شبکه هاي بي سيم بارويکردي به Wi-Fiو Bluetooth

شرکت فنـاوري اطلاعات

دفتـر تحقـيق و توسعه

گروه مطالـعاتي Wireless

محقق وگردآورنده

مـهدي منـصوري

سرپرست تحقيق

مهنـدس آقاميرزايي

اداره کل توسعه و مهندسي

اسفندماه ۱۳۸۴

فهرست

عنوان	صفحه
مقدمه	۱
۱-WLAN	۲
۱-۱-مشخصات و خصوصیات WLAN	۲
۱-۲-همبندی های ۸۰۲,۱۱	۳
۱-۲-۱-همبندی IBSS	۳
۱-۲-۲-همبندی زیرساختاردردوگونه ESSوBSS	۳
۱-۳-لایه فیزیکی	۶
۱-۳-۱-دسترسی به رسانه	۶
۱-۳-۱-۱- روزنه های پنهان	۷
۱-۳-۲-پل ارتباطی	۸
۱-۴-خدمات توزیع	۱۰
۱-۵-ویژگی های سیگنال طیف گسترده	۱۱
۱-۵-۱-سیگنال های طیف گسترده با جهش فرکانس	۱۱
۱-۵-۱-۱-تکنیک FHSS (PN-Code : Persuade Noise Code)	۱۱
۱-۵-۱-۲-تغییرفرکانس سیگنال های تسهیم شده به شکل شبه تصادفی	۱۱
۱-۵-۲-سیگنال های طیف گسترده با توالی مستقیم	۱۱
۱-۵-۲-۱-مدولاسیون باز	۱۲
۱-۵-۲-۲-کدهای بارکر	۱۳
۱-۵-۳-استفاده مجدد از فرکانس	۱۳
۱-۵-۳-۱-سه کانال فرکانسیF1,F2,F3	۱۳
۱-۵-۳-۲-طراحی شبکه سلولی	۱۳
۱-۵-۴-پدیده ی چند مسیری	۱۳
۱-۶-مقایسه مدل های ۸۰۲,۱۱	۱۴
۶-۱-۱-ستاندارد ۸۰۲,۱۱b	۱۴
۶-۱-۱-۱-اثرات فاصله	۱۵
۶-۱-۱-۲-پل مابین شبکه ای	۱۶
۱-۶-۲-استاندارد۸۰۲,۱۱a	۱۶
۱-۶-۲-۱-افزایش باند	۱۷
۱-۶-۲-۲-طیف فرکانس تمیزتر	۱۸
۶-۲-۳-کانال های غیرپوشا	۱۸
۱-۶-۲-۴-همکاریWi-Fi	۱۹
۱-۶-۳-80211g یک استاندارد جدید	۱۹
۲-معرفی شبکه های بلوتوس	۲۱
۲-۱-مولفه های امنیتی در بلوتوس	۲۳
واژه نامه و کلمه های کلیدی	۲۴
منابع و مراجع	۲۶

مقدمه

از آن‌جا که شبکه‌هاي بي سيم، در دنياي کنوني هرچه بيشتر در حال گسترش هستند، و با توجه به ماهيت اين دسته از شبکه‌ها، که بر اساس سيگنال‌هاي راديويي‌اند، مهم‌ترين نکته در راه استفاده از اين تکنولوژي، آگاهي از نقاط قوت و ضعف آن‌ست. نظر به لزوم آگاهي از خطرات استفاده از اين شبکه‌ها، با وجود امکانات نهفته در آن‌ها که به‌مدد پيکربندي صحيح مي‌توان به‌سطح قابل قبولي از بعد امنيتي دست يافت،

تکنولوژي شبکه‌هاي بي‌سيم، با استفاده از انتقال داده‌ها توسط اموج راديويي، در ساده‌ترين صورت، به تجهيزات سخت‌افزاري امکان مي‌دهد تا بدون‌استفاده از بسترهاي فيزيکي همچون سيم و کابل، با يکديگر ارتباط برقرار کنند. شبکه‌هاي بي‌سيم بازه‌ي وسيعي از کاربردها، از ساختارهاي پيچيده‌يي چون شبکه‌هاي بي‌سيم سلولي -که اغلب براي تلفن‌هاي همراه استفاده مي‌شود- و شبکه‌هاي محلي بي‌سيم (WLAN – Wireless LAN) گرفته تا انوع ساده‌يي چون هدفون‌هاي بي‌سيم، را شامل مي‌شوند. از سوي ديگر با احتساب امواجي همچون مادون قرمز، تمامي تجهيزاتي که از امواج مادون قرمز نيز استفاده مي‌کنند، مانند صفحه کليدها، ماوس‌ها و برخي از گوشي‌هاي همراه، در اين دسته‌بندي جاي مي‌گيرند. طبيعي‌ترين مزيت استفاده از اين شبکه‌ها عدم نياز به ساختار فيزيکي و امکان نقل و انتقال تجهيزات متصل به اين‌گونه شبکه‌ها و همچنين امکان ايجاد تغيير در ساختار مجازي آن‌هاست. از نظر ابعاد ساختاري، شبکه‌هاي بي‌سيم به سه دسته تقسيم مي‌گردند : WWAN، WLAN و WPAN.

مقصود از WWAN، که مخفف Wireless WAN است، شبکه‌هايي با پوشش بي‌سيم بالاست. نمونه‌يي از اين شبکه‌ها، ساختار بي‌سيم سلولي مورد استفاده در شبکه‌هاي تلفن همراه است. WLAN پوششي محدودتر، در حد يک ساختمان يا سازمان، و در ابعاد کوچک يک سالن يا تعدادي اتاق، را فراهم مي‌کند. کاربرد شبکه‌هاي WPAN يا Wireless Personal Area Network براي موارد خانگي است. ارتباطاتي چون Bluetooth و مادون قرمز در اين دسته قرار مي‌گيرند. شبکه‌هاي WPAN از سوي ديگر در دسته‌ي شبکه‌هاي Ad Hoc نيز قرار مي‌گيرند. در شبکه‌هاي Ad hoc، يک سخت‌افزار، به‌محض ورود به فضاي تحت پوشش آن، به‌صورت پويا به شبکه اضافه مي‌شود. مثالي از اين نوع شبکه‌ها، Bluetooth است. در اين نوع، تجهيزات مختلفي از جمله صفحه کليد، ماوس، چاپگر، کامپيوتر کيفي يا جيبي و حتي گوشي تلفن همراه، در صورت قرارگرفتن در محيط تحت پوشش، وارد شبکه شده و امکان رد و بدل داده‌ها با ديگر تجهيزات متصل به شبکه را مي‌يابند. تفاوت ميان شبکه‌هاي Ad hoc با شبکه‌هاي محلي بي‌سيم (WLAN) در ساختار مجازي آن‌هاست. به‌عبارت ديگر، ساختار مجازي شبکه‌هاي محلي بي‌سيم بر پايه‌ي طرحي ايستاست درحالي‌که شبکه‌هاي Ad hoc از هر نظر پويا هستند. طبيعي‌ست که در کنار مزايايي که اين پويايي براي استفاده کنندگان فراهم مي‌کند، حفظ امنيت چنين شبکه‌هايي نيز با مشکلات بسياري همراه است. با اين وجود، عملاً يکي از راه حل‌هاي موجود براي افزايش امنيت در اين شبکه‌ها، خصوصاً در انواعي همچون Bluetooth، کاستن از شعاع پوشش سيگنال‌هاي شبکه است. در واقع مستقل از اين حقيقت که عملکرد Bluetooth بر اساس فرستنده و گيرنده‌هاي کم‌توان استوار است و اين مزيت در کامپيوترهاي جيبي برتري قابل‌توجه‌اي محسوب مي‌گردد، همين کمي توان سخت‌افزار مربوطه، موجب وجود منطقه‌ي محدود تحت پوشش است که در بررسي امنيتي نيز مزيت محسوب مي‌گردد. به‌عبارت ديگر اين مزيت به‌همراه استفاده از کدهاي رمز نه‌چندان پيچيده، تنها حربه‌هاي امنيتي اين دسته از شبکه‌ها به‌حساب مي‌آيند.

WLAN-۱

۱-۱-مشخصات و خصوصيات WLAN

تكنولوژي و صنعت WLAN به اوايل دهه‌ي ۸۰ ميلادي باز مي‌گردد. مانند هر تكنولوژي ديگري، پيشرفت شبكه‌هاي محلي بي‌سيم به كندي صورت مي‌پذيرفت. با ارايه‌ي استاندارد IEEE 802.11b، كه پهناي باند نسبتاً بالايي را براي شبكه‌هاي محلي امكان‌پذير مي‌ساخت، استفاده از اين تكنولوژي وسعت بيشتري يافت. در حال حاضر، مقصود از WLAN تمامي پروتكل‌ها و استانداردهاي خانواده‌ي IEEE 802.11 است. جدول زير اختصاصات اين دسته از استانداردها را به صورت كلي نشان مي‌دهد .

Characteristic	Description
Physical Layer	Direct Sequence Spread Spectrum (DSSS), Frequency Hopping Spread Spectrum (FHSS), infrared (IR)
Frequency Band	2.4GHz (ISM band) and 5GHz
Data Rates	1Mbps, 2Mbps, 5.5Mbps, 11Mbps (11b), 54Mbps (11a), 54Mbps (11g)
Data and network security	RC4-based stream encryption algorithm for confidentiality, authentication, and integrity. Limited key management.
Operating Range	About 150 feet indoors and 1500 feet outdoors
Throughput	Up to 11Mbps (54Mbps planned)
Positive Aspects	Ethernet speeds without wires; many different products from many different companies. Wireless client cards and access point costs are decreasing.
Negative Aspects	Poor security in native mode; throughput decrease with distance and load.

جدول 1

۱-۲-همبندی هاي ۸۰۲,۱۱

در يك تقسيم بندي كلي مي‌توان دو همبندي (توپولوژي) را براي شبكه‌هاي محلي بي‌سيم در نظر گرفت. سادەترين همبندي، في‌البداهه (Ad Hoc) و براساس فرهنگ واژگان استاندارد ۸۰۲,۱۱، IBSS است. در اين همبندي ايستگاه‌ها از طريق رسانه بي‌سيم به صورت نظير به نظير با يكديگر در ارتباط هستند و براي تبادل داده (تبادل پيام) از تجهيزات يا ايستگاه واسطي استفاده نمي‌كنند. واضح است كه در اين همبندي به سبب محدوديت‌هاي فاصله هر ايستگاهي ضرورتاً نمي‌تواند با تمام ايستگاه‌هاي ديگر در تماس باشد. به اين ترتيب شرط اتصال مستقيم در همبندي IBSS آن است كه ايستگاه‌ها در محدوده عملياتي بي‌سيم يا همان بُرد شبكه بي‌سيم قرار داشته باشند.

۱-۲-۲-همبندي IBSS

همبندي ديگر زيرساختار است. در اين همبندي عنصر خاصي موسوم به نقطه دسترسي وجود دارد. نقطه دسترسي ايستگاه‌هاي موجود در يك مجموعه سرويس را به سيستم توزيع متصل مي‌كند. در اين هم بندي تمام ايستگاه‌ها با نقطه دسترسي تماس مي‌گيرند و اتصال مستقيم بين ايستگاه‌ها وجود ندارد در واقع نقطه‌دسترسي وظيفه دارد فريم‌ها (قاب‌هاي داده) را بين ايستگاه‌ها توزيع و پخش كند.

۱-۲-۲-همبندي زيرساختار در دوگونه BSS و ESS

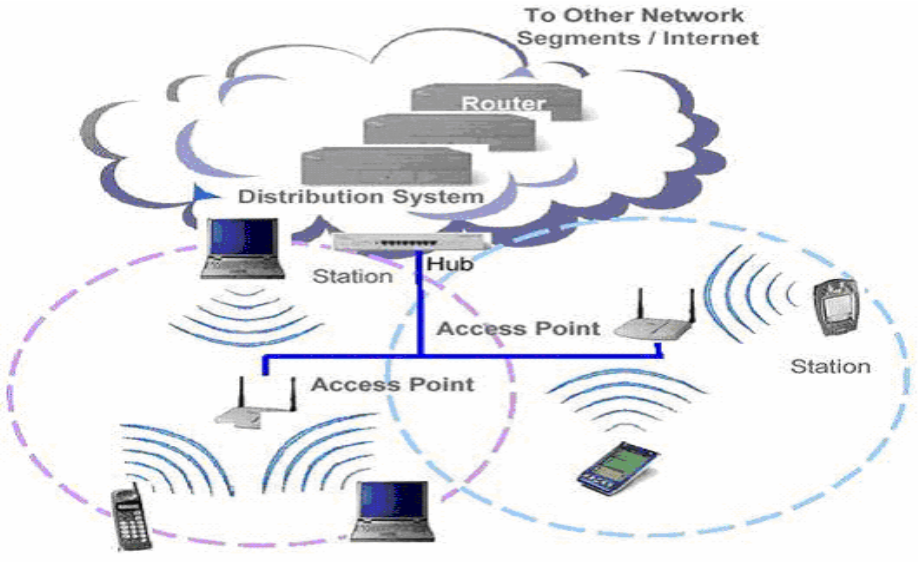
در اين هم بندي سيستم توزيع، رسانه‌اي است كه از طريق آن نقطه دسترسي (AP) با ساير نقاط دسترسي در تماس است و از طريق آن مي‌تواند فريم‌ها را به ساير ايستگاه‌ها ارسال نمايد. از سوي ديگر مي‌تواند بسته‌ها را در اختيار ايستگاه‌هاي متصل به شبكه سيمي نيز قراردهد. در استاندارد ۸۰۲,۱۱ توصيف ويژه‌اي براي سيستم توزيع ارائه نشده است، لذا محدوديتي براي پياده سازي سيستم توزيع وجود ندارد، در واقع اين استاندارد تنها خدماتي را معين مي‌كند كه سيستم توزيع مي‌بايست ارائه نمايد. بنابراين سيستم توزيع مي‌تواند يك شبكه ۸۰۲,۳ معمولي و يا دستگاه خاصي باشد كه سرويس توزيع مورد نظر را فراهم مي‌كند.
استاندارد ۸۰۲,۱۱ با استفاده از همبندي خاصي محدوده عملياتي شبكه را گسترش مي‌دهد. اين همبندي به شكل مجموعه سرويس گسترش يافته (ESS) بر پا مي‌شود. در اين روش يك مجموعه گسترده و متشكل از چندين BSS يا مجموعه سرويس پايه از طريق نقاط دسترسي با يكديگر در تماس هستند و به اين ترتيب ترافيك داده بين مجموعه‌هاي سرويس پايه مبادله شده و انتقال پيام‌ها شكل مي‌گيرد. در اين همبندي ايستگاه‌ها مي‌توانند در محدوده عملياتي بزرگ‌تري گردش نمايند. ارتباط بين نقاط دسترسي از طريق سيستم توزيع فراهم مي‌شود. در واقع سيستم توزيع ستون فقرات شبكه‌هاي محلي بي‌سيم است و مي‌تواند با استفاده از فنّاوري بي‌سيم يا شبكه‌هاي سيمي شكل گيرد. سيستم توزيع در هر نقطه دسترسي به عنوان يك لايه عملياتي ساده است كه وظيفه آن تعيين گيرنده پيام و انتقال فريم به مقصدش مي‌باشد. نكته قابل توجه در اين همبندي آن است كه تجهيزات شبكه خارج از حوزه ESS تمام ايستگاه‌هاي سيّار داخل ESS را صرفنظر از پويايي و تحركشان به صورت يك شبكه منفرد در سطح لايه MAC تلقي مي‌كنند. به اين ترتيب پروتكل‌هاي رايج شبكه‌هاي كامپيوتري كوچكترين تأثيري از سيّار بودن ايستگاه‌ها و رسانه بي‌سيم نمي‌پذيرند. جدول ۲ همبندي‌هاي رايج در شبكه‌هاي بي‌سيم مبتني بر ۸۰۲,۱۱ را به اختصار جمع بندي مي‌كند.

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

جدول 2 - توپولوژي‌هاي رايج در استاندارد ۸۰۲,۱۱

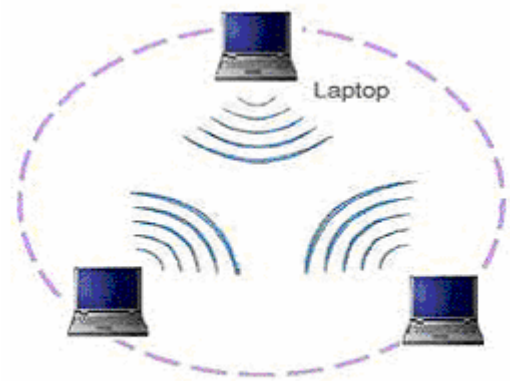
معماري معمول در شبكه‌هاي محلي بي‌سيم بر مبناي استفاده از AP است. با نصب يک AP، عملاً مرزهاي يک سلول مشخص مي‌شود و با روش‌هايي مي‌توان يک سخت‌افزار مجهز به امكان ارتباط بر اساس استاندارد b۸۰۲,۱۱ را ميان سلول‌هاي مختلف حركت داد. گسترهيي كه يک AP پوشش مي‌دهد را BSS-Basic Service Set مي‌نامند. مجموعه‌ي تمامي سلول‌هاي يک ساختار كلي شبكه، كه تركيبي از BSSهاي شبكه است، را ESS-Extended Service Set مي‌نامند. با استفاده از ESS مي‌توان گستره‌ي وسيع‌تري را تحت پوشش شبكه‌ي محلي بي‌سيم درآورد.

در سمت هريک از سخت‌افزارها كه معمولاً مخدوم هستند، كارت شبكه‌يي مجهز به يک مودم بي‌سيم قرار دارد كه با AP ارتباط را برقرار مي‌كند. AP علاوه بر ارتباط با چند كارت شبكه‌ي بي‌سيم، به بستر پرسرعت‌تر شبكه‌ي سيمي مجموعه نيز متصل است و از اين طريق ارتباط ميان مخدوم‌هاي مجهز به كارت شبكه‌ي بي‌سيم و شبكه‌ي اصلي برقرار مي‌شود. شكل ۳ زير نمايي از اين ساختار را نشان مي‌دهد :



شكل 3

همان‌گونه كه گفته شد، اغلب شبكه‌هاي محلي بي‌سيم بر اساس ساختار فوق، كه به نوع Infrastructure نيز موسوم است، پيادەسازي مي‌شوند. با اين وجود نوع ديگري از شبكه‌هاي محلي بي‌سيم نيز وجود دارند كه از همان منطق نقطه‌به‌نقطه استفاده مي‌كنند. در اين شبكه‌ها كه عموماً Ad hoc ناميده مي‌شوند يک نقطه‌ي مركزي براي دسترسي وجود ندارد و سخت‌افزارهاي همراه مانند كامپيوترهاي كيفي و جيبي يا گوشي‌هاي موبايل با ورود به محدوده‌ي تحت پوشش اين شبكه، به ديگر تجهيزات مشابه متصل مي‌گردند. اين شبكه‌ها به بستر شبكه‌ي سيمي متصل نيستند و به همين منظور(IBSS (Independent Basic Service Set نيز خوانده مي‌شوند. شكل ٤ زير شمايي ساده از يک شبكه‌ي Ad hoc را نشان مي‌دهد :



شكل 4

شبكه‌هاي Ad hoc از سويي مشابه شبكه‌هاي محلي درون دفتر كار هستند كه در آنها نيازي به تعريف و پيكربندي يک سيستم رايانه‌يي به عنوان خادم وجود ندارد. در اين صورت تمامي تجهيزات متصل به اين شبكه مي‌توانند پرونده‌هاي مورد نظر خود را با ديگر گره‌ها به اشتراک بگذارند.

به منظور حفظ سازگاري و توانايي تطابق و همكاري با ساير استانداردها، لايه دسترسي به رسانه (MAC) در استاندارد ٨٠٢,١١ مي‌بايست از ديد لايه‌هاي بالاتر مشابه يك شبكه محلي مبتني بر استاندارد ٨٠٢ عمل كند. بدين خاطر لايه MAC در اين استاندارد مجبور است كه سيّاربودن ايستگاه‌هاي كاري را به گونه‌اي شفاف پوشش دهد كه از ديد لايه‌هاي بالاتر استاندارد اين سيّاربودن احساس نشود. اين نكته سبب مي‌شود كه لايهMAC در اين استاندارد وظايفي را بر عهده بگيرد كه معمولاً توسط لايه‌هاي بالاتر شبكه انجام مي‌شوند. در واقع اين استاندارد لايه‌هاي فيزيكي و پيوند داده جديدي به مدل مرجع OSI اضافه مي‌كند و به طور مشخص لايه فيزيكي جديد از فركانس‌هاي راديويي به عنوان رسانه انتقال بهره مي‌برد.

۱-۳-لايه فيزيكي

در اين استاندارد لايه فيزيكي سه عملكرد مشخص را انجام مي‌دهد. اول آنكه رابطي براي تبادل فريم‌هاي لايه MAC جهت ارسال و دريافت داده‌ها فراهم مي‌كند. دوم اينكه با استفاده از روش‌هاي تسهيم فريم‌هاي داده را ارسال مي‌كند و در نهايت وضعيت رسانه (كانال راديويي) را در اختيار لايه بالاتر (MAC) قرار مي‌دهد. سه تكنيك راديويي مورد استفاده در لايه فيزيكي اين استاندارد به شرح زير مي‌باشند.

- استفاده از تكنيك راديويي DSSS
- استفاده از تكنيك راديويي FHSS
- استفاده از امواج راديويي مادون قرمز

در اين استاندار لايه فيزيكي مي‌تواند از امواج مادون قرمز نيز استفاده كند. در روش ارسال با استفاده از امواج مادون قرمز، اطلاعات باينري با نرخ ۱ يا ۲ مگابيت در ثانيه و به ترتيب با استفاده از مدولاسيون PPM-۱٦ و PPM-٤مبادله مي‌شوند. كسب اطلاعات بيشتر در خصوص گروه‌هاي كاري IEEE 802.11 مي‌توانيد به نشاني http://www.ieee802.org/11 مراجعه كنيد. علاوه بر استاندارد IEEE 802.11-1999 دو الحاقيه IEEE 802.11a و IEEE 802.11b تغييرات و بهبودهاي قابل توجهي را به استاندارد اوليه اضافه كرده است.

۱-۳-۱-دسترسي به رسانه

روش دسترسي به رسانه در اين استاندارد CSMA/CA است كه تاحدودي به روش دسترسي CSMA/CD شباهت دارد. در اين روش ايستگاه‌هاي كاري قبل از ارسال داده كانال راديويي را كنترل مي‌كنند و در صورتي كه كانال آزاد باشد اقدام به ارسال مي‌كنند. در صورتي كه كانال راديويي اشغال باشد با استفاده از الگوريتم خاصي به اندازه يك زمان تصادفي صبر كرده و مجدداً اقدام به كنترل كانال راديويي مي‌كنند. در روش CSMA/CA ايستگاه فرستنده ابتدا كانال فركانسي را كنترل كرده و در صورتي كه رسانه به مدت خاصي موسوم به DIFS آزاد باشد اقدام به ارسال مي‌كند. گيرنده فيلد كنترلي فريم يا همان CRC را چك مي‌كند و سپس يك فريم تصديق مي‌فرستد. دريافت تصديق به اين معني است كه تصادمي بروز نكرده است. در صورتي كه فرستنده اين تصديق را دريافت نكند، مجدداً فريم را ارسال مي‌كند. اين عمل تا زماني ادامه مي‌يابد كه فريم تصديق ارسالي از گيرنده توسط فرستنده دريافت شود يا تكرار ارسال فريم‌ها به تعداد آستان‌هاي مشخصي برسد كه پس از آن فرستنده فريم را دور مي‌اندازد.

در شبكه‌هاي بي‌سيم بر خلاف اِترنت امكان شناسايي و آشكار سازي تصادم به دو علت وجود ندارد:

a)پياده سازي مكانيزم آشكار سازي تصادم به روش ارسال راديويي دوطرفه نياز دارد كه با استفاده از آن ايستگاه سيّار بتواند در حين ارسال، سيگنال را دريافت كند كه اين امر باعث افزايش قابل توجه

هزينه مي‌شود.
b)در يك شبكه بي‌سيم، بر خلاف شبكه‌هاي سيمي، نمي‌توان فرض كرد كه تمام ايستگاه‌هاي سيّار امواج يكديگر را دريافت مي‌كنند. در واقع در محيط بي‌سيم حالاتي قابل تصور است كه به آنها نقاط پنهان مي‌گوييم.

۱-۳-۱-۱-روزنه‌هاي پنهان

براي غلبه بر اين مشكل، استاندارد ۸۰۲,۱۱ از تكنيكي موسوم به اجتناب از تصادم و مكانيزم تصديق استفاده مي‌كند. همچنين با توجه به احتمال بروز روزنه‌هاي پنهان و نيز به منظور كاهش احتمال تصادم در اين استاندارد از روشي موسوم به شنود مجازي رسانه يا VCS استفاده مي‌شود. در اين روش ايستگاه فرستنده ابتدا يك بسته كنترلي موسوم به تقاضاي ارسال حاوي نشاني فرستنده، نشاني گيرنده، و زمان مورد نياز براي اشغال كانال راديويي را مي‌فرستد. هنگامي كه گيرنده اين فريم را دريافت مي‌كند، رسانه را كنترل مي‌كند و در صورتي كه رسانه آزاد باشد فريم كنترلي CTS را به نشاني فرستنده ارسال مي‌كند. تمام ايستگاه‌هايي كه فريم‌هاي كنترلي RTS/CTS را دريافت مي‌كنند وضعيت كنترل رسانه خود موسوم به شاخصNAV را تنظيم مي‌كنند. در صورتي كه ساير ايستگاه‌ها بخواهند فريمي را ارسال كنند علاوه بر كنترل فيزيكي رسانه (كانال راديويي) به پارامتر NAV خود مراجعه مي‌كنند كه مرتباً به صورت پويا تغيير مي‌كند. به اين ترتيب مشكل روزنه‌هاي پنهان حل شده و تصادم‌ها نيز به حداقل مقدار مي‌رسند.

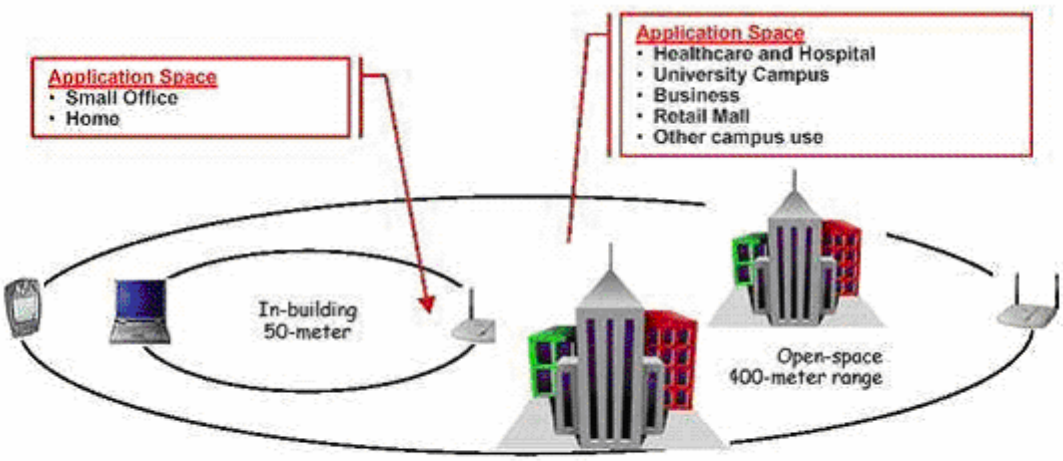
شعاع پوشش شبكه‌ي بي‌سيم بر اساس استاندارد ۸۰۲,۱۱ به فاكتورهاي بسياري بستگي دارد كه برخي از آن‌ها به شرح زير هستند :

- پهناي باند مورد استفاده

- منابع امواج ارسالي و محل قرارگيري فرستنده‌ها و گيرنده‌ها
- مشخصات فضاي قرارگيري و نصب تجهيزات شبكه‌ي بي‌سيم
- قدرت امواج
- نوع و مدل آنتن

شعاع پوشش از نظر تئوري بين ۲۹متر (براي فضاهاي بسته‌ي داخلي) و ۴۸۵متر (براي فضاهاي باز) در استاندارد b۸۰۲,۱۱ متغير است. با اين‌وجود اين مقادير، مقاديري متوسط هستند و در حال حاضر با توجه به گيرنده‌ها و فرستنده‌هاي نسبتاً قدرتمندي كه مورد استفاده قرار مي‌گيرند، امكان استفاده از اين پروتكل و گيرنده‌ها و فرستنده‌هاي آن، تا چند كيلومتر هم وجود دارد كه نمونه‌هاي عملي آن فراوان‌اند.
با اين وجود شعاع كلي‌يي كه براي استفاده از اين پروتكل (802.11b) ذكر مي‌شود چيزي ميان ۵۰ تا ۱۰۰متر است. اين شعاع عمل‌كرد مقداري‌ست كه براي محل‌هاي بسته و ساختمان‌هاي چند طبقه نيز معتبر بوده و مي‌تواند مورد استناد قرار گيرد.

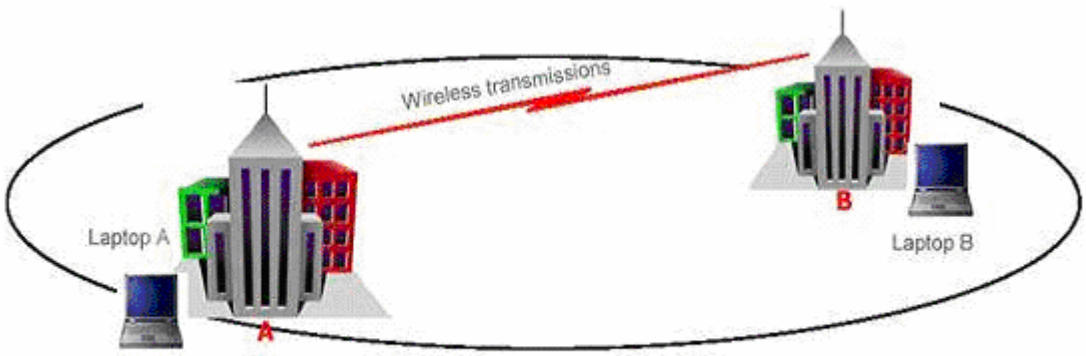
شكل ٥ زير مقايسه‌يي ميان بردهاي نمونه در كاربردهاي مختلف شبكه‌هاي بي‌سيم مبتني بر پروتكل 802.11b را نشان مي‌دهد :



شكل 5

١-٣-٢-پل ارتباطی

يكي از عملكردهاي نقاط دسترسي به عنوان سوييچ‌هاي بي‌سيم، عمل اتصال ميان حوزه‌هاي بي‌سيم است. به‌عبارت ديگر با استفاده از چند سوييچ بي‌سيم مي‌توان عملكردهاي مشابه Bridge براي شبكه‌هاي بيسيم را به‌دست آورد.
اتصال ميان نقاط دسترسي مي‌تواند به صورت نقطه‌به‌نقطه، براي ايجاد اتصال ميان دو زيرشبكه به يكديگر، يا به صورت نقطه‌يي به چند نقطه يا بالعكس براي ايجاد اتصال ميان زيرشبكه‌هاي مختلف به يكديگر به‌صورت همزمان صورت گيرد.
نقاط دسترسي‌يي كه به عنوان پل ارتباطي ميان شبكه‌هاي محلي با يكديگر استفاده مي‌شوند از قدرت بالاتري براي ارسال داده استفاده مي‌كنند و اين به‌معناي شعاع پوشش بالاتر است. اين سخت‌افزارها معمولاً براي ايجاد اتصال ميان نقاط و ساختمان‌هايي به‌كار مي‌روند كه فاصله‌ي آن‌ها از يكديگر بين ١ تا ٥ كيلومتر است. البته بايد توجه داشت كه اين فاصله، فاصله‌يي متوسط بر اساس پروتكل 802.11bاست. براي پروتكل‌هاي ديگري چون 802.11aمي‌توان فواصل بيشتري را نيز به‌دست آورد. شكل٦ زير نمونه‌يي از ارتباط نقطه به نقطه با استفاده از نقاط دسترسي مناسب را نشان مي‌دهد :



شكل 6

از ديگر استفاده‌هاي نقاط دسترسي با برد بالا مي‌توان به امكان توسعه‌ي شعاع پوشش شبكه هاي بي‌سيم اشاره كرد. به عبارت ديگر براي بالابردن سطح تحت پوشش يک شبكه‌ي بي‌سيم، مي‌توان از چند نقطه‌ي دسترسي بي‌سيم به‌صورت همزمان و پشت به پشت يكديگر استفاده كرد. به عنوان نمونه در مثال بالا مي‌توان با استفاده از يک فرستنده‌ي ديگر در بالاي هريک از ساختمان‌ها، سطح پوشش شبكه را تا ساختمان‌هاي ديگر گسترش داد.

۱-٤-خدمات توزيع

خدمات توزيع عملكرد لازم در همبندي‌هاي مبتني بر سيستم توزيع را مهيا مي‌سازد. معمولاً خدمات توزيع توسط نقطه دسترسي فراهم مي‌شوند. خدمات توزيع در اين استاندارد عبارتند از:

- پيوستن به شبكه
- خروج از شبكه بي‌سيم
- پيوستن مجدد
- توزيع
- مجتمع سازي

سرويس اول يك ارتباط منطقي ميان ايستگاه سيّار و نقطه دسترسي فراهم مي‌كند. هر ايستگاه كاري قبل از ارسال داده مي‌بايست با يك نقطه دسترسي برروي سيستم ميزبان مرتبط گردد. اين عضويت، به سيستم توزيع امكان مي‌دهد كه فريم‌هاي ارسال شده به سمت ايستگاه سيّار را به درستي در اختيارش قرار دهد. خروج از شبكه بي‌سيم هنگامي بكار مي‌رود كه بخواهيم اجباراً ارتباط ايستگاه سيّار را از نقطه دسترسي قطع كنيم و يا هنگامي كه ايستگاه سيّار بخواهد خاتمه نيازش به نقطه دسترسي را اعلام كند. سرويس پيوستن مجدد هنگامي مورد نياز است كه ايستگاه سيّار بخواهد با نقطه دسترسي ديگري تماس بگيرد. اين سرويس مشابه "پيوستن به شبكه بي‌سيم" است با اين تفاوت كه در اين سرويس ايستگاه سيّار نقطه دسترسي قبلي خود را به نقطه دسترسي جديدي اعلام مي‌كند كه قصد دارد به آن متصل شود. پيوستن مجدد با توجه به تحرك و سيّار بودن ايستگاه كاري امري ضروري و اجتناب ناپذير است. اين اطلاع، (اعلام نقطه دسترسي قبلي) به نقطه دسترسي جديد كمك مي‌كند كه با نقطه دسترسي قبلي تماس گرفته و فريم‌هاي بافر شده احتمالي را دريافت كند كه به مقصد اين ايستگاه سيّار فرستاده شده‌اند. با استفاده از سرويس توزيع فريم‌هاي لايه MAC به مقصد مورد نظرشان مي‌رسند. مجتمع سازي سرويسي است كه شبكه محلي بي‌سيم را به ساير شبكه‌هاي محلي و يا يك يا چند شبكه محلي بي‌سيم ديگر متصل مي‌كند. سرويس مجتمع سازي فريم‌هاي ۸۰۲,۱۱ را به فريم‌هايي ترجمه مي‌كند كه بتوانند در ساير شبكه‌ها (به عنوان مثال ۸۰۲,۳) جاري شوند. اين عمل ترجمه دو طرفه است بدان معني كه فريم‌هاي ساير شبكه‌ها نيز به فريم‌هاي ۸۰۲,۱۱ ترجمه شده و از طريق امواج در اختيار ايستگاه‌هاي كاري سيّار قرار مي‌گيرند.

۱-۵-ویژگي‌هاي سيگنال‌هاي طيف گسترده

عبارت طيف گسترده به هر تكنيكي اطلاق مي‌شود كه با استفاده از آن پهناي باند سيگنال ارسالي بسيار بزرگ‌تر از پهناي باند سيگنال اطلاعات باشد. يكي از سوالات مهمي كه با در نظر گرفتن اين تكنيك مطرح مي‌شود آن است كه با توجه به نياز روز افزون به پهناي باند و اهميت آن به عنوان يك منبع با ارزش، چه دليلي براي گسترش طيف سيگنال و مصرف پهناي باند بيشتر وجود دارد. پاسخ به اين سوال در ويژگي‌هاي جالب توجه سيگنال‌هاي طيف گسترده نهفته است. اين ويژگي‌هاي عبارتند از:

- پايين بودن توان چگالي طيف به طوري كه سيگنال اطلاعات براي شنود غير مجاز و نيز در مقايسه با ساير امواج به شكل اعوجاج و پارازيت به نظر مي‌رسد.
- مصونيت بالا در مقابل پارازيت و تداخل
- رسايي با تفكيك پذيري و دقت بالا
- امكان استفاده در CDMA

مزاياي فوق كميسيون FCC را بر آن داشت كه در سال ۱۹۸۵ مجوز استفاده از اين سيگنال‌ها را با محدوديت حداكثر توان يك وات در محدوده ISM صادر نمايد.

۱-۵-۱-سيگنال‌هاي طيف گسترده با جهش فركانسي

در يك سيستم مبتني بر جهش فركانسي، فركانس سيگنال حامل به شكلي شبه تصادفي و تحت كنترل يك تركيب كننده تغيير مي‌كند.

۱-۵-۱-۱-تكنيك FHSS (PN-Code= Pseudo Noise Code)

در اين حالت سيگنال اطلاعات با استفاده از يك تسهيم كننده ديجيتال و با استفاده از روش تسهيم FSK تلفيق مي‌شود. فركانس سيگنال حامل نيز به شكل شبه تصادفي از محدوده فركانسي بزرگ‌تري در مقايسه با سيگنال اطلاعات انتخاب مي‌شود. با توجه به اينكه فركانس‌هاي pn-code با استفاده از يك ثبات انتقالي همراه با پس خور ساخته مي‌شوند، لذا دنباله فركانسي توليد شده توسط آن كاملا تصادفي نيست و به همين خاطر به اين دنباله، شبه تصادفي مي‌گوييم.

۱-۵-۱-۲-تغيير فركانس سيگنال تسهيم شده به شكل شبه تصادفي

بر اساسي مقررات FCC و سازمان‌هاي قانون گذاري، حداكثر زمان توقف در هر كانال فركانسي ۴۰۰ ميلي ثانيه است كه برابر با حداقل ۲,۵ جهش فركانسي در هر ثانيه خواهد بود. در استاندارد ۸۰۲,۱۱ حداقل فركانس جهش در آمريكاي شمالي و اروپا ۶ مگاهرتز و در ژاپن ۵ مگاهرتز مي‌باشد

۱-۵-۲-سيگنال‌هاي طيف گسترده با توالي مستقيم

اصل حاكم بر توالي مستقيم، پخش يك سيگنال برروي يك باند فركانسي بزرگتر از طريق تسهيم آن با يك امضاء يا كُد به گونه‌اي است كه نويز و تداخل را به حداقل برساند. براي پخش كردن سيگنال هر بيت واحد با يك كُد تسهيم مي‌شود. در گيرنده نيز سيگنال اوليه با استفاده از همان كد بازسازي مي‌گردد. در استاندارد ۸۰۲,۱۱ روش مدولاسيون مورد استفاده در سيستم‌هاي DSSS روش تسهيم DPSK است. در اين روش سيگنال اطلاعات به شكل تفاضلي تهسيم مي‌شود. در نتيجه نيازي به فاز مرجع براي بازسازي سيگنال وجود ندارد.
از آنجا كه در استاندارد ۸۰۲,۱۱ و سيستم DSSS از روش تسهيم DPSK استفاده مي‌شود، داده‌هاي خام به صورت تفاضلي تسهيم شده و ارسال مي‌شوند و در گيرنده نيز يك آشكار ساز تفاضلي سيگنال‌هاي داده را دريافت مي‌كند. در نتيجه نيازي به فاز مرجع براي بازسازي سيگنال وجود ندارد.
در روش تسهيم PSK فاز سيگنال حامل با توجه به الگوي بيتي سيگنال‌هاي داده تغيير مي‌كند. به عنوان مثال در تكنيك QPSK دامنه سيگنال حامل ثابت است ولي فاز آن با توجه به بيت‌هاي داده تغيير مي‌كند. جدول ۸ ايده مدولاسيون فاز را نشان مي‌دهد.

۱-۵-۲-۱-مدولاسيون فاز

در الگوي مدولاسيون QPSK چهار فاز مختلف مورد استفاده قرار مي‌گيرند و چهار نماد را پديد مي‌آورند. واضح است كه در اين روش تسهيم، دامنه سيگنال ثابت است. در روش تسهيم تفاضلي سيگنال اطلاعات با توجه به ميزان اختلاف فاز و نه مقدار مطلق فاز تسهيم و مخابره مي‌شوند. به عنوان مثال در روش pi/4-DQPSK، چهار مقدار تغيير فاز ۳ -pi/4، 3pi/4، pi/4، و-pi/4 است. با توجه به اينكه در روش فوق چهار تغيير فاز به كار رفته است لذا هر نماد مي‌تواند دو بيت را كُدگذاري نمايد.

بيتهاى فرد	بيتهاى زوج	اختلاف فاز
۱	۱	۳pi/4-
۰	۱	۳ pi/4
۰	۰	Pi/4
۱	۰	pi/4-

جدول 8 مدولاسيون تفاضلي

در روش تسهيم طيف گسترده با توالي مستقيم مشابه تكنيك FH از يك كد شبه تصادفي براي پخش و گسترش سيگنال استفاده مي‌شود. عبارت توالي مستقيم از آنجا به اين روش اطلاق شده است كه در آن سيگنال اطلاعات مستقيماً توسط يك دنباله از كدهاي شبه تصادفي تسهيم مي‌شود. در اين تكنيك نرخ بيتي شبه كُد تصادفي، نرخ تراشهناميده مي‌شود. در استاندارد ۸۰۲,۱۱ از كُدي موسوم به كُد بارکر براي توليد كدها تراشه سيستم DSSS استفاده مي‌شود. مهم‌ترين ويژگي كدهاي بارکر خاصيت غير تناوبي و غير تكراري آن است كه به واسطه آن يك فيلتر تطبيقي ديجيتال قادر است به راحتي محل كد بارکر را در يك دنباله بيتي شناسايي كند.
كدهاي بارکر از ۸ دنباله تشكيل شده است. در تكنيك DSSS كه در استاندارد ۸۰۲,۱۱ مورد استفاده قرار مي‌گيرد، از كد بارکر با طول ۱۱ (N=11) استفاده مي‌شود. اين كد به ازاء يك نماد، شش مرتبه تغيير فاز مي‌دهد و اين بدان معني است كه سيگنال حامل نيز به ازاء هر نماد ۶ مرتبه تغيير فاز خواهد

داد.

۱-۵-۲-۲-کدهاي بارکر

لازم به یادآوري است که کاهش پیچیدگي سیستم ناشي از تکنیك تسهیم تفاضلي DPSK به قیمت افزایش نرخ خطاي بیتي به ازاء یك نرخ سیگنال به نویز ثابت و مشخص است.

۱-۵-۳-استفاده مجدد از فرکانس

یکي از نکات مهم در طراحي شبکه‌هاي بي‌سیم، طراحي شبکه سلولي به گونه‌اي است که تداخل فرکانسي را تا جاي ممکن کاهش دهد.

۱-۵-۳-۱-سه کانال فرکانسي F3,F2,F1

با استفاده از یك طراحي شبکه سلولي خاص، تنها با استفاده از سه فرکانس متمایز F3,F2,F1 امکان استفاده مجدد از فرکانس فراهم شده است

۱-۵-۳-۲-طراحي شبکه سلولي

در این طراحي به هریك از سلول‌هاي همسایه یك کانال متفاوت اختصاص داده شده است و به این ترتیب تداخل فرکانسي بین سلول‌هاي همسایه به حداقل رسیده است. این تکنیك همان مفهومي است که در شبکه تلفني سلولي یا شبکه تلفن همراه به کار مي‌رود. نکته جالب دیگر آن است که این شبکه سلولي به راحتي قابل گسترش است.

۱-۵-۴-پدیده چند مسیري

در این پدیده مسیر و زمان بندي سیگنال در اثر برخورد با موانع و انعکاس تغییر مي‌کند. پیاده سازي‌هاي اولیه از استاندارد b۸۰۲,۱۱ از تکنیك FHSS در لایه فیزیکي استفاده مي‌کردند. از ویژگي‌هاي قابل توجه این تکنیك مقاومت قابل توجه آن در برابر پدیده چند مسیري است. در این تکنیك از کانال هاي متعددي (۷۹ کانال) با پهناي باند نسبتاً کوچك استفاده شده و فرستنده و گیرنده به تناوب کانال فرکانسي خود را تغییر مي‌دهند. این تغییر کانال هر ۴۰۰ میلي ثانیه بروز مي‌کند لذا مشکل چند مسیري به شکل قابل ملاحظه‌اي منتفي مي‌شود. زیرا گیرنده، سیگنال اصلي (که سریع‌تر از سایرین رسیده و عاري از تداخل است) را دریافت کرده و کانال فرکانسي خود را عوض مي‌کند و سیگنال‌هاي انعکاسي زماني به گیرنده مي‌رسد که گیرنده کانال فرکانسي قبلي خود را عوض کرده و در نتیجه توسط گیرنده احساس و دریافت نمي‌شوند.

۱-۶- مقايسه مدلهاي ۸۰۲,۱۱

۱-۶-۱-استاندارد802.11b

همزمان با برپايي استاندارد IEEE 802.11b يا به اختصار .b۱۱ در سال ۱۹۹۹، انجمن مهندسين برق و الكترونيك تحول قابل توجهي در شبكه سازي‌هاي رايج و مبتني بر اترنت ارائه كرد. اين استاندارد در زير لايه دسترسي به رسانه از پروتكل CSMA/CA سود مي‌برد. سه تكنيك راديويي مورد استفاده در لايه فيزيكي اين استاندارد به شرح زير است:

- استفاده از تكنيك راديويي DSSS در باند فركانسي GHz۲,۴ به همراه تكنيک كدگذاری CCK
- استفاده از تكنيك راديويي FHSS در باندفركانسي GHz ۲,۴ به همراه تكنيک كدگذاری CCK
- استفاده از امواج راديويي مادون قرمز

در استاندار ۸۰۲,۱۱ اوليه نرخ‌هاي ارسال داده ۱ و ۲ مگابيت در ثانيه است. در حالي كه در استاندارد b۸۰۲,۱۱ با استفاده از تكنيك CCK و روش تسهيم QPSK نرخ ارسال داده به ۵,۵ مگابيت در ثانيه افزايش مي‌يابد همچنين با به كارگيري تكنيك DSSS نرخ ارسال داده به ۱۱ مگابيت در ثانيه مي‌رسد.
به طور سنتي اين استانداردر از دو فنّاوري DSSS يا FHSS استفاده مي‌كند. هر دو روش فوق براي ارسال داده با نرخ هاي ۱ و ۲ مگابيت در ثانيه مفيد هستند. جدول۹ سرعت مختلف قابل دسترسي در اين استاندارد را نشان مي‌دهد.

در ايالات متحده آمريكا كميسيون فدرال مخابرات يا FCC، مخابره و ارسال فركانس هاي راديويي را كنترل مي‌كند. اين كميسيون باند فركانس خاصي موسوم به ISM را در محدوده GHz ۲,۴ تا GHz ۲,۴۸۳۵ براي فنّاوري‌هاي راديويي استاندارد IEEE 802.11b اختصاص داده است.

Bits/Symbol	Symbol Rate	Modulation	Code Length	Data Rate
1	1 MSps	BPSK	11 (Barker Sequence)	1 Mbps
2	1 MSps	QPSK	11 (Barker Seq.)	2 Mbps
4	1.375 MSps	QPSK	8 CCK	5.5 Mbps
8	1.375 MSps	QPSK	8 CCK	11 Mbps

جدول 9 نرخ‌های ارسال داده در استاندارد ۸۰۲,۱۱b

۱-۶-۱-۱-اثرات فاصله

فاصله از فرستنده برروي كارايي و گذردهي شبكه‌هاي بي‌سيم تاثير قابل توجهي دارد. فواصل رايج در استاندارد ۸۰۲,۱۱ با توجه به نرخ ارسال داده تغيير مي‌كند و به طور مشخص در پهناي باند ۱۱ Mbps اين فاصله ۳۰ تا ۴۵ متر و در پهناي باند ۵,۵ Mbps، ۴۰ تا ۴۵ متر و در پهناي باند ۲ Mbps، ۷۵ تا ۱۰۷ متر است. لازم به يادآوري است كه اين فواصل توسط عوامل ديگري نظير كيفيت و توان سيگنال، محل استقرار فرستنده و گيرند و شرايط فيزيكي و محيطي تغيير مي‌كنند. در استاندارد ۸۰۲,۱۱b پروتكلي وجود دارد كه گيرنده بسته را ملزم به ارسال بسته تصديق مي‌نمايد. توجه داشته باشيد كه اين مكانيزم تصديق علاوه بر مكانيزم‌هاي تصديق رايج در سطح لايه انتقال (نظير آنچه در پروتكل TCP اتفاق مي‌افتد) عمل مي‌كند. در صورتي كه بسته تصديق ظرف مدت زمان مشخصي از طرف گيرنده به فرستنده نرسد، فرستنده فرض مي‌كند كه بسته از دست رفته است و مجدداً آن بسته را ارسال مي‌كند. در صورتي كه اين وضعيت ادامه يابد نرخ ارسال داده نيز كاهش مي‌يابد (Fall Back) تا در نهايت به مقدار ۱ Mpbs برسد. در صورتي كه در اين نرخ حداقل نيز فرستنده بسته‌هاي تصديق را در زمان مناسب دريافت نكند ارتباط گيرنده را قطع شده تلقي كرده و ديگر بسته‌اي را براي آن گيرنده ارسال نمي‌كند. به اين ترتيب فاصله نقش مهمي در كارايي (ميزان بهره‌وري از شبكه) و گذردهي (تعداد بسته هاي غيرتكراري ارسال شده در واحد زمان) ايفا مي‌كند.

۱-۶-۲-۱-پل بين شبكه‌اي

بر خلاف انتظار بسياري از كارشناسان شبكه‌هاي كامپيوتري، پل بين شبكه‌اي يا Bridging در استاندارد ۸۰۲,۱۱b پوشش داده نشده است . در پل بين شبكه‌اي امكان اتصال نقطه به نقطه (و يا يك نقطه به چند نقطه) به منظور برقراري ارتباط يك شبكه محلي با يك يا چند شبكه محلي ديگر فراهم مي‌شود. اين كاربرد به خصوص در مواردي كه بخواهيم بدون صرف هزينه كابل كشي (فيبر نوري يا سيم مسي) شبكه محلي دو ساختمان را به يكديگر متصل كنيم بسيار جذاب و مورد نياز مي‌باشد. با وجود اينكه استاندارد ۸۰۲,۱۱b اين كاربرد را پوشش نمي‌دهد ولي بسياري از شركت‌ها پيادسازي‌هاي انحصاري از پل بي‌سيم را به صورت گسترش و توسعه استاندارد ۸۰۲,۱۱b ارائه كرده‌اند. پل‌هاي بي‌سيم نيز توسط مقررات FCC كنترل مي‌شوند و گذردهي مؤثر يا به عبارت ديگر توان مؤثر ساطع شده همگرا (EIRP) در اين تجهيزات نبايد از ۴ وات بيشتر باشد. بر اساس مقررات FCC توان سيگنال‌هاي ساطع شده در شبكه‌هاي محلي نيز نبايد از ۱ وات تجاوز نمايد.

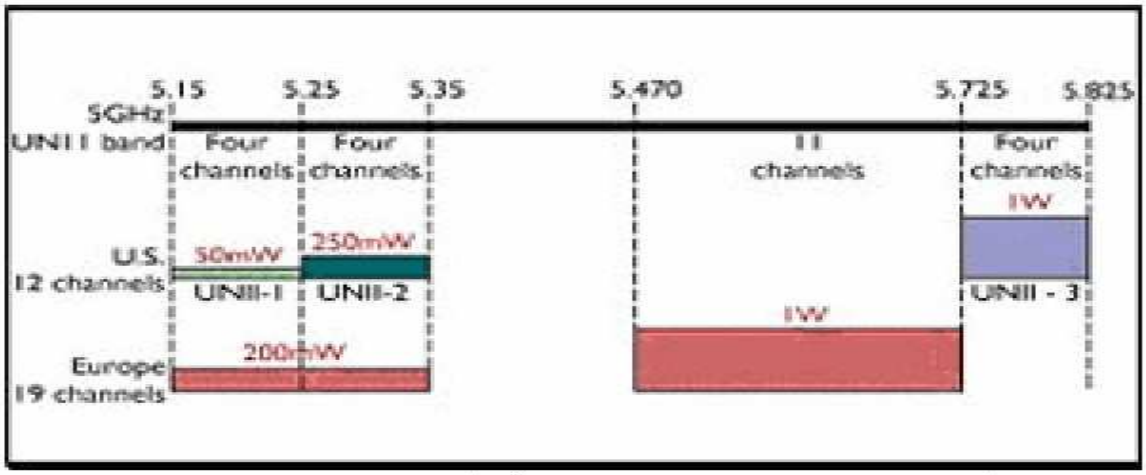
۱-۶-۲-802.11a Standard

استاندارد ۸۰۲,۱۱a، از باند راديويي جديدي براي شبكه‌هاي محلي بي‌سيم استفاده مي‌كند و پهناي باند شبكه‌هاي بي‌سيم را تا ۵۴ Mbps افزايش مي‌دهد. اين افزايش قابل توجه در پهناي باند مديون تكنيك مدولاسيوني موسوم به OFDM است. نرخ‌هاي ارسال داده در استاندارد IEEE 802.11a عبارتند از:۶،۹،۱۲،۱۸،۲۴،۳۶،۴۸،۵۴ Mbps كه بر اساس استاندارد، پشتيباني از سرعت هاي ۶،۱۲،۲۴ مگابيت در ثانيه اجباري است. برخي از كارشناسان شبكه‌هاي محلي بي‌سيم، استاندارد IEEE 802.11aرا نسل آينده IEEE 802.11تلقي مي‌كنند و حتي برخي از محصولات مانند تراشه‌هاي Atheros وكارت‌هاي شبكه PCMCIA/Card bus محصول Card Access Inc. استاندارد IEEE 802.11a را پيادسازي كرده‌اند. بدون شك اين پهناي باند وسيع و نرخ داده سريع محدوديت‌هايي را نيز به همراه دارد. در واقع افزايش پهناي باند در استاندارد IEEE 802.11a باعث شده است كه محدوده عملياتي آن در مقايسه با IEEE 802.11/b كاهش يابد. علاوه بر آن به سبب افزايش سربارهاي پردازشي در پروتكل، تداخل، و تصحيح خطاها، پهناي باند واقعي به مراتب كمتر از پهناي باند اسمي اين استاندارد است. همچنين در بسياري از كاربردها امكان سنجي و حتي نصب تجهيزات اضافي نيز مورد نياز است كه به تبع آن موجب افزايش قيمتِ زيرساختارِ شبكه بي‌سيم مي‌شود. زيرا محدوده عملياتي در اين استاندارد كمتر از محدوده عملياتي در استاندارد IEEE 802.11b بوده و به همين خاطر به نقاط دسترسي يا ايستگاه پايه بيشتري نياز خواهيم داشت كه افزايش هزينه زيرساختار را به دنبال دارد. اين استاندارد از باند فركانسي خاصي موسوم به UNII استفاده مي‌كند. اين باند فركانسي به سه قطعه پيوسته فركانسي به شرح زير تقسيم مي‌شود:

UNII-1 @ 5.2 GHz
UNII-2 @ 5.7 GHz
UNII-3 @ 5.8 GHz

يكي از تصورات غلط در زمينه استانداردهاي ۸۰۲,۱۱ اين باور است كه ۸۰۲,۱۱a قبل از ۸۰۲,۱۱b مورد بهره برداري واقع شده است. در حقيقت ۸۰۲,۱۱b نسل دوم استانداردهاي بي‌سيم (پس از ۸۰۲,۱۱)است و ۸۰۲,۱۱a نسل سوم از اين مجموعه استاندارد به شمار مي‌رود. استاندارد ۸۰۲,۱۱a برخلاف ادعاي بسياري از فروشندگان تجهيزات بي‌سيم نمي‌تواند جايگزين ۸۰۲,۱۱b

شود زيرا لايه فيزيكي مورد استفاده در هريك تفاوت اساسي با ديگري دارد. از سوي ديگر گذردهي (نرخ ارسال داده) و فواصل در هريك متفاوت است.



شكل 10 تخصيص باند فركانسي در UNII

در شكل ۱۰ اين سه ناحيه عملياتي UNII و نيز توان مجاز تشعشع راديويي از سوي FCC ملاحظه مي‌شود. اين سه ناحيه كاري ۱۲ كانال فركانسي را فراهم مي‌كنند. باند UNII-1 براي كاربردهاي فضاي بسته، باند UNII-2 براي كاربردهاي فضاي بسته و باز، و باند UNII-3 براي كاربردهاي فضاي باز و پل بين شبكه‌اي به كار برده مي‌شوند. اين نواحي فركانسي در ژاپن نيز قابل استفاده هستند. اين استاندارد در حال حاضر در قارهاروپا قابل استفاده نيست. در اروپا HyperLAN2براي شبكه‌هاي بي‌سيم مورد استفاده قرار مي‌گيرد كه به طور مشابه از باند فركانسي ۸۰۲,۱۱aاستفاده مي‌كند. يكي از نكات جالب توجه در استاندارد ۸۰۲,۱۱a تعريف كاربردهاي پل سازي شبكه‌اي در كاربردهاي داخلي و فضاي باز است. در واقع اين استاندارد مقررات لازم براي پل سازي و ارتباط بين شبكه‌اي از طريق پل را در كاربردهاي داخلي و فضاي باز فراهم مي‌نمايد. در يكي تقسيم بندي كلي مي‌توان ويژگي ها و مزاياي ۸۰۲,۱۱a را در سه محور زير خلاصه نمود.

- افزايش در پهناي باند در مقايسه با استاندارد ۸۰۲,۱۱b (در استاندارد ۸۰۲,۱۱a حداكثر پهناي باند ۵۴ Mbps) مي‌باشد.
- استفاده از طيف فركانسي خلوت (باند فركانسي ۵ GHz) استفاده از ۱۲ كانال فركانسي غيرپوشا (سه محدوده فركانسي كه در هريك ۴ كانال غيرپوشا وجود دارد)

۱-۶-۲-۱-افزايش پهناي باند

استاندارد ۸۰۲,۱۱a در مقايسه با ۸۰۲,۱۱b و پهناي باند ۱۱ Mbps حداكثر پهناي باند ۵۴ Mbps را فراهم مي‌كند. مهم‌ترين عامل افزايش قابل توجه پهناي باند در اين استاندارد استفاده از تكنيك پيشرفته مدولاسيون، موسوم به OFDM است. تكنيكOFDM يك تكنولوژي (فنّاوري) تكامل يافته و بالغ در كاربردهاي بي‌سيم به شمار مي‌رود. اين تكنولوژي مقاومت قابل توجهي در برابر تداخل

راديويي داشته و تأثير كمتري از پديده چند مسيري مـي‌پذيرد. OFDM تحت عنـاوين مدولاسيون چند حاملي و يا مدولاسيون چندآهنگي گسسته نيز شناخته مي‌شود. اين تكنيك مدولاسيون علاوه بر شبكه‌هاي بـي‌سيم در تلويزيون‌هـاي ديجيتـال (در اروپـا، ژاپن، و استراليا) و نيـز بـه عنـوان تكنولـوژي پايـه در خطوط مخابراتي ADSL مورد استفاده قرار مي‌گيرد. آندرو مك كورميك Andrew McCormik از دانشـگاه ادينبـورو نمـايش محـاوره‌اي جـالبي از ايـن فنـاوري گـردآوري كـرده كـه در نشـاني http://www.ee.ed.ac.uk/~acmc/OFDMTut.html قابـــــل مشـــــاهده اســـــت.

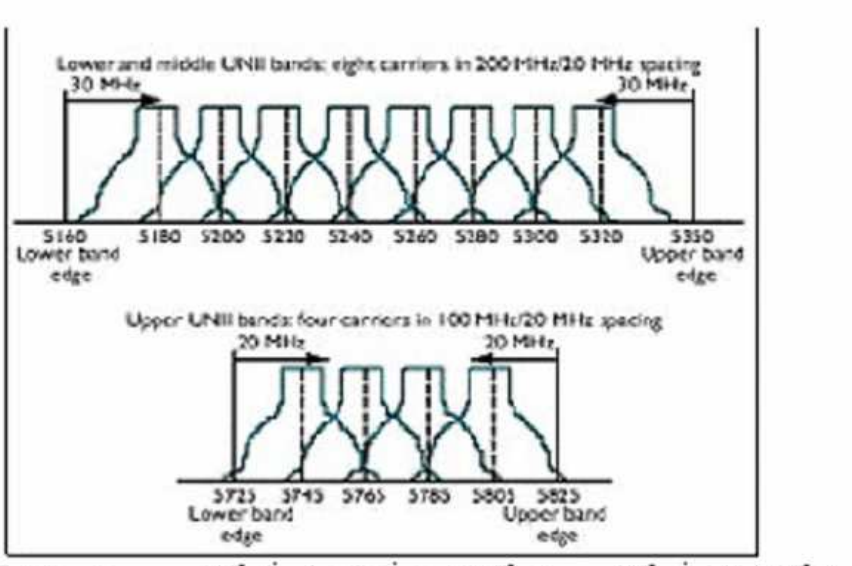
تكنيك OFDM از روش QAM و پـردازش سيگنال‌هـاي ديجيتـال استفاده كـرده و سيگنال داده را بـا فركانس‌هاي دقيق و مشخصي تسهيم مي‌كند. اين فركانس‌ها بـه گونـه اي انتخـاب مـي‌شـوند كـه خاصـيت تعامد را فراهم كنند و بـه اين ترتيب عليرغم همپوشاني فركانسي هر يك از فركانس هاي حامل بـه تنهايي آشكار مي‌شوند و نيازي به باند محافظت براي فاصله گذاري بين فركانس‌ها نيست. بـراي كسب اطلاعـات بيشـتر در خصـوص ايـن تكنيـك مـي‌توانيـد بـه نشـاني زيـر مراجعـه نماييـد: http://wireless.per.nl/telelearn/ofdm در كنـار افـزايش پهنـاي بانـد در ايـن اسـتاندارد فواصـل مورد استفاده نيز كاهش مي‌يابند. در واقع باند فركانسي ۵ GHz تقريباً دوبرابر باند فركانسي ISM (2.4 GHz) است كـه در استاندارد b۸۰۲,۱۱ مـورد استفاده قـرار مـي‌گيـرد. محـدوده مـوثر در ايـن استاندارد بـا توجـه بـه سـازندگان تراشـه‌هـاي بـي‌سيم متفـاوت و متغير است ولـي بـه عنـوان يك قاعده سرراست مي‌توان فواصل در اين استاندارد را يك سوم محدوده فركانسي ۲,۴ GHz (b۸۰۲,۱۱) در نظر گرفت. در حال حاضر محدوده عملياتي (فاصله از فرستنده) در محصـولات مبتنـي بـر a۸۰۲,۱۱ و پهناي باند ۵۴ Mbps در حدود ۱۰ تا ۱۵ متر است. اين محـدوده در پهنـاي باند ۶ Mbps در حدود ۶۱ تا ۸۴ متر افزايش مي‌يابد.

۱-۶-۲-۲-طيف فركانسي تميزتر

طيف فركانسي UNII در مقايسه با طيف ISM خلوت‌تر است و كاربرد ديگري براي طيف UNII بـه جـز شبكه‌هـاي بـي‌سيم تعريـف و تخصـيص داده نشـده اسـت. در حـالي كـه در طيـف فركانسـي ISM تجهيزات بي‌سيم متعددي نظير تجهيزات پزشكي، اجاق هاي مـايكروويو، تلفن‌هـاي بـي‌سيم و نظـاير آن وجود دارند. اين تجهيزات بي‌سيم در باند ۲,۴ GHz يا طيف ISM هيچگونه تداخلي بـا تجهيزات باند UNII (تجهيزات بي‌سيم a۸۰۲,۱۱) ندارند. شكل ۱۱ فركانس مركزي و فاصله‌هاي فركانسي در باند UNII را نشان مي‌دهد.

۱-۶-۲-۳-كانال‌هاي غيرپوشا

باند فركانسي UNII ، دوازده كانال منفرد و غير پوشاي فركانسي را براي شبكه سازي فراهم مـي‌كند. از اين ۱۲ كانـال ۸ كانـال مشخص (UNII-1 , 2) در شبكه‌هـاي محلـي بـي‌سيم مـورد اسـتفاده قـرار مي‌گيرند. اين ويژگـي غيرپوشـايي گسترش و پيـاده سـازي شبكه‌هـاي بـي‌سيم را سـاده‌تر از بانـد ISM مـــي‌كنـــد كـــه در آن تنهـــا ۳ كانـــال غيـــر پوشـــا از مجمـــوع ۱۱ كانـــال وجـــود



شكل 11 فركانس مركزي و فواصل فركانسي در باند UNII

دارد.

۱-۶-۲-۴-همكاري Wi-Fi

ائتلاف "همكاري اترنت بي‌سيم" يا http://www.wi-fi.org(WECA) كنسرسيومي از شركت‌هاي Cisco, 3Com, Enterasys, Lucent و ساير شركت‌هاي شبكه‌سازي است. اعضاء WECA از طريق همكاري مشترك تلاش دارند تا قابليت همكاري تجهيزات بي‌سيم با يكديگر را تضمين نمايند. برنامه گواهينامه Wi-Fi كه توسط اين گروه مطرح شده است نقش كليدي در گسترش و پذيرش استاندارد IEEE 802.11 ايفا مي‌كند. در حال حاضر اين ائتلاف براي بيش از ۱۰۰ محصول گواهي سازگاري Wi-Fi صادر كرده است و تعداد اين محصولات رو به افزايش است. با گسترش فزآينده محصولات IEEE 802.11a، WECAبرنامه ديگري براي صدور گواهينامه براي اين نوع محصولات نيز ارائه مي‌كند.

۱-۶-۳-IEEE 802.11g The Next Standard

اين استاندارد مشابه IEEE 802.11b از باند فركانسي ۲,۴ GHz يا طيف ISM استفاده مي‌كند و از تكنيك OFDM به عنوان روش مدولاسيون بهره مي‌برد. البته PBCC نيز يكي از روش‌هاي جايگزين و تحت بررسي براي انتخاب تكنيك مدولاسيون در اين استاندارد به شمار مي‌رود. g۸۰۲,۱۱ از نظر فركانسي، تعداد كانال هاي غيرپوشا، و توان مشابه b۸۰۲,۱۱ است. محدوده‌هاي عملياتي نيز كم و بيش مشابه هستند با اين تفاوت كه حساسيت OFDM به نويز تاحدودي اين محدوده عملياتي را كاهش مي‌دهد. پهناي باند ۵۴ Mbps يكي از اهداف احتمالي اين استاندارد جديد به شمار مي‌رود. يكي ديگر از مزاياي جالب توجه g۸۰۲,۱۱ سازگاري با b۸۰۲,۱۱ است. در نتيجه ارتقاء از تجهيزات b۸۰۲,۱۱ به استاندارد جديد g۸۰۲,۱۱ امري سرراست خواهد بود. جدول ۱۲ سه استاندارد شبكه‌هاي بي‌سيم را با يكديگر مقايسه مي كند.

	IEEE 802.11b	IEEE 802.11a	IEEE 802.11g
کاربردهای احتمالی	- جایگزین شبکه‌های سیمی - فراهم آوردن تحرک و سیار بودن کاربران - شبکه‌سازی در محل هایی که استفاده از سیم میسر نیست - پل‌سازی بین شبکه های محلی در فواصل دور (۴۰ کیلومتر)	- جایگزین شبکه‌های سیمی - فراهم کننده پهنای باند زیاد در کاربردهای (صدا، تصویر، CAD و نظایر آن) - شبکه سازی در محل هایی که استفاده از سیم میسر نیست.	- ارتقاء شبکه‌های ۸۰۲,۱۱b و رقیبی برای ۸۰۲,۱۱a - کارایی مشابه با ۸۰۲,۱۱a در فواصل طولانی
مزایا	- استاندارد رایج و تکامل یافته - قیمت منطقی -گذردهی قابل قبول در فاصله زیاد (نرخ ارسال داده)	- گذردهی (نرخ ارسال داده) بالا در فواصل کم - افزایش تعداد کانال‌های فرکانسی غیرپوشا (٤ برابر بیشتر از ۸۰۲,۱۱b) - تداخل فرکانسی کمتر	- سازگاری با ۸۰۲,۱۱b - محدوده عملیاتی زیاد (نظیر ۸۰۲,۱۱b) - گذردهی (نرخ ارسال داده) بیشتر
معایب	- دارابودن کمترین گذردهی (نرخ ارسال داده) در مقایسه با سایر فناوری‌های بی‌سیم (۱۱ Mbps) - استفاده از تنها ۳ کانال فرکانسی غیر پوشا	- فنّاوری نسبتاً گران - ناسازگاری با ۸۰۲,۱۱b - محدوده عملیاتی کوچك - محدودیت‌های FCC برروی آنتن‌ها (حداکثر توان مجاز) در هر باند فرکانسی	- محدودیت‌ها کانال فرکانسی نظیر 3) ۸۰۲,۱۱b کانال غیرپوشا)

جدول شماره ۱۲

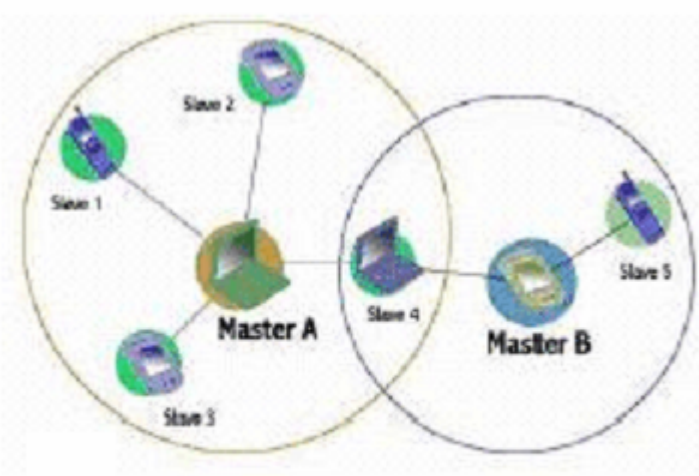
۲ـمعرفي شبكه بلوتوث

اين تكنولوژي كه شبكه محلي شخصي نيز ناميده مي‌شود، از يک بازه كوتاه امواج راديويي براي ارتباط داخلي بين يک شبكه كوچک بي‌سيم استفاده مي‌كند. بلوتوث همچنين مي‌تواند به عنوان پلي بين شبكه‌هاي موجود بكار رود. در واقع اصلي‌ترين هدفي كه بلوتوث دنبال مي‌كند امكان برقراري ارتباط بين ابزارهاي كاملاً متفاوت است. بعنوان مثال مي‌توان با Bluetooth بين يک گوشي تلفن همراه و يک PDA ارتباط برقرار كرد. بلوتوث از پهناي باند ۲,۴ GHz استفاده مي‌كند كه نزديک به پهناي باند ديگر شبكه‌هاي بي‌سيم است. جدول ۱۳ خلاصه‌اي از مشخصات شبكه‌هاي بلوتوث ارايه مي‌دهد.

شرح	خصوصیت
انتشار امواج با تکنیک پرش فرکانس (FSHH)	لایه ی فیزیکی
۲/۴ GHz	باند مورد استفاده
۱۶۰۰ hop/sec	سرعت پرش فرکانس
۱ Mbps	سرعت انتقال داده
۱۰ تا ۱۱۰ متر	حداکثر برد

جدول 13 مشخصات شبکهٔ بلوتوث

بلوتوث يک شبكه تک كاره است يعني از هيچ نقطه دسترسي براي ارتباط بين نودها استفاده نمي‌شود و تمام نودها مشتري هستند. با اين حال همواره يک رابطه مستر- اسليو بين نودها وجود دارد. اين نوع ارتباط بين نودها يک پيكونت را شكل مي‌دهد. در هر پيكونت تا ۸ وسيله مي‌توانند شركت داشته باشد كه يكي از آنها مستر و بقيه اسليو مي‌شوند يک اسليو در يک پيكونت مي‌تواند نقش مستر را در پيكونت ديگري بازي كند به اين ترتيب زنجيره‌اي از پيكونت‌ها به وجود مي‌آيد كه به آن يک اسكاترنت مي‌گويند. شكل۱۴ اين همبندي را به خوبي نشان مي‌دهد.



شکل 14. پیکونت و اسکاترنت در شبکهٔ بلوتوث

حداکثر میزان فاصله بین دستگاهها بستگي به کلاس شبکه برپاشده دارد که کلاس نیز به نوبه خود بستگي به میزان توان دستگاهها دارد.
جدول ۱۵ مشخصات این کلاسها را نشان مي‌دهد.

کلاس	توان دستگاه	برد شبکه
کلاس ۱	mW ۱۰۰	بیش از ۱۱۰ متر
کلاس ۲	mW ۱۰	بیش از ۱۰ متر
کلاس ۳	mW ۱	کمتر از ۱۰ متر

جدول 15 مشخصات این کلاسها

مهمترین مزایاي شبکه‌هاي بلوتوث را مي‌توان به صورت زیر خلاصه کرد:

- جایگزیني سیم با شبکه بلوتوث در ابزارهاي کوچک کامپیوتري مانند موس.
- آسان بودن اشتراک فایل بین دستگاههاي متفاوت مثلاً یک PDA و یک کامپیوتر کیفي.
هماهنگي دستگاههاي مجهز به تکنولوژي بلوتوث بدون دخالت کاربر.
- اتصال به اینترنت براي بسیاري از دستگاهها، مثلاً یک گوشي تلفن همراه مي‌تواند به عنوان یک مودم براي یک کامپیوتر کیفي به کار رود.

۱-۷-۱-مؤلفه‌هاي امنيتي در بلوتوث :

بلوتوث از پروتكلهاي تشخيص هويت، احراز صلاحيت و رمزنگاري؛ مدهاي امنيت از جمله امنيت در سطح پيوند ؛ كنترل دسترسي جداگانه براي دستگاهها و سرويس‌ها؛ و استفاده از انواع شناسه بستگي به نوع دستگاه، حمايت مي‌كند.
امنيت در سطح پيوند تكنيك‌هايي را براي ساختن يک لايه پيوند امن فراهم مي‌كند. در اين تكنيكها با رمزنگاري و تشخيص هويت در سطح پيوند، پيوند امني بين دستگاههاي بلوتوث فراهم مي‌شود. رمزنگاري و احراز هويت در بلوتوث براساس يک كليد پيوندي صورت مي‌گيرد كه بين هر دو دستگاه مرتبط با هم وجود دارد. براي توليد اين كليد اولين باري كه دو دستگاه در صدد ارتباط با يكديگر بر مي‌آيند، متد Pairing فراخوانده مي‌شود كه توسط آن دو دستگاه هويت يكديگر را احراز كرده و يک كليد مشترک براي برقراري پيوند ايجاد مي‌نمايند.
همچنين دستگاهها براي ارتباط با هم از يک عدد هويت شخصي در زمان مقداردهي اوليه ارتباط استفاده مي‌كنند. اين عدد در واقع مانند يک رمز عبور براي ارتباط با يک دستگاه بلوتوث عمل مي‌كند.
علاوه بر اين بلوتوث از تكنيكي به نام برش فركانس استفاده مي‌كند. در اين روش فركانس ارتباطي بين دو دستگاه براساس الگوس توافقي بين خودشان در محدوده فركانس مجاز ۱۶۰۰ بار در ثانيه، عوض مي‌شود تا علاوه بر اينكه نويز كمتري در ارتباطات ايجاد شود دست يافتن به داده واقعي رد و بدل شده بين دو دستگاه براي هكرها هم دشوار شود.

واژه نامه وکلمه های کلیدی :

- شبکه های بیسیم(Wireless Networks)
- شبکه های کابلی
- کیفیت سرویس(Quality Of Service)
- فرکانس رادیویی(Radio Frequency)

- BS : Base Station
- DSL : Digital Subscriber Line
- ETSI : European Telecommunication Standards Institute
- IEEE : Institute of Electric and Electronic Engineers
- MAC : Media Access Control address
- MAN : Metropolitan Area Network
- PAN : Personal Area Network(شبکه ی محلی شخصی)
- WAN : Wide Area Network
- WLAN : Wireless Local Area Network
- WMAN : Wireless Metropolitan Area Network
- OFDM : Orthogonal Frequency Division Multiplexing
- OFDMA : Orthogonal Frequency Division Multiple Access
- VOIP : Voice Over Internet Protocol
- Wi-Fi : Wireless Fidelity
- WIMAX : Worldwide Interoperability for Microwave Access
- DSSS : Direct Sequence Spread Spectrum
- FHSS : Frequency Hopping Spread Spectrum
- FSK : Frequency Shift Keying
- IAPP : Inter Access Point Protocol
- ISM : Industrial Scientific and Medical
- DCF : Distribute Coordination Function
- PCF : Point Coordination Function
- CSMA/CA : Carrier Sense Multiple Access With Collision Avoidance
- BSS : Basic Service Set
- ESS : Extended Service Set
- IBSS : Independent Basic Service Set
- BSSI : Basic Service Set Infrastructure
- PCMCIA : Personal Computer Memory Card International Association
- PCI : Peripheral Component Interconnect
- SSID : Service Set Identifier
- EAP : Extensible Authentication Protocol
- LEAP : Light Extensible Authentication protocol
- SNMP : Service of Network Management Protocol
- IR : Infra Red

- SS : Spread Spectrum
- DCF : Distribution Coordination Function
- PCF : Point Coordination Function
- CCK : Complementary Code Keying
- WEAC : Wireless Ethernet Communication Alliance
- EIRP : Equivalent Isotropically Radiate Power
- PBCC : packet Binary Convolutional Code
- UNII : Unlicensed National Information Infrastructure
- QAM : Quadrate Amplitude Modulation
- Vendor Proprietary (در انحصار فروشنده)
- Ethernet
- Encryption
- Ad Hoc
- Infrastructure
- Peer to Peer
- Bluetooth
- Router
- Broad Band
- WEP : Wired Equivalent Privacy
- Access Point(نقطه ی دسترسی)
- Client(سرویس گیرنده)
- Master-Slave
- Pico net
- Scatter net
- Link Level Security Mode(امنیت در سطح پیوند)
- Identifier(شناسه)
- Link Key(کلید پیوندی)
- Personal Information Number(عدد هویت شخصی)
- Frequency Happing(برش فرکانسی)

منابع و مراجع :

- **Pahlavan, Kaveh.Wireless Network. New York : Prentice Hall,1999**
- **Peikari, Cyrus. Maximum Wireless Security.**
- **Tanenbaum, Andrew S. Computer Networks. New Jersey : Prentice Hall,2003**
- **http://www.Amoltk.com/**
- **http://www.ieee802.org/11/**
- **http://www.ee.ed.ac.uk/~acmc/OFDMTut.html/**
- **http://www.wireles.per.nl/telelearn/ofdm/**
- **http://www.farda-tech.com/**
- **http://www.itc.ir/**
- **http://www.intel.com/**
- **http://www.ostadonline.com/**
- **http://www.fa.wikipedia.com/**
- **http://www.wimax.com/**
- **http://www4.irandoc.ac.ir/full-text/full-art.htm**
- **http://www.vikiit.com/cms/mambo/**
- **http://www.wimaxforum.org/**
- **http://www.cisco.com/**
- **http://www.persiantools.com/**
- **http://www.websecurity.ir/**
- **http://www.srtelecom.com/**
- **http://www.wimaxxed.com/**
- **http://www.wimaxtrends.com/**
- **http://www.motorola.canopywireless.com/kbase/**