مهندسی اینترنت

فصل : دوم

لایه‌ی رابط شبکه در اینترنت

تالیف وگرد آوری : دکتر عباسعلی رضائی

[عضو هیئت علمی دانشگاه پیام نور]

پست الکترونیکی : A_rezaee@pnu.ac.ir

www.khate-aval.com

- **مقدمه**

در شبکه‌ی TCP/IP وظایف لایه‌ی ۱ و ۲ در مدل مرجع OSI، توسط لایه‌ی رابط شبکه انجام می‌شود. برای انعطاف‌پذیری بهتر در شبکه‌ی Internet که مجموعه‌ای از گره‌های غیر همگن و نامشابه را به هم متصل کرده است، این لایه، باز و انعطاف‌پذیر تعریف شده است.

روش‌های تخصیص کانال در شبکه‌های شهری و محلی

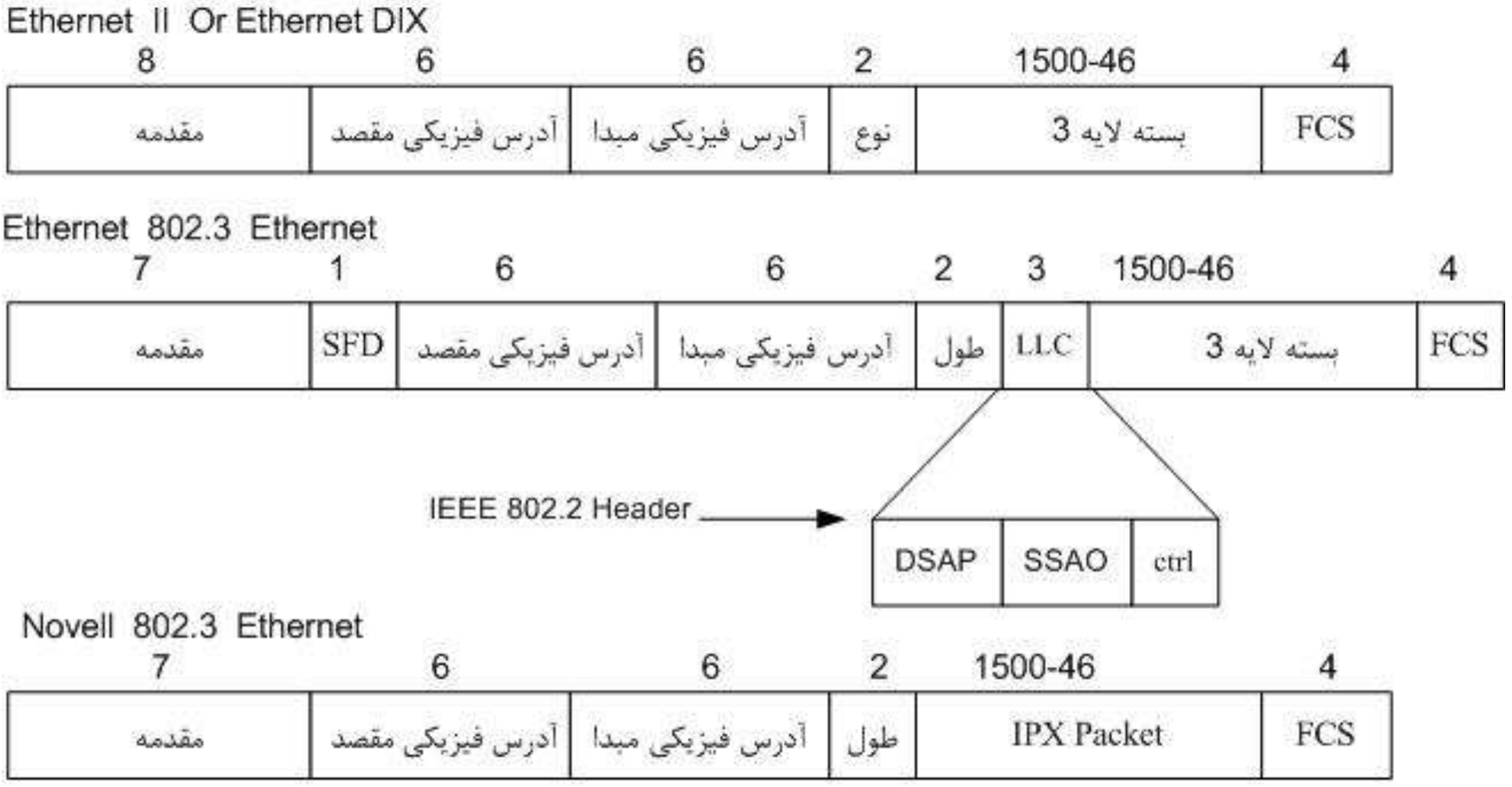
روش ایستا

(استفاده از تسهیم‌سازی فرکانسی(FDM

روش پویا

استفاده از روش پویای CSMA/CD

- **اترنت و شبکه‌های محلی IEEE 802.3**



SFD : Start of Frame Delimiter
FCS : Frame Check Sequence

- **اترنت و شبکه‌های محلی IEEE 802.3**

❖ فیلد مقدمه: این فیلد ۷ یا ۸ بایتی است و حاوی الگوی بیتی ۱۰۱۰۱۰۱۰ است که برای همزمانی استفاده می‌شود و به گیرنده می‌گوید که یک قاب در حال آمدن است.

❖ فیلد فاصل شروع قاب (SFD): این فیلد حاوی ۱۰۱۰۱۰۱۱ است و برای همزمانی قسمت‌های دریافت قاب همه ایستگاهها در شبکه محلی بکار می‌رود.

❖ فیلد آدرس فیزیکی مبدأ و مقصد: در این فیلدهای ۶ بایتی، ۳ بایت اول شماره کارخانه سازنده و ۳ بایت دوم شماره سریال کارت شبکه می‌باشد. آدرس مبدأ همیشه از نوع یک پخشی است. آدرس گیرنده می‌تواند، تک پخشی، چند پخشی (گروهی) یا پخشی (همه گره‌ها) باشد.

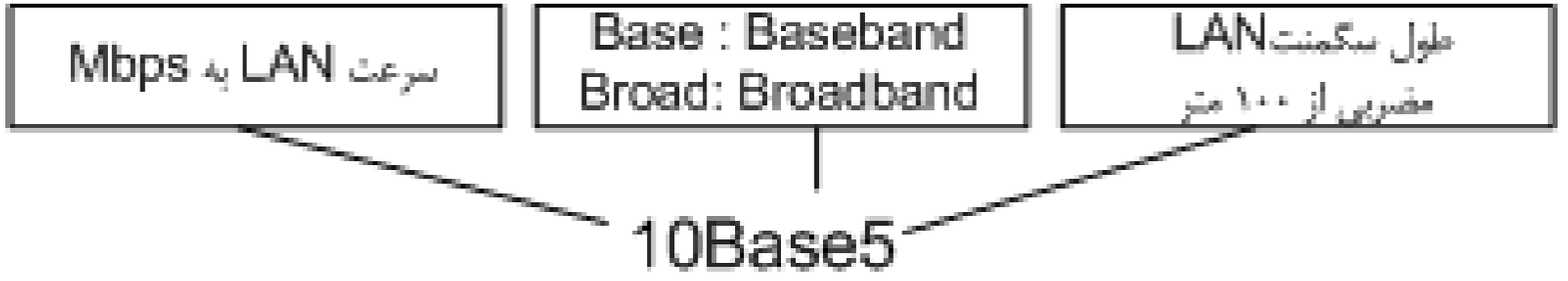
❖ فیلد نوع (اترنت II): نوع قرارداد دریافت کننده لایه بالاتر را مشخص می‌کند.

❖ فیلد طول (اترنت 802.3): تعداد بایت‌های داده موجود بعد از این فیلد را نشان می‌دهد.

❖ فیلد داده (اترنت): بعد از اتمام کار لایه فیزیکی این داده موجود در قاب به قرارداد لایه بالاتر تحویل داده می‌شود. اگر چه اترنت ۲ هیچ گونه اضافاتی (در IEEE 802.3 اگر اندازه داده کم باشد تا مرز حداقل اندازه قاب یعنی ۶۴ بایت، بایت‌های اضافی درج می‌شود) تعریف نمی‌کند اما اترنت حداقل اندازه فیلد داده را ۴۶ بایت در نظر می‌گیرد.

❖ فیلد جمع کنترلی: این فیلد ۴ بایتی حاوی یک مقدار CRC است که توسط فرستنده تولید شده و گیرنده با محاسبه مجدد آن قاب‌های خراب را تشخیص می‌دهد.

- **اتصال‌های فیزیکی**



مشخصات کابل‌های استاندارد

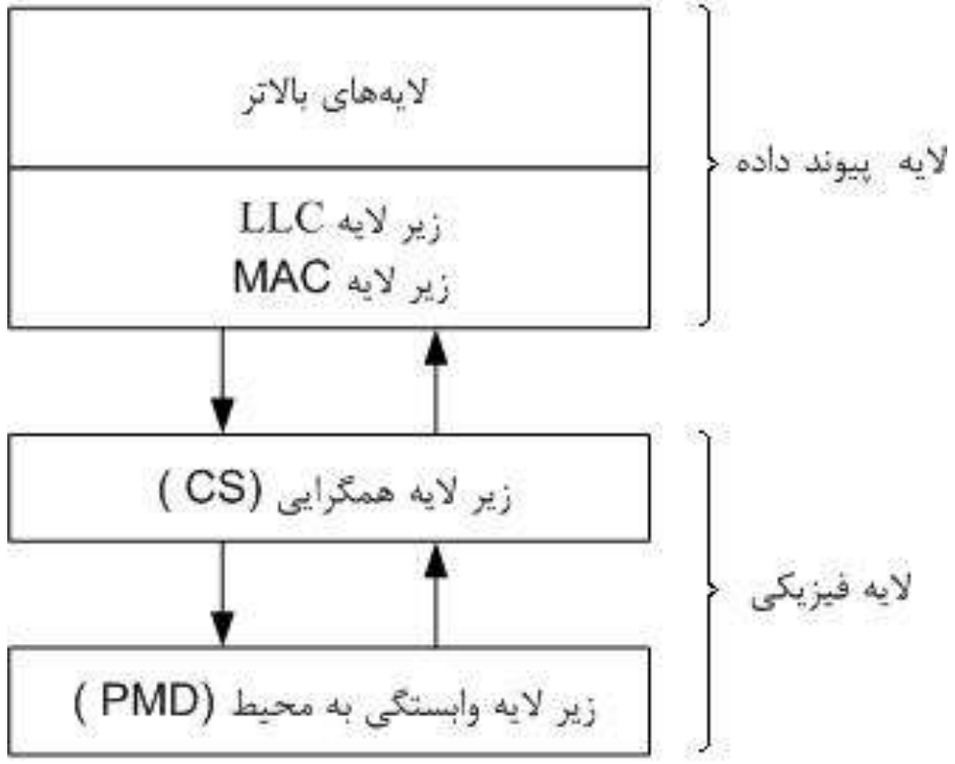
Characteristic	Ethernet Value	IEEE 802.3 Values				
		10Base5	10Base2	1Base5	10BaseT	10Broad36
Data rate (Mbps)	10	10	10	1	10	10
Signaling method	Baseband	Baseband	Baseband	Baseband	Baseband	Broadband
Maximum segment length (m)	500	500	185	250	100 Unshielded twisted-pair wire	1800
Media	50-ohm coax (thick)	50-ohm coax (thick)	50-ohm coax (thin)	Unshielded twisted-pair wire	Unshielded twisted-pair wire	75-ohm coax
Topology	Bus	Bus	Bus	Star	Star	Bus

ویژگی‌های کابل‌های Ethernet 2 و IEEE 802.3

- **اترنت سریع IEEE 802.3u**

۱. اترنت سریع 100BASE T با دست‌رسی CSMA/CD روی کابل‌های UTP و STP

۲. 100VG-AnyLAN با دست‌رسی Token Ring روی کابل UTP با چهار زوج



معماری قرارداد اترنت سریع

- **انواع رسانه‌های انتقال در اترنت سریع**

100BaseT4 → 100BaseTX → 100BaseFX

- **تکرارکننده‌های اترنت سریع**

۱. تکرارکننده‌ی کلاس I (سیگنال ورودی از پورت را به سیگنال دیجیتال تبدیل می‌کند)
۲. تکرارکننده‌ی کلاس II (تکرار سیگنال ورودی و ارسال به درگاه‌های تکرارکننده‌های دیگر)

انواع کابل	حداکثر فاصله
٤ زوج UTP از گروه ۳	۱۰۰ متر
٤ زوج UTP از گروه ۵	۱۰۰ متر
دو زوج STP	۲۰۰ متر
فیبر نوری	۲۰۰۰ متر

- **گیگابیت اترنت IEEE 802.3z**

برای کار بر روی شبکه‌های فیبر نوری در نظر گرفته شد اما برای کابل های گروه ۵ و کواکسیال نیز کارایی دارد.

ویژگی‌ها:

❖ با سرعت ۱۰۰۰ مگابیت بر ثانیه کار می‌کند.

❖ از قالب اندازه بزرگترین قاب در استاندارد 802.3 استفاده می‌کند.

❖ از روش ارسال نیمه‌دوطرفه به همراه دسترسی CSMA/CD یا دوطرفه‌ی کامل، پشتیبانی می‌کند.

❖ رسانه‌ی انتقال آن، فیبر نوری و کابل مسی است.

❖ در شبکه‌ای به مسافت ۲۰۰ متر می تواند مشکل تصادم را برطرف کند.

- **لایه فیزیکی**

در این لایه مشخصات نوع کانکتور، نوع کابل، ارسال کننده و دریافت‌کننده به صورت زیر تعریف می‌شود:

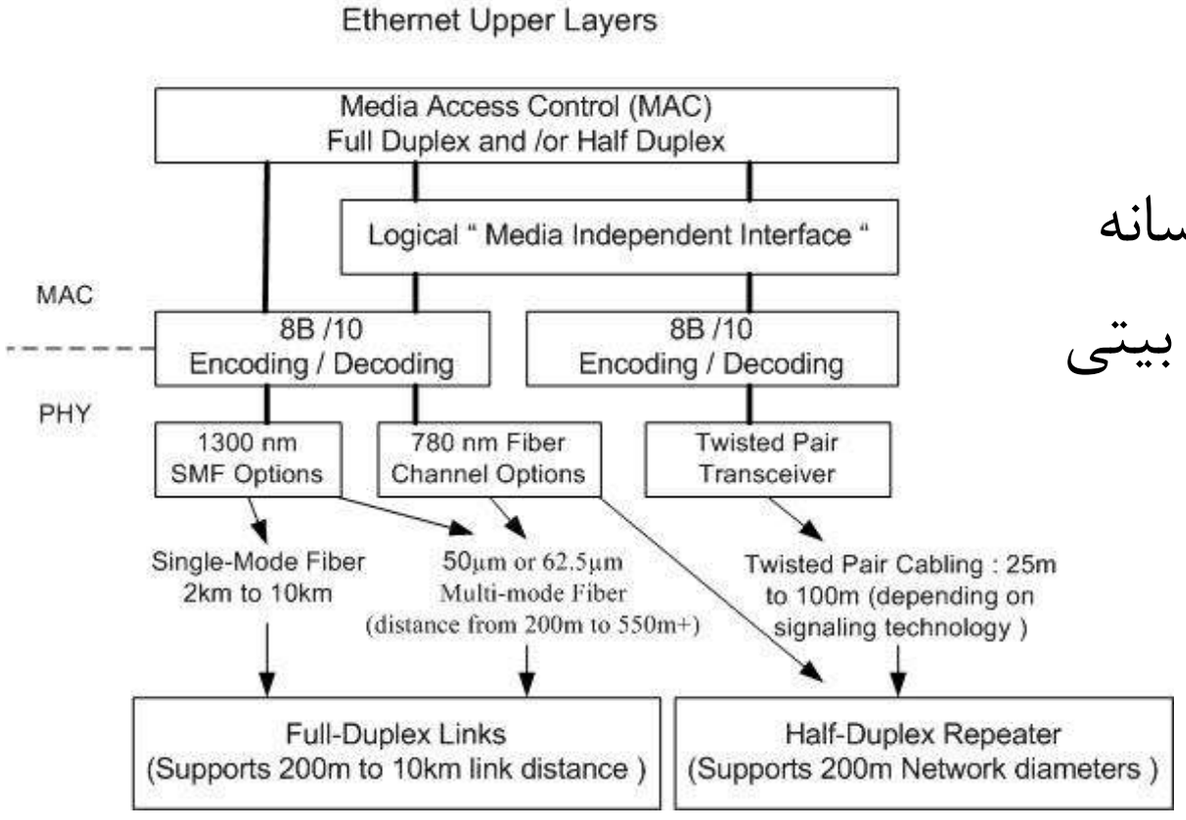
- 1000Base LX: برای امواج لیزری با طول موج بلند برابر با ۱۳۰۰ نانومتر برای فاصله‌های دور روی فیبرهای نوری تک حالته و چند حالته طراحی شد.
- 1000Base SX: از امواج لیزری با طول موج کوتاه برابر با ۸۵۰ نانومتر روی فیبر نوری چند حالته استفاده می‌کند.
- 1000Base CX: از کابل دو محوری ۱۵۰ اهمی که از دو کابل کواکسیال تشکیل شده به عنوان رسانه انتقال استفاده نموده و یک کانکتور ۹ پینی نوع Dرا پشتیبانی می‌نماید.
- 1000Base T: از چهار جفت کابل گروه ۵ UTP با کانکتور RJ45 استفاده می‌کند.

- **مبدل سری به موازی و موازی به سری**

اطلاعات را به‌صورت موازی، از لایه‌ی بالاتر پذیرفته و به سریال تبدیل می‌کند. در مقصد، این کار به‌شکل برعکس انجام می‌شود.

- **کدگذاری 8B/10B**

این روش کددهی برای ارسال اطلاعات از طریق رسانه فیبر نوری بکار می‌رود. یعنی اطلاعات از صورت ۸ بیتی به شکل ۱۰ بیتی (برای ارسال) تبدیل می‌شود.

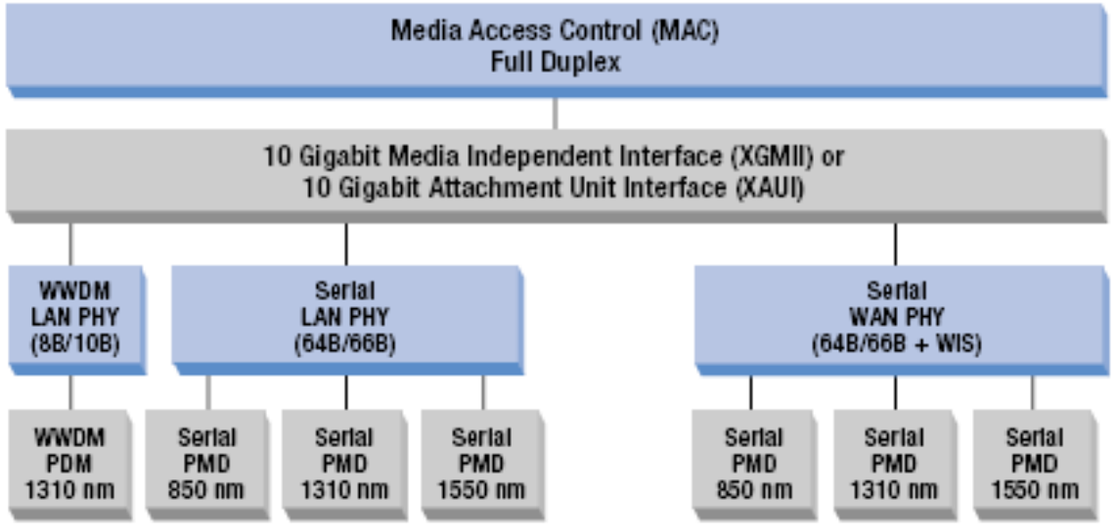


اجزای گیگابیت اترنت

• اترنت ۱۰ گیگابایت IEEE 802.3ae

ویژگی‌ها

۱. کار کردن با سرعت ۱۰گیگابیت بر ثانیه به‌صورت دوطرفه‌ی کامل
۲. استفاده از فیبر نوری به‌عنوان رسانه
۳. قابلیت استفاده در شبکه‌های محلی، شهری و گسترده
۴. سازگاری با استاندارد SONET در لایه‌ی فیزیکی
۵. کارکردن با سوئیچ‌های اترنت سریع و گیگابیت اترنت قبلی



اجزاء معماری 802.3ae (۱۰ گیگابیت)

- **سوئیچ‌های اترنت**

با استفاده از سوئیچ، چندین کاربر در یک لحظه می‌توانند به فرستادن اطلاعات بپردازند به‌طوری که سرعت یک کاربر، با دیگری تداخلی ندارد.

ویژگی‌های عمومی سوئیچ

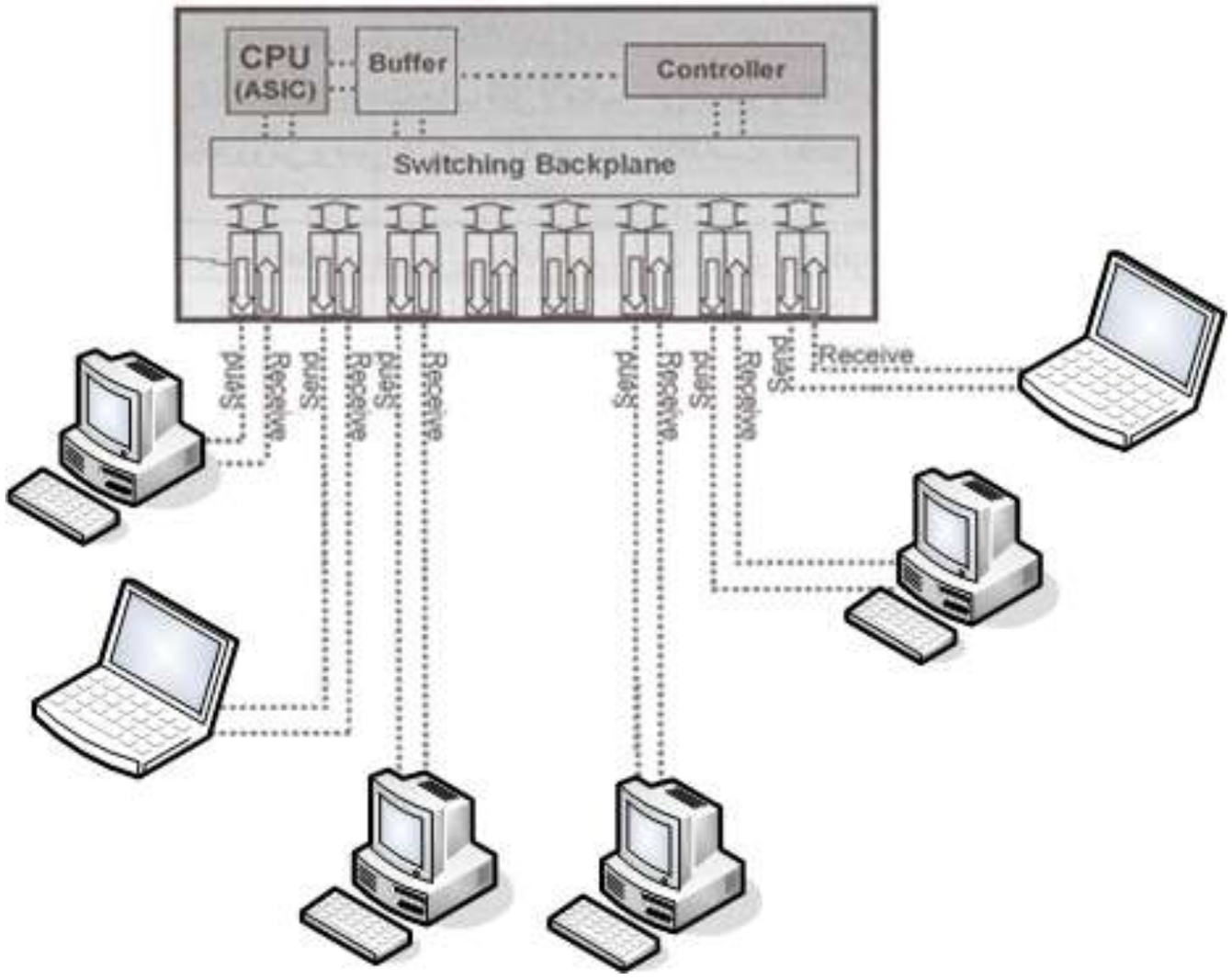
۱. هر ایستگاه، دو لینک مستقل (برای ارسال و دریافت) با سوئیچ دارد.

۲. در ورودی و خروجی هر درگاه (Port)، بافر وجود دارد.

۳. استفاده از یک جدول برای انتقال اطلاعات

۴. سوئیچ‌ها می‌توانند در دو نوع متقارن و نامتقارن باشند.

۵. کارت‌های شبکه‌ی اترنت سریع می‌توانند با سوئیچ‌ها و هاب‌ها کار کنند .



نمای کلی یک سوییچ اترنت

- **روش های مسیر یابی سوئیچ‌ها در شبکه**

۱. ذخیره و هدایت رو به جلو (Store and forward)

سوئیچ تمام قاب را در بافر مربوطه ذخیره و عملیات مربوط به بررسی خطا را با استفاده از فیلد جمع کنترلی در انتهای قاب انجام می‌دهد.

۲. میان برش (Cut Through)

بلافاصله پس از دریافت فیلد آدرس مقصد عملیات جستجوی آدرس آغاز می‌شود و پیش از دریافت کل قاب می‌توان بیت‌های اولیه را از طریق بافر خروجی سوئیچ به سمت مقصد ارسال نمود. این‌کار به سوئیچ اجازه دور انداختن قابهای خراب را نمی‌دهد.

۳. آزاد از تکه (Fragment Free)

این روش نیز مانند سوئیچینگ میان برش کار می‌کند اما سوئیچ پیش از ارسال بایت‌های اولیه به بافر خروجی منتظر دریافت ۶۴ بایت می‌شود. بر اساس مشخصات اترنت برخورد در طول ۶۴ بایت اولیه تشخیص داده می‌شود. بنابراین قابهایی که دچار برخورد شده باشند ارسال نمی‌شوند.

- **قرارداد SLIP (قرارداد اینترنتی برای خطوط سریال)**

قرارداد ساده‌ای که مدت‌ها پیش، برای قاب‌بندی ارائه شد و رشته‌ای از کاراکترهای تشکیل‌دهنده‌ی قاب را بر روی خط سریال تعریف می‌کند.

مواردی که این قرارداد پشتیبانی نمی‌کند:

۱. آدرس‌دهی
۲. تشخیص نوع بسته
۳. تشخیص و تصحیح خطا
۴. فشرده‌سازی

- **قرارداد PPP (قرارداد نقطه به نقطه)**

این قرارداد به شکل‌های همزمان و غیرهمزمان در ادامه قرارداد SLIP ارائه شد. قرارداد PPP دارای سه بخش اصلی است:

❖ روشی برای کپسوله نمودن بسته‌ها روی خطوط سریال.

❖ یک قرارداد کنترل خط برای برقراری، پیکربندی و تست ارتباط پیوند داده‌ای.

❖ قراردادهای کنترل شبکه برای برقراری و پیکربندی قراردادهای لایه شبکه مختلف. PPP اجازه می‌دهد تا از چندین قرارداد لایه شبکه به طور هم‌زمان استفاده شود.

- **کپسول‌کردن PPP**

Protocol 8/16 bits	information	padding

❖ **فیلد قرارداد:** یک یا دو بایت است و مقدار آن مشخص کننده نوع بسته موجود در فیلد اطلاعات می‌باشد.

❖ **فیلد اطلاعات:** دارای ۰ یا چند بایت بوده و حاوی بسته است. حداکثر اندازه بسته به همراه فیلد PAD حداکثر واحد دریافت (MRU)نامیده شده که مقدار پیش فرض آن ۱۵۰۰ بایت است و در فاز مذاکره مقدار آن معین می‌شود.

❖**فیلد Padding:** در موقع ارسال تا رسیدن به مقدار MRU به اطلاعات اضافه می‌شود.

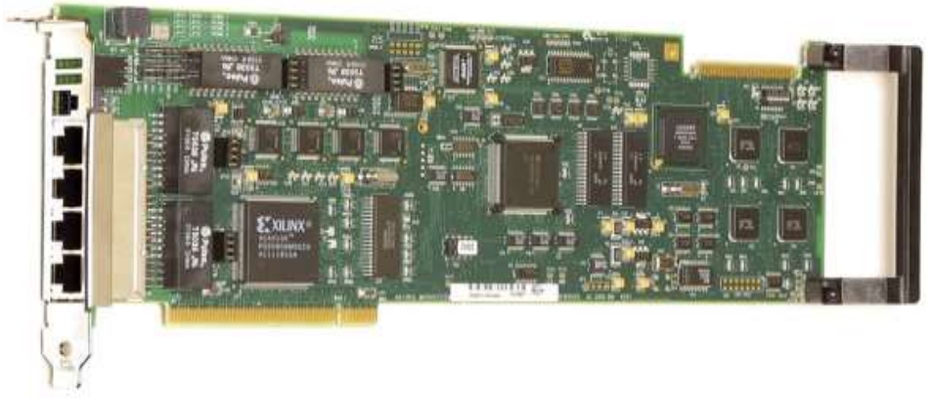
- **شبکه‌ی دیجیتال ISDN**

دو گونه ISDN:

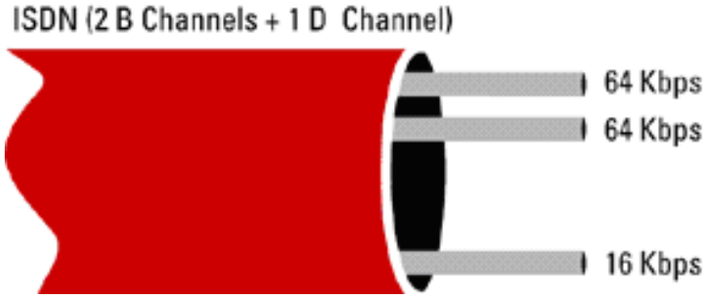
۱- ISDN-N (باند باریک): از دو نوع رابط استفاده می‌کند:

- رابط BRI
- رابط PRI

۲- ISDN-B (باند پهن)



رابط ISDN با ۴ پورت BRI (NT1) که به عنوان یک ماکس و دی ماکس کار می‌کند



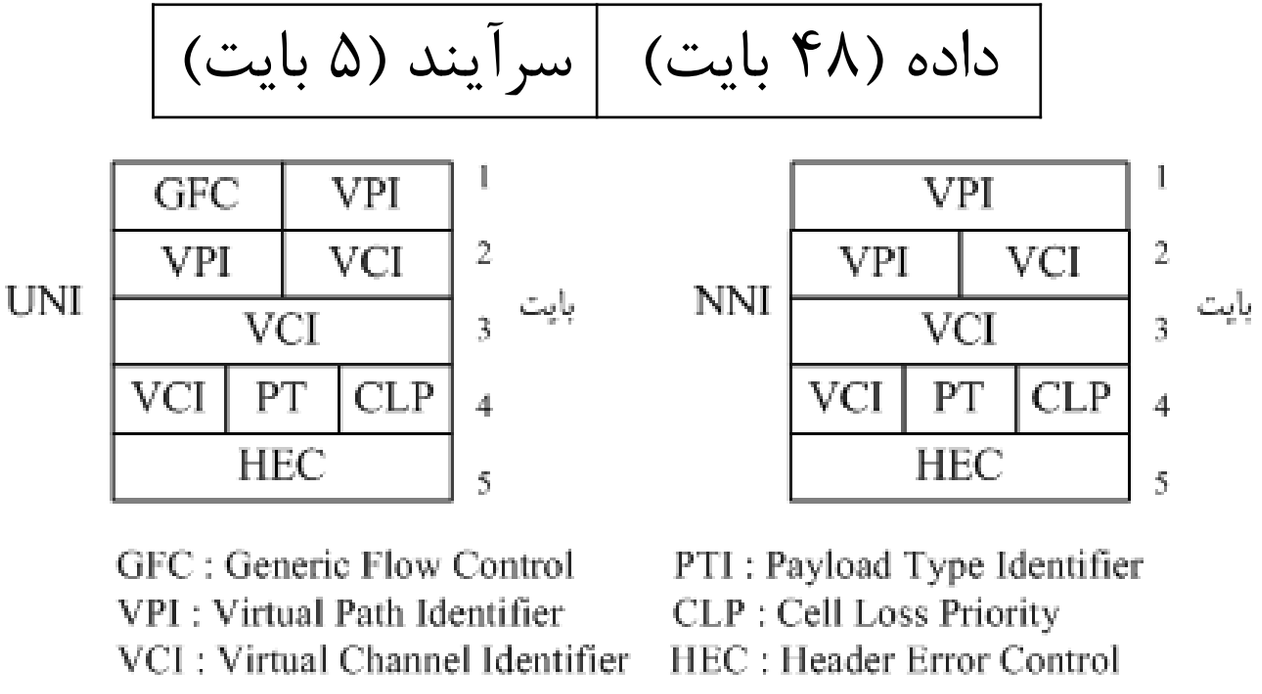
شمایی از یک رابط BRI

فن‌آوری ATM (حالت انتقال ناهمزمان)

با استفاده از این فن‌آوری، شبکه‌های گوناگون محلی، گسترده و ستون فقرات (Back Bone) و حتی کاربران، می‌توانند به یک‌دیگر متصل شوند.

Classهای ترافیکی در ATM:

- ❖ CBR: برای ارسال داده زمان واقعی با نرخ ثابت مثل ویدئوی کد نشده بکار می‌رود.
- ❖ RT-VBR: برای ارسال داده زمان واقعی با نرخ متغیر مثل ویدئو و صدای کد شده بکار می‌رود.
- ❖ NRT-VBR: برای ارسال داده غیر زمان واقعی با نرخ متغیر بکار می‌رود.
- ❖ UBR: برای ارسال داده‌هایی بکار می‌رود که تأخیر را تحمل می‌کنند.



قالب سرآیند سلول در ATM
(رابط کاربر به شبکه UNI و شبکه به شبکه NNI)

- **شبکه‌ی محلی بی‌سیم 802.11**

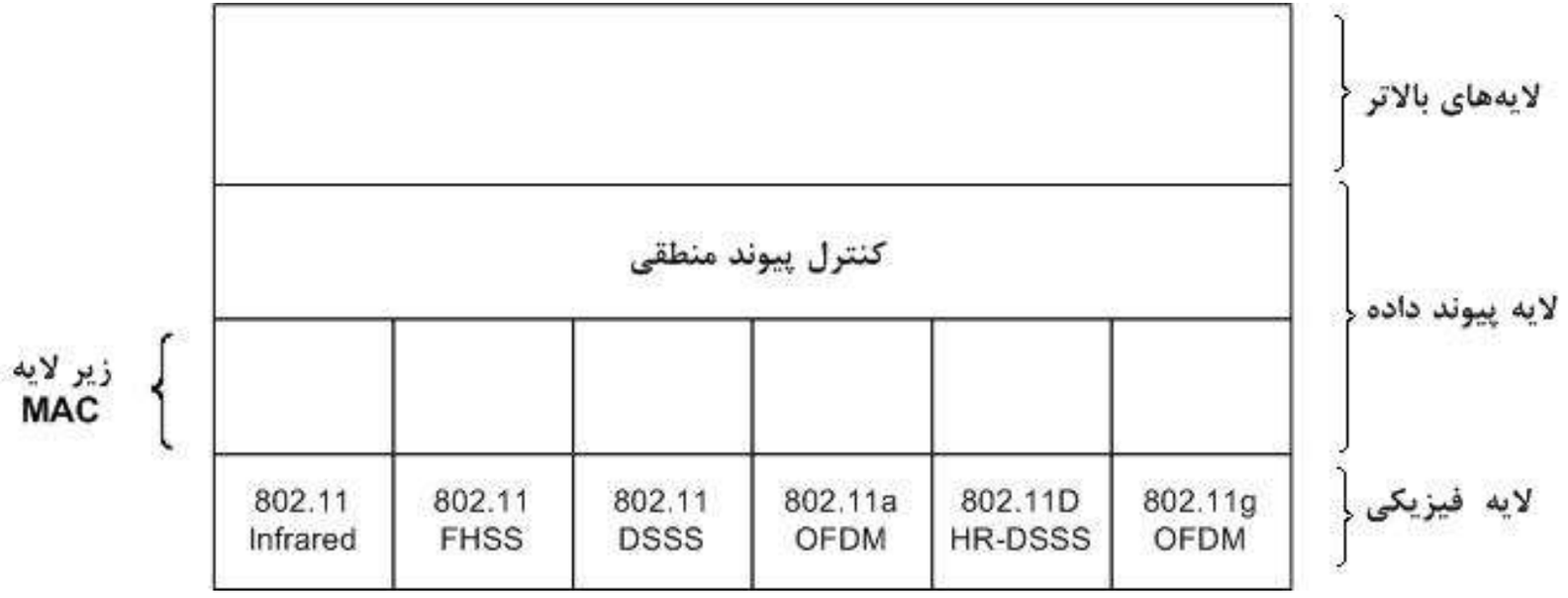
به دلیل نیاز روز افزون به استفاده از تجهیزات بی‌سیم در حوزه شبکه‌های کامپیوتری امروزه برخی از فرکانس‌ها بنام ISM آزاد اعلام شده‌اند. یعنی تجهیزاتی که در این فرکانس‌ها ساخته شوند نیاز به اخذ مجوز از هیچ سازمانی ندارند و مسئولیت مشکلات آن از قبیل تداخل فرکانسی بر عهده خود شرکت‌ها، بخش‌های خصوصی و کاربران است.

استانداردهای شبکه‌ی محلی بی‌سیم بر اساس گستره‌ی کاربرد

۱. استاندارد 802.15 (بلوتوث)
۲. استاندارد 802.11 (شبکه‌های محلی بی‌سیم)
۳. استاندارد 802.16 (شبکه‌های شهری بی‌سیم)
۴. استاندارد 802.20 (شبکه‌های گسترده‌ی بی‌سیم)

- **پشته‌ی قراردادهای ۸۰۲.۱۱**

همه‌ی قراردادهای 802 ساختار تقریباً مشابهی دارند. لایه فیزیکی پشته‌ی قرارداد 802.11 ، متناظر با لایه فیزیکی OSI است، اما لایه پیوند داده‌ها در قراردادهای 802 به دو یا چند زیر لایه تقسیم می‌شود. در 802.11زیرلایه MAC (کنترل دستیابی رسانه) چگونگی تخصیص کانال را مشخص می‌کند، یعنی نفر بعدی را برای ارسال مشخص می‌کند. در بالای آن زیر لایه کنترل پیوند منطقی قرار دارد که وظیفه‌اش پنهان نمودن انواع رسانه‌های 802 است.



- **لایه‌ی فیزیکی در 802.11**

استاندارد 802.11 در سال ۱۹۹۷، سه تکنیک انتقال را در لایه فیزیکی مشخص کرد:

۱. روش مادون قرمز (کنترل تلوزیون)

۲. روش‌های رادیوی برد کوتاه

✓ DSSS: داده‌های اصلی به اجزاء فرعی به نام چیپ تقسیم شده و روی فرکانس‌های جداگانه‌ای ارسال می‌شوند.

✓ FHSS:فرستنده روی چندین فرکانس از پیش تعیین شده سریع سوئیچ می‌نماید. به منظور عملکرد صحیح این سیستم، فرستنده و گیرنده می‌بایست کاملاً با یکدیگر همزمان شوند.

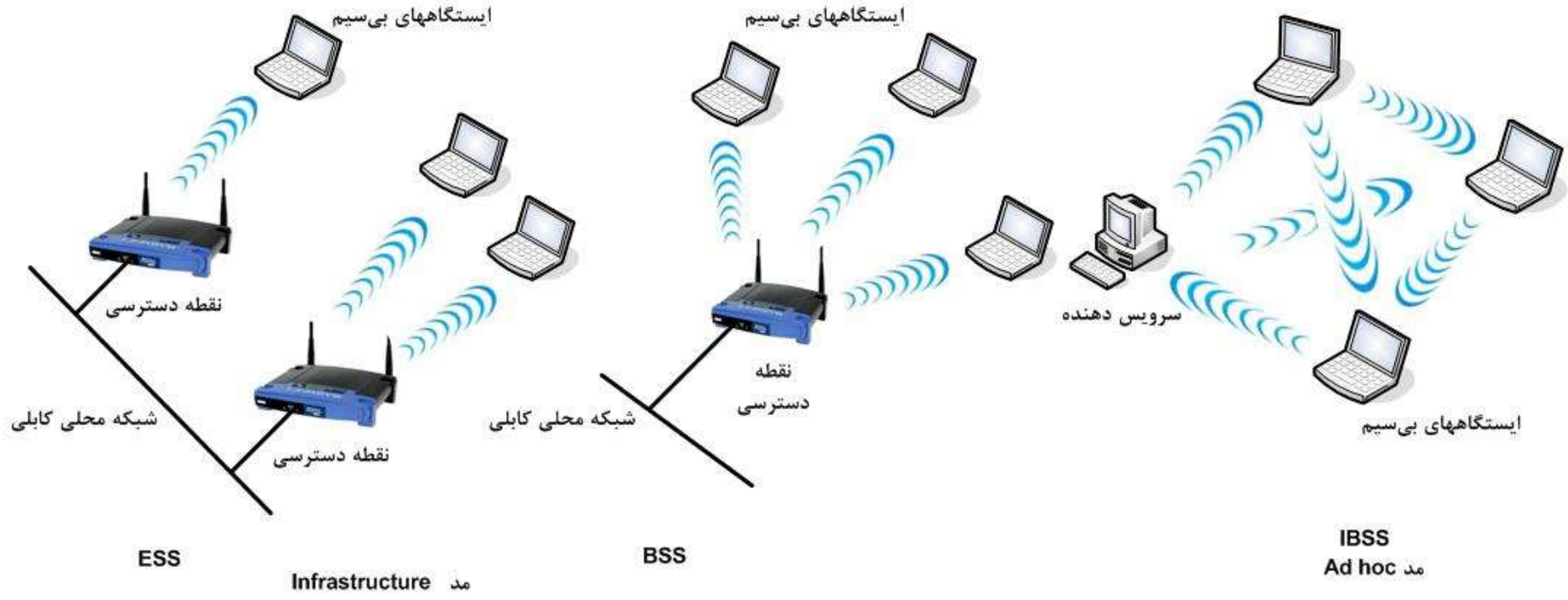
✓ OFDM: این یک روش مدولاسیون نیست، بلکه یک تکنیک تسهیم‌سازی است، که یک کانال را به چندین باند فرکانسی تقسیم می‌کند. در هر باند یک زیر حامل (Sub Carrier) مجزا برای ارسال بخشی از اطلاعات کاربر قرار داده می‌شود. هر زیر حامل با دیگری متعامد (مستقل از دیگر زیر حامل‌ها) است.

✓ HR-DSSS: برای دستیابی به سرعت ۱۱ مگابیت بر ثانیه در باند ۲.۴ گیگاهرتز از یازده میلیون chips/sec (چیپ در ثانیه) استفاده می‌کند.

- **Topologyهای به‌کارگرفته‌شده در IEEE 802.11**

۱. شبکه‌های IBSS (AD HOC)

۲. شبکه‌های ESS (AP)



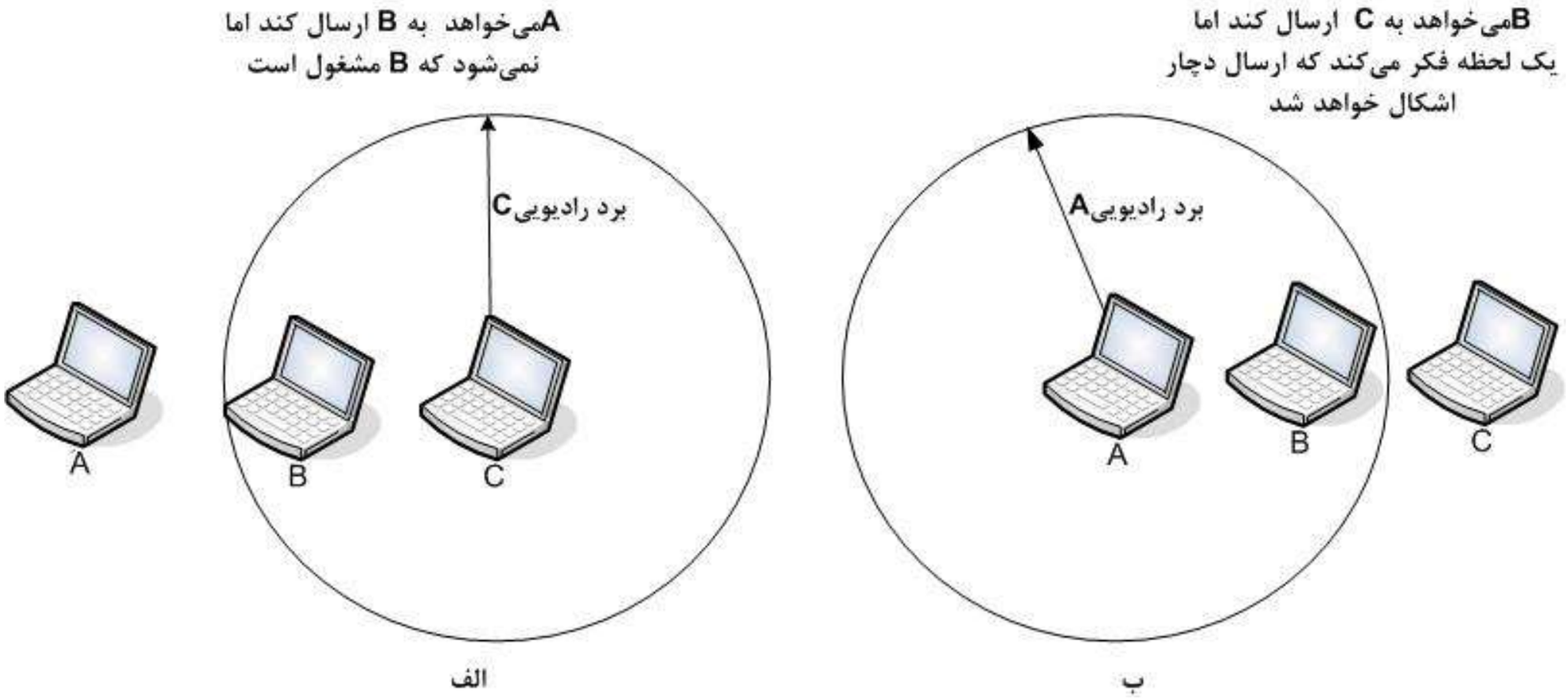
Topologyهای شبکه‌های 802.11

- **مسئله‌ی ایست‌گاه پنهان و ایست‌گاه آشکار در شبکه‌های بی‌سیم**

در بی‌سیم، مسئله‌ای به نام مسئله ایستگاه پنهان وجود دارد. چون ایستگاه‌ها در داخل برد رادیوئی یکدیگر قرار ندارند. در شکل Slide بعد، ایستگاه C در حال ارسال به ایستگاه B است، اگر A به کانال گوش کند چیزی نمی‌شنود لذا به طور غلط نتیجه می‌گیرد که می‌تواند به B ارسال کند.

عکس این مشکل نیز ممکن است پیش بیاید که مسئله ایستگاه آشکار نامیده می‌شود. همان طوری که در قسمت (ب) دیده می‌شود، B می‌خواهد به C ارسال کند و در نتیجه به کانال گوش می‌کند. از اشغال بودن کانال فکر می‌کند که نمی‌تواند به C ارسال کند در حالیکه A ممکن است به فرد دیگری در حال ارسال باشد و نه به C. علاوه بر این، اغلب رادیوها نیمه دوطرفه‌اند و معنایش این است که در یک فرکانس نمی‌توانند بطور هم‌زمان هم عمل انتقال را انجام دهند و هم به اختلال گوش دهند. به عنوان نتیجه ای از این مسایل، 802.11 برخلاف اترنت از CSMA/CD استفاده نکرد.

- **مسئله‌ی ایست‌گاه پنهان و ایست‌گاه آشکار در شبکه‌های بی‌سیم**



الف) مسئله ایستگاه پنهان ب) مسئله ایستگاه آشکار

- **قالب قاب در 802.11**

سه استاندارد قالب قاب در 802.11: داده، کنترلی و مدیریتی

802.11 MAC Header

Frame Control	Duration ID	Address 1	Address 2	Address 3	Sequence Control	Address 4	Network Data	FCS
2 Byte	2 Byte	6 Byte	6 Byte	6 Byte	2 Byte	6 Byte	0-2312 Byte	4 Byte

Protocol Version	Type	Subtype	TO DS	From DS	More Frag	Retry	Power Mgmt	More Data	WEP	Order
2 Bit	2 Bit	4 Bit	1 Bit	1 Bit	1 Bit	1 Bit	1 Bit	1 Bit	1 Bit	1 Bit

- **شبکه‌ی شهری بی‌سیم IEEE 802.16**

این فن‌آوری که امروزه WIMAX نامیده می‌شود، راه حلی استاندارد، انعطاف‌پذیر و مقرون‌به‌صرفه برای حل مشکلات شبکه‌های بی‌سیم ماقبل خود است.

لایه‌های بالاتر	زیرلایه‌ی مخصوص سرویس هم‌گرا		
لایه‌ی پیوند داده	بخش مشترک زیرلایه‌ی MAC		
	زیرلایه‌ی امنیت		
لایه‌ی فیزیکی	زیرلایه‌ی انتقال هم‌گرا		
	QAM-64	QAM-16	QPSK

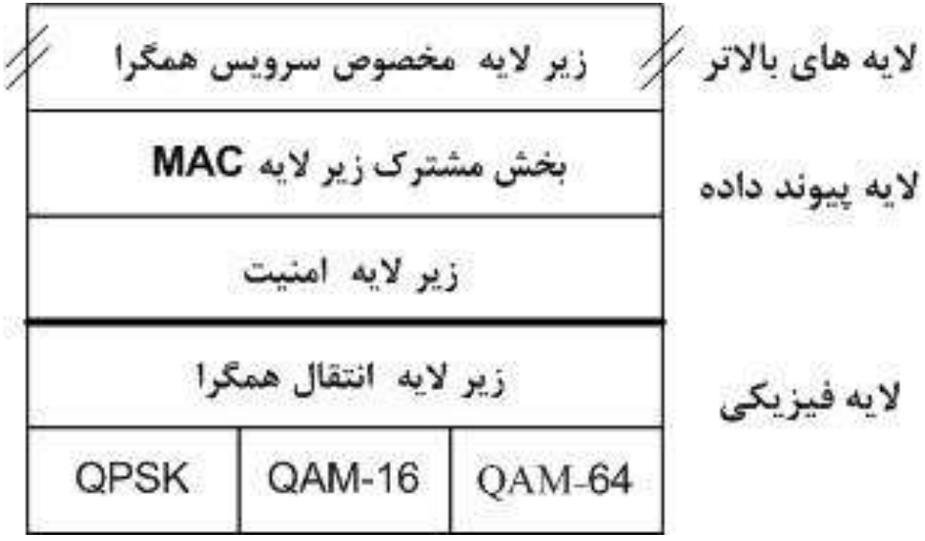
پشته‌ی قرارداد IEEE 802.16

- **سنجش استاندارد 802.11 با 802.16**

	۸۰۲,۱۱	۸۰۲,۱۶	تفاوت‌های فنی
برد سیستم	کمتر از ۱۰ کیلومتر	تا ۵۰ کیلومتر	مقاومت بیشتر در مقابل چندمسیرگی سیگنال‌ها در استاندارد ۸۰۲,۱۶
محدوده تحت پوشش	داخل یک ساختمان	محیط‌های خارجی و به صورت دید غیر مستقیم	سیگنال‌های سیستم‌های ۸۰۲,۱۶ با داشتن ضریب تقویت سراسری بالا از موانع برسر راه خود نیزعبور می‌کند
پهنای باند	۲۰ مگاهرتز	۵/۱ تا ۲۰ مگاهرتز	به دلیل انعطاف پذیری در پهنای باند از سیستم‌های مختلف چند کاناله پشتیبانی می‌کند
نرخ داده	802.16e 15Mbps 802.16d 75Mbps 802.16m-2011 100Mbps mobile 1G pbs fixed		
QoS	ندارد	برای صوت و ویدئو در سطوح مختلف	----------

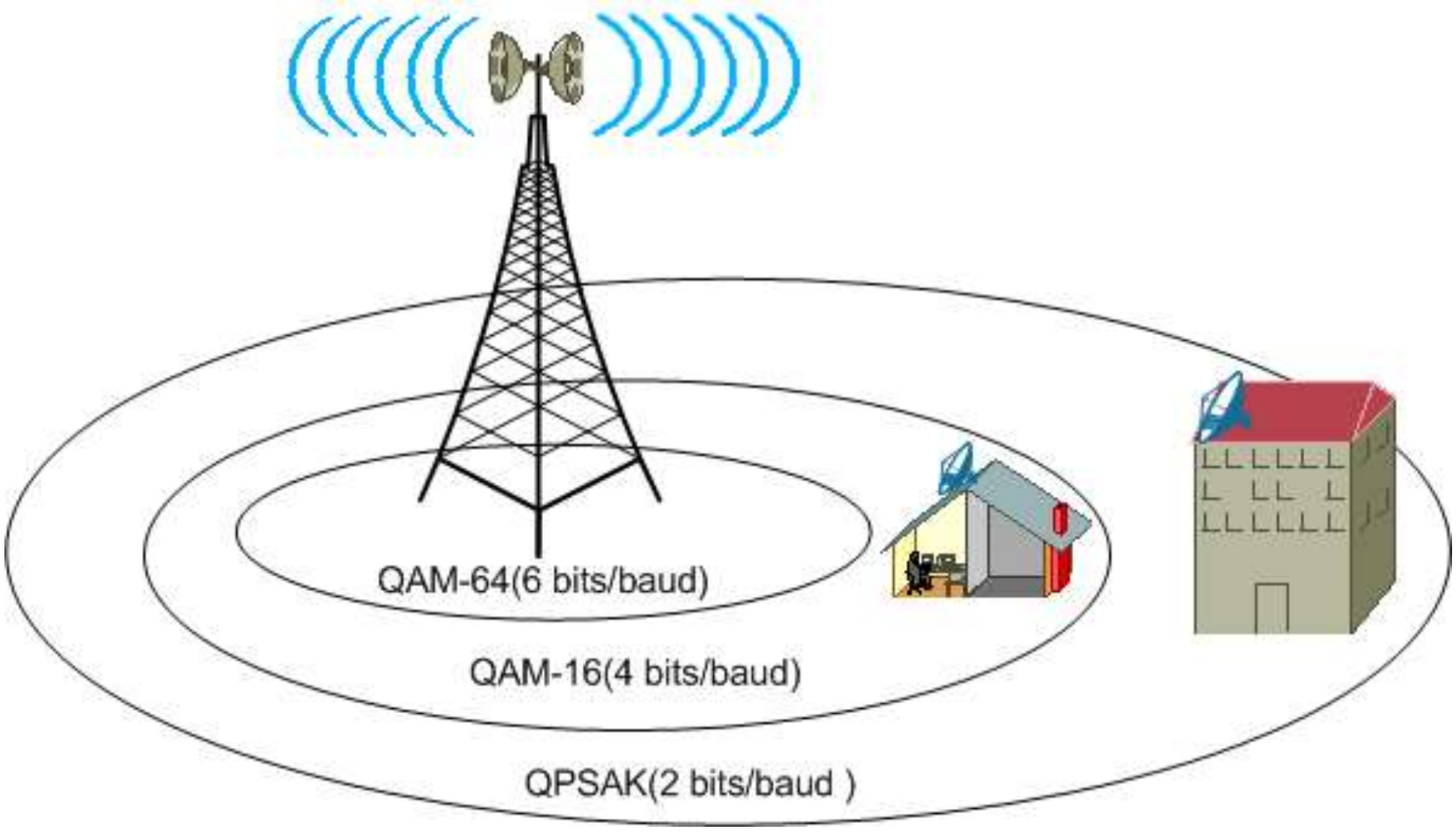
• لایه‌های استاندارد 802.16

۸۰۲,۱۶ مانند ۸۰۲,۱۱ درباره دو لایه فیزیکی و پیوند داده بحث می‌کند. لایه فیزیکی ۸۰۲,۱۶ دارای دو زیر لایه است. زیر لایه انتقال و بالاتر از آن زیر لایه همگرایی انتقال که وظیفه آن پنهان نمودن تفاوتهای زیر لایه خود از زیر لایه‌های بالاتر می‌باشد. در پایین‌ترین زیر لایه موضوعاتی از قبیل محدوده فرکانسی، روش مدولاسیون مناسب، تکنیک‌های تصحیح خطا، همزمانی در گیرنده و فرستنده و نرخ داده در TDMA مطرح است.



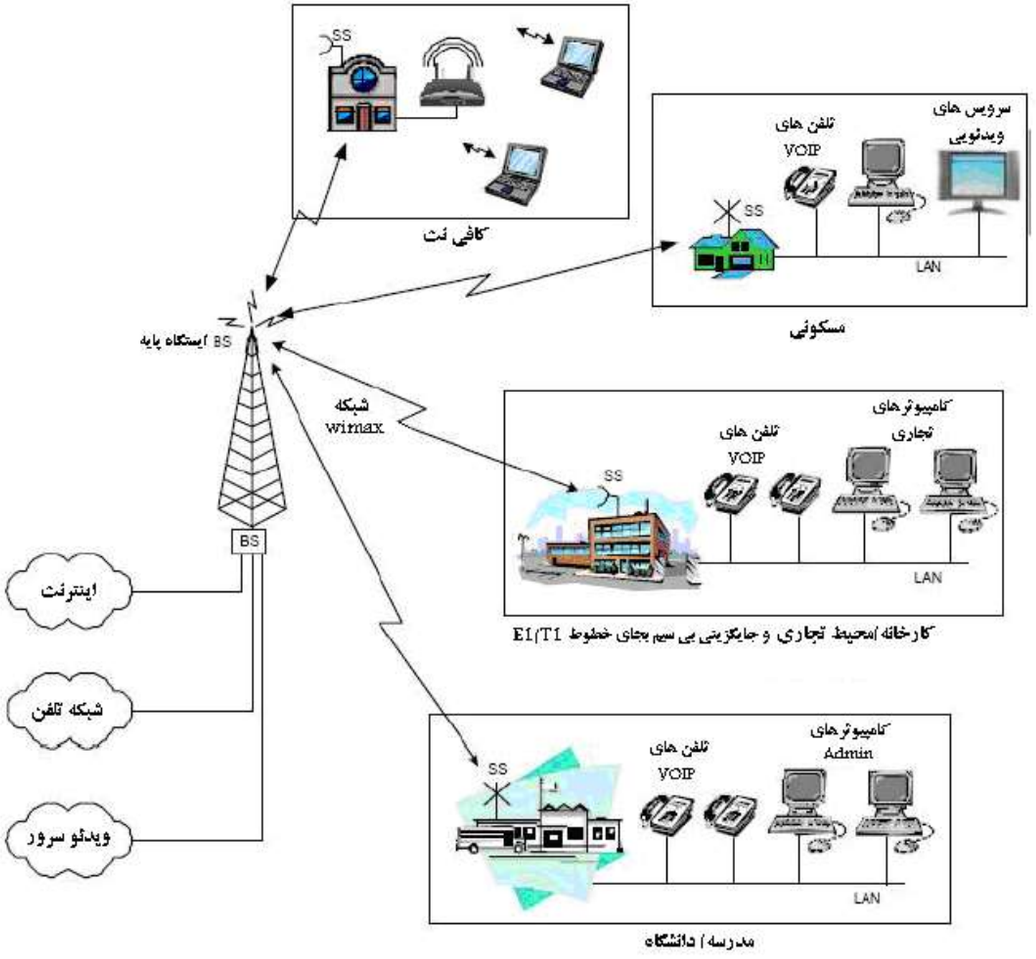
پشته‌ی استاندارد 802.16

- **انواع مدولاسیون در استاندارد 802.16**



- **WIMAX**

یک نام مشترک برای همه‌ی استانداردهای 802.16a، 802.16d و 802.16e است.



ارتباط انواع محیط‌ها با Wimax در سطح شهر

- **برتری‌ها و ویژگی‌های WIMAX**
- بازه‌ی فرکانسی از ۲ تا ۶۶ گیگاهرتز
- پهنای باند از ۱.۵ تا ۲۰ مگاهرتز
- نرخ تبادل اطلاعات تا ۷۰ مگابیت در ثانیه
- زیر پوشش قراردادن گستره‌ای به شعاع ۵۰ کیلومتر
- تبادل مستقیم و غیر مستقیم اطلاعات
- سازگاری با فن‌آوری‌های دیگر، ماند Wi-Fi
- اتصال به لینک‌های کابلی
- پشتیبانی از توپولوژی‌های تحت استاندارد IEEE