستنده به گیرنده را انجام می‌دهد. در واقع ماهواره اطلاعات را دریافت و به سمت مقصد تقویت و رله می‌کند.

هر ماهواره می‌تواند تقریباً ۴۰ درصد از سطح زمین را بپوشاند. آنتن ماهواره‌ها طوری طراحی می‌شود که علائم پیام رسانی ضعیف‌تر به تمام این ناحیه فرستاده شود و یا علائم قوی‌تر را در نواحی کوچکتری متمرکز کند. برحسب مورد این امکان وجود دارد که از ایستگاه زمینی در کشوری فرضی به چندین ایستگاه زمینی دیگر واقع در کشورهای گوناگون علائم ارسال کرد. به طور مثال، وقتی برنامه‌ی تلویزیونی در تمام شهرها و دهکده‌های یک یا چند کشور پخش می‌شود در این حالت ماهواره، ماهواره پخش برنامه است، اما وقتی علائم ارسال ماهواره در سطح گسترده‌ای از زمین انتشار یابد، ایستگاه‌های زمینی باید آنتن‌های بسیار بزرگ و پیچیده‌ای داشته باشند.

آنتن دریافت زمینی



نگاره ۵: آنتن ایستگاه‌های فضایی زمینی

به طور کلی آنتن فرستنده، انرژی الکتریکی حاصل از یک منبع را در فضا به صورت امواج الکترو مغناطیسی پخش می‌کند. سپس آنتن گیرنده این امواج را دریافت و به انرژی الکتریکی تبدیل می‌کند. در هر سامانه مخابرات رادیویی، آنتن نقش حساس و مهمی دارد، زیرا با انتخاب آنتن‌های مناسب و نصب و تنظیم صحیح آنها می‌توان تا حد زیادی بازدهی سیستم را بالا برد. علائم و سیگنال‌های فرستاده شده از ماهواره توسط آنتن‌های بزرگ یا کوچک دریافت می‌شود و سپس به دستگاه تقویت کننده انتقال می‌یابد.

ایستگاه‌های زمینی دارای دو نوع آنتن فرستنده و گیرنده به صورت بشقابی در اندازه‌های گوناگون هستند. این آنتن‌ها اطلاعات را به صورت امواج رادیویی به فضا ارسال یا از فضا دریافت می‌کنند. آنتن ایستگاه‌های زمینی در ابعاد بزرگ و با ساختمان مکانیکی معینی ساخته می‌شوند. از آنجا که فرکانس مورد نظر برای سرویس ثابت ماهواره در محدوده‌ی فرکانسهای مگاهرتز و گیگا هرتز است، آنتن‌های مورد استفاده ماهواره تقریباً همه از نوع آنتن‌های منعکس کننده هستند.

سامانه‌های کنترل و ردیابی فضایی

سامانه‌های کنترل بیشتر ماهواره‌ها بر روی زمین استقرار می‌یابد. رایانه‌ها و افراد متخصص در مرکز کنترل وضعیت ماهواره را تحت نظر دارند. آنها فرامین و پیام را به ماهواره ارسال می‌کنند و اطلاعات جمع آوری شده توسط ماهواره را دریافت می‌نمایند. مرکز کنترل از طریق امواج رادیویی با ماهواره در ارتباط بوده و ایستگاه‌هایی بر روی زمین این امواج را از ماهواره دریافت و یا به آن ارسال می‌کنند. ماهواره‌ها معمولاً به طور دائم از مرکز کنترل، پیام دریافت نمی‌کنند، آنها در واقع مثل روبات‌های چرخان هستند، روباتی که سلول‌های خورشیدی خود را برای دریافت انرژی کافی تنظیم و کنترل می‌کند و آنتن‌های خود را برای دریافت پیام خاص از زمین آماده نگه می‌دارد و تجهیزات ماهواره به صورت مستقل و خودکار این وظایف را انجام می‌دهند تا اطلاعات را جمع آوری کنند. به طورکلی سامانه‌های کنترل و ردیابی چهارعمل را انجام می‌دهند:

۱- *فرمان از راه دور:* این عمل عبارت است از فرستادن سیگنال جهت تنظیم و انجام کارهایی مانند راه‌اندازی یک قسمت خاص یا فرمان برای تغییر مسیر یا پرتاب یک موشک.

۲- *اندازه گیری از راه دور:* عبارت است از سیستمی که اطلاعات دریافت شده از ماهواره یا سفینه‌های فضایی را به صورت علامتهایی مخصوص و قابل درک برای تجهیزات زمینی در می‌آورد و از این طریق، اندازه‌گیری از مسافتهای خیلی دور انجام می‌شود.

۳- *ردیابی:* از طریق این سیستم موقعیت مداری و سرعت ماهواره و مشخصه‌های دیگر آن گزارش می‌شود.

۴- *کنترل:* عبارت است از هدایت ماهواره‌ها و سایر وسایل بالا رونده‌های فضایی در مدار.

۵- یکی از کارهای اساسی ایستگاه‌های زمینی کنترل است، زیرا ماهواره‌ها دقیقاً در موقعیت خود نسبت به زمین ثابت نیستند و برای این که بتوان آنها را در موقعیت فضایی از پیش تعیین شده‌ی خود ثابت نگه داشت، باید ایستگاه‌های زمینی به طور منظم تنظیم‌هایی به روی موقعیت ماهواره‌ها انجام دهند تا بتوان از انحراف مسیر ماهواره‌ها جلوگیری کرد.

عوامل مؤثر در هزینه‌ی تجهیزات ایستگاه زمینی

قطر آنتن مهمترین عاملی است که هزینه آنتن را تعیین می‌کند، چون با بزرگ بودن قطر، وزن آنتن سنگین‌تر می‌شود و احتیاج به نگهدارنده‌های قویتر پیدا می‌کند و همچنان که شعاع آنتن کم می‌شود، تجهیزات ردیاب نیز پیچیده‌تر می‌شود. برای آنتن‌های بزرگ مثلاً ۱۱ متری و ۱۳ متری سامانه‌های ردیاب کامپیوتری و سیستم هدایت امواج آنتن، بزرگتر و پیچیده‌تر می‌شود. در سامانه‌ی ارسال، قدرت لازم برای تقویت کننده‌های سیگنال، یک عامل تعیین کننده در قیمت فرستنده است. نه تنها قیمت این تقویت کننده‌های سیگنال گران است، بلکه تأمین قدرت موردنیاز آن نیز در مناطق دورافتاده باید در نظر گرفته شود، زیرا بیشترین قدرت مصرفی در سامانه، صرف تغذیه تقویت کننده‌های سیگنال می‌شود. پس عوامل عمده‌ای در هزینه‌ی تجهیزات یک ایستگاه زمینی مانند: قطر آنتن، مقدار قدرت تقویت کننده‌های سیگنال، سیستم‌های جایگزین، تجهیزات اصلی و قطعات یدکی مؤثر خواهند بود.