معماری شبکه های بیسیم

معماری ۸۰۲,۱۱ از عناصر ساختمانی متعددی تشکیل شده است که در کنار هم، سبّار 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.

Table 1: IEEE 802.11 Standards

Standard	Frequency band	Bandwidth	Modulation	Maximum data rate
802.11	2.4 GHz	20 MHz	DSSS, FHSS	2 Mb/s
802.11b	2.4 GHz	20 MHz	DSSS	11 Mb/s
802.11a	5 GHz	20 MHz	OFDM	54 Mb/s
802.11g	2.4 GHz	20 MHz	DSSS, OFDM	54 Mb/s
802.11n	2.4 GHz, 5 GHz	20 MHz, 40 MHz	OFDM	600 Mb/s
802.11ac	5 GHz	20, 40, 80, 80 + 80, 160 MHz	OFDM	6.93 Gb/s
802.11ad	60 GHz	2.16 GHz	SC, OFDM	6.76 Gb/s

همبندی‌های ۱۱ ـ ۸۰۲

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 ۲-۱ همبندی IBSSرا نشان می‌دهد.

همبندی فی‌البداهه یا IBSS

همبندی دیگر زیرساختار 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 هم بندی 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 ۲-۲ همبندی زیرساختار را نشان می‌دهد

همبندی زیرساختار در دوگونه BSS و ESS

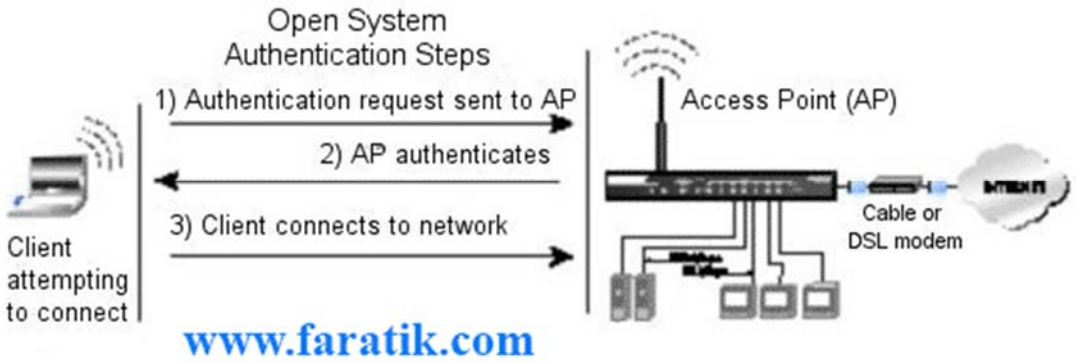
در این هم بندی سیستم توزیع، رسانه‌ای است که از طریق آن نقطه دسترسی (AP) با سایر نقاط دسترسی در تماس است و از طریق آن می‌تواند فریم‌ها را به سایر ایستگاه‌ها ارسال نماید. از سوی دیگر می‌تواند بسته‌ها را در اختیار ایستگاه‌های متصل به شبکه سیمی نیز قراردهد. در استاندارد ۸۰۲,۱۱ توصیف ویژه‌ای برای سیستم توزیع 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 ۲-۱ همبندی‌های رایج در شبکه‌های بی‌سیم مبتنی بر ۸۰۲,۱۱ را به اختصار جمع بندی می‌کند.

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:

Authentication System Open
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 سیّار 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 سیّار را به درستی در اختیارش قرار دهد. خروج از شبکه بی‌سیم هنگامی بکار می‌رود که بخواهیم اجباراً ارتباط ایستگاه سیّار را از نقطه دسترسی قطع کنیم و یا هنگامی که ایستگاه سیّار بخواهد خاتمه نیازش به نقطه دسترسی را اعلام کند. سرویس پیوستن مجدد هنگامی مورد نیاز است که ایستگاه سیّار بخواهد با نقطه دسترسی دیگری تماس بگیرد. این سرویس مشابه "پیوستن به شبکه بی‌سیم" است با این تفاوت که در این سرویس ایستگاه سیّار 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 سیّار 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 سیّار 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 سیّار قرار می‌گیرند.

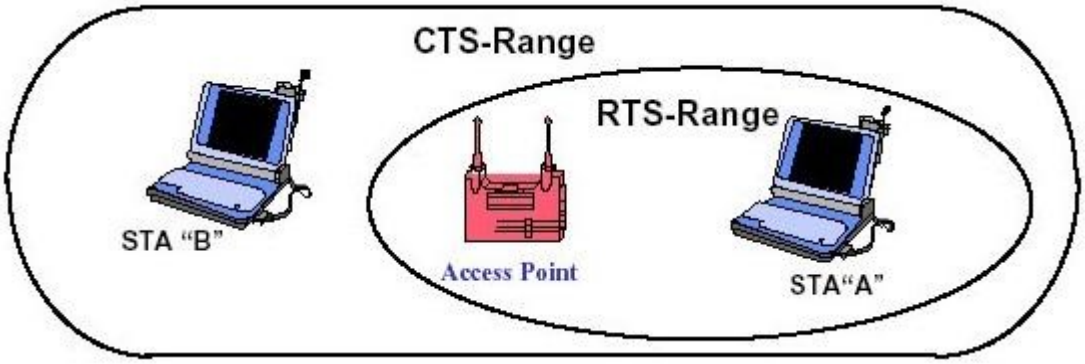
دسترسی به رسانه

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

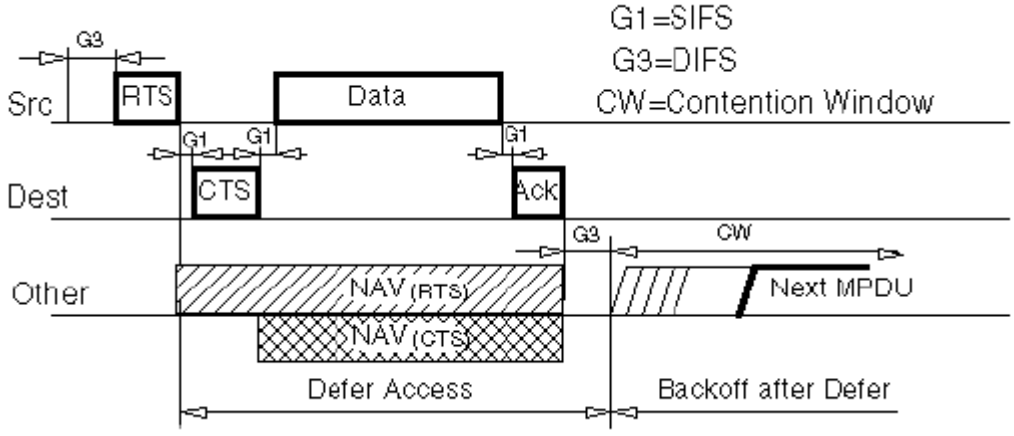
فریم تصدیق ارسالی از گیرنده توسط فرستنده دریافت شود یا تکرار ارسال فریم‌ها به تعداد آستان‌های مشخصی برسد که پس از آن فرستنده فریم را دور می‌اندازد.

در شبکه‌های بی‌سیم بر خلاف اِترنت 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 سیّار 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 سیّار 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.



۳. 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 شاخصNAV 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 ۲-۴ 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 رادیوییDSSS
- استفاده از تکنیک رادیوییFHSS
- 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-۴مبادله 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 درCDMA

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 ۲-۵ این تکنیک را در قالب یک نمودار نشان می‌دهد