# اینترنت ماهواره‌ای

توسط: حمید مدنی

بهار – ۱۳۹۱

# اینترنت ماهواره‌ای

**حمید مدنی**

**بهار - ۱۳۹۱**

# Satellite Internet access

**By Hamid Madani**

**2012 - Spring**

## چکیده نوشتار

شما چگونه به اینترنت متصل می‌شوید؟ از Dialup استفاده کنید، DSL یا حتی Wireless ضروری است که یک سرویس دهنده اینترنت در نزدیکی شما باشد، اگر نبود چه خواهید کرد؟ اگر اینترنت ارائه شده توسط خدمات دهندگان محل سکونت شما از کیفیت خوبی برخوردار نباشد چطور؟ در این نوشتار با یکی از روش‌های قدیمی اما کمتر شناخته شده برای دسترسی به شبکه جهانی اینترنت، با استفاده از ماهواره‌های موجود در اطراف کره زمین آشنا خواهید شد. این روش که اینترنت ماهواره‌ای نامیده می‌شود به دو صورت «یک طرفه» و «دو طرفه» قابل اجرا است؛ همچنین به استفاده بی‌هدف و دریافت اطلاعات در جریان، استفاده «آفلاین» گفته می‌شود که هر کدام از آن‌ها مزایا و معایب خاص خود را دارند. هرچند اینترنت ماهواره‌ای دو طرفه عمدتاً مناسب کاربرانی است که به خطوط تلفن دسترسی ندارند، اما استفاده از اینترنت ماهواره‌ای یک طرفه علاوه بر داشتن هزینه کمتر می‌تواند سرعت بیشتر و محدودیت کمتری را نسبت به شیوه‌ای که در حال حاضر از آن استفاده می‌کنید به همراه داشته باشد.

# فهرست مطالب


چکیده نوشتار..... چهار

فهرست مطالب..... پنج

فهرست شکل‌ها..... هفت

۱: مقدمه..... ۱

۲: مکانیزم‌ها و محدودیت‌های ارتباطات ماهواره‌ای..... ۱

۲-۱: تاخیر در بازیابی سیگنال..... ۱

۲-۲: زمین‌ایستور برای کاربردهای کم تاخیر مناسب نیست..... ۲

۲-۳: مدارهای پایین‌تر، تاخیر قابل قبول، سرعت کمتر..... ۳

۲-۴: استفاده از هوانورد فوق سبک خورشیدی به عنوان ماهواره..... ۴

۲-۵: رین فید..... ۴

۲-۶: خط دید..... ۵

۲-۷: محدوده فرنل..... ۵

۲-۸: محدودیت قانونی..... ۶

۳: ارتباط دوطرفه فقط ماهواره‌ای..... ۶

۳-۱: مکانیزم..... ۶

۳-۲: پهنای باند..... ۸

۳-۳: اینترنت ماهواره‌ای متحرک (قابل حمل و نقل)..... ۹

۳-۳-۱: مودم اینترنتی متحرک..... ۹

۳-۳-۲: اینترنت از طریق تلفن ماهواره‌ای..... ۱۰

۴: یک طرفه دریافتی با ارسال زمینی..... ۱۱

۴-۱: اجزای سخت افزاری سیستم..... ۱۱

۴-۲: اجزای نرم‌افزاری سیستم..... ۱۲

۴-۳: تئوری عمل..... ۱۳

۵: انتشار یک طرفه، فقط دریافت..... ۱۳

۵-۱: دانلود آفلاین ..... ۱۴
۵-۲: تجهیزات سخت افزاری سیستم ..... ۱۴
۵-۳: تجهیزات نرم‌افزاری سیستم ..... ۱۴
۶: افزایش بهره‌وری ..... ۱۴
۶-۱: کاهش تاخیر ماهواره ..... ۱۴
۶-۲: حذف تبلیغات ..... ۱۴
۷: ماهواره‌های پرتاب شده ..... ۱۵
فهرست منابع ..... ۱۶

## فهرست شکل‌ها

شکل ۱: یک مدار زمین‌ایستور ..... ۲
شکل ۲: شرایط جوی بر روی امواج ماهواره‌های تاثیر می‌گذارد ..... ۴
شکل ۳: فاصله موانع از خط دید (متر) ..... ۵
شکل ۴: محدوده فرنل ..... ۶
شکل ۵: دو نوع دیش ماهواره‌ای ..... ۷
شکل ۶: یک LNB باند Ku ..... ۸
شکل ۷: یک مودم اینترنت ماهواره‌ای قابل حمل و نقل ..... ۱۰
شکل ۸: گروهی از افراد درحال استفاده از اینترنت بدون سیم تلفن ماهواره‌ای Iridium ..... ۱۱
شکل ۹: تصویری کامپیوتری از ماهواره WINDS ..... ۱۵

## ۱: مقدمه

اینترنت ماهواره ای یکی از انواع دسترسی به اینترنت است که از طریق ماهواره صورت می‌گیرد. این سرویس توسط ماهواره‌های در مدار نزدیک به زمین برای تمام سطح کره زمین قابل ارائه می‌باشد. ماهواره‌های «مدار زمین‌ایستوَر[۱]» نیز توانایی ارائه این سرویس را با سرعت بالاتری دارند اما بعضی مناطق قطبی توانایی دریافت این سیگنال را به دلیل تنگ شدن زاویه دید ندارند. گونه‌های مختلف سیستم‌های ماهواره ای دارای طیف وسیعی از ویژگی‌های متفاوت و محدودیت‌های فنی هستند که می‌توانند تاثیر زیادی بر کارایی و عملکردشان در کاربردهای خاص داشته باشند.

## ۲: مکانیزم‌ها و محدودیت‌های ارتباطات ماهواره‌ای

### ۲-۱: تاخیر در بازیابی سیگنال[۲]

تاخیر بازیابی سیگنال یا «لتنسی» عبارت است از تاخیر زمان بین درخواست داده شده و دریافت جواب؛ یا در مورد ارتباط یک طرفه تاخیر بین لحظه واقعی انتشار سیگنال و زمانی که در مقصد بوسیله دریافت می‌شود. در مقایسه با ارتباطات مستقر در زمین، تمام ارتباطات ماهواره‌ای زمین‌ایستور تاخیر زیادی را متحمل هستند که دلیل آن لزوم پیمایش ۷۸۶،۳۳ کیلومتر تا ماهواره مستقر در این مدار و بازگشت به زمینِ سیگنال است. حتی با وجود سرعت نور[۳] این تاخیر می‌تواند چشمگیر باشد. اگر تمام دیگر تاخیرات سیگنال برطرف شوند هنوز هم این سیگنال رادیویی تقریباً ۲۵۰ میلی ثانیه یا ۴/۱ ثانیه با سفر به ماهواره و بازگشت آن به زمین زمان می‌برد [۱]. برای یک بسته اینترنتی این تاخیر قبل از اینکه جوابش دریافت شود دو برابر می‌شود که این یک تئوری کمینه است. با عامل یابی دیگر تاخیرات معمولی از منبع شبکه در یک ارتباط یک طرفه، تاخیر به ۵۰۰ تا ۷۰۰ میلی

---

[۱] مدارِ زمین‌ایستوَر یا مدار ژئواستیشنری (به انگلیسی: Geostationary orbit) که بدان کمربند کلارک نیز گفته می‌شود یکی از مدارهای زمین‌هم‌زمان است؛ به این معنی که سرعت زاویه‌ای چرخش ماهواره‌ها بر روی این مدارها با سرعت چرخش زمین برابر است.

این مدار در ارتفاع ۳۵۷۸۶ کیلومتر بالاتر از سطح دریا و دقیقاً بر فراز خط استوای زمین قرار دارد. سرعت دورانی لازم برای تزریق یک ماهواره به این مدار، با سرعت چرخش زمین به دور خود برابر بوده و بنابراین ماهواره‌ای که در این مدار قرار دارد از نگاه فردی که روی زمین ایستاده است، ثابت به نظر می‌رسد. از این خصوصیت بارز مدار زمین ایستور به منظور مخابره رادیویی و تلویزیونی استفاده می‌کنند. به همین دلیل است که دیش‌های آنتن‌های گیرنده امواج از ماهواره‌ها به صورت ثابت نصب شده و به موتور برای حرکت دادن مداوم نیاز ندارند.

مدار زمین ثابت یا زمین ایستور منحصر به فرد است و از همین رو برای قرار دادن یک ماهواره در آن باید از اتحادیه بین‌المللی مخابرات راه دور، آی تی یو کسب مجوز نمود. این اتحادیه فضای اشعال شده توسط این مدار را به صدها تکه کوچک تقسیم کرده است که هر کدام را یک نقطه مداری می نامند. ماهواره‌های مخابراتی باید در میانه این فضای اختصاص داده شده قرار گیرند تا از تداخل رادیویی و احتمال برخورد ماهواره‌ها با یکدیگر اجتناب شود.

[۲] Signal latency

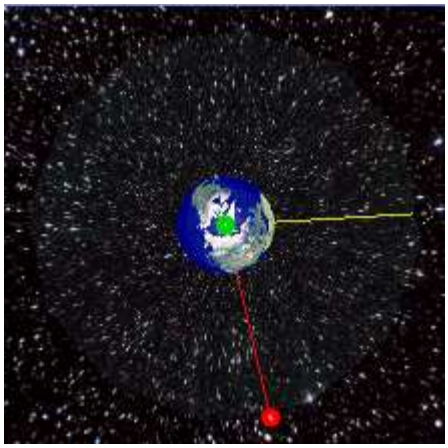
[۳] حدود ۳۰۰.۰۰۰ کیلومتر بر ثانیه

ثانیه از کاربر به شرکت خدمات اینترنتی[۴] می‌رسد یا به عبارتی یک زمان یک سفر کامل[۵]، یعنی از کاربر به شرکت خدمات دهنده اینترنتی و از شرکت خدمات دهنده اینترنتی به کاربر از ۱۰۰۰ تا ۱۴۰۰ میلی ثانیه زمان می‌برد که بسیار بیشتر از تجربه بیشتر کاربران Dial-up با مجموع تاخیر ۱۵۰ تا ۲۰۰ میلی ثانیه است. [۲]

### ۲-۲: زمین‌ایستور برای کاربردهای کم تاخیر مناسب نیست

یک مدار زمین‌ایستور (GEO[۶]) مداری است که دقیقاً در بالای خط استوا (عرض جغرافیایی صفر) قرار دارد و دارای دوره‌ای دقیقاً برابر با دوره چرخش زمین به دور خود و نیز گریز از مرکز مداری تقریباً برابر صفر می‌باشد. در نتیجه از دید زمین شیئی که در یک مدار زمین‌ایستور در حال حرکت است به صورت یک نقطه ثابت در آسمان می‌باشد.

ماهواره های مخابراتی و هواشناسی اغلب در مدار زمین‌ایستور قرار می‌گیرند تا آنتن‌های ماهواره‌ای که با آن‌ها ارتباط دارند مجبور به ردیابی ماهواره نباشند بلکه می‌توانند به صورت دایم به نقطه‌ای از آسمان که ماهواره در آنجا ثابت است خیره شوند. [۳]



شکل ۱: یک مدار زمین‌ایستور

تأخیرهای اشاره شده موجب ایجاد مشکل در خدمات اینترنتی برای برنامه‌هایی که به ورودی همزمان[۷] کاربر نیاز دارند می‌شود که بازی‌های آنلاین از این دسته هستند. همچنین این تاخیر موجب اختلال در برنامه‌های تعاملی[۸] مانند ویدئو کنفرانس‌ها، تماس‌های صوتی و دیگر ارتباطات شخص با شخص می‌شود.

---

[۴] شرکت خدمات اینترنتی یا ISP Internet Service Provider، واسطه دسترسی کاربران به اینترنت است. این شرکت‌ها از خطوط ارتباطی پرسرعت برای دریافت حجم بالای اطلاعات اینترنت و فرستادن داده‌های ارسالی کاربران به سرورها بهره می‌برند.

[۵] Round-trip time یا RRT

[۶] Geostationary Earth Orbit

[۷] Real-time

[۸] Interactive

در ارتباطات زمین‌ایستور عملکرد دسترسی همزمان به یک کامپیوتر راه دور می‌تواند با تأخیری بسیار همراه باشد. هرچند این مشکلات برای دسترسی به ایمیل و مرور صفحات وب قابل تحمل است، استفاده کاراکتر به کاراکتر از خط فرمان Shell یا شبکه‌های خصوصی مجازی[۹] (که به صورت معمول پروتکل‌های لایه‌بندی شده را درگیر می‌کند) تقریباً غیرممکن می‌باشد. به همین دلیل دو شرکت عمده ارائه دهنده خدمات اینترنت ماهواره‌ای آمریکا HughesNet و WildBlue استفاده از خدماتشان را برای استفاده از VPN توصیه نمی‌کنند. آنچنان که در بخش پرسش و پاسخ سایت HughesNet آمده است: شبکه‌های مجازی اختصاصی روی بستر ماهواره‌ها به خوبی کار نمی‌کنند و بخش خدمات فنی شرکت در قبال مشکلات کاربران VPN کمکی ارائه نمی‌کند.

در مورد ماهواره‌های زمین‌ایستور راهی برای رفع تاخیر وجود ندارد، اما این مشکل می‌تواند در ارتباطات اینترنتی با ویژگی‌های سرعت‌دهنده TCP[۱۰] که موجب کاهش زمان برگشت هر بسته با تقسیم چرخه پاسخ بین گیرنده و فرستنده می‌شود، بهبود یابد. چنین قابلیت‌های سرعت‌بخشی عموماً در توسعه‌های تکنولوژی اخیر در رابطه با خدمات اینترنت ماهواره‌ای عرضه شده‌اند. [۴]

### ۲-۳: مدارهای پایین‌تر، تاخیر قابل قبول، سرعت کمتر

ماهواره‌های مدار متوسط زمین (MEO) و مدار پایین زمین (LEO) دارای تاخیر زیادی نیستند. ماهواره‌های مدار سطح پایین دو شرکت Globalstar و Iridium تأخیری کمتر از ۴۰ میلی ثانیه در مجموع رفت و برگشت دارند اما از سرعتی کمتر از ۶۴ کیلوبیت در ثانیه برخوردارند. ماهواره شرکت Globalstar ۱۴۲۰ کیلومتر بالای سطح زمین و شرکت Iridium در ارتفاع ۶۷۰ کیلومتری قرار دارد درحالی‌که ماهواره مدار متوسط شرکت O3b Networks که در سال ۲۰۱۰ شروع به کار کرد ۸۰۶۲ کیلومتر از سیاره زمین فاصله دارد و دارای تأخیری به اندازه ۱۲۵ میلی ثانیه است.

ماهواره های واقع در دو مدار پایین‌تر LEO و MEO دارای لتنسی کمتری هستند اما با وجود تاخیر ۴۰ میلیونوم ثانیه از ظرفیت کمی نزدیک ۶۴ کیلوبیت بر ثانیه برخوردارند.

نوع بسیار ویژه برای به حداقل رساندن لتنسی استفاده از هوانوردهای خورشیدی که دور یک نقطه خاص در حال حرکتند می‌باشد این هوانوردها در ارتفاع تقریباً ۲۰،۰۰۰ متری در حال پروازند که لتنسی آن‌ها به ۰،۲۵ میلی ثانیه می‌رسد. [۵]

---

[۹] Virtual Private Network – VPN: شبکه‌ای است که اطلاعات در آن از طریق یک شبکه عمومی مانند اینترنت جابه‌جا می‌شود اما در عین حال با استفاده از الگوریتم‌های رمزنگاری و با تصدیق هویت، این ارتباط هم‌چنان اختصاصی باقی می‌ماند. شبکه خصوصی مجازی به طور عمده برای ایجاد ارتباط بین شعبه‌های مختلف شرکت‌ها و یا فعالیت از راه دور مورد استفاده قرار می‌گیرد.

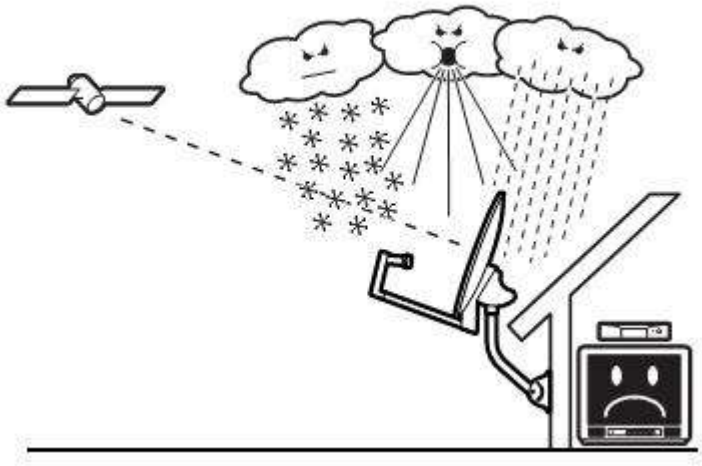
[۱۰] TCP acceleration

### ۲-۴: استفاده از هوانورد فوق سبک خورشیدی به عنوان ماهواره

یک راه حل پیشنهاد شده برای تاخیر ماهواره‌های مدار زمین‌ایستور، استفاده از نوع خاصی از هوانوردهای خارج جوی فوق سبک خورشیدی است که در مسیری دایره‌وار، در بالای منطقه‌ای مشخص و در ارتفاع ۲۰ متری پرواز کند. باتری های آن در طول روز توسط پنل خورشیدی که در سطح بال‌های آن قرار دارند شارژ شود تا پرواز در طول شب را نیز ممکن گردد. دیش[۱۱] ماهواره‌ای مستقر در زمین سیگنال را با تأخیری بسیار کمتر (در حدود ۰٫۲۵ میلی‌ثانیه) به ماهواره ارسال و دریافت می‌کند. [۶]

### ۲-۵: رین فید[۱۲]

ارتباطات ماهواره‌ای تحت تاثیر عوامل جوی مانند باران، برف و رطوبت قرار دارند که این عوامل می‌توانند در ارتباط کاربر و ماهواره، و ماهواره با ایستگاه زمینی موجب اخلال گردد. مداخله با سیگنال «رین فید» نامیده می‌شود. تأثیرات در فرکانس‌های پایین باندهای L و C کمتر معلوم می‌شود، اما در باندهای بالا همچون Ku و Ka می‌توانند بسیار جدی باشند. در مناطق استوایی به خاطر باران‌های شدید استفاده از سرویس اینترنت بر روی باند C با قطبیت دایره‌ای رایج‌تر است. استفاده از آنتن‌های آفست یا دیش‌های بزرگ‌تر در موقعیت‌های نامناسب جوی می‌تواند سیگنال‌ها را قوی‌تر دریافت کند که به بهبودی کار می‌انجامد. [۷]



شکل ۲: شرایط جوی بر روی امواج ماهواره‌های تاثیر می‌گذارد

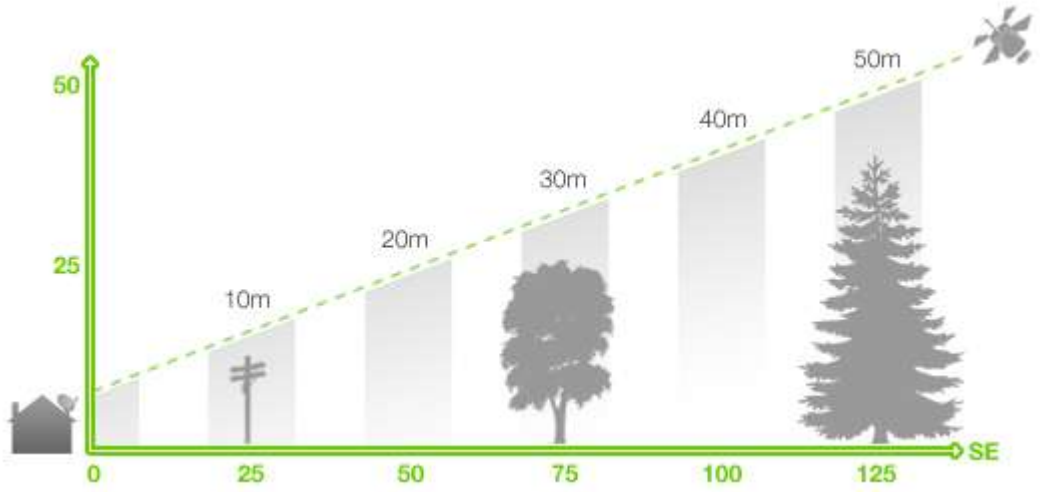
---

[۱۱] دیش ماهواره یک جسم معمولا گرد و بشقابی شکل از نوع آنتن سهموی است. این وسیله به منظور دریافت امواج ریز موج (مایکروویو) از ماهواره‌های مخابراتی طراحی شده‌است. این بشقاب امواج را همگرا کرده به ال ان بی منتقل می‌کند.از جنس رسانابوده اغلب فلزی استفاده میشود. آنتن سهموی شکل (به انگلیسی: Parabolic Antenna) آنتنی بازتابنده با بهرهٔ بالا می‌باشد که برای رادیو، تلویزیون و ارتباطات داده ای و همچنین سیستم موقعیت رادیویی (رادار) در باندهای UHF و SHF طیف الکترومقناطیسی به کار می‌رود. طول موج نسبتا کوتاه تشعشع الکترومغناطیسی در این فرکانس‌ها اجازه می دهد تا بازتاب کننده‌ها پاسخ مورد نظر را بسیار جهت دار برای ارسال و دریافت به نمایش بگذارند.

[۱۲] Rain Fade

### ۲-۶: خط دید

به طور معمول یک خط دید کاملاً شفاف میان دیش و ماهواره برای کار کردن سیستم ضروری است. علاوه بر حساسیت سیگنال به رطوبت، سیگنال به وجود درخت، ساختمان و دیگر اشیاء در مسیر نیز حساس است. وقتی فرکانس سیگنال به کمتر از ۹۰۰ مگاهرتز کاهش یابد، عبور آن از موانع گیاهی بهتر می‌شود اما بیشتر ارتباطات ماهواره‌ای در بالای ۲ گیگاهرتز ارائه می‌شوند که موجب حساسیت آن‌ها نسبت به انسدادهای جزئی مانند شاخ و برگ درختان می شود. به همین جهت در نصب دیشی که در زمستان انجام می‌شود باید رشد گیاهان در بهار و تابستان را در نظر گرفت. [۸]



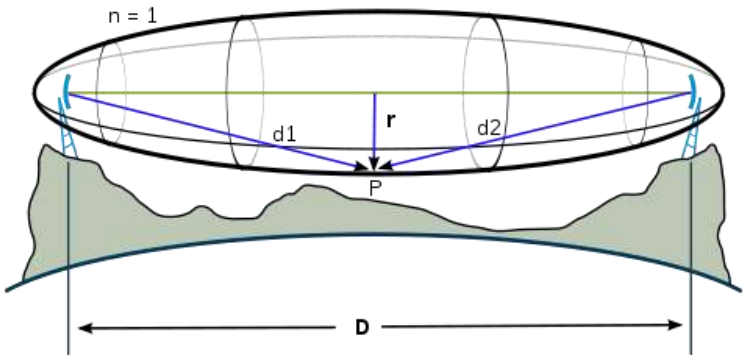

شکل ۳: فاصله موانع از خط دید (متر)

### ۲-۷: محدوده فرنل[۱۳]

مانند باریکه‌ای از نور، عرض سیگنال رادیویی نیز کاملاً صاف و یکدست نیست؛ بلکه آنچنان که سیگنال منتشر شده از طرق آنتن فرستنده، از آن دور می‌شود، به عریض تر شدن تا رسیدن به نقطه مرکزی میان دو آنتن ادامه می‌دهد و سپس تا رسیدن به آنتن گیرنده باریک می‌شود. این موضوع با عنوان «محدوده فرنل» شناخته شده، کارایی دیش‌های آنتن ماهواره‌ای را در مناطقی که آسمان باز برای دریافت سیگنال به شدت محدود شده را کاهش می دهد. در نتیجه مسیر سیگنال از فضا باید نه تنها برای یک خط مستقیم، بلکه همچنین برای گستره محدوده فرنل که می‌تواند چندین متر بزرگ‌تر از قطر ماهواره زمینی باشد، صاف باشد. [۹]

در شکل ۴ محدوده فرنل نشان داده شده است که در آن D فاصله بین گیرنده و فرستنده و r شعاع محدوده فرنل اول (1n=) در نقطه P است. P نیز نقطه‌ای به اندازه d1 دورتر است از فرستنده و d2 دورتر از گیرنده است.

[۱۳] Fresnel zone: از نام فیزیک‌دان فرانسوی، Augustin-Jean Fresnel گرفته شده است.




شکل ۴: محدوده فرنل

### ۲-۸: محدودیت قانونی

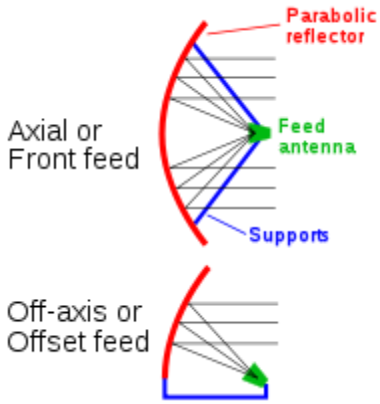
در معدودی از کشورها مانند ایران، دریافت اطلاعات از ماهواره دارای ممنوعیت یا محدودیت قانونی بوده و نیاز به مجوز از دولت دارد. علاوه بر این در شماری از کشورها از جمله سوریه و چین، هرگونه ارسال داده با استفاده از ماهواره که لزوم استفاده از اینترنت ماهواره‌ای دوطرفه است، بدون داشتن مجوز ممنوع می‌باشد؛ عمدتاً به این دلیل که موجب کاهش قدرت کنترل دولت‌ها بر اطلاعات رد و بدل شده می‌شود. [۱۰]

## ۳: ارتباط دوطرفه فقط ماهواره‌ای

### ۳-۱: مکانیزم

سرویس اینترنت ماهواره‌ای دو طرفه، شامل ارسال و دریافت اطلاعات از طریق کنترل کننده VSAT[۱۴] که با استفاده از ماهواره به ایستگاه های زمینی متصل می‌گردد است که خود این ایستگاه‌ها به اینترنت زمینی متصل می‌باشند. هر دوی دیش‌های ماهواره‌ای ، چه در نزد کاربر و چه در ایستگاه خدمات دهنده باید به طور دقیقی نسبت به ماهواره واسطه تنظیم باشند تا با سیگنال دیگر ماهواره‌ها اختلال پیدا نکنند. از جمله استفاده این سیستم کاربرد آن در شبکه های بانکی است که در سطح شهرها پایانه های ATM متحرکی سوار بر کامیون‌ها وجود دارند. این در حالی است که کل شبکه بانکی ایران از سرویس ماهواره ای استفاده می‌کند. گرانی و راه اندازی سیستم وی ست می‌تواند چندین برابر سیستم‌های ای دی اس ال باشد که از جمله گزینه‌هایی است که از محبوبیت آن کاسته است. اصلی‌ترین تجهیزات سخت افزاری این سیستم شامل یک مودم ماهواره ای و پایانه وی ست می‌باشد.

[۱۴] Very-small-aperture terminal: گذرگاه روزنه بسیار کوچک




شکل ۵: دو نوع دیش ماهواره‌ای

بسته به نوع کانون‌دهی، انواع دیش مورد استفاده برای اینترنت ماهواره‌ای متفاوت است. رایج‌ترین نوع دیش به نام Axial or Front feed که امواج ماهواره‌ای تمام سطح دیش را به نقطه کانونی مرکزی که LNB در آنجا قرار گرفته متمرکز می‌کند. Off-axis or Offset feed که امواج سطح بلای دیش را به نقطه کانونی در پایین دیش منعکس می‌کند و دو نوع کمتر مورد استفاده Cassegrain و Gregorian.

از نظر بازار اینترنت ماهواره‌ای را می‌توان به دو گروه تقسیم کرد؛ یکی سیستم‌هایی که از برنامه‌های حرفه‌ای مانند بانکداری، خرده فروشی و غیره پشتیبانی می‌کنند و دیگری آن‌هایی که مناسب مصارف خانگی و یا تجارت های کوچک هستند. تفاوت کلیدی بین این دو عبارت است از توانایی آن‌ها در پشتیبانی از کیفیت حرفه‌ای کنترل‌های سرویس. سیستم‌های مناسب برای مصارف حرفه‌ای، مانند آن‌هایی که از iDirect گرفته می‌شود، به اپراتور اجازه می‌دهد توافق نامه سطح خدمات سخت‌افزاری را تعریف و اجرا نماید که به مصرف کننده امکان می‌دهد بهترین کیفیت ممکن را بدست آورد.

برخی از ارائه کنندگان خدمات اینترنت ماهواره‌ای، خریدار را ملزم می‌کنند تا هزینه نصب سیستم و تنظیم دقیق دیش توسط یکی از کارمندان آن شرکت را بپردازد؛ هرچند شرکت اروپایی ASTRA2Connect کاربران را تشویق می کند تا خود نسبت به نصب و پیکربندی سیستم اقدام نمایند و دستورالعمل دقیقی را در این رابطه ارائه می‌کند. همچنین بسیاری از مشتریان در خاورمیانه و آفریقا نیز به علت سختی دسترسی، تشویق می‌شوند تا خود این کار را انجام دهند.

شکل ۶: یک **LNB** باند **Ku**

چندین نوع از خدمات اینترنت دوطرفه ماهواره‌ای وجود دارد، که شامل «دسترسی چندگانه تقسیم زمانی[۱۵]» و «یک کانال به ازای هر حامل[۱۶]» می‌شود. سیستم‌های دوطرفه می‌توانند ترمینال‌های VSAT ساده‌ای با یک دیش ۶۰ تا ۱۰۰ سانتی‌متری و خروجی تنها چند وات برق برای مشتریان و تجارت‌های کوچک در نظر گرفته شده و سیستم‌های بزرگ‌تری که پهنای باند بالایی دارند. چنین سیستم‌هایی قالبا در بازار با عنوان «پهنای‌باند ماهواره‌ای[۱۷]» شناخته می‌شوند که هزینه‌ها می‌تواند دو تا سه برابر سیستم‌های مبتنی بر زمین مانند ADSL باشد. مودم‌های مورد نیاز برای این خدمات اغلب اختصاصی است اما شماری نیز می‌توانند با چند ارائه کننده مختلف کار کنند. آن‌ها نیز گران هستند و قیمتی در حدود ۶۰۰ تا ۲۰۰۰ دلار دارند.

iLNB دوطرفه در ترمینال دیش ASTRA2Connect، دارای یک فرستند و یک LNB[۱۸] گیرنده تک پلاریته است که هر دو در باند Ku کار می‌کنند. حدود قیمت مودم‌های Astra2Connect از ۲۹۹ تا ۳۵۰ یورو است. چنین سیستم‌هایی عموماً برای استفاده در وسایل نقلیه متحرک نامناسب هستند، هرچند بعضی از دیش‌ها به گونه‌ای طراحی شده‌اند تا به راحتی قابل تنظیم مجدد باشند اما قیمت بالاتری دارند. [۱۱]

### ۳-۲: پهنای باند

مشتریان اینترنت ماهواره ای محدوده‌ای از کاربران خانگی با یک سیستم، تا مجموعه‌های بزرگ تجاری با چند صد سیستم را تشکیل می‌دهند. کاربران خانگی به منظور کاهش هزینه، تمایل به استفاده از اینترنت ماهواره‌ای اشتراکی دارند هرچند که مشکلات خاص خود را دارد. معمولاً دسترسی پهنای باند محدود و بر اساس زمان است تا هر کاربر سهم خود را به صورت عادلانه و با توجه به پرداخت خود بگیرد. هنگامی که کاربری از حد خود تجاوز کند، شرکت می تواند دسترسی او را آهسته کرده، ترافیک او را از اولویت خارج کند، یا از او به خاطر استفاده بیش

---

[۱۵] time division multiple access (TDM)

[۱۶] single channel per carrier (SCPC)

[۱۷] satellite broadband

[۱۸] ال ان بی LNB .LNC یا (Low-noise block converter)، با کاربرد کمتر LND، وسیله ای است که امواج ماهوارهای را پس از اینکه بشقاب (دیش) به صورت همگرا در آورد به امواج قابل دریافت در آورده و به رسیور (دریافت کننده) منتقل میکند.

از حد از پهنای باند، هزینه بیشتری بخواهد. معمولاً برای مشتریان اینترنت ماهواره‌ای، پهنای باند مقداری در حدود ۲۰۰ مگابایت در روز تا ۱۷۰۰۰ مگابایت در ماه است. یک اشتراک دانلود اشتراکی نرخ داده‌ای برابر یک تا ۴۰ مگابیت بر ثانیه داشته و بین ۱۰۰ تا ۴۰۰۰ کاربر نهایی به اشتراک گذاشته می‌شود. [۱۲]

اتصال کاربران اشتراکی به صورت معمول، چنانکه گفته شد، دسترسی چندگانه تقسیم زمانی است که شامل ارسال تقطیع شده بسته‌های کوچک میان دیگر کاربران می‌باشد. مانند روشی که تلفن همراه از برج مخابراتی استفاده می‌کند.

سرویس تو وی (Tooway) در اروپا محبوب‌ترین سرویس اینترنت ماهواره ای می‌باشد که در سال ۲۰۱۱ با پرتاب ماهواره کا ست (KA-SAT) در قزاقستان پهنا باند این سرویس به ۷۰ گیگابیت بر ثانیه رسید و تحولی عظیم در سرعت و ترافیک اینترنت ماهواره ای اروپا ایجاد کرد. قرار گیری امارات متحده عربی در محدوده فرکانس دهی آن از نکات جالب توجه می‌باشد. [۱۳]

## ۳-۳: اینترنت ماهواره‌ای متحرک (قابل حمل و نقل)

### ۳-۳-۱: مودم اینترنتی متحرک

مودم‌های اینترنتی متحرک معمولاً به صورت یک جعبه مسطح مستطیل شکل عرضه می‌شوند که لازم است به موقعیت کلی ماهواره اشاره کند – برخلاف VSAT نیاز نیست تا اشاره بسیار دقیق باشد و مودم‌ها دارای نمایشگر میزان سیگنال هستند تا به کاربر برای تنظیم آن کمک نمایند. این مودم‌ها از اتصالات رایجی مانند اترنت و USB[۱۹] استفاده می‌نمایند. شماری از آن‌ها نیز به فرستنده بلوتوث و تلفن ماهواره‌ای مجهز هستند. این مودم‌ها همچنین دارای باتری مجزا هستند و می‌توانند بدون مصرف از باتری لپ‌تاپ به آن متصل شوند. نمونه رایج چنین سیستم‌هایی INMARSAT's BGAN است –این ترمینال‌ها هم اندازه یک کیف دستی هستند و امکان اتصال متقارنی با سرعت ۳۵۰ تا ۵۰۰ کیلوبیت در ثانیه را فراهم می‌کنند. مودم‌ها مشابهی مانند آنچه Thuraya تولید کرده نیز وجود دارد که با سرعتی برابر ۴۰۰ کیلوبیت در ثانیه و پوشش دهی محدود کار می‌کند.

---

[۱۹] Universal Serial Bus

شکل ۷: یک مودم اینترنت ماهواره‌ای قابل حمل و نقل

استفاده از چنین مودم‌هایی بسیار گران است و پهنای باند آن‌ها بین پنج تا هفت دلار به ازای هر مگابایت هزینه دارد. خود این مودم‌ها نیز گران هستند و قیمتی بین ۱۰۰۰ تا ۵۰۰۰ دلار دارند. [۱۴]

### ۳-۳-۲: اینترنت از طریق تلفن ماهواره‌ای

برای سال‌ها تلفن‌های ماهواره‌ای قادر بوده‌اند به اینترنت متصل شوند. با پهنای باندی متفاوت از ۲۴۰۰ بیت بر ثانیه برای ماهواره‌های شبکه Iridium و تلفن‌های بر پایه ACeS تا ۱۵ کیلوبیت بر ثانیه و ۶۰ کیلوبیت بر ثانیه برای گوشی‌های Thuraya. Globalstar نیز دسترسی به اینترنتی با سرعت ۹۶۰۰ بیت بر ثانیه –مانند Iridium و ACeS ۱ اتصال dial-up ضروری است و به ازای هر دقیقه باید هزینه آن پرداخت شود. هرچند هم Globalstar و هم Iridium در حال برنامه ریزی برای پرتاب ماهواره‌های جدیدی هستند تا بتواند سرعتی بالاتر ارائه کنند. با تلفن‌های Thuraya اتصالی dial-up با سرعت ۹۶۰۰ بیت بر ثانیه ممکن است و نیز برای خدمات ۶۰ کیلوبیت بر ثانیه کاربر به ازای میزان داده انتقالی می‌بایست هزینه پرداخت کند (حدود پنج دلار به ازای هر مگابایت). گوشی‌ها می‌توانند از طریق USB یا رابط RS-232 به لپ‌تاپ یا دیگر کامپیوترها متصل شوند. با توجه به پهنای باند بسیار پایین، بدیهی است وب گردی بسیار کند خواهد بود اما برای ارسال ایمیل، استفاده از Shell امن و دیگر پروتکل‌های پهنای‌باند پایین، مفید است. [۱۵]

از آنجا که تلفن‌های ماهواره‌ای تمایل دارند آنتن آن‌ها نسبت به ماهواره تنها همتراز باشد، نیازی به تنظیم کردن تا زمانی که خط دیدی بین ماهواره و تلفن وجود دارد نیست.

Iridium در سال ۲۰۱۲ نوعی وسیله جانبی برای گوشی‌های تلفن ماهواره‌ای خود وارد بازار کرد که می‌تواند تلفن‌های ماهواره‌ای این شرکت را به یک «نقطه دسترسی اینترنت بدون سیم[۲۰]» تبدیل کند تا بوسیله آن یک یا

---

[۲۰] Internet Access Point

چند وسیله مجهز به تکنولوژی Wireless شامل انواع گوشی موبایل هوشمند، تَبلت، لپتاپ و غیره به اینترنت ماهواره‌ای متصل شوند.

شکل ۸: گروهی از افراد درحال استفاده از اینترنت بدون سیم تلفن ماهواره‌ای **Iridium**

## ۴: یک طرفه دریافتی با ارسال زمینی

سیستم‌های اینترنت ماهواره‌ای یک طرفه به همراه دسترسی معمولی اینترنت Dial-up استفاده می‌شوند، با ارسال داده‌ها از مودم تلفنی، اما دریافت داده‌ها از ماهواره و با سرعتی بالاتر.

نوع دیگر از اینترنت ماهواره‌ای یک طرفه از اینترنت موبایل (GPRS[۲۱]) برای ارسال داده‌ها استفاده می‌کند. با استفاده از GPRS استاندارد یا EDGE[۲۲] اگر مقدار آپلود بسیار کم باشد و وقتی تعرفه خدمات بر اساس زمان استفاده نباشد، بلکه بر اساس حجم آپلود باشد، هزینه‌ها در مصارف زیاد کاهش می‌یابد. با استفاده از یک دیش کوچک ۳۳ سانتی متری، یک نوتبوک و یک GPRS عادی توسط گوشی، کاربران می‌توانند به اینترنت پهن‌باند ماهواره‌ای دسترسی پیدا کنند. [۱۶]

### ۴-۱: اجزای سخت افزاری سیستم

ایستگاه انتقال[۲۳] که با عنوان «teleport»، «head end»، «uplink facility» یا «hub» نیز شناخته می‌شود. شامل دو جزء می‌باشد:

- اتصال اینترنتی: مسیریاب‌های ISP به سرورهای پروکسی متصل شده که می‌تواند محدودیت‌های پهنای باند QoS[۲۴] را اجرا و برای ترافیک کاربر گارانتی کند. سپس آن‌ها به یک کپسوله کننده DVB متصل

---

[۲۱] General Packet Radio Service
[۲۲] Enhanced Data Rates for GSM Evolution
[۲۳] Transmitting station
[۲۴] quality of service

می‌شوند که سپس به یک مودلاتور DVB-S متصل می‌شود. سیگنال فرکانس رادیویی از مودلاتور DVB-S به یک کانورتر که توسط «خط تغذیه[۲۵]» که به واحد خارجی متصل است، وصل می‌شود.

- پیوند ماهواره: BUC[۲۶] و LNB اختیاری که ممکن است از یک موجبر برای اتصال به OMT[۲۷] اختیاری که به «شاخ تغذیه[۲۸]» پیچ شده است و توسط نگه دارنده های فلزی به دیش متصل است.

و واحد راه دور (ایستگاه زمینی) :

- واحد خارجی:
  - دیش و متعلقات
  - شاخ تغذیه
  - LNB جهانی برای باند Ku
  - خط تغذیه
- واحد داخلی:
  - DVB-S PCI[۲۹] (کارت DVB)
  - یا مودم خارجی DVB که به وسیله پورت اترنت (RJ-45) یا USB به کامپیوتر متصل شود.

### ۲-۴: اجزای نرم‌افزاری سیستم

سایت‌های راه دور به حداقلی از برنامه نویسی برای سرویس‌دهی هویت سنجی و تنظیمات تنظیم کردن سرور پروکسی نیاز دارند. فیلتر کردن معمولاً توسط درایور کارت DVB انجام می‌شود.

اغلب، از استک‌های IP غیر استاندارد برای آدرس دهی تاخیر و مشکلات عدم تقارن اتصال ماهواره‌ای استفاده می‌شود. داده‌های ارسال از طریق ماهواره نیز همچنین عموماً کدگذاری می‌شود؛ در غیر این صورت می‌توانند توسط هر کسی که دارای گیرنده ماهواره‌ای است دریافت شوند.

بسیاری از پیاده سازی‌های IP روی ماهواره، از سرورهای پروکسی نظیر به نظیر در هر دو نقطه پایانی استفاده می‌کنند، بنابراین آن اتصال خاص بین سرویس گیرنده‌ها و سرورها نیازی به تقبل تاخیر ذاتی اتصال ماهواره‌ای ندارند. به خاطر دلایلی مشابه، «شبکه خصوصی مجازی[۳۰]» خاصی وجود دارد که برای استفاده بر ارتباطات ماهواره‌ای طراحی شده است؛ چرا که نرم افزارهای شبکه‌های خصوصی مجازی استاندارد نمی‌توانند در سفر طولانی داده‌ها انجام شوند.

---

[۲۵] ترجمه محقق از feed line
[۲۶] block upconverter
[۲۷] orthomode transducer
[۲۸] ترجمه محقق از feed horn
[۲۹] Peripheral Component Interconnect
[۳۰] Virtual private network (VPN)

سرعت آپلود کاربر توسط مودم Dial-up کاربر محدود می‌شود؛ و تاخیر زیاد است، چنانکه برای هر اینترنت بر پایه ماهواره‌ای هست (حداقل ۲۴۰ میلی ثانیه در یک طرفه، دست کم موجب زمان بازگشتی در حدود ۵۰۰ میلی ثانیه می‌شود. سرعت دانلود می‌تواند در مقایسه با Dial-up بسیار سریع باشد)

### ۴-۳: تئوری عمل

سایت های راه دور از پروکسی سرور و یا سرورهای شبکه خصوصی مجازی در ایستگاه زمینی (تله پورت) بهره می‌برند که به گونه‌ای تنظیم شده تا تمام ترافیک خروجی به سرور QoSرا مسیر دهی کند، و اطمینان حاصل نماید هیچ کاربری از پهنای باند و ترافیک ماهانه خود تجاوز نمی‌کند. سپس ترافیک به کپسوله‌ساز ارسال می‌شود که بسته‌های IP را داخل بسته‌های DVB قرار می‌دهد. بسته‌های DVB به مودم DVB ارسال شده و بعد از آن به ارسال کننده (BUC) فرستاده می‌شوند.

در ایران عمدتاً از سرویس یک طرفه ماهواره ای بیشتر از طریق شرکت فرانسوی OpenSky که توسط ماهواره Eutelsat W3A عرضه می‌گردد استفاده می‌شود.

استفاده از کارت دی وی بی اس (DVB-S) و اتصال آن به ال ان بی برای دریافت امواج مختص سرویس، شرط لازم برای اتصال ماهواره ای یک طرفه می‌باشد. برای ترکیب دو اتصال مجزا معمولاً از شبکه خصوصی مجازی استفاده می‌شود که سرور آن، داده‌های ارسالی را از طریق ماهواره برای کاربر ارسال می‌کند. وب گردی در چنین شرایطی بنا به تاخیر سیگنال و منابع شبکه بسیار مطلوب نیست، اما دانلود فایل‌ها بر خلاف دیگر کاربردها که مبتنی بر زمان آنی هستند می‌تواند از اهمیت خاصی برخوردار باشد که سرعت بالای خود را به خوبی نشان می‌دهد. [۱۷]

## ۵: انتشار یک طرفه، فقط دریافت

سیستم اینترنت انتشار یک طرفه ماهواره‌ای برای «انتشار داده بر مبنای پروتکل اینترنت[۳۱]»، توزیع صدا و تصویر مورد استفاده قرار می‌گیرد. شایان توجه است که بیشتر پروتکل‌های اینترنت در دسترسی یک‌طرفه به درستی کار نخواهند کرد چرا که آن‌ها به کانال بازگشت نیاز دارند. هرچند، محتوی اینترنت مانند صفحات وب همچنان توسط سیستم یک طرفه، قابل دریافت است اما تعامل با آن ممکن نیست. این بیشتر شبیه محتوی تلویزیون یا رادیو است با کمی رابط کاربری.

[۳۱] قرارداد اینترنت یا پروتکل اینترنت مهمترین قراردادی است که برای مبادله اطلاعات در شبکه های اینترنتی وجود دارد. این قرارداد بنیادی‌ترین قرارداد شکل‌دهنده اینترنت می‌باشد و وظیفه مسیردهی بسته‌های اطلاعاتی را در گذر از مرزهای شبکه‌ها به عهده دارد. پروتکل اینترنت یک پروتکل لایه‌ای است که در نرم‌افزار داخلی استفاده می‌شود و در لایه ارتباط قرار می‌گیرد. آی‌پی در شرایط پروتکل لایه‌ای پایین می‌تواند خدمات جهانی دسترسی را بین کامپیوترها ارائه کند.

### ۵-۱: دانلود آفلاین

اطلاعات درخواست شده توسط کاربران اینترنت ماهواره‌ای دوطرفه به طور گسترده از سوی ماهواره مورد استفاده به سمت زمین ارسال می‌شوند. توسط نرم‌افزارهایی خاص می‌توان فایل‌های در حال ارسال را تفکیک کرده و موارد مورد نظر از میان آن‌ها را دریافت نمود. به این نوع از استفاده بی‌هدف از اطلاعات در جریان «دانلود آفلاین» گفته می‌شود.

### ۵-۲: تجهیزات سخت افزاری سیستم

تجهیزات مورد نیاز مانند دسترسی اینترنت یک‌طرفه است اما ارتباط اینترنت مورد نیاز نیست اما بسیاری از برنامه‌ها شامل سرور FTP[۳۲] برای صف بندی داده‌ها نیاز ضروری است.

### ۵-۳: تجهیزات نرم‌افزاری سیستم

بیشتر برنامه‌های انتشار یک طرفه به برنامه نویسی اختصاصی در سایت‌های راه دور نیاز دارند. نرم افزار سایت راه دور می‌بایست داده‌ها را فیلتر، ذخیره و به کاربر ارائه کند. نرم افزار ایستگاه ارسال باید امکان کنترل دسترسی، صف بندی اولویت، ارسال و کپسوله سازی داده‌ها را فراهم نماید. [۱۸]

## ۶: افزایش بهره‌وری

### ۶-۱: کاهش تاخیر ماهواره

بخش عمده‌ای از تأخیرها در ارتباط با اینترنت ماهواره‌ای این است که برای هر درخواست، Roundtrip های بسیاری پیش از آنکه هیچ داده مفیدی توسط درخواست کننده دریافت شود باید کامل شوند. پشته‌های IP ویژه و پروکسی‌ها می‌توانند از طریق کاهش تعداد Roundtrip ها یا ساده کردن و کاهش طول Header ها، تاخیر را کم نمایند. این فناوری‌ها عمدتاً به سرعت بخشی TCP، پیش فراخوانی HTTP و DNC Caching[۳۳] توجه می‌کنند. [۱۹]

### ۶-۲: حذف تبلیغات

حذف تبلیغات همان‌طور که برای ارتباطات زمینی موثر است، استفاده از نرم‌افزارهای جلوگیری از تبلیغاتی مانند Adblock برای فایرفاکس به صورت فوق‌العاده برای اینترنت ماهواره‌ای مفید است؛ چرا که بیشتر سایت‌های تبلیغات اینترنتی از Cashe[۳۴] شدن توسط مرورگر و ISP به خاطر نمایش جلوگیری می‌کنند (به این دلیل که حداکثر تعداد دفعات مشاهده تبلیغ را به منظور بازاریابی ثبت نمایند). [۲۰]

---

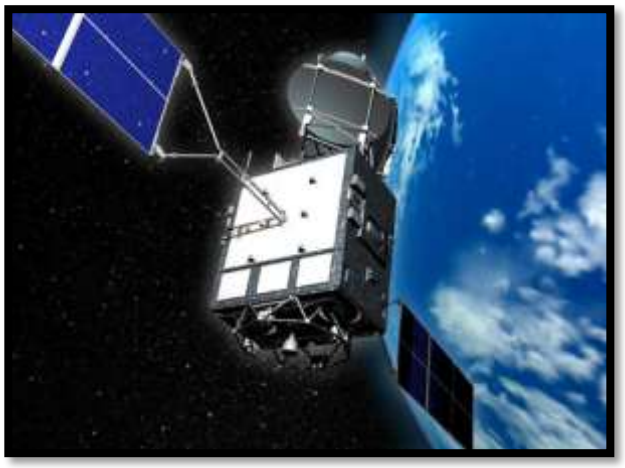
[۳۲] File Transfer Protocol

[۳۳] Caching name server: ذخیره نتیجه فراخوانی DNS و استفاده از آن بجای فراخوانی مجدد تا مدت زمان مشخص.

[۳۴] ذخیره محتوی اینترنتی و استفاده از آن بجای فراخوانی دوباره آن برای مدت زمان مشخص.

## ۷: ماهواره‌های پرتاب شده

ماهواره‌ای با نام Kizuna به معنای «روابط میان مردم» که به صورت رسمی WINDS[۳۵] نام دارد در ۴/۱۲/۱۳۸۶ پرتاب شد. این ماهواره به منظور ارائه اینترنت پهن باند به مردم ژاپن و کشورهای حوزه آسیایی اقیانوس آرام مورد استفاده قرار می‌گیرد. Kizuna به آنتنی چند پرتو مجهز است که می‌تواند ارتباطی دوگانه با زمین با سرعت ۱،۲ گیگابیت در ثانیه برای شرکت‌ها فراهم نماید (با آنتنی ۴،۵ متری). این ماهواره همچنین برای نخستین بار شامل نوعی از سوییچ است که می‌تواند پیام‌ها را خود مسیریابی کند. این حرکتی قابل توجه نسبت به ماهواره‌های پیشین است که کمک‌های مورد نیاز خود را از امکانات زمین می‌گرفتند. [۲۱]



شکل ۹: تصویری کامپیوتری از ماهواره WINDS

ماهواره SkyTerra-1 در نیمه نوامبر ۲۰۱۰ پرتاب شد تا به آمریکای شمالی سرویس دهی کند و Hylas-1 در پایان همان ماه برای تحت پوشش قرار دادن اروپا پرتاب شد.

در ۵/۱۰/۱۳۸۹ ماهواره KA-SAT شرکت یوتلست با موفقیت از سکوی متحرک ILS Proton Breeze M در قزاقستان پرتاب شد تا چند صد کیلومتر از اروپا و مدیترانه را هدف قرار دهد. هر کدام از ۸۰ نقطه پوشش روی این ماهواره ۹۰۰ مگابیت بر ثانیه و کل آن ۷۰ گیگابیت بر ثانیه ظرفیت دارد. [۲۲]

ماهواره ViaSat-1 که ۲۷/۷/۱۳۹۰ به فضا پرتاب شد تحت عنوان سرویسی به نام Exede به کاربران اجازه می‌دهد با پرداخت ۵۰ دلار در ماه بعلاوه ۱۵۰ دلار هزینه نصب، اینترنت ماهواره‌ای را با سرعت دانلود ۱۲ مگابیت بر ثانیه و آپلود سه مگابیت بر ثانیه تجربه نمایند. این ماهواره با مجموع ظرفیت ۱۴۰ گیگابیت بر ثانیه به عنوان مجهزترین ماهواره تا این تاریخ شناخته می‌شود. این ماهواره باند Ku، شمال آمریکا و هاوایی را پوشش می‌دهد. [۲۳] [۲۴]

[۳۵] Wideband InterNetworking engineering test and Demonstration Satellite

## فهرست منابع

1- Data Coomunications Protocol Performance on Geo-stationary Satellite Links, Hans Kruse, Ohio University, 1996.
http://www.its.ohiou.edu/kruse/publications/aiaa96.pdf

2- See Comparative Latency of Internet Connections in Satellite Internet Connection for Rural Broadband, page 7, RuMBA White Paper, Stephen Cobb, 2011.
http://rumbausa.net/downloads/rumba-satellite-wp-web.pdf

3- RuMBA White Paper titled "Satellite Internet Connection for Rural Broadband", 2011.
http://www.rumbausa.net/

4- HughesNet FAQ, Retrieved 06 May 2011.
http://www.satellitestarinternet.com/hughesnet_faq.html

5- Satellite Internet blog Titled "Acceptable latencies, but lower speeds, of lower orbits" Posted on 10 September 2011.
http://satelliteinternetsnh.blogspot.com/2011/09/acceptable-latencies-but-lower-speeds.html

6- Satellite Internet blog Titled " Ultralight atmospheric aircraft as satellites" Posted on 10 September 2011.
http://satelliteinternetsnh.blogspot.com/2011/09/ultralight-atmospheric-aircraft-as.html

7- Takashi Iida Satellite Communications: System and Its Design Technology, IOS Press, 2000, ISBN 4-274-90379-6, ISBN 978-4-274-90379-3.
http://books.google.ca/books?id=v-OuSc4t7IQC

8- DBS Install web site, Satellite Dish Installations Line of Sight, 06 April 2012.
http://www.dbsinstall.com/whatis/Whatisgood-2.asp

9- Fresnel zone. its.bldrdoc.gov. 23 August 1996.
http://www.its.bldrdoc.gov/fs-1037/dir-016/_2398.htm

10- China Law & Practice, New Procedures to Control Satellite Television in China, By Nancy Leigh, Baker & McKenzie, Hong Kong, May 2002.
http://www.chinalawandpractice.com/Article/1693670/Channel/7576/New-Procedures-to-Control-Satellite-Television-in-China.html

11- BroadBand2000, Two-way satellite-only communication, 05 June 2012.
http://broadband2000.com/article/a-102.html

12- HughesNet Fair Access Policy FAQ, Retrived 05 June 2012.
http://consumer.hughesnet.com/faq/fair-access-policy.cfm

13- WildBlue: High Speed Satellite Internet Provider". Official web site. Retrieved 17 July 2011.
http://get.wildblue.com/pricing.html

14- GMPCS, Inmarsat BGAN, Rertrived 05 June 2012.
http://www.gmpcs-us.com/inmarsatbgan.htm

15- Spaceflight Now, Globalstar shows Internet capability via satellite phone, 12 April 2000.
http://spaceflightnow.com/news/n0004/12globalstarinternet/index.html

16- BroadBand 2000, Satellite broadband, One-way receive, with terrestrial transmit, Retrived 05 July 2012.
http://broadband2000.com/article/a-105.html

17- HughesNet, blogultura, by Alan Vargas, 20 September 2008.
http://blogultura.com/patrocinados/hughesnet/

18- My Promo TV, Satellite Internet Access: One-way Broadcast, Receive Only, Retrived 05 July 2012.
http://www.mypromotv.com/satellite_internet_access_-_one-way_broadcast_receive_only

19- Comer, Douglas E. (2006). Internetworking with TCP/IP:Principles, Protocols, and Architecture. 1 (5th ed.). Prentice Hall. ISBN 0-13-187671-6.
http://en.wikipedia.org/wiki/International_Standard_Book_Number

20- Adblock Plus internals FAQ, Retrived 05 June 2012.
https://adblockplus.org/en/faq_internal

21- Spaceflight Now, Broadband Internet satellite launched by Japan, by STEPHEN CLARK, 23 February 2008.
http://spaceflightnow.com/h2a/winds/

22- Spaceflight Now, Worldwide launch log, 1 June 2012.
http://spaceflightnow.com/tracking/launchlog.html

23- ViaSat Official Website, ViaSat-1 Launch, Retrived 05 June 2012.
http://www.viasat.com/viasat-1-launch

24- CNet Reviews, Exede: The satellite broadband service you've been waiting for?, by David Carnoy, 19 January 2012.
http://reviews.cnet.com/8301-18438_7-57361444-82/exede-the-satellite-broadband-service-youve-been-waiting-for/