

# وایمکس چیست و چگونه کار می کند ؟ (نسخه PDF)

## معرفی وایمکس

WiMAX، مخفف عبارت «World Wide Interoperability for Microwave Access» و به معنای قابلیت تبادل و استفاده از اطلاعات در سطح جهانی، با دسترسی به امواج ماکروویو (امواج الکترو مغناطیسی در طیف فرکانسی رادیویی) می باشد. وایمکس یک سازمان تجاری صنعتی است و مشابه Wi-Fi می باشد. اما با سرعتی بالاتر که در مسافت های طولانی تر و با تعداد بیشتری از کاربران، کاربرد دارد. وایمکس توانایی ارائه خدمات در مناطقی که دارای محدودیت های فیزیکی از جمله زیر ساخت های سنتی سیمی هستند را دارا می باشد. وایمکس یک نسخه استاندارد از اترنت است که به عنوان یک جایگزین برای فن آوری هایی همچون مودم های کابلی DSL و لینک T1/E1 در نظر گرفته شده است.

## چگونگی نامگذاری وایمکس

انجمن وایمکس که در سال ۲۰۰۱ برای ارتقای هم نوایی و همکنش پذیری استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶e تاسیس شد، نام وایمکس را به عنوان یک فناوری برپایه ی این استاندارد انتخاب نمودند.

## وایمکس و استاندارد های آن

نسخه اولیه استاندارد وایمکس که توسط IEEE ۸۰۲.۱۶ برای فناوری حلقه های محلی بی سیم یا (WLL) که در طیف رادیویی ۱۰.۶۶GHz عمل می کرد صادر شده است IEEE ۸۰۲.۱۶a در سال ۲۰۰۴ با افزودن مشخصاتی برای محدوده ی ۱۱ تا ۱۱ گیگاهرتز به نام ۲۰۰۴- IEEE ۸۰۲.۱۶ به روز رسانی شد. که این استاندارد نیز در سال ۲۰۰۵ مجدداً به ۲۰۰۵- IEEE ۸۰۲.۱۶ اصلاح گردید. نسخه ی فعلی وایمکس بر پایه ی استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶e-۲۰۰۵ است که در واقع اصلاح شده ی استاندارد ۲۰۰۴- IEEE ۸۰۲.۱۶e می باشد. این اصلاحیه به شرح زیر است:

- افزودن پشتیبانی از سیار بودن وایمکس، سیستم آنتن سازگار پذیر (Adaptive Antenna system) و فناوری (MIMO)، معرفی Turbo coding-افزودن یک کلاس QoS برای کاربردهای VOIP، طرحهای گوناگون آنتن و...
- استاندارد پایه IEEE ۸۰۲.۱۶ wimax می باشد که از استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶d بعنوان وایمکس ثابت و از IEEE ۸۰۲.۱۶e بعنوان وایمکس سیار نام می برند. سیستم wimax امکان دسترسی با نرخ داده ی ۴۰Mbps را عرضه می کند که با استاندارد IEEE ۸۰۲.۱۶ سرعت انتقال داده تا ۱Gbps افزایش می یابد.

## سیستم WiMax از دو بخش تشکیل شده است :

- WiMax Tower**: برج وایمکس که مشابه برج های مخابراتی است و قادر به پوشش تا شعاع ۳۰۰۰۰ مایل مربع است. (تقریباً ۸ هزار کیلومتر مربع).
- WiMax Receiver**: شامل آنتن گیرنده امواج ماکروویو، که میتواند برحسب موقعیت گیرنده از یک قطعه کوچک گیرنده Wi-Fi در یک لپ تاپ تا گیرنده فرستنده داخلی در یک اداره متفاوت باشد. ایستگاه WiMax Tower به طور مستقیم به اینترنت باند پهن بالا از طریق اتصال سیمی متصل می شود. و نیز قادر است به یک WiMax Tower دوم (که اغلب Backhaul گفته می شود) متصل شود. از آنجایی که یک Tower منفرد تا ۳۰۰۰۰ مایل مربع پوشش میدهد، موجب پوشش تمام مناطق دور افتاده و روستایی بوسیله Wimax شده است.

## ویژگی ها و مزایای فنی WiMax:

- رنج فرکانس از ۲GHZ تا ۶۶GHZ
- پهنای باند از ۱.۵GHZ تا ۲۰MGHZ
- نرخ تبادل اطلاعات تا ۷۰Mbps
- تحت پوشش قرار دادن محدوده های به شعاع ۵۰Km

۵. تبادل اطلاعات بین فرستنده و گیرنده به صورت line-of-sight و non-line-of-sight

۶. امکان اتصال به لینک‌های کابلی DSL و T1/E1

۷. قابلیت سازگاری با تکنولوژی‌هایی مانند Wi-Fi

۸. پشتیبانی از توپولوژی‌های تحت استاندارد IEEE مانند Token Ring و نیز ساختارهایی خارج از استاندارد IEEE مانند LLC

## انواع مودم‌های ایستگاه کاربر

مودم‌هایی که ایستگاه‌های کاری WiMAX می‌توانند از آنها برای ارتباط با شبکه استفاده کنند یا (CPE) به دو دسته اصلی تقسیم می‌شوند:

۱. مودم‌های Indoor که در محل کار و منازل قابل استفاده اند.
۲. مودم‌های Outdoor که در بلندترین محل‌های ساختمان، خارج از محیط کار و یا منزل، بر روی یک میله یا دکل نصب و استفاده میشود.

- تفاوت عمده این دو نوع مودم در قدرت فرستنده و گیرنده RF آنها است.
- مودم‌های Indoor توان کمتری نسبت به مودم‌های Outdoor دارند بنابراین استفاده از آنها در داخل منزل بلا مانع است.

## طبقه بندی تجهیزات وایمکس

تجهیزات WiMAX را بر اساس سطوح مختلف شبکه همچون کاربران، شبکه دستیابی رادیویی و شبکه هسته به شکل زیر طبقه بندی می‌کنند:

۱. تجهیزات کاربران: این تجهیزات را Customer Premises Equipment (CPE) می‌نامند و در بردارنده ی تجهیزات ارتباطی داخلی (Indoor)، تجهیزات ارتباطی بیرونی (Outdoor)، تجهیزات USB و تراشه های قابل نصب در کامپیوترها و لپ تاپ ها میباشد.
۲. تجهیزات دسترسی شبکه رادیویی: این دسته از تجهیزات موجب ارتباط کاربران با هسته شبکه شده و شامل نقاط دسترسی و ایستگاههای پایه (BS) می‌شوند که مدیریت منابع رادیویی را برعهده دارند. یک ایستگاه پایه WiMAX شامل سخت افزار کنترلی، آنتن ها، دکل WiMAX و کابل‌های تغذیه است.
۳. تجهیزات هسته شبکه: این بخش شامل سیستم های مدیریتی شبکه، تجهیزات مربوط به نظارت بر کاربران، روترها و واسط های خاص جهت ارتباط با شبکه های مختلف است. بخش هسته در شبکه WiMAX، بخشی است مابین ایستگاه پایه WiMAX و زیرساخت صوت یا داده شبکه که در آن ترافیک مشترکان WiMAX از طریق روترها و سویچ ها انتقال داده میشود. طراحی مناسب شبکه IP و مهندسی مناسب این تجهیزات، خدمات با کیفیت بسیار بالایی را برای کاربران نهایی تضمین می کند و موجب سادگی عملیات برای ارائه دهندگان WiMAX می شوند.

## انواع سرویس های وایرلس وایمکس

WiMax می‌تواند دو نوع سرویس Wireless را مهیا کند:

- None-line-of-sight: شبیه به سرویس Wi-Fi، در جاییکه یک آنتن کوچک روی کامپیوترتان به برج متصل شود. در این حالت، WiMax رنج فرکانسی پایین ۲GHZ تا ۱۱GHZ (شبیه به Wi-Fi) استفاده می‌کند. موانع فیزیکی باعث شده که انتقالات طول موج کوتاه به راحتی شکسته نشوند. آنها قادر به خمیدگی و انکسار در اطراف مانع هستند. در این نوع دستیابی به شعاع ۴ تا ۶ مایلی (۲۵ مایل مربع یا ۶۵ کیلومتر مربع) را پوشش می‌دهد.
- Line-of-sight: هنگامیکه یک آنتن ثابت از بالای تیر یا بام به طور مستقیم به WiMax Tower اشاره می‌کند. اتصال line-of-sight قوی‌تر و پایدارتر است. بنابراین توانایی فرستادن مقدار زیادی اطلاعات با خطای کمتر را دارد. انتقالات line-of-sight فرکانس‌های بالا- با رنج ممکن ۶۶GHZ استفاده می‌کند. بوسیله آنتن‌های line-of-sight قوی‌تر، ایستگاه فرستنده WiMax اطلاعات را به کامپیوترها و روترهایی با قابلیت WiMax که در شعاع ۳۰ مایلی فرستنده هستند، می‌فرستد. (۳۶۰۰ مایل مربع یا ۹۳۰۰ کیلومتر مربع را پوشش می‌دهد).

## عوامل مؤثر بر کیفیت WiMax

۱. عوامل محیطی همچون پوشش گیاهی منطقه، ارتفاع درختان، وجود کوه‌ها، دره‌ها و حتی سطح آب رودخانه‌ها و دریاچه‌ها باعث ایجاد انعکاس و چند مسیرگ‌ها، رادیویی می‌شوند.

۲. شرایط آب و هوایی

۳. معماری مختلف شهرها، حتی در بهترین طراحی‌ها نیز ممکن است نقاط کوری را ایجاد کند.

۴. آلودگی‌های فرکانسی در پهنای باند مورد استفاده نیز سطح سیگنال دریافتی را تخریب می‌کند.

## مقایسه ی وایمکس و Wi-Fi

۱. Wi-Fi تحت استاندارد IEEE 802.11 امی باشد. به کمک وایمکس سرعت داده هایی مانند Wi-Fi پشتیبانی می شود و موضوع تداخل امواج نیز کاهش می یابد. یکی از ویژگی های این تکنولوژی عدم نیاز به دید مستقیم بین مشترکان و دکل های BTS است
۲. Wi-Fi به طور معمول دسترسی به شبکه ی محلی در اطراف یک یا چند صدپایی با سرعت ۵۴Mbps را فراهم می کند اما یک آنتن وایمکس دارای برد تا ۴۰ کیلومتر با سرعت ۷۰Mbps است.
۳. Wi-Fi برای برنامه های کاربردی شبکه LAN برای هر دستگاه CPE از ۱ تا ۱۰ کاربر مشترک در نظر می گیرد.
۴. در Wi-Fi (اندازه ی کانال ثابت ۲۰MHz است) اما وایمکس از (۱.۵MHz تا ۲۰MHz) مییاشد.
۵. سرویس وایمکس به منظور پهنا رسانی در محدوده ی MAN بوده و شبکه هایی با مقیاس بزرگ را در بر می گیرد. ولی Wi-Fi برای شبکه های LAN کاربرد دارد. در واقع بیشترین تفاوت میان Wi-Fi و WiMax سرعت نیست بلکه فاصله است. WiMax مایلها جلوتر از Wi-Fi است.
۶. دامنه Wi-Fi در حدود ۱۰۰ فوت (۳۰ متر) است در حالیکه WiMax دستیابی بی سیم را تا شعاع ۳۰ مایلی پوشش می‌دهد.
۷. سیستم Wi-Fi با بهره گیری از الگوریتم های WEP و WPA و پسوردهای ۶۴ و ۱۲۸ بیتی، امنیتی به نسبت قابل قبول ارائه می دهد. حال آن که وایمکس با روش های مختلف رمز گذاری نظیر CCM و CBC و CTR امنیت شبکه را فراهم می کند.
۸. پهنای باند در سیستم وایمکس بیشتر از Wi-Fi است. به طوری که پهنای باند تا حد اکثر برابر ۵۴Mbps مییاشد. که دلیل این تفاوت در موج های این دو سرویس است. همچنین با خرید و اتصال یک Access point شخصی به خط PSL خود قادر خواهیم بود اینترنت را به صورت Wi-Fi استفاده کنیم. در حالی که خرید چنین تجهیزاتی برای وایمکس ممکن نیست.

## ساختار شبکه Wimax

تجهیزات به کار رفته در شبکه ی WiMAX را می‌توان به دو قسمت تجهیزات سمت کاربر و تجهیزات ایستگاه پایه تقسیم کرد.

۱- تجهیزات سمت کاربر : به دو قسمت تجهیزات داخلی (IDU) و تجهیزات خارجی (ODU) تقسیم می شود که توسط کابل اترنت Cat ۵ به هم متصل می‌شوند. IDU و ODU همان واحدهای دسترسی WiMAX هستند. IDU شامل مودم و دیگر قطعاتی است که وظیفه برقراری ارتباط شبکه ی بی‌سیم و مدیریت پهنای باند را بر عهده دارد. سه نوع IDU داریم که عبارتند از:

- پل داده ی پهن‌بند
- دروازه ی صدا
- دروازه ی شبکه

ODU، یک وسیله ی توان بالا و چندحاملی است، که به یک آنتن خارجی متصل می‌شود. این وسیله موجب تقویت سیگنال و توان ارسال بالا و داشتن حداقل تداخل طراحی شده است و ساختار آن به شکلی است که اختشاش کمتر بر آن تاثیر میگذارد. از مزایای آن پشتیبانی از عملیات چند کاناله، پشتیبانی از پهنای باند بالای ۱۴MHz و توانایی اتصال به واحد دسترسی داخلی و خارجی است.

CPE می‌تواند ثابت (SS) و یا متحرک (MS) باشد.

۲- تجهیزات سمت ایستگاه پایه عبارتند از :

- ایستگاه پایه ی پرتراکم: دارای یک واحد پردازنده ی شبکه، ماژول واحد پردازنده ی چندگانه، منبع توان و ماژول تغذیه توان است. تمامی قطعات آن در حین کار قابل تعویض هستند، ایستگاه پایه ی کوچک، که این وسیله یک سرویس پهن‌بند مؤثر و ارزان قیمت را در مناطق روستایی کم‌تراکم ارائه می‌کند. شامل یک ماژول مستقل است که با واحد رادیویی خارجی شبیه خودارتباط برقرار می‌کند و از طریق منبع AC و DC تغذیه می‌شود.
- واحد پردازش شبکه: که قلب ایستگاه پایه است و به عنوان واحد پردازنده ی مرکزی، تجهیزات ایستگاه پایه و تمام مشترکانی که به آن متصل‌اند را مدیریت می‌کند.
- کنترل کننده ی نقطه ی دسترسی WiMAX: از وظایف آن، اعتبار دادن به داده، بین قطعات و کاربران، با سرویس دهنده اصلی،

توابع امنیتی برای کلیدهای اعتباری، کنترل‌کننده‌های صفحه‌بندی، نقطه‌ی تصمیم‌گیری سیاست‌های کیفیت سرویس، کنترل ورودی چرخشی با انتقال ایستگاه، کنترل دسترسی و نقطه‌ی تصمیم‌گیری انتقال ایستگاه است.

## مدلهای عملیاتی wimax

۱. توپولوژی PTP: یک توپولوژی point to point از یک مسافت طولانی و یک پیوند wireless با ظرفیتی بالا بین دو سایت بوجود می‌آید. معمولاً، سایت مرکزی میزبان (BS Base Station) و سایت راه دور میزبان (Subscriber Station) SS است. BS ارتباطات و پارامترهای امنیتی را برای ایجاد پیوند با SS کنترل می‌کند. توپولوژی PTP برای سرویس‌های backhaul بی‌سیم با پهنای باند بالا در یک محدوده‌ی وسیع عملیاتی (در حدود ۴۸ کیلومتر) به صورت پخش سیگنال LOS (Line Of Site) یا NLOS (None Line Of Site) استفاده می‌شود.

۲. توپولوژی PMP: یک توپولوژی یک نقطه به چند نقطه از یک BS مرکزی که چندین SS را حمایت می‌کند، بوجود آمده و امکان دسترسی به شبکه را از یک مکان به چند مکان دیگر فراهم می‌کند. این توپولوژی معمولاً برای موارد زیر استفاده می‌شود:

- دسترسی پهن‌بند فواصل دور
- اتصال خصوصی برای دفاتر راه دور که از اهمیت خاصی برخوردار است
- سرویس‌های backhaul (خطی با پهنای باند بالا بین BS و SS) بی‌سیم با محدوده‌ی عملیاتی وسیع برای چندین سایت
- شبکه‌ی PMP با استفاده از انتقال LOS و NLOS کار می‌کند. هر BS در PMP یک محدوده‌ی عملیاتی در حدود ۸ کیلومتر دارد.

۳. توپولوژی Multi Hop Relay: این توپولوژی توسط IEEE ۸۰۲.۱۶j-۲۰۰۹ تعریف شده است. هدف آن توسعه‌ی محدوده‌ی تحت پوشش BS با اجازه دادن به SS‌ها برای بازپخش ترافیک به عنوان RS (Relay Station) است. داده‌های بازپخش شده توسط RS‌های مجاور به یک SS در خارج از محدوده‌ی BS فرستاده می‌شوند. یک RS فقط می‌تواند ترافیک را به سمت RS/SS‌هایی هدایت کند که در منطقه‌ی امنیتی RS قرار دارند. یک SZ (Security Zone)، مجموعه‌ای از ارتباطات مطمئن بین یک BS و گروهی از RS‌ها است. داده‌هایی که در خارج از محدوده‌ی تحت پوشش جریان پیدا می‌کنند، روی چندین RS بازپخش می‌شوند و ناحیه‌ی تحت پوشش جغرافیایی کلی شبکه افزایش پیدا می‌کند. این توپولوژی معمولاً از پخش سیگنال NLOS استفاده می‌کند. به این دلیل که هدف، پوشش محدوده‌ی جغرافیایی بزرگی که شامل چندین مانع RF است، می‌باشد. با این حال این توپولوژی می‌تواند به خوبی از پخش سیگنال LOS نیز استفاده کند. بیش‌ترین محدوده‌ی عملیاتی برای هر گره، تقریباً ۸ کیلومتر است.

۴. توپولوژی Mobile: یک توپولوژی Mobile مشابه یک شبکه سلولی است. زیرا چندین BS جهت تأمین ارتباطات یکپارچه برای BS و MS‌ها (Mobile Station) روی یک شبکه‌ی توزیع شده با هم کار می‌کنند. این توپولوژی نواحی تحت پوشش BS‌ها را به هم پیوند می‌دهد و در بردارنده اقداماتی برای سهولت عبور یک MS بین نواحی تحت پوشش BS‌ها می‌باشد. این توپولوژی از تکنولوژی سیگنالینگ RF پیشرفته که برای عملکرد Mobile ضروری است، استفاده می‌کند. هر محدوده‌ی تحت پوشش BS تقریباً ۸ کیلومتر است. WiMAX متحرک (Mobile) با استفاده از پخش سیگنال NLOS روی محدوده‌ی فرکانسی ۲ تا ۶ گیگاهرتز کار می‌کند.

۵. طیف (spectrum): قادر است روی هر دو طیف بامجوز و بدون مجوز مستقر شود.

۶. توپولوژی RAN: این توپولوژی از دسترسی به شبکه‌های مختلف رادیویی پشتیبانی میکند.

۷. اتصال به IP: ترکیبی از IPv4 و IPv6 است که شبکه‌ی اتصالات را در سرورهای مشتریان و برنامه‌های کاربردی پشتیبانی می‌کند.

## لايه فيزيكي wimax

پایین‌ترین لایه‌ی WiMAX لایه‌ی فیزیکی یا PHY است در این لایه از مدولاسیونهای اثبات شده‌ی TDD یا OFDM، FDD، QPSK، QAM استفاده شده است تا سیگنالها با قابلیت اطمینان ۹۹/۹۹٪ به دورترین نقاط و با بالاترین توان عملیاتی فرستاده شوند با توجه به نام این لایه، هدف، انتقال فیزیکی داده‌ها است. این لایه بر اساس تقسیم چند گانه‌ی متعامد فرکانس (OFDM) است OFDM طرحی از انتقال اطلاعات با سرعت بالا، ویدیو، ارتباطات چند رسانه‌ای که علاوه بر WiMAX توسط انواع سیستمهای تجاری Broad band نظیر Wi-Fi، DSL، و رسانه FLO مورد استفاده قرار می‌گیرد و طرحیست ظریف و کارآمد برای نرخ انتقال بالای داده در محیطهای چند مسیره و یا مسدود شده‌ی رادیویی.

## محدوده‌ی فرکانسی مورد استفاده توسط WIMAX

۱. فرکانس با مجوز در محدوده ۱۰ تا ۶۶ گیگاهرتز: به دلیل طول موج کوتاه در این فرکانس، عملیات در محیطهای LOS انجام می شود. حداکثر سرعت در این باند فرکانسی ۲۰Mbps است. در این محدوده فرکانسی، از مدولاسیون تک حامل (Single Carreir) SC استفاده میشود.

۲. فرکانس با مجوز و بدون مجوز در محدوده ۱ تا ۱۱ گیگاهرتز: در این باند، دو نوع فرکانس بدون مجوز و با مجوز وجود دارد. فرکانس های ۲.۵GHZ و ۳.۵GHZ دارای مجوز و فرکانس ۵.۸GHZ بدون مجوز هستند. به دلیل طول موج بیشتر این محدوده فرکانسی، می توان در محیطهای NLOS نیز عمل کرد. در واقع بیش تر قابلیت های مفید لایه فیزیکی IEEE 802.16 در این محدوده فرکانسی وجود دارد. عملیات در فرکانس بدون مجوز مستلزم تحمل تداخل های زیاد می باشد.

۳. مدولاسیون های SC, OFDM و OFDMA: با توجه به نام مدولاسیون تک حامل، این مدولاسیون تنها از یک سیگنال حامل برای ارسال سیگنال های مدیریتی و یا داده ها بهره میبرد. مدولاسیون OFDM نوع تغییر یافته ی FDM است همان طور که در شکل مشاهده می کنید، در مدولاسیون FDM سیگنال های حامل با یک فاصله فرکانسی مطمئن بصورت موازی ارسال می شوند. اما در مدولاسیون OFDM سیگنال های حامل به قدری به هم نزدیک شده اند که واقعاً با هم تداخل دارند. اما عملاً این تداخل به وسیله تعامد برطرف شده است. به این معنی که سیگنال های متداخل به لحاظ ریاضی بر هم عمود هستند. علت این فشردگی این است که از حداقل محدود ه ی فرکانسی ممکن استفاده شود. OFDM از ۲۵۶ سیگنال حامل استفاده می کند. از ۱۹۲ سیگنال برای داده، ۸ سیگنال به عنوان سیگنال های کنترلی و ۵۶ حامل باقی مانده خالی و برای حفاظت از باند فرکانسی استفاده می شود.

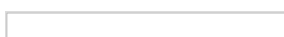


شکل ۱: مدولاسیون FDM با ۵ سیگنال حامل موازی



شکل ۲: استفاده از زیر حامل ها به صورت فشرده و متعامد در OFDM

مدولاسیون OFDMA از روش مدولاسیون OFDM استفاده می کند اما در آن میتوان سیگنال های حامل را به کاربران مختلف نسبت داد. در OFDMA از ۴۰۹۶ سیگنال حامل استفاده می شود. در شکل ۳ مشاهده میکنید که باند فرکانسی OFDMA به NE زیر حامل تقسیم شده است که توسط pilot ها از هم جدا شده اند.



شکل ۳: باند فرکانسی OFDMA و OFDM

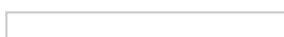
داده های مربوط به کاربران مختلف در این زیر حامل ها پخش شده است (زیر کانال ها). به عملی که در OFDMA در مقایسه با OFDM انجام میشود، Sub-channelization گفته شده که در UL انجام می شود.

۴. مدولاسیون سازگار (BPSK، QPSK، QAM): مدولاسیون های تعیین شده در (DL (Up Down Link عبارتند از: QAM-۱۶، QPSK، BPSK و QAM-۶۴ که بسته به سرعت ارسال سیگنالها و همچنین فاصله ی SS از BS از این سه استفاده میشود. در شکل ۴ مبنای انتخاب هر یک از این مدولاسیونها را مشاهده می کنید. در نزدیکی های (Signal to Noise Ratio) BS، SNR بالاست بنابراین از مدولاسیون های سطح بالاتر مثل QAM-۱۶ استفاده می شود تا بازده زیاد شود. ولی وقتی SS در در مرز سلول واقع شده است، از مدولاسیون های سطح پایین تر استفاده می شود تا کیفیت و ثبات اتصال حفظ شود.



شکل ۴- مدولاسیون استفاده شده به تناسب فاصله از BS

از آنجا که لایه فیزیکی وایمکس کاملاً انعطاف پذیر است، عملکرد سرعت داده ها، بر اساس پارامترهای عملیاتی متفاوت است. پارامترهایی که تأثیر بسزایی در سرعت داده ها در لایه فیزیکی، پهنای باند کانال و مدولاسیون و طرحهای کدگذاری شده دارند. در جدول زیر نرخ داده ها ی لایه فیزیکی در پهنای باند کانال های مختلف، و همچنین طرح های مدولاسیون و کدگذاری شده ارائه شده است:



## بررسی لایه MAC در wimax

لایه MAC، از سه زیر لایه، همگام، حء مشترک و امنیت تشکیل شده است که وظایف لایه MAC، بر این سه زیر لایه تقسیم شده

است.

MAC دارای ویژگی‌های مختلف، مناسب برای طیف گسترده‌ای از برنامه‌های کاربردی در میزان مختلفی از تغییرات، است:

۱. پخش و پشتیبانی چندپخش.
۱. قابلیت اداره دستورات اولیه.
۲. سرعت بالای تحویل و توانایی تغییر در اطلاعات اولیه.
۳. سه سطح مدیریتی: ۱- عملیات عادی ۲- غیرفعال ۳- بی اهمیت.
۴. سرکوب سربرگ (header)، بسته بندی و قطعه بندی و استفاده موثر از طیف.
۵. مدیریت حفظ حریم خصوصی کلیدها (PKM) برای امنیت لایه MAC. نسخه ۲ PKM شامل پشتیبانی برای EAP است

کاربرانی که از شبکه ی Wimax استفاده می کنند، بر روی یک پروتکل انتقال توافق کرده اند. این پروتکل، مباحثه بین کاربران را کنترل می کند و سرویس را متناسب با تأخیر و نیازمندیهای پهنای باند هر یک از برنامه های کاربر تحویل می دهد. این کار از طریق چهار نوع متفاوت از مکانیزم های زمان بندی UL انجام می شود. این مکانیزم ها با استفاده از اهدای پهنای باند درخواست نشده، سرکشی و رویه های مباحثه پیاده سازی می شود. لایه ی MAC در Wimax برای انواع مختلف برنامه هایی که ممکن است در شبکه های Wimax عمل کنند، QOS های متفاوتی را فراهم میکند. MAC چهار نوع مختلف از کلاسهای سرویس (مکانیزم های زمانبندی UL) را به همین منظور مشخص میکند:

- سرویس امتیاز درخواست نشده (UGS) از سرویس نرخ بیت ثابت پشتیبانی می کند. مثل تقلید T1/E1 و VOIP بدون حذف سکوت.
- سرویسهای سرکشی بلادرنگ (rtPS): از سرویس های بلادرنگ پشتیبانی می کند که اندازه های مختلف بسته های داده را تولید می کند، مثل ویدئوی MPEG یا VOIP با حذف سکوت.
- سرویس های سرکشی غیر بلادرنگ (nrtPS): از سرویس های غیر بلادرنگ پشتیبانی می کند.
- سرویسهای BS: این سرویس ها عموماً توسط اینترنت برای موبایل سواری در وب فراهم شده اند.

این ویژگی ها همراه با ۸۰۲.۱۶ OFDMA برای داده های با سرعت بالا و IP های سلسله مراتبی و یا هم زمان از برنامه های کاربردی چند رسانه ای مناسب است.

پشتیبانی از QOS بخشی اساسی از طراحی لایه MAC وایمکس است. وایمکس برخی از ایده های اولیه طراحی QOS را از استاندارد مودم کابلی DOCSIS به امانت میگیرد.)

با وجود لایه های کم استاندارد در WIMAX، این استاندارد از جهات زیادی از تکنولوژی های قبل از خود بهتر است. بسیاری از تمهیدات امنیتی که در استانداردهای پیش از آن لحاظ نشده بود در این استاندارد در نظر گرفته شده است. همچنین این استاندارد از مدولاسیو نهایی آزمون شده و کارآمد در لایه ی فیزیکی استفاده می کند که باعث برتری آن نسبت به سایر تکنولوژی های قبل از آن شده است.

## توابع امنیتی WIMAX

با درک موانع موجود در می یابیم که مسئله امنیت در پذیرش گسترده و جهانی خدمات بی سیم باند پهن بسیار حائز اهمیت است. IEEE و Wimax Forum در تلاشند تا محیطی بسیار امن و قابل اطمینان بوجود آورند. استانداردهای امنیتی Wimax شامل روشهایی برای اطمینان از داده های خصوصی کاربر و جلوگیری از دسترسهای غیر مجاز با بهینه سازی پروتکل های الحاقی برای mobility است. حفظ امنیت توسط زیر لایه خصوصی در MAC وایمکس صورت میگیرد، جنبه های کلیدی امنیت Wimax عبارتند از:

۱. پشتیبانی برای حفظ حریم خصوصی: اطلاعات کاربر با استفاده از طرحهای رمزنگاری نیرومند اثبات شده در زمینه فراهم آوردن یک محیط خصوصی، رمزنگاری میشوند. دو استاندارد AES (استاندارد رمزگذاری پیشرفته) و 3DES (استاندارد سه گانه رمزگذاری داده ها) این عملیات را پشتیبانی می کنند.
۲. دستگاه / تأیید هویت کاربر: Wimax راهکارهایی انعطاف پذیر برای ایستگاههای احراز هویت مشترک و جلوگیری از استفاده ی غیر مجاز کاربران فراهم می کند. چارچوب احراز هویت براساس گروه ضربت مهندسی اینترنت EAP (IETF)، است که از انواع اعتبارات، از جمله: نام کاربری، رمز عبور، گواهی دیجیتال، و کارت های هوشمند پشتیبانی می کند. دستگاههای ترمنال Wimax

براساس گواهی نامه دیجیتالی X.509 که شامل کلید های عمومی و MAC Address است ساخته شده اند. اپراتورهای Wimax میتوانند از این گواهی برای احراز هویت دستگاهها با بهره گیری از نام کاربری / رمز عبور و یا کارت هوشمند تأیید هویت استفاده کنند.

۳. پروتکل مدیریت - کلید انعطاف پذیر: نسخه دوم پروتکل مدیریت کلید و حفظ حریم خصوصی (PKMv2)، برای انتقال ایمن مواد اصلی رمز از ایستگاه اصلی به ایستگاه موبایل مورد استفاده قرار میگیرد.

۴. محافظت از پیام های کنترل: برای محافظت پیامها از استانداردهای AES مبتنی بر CMAC و یا MD5 مبتنی بر HMAC استفاده میشود.

- و...

## مزایای عمده Wimax

- سازندگان تجهیزات: نوآوری با سرعت بیشتر به دلیل وجود یک استاندارد پایه، یک پلت فرم پایدار مبتنی بر این استانداردها که با سرعت بالایی قابلیت های جدید را اضافه می کند. دیگر نیازی به توسعه هر قطعه بوسیله راه حل (end-to-end) نیست.

۱. اپراتورها: یک پلت فرم مشترک که همواره هزینه تجهیزات و شتاب افزایش قیمت را پائین می آورد و بهبود عملکردهای غیر قابل حصول را با روشی خاص ممکن می سازد.

- درآمد زایی با پر کردن شکاف دسترسی به اینترنت پر سرعت.
- سرعت ارائه سطح T1/E1 "بهنگام درخواست" و ارتقاء خدمات حاشیه ای پهنای باند.
- کاهش خطرات ناشی از دلار با استقرار تجهیزات با هزینه کمتر با توجه به مقیاس اقتصادی.

### ۲. مصرف کنندگان:

- فرصتهای بیشتر برای دسترسی به پهنای باند به ویژه در مناطقی که یک نارسایی وجود دارد: همچون مراکز شهری در سراسر جهان که دسترسی به ساختمان در آن دشوار است و در مناطق حومه که مشترکان از دفاتر مرکزی بسیار دور هستند و همچنین در مناطق روستایی و کم جمعیت که زیر ساخت ضعیفی دارند.
- ایجاد رقابت برای دسترسی به پهنای باند بالا با حداقل پرداخت حق اشتراک ماهیانه.

گردآوری: مریم رضانی

منبع: جزیره شبکه و زیرساخت وب سایت توسینسو

هرگونه نشر و کپی برداری بدون ذکر منبع دارای اشکال اخلاقی می باشد

حامد اعظمی

مقاله ی خوبی بود . ممنون.

یک سوال :

فرض کنید یک شبکه Point to Point داریم : حال فرق بین وایمکس با شبکه WLAN که از آنتن Parabolic Dish استفاده میشود چیست؟ چون زمانی فاصله زیاد است میتوان از دیش استفاده کرد.

حامد اعظمی

برای راه اندازی یک شبکه wimax از کجا باید شروع کرد؟

مطلب اصلی