فصل ۹

شبکه‌های بی‌سیم

۹-۱- مبانی شبکه‌های بی‌سیم

۹-۱-۱- مقدمه

نیاز روز افزون به پویایی کارها، استفاده از تجهیزاتی مانند تلفن همراه، پیجرها و... بواسطه وجود شبکه‌های بی‌سیم امکان پذیر شده است. اگر کاربر یا شرکت یا برنامه کاربردی خواهان آن باشد که داده و اطلاعات مورد نیاز خود را به صورت متحرک در هر لحظه در اختیار داشته باشند شبکه‌های بی‌سیم جواب مناسبی برای آن‌ها ست.

۹-۱-۲- تاریخچه شبکه‌های بی‌سیم

یکی ازمواردی که در عصر ارتباطات همواره مورد توجه بوده و هست، سرعت دسترسی به اطلاعات است. کابران در انواع و اقسام شبکه های مختلف، همواره در پی دستیابی به سرعت های بالاتر در انتقال اطلاعات هستند و به نظر می‌رسد که اشتهای سیری ناپذیری در این زمینه وجود دارد. پیشرفت‌ها و فعالیت های صورت گرفته در این زمینه، شاهد و گواه این مسأله است.

از طرفی دیگر با وجود آمدن شبکه های بی‌سیم، روز به روز بر تعداد کاربران این نوع شبکه‌ها افزوده می‌شود. دسترسی آسان و فراگیر که کاربران را قادر می‌سازد تا فارغ از مسائلی مانند کابل شبکه، به شبکه دلخواه خود متصل شوند. بنابراین سرعت دسترسی به اطلاعات و همچنین دسترسی به صورت بی‌سیم، دو مسئله ای هستند که در کنار یکدیگر در قالب شبکه بی‌سیم پر سرعت و با برد مناسب مطرح می‌شوند. کاربران خواهان شبکه ای هستند که سرعت مناسب و بالایی برای انتقال اطلاعات داشته باشد و علاوه بر آن برد مؤثر این شبکه در حدی باشد که آن‌ها را محدود به موقعیت و وسعت جغرافیایی خاصی نکند.

همانطور که در بخش قبلی اشاره شد، شبکه های مادون قرمز اولین دسته از شبکه های بی‌سیم بودند که از آن‌ها برای انتقال اطلاعات در محیط های کامپیوتری استفاده شد. این نوع شبکه‌ها سرعت چندان بالایی نداشتند و از طرفی دیگر برد

مناسب و کاربر پسندی برای آن‌ها وجود نداشت. به همین دلیل و دلایل مشابه، استقبال و پیشرفت چندانی نداشتند و رفته رفته فراموش شدند. (1)

در اوائل دهه ۹۰ میلادی، نسل جدید از شبکه های بی‌سیم با عنوان شبکه های بی‌سیم Wi-Fi وارد بازار شدند. این دسته از شبکه‌ها در مقایسه با شبکه های مادون قرمز، سرعت و برد مناسبی داشتند ولی همچنان از دید بسیاری از کاربران مورد تمسخر قرار می‌گرفتند. عده ای از آن‌ها سرعت پایین در مقایسه با شبکه های کابلی و عده ای دیگر نبود امنیت و یا برد پایین را بهانه و دلیلی برای استفاده نکردن از این شبکه‌ها مطرح می‌کردند.

اما شبکه های Wi-Fi به رشد صعودی خود ادامه دادند و با وجود آمدن استانداردها و نسل های جدید از این نوع شبکه، تعداد کابران آن‌ها روز به روز بیشتر و بیشتر شد. انواع جدید شبکه های Wi-Fi، سرعت مناسب، برد خوب و همچنین امنیت بیشتر را به همراه داشتند.

نسل اول شبکه های Wi-Fi سرعتی در حدود 11Mbps داشتند و می‌توانستند کاربران را تا محدوده ای چند ده متری مورد پوشش قرار دهند. همچنین نسل های بعدی این نوع شبکه‌ها، سرعت هایی برابر با 22Mbps و حتی 54Mbps دارند و می‌توانند کاربران را تا محدوده ای چند صد متری مورد پوشش قرار دهند.

اما باز هم شبکه های Wi-Fi نتوانسته‌اند به نیازهای رو به رشد کاربران پاسخ بدهند. زیرا برای دسترسی های بالا مانند 54Mbps کاربران مجبور به پرداخت هزینه های سنگینی هستند در حالی که با همین مقدار هزینه می‌توان یک شبکه کابلی بسیار مناسب را طراحی و تجهیز کرد. از طرفی دیگر برد شبکه های Wi-Fi در حد چند صد متری است و این برد برای شبکه های کوچک و خانگی مناسب است و نمی‌توان از آن برای ایجاد و یا توسعه یک شبکه تجاری و بزرگ (مانند شبکه ای که در سطح یک شهر گسترده است) استفاده کرد.

نکته: البته در شبکه های Wi-Fi می‌توان از انواع آنتن های شبکه برای گسترش برد و توسعه آن‌ها استفاده کرد اما این کار هزینه در خور توجهی دارد و حتی با مصرف این هزینه نمی‌توان به شبکه با برد دلخواه دسترسی پیدا کرد. در حالی که با همین هزینه می‌توان یک شبکه کابلی با سرعت و امکانات مناسب را طراحی و پیاده سازی کرد.

مطالب بیان شده در مورد شبکه های Wi-Fi بدان معنا نیست که این نوع شبکه‌ها مناسب و یا مفید نیستند. بلکه می‌توان نتیجه گرفت که شبکه های Wi-Fi برای محیط های کوچک و یا حداکثر متوسط مفید و مناسب هستند و نمی‌توانند به نیازهای کاربران در شبکه های بزرگ و گسترده پاسخ بدهند.

بنابراین هنوز پاسخ مشخص و روشنی به کاربرانی که نیازمند شبکه های بی‌سیم با برد و سرعت مناسب هستند، داده نشده بود. در اوایل هزاره جدید، گروهی از متخصصان، طراحان و صاحب نظران در زمینه شبکه های کامپیوتری به خصوص شبکه های بی‌سیم، ایده و ساختاری را پیشنهاد کردند که بر اساس آن نسل جدیدی از شبکه های بی‌سیم یا قابلیت هایی که بتواند به دو نیاز اصلی برد و سرعت مناسب کاربران پاسخ بدهد، معرفی شدند.

این نوع از شبکه با عنوان تبادل و استفاده از اطلاعات در سطح جهانی از طریق امواج بی‌سیم مایکرو ویو، مطرح شد که به آن به طور اختصار WIMAX گفته می‌شود. هسته اصلی وایمکس بر اساس برد و سرعت بالا طراحی شده است تا بتواند به نیاز کاربران پاسخ بدهد و مشکلات و معایب شبکه های قبلی مانند Wi-Fi را برطرف کند.

نکته: یکی از گروه های اصلی و بنیان گذار شبکه های وایمکس، گروه WiMAX Forum است. در حال حاضر این گروه علاوه بر توسعه و ارتقاء شبکه های وایمکس، برنامه های متعددی را برای همگانی و فراگیر کردن این نوع شبکه بی‌سیم، در دستور کار خود قرار داده است.

۹-۱-۳- تشریح مقدماتی شبکه‌های بی‌سیم و کابلی

شبکه‌های محلی (LAN) برای خانه و محیط کار می‌توانند به دو صورت کابلی (Wired) یا بی‌سیم (Wireless) طراحی گردند. درابتدا این شبکه‌ها به روش کابلی با استفاده از تکنولوژی Ethernet طراحی می‌شدند اما اکنون با روند رو به افزایش استفاده از شبکه‌های بی‌سیم با تکنولوژی WiFi مواجه هستیم. 6

در شبکه‌های کابلی (که در حال حاضر بیشتر با توپولوژی ستاره‌ای بکار می‌روند) بایستی از محل هر ایستگاه کاری تا دستگاه توزیع کننده (هاب یا سوئیچ) به صورت مستقل کابل کشی صورت پذیرد (طول کابل ازنوع CAT5 نبایستی ۱۰۰ متر بیشتر باشد در غیر اینصورت از فیبر نوری استفاده می گردد) که تجهیزات بکار رفته از دونوع غیر فعال (Passive) مانند کابل، پریز، داکت، پچ پنل و... و فعال (Active) مانند هاب، سوئیچ، روتر، کارت شبکه و... هستند.

موسسه مهندسی IEEE استانداردهای 802.3u را برای Fast Ethernet و 802.3ab و 802.3z را برای Gigabit Ethernet (مربوط به کابلهای الکتریکی و نوری) در نظر گرفته است. 7 سوال 7 کلا حذف شد.

شبکه‌های بی‌سیم نیز شامل دستگاه مرکزی (Access Point) می‌باشد که هر ایستگاه کاری می‌تواند حداکثر تا فاصله ۳۰ متری آن (بدون مانع) قرار گیرد. شبکه‌های بی‌سیم (Wlan) یکی از سه استاندارد ارتباطی WiFi زیر را بکار می‌برند: 6

- 802.11b که اولین استانداردی است که به صورت گسترده بکار رفته است.
- 802.11a سریعتر اما گرانتر از 802.11b می‌باشد.
- 802.11g جدیدترین استاندارد که شامل هر دو استاندارد قبلی بوده و از همه گرانتر می‌باشد.

هر دونوع شبکه‌های کابلی و بی‌سیم ادعای برتری بر دیگری را دارند، اما انتخاب صحیح با در نظر گرفتن قابلیتهای آن‌ها میسر می‌باشد.

عوامل مقایسه

در مقایسه شبکه‌های بی‌سیم و کابلی می‌تواند قابلیتهای زیر مورد بررسی قرار گیرد:

- نصب و راه اندازی
- هزینه
- قابلیت اطمینان
- کارائی
- امنیت

نصب و راه اندازی

در شبکه‌های کابلی بدلیل آنکه به هر یک از ایستگاه‌های کاری بایستی از محل سوئیچ مربوطه کابل کشیده شود با مسائلی همچون سوارخکاری، داکت کشی، نصب پریز و... مواجه هستیم در ضمن اگر محل فیزیکی ایستگاه مورد نظر تغییر یابد بایستی که کابل کشی مجدد و... صورت پذیرد

شبکه‌های بی‌سیم از امواج استفاده نموده و قابلیت تحرک بالائی را دارا هستند بنابراین تغییرات در محل فیزیکی ایستگاه‌های کاری به راحتی امکان پذیر می‌باشد برای راه اندازی آن کافیست که از روش‌های زیر بهره برد:

- Ad hoc که ارتباط مستقیم یا همتا به همتا (Peer to Peer) تجهیزات را با یکدیگر میسر می‌سازد.
- Infrastructure که باعث ارتباط تمامی تجهیزات با دستگاه مرکزی می‌شود.

بنابراین می‌توان دریافت که نصب و را ه اندازی شبکه‌های کابلی یا تغییرات در آن بسیار مشکلتر نسبت به مورد مشابه یعنی شبکه‌های بی‌سیم است.

هزینه

تجهیزاتی همچون هاب، سوئیچ یا کابل شبکه نسبت به موردهای مشابه در شبکه‌های بی‌سیم ارزان‌تر می‌باشد اما درنظر گرفتن هزینه‌های نصب و تغییرات احتمالی محیطی نیز قابل توجه است.

قابل به ذکر است که با رشد روز افزون شبکه‌های بی‌سیم، قیمت آن نیز در حال کاهش است.

قابلیت اطمینان

تجهیزات کابلی بسیار قابل اعتماد می‌باشند که دلیل سرمایه گذاری سازندگان از حدود بیست سال گذشته نیز همین می‌باشد فقط بایستی در موقع نصب و یا جابجائی، اتصالات با دقت کنترل شوند.

تجهیزات بی‌سیم همچون Broadband Routerها مشکلاتی مانند قطع شدن‌های پیاپی، تداخل امواج الکترومغناطیس، تداخل با شبکه‌های بی‌سیم مجاور و... را داشته‌اند که روند رو به تکامل آن نسبت به گذشته (مانند 802.11g) باعث بهبود در قابلیت اطمینان نیز داشته است.

کارائی

شبکه‌های کابلی دارای بالاترین کارائی هستند در ابتدا پهنای باند 10 Mbps سپس به پهنای باندهای بالاتر (100 Mbps و 1000Mbps) افزایش یافتند حتی در حال حاضر سوئیچهائی با پهنای باند 1Gbps نیز ارائه شده است.

شبکه‌های بی‌سیم با استاندارد 802.11b حداکثر پهنای باند 11Mbps و با 802.11a و 802.11g پهنای باند 54 Mbps را پشتیبانی می‌کنند حتی در تکنولوژیهای جدید این روند با قیمتی نسبتا بالاتر به 108Mbps نیز افزایش داده شده است علاوه بر این کارائی WiFi نسبت به فاصله حساس می‌باشد یعنی حداکثر کارائی با افزایش فاصله نسبت به Access Point پایین خواهد آمد. این پهنای باند برای به اشتراک گذاشتن اینترنت یا فایلها کافی بوده اما برای برنامه‌هائی که نیاز به رد و بدل اطلاعات زیاد بین سرور و ایستگاهای کاری (Client to Server) دارند کافی نیست.

امنیت

بدلیل اینکه در شبکه‌های کابلی که به اینترنت هم متصل هستند، وجود دیواره آتش از الزامات است و تجهیزاتی مانندهاب یا سوئیچ به تنهایی قادر به انجام وظایف دیواره آتش نمی‌باشند، بایستی در چنین شبکه‌هایی دیواره آتش مجزایی نصب شود.

با توجه به استفاده شبکه های بی سیم از کانال فضای ازاد و هوا به عنوان کانال ارتباطی دسترسی افراد غیر مجاز به این شبکه های بیشتر بوده و لذا امنیت ان از شبکه های کابلی کمتر است وبدون استفاده از رمز نگاری امنیت شبکه های بی سیم محقق نمیشود

تجهیزات شبکه‌های بی‌سیم مانند Broadband Routerها دیواره آتش بصورت نرم‌افزاری وجود داشته و تنها بایستی تنظیمات لازم صورت پذیرد. از سوی دیگر به دلیل اینکه در شبکه‌های بی‌سیم از هوا بعنوان رسانه انتقال استفاده می‌شود، بدون پیاده سازی تکنیک‌های خاصی مانند رمزنگاری، امنیت اطلاعات بطور کامل تامین نمی‌گردد استفاده از رمزنگاری WEP (Wired Equivalent Privacy) باعث بالا رفتن امنیت در این تجهیزات گردیده است.

6

جدول مقایسه ای

نوع سرویس	شبکه‌های کابلی	شبکه‌های بی‌سیم
نصب و راه اندازی	نسبتا مشکل	آسان
هزینه	کمتر	بیشتر
قابلیت اطمینان	بالا	متوسط
کارائی	خیلی خوب	خوب
امنیت	خوب	نسبتا خوب
پویایی حرکت	محدود	پویاتر

۹-۱-٤- تقسیم‌بندی شبکه‌های بی‌سیم

شبکه‌های بی‌سیم (Wireless) یکی از تکنولوژی‌های جذابی هستند که توانسته‌اند توجه بسیاری را بسوی خود جلب نمایند و عده‌ای را نیز مسحور خود نموده‌اند.

ارائه سرویس بدون سیم اینترنت یا WiFi، که امروزه در بسیاری نقاط دنیا به منظور جذب مشتری و به عنوان خدمتی نوین در جهت ارتقای سازمان در بازار رقابت، انجام می‌گیرد. خدمات اینترنت بی‌سیم علاوه بر مکآن‌های متعدد مانند هتل‌ها، نمایشگاه‌ها، بنادر، سالن‌های همایش و فرودگاه‌ها در منازل و محل‌های کار نیز عرضه می‌گردد و موجبات رضایت خاطر مشتریان و مسافران، به‌خصوص مشتریان و مسافران خارجی را فراهم آورده است.

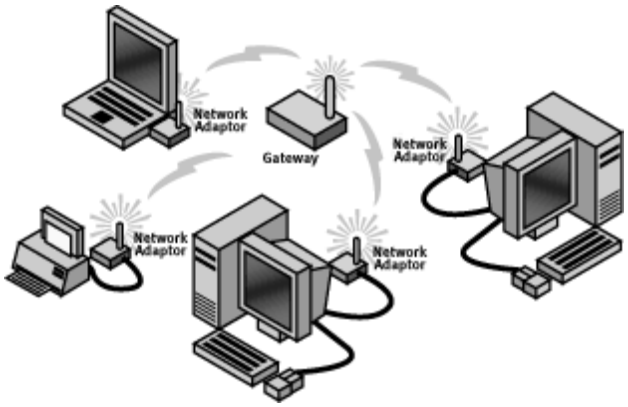
بر اساس آمار تعداد کاربران این سرویس از ۱۲ میلیون نفر در سال ۲۰۰۲ به حدود ۷۰۰ میلیون نفر در سال ۲۰۰۸ برآورد می‌گردد. از طرفی META Group و In-Stat/MDR تخمین می‌زنند که در ۹۹٪از تولیدات شرکت‌های تولید کنندهٔ کامپیوترهای Laptop که در سال ۲۰۰۷ به فروش خواهند رسید، قابلیت استفادهٔ بی‌سیم (WiFi) بطور پیش‌فرض لحاظ خواهد گردید. اینترنت بی‌سیم که تحت نام WiFi نیز شناخته می‌شود، یک تکنولوژی شبکه پرسرعت است که بطور وسیعی در خانه‌ها، مدارس، کافه‌ها، هتل‌ها و سایر مکآن‌های عمومی مانند کنگره‌ها و فرودگاه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد. WiFi امکان دسترسی به اینترنت، بدون نیاز به کابل یا سیم را برای وسایلی مانند کامپیوترهای کیفی (Laptop)، کامپیوترهای جیبی (PDA) و کامپیوترهای شخصی (PC) دارای کارت Wireless فراهم می‌کند. بدین ترتیب مسافر بدون آنکه مجبور به اتصال کامپیوتر خود به خط تلفن یا شبکهٔ اتاق خود باشد، می‌تواند در محل هتل با آسودگی از اینترنت استفاده نماید.

امروزه، حدود ۹۸٪ از لپ‌تاب‌های جدید با توانایی کارکردن بصورت بی‌سیم به بازار ارائه می‌شوند. تمام محصولات جدید لپ‌تاب‌های اپل (Apple) هم با امکانات بی‌سیم و هم بلوتوث ساخته شده در درونشان به بازار عرضه می‌شوند. بسیاری از لپ‌تاب‌های با سیستم عامل ویندوز مایکروسافت بطور مشابه با توانایی کار کردن بصورت بی‌سیم می‌باشند.

انواع شبکه‌های بی‌سیم

(Wireless Local Area Networks) WLANS

2



این نوع شبکه برای کاربران محلی از جمله محیطهای (Campus) دانشگاهی یا آزمایشگاه‌ها که نیاز به استفاده از اینترنت دارند مفید می‌باشد. در این حالت اگر تعداد کاربران محدود باشند می‌توان بدون استفاده از Access Point این ارتباط را برقرار نمود.در غیر اینصورت استفاده از Access Point ضروری است.می توان با استفاده از آنتن‌های مناسب مسافت ارتباطی کاربران را به شرط عدم وجود مانع تاحدی طولانی‌تر نمود.

(Wireless Personal Area Networks) WPANS

دو تکنولوژی مورد استفاده برای این شبکه‌ها عبارت از: IR (Infra Red) و Bluetooth (IEEE 802.15) می‌باشد که مجوز ارتباط در محیطی حدود ۹۰ متر را می‌دهد؛ البته در IR نیاز به ارتباط مستقیم بوده و محدودیت مسافت وجود دارد.

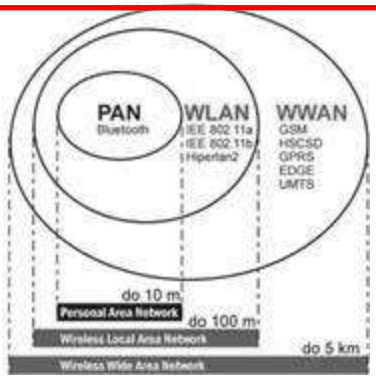
(Wireless Metropolitan Area Networks) WMANS

توسط این تکنولوژی ارتباط بین چندین شبکه یا ساختمان در یک شهر برقرار می‌شود برای Backup آن می‌توان از خطوط اجاره‌ای، فیبر نوری یا کابلهای مسی استفاده نمود.

(Wireless Wide Area Networks) WWANS

برای شبکه‌هائی با فواصل زیاد همچون بین شهرها یا کشورها بکار می‌رود این ارتباط از طریق آنتن‌ها ی بی‌سیم یا ماهواره صورت می‌پذیرد.

جدول و شکل زیر کاربرد انواع شبکه‌های بی‌سیم در فواصل متفاوت را نشان می‌دهد:



Network	Meters
Personal Area Network	0-10
Local Area Network	0-100
Wide Area Network	0-10000

2

۹-۱-۵- کاربردها، مزایا و ابعاد

تکنولوژی شبکه‌های بی‌سیم، با استفاده از انتقال داده‌ها توسط امواج رادیویی، در ساده‌ترین صورت، به تجهیزات سخت‌افزاری امکان می‌دهد تا بدون‌استفاده از بسترهای فیزیکی همچون سیم و کابل، با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. شبکه‌های بی‌سیم بازه‌ی وسیعی از کاربردها، از ساختارهای پیچیده‌یی چون شبکه‌های بی‌سیم سلولی -که اغلب برای تلفن‌های همراه استفاده می‌شود- و شبکه‌های محلی بی‌سیم (WLAN – Wireless LAN) گرفته تا انوع ساده‌یی چون هدفون‌های بی‌سیم، را شامل می‌شوند. از سوی دیگر با احتساب امواجی همچون مادون قرمز، تمامی تجهیزاتی که از امواج مادون قرمز نیز استفاده می‌کنند، مانند صفحه کلیدها، ماوس‌ها و برخی از گوشی‌های همراه، در این دسته‌بندی جای می‌گیرند. طبیعی‌ترین مزیت استفاده از این شبکه‌ها عدم نیاز به ساختار فیزیکی و امکان نقل و انتقال تجهیزات متصل به این‌گونه شبکه‌ها و هم‌چنین امکان ایجاد تغییر در ساختار مجازی آن‌هاست. از نظر ابعاد ساختاری، شبکه‌های بی‌سیم به سه دسته تقسیم می‌گردند: WWAN، WLAN و WPAN.

2 مقصود از WWAN، که مخفف Wireless WAN است، شبکه‌هایی با پوشش بی‌سیم بالاست. نمونه‌یی از این شبکه‌ها، ساختار بی‌سیم سلولی مورد استفاده در شبکه‌های تلفن همراه است. WLAN پوششی محدودتر، در حد یک ساختمان یا سازمان، و در ابعاد کوچک یک سالن یا تعدادی اتاق، را فراهم می‌کند. کاربرد شبکه‌های WPAN یا Wireless Personal Area Network برای موارد خانه‌گی است. ارتباطاتی چون Bluetooth و مادون قرمز در این دسته قرار می‌گیرند. 2

شبکه‌های WPAN از سوی دیگر در دسته‌ی شبکه‌های Ad hoc نیز قرار می‌گیرند. در شبکه‌های Ad hoc، یک سخت‌افزار، به‌محض ورود به فضای تحت پوشش آن، به‌صورت پویا به شبکه اضافه می‌شود. مثالی از این نوع شبکه‌ها، Bluetooth است. در این نوع، تجهیزات مختلفی از جمله صفحه کلید، ماوس، چاپگر، کامپیوتر کیفی یا جیبی و حتی گوشی تلفن همراه، در صورت قرارگرفتن در محیط تحت پوشش، وارد شبکه شده و امکان رد و بدل داده‌ها با دیگر تجهیزات متصل به شبکه را می‌یابند. تفاوت میان شبکه‌های Ad hoc با شبکه‌های محلی بی‌سیم (WLAN) در ساختار مجازی آن‌هاست. به‌عبارت دیگر، ساختار مجازی شبکه‌های محلی بی‌سیم بر پایه‌ی طرحی ایستاست درحالی‌که شبکه‌های Ad hoc از هر نظر پویا هستند. طبیعی‌ست که در کنار مزایایی که این پویایی برای استفاده کننده‌گان فراهم می‌کند، حفظ امنیت چنین شبکه‌هایی

نیز با مشکلات بسیاری همراه است. با این وجود، عملاً یکی از راه حل‌های موجود برای افزایش امنیت در این شبکه‌ها، خصوصاً در انواعی همچون Bluetooth، کاستن از شعاع پوشش سیگنال‌های شبکه است. در واقع مستقل از این حقیقت که عملکرد Bluetooth بر اساس فرستنده و گیرندههای کم‌توان استوار است و این مزیت در کامپیوترهای جیبی برتری قابل‌توجه‌یی محسوب می‌گردد، همین کمی توان سخت‌افزار مربوطه، موجب وجود منطقه‌ی محدود تحت پوشش است که در بررسی امنیتی نیز مزیت محسوب می‌گردد. به‌عبارت دیگر این مزیت به‌همراه استفاده از کدهای رمز نه‌چندان پیچیده، تنها حربه‌های امنیتی این دسته از شبکه‌ها به‌حساب می‌آیند.

۹-۱-۶- روش‌های ارتباطی بی‌سیم

تجهیزات و شبکه‌های کامپیوتری بی‌سیم بر دو قسم Indoor یا درون سازمانی و Outdoor یا برون سازمانی تولید شده و مورد استفاده قرار می‌گیرند.

۱- شبکه‌های بی‌سیم Indoor

3

نیاز سازمان‌ها و شرکت‌ها برای داشتن شبکه‌ای مطمئن و وجود محدودیت در کابل کشی، متخصصین را تشویق به پیدا کردن جایگزین برای شبکه کامپیوتری کرده است. شبکه‌های Indoor به شبکه‌هایی اتلاق می‌شود که در داخل ساختمان ایجاد شده باشد. این شبکه‌ها بر دو گونه طراحی می‌شوند. شبکه‌های Ad hoc و شبکه‌های Infra Structure . در شبکه‌های Ad hoc دستگاه متمرکز کننده مرکزی وجود ندارد و کامپیوترهای دارای کارت شبکه بی‌سیم هستند. استراتژی Ad hoc برای شبکه‌های کوچک با تعداد ایستگاه کاری محدود قابل استفاده است. روش و استراتژی دوم جهت پیاده سازی استاندارد شبکه بی‌سیم، شبکه Infra Structure می‌باشد. در این روش یک یا چند دستگاه متمرکز کننده به نام Access Point مسؤولیت برقراری ارتباط را برعهده دارد.

۲- شبکه‌های بی‌سیم Outdoor

برقراری ارتباط بی‌سیم در خارج ساختمان به شبکه بی‌سیم Outdoor شهرت دارد. در این روش داشتن دید مستقیم یا Line Of Sight، ارتفاء دو نقطه و فاصله، معیارهایی برای انتخاب نوع Access Point و آنتن هستند.

3

انواع ارتباط

شبکه بی‌سیم Outdoor با سه توپولوژی Point To Point، Point To Multipoint و Mesh قابل پیاده سازی می‌باشد.

۲-۱- Point To point

در این روش ارتباط دو نقطه مدنظر می‌باشد. در هر یک از قسمت‌ها آنتن و AccessPoint نصب شده و ارتباط این دو قسمت برقرار می‌شود.

۲-۲- Point To Multi Point

در این روش یک نقطه به عنوان مرکز شبکه درنظر گرفته می‌شود و سایر نقاط به این نقطه در ارتباط هستند.

۲-۳- Mesh

ارتباط بی‌سیم چندین نقطه بصورت‌های مختلف را توپولوژی Mesh می‌گویند. در این روش ممکن است چندین نقطه مرکزی وجود داشته باشد که با یکدیگر در ارتباط هستند.

3

ارتباط بی‌سیم بین دو نقطه به عوامل زیر بستگی دارد

۱- توان خروجی Access Point (ارسال اطلاعات)

۲- میزان حساسیت Access Point (دریافت اطلاعات)

۳- توان آنتن

10

۱- توان خروجی Access Point

یکی از مشخصه‌های طراحی سیستم‌های ارتباطی بی‌سیم توان خروجی Access Point می‌باشد. هرچقدر این توان بیشتر باشد قدرت سیگنال‌های توایدی و برد آن افزایش می‌یابد.

۲- میزان حساسیت Access Point

از مشخصه‌های تعیین کننده در کیفیت دریافت امواج تولید شده توسط Access Point نقطه مقابل میزان حساسیت Access Point می‌باشد. هرچقدر این حساسیت افزایش یابد احتمال عدم دریافت سیگنال کمتر می‌باشد و آن تضمین کننده ارتباط مطمئن و مؤثر خواهد بود.

۳- توان آنتن

در مورد هر آنتن توان خروجی آنتن و زاویه پوشش یا انتشار مشخصه‌های حائز اهمیت می‌باشند در این راستا آنتن‌های مختلفی با مشخصه‌های مختلف توان و زاویه انتشار بوجود آمده است که آنتن‌های Omni، Sectoral ، Parabolic ، Panel، Solied و.... مثال‌هایی از آن هستند

۹-۱-۷- عناصر فعال شبکه‌های محلی بی‌سیم

در شبکه‌های محلی بی‌سیم معمولاً دو نوع عنصر فعال وجود دارد:

۱- ایستگاه بی‌سیم

ایستگاه یا مخدوم بی‌سیم به طور معمول یک کامپیوتر کیفی یا یک ایستگاه کاری ثابت است که توسط یک کارت شبکه‌ی بی‌سیم به شبکه‌ی محلی متصل می‌شود. این ایستگاه می‌تواند از سوی دیگر یک کامپیوتر جیبی یا حتی یک پویش گر بارکد نیز باشد. در برخی از کاربردها برای این‌که استفاده از سیم در پایانه‌های رایانه‌یی برای طراح و مجری دردسرساز است، برای این پایانه‌ها که معمولاً در داخل کیوسک‌هایی به‌همین منظور تعبیه می‌شود، از امکان اتصال بی‌سیم به شبکه‌ی محلی استفاده می‌کنند. در حال حاضر اکثر کامپیوترهای کیفی موجود در بازار به این امکان به‌صورت سرخود مجهز هستند و نیازی به اضافه‌کردن یک کارت شبکه‌ی بی‌سیم نیست.

کارت‌های شبکه‌ی بی‌سیم عموماً برای استفاده در چاک‌های PCMCIA است. در صورت نیاز به استفاده از این کارت‌ها برای کامپیوترهای رومیزی و شخصی، با استفاده از رابطی این کارت‌ها را بر روی چاک‌های گسترش PCI نصب می‌کنند.

۲- نقطه ی دسترسی (Access Point)

نقاط دسترسی در شبکه‌های بی‌سیم، همان‌گونه که در قسمت‌های پیش نیز در مورد آن صحبت شد، سخت‌افزارهای فعالی هستند که عملاً نقش سوییچ در شبکه‌های بی‌سیم را بازی کرده، امکان اتصال به شبکه‌های سیمی را نیز دارند. در عمل ساختار بستر اصلی شبکه عموماً سیمی است و توسط این نقاط دسترسی، مخدوم‌ها و ایستگاه‌های بی‌سیم به شبکه‌ی سیمی اصلی متصل می‌گردد.

11

بجای واژه مخدوم کاربر استفاده شود. ضمنا انواع اکسس پوینت از سوال حذف شد.

۹-۱-۸- برد و سطح پوشش

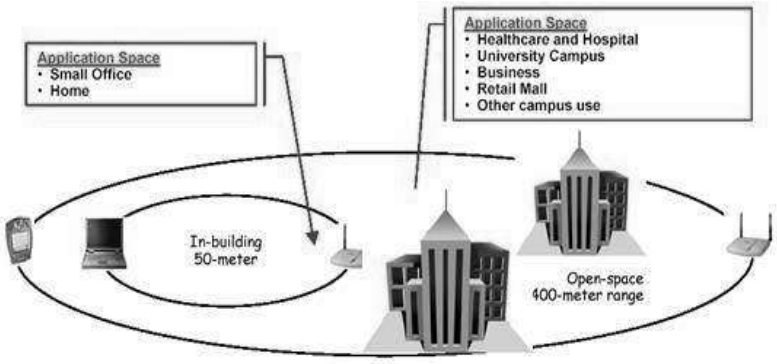
شعاع پوشش شبکه‌ی بی‌سیم بر اساس استاندارد 802.11 به فاکتورهای بسیاری بستگی دارد که برخی از آن‌ها به شرح زیر هستند:

- پهنای باند مورد استفاده
- منابع امواج ارسالی و محل قرارگیری فرستنده‌ها و گیرنده‌ها
- مشخصات فضای قرارگیری و نصب تجهیزات شبکه‌ی بی‌سیم
- قدرت امواج
- نوع و مدل آنتن

شعاع پوشش از نظر تئوری بین ۲۹ متر (برای فضاهای بسته‌ی داخلی) و ۴۸۵ متر (برای فضاهای باز) در استاندارد 802.11b متغیر است. با این‌وجود این مقادیر، مقادیری متوسط هستند و در حال حاضر با توجه به گیرنده‌ها و فرستنده‌های نسبتاً قدرت‌مندی که مورد استفاده قرار می‌گیرند، امکان استفاده از این پروتکل و گیرنده‌ها و فرستنده‌های آن، تا چند کیلومتر هم وجود دارد که نمونه‌های عملی آن فراوان‌اند.

با این وجود شعاع کلی‌یی که برای استفاده از این پروتکل (802.11b) ذکر می‌شود چیزی میان ۵۰ تا ۱۰۰متر است. این شعاع عمل‌کرد مقداری‌ست که برای محل‌های بسته و ساختمان‌های چند طبقه نیز معتبر بوده و می‌تواند مورد استناد قرار گیرد.

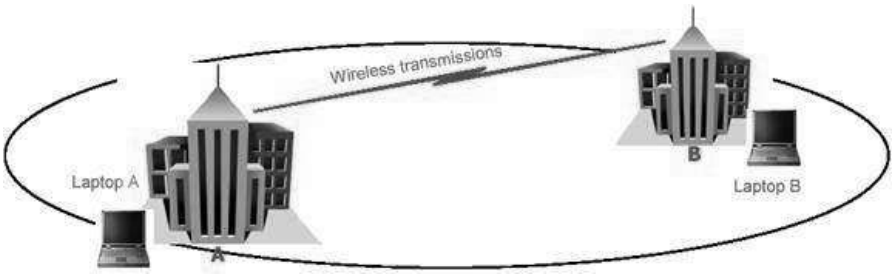
شکل زیر مقایسه‌یی میان بردهای نمونه در کاربردهای مختلف شبکه‌های بی‌سیم مبتنی بر پروتکل 802.11b را نشان می‌دهد:



یکی از عمل‌کردهای نقاط دسترسی به عنوان سوییچ‌های بی‌سیم، عمل اتصال میان حوزه‌های بی‌سیم است. به‌عبارت دیگر با استفاده از چند سوییچ بی‌سیم می‌توان عمل‌کردی مشابه Bridge برای شبکه‌های بی‌سیم را به‌دست آورد.

اتصال میان نقاط دست‌رسی می‌تواند به صورت نقطه‌به‌نقطه، برای ایجاد اتصال میان دو زیرشبکه به یکدیگر، یا به صورت نقطه‌یی به چند نقطه یا بالعکس برای ایجاد اتصال میان زیرشبکه‌های مختلف به یکدیگر به‌صورت همزمان صورت گیرد.

نقاط دسترسی‌یی که به عنوان پل ارتباطی میان شبکه‌های محلی با یکدیگر استفاده می‌شوند از قدرت بالاتری برای ارسال داده استفاده می‌کنند و این به‌معنای شعاع پوشش بالاتر است. این سخت‌افزارها معمولاً برای ایجاد اتصال میان نقاط و ساختمآن‌هایی به‌کار می‌روند که فاصله‌ی آن‌ها از یکدیگر بین ۱ تا ۵ کیلومتر است. البته باید توجه داشت که این فاصله، فاصله‌یی متوسط بر اساس پروتکل 802.11b است. برای پروتکل‌های دیگری چون 802.11a می‌توان فواصل بیشتری را نیز به‌دست آورد. شکل زیر نمونه‌یی از ارتباط نقطه به نقطه با استفاده از نقاط دست‌رسی مناسب را نشان می‌دهد:



از دیگر استفادههای نقاط دسترسی با برد بالا می‌توان به امکان توسعه‌ی شعاع پوشش شبکه‌های بی‌سیم اشاره کرد. به عبارت دیگر برای بالابردن سطح تحت پوشش یک شبکه‌ی بی‌سیم، می‌توان از چند نقطه‌ی دست‌رسی بی‌سیم به‌صورت همزمان و پشت به پشت یکدیگر استفاده کرد. به عنوان نمونه در مثال بالا می‌توان با استفاده از یک فرستنده‌ی دیگر در بالای هریک از ساختمآن‌ها، سطح پوشش شبکه را تا ساختمآن‌های دیگر گسترش داد.

۹-۱-۹- معماری شبکه‌های محلی بی‌سیم

معماری ۸۰۲.۱۱ از عناصر ساختمانی متعددی تشکیل شده است که در کنار هم، سیّار بودن ایستگاه‌های کاری را پنهان از دید لایه‌های فوقانی برآورده می‌سازد. ایستگاه بی‌سیم یا به اختصار ایستگاه (STA)، بنیادی‌ترین عنصر ساختمانی در یک شبکه محلی بی‌سیم است. یک ایستگاه، دستگاهی است که بر اساس تعاریف و پروتکل‌های ۸۰۲.۱۱ (لایه‌های MAC و PHY) عمل کرده و به رسانه بی‌سیم متصل است. توجه داشته باشید که براساس تعریف کلاسیکِ شبکه‌های کامپیوتری، یک شبکه کامپیوتری مجموعه‌ای از کامپیوترهای **مستقل** و **متصل** است که منظور از اتصال در این تعریف، توانایی جابجایی و مبادله پیام‌ها است. ایستگاه‌های کاری بی‌سیم امروزی عمدتاً به صورت مجموعه سخت‌افزاری/نرم‌افزاری کارت‌های شبکه بی‌سیم پیاده‌سازی می‌شوند. همچنین یک ایستگاه می‌تواند یک کامپیوتر قابل حمل، کامپیوتر کفدستی و یا یک نقطه دسترسی باشد. نقطه دسترسی در واقع در حکم پلی است که ارتباط ایستگاه‌های بی‌سیم را با سیستم توزیع یا شبکه سیمی برقرار می‌سازد. کوچکترین عنصر ساختمانی شبکه‌های محلی بی‌سیم در استاندارد ۸۰۲.۱۱ *مجموعه سرویس پایه* یا BSS نامیده می‌شود. در واقع BSS مجموعه‌ای از ایستگاه‌های بی‌سیم است.

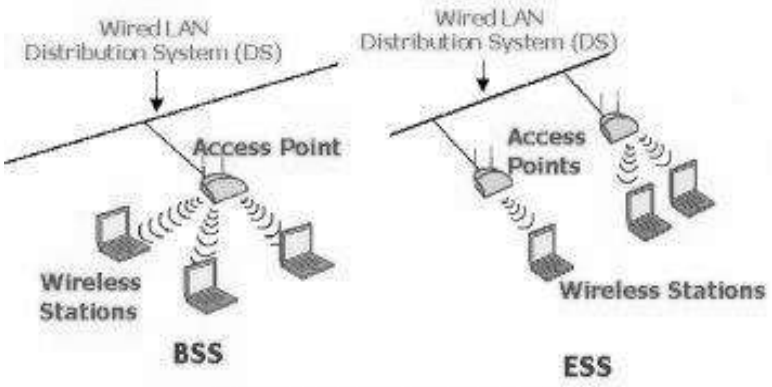
همبندی‌های ۸۰۲.۱۱

در یک تقسیم بندی کلی می‌توان دو همبندی را برای شبکه‌های محلی بی‌سیم در نظر گرفت. ساده‌ترین همبندی، **فی‌البداهه** (Ad hoc) و براساس فرهنگ واژگان استاندارد ۸۰۲.۱۱، IBSS است. در این همبندی ایستگاه‌ها از طریق رسانه بی‌سیم به صورت نظیر به نظیر با یکدیگر در ارتباط هستند و برای تبادل داده (تبادل پیام) از تجهیزات یا ایستگاه واسطی استفاده

نمی‌کنند. واضح است که در این همبندی به سبب محدودیت‌های فاصله هر ایستگاهی ضرورتاً نمی‌تواند با تمام ایستگاه‌های دیگر در تماس باشد. به این ترتیب شرط اتصال مستقیم در همبندی IBSS آن است که ایستگاه‌ها در محدوده عملیاتی بی‌سیم یا همان بُرد شبکه بی‌سیم قرار داشته باشند. شکل زیر همبندی IBSS را نشان می‌دهد.

IBSS
(Ad-Hoc Mode)

همبندی دیگر زیرساختار (Infrastructure) است. در این همبندی عنصر خاصی موسوم به نقطه دسترسی وجود دارد. نقطه دسترسی ایستگاه‌های موجود در یک مجموعه سرویس را به سیستم توزیع متصل می‌کند. در این همبندی تمام ایستگاه‌ها با نقطه دسترسی تماس می‌گیرند و اتصال مستقیم بین ایستگاه‌ها وجود ندارد در واقع نقطه‌دسترسی وظیفه دارد فریم‌ها (قاب‌های داده) را بین ایستگاه‌ها توزیع و پخش کند. شکل زیر همبندی زیرساختار را نشان می‌دهد.



(Infrastructure Mode)

در این همبندی سیستم توزیع، رسآن‌های است که از طریق آن نقطه دسترسی (AP) با سایر نقاط دسترسی در تماس است و از طریق آن می‌تواند فریم‌ها را به سایر ایستگاه‌ها ارسال نماید. از سوی دیگر می‌تواند بسته‌ها را در اختیار ایستگاه‌های متصل به شبکه سیمی نیز قراردهد. در استاندارد ۸۰۲.۱۱ توصیف ویژه‌ای برای سیستم توزیع ارائه نشده است، لذا محدودیتی برای پیاده سازی سیستم توزیع وجود ندارد، در واقع این استاندارد تنها خدماتی را معین می‌کند که سیستم توزیع می‌بایست ارائه نماید. بنابراین سیستم توزیع می‌تواند یک شبکه ۸۰۲.۳ معمولی و یا دستگاه خاصی باشد که سرویس توزیع مورد نظر را فراهم می‌کند.

استاندارد ۸۰۲.۱۱ با استفاده از همبندی خاصی محدوده عملیاتی شبکه را گسترش می‌دهد. این همبندی به شکل *مجموعه سرویس گسترش یافته* (ESS) بر پا می‌شود. در این روش یک مجموعه گسترده و متشکل از چندین BSS یا *مجموعه سرویس پایه* از طریق نقاط دسترسی با یکدیگر در تماس هستند و به این ترتیب ترافیک داده بین مجموعه‌های سرویس پایه

مبادله شده و انتقال پیام‌ها شکل می‌گیرد. در این همبندی ایستگاه‌ها می‌توانند در محدوده عملیاتی بزرگ‌تری گردش نمایند. ارتباط بین نقاط دسترسی از طریق سیستم توزیع فراهم می‌شود. در واقع سیستم توزیع ستون فقرات شبکه‌های محلی بی‌سیم است و می‌تواند با استفاده از فنّاوری بی‌سیم یا شبکه‌های سیمی شکل گیرد. سیستم توزیع در هر نقطه دسترسی به عنوان یک لایه عملیاتی ساده است که وظیفه آن تعیین گیرنده پیام و انتقال فریم به مقصدش می‌باشد. نکته قابل توجه در این همبندی آن است که تجهیزات شبکه خارج از حوزه ESS تمام ایستگاه‌های سیّار داخل ESS را صرفنظر از پویایی و تحرکشان به صورت یک شبکه منفرد در سطح لایه MAC تلقی می‌کنند. به این ترتیب پروتکل‌های رایج شبکه‌های کامپیوتری کوچکترین تأثیری از سیّار بودن ایستگاه‌ها و رسانه بی‌سیم نمی‌پذیرند. جدول زیر همبندی‌های رایج در شبکه‌های بی‌سیم مبتنی بر ۸۰۲.۱۱ را به اختصار جمع بندی می‌کند.

802.11 Topologies		
Independent Basic Service Set (IBSS) ("Ad hoc" or "Peer to Peer")	**Infrastructure**	
	Basic Service Set (BSS)	Extended Service Set (ESS)

خدمات ایستگاهی

بر اساس این استاندارد خدمات خاصی در ایستگاه‌های کاری پیاده‌سازی می‌شوند. در حقیقت تمام ایستگاه‌های کاری موجود در یک شبکه محلی مبتنی بر ۸۰۲.۱۱ و نیز نقاط دسترسی موظف هستند که خدمات ایستگاهی را فراهم نمایند. با توجه به اینکه امنیت فیزیکی به منظور جلوگیری از دسترسی غیر مجاز بر خلاف شبکه‌های سیمی، در شبکه‌های بی‌سیم قابل اعمال نیست استاندارد ۸۰۲.۱۱ خدمات هویت سنجی را به منظور کنترل دسترسی به شبکه تعریف می‌نماید. سرویس هویت سنجی به ایستگاه کاری امکان می‌دهد که ایستگاه دیگری را شناسایی نماید. قبل از اثبات هویت ایستگاه کاری، آن ایستگاه مجاز نیست که از شبکه بی‌سیم برای تبادل داده استفاده نماید. در یک تقسیم بندی کلی ۸۰۲.۱۱ دو گونه خدمت هویت سنجی را تعریف می‌کند:

- Open System Authentication
- Shared Key Authentication

روش اول، متد پیش فرض است و یک فرآیند دو مرحله‌ای است. در ابتدا ایستگاهی که می‌خواهد توسط ایستگاه دیگر شناسایی و هویت سنجی شود یک فریم مدیریتی هویت سنجی شامل شناسه ایستگاه فرستنده، ارسال می‌کند. ایستگاه گیرنده نیز فریمی در پاسخ می‌فرستد که آیا فرستنده را می‌شناسد یا خیر. روش دوم کمی پیچیده‌تر است و فرض می‌کند که هر ایستگاه از طریق یک کانال مستقل و امن، یک کلید مشترک سّری دریافت کرده است. ایستگاه‌های کاری با استفاده از این کلید مشترک و با بهره‌گیری از پروتکلی موسوم به WEP اقدام به هویت سنجی یکدیگر می‌نمایند. یکی دیگر از خدمات ایستگاهی خاتمه ارتباط یا خاتمه هویت سنجی است. با استفاده از این خدمت، دسترسی ایستگاهی که سابقاً مجاز به استفاده از شبکه بوده است، قطع می‌گردد.

در یک شبکه بی‌سیم، تمام ایستگاه‌های کاری و سایر تجهیزات قادر هستند ترافیک داده‌ای را "بشنوند" – در واقع ترافیک در بستر امواج مبادله می‌شود که توسط تمام ایستگاه‌های کاری قابل دریافت است. این ویژگی سطح امنیتی یک ارتباط بی‌سیم

را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به همین دلیل در استاندارد ۸۰۲.۱۱ پروتکلی موسوم به WEP تعبیه شده است که برروی تمام فریم‌های داده و برخی فریم‌های مدیریتی و هویت سنجی اعمال می‌شود. این استاندارد در پی آن است تا با استفاده از این الگوریتم سطح اختفاء وپوشش را معادل با شبکه‌های سیمی نماید.

خدمات توزیع

خدمات توزیع عملکرد لازم در همبندی‌های مبتنی بر سیستم توزیع را مهیا می‌سازد. معمولاً خدمات توزیع توسط نقطه دسترسی فراهم می‌شوند. خدمات توزیع در این استاندارد عبارتند از:

پیوستن به شبکه، خروج از شبکه بی‌سیم، پیوستن مجدد، توزیع، مجتمع سازی

سرویس اول یک ارتباط منطقی میان ایستگاه سیار و نقطه دسترسی فراهم می‌کند. هر ایستگاه کاری قبل از ارسال داده می‌بایست با یک نقطه دسترسی برروی سیستم میزبان مرتبط گردد. این عضویت، به سیستم توزیع امکان می‌دهد که فریم‌های ارسال شده به سمت ایستگاه سیار را به درستی در اختیارش قرار دهد. خروج از شبکه بی‌سیم هنگامی بکار می‌رود که بخواهیم اجباراً ارتباط ایستگاه سیار را از نقطه دسترسی قطع کنیم و یا هنگامی که ایستگاه سیار بخواهد خاتمه نیازش به نقطه دسترسی را اعلام کند. سرویس پیوستن مجدد هنگامی مورد نیاز است که ایستگاه سیار بخواهد با نقطه دسترسی دیگری تماس بگیرد. این سرویس مشابه "پیوستن به شبکه بی‌سیم" است با این تفاوت که در این سرویس ایستگاه سیار نقطه دسترسی قبلی خود را به نقطه دسترسی جدیدی اعلام می‌کند که قصد دارد به آن متصل شود. پیوستن مجدد با توجه به تحرک و سیار بودن ایستگاه کاری امری ضروری و اجتناب ناپذیر است. این اطلاع، (اعلام نقطه دسترسی قبلی) به نقطه دسترسی جدید کمک می‌کند که با نقطه دسترسی قبلی تماس گرفته و فریم‌های بافر شده احتمالی را دریافت کند که به مقصد این ایستگاه سیار فرستاده شده‌اند. با استفاده از سرویس توزیع فریم‌های لایه MAC به مقصد مورد نظرشان می‌رسند. مجتمع سازی سرویسی است که شبکه محلی بی‌سیم را به سایر شبکه‌های محلی و یا یک یا چند شبکه محلی بی‌سیم دیگر متصل می‌کند. سرویس مجتمع سازی فریم‌های ۸۰۲.۱۱ را به فریم‌هایی ترجمه می‌کند که بتوانند در سایر شبکه‌ها (به عنوان مثال ۸۰۲.۳) جاری شوند. این عمل ترجمه دو طرفه است بدان معنی که فریم‌های سایر شبکه‌ها نیز به فریم‌های ۸۰۲.۱۱ ترجمه شده و از طریق امواج در اختیار ایستگاه‌های کاری سیار قرار می‌گیرند.

دسترسی به رسانه

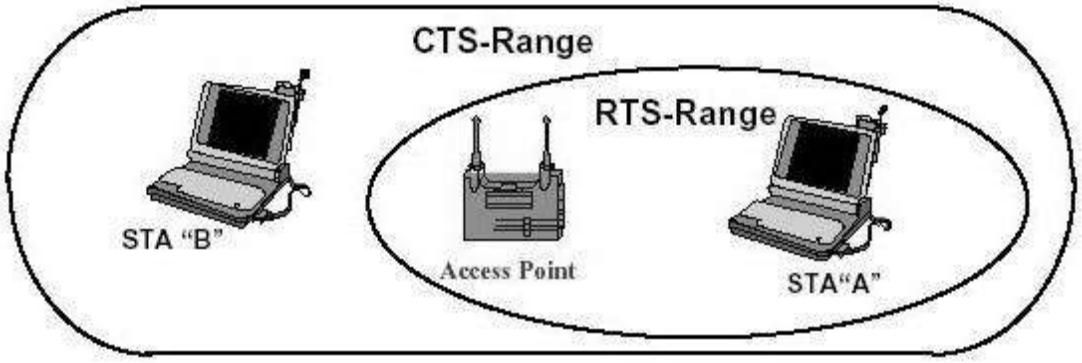
روش دسترسی به رسانه در این استاندارد CSMA/CA است که تاحدودی به روش دسترسی CSMA/CD شباهت دارد. در این روش ایستگاه‌های کاری قبل از ارسال داده کانال رادیویی را کنترل می‌کنند و در صورتی که کانال آزاد باشد اقدام به ارسال می‌کنند. در صورتی که کانال رادیویی اشغال باشد با استفاده از الگوریتم خاصی به اندازه یک زمان تصادفی صبر کرده و مجدداً اقدام به کنترل کانال رادیویی می‌کنند. در روش CSMA/CA ایستگاه فرستنده ابتدا کانال فرکانسی را کنترل کرده و در صورتی که رسانه به مدت خاصی موسوم به DIFS آزاد باشد اقدام به ارسال می‌کند. گیرنده فیلد کنترلی فریم یا همان CRC را چک می‌کند و سپس یک فریم تصدیق می‌فرستد. دریافت تصدیق به این معنی است که تصادمی بروز نکرده است. در صورتی که فرستنده این تصدیق را دریافت نکند، مجدداً فریم را ارسال می‌کند. این عمل تا زمانی ادامه می‌یابد که فریم

تصدیق ارسالی از گیرنده توسط فرستنده دریافت شود یا تکرار ارسال فریم‌ها به تعداد آستآن‌های مشخصی برسد که پس از آن فرستنده فریم را دور می‌اندازد.

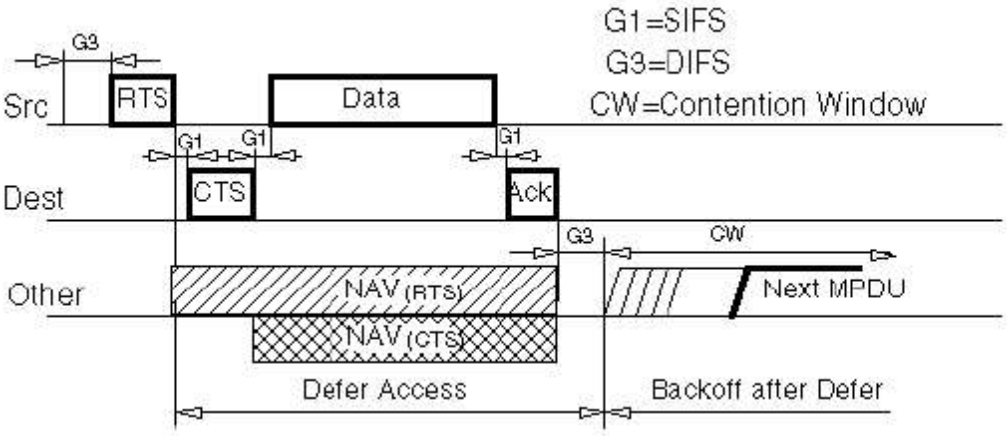
در شبکه‌های بی‌سیم بر خلاف اترنت امکان شناسایی و آشکار سازی تصادم به دو علت وجود ندارد:

۱. پیاده سازی مکانیزم آشکار سازی تصادم به روش ارسال رادیویی دوطرفه نیاز دارد که با استفاده از آن ایستگاه سیار بتواند در حین ارسال، سیگنال را دریافت کند که این امر باعث افزایش قابل توجه هزینه می‌شود.

۲. در یک شبکه بی‌سیم، بر خلاف شبکه‌های سیمی، نمی‌توان فرض کرد که تمام ایستگاه‌های سیار امواج یکدیگر را دریافت می‌کنند. در واقع در محیط بی‌سیم حالاتی قابل تصور است که به آن‌ها *نقاط پنهان* می‌گوییم. در شکل زیر ایستگاه‌های کاری "A" و "B" هر دو در محدوده تحت پوشش نقطه دسترسی هستند ولی در محدوده یکدیگر قرار ندارند.



برای غلبه بر این مشکل، استاندارد ۸۰۲.۱۱ از تکنیکی موسوم به *اجتناب از تصادم* و مکانیزم تصدیق استفاده می‌کند. همچنین با توجه به احتمال بروز روزنه‌های پنهان و نیز به منظور کاهش احتمال تصادم در این استاندارد از روشی موسوم به *شنود مجازی رسانه* یا VCS استفاده می‌شود. در این روش ایستگاه فرستنده ابتدا یک بسته کنترلی موسوم به تقاضای ارسال حاوی نشانی فرستنده، نشانی گیرنده، و زمان مورد نیاز برای اشغال کانال رادیویی را می‌فرستد. هنگامی که گیرنده این فریم را دریافت می‌کند، رسانه را کنترل می‌کند و در صورتی که رسانه آزاد باشد فریم کنترلی CTS را به نشانی فرستنده ارسال می‌کند. تمام ایستگاه‌هایی که فریم‌های کنترلی RTS/CTS را دریافت می‌کنند وضعیت کنترل رسانه خود موسوم به شاخص NAV را تنظیم می‌کنند. در صورتی که سایر ایستگاه‌ها بخواهند فریمی را ارسال کنند علاوه بر کنترل فیزیکی رسانه (کانال رادیویی) به پارامتر NAV خود مراجعه می‌کنند که مرتباً به صورت پویا تغییر می‌کند. به این ترتیب مشکل روزنه‌های پنهان حل شده و تصادم‌ها نیز به حداقل مقدار می‌رسند. شکل زیر زمان‌بندی RTS/CTS و وضعیت سایر ایستگاه‌ها را نشان می‌دهد.



لایه فیزیکی

در این استاندارد لایه فیزیکی سه عملکرد مشخص را انجام می‌دهد. اول آنکه رابطی برای تبادل فریم‌های لایه MAC جهت ارسال و دریافت داده‌ها فراهم می‌کند. دوم اینکه با استفاده از روش‌های تسهیم فریم‌های داده را ارسال می‌کند و در نهایت وضعیت رسانه (کانال رادیویی) را در اختیار لایه بالاتر (MAC) قرار می‌دهد.

سه تکنیک رادیویی مورد استفاده در لایه فیزیکی این استاندارد به شرح زیر می‌باشند:

- استفاده از تکنیک رادیویی DSSS
- استفاده از تکنیک رادیویی FHSS
- استفاده از امواج رادیویی مادون قرمز

در این استاندار لایه فیزیکی می‌تواند از امواج مادون قرمز نیز استفاده کند. در روش ارسال با استفاده از امواج مادون قرمز، اطلاعات باینری با نرخ ۱ یا ۲ مگابیت در ثانیه و به ترتیب با استفاده از مدولاسیون PPM-۱۶ و PPM-٤مبادله می‌شوند.

ویژگی‌های سیگنال‌های طیف گسترده

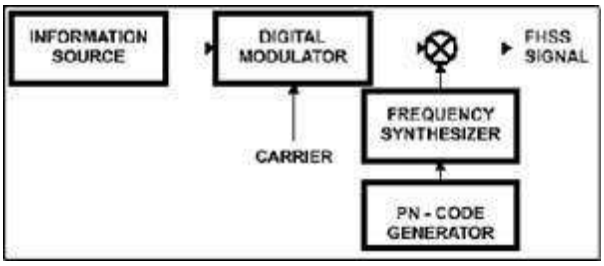
عبارت طیف گسترده به هر تکنیکی اطلاق می‌شود که با استفاده از آن پهنای باند سیگنال ارسالی بسیار بزرگ‌تر از پهنای باند سیگنال اطلاعات باشد. یکی از سوالات مهمی که با در نظر گرفتن این تکنیک مطرح می‌شود آن است که با توجه به نیاز روز افزون به پهنای باند و اهمیت آن به عنوان یک منبع با ارزش، چه دلیلی برای گسترش طیف سیگنال و مصرف پهنای باند بیشتر وجود دارد. پاسخ به این سوال در ویژگی‌های جالب توجه سیگنال‌های طیف گسترده نهفته است. این ویژگی‌های عبارتند از:

- پایین بودن توان چگالی طیف به طوری که سیگنال اطلاعات برای شنود غیر مجاز و نیز در مقایسه با سایر امواج به شکل اعوجاج و پارازیت به نظر می‌رسد.
- مصونیت بالا در مقابل پارازیت و تداخل
- رسایی با تفکیک پذیری و دقت بالا
- امکان استفاده در CDMA

مزایای فوق کمیسیون FCC را بر آن داشت که در سال ۱۹۸۵ مجوز استفاده از این سیگنال‌ها را با محدودیت حداکثر توان یک وات در محدوده ISM صادر نماید.

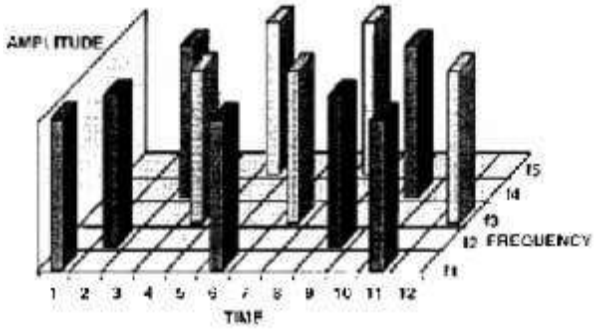
سیگنال‌های طیف گسترده با جهش فرکانسی

در یک سیستم مبتنی بر جهش فرکانسی، فرکانس سیگنال حامل به شکلی شبه تصادفی و تحت کنترل یک ترکیب کننده تغییر می‌کند. شکل زیر این تکنیک را در قالب یک نمودار نشان می‌دهد.



PN-CODE= Pseudonoise code

در این شکل سیگنال اطلاعات با استفاده از یک تسهیم کننده دیجیتال و با استفاده از روش تسهیم FSK تلفیق می‌شود. فرکانس سیگنال حامل نیز به شکل شبه تصادفی از محدوده فرکانسی بزرگ‌تری در مقایسه با سیگنال اطلاعات انتخاب می‌شود. با توجه به اینکه فرکانس‌های pn-code با استفاده از یک ثبات انتقالی همراه با پس خور ساخته می‌شوند، لذا دنباله فرکانسی تولید شده توسط آن کاملا تصادفی نیست و به همین خاطر به این دنباله، شبه تصادفی می‌گوییم.



بر اساسی مقررات FCC و سازمان‌های قانون گذاری، حداکثر زمان توقف در هر کانال فرکانسی ۴۰۰ میلی ثانیه است که برابر با حداقل ۲.۵ جهش فرکانسی در هر ثانیه خواهد بود. در استاندارد ۸۰۲.۱۱ حداقل فرکانس جهش در آمریکای شمالی و اروپا ٦ مگاهرتز و در ژاپن ۵ مگاهرتز می‌باشد.

سیگنال‌های طیف گسترده با توالی مستقیم

اصل حاکم بر توالی مستقیم، پخش یک سیگنال برروی یک باند فرکانسی بزرگتر از طریق تسهیم آن با یک امضاء یا کُد به گونه‌ای است که نویز و تداخل را به حداقل برساند. برای پخش کردن سیگنال هر بیت واحد با یک کُد تسهیم می‌شود. در گیرنده نیز سیگنال اولیه با استفاده از همان کد بازسازی می‌گردد. در استاندارد ۸۰۲.۱۱ روش مدولاسیون مورد استفاده در سیستم‌های DSSS روش تسهیم DPSK است. در این روش سیگنال اطلاعات به شکل تفاضلی تهسیم می‌شود. در نتیجه نیازی به فاز مرجع برای بازسازی سیگنال وجود ندارد.

از آنجا که در استاندارد ۸۰۲.۱۱ و سیستم DSSS از روش تسهیم DPSK استفاده می‌شود، داده‌های خام به صورت تفاضلی تسهیم شده و ارسال می‌شوند و در گیرنده نیز یک آشکار ساز تفاضلی سیگنال‌های داده را دریافت می‌کند. در نتیجه نیازی به فاز مرجع برای بازسازی سیگنال وجود ندارد. در روش تسهیم PSK فاز سیگنال حامل با توجه به الگوی بیتی

سیگنال‌های داده تغییر می‌کند. به عنوان مثال در تکنیک QPSK دامنه سیگنال حامل ثابت است ولی فاز آن با توجه به بیت‌های داده تغییر می‌کند. جدول زیر ایده مدولاسیون فاز را نشان می‌دهد.

Symbols	Bits	Phase Modulation
1	00	$A\sin(\omega t+\theta_1)$
2	01	$A\sin(\omega t+\theta_2)$
3	10	$A\sin(\omega t+\theta_3)$
4	11	$A\sin(\omega t+\theta_4)$

در الگوی مدولاسیون QPSK چهار فاز مختلف مورد استفاده قرار می‌گیرند و چهار نماد را پدید می‌آورند. واضح است که در این روش تسهیم، دامنه سیگنال ثابت است. در روش تسهیم تفاضلی سیگنال اطلاعات با توجه به میزان اختلاف فاز و نه مقدار مطلق فاز تسهیم و مخابره می‌شوند. به عنوان مثال در روش pi/4-DQPSK، چهار مقدار تغییر فاز 3pi/4-، 3pi/4، pi/4، و pi/4- است. با توجه به اینکه در روش فوق چهار تغییر فاز به کار رفته است لذا هر نماد می‌تواند دو بیت را کُدگذاری نماید.

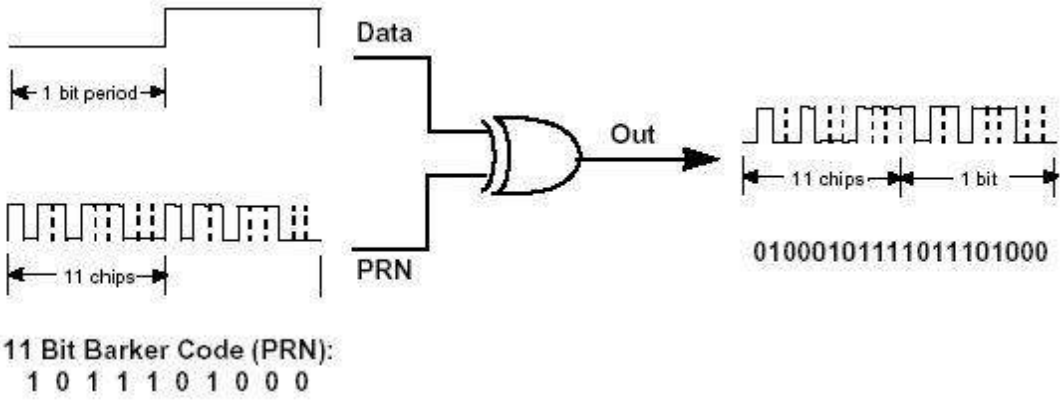
اختلاف فاز	بیتهای زوج	بیتهای فرد
-3pi/4	1	1
3 pi/4	1	0
Pi/4	0	0
-pi/4	0	1

در روش تسهیم طیف گسترده با توالی مستقیم مشابه تکنیک FH از یک کد شبه تصادفی برای پخش و گسترش سیگنال استفاده می‌شود. عبارت توالی مستقیم از آنجا به این روش اطلاق شده است که در آن سیگنال اطلاعات مستقیماً توسط یک دنباله از کدهای شبه تصادفی تسهیم می‌شود. در این تکنیک نرخ بیتی شبه کُد تصادفی، نرخ تراشه نامیده می‌شود. در استاندارد ۸۰۲.۱۱ از کُدی موسوم به کُد *بارکر* برای تولید کدها تراشه سیستم DSSS استفاده می‌شود. مهم‌ترین ویژگی کدهای بارکر خاصیت غیر تناوبی و غیر تکراری آن است که به واسطه آن یک فیلتر تطبیقی دیجیتال قادر است به راحتی محل کد بارکر را در یک دنباله بیتی شناسایی کند.

جدول زیر فهرست کامل کدهای بارکر را نشان می‌دهد. همانگونه که در این جدول مشاهده می‌شود کدهای بارکر از ۸ دنباله تشکیل شده است. در تکنیک DSSS که در استاندارد ۸۰۲.۱۱ مورد استفاده قرار می‌گیرد، از کد بارکر با طول ۱۱ (N=11) استفاده می‌شود. این کد به ازاء یک نماد، شش مرتبه تغییر فاز می‌دهد و این بدان معنی است که سیگنال حامل نیز به ازاء هر نماد ٦ مرتبه تغییر فاز خواهد داد. جدول زیر کدهای بارکر را نشان می‌دهد.

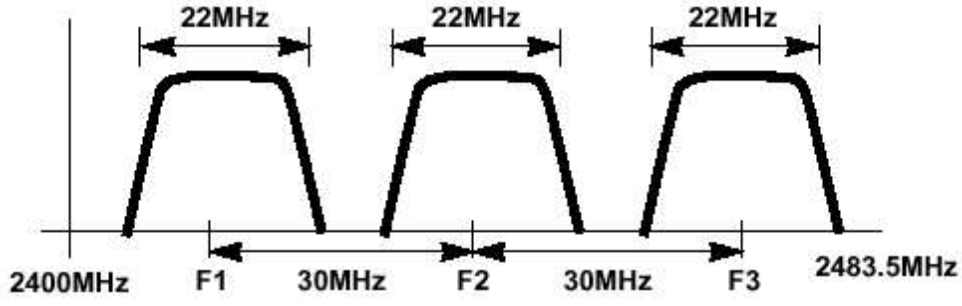
CODE LENGTH (N)	BARKER SEQUENCE
1	+
2	+ + or + -
3	+ + -
4	+ + + - or + + - +
5	+ + + - +
7	+ + + - - + -
11	+ + + - - - + - - + -
13	+ + + + + - - + + - + - +

لازم به یادآوری است که کاهش پیچیدگی سیستم ناشی از تکنیک تسهیم تفاضلی DPSK به قیمت افزایش نرخ خطای بیتی به ازاء یک نرخ سیگنال به نویز ثابت و مشخص است. شکل زیر مدل منطقی مدولاسیون و پخش سیگنال اطلاعات با استفاده از کدهای بارکر را نشان می‌دهد.

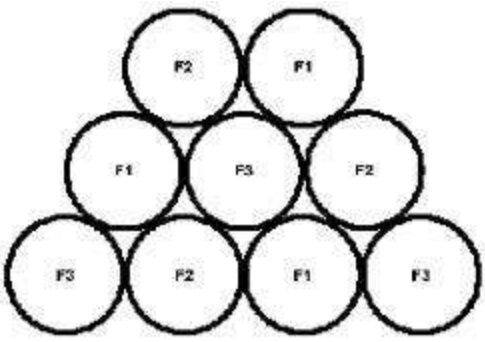


استفاده مجدد از فرکانس

یکی از نکات مهم در طراحی شبکه‌های بی‌سیم، طراحی شبکه سلولی به گونه‌ای است که تداخل فرکانسی را تا جای ممکن کاهش دهد. شکل زیر سه کانال DSSS در محدوده فرکانسی ISM را نشان می‌دهد.



شکل زیر نیز مفهوم استفاده مجدد از فرکانس با استفاده از شبکه‌های مجاور فرکانسی را نشان می‌دهد. در این شکل مشاهده می‌شود که با استفاده از یک طراحی شبکه سلولی خاص، تنها با استفاده از سه فرکانس متمایز F3,F2,F1 امکان استفاده مجدد از فرکانس فراهم شده است.



در این طراحی به هریک از سلول‌های همسایه یک کانال متفاوت اختصاص داده شده است و به این ترتیب تداخل فرکانسی بین سلول‌های همسایه به حداقل رسیده است. این تکنیک همان مفهومی است که در شبکه تلفنی سلولی یا شبکه تلفن همراه به کار می‌رود. نکتهجالب دیگر آن است که این شبکه سلولی به راحتی قابل گسترش است. خوانندگان علاقمند می‌توانند دایره‌های جدید را در چهار جهت شبکه سلولی شکل فوق با فرکانس‌های متمایز F1,F2,F3 ترسیم و گسترش دهند.

آنتن‌ها

در یکی تقسیم بندی کلی آنتن‌های مورد استفاده در استاندارد IEEE 802.11 به دو دسته: تمام جهت و نقطه به نقطه تقسیم می‌شوند. واضح است که آنتن‌های تمام جهته با توجه به آنکه نیازی به تنظیم ندارند، راحت‌تر مورد استفاده قرار می‌گیرند. این آنتن‌ها در اغلب کارت‌های شبکه (کارت‌های دسترسی) و نیز نقاط دسترسی یا ایستگاه‌های پایه بکار می‌روند.

این آنتن‌ها در فواصل کوتاه قابل استفاده هستند و برای بهره گیری در فواصل طولانی‌تر به تقویت کنندههای خارجی نیاز دارند که البته در بسیاری موارد استفاده از این تقویت کنندههای خارجی میسر و یا قانونی نیست. از سوی دیگر آنتن‌های نقطه به نقطه یا خطی در کاربردهای خارجی استفاده می‌شوند و به تنظیم دقیق نیاز دارند. محدوده عملیاتی رایج در آنتن‌های تمام جهته ٤٥ متر و محدوده عملیاتی آنتنهای نقطه به نقطه و توان بالا در حدود ٤٠ کیلومتر است. در کاربردهایی که استفاده از تقویت کننده بلا مانع است، این محدوده عملیاتی به شکل قابل توجهی افزایش یافته و تنها توسط خط دید (مسیر دید) محدود می‌شود. از جمله عوامل مهمی که محدوده عملیاتی تجهیزات مبتنی بر IEEE 802.11 را تحت تأثیر قرار می‌دهد محل نصب نقاط دسترسی یا ایستگاه پایه و نیز تداخل رادیویی است. همانگونه که پیشتر گفته شد، تجهیزات مبتنی بر این استاندارد سعی می‌کنند که با بالاترین نرخ ارسال داده کار کنند و در صورت نیاز به سرعت‌های پایین‌تر برگردند.

نتیجه

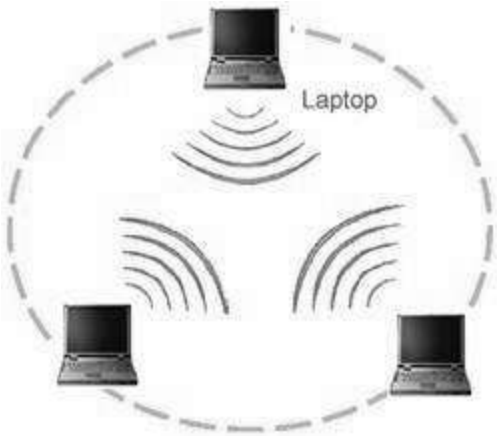
استاندارد 802.11b به تجهیزات اجازه می‌دهد که به دو روش ارتباط در شبکه برقرار شود. این دو روش عبارت‌اند از برقراری ارتباط به صورت نقطه به نقطه –همان‌گونه در شبکه‌های Ad hoc به‌کار می‌رود– و اتصال به شبکه از طریق نقاط تماس یا دسترسی (AP=Access Point).

معماری معمول در شبکه‌های محلی بی‌سیم بر مبنای استفاده از AP است. با نصب یک AP، عملاً مرزهای یک سلول مشخص می‌شود و با روش‌هایی می‌توان یک سخت‌افزار مجهز به امکان ارتباط بر اساس استاندارد 802.11b را میان سلول‌های مختلف حرکت داد. گستره‌یی که یک AP پوشش می‌دهد را BSS (Basic Service Set) می‌نامند. مجموعه‌ی

تمامی سلول‌های یک ساختار کلی شبکه، که ترکیبی از BSSهای شبکه است، را ESS (Extended Service Set) می‌نامند. با استفاده از ESS می‌توان گستره‌ی وسیع‌تری را تحت پوشش شبکه‌ی محلی بی‌سیم درآورد.

در سمت هریک از سخت‌افزارها که معمولاً مخدوم هستند، کارت شبکه‌یی مجهز به یک مودم بی‌سیم قرار دارد که با AP ارتباط را برقرار می‌کند. AP علاوه بر ارتباط با چند کارت شبکه‌ی بی‌سیم، به بستر پرسرعت‌تر شبکه‌ی سیمی مجموعه نیز متصل است و از این طریق ارتباط میان مخدوم‌های مجهز به کارت شبکه‌ی بی‌سیم و شبکه‌ی اصلی برقرار می‌شود.

همان‌گونه که گفته شد، اغلب شبکه‌های محلی بی‌سیم بر اساس ساختار فوق، که به نوع Infrastructure نیز موسوم است، پیاده‌سازی می‌شوند. با این وجود نوع دیگری از شبکه‌های محلی بی‌سیم نیز وجود دارند که از همان منطق نقطه‌به‌نقطه استفاده می‌کنند. در این شبکه‌ها که عموماً Ad hoc نامیده می‌شوند یک نقطه‌ی مرکزی برای دسترسی وجود ندارد و سخت‌افزارهای همراه – مانند کامپیوترهای کیفی و جیبی یا گوشی‌های موبایل – با ورود به محدوده‌ی تحت پوشش این شبکه، به دیگر تجهیزات مشابه متصل می‌گردند. این شبکه‌ها به بستر شبکه‌ی سیمی متصل نیستند و به همین منظور IBSS (Independent Basic Service Set) نیز خواند می‌شوند. شکل زیر شمایی ساده از یک شبکه‌ی Ad hoc را نشان می‌دهد:



شبکه‌های Ad hoc از سویی مشابه شبکه‌های محلی درون دفتر کار هستند که در آن‌ها نیازی به تعریف و پیکربندی یک سیستم رایانه‌یی به عنوان خادم وجود ندارد. در این صورت تمامی تجهیزات متصل به این شبکه می‌توانند پروندههای مورد نظر خود را با دیگر گره‌ها به اشتراک بگذارند.

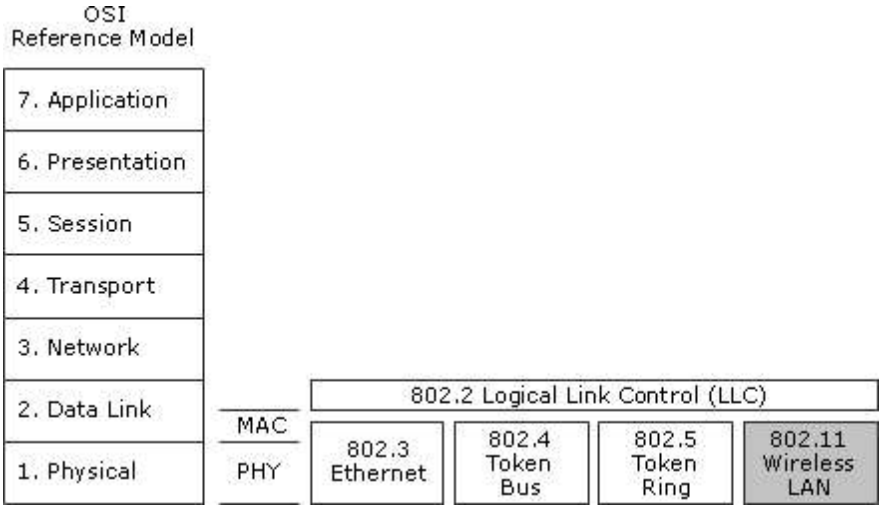
۹-۱-۱۰- لایه‌های ۸۰۲.۱۱

یک مدل مناسب برای تجزیه و تحلیل یک شبکه اطلاعاتی، مدل OSI (Open System Interconnection) تشکیل شده از ۷ لایه است که کنترل شبکه را به عهده دارند.

1) **Physical Layer**
2) **Data Link Layer**
3) **Network Layer**
4) **Transport Layer**
5) **Session Layer**
6) **Presentation Layer**
7) **Application Layer**

لایه‌های ۸۰۲.۱۱

استاندارد IEEE 802.11 در June 1997 برای WLANها منتشر شد. در این استاندارد فقط درباره ی دو لایه ی PHY و MAC صحبت شده است.



لایه اول: Physical Layer. این لایه مستقیما در رابطه با ارسال و دریافت سیگنال و تکنیک‌ها و سخت‌افزار لازم برای این کار است (مثلا فیبر نوری در شبکه‌های مخابراتی نوری یا کابل مسی در شبکه تلفن).

لایه دوم: Data Link Layer. مسئولیت اصلی این لایه مدیریت و کنترل بسته‌های اطلاعاتی (packets) است. مفاهیمی مانند کنترل خطا و پروتکل‌ها به این لایه مربوط است. این لایه خود از دو زیر لایه (sub Medium Access Control layer) (MAC)، که کنترل اجازه دسترسی (Access) به اطلاعات و زیر لایه Logical Link Control، که وظیفه همزمان ارسال شدن اطلاعات و کنترل خطا (error checking)، و پنهان کردن تفاوتهای استانداردهای مختلف از لایه‌های بالاتر شبکه را به عهده دارد.

محدوده فرکانسی ارسال داده در باند آزاد 2.4 GHz، ISM (Industrial Scientific and Medical) و نرخ ارسال بین ۱ تا ۲ Mbps است.

۸۰۲.۱۱ از دو مکانیزم متفاوت ارسال رادیویی در لایه PHY خود استفاده می‌کند. روش‌های DSSS (Direct Sequence Spread Spectrum) و FHSS (Frequency Hopped Spread Spectrum) و یک مکانیزم ارسال بوسیله مادون قرمز. اما چون در روش مادون قرمز پهنای باند کوچک است ازاین روش کمتر استفاده می‌شود.

در دو روش اول، سیگنال مورد نظر ارسالی به طوری تغییر شکل داده می‌شود که در حالیکه انرژی کل سیگنال ثابت است، محدوده فرکانسی بیشتری را اشغال می‌کند تا از اطمینان ارسال بیشتری برخوردار باشد.

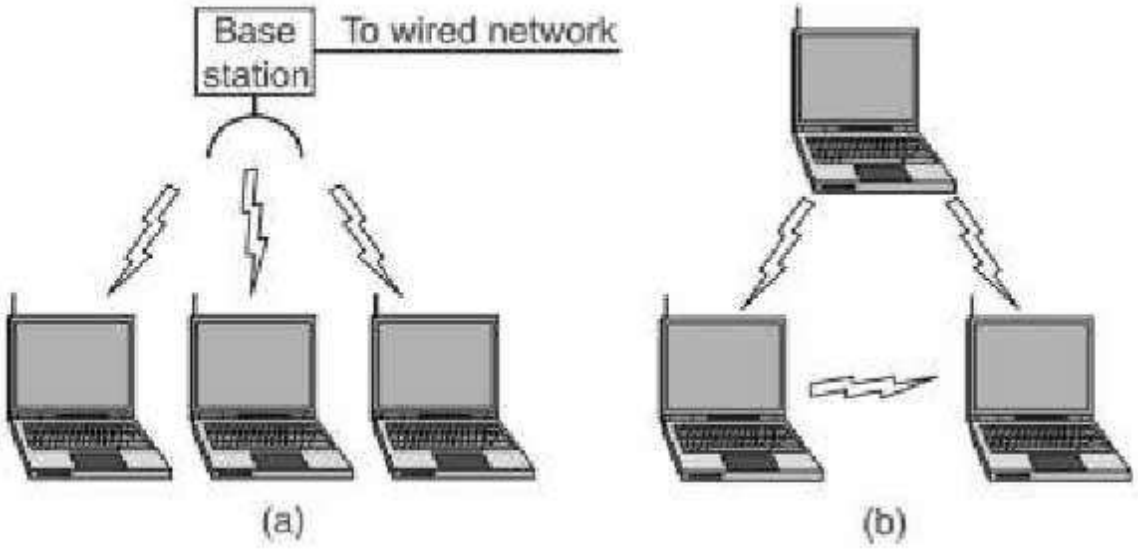
در لایه MAC ۸۰۲.۱۱ دو حالت برای ارتباطات درون شبکه تعریف می‌شود:

۱) DCF (Distributed Coordination Function)

۲) PCF (Point Coordination Function)

DCF که استاندارد موظف است آن را پشتیبانی کند، تا قابلیتهای Ethernet را داشته باشد، وقتی است که Stationها بتوانند با یکدیگر به طور بی واسطه ارتباط داشته باشند. حالت دیگر یعنی PCF وقتی است که همه Stationها به واسطه یک

base Station با هم مرتبط هستند. در این مد، چون همه چیز با واسطه است، base Station می‌تواند به Stationها نوبت برای ارسال اطلاعات خود دهد و بدین صورت مشکلی پیش نمی‌آید. ولی در DCF چنین امکانی وجود ندارد و برای جلوگیری از برخورد اطلاعات فرستاده شده باید فکر دیگری کرد. طبیعی است که در شبکه سیار موانع و مسائلی که باید حل شود به مراتب پیچیده‌تر از Ethernet است که در آن یک محیط پایدار برای تبادل اطلاعات وجود دارد می‌باشند. برای مثال در Ethernet هر Station به سادگی می‌تواند هر Station را ببیند، ولی در شبکه‌های سیار مشکل Range محدود فرستنده‌های رادیویی وجود دارد و لزوما همه Stationها نمی‌توانند از فعالیتهای هم باخبر باشند.روشی که بدین منظور استفاده می‌شود CSMA/CA (Carrier Sense Multiple Access with Collision Avoidence) است. در شکل زیر قسمت (a) عملیات PCF و قسمت (b) عملیات DCF را نشان می‌دهد.



با دو روش Authentication و Encryption امنیت رد و بدل اطلاعات بالا می‌رود. Authentication یعنی دادن اجازه ارسال و دریافت اطلاعات به وسیله یک Station به Stationهای دیگر. این در صورتی است که Stationها دو به دو با هم مرتبط باشند. اصطلاحا به این روش ارتباط Stationها روش IBSS (Independent Basic Service Set) گفته می‌شود. اگر Stationها از طریق یک Access Point با هم در ارتباط با شند یک Infrastructure Basic Service Set تشکیل می‌شود. با ارتباط چند BSS Infrastructure به هم از طریق یک Distribution System (که معمولا یک شبکه wired مثل Ethernet LAN است.) یک شبکه گسترده‌تر به نام ESS (Extended Service Set) به وجود می‌آید. شکل زیر ESS را نشان می‌دهد.

12

سوال 12 سیرپیشرفت سرعت و نرخ داده نسل های مختلف ارسال و دریافت داده را براساس سال انتشار نشان میدهد. تا سال 1992 استانداردهای انالوگ و نسل اول برقرار بود که صرفا سیگنال صوت صورت آنالوگ بود
GSM900/1800, DECT نسل دوم تا سال 2002 که ارائه کننده صوت دیجیتال بود
نسل سوم یا همان یو ام تی اس که تا سال 2012 ترکیبی از صوت دیجیتال و داده -اینترنت- است
و نسل چهارم ال تی ای که تا سال 2022 خواهد بود و همه سرویس ها صرفا مبتنی بر داده و بسته های داده خواهد بود.
همچنین با افزایش نسل ها شاهد افزایش نرخ داده و سرعت تبادل اطلاعات هستیم