



دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهدیشهر

کاردانی کامپیوتر - نرم افزار

شبکه های موردی MANET و شبکه های حسگر بی سیم

نگارش : رضا حمیدی

استاد راهنما : استاد تعجبیان

**www.Prozhe.com**

سال تحصیلی ۹۱ - ۱۳۹۰







دانشگاه آزاد اسلامی واحد مهدیشهر

کاردانی کامپیوتر - نرم افزار

شبکه های موردی MANET و شبکه های حسگر بیسیم

نگارش : رضا حمیدی

استاد راهنما : استاد تعجبیان

سال تحصیلی ۹۱ - ۱۳۹۰



## تقدیم :

به عاشقان و رهبان طریق علم و معرفت

به پدر و مادر عزیزم

که در تمامی مراحل زندگی برایم چیزی نخواهند

جز خیر و مصلحت

## سپاسگزاری :

این جانب رضا حمیدی از استاد گرامی و گرانقدر سرکام خانم مهندس مریم تعجبیان که در تمام مراحل تحصیلم در دانشگاه به بنده نهایت کمک و یاری را نمودند کمال تشکر و قدردانی را می نمایم.

گنج عشق جاودان افروختن

می توان در سایه آموختن

از استاد جان روشن یافتیم

از پدر گر قالب تن یافتیم

چون خدا مشکل توان تعریف تو

ای استاد چون کنم توصیف تو

به امید موفقیت روز افزون شما در تمامی مراحل زندگی.....

چکیده :

در این پروژه در مورد شبکه های موردی MANET و شبکه های حسگر بیسیم تحقیق به عمل رسیده است.

هم چنین مزایا ، معایب ، خصوصیات ، کاربردها و عملکردهای شبکه های موردی MANET و شبکه های حسگر بیسیم مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته است.

شبکه های موردی MANET جزء همان شبکه های محلی کامپیوتر است اما با این تفاوت که سیستم شبکه محلی موبایل ها (Ad Hoc) نیز در آن قرار گرفته است.

همین طور شبکه های حسگر بیسیم که از نامشان هم پیداست شبکه هایی هستند که بدون سیم می باشند و اطلاعات را به صورت سیگنال دریافت می کنند مانند شبکه بی سیم Wire less.

**فهرست مطالب :**

## بخش اول : شبکه های موردی MANET

### فصل اول : شبکه های موردی

- ۱-۱ شبکه های موردی MANET چیست؟ ..... ۱۷
- ۲-۱ آشنایی با شبکه های بی سیم مبتنی بر بلوتوث..... ۱۷
- ۳-۱ شبکه های Ad hoc ..... ۱۸
- ۴-۱ ایجاد شبکه به کمک بلوتوث..... ۲۲
- ۵-۱ چگونه ابزارهای مجهز به بلوتوث را شبکه کنیم؟ ..... ۲۳

### فصل دوم : شبکه های بی سیم ادهاک

- ۱-۲ شبکه های بی سیم ادهاک..... ۲۶
- ۲-۲ معرفی انواع شبکه های ادهاک..... ۲۶
- ۳-۲ کاربردهای شبکه ادهاک..... ۲۷
- ۴-۲ خصوصیات شبکه های ادهاک..... ۲۸
- ۵-۲ امنیت در شبکه های بی سیم..... ۲۹
- ۶-۲ منشأ ضعف امنیتی در شبکه های بی سیم و خطرات معمول..... ۲۹
- ۷-۲ سه روش امنیتی در شبکه های بی سیم..... ۳۰

### فصل سوم : مسیریابی

- ۱-۳ مسیریابی..... ۳۱
- ۲-۳ پروتکل های مسیریابی..... ۳۱

۳۲	..... پروتکل های روش اول
۳۳	..... پروتکل های روش دوم
۳۴	..... محدودیت های سخت افزاری یک گره حسگر
۳۵	..... روش های مسیریابی در شبکه های حسگر
۳۵	..... روش سیل آسا
۳۶	..... روش شایعه پراکنی
۳۶	..... روش اسپین ( SPIN )
۳۷	..... روش انتشار هدایت شده
۳۸	..... شبکه های موردی بی سیم (Networks Wireless Ad Hoc)
۴۰	..... انواع شبکه های موردی بی سیم عبارتند از
۴۱	..... دیگر مسائل , مشکلات و محدودیت های موجود در این شبکه ها
۴۲	..... کاربرد های شبکه Mobile ad hoc
۴۲	..... انجام عملیات محاسباتی توزیع شده و مشارکتی

#### فصل چهارم : ساختار شبکه های MANET

۴۷	..... ساختار شبکه های MANET
۴۹	..... خصوصیات MANET

۳-۴ معایب MANET ..... ۵۰

### فصل پنجم : شبکه های موبایل Ad hoc

- ۱-۵ شبکه های موبایل Ad hoc یا Mobile ad hoc networks (MANET) ..... ۵۱
- ۲-۵ شبکه های موبایل نسل یک شبکه های AMPS ..... ۵۲
- ۳-۵ شبکه های موبایل نسل ۲ شبکه های GSM و EDGE ..... ۵۲
- ۴-۵ نسل کنونی شبکه های مخابرات سیار سلولی ..... ۵۲
- ۵-۵ مقایسه فنی شبکه های تلفن همراه (نسل سوم و چهارم) ..... ۵۳
- ۶-۵ مزایای شبکه ی ad hoc ..... ۵۳
- ۷-۵ نتیجه گیری از شبکه های موردی Manet ..... ۵۷

### بخش دوم : شبکه های حسگر بی سیم

### فصل اول : شبکه های حسگر بی سیم

- ۱-۱ مقدمه ای بر شبکه های حسگر بی سیم Wireless Sensor Networks ..... ۵۸
- ۲-۱ تاریخچه شبکه های حسگر ..... ۵۹
- ۳-۱ معماری مجزای در حسگرهای بی سیم ..... ۶۰
- ۴-۱ معماری شبکه های حسگرهای بی سیم ..... ۶۱
- ۵-۱ شبکه توری mesh network ..... ۶۲

۶-۱ زیگ بی Zig Bee ..... ۶۳

### فصل دوم : کاربرد شبکه های حسگر بی سیم

- ۱-۲ کاربردهای شبکه های حسگر بی سیم APPLICATIONS of Wireless Sensor Networks ..... ۶۴
- ۲-۲ نظارت بر سازه های بهداشتی - سازه های هوشمند ..... ۶۴
- ۳-۲ اتوماسیون ( خودکاری سازی ) صنعتی industrial automation ..... ۶۵
- ۴-۲ کاربردهای برجسته - نظارت سازه های شهری ..... ۶۶
- ۵-۲ پیشرفتهای آینده ..... ۶۷
- ۶-۲ شبکه های حسگر بی سیم ..... ۶۷
- ۷-۲ معماری یک شبکه حسگر بی سیم Multi hop ..... ۶۸
- ۸-۲ کاربردهای شبکه حسگر بی سیم ..... ۶۹
- ۹-۲ نظارت بر محیط شبکه حسگر بی سیم ..... ۷۰
- ۱۰-۲ مشخصه های شبکه حسگر بی سیم ..... ۷۰
- ۱۱-۲ سخت افزار در شبکه حسگر بی سیم ..... ۷۱
- ۱۲-۲ استانداردهای شبکه حسگر بی سیم ..... ۷۱
- ۱۳-۲ نرم افزارهای شبکه حسگر بی سیم ..... ۷۲
- ۱۴-۲ سیستم عامل در شبکه حسگر بی سیم ..... ۷۲
- ۱۵-۲ میان افزار شبکه حسگر بی سیم ..... ۷۴

- ۱۶-۲ زبان برنامه نویسی شبکه حسگر بی سیم..... ۷۴
- ۱۷-۲ الگوریتم شبکه حسگر بی سیم..... ۷۵
- ۱۸-۲ تجسم فکری داده ها..... ۷۵
- ۱۹-۲ شبکه های حسگر بی سیم و کاربردهای آن..... ۷۵
- ۲۰-۲ خصوصیات مهم شبکه های حسگر بی سیم..... ۷۶
- ۲۱-۲ کاربردهای نظامی شبکه های حسگر بی سیم..... ۷۸
- ۲۲-۲ کاربردهای محیطی شبکه های حسگر بی سیم..... ۷۹
- 23-2 کاربردهای بهداشتی شبکه های حسگر بی سیم..... ۷۹
- ۲۴-۲ کاربردهای خانگی شبکه های حسگر بی سیم..... ۷۹
- ۲۵-۲ کاربردهای تجاری شبکه های حسگر بی سیم..... ۷۹
- ۲۶-۲ ویژگی های عمومی یک شبکه حسگر..... ۸۱
- ۲۷-۲ چالش های شبکه حسگر..... ۸۲
- ۲۸-۲ مزایای شبکه های حسگر بی سیم..... ۸۳
- ۲۹-۲ معرفی شبکه های بی سیم (WIFI)..... ۸۴

### فصل سوم : WIMAX چیست ؟

- ۱-۳ WIMAX چیست ؟..... ۸۵

- ۲-۳ معرفی وایمکس..... ۸۵
- ۳-۳ تفاوت WIMAX و Wi-Fi..... ۸۶
- ۴-۳ ویژگی های وایمکس..... ۸۶
- ۵-۳ محدوده پوشش وسیع..... ۸۷
- ۶-۳ استفاده در حال حرکت Mobility..... ۸۷
- ۷-۳ کاربردهای WIMAX..... ۸۸
- ۸-۳ طرز کار وایمکس..... ۸۸
- ۹-۳ پروتکل های شبکه های بی سیم..... ۸۹
- ۱۰-۳ پروتکل ۱۶، ۸۰۲..... ۹۰
- ۱۱-۳ مشخصات IEEE ۱۶، ۸۰۲..... ۹۱
- ۱۲-۳ آینده WIMAX..... ۹۲
- ۱۳-۳ ویژگی های WIMAX..... ۹۴
- ۱۴-۳ کاربرد شبکه های بی سیم حسگر..... ۹۵
- ۱۵-۳ انواع شبکه های حسگر بیسیم..... ۹۶
- ۱۶-۳ اجزاء شبکه..... ۹۷
- ۱۷-۳ غوغای امواج..... ۹۸
- ۱۸-۳ نتیجه گیری از شبکه های حسگر بی سیم..... ۱۰۰

فهرست منابع ..... ۱۰۱

## فهرست جدول ها :

جدول ۱-۱ ..... 24

## مقدمه :

اساسا یک شبکه کامپیوتری شامل دو یا بیش از دو کامپیوتر و ابزارهای جانبی مثل چاپگرها، اسکنرها و مانند اینها هستند که بطور مستقیم بمنظور استفاده مشترک از سخت افزار و نرم افزار، منابع اطلاعاتی ابزارهای متصل ایجاد شده است توجه داشته باشید که به تمامی تجهیزات سخت افزاری و نرم افزاری موجود در شبکه منبع (Source) می گویند.

در این تشریک مساعی با توجه به نوع پیکربندی کامپیوتر ، هر کامپیوتر کاربر می تواند در آن واحد منابع خود را اعم از ابزارها و داده ها با کامپیوترهای دیگر همزمان بهره ببرد. دلایل استفاده از شبکه را می توان موارد ذیل عنوان کرد:

۱. استفاده مشترک از منابع: استفاده مشترک از یک منبع اطلاعاتی یا امکانات جانبی رایانه ، بدون توجه به محل جغرافیایی هریک از منابع را استفاده از منابع مشترک گویند.
۲. کاهش هزینه :متمرکز نمودن منابع و استفاده مشترک از آنها و پرهیز از پخش آنها در واحدهای مختلف و استفاده اختصاصی هر کاربر در یک سازمان کاهش هزینه را در پی خواهد داشت .
۳. قابلیت اطمینان :این ویژگی در شبکه ها بوجود سرویس دهنده های پشتیبان در شبکه اشاره می کند ، یعنی به این معنا که می توان از منابع گوناگون اطلاعاتی و سیستم ها در شبکه نسخه های دوم و پشتیبان تهیه کرد و در صورت عدم دسترسی به یک از منابع اطلاعاتی در شبکه " بعلت از کارافتادن سیستم " از نسخه های پشتیبان استفاده کرد. پشتیبان از سرویس دهنده ها در شبکه کارآیی،، فعالیت و آمادگی دائمی سیستم را افزایش می دهد.
۴. کاهش زمان : یکی دیگر از اهداف ایجاد شبکه های رایانه ای ، ایجاد ارتباط قوی بین کاربران از راه دور است ؛ یعنی بدون محدودیت جغرافیایی تبادل اطلاعات وجود داشته باشد. به این ترتیب زمان تبادل اطلاعات و استفاده از منابع خود بخود کاهش می یابد.
۵. قابلیت توسعه :یک شبکه محلی می تواند بدون تغییر در ساختار سیستم توسعه یابد و تبدیل به یک شبکه بزرگتر شود. در اینجا هزینه توسعه سیستم هزینه امکانات و تجهیزات مورد نیاز برای گسترش شبکه مد نظر است.

۶. ارتباطات: کاربران می توانند از طریق نوآوریهای موجود مانند پست الکترونیکی و یا دیگر سیستم های اطلاع رسانی پیغام هایشان را مبادله کنند ؛ حتی امکان انتقال فایل نیز وجود دارد.

## **بخش اول : شبکه های موردی MANET**

### **فصل اول : شبکه های موردی**

## ۱-۱ شبکه های موردی manet چیست؟

### ۲-۱ آشنایی با شبکه های بی سیم مبتنی بر بلوتوث

امروزه با پیشرفت تکنولوژی های ارتباطی، برقراری ارتباطات مورد نیاز برای راه اندازی شبکه ها به کمک تکنیک های متفاوتی امکان پذیر می باشد. زمانی ارتباط بین ایستگاه های کاری در یک شبکه، فقط توسط کابل های Coaxial و اتصالات BNC امکان پذیر بود. سپس با پیشرفت تکنولوژی اتصالات موجود بهبود یافتند و کابل های Twisted Pair و بعد کابل فیبرنوری یا Cable Fiber Optic پا به عرصه وجود گذاشتند. مزیت اصلی این پیشرفت ها افزایش سرعت انتقال دادهها و بهبود امنیت ارسال و دریافت داده ها می باشد.

در مراحل بعد، وجود برخی از مشکلات مانند عدم امکان کابل کشی جهت برقراری اتصالات مورد نیاز و یا وجود هزینه بالا یا سختی عملیات کابل کشی و غیر ممکن بودن یا هزینه بر بودن انجام تغییرات در زیر ساخت های فعلی شبکه سبب شد تا مهندسان به فکر ایجاد روشی برای برقراری ارتباط بین ایستگاه های کاری باشند که نیاز به کابل نداشته باشد. در نتیجه تکنولوژی های بی سیم یا Wireless پا به عرصه وجود گذاشتند. در این تکنولوژی، انتقال اطلاعات از طریق امواج الکترومغناطیس انجام می گیرد. به همین منظور می توان از یکی از سه نوع موج زیر استفاده نمود:

- ۱ - مادون قرمز : در این روش فاصله دو نقطه زیاد نیست زیرا امواج مادون قرمز برد کمی دارند و از طرفی سرعت انتقال دادهها توسط این موج پایین می باشد.
- ۲ - امواج لیزر : این موج در خط مستقیم سیر می کند و نسبت به امواج مادون قرمز دارای برد بالاتر می باشد. مشکل اصلی در این موج، مخرب بودن آن می باشد. « این موج برای بینایی مضر می باشد.

۳ - امواج رادیویی : متداول ترین امواج در ارتباطات شبکه ای هستند و سرعت استاندارد آنها ۱۱ مگابیت بر ثانیه می باشد. تجهیزات و شبکه های کامپیوتری مبتنی بر این نوع موج، به دو دسته تقسیم می شوند:

۱- شبکه های بی سیم درون سازمانی یا In door

۲- شبکه های بی سیم برون سازمانی یا Out door

شبکه های نوع اول « In door»، در داخل محیط یک ساختمان ایجاد می گردند. جهت طراحی اینگونه شبکه ها می توان یکی از دو روش زیر را در نظر گرفت

Ad hoc Network -1

Infrastructure Network -2

در Network Ad hoc کامپیوتر ها و سایر ایستگاه های کاری دیگر، دارای یک کارت شبکه بی سیم می باشند و بدون نیاز به دستگاه متمرکز کننده مرکزی قادر به برقراری ارتباط با یکدیگر خواهند بود. اینگونه شبکه سازی بیشتر در مواردی که تعداد ایستگاه های کاری محدود است - در شبکه های کوچک - مورد استفاده قرار می گیرند. « در ادامه مقاله در مورد این نوع شبکه ها صحبت بیشتری خواهد شد.

در روش دوم یعنی Infrastructure Network، برای پیاده سازی شبکه بی سیم مورد نظر، از یک یا چند دستگاه متمرکز کننده مرکزی یا Access Point که به اختصار AP نامیده می شود، استفاده می شود. وظیفه یک AP برقراری ارتباط در شبکه می باشد.

شبکه های نوع دوم « Out door»، در خارج از محیط ساختمان ایجاد می گردند. در این روش از AP و همچنین آنتن ها جهت برقراری ارتباط استفاده می شود. معیار اصلی در زمان ایجاد اینگونه شبکه ها، در نظر داشتن ارتفاع دو نقطه و فاصله بین آنها و به عبارت دیگر، داشتن دید مستقیم یا Line of Sight می باشد. در شبکه های بی سیم ممکن است یکی از سه توپولوژی زیر مورد استفاده قرار گیرند:

1. Point To
2. Point b- Point To Multipoint
3. Mesh

امواج بلوتوث دارای برد کوتاهی می باشند و بیشتر برای راه اندازی شبکه های PAN که یکی از انواع شبکه های Ad hoc است، مورد استفاده قرار می گیرند.

## ۱-۳ شبکه های Ad hoc

یک شبکه Ad hoc تشکیل شده از تجهیزات بی سیم قابل حمل که با یکدیگر به کمک تجهیزات ارتباط بی سیم و بدون برقراری هیچگونه زیر ساختی، ارتباط برقرار می کنند.

برای شروع کار بهتر است ابتدا معنی واژه Ad hoc را بررسی نماییم. واژه Ad hoc به مفهوم For this purpose only یا «برای یک کاربرد خاص» می باشد. این واژه معمولا در جاهایی کاربرد دارد که حل یک مشکل خاص یا انجام یک وظیفه ویژه مد نظر باشد و ویژگی مهم آن، عدم امکان تعمیم راه حل فوق به صورت یک راه حل عمومی و به کارگیری آن در مسائل مشابه می باشد.

به شبکه Ad hoc، شبکه Mesh نیز می گویند. علت این نام گذاری آن است که تمام ایستگاه های موجود در محدوده تحت پوشش شبکه Ad hoc، از وجود یکدیگر با خبر بوده و قادر به برقراری ارتباط با یکدیگر می باشند. این امر شبیه پیاده سازی یک شبکه به صورت فیزیکی بر مبنای توپولوژی Mesh می باشد. اولین شبکه Ad hoc در سال ۱۹۷۰ توسط DARPA بوجود آمد. این شبکه در آن زمان Packet Radio نامیده می شد.

از جمله مزایای یک شبکه Ad hoc می توان به موارد زیر اشاره نمود:

۱. سرعت توسعه آن زیاد است.
۲. به سادگی و به صرف هزینه پایین قابل پیاده سازی می باشد.
۳. مانند سایر شبکه های بی سیم، به زیر ساخت نیاز ندارد.
۴. پیکر بندی خودکار
۵. هر یک از ایستگاه ها به عنوان یک روتر نیز ایفای نقش می کنند.
۶. استقلال از مدیریت شبکه اصلی
۷. انعطاف پذیر بودن به عنوان مثال، دسترسی به اینترنت از نقاط مختلف موجود در محدوده تحت پوشش شبکه امکان پذیر است.
۸. دو ایستگاه موجود در شبکه می توانند به طور مستقل از دیگر ایستگاه ها، با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و انتقال اطلاعات بپردازند.

همانطور که در مزایای فوق اشاره شد «شماره ۴» اینگونه شبکه ها دارای پیکربندی خودکار می باشند. یعنی اگر پس از راه اندازی شبکه، یکی از ایستگاه ها بنا بر دلایلی از کار بیافتد - مثلا فرض کنیم یکی از ایستگاه ها، یک

دستگاه تلفن همراه باشد که به کمک بلوتوث وارد شبکه شده باشد و اکنون با دور شدن صاحب تلفن از محدوده تحت پوشش از شبکه خارج شود - در نتیجه شکافی در ارتباط بین ایستگاه ها بوجود خواهد آمد. با بروز چنین موردی شبکه Ad hoc به سرعت مشکل را شناسایی کرده و مجددا بصورت خودکار عمل پیکربندی و تنظیمات شبکه را بر اساس وضعیت جدید انجام خواهد داد و راه ارتباطی جدیدی برقرار خواهد کرد.

در شکل قبل قسمت a نشان دهنده این است که ایستگاه ها در حال شناسایی یکدیگر می باشند. در قسمت b می بینیم که یکی از ایستگاه ها برای ارسال داده به سمت مقصد مورد نظرش از یک مسیر خاص و بهینه استفاده می کند. اما در شکل c وضعیتی نشان داده شده است که یکی از ایستگاه های میانی از شبکه خارج شده و در نتیجه بعد از انجام پیکربندی مجدد، مسیر دیگری بین مبدا و مقصد برای ارسال داده ها بوجود آمده است. به شبکه های Ad hoc اصطلاحاً Network Mobile Ad hoc یا MANET نیز می گویند. علت این نامگذاری آن است که ایستگاه ها در این شبکه می توانند به صورت آزادانه حرکت کنند . بطور دلخواه به سازماندهی خود پردازند. پس توپولوژی شبکه های بی سیم ممکن است به سرعت و بصورت غیر قابل پیش بینی تغییر کنند. برخی از کاربردهای شبکه های Ad hoc عبارتند از:

1. استفاده در شبکه های PAN یا Personal Area Network
2. این نوع شبکه در برگیرنده سیستم های بی سیم که دارای برد و قدرت پایین هستند، می باشد. این نوع شبکه ها معمولاً بین افراد و یا در یک دفتر کار و مکان های مشابه ایجاد می گردد. استاندارد مورد استفاده در این محدوده IEEE 802.15 می باشد. تجهیزات مورد استفاده معمولاً cell phone, earphone, Laptop و غیره می باشد.
3. استفاده در عملیات اورژانسی
4. مثلاً در عملیات جستجو و نجات، اطفاء حریق یا عملیات پلیسی مورد استفاده قرار می گیرد.
5. استفاده در محیط های غیر نظامی
6. مثلاً در شبکه داخلی تاکسیرانی، استادیو ورزشی و ... مورد استفاده قرار می گیرد.
7. حفاظت از محیط زیست
8. زیست شناسان با استفاده از گردن آویزهایی که به حسگرهای مکان، دما و دیگر حس گرها مجهز هستند کیفیت زندگی حیوانات در خطر انقراض را کنترل می نمایند.
9. استفاده در مصارف نظامی

به عنوان نمونه با مجهز کردن یک میدان جنگ به دستگاه هایی که از حسگر لرزش، سیستم GPS و حسگر مغناطیسی برخوردارند، می توان عبور و مرور خودروها در محل را کنترل نمود. هر یک از ابزارها پس از حس

کردن موقعیت جغرافیایی خود با ارسال یک موج رادیویی، ابزارهایی را که در محدوده ای به وسعت ۳۰ متر از آن قرار دارند را شناسایی کرده و با آن ارتباط برقرار می کند.

برخی از محدودیت های شبکه های Ad hoc عبارتند از:

۱. محدودیت پهنای باند دارد. ( Bandwidth Limited )
۲. Multi-hop router نیاز می باشد.
۳. مصرف انرژی یکی از دیگر مشکلات مهم می باشد.
۴. حفظ امنیت در اینگونه از شبکه ها مشکل می باشد.
۵. در شبکه های بزرگتر، ارسال اطلاعات با تاخیر همراه می باشد.

## ۱-۴ ایجاد شبکه به کمک بلوتوث

تکنولوژی بلوتوث استاندارد است که به کمک آن می توان یک ارتباط بی سیم کوتاه برد بین تجهیزات بی سیم مجهز به بلوتوث مانند گوشی های تلفن همراه، لپ تاپ ها، چاپگر های مجهز به بلوتوث و ... برقرار نمود. به کمک بلوتوث می توان یک شبکه PAN بوجود آورد. شبکه های ایجاد شده توسط بلوتوث بر مبنای شبکه های Ad hoc می باشد. شبکه های PAN معمولا در دفتر کار، منزل و سایر محیط های کوچک مشابه برای اتصال تجهیزات بی سیم استفاده می شود.

از مزایای بلوتوث می توان به موارد زیر اشاره نمود:

- ۱- بلوتوث ارزان بوده و مصرف انرژی پایینی دارد.
  - ۲- تسهیل ارتباطات داده و صدا
  - ۳- حذف کابل و سیم بین دستگاه ها و ابزارهای بی سیم
  - ۴- فراهم کردن امکان شبکه های Ad hoc و همگام سازی بین ابزارهای موجود
- تکنولوژی بلوتوث از امواج محدود در باند 2.4 GHZ ISM استفاده می کند. این باند فرکانس برای مصارف صنعتی، علمی و پزشکی رزرو شده است. این باند در اغلب نقاط دنیا قابل دسترسی می باشد.

## ۱-۵ چگونه ابزارهای مجهز به بلوتوث را شبکه کنیم ؟

شبکه های بلوتوث بر خلاف شبکه های بی سیم که از ایستگاه های کاری بی سیم و Access Point تشکیل می شود، فقط از Client ها یا ایستگاه های کاری بی سیم تشکیل می شود. یک client می تواند در واقع یک ابزار با قابلیت بلوتوث باشد.

ابزارهایی با قابلیت بلوتوث به طور خودکار یکدیگر را شناسایی کرده و تشکیل شبکه می دهند. مشابه همه شبکه های Ad hoc، توپولوژی های شبکه های بلوتوث می توانند خودشان را بر یک ساختار موقت تصادفی مستقر سازند.

شبکه های بلوتوث یک ارتباط Master-Slave را بین ابزارها برقرار می کنند. این ارتباط یک piconet را تشکیل می دهد. در هر piconet هشت ایستگاه مجهز به بلوتوث وارد شبکه می شوند. به اینصورت که یکی به عنوان Master و هفت تای دیگر به عنوان Slave در شبکه قرار می گیرند.

ابزارهای هر piconet روی کانال یکسان کار می کنند. اگر چه در هر Piconet فقط یک Master داریم ولی Slave یک شبکه می تواند در شبکه های دیگر به صورت Master عمل کند. بنابراین زنجیره ای از شبکه ها به وجود می آید. ( Scatter net )

مشخصات کلیدی تکنولوژی بلوتوث	
مشخصات	شرح
لایه فیزیکی	FHSS (Frequency Hopping Spread Spectrum)
باند فرکانس	( 2.4 GHz - 2.45 GHz ) ISM
فرکانس hop	1600 hops/sec
نرخ انتقال داده	1 Mbps

محدوده کاری حدود ۱۰ متر و به کمک تقویت کننده تا ۱۰۰ متر

جدول ۱-۱

نوآوری های اخیر در آنتن های بلوتوث به این وسایل اجازه داده است تا از بردی که در ابتدا برای آن طراحی شده است، بسیار فراتر قدم بگذارد. در همایش دوازدهم DEFCON «همایش سالانه هکرها که در لاس وگاس برگزار می شود»، گروهی از هکرها که با عنوان Flexi is شناخته می شوند، توانستند دو وسیله بلوتوث را که حدود ۸۰۰ متر از یکدیگر فاصله داشتند را با موفقیت به یکدیگر متصل کنند. آنها از آنتم مجهز به یک نوسان نما یا scope و یک آنتن یاگی « Yogi » استفاده کردند که همه آنها به قنناق یک تفنگ متصل شده بود. کابل آنتن را به کارت بلوتوث در رایانه متصل می کرد. بعدها آنتن را تیرانداز آبی نامیدند. در ارتباطاتی که توسط تکنولوژی بلوتوث برقرار می گردند، معمولاً ایستگاه های موجود در شبکه در هر لحظه در یکی از وضعیت های زیر می باشند.

حالت انتظار ( Standby ) : اگر دستگاه مورد نظر هنوز جزء هیچ شبکه ای نشده باشد، در این وضعیت قرار دارد. حالت پرس و جو ( In query + Page ) : اگر دستگاهی بخواهد با یک شبکه piconet یا یک دستگاه دیگر ارتباط برقرار کند، در این وضعیت قرار می گیرد. در این حالت دستگاه فوق برای مقصد مورد نظر پیامی مبنی بر تقاضای برقراری ارتباط، ارسال می کند.

حالت فعال ( Active ) : دستگاه در این حالت در حال ارسال و دریافت اطلاعات می باشد.

حالت ذخیره انرژی ( Low Power state ) : این مرحله شامل سه وضعیت می باشد:

۱. Sniff: دستگاه Slave در این حالت بدون فعالیت می باشد.
۲. Hold: هم دستگاه Master و هم دستگاه Slave در حالت انتظار به سر برده و هیچ داده ای رد و بدل نمی کنند.
۳. Park: این وضعیت با نام توقف شناخته می شود و میزان فعالیت در این حالت از Hold نیز کمتر می باشد و فقط در حد همگام سازی دستگاه با piconet است.

## فصل دوم : شبکه‌های بی سیم ادهاک

## ۱-۲ شبکه‌های بی سیم ادهاک

شبکه‌های بی سیم ادهاک، شامل مجموعه‌ای از گره‌های توزیع شده‌اند که با همدیگر به طور بی سیم ارتباط دارند. نودها می‌توانند کامپیوتر میزبان یا مسیریاب باشند. نودها به طور مستقیم بدون هیچگونه نقطه دسترسی با همدیگر ارتباط برقرار می‌کنند و سازمان ثابتی ندارند و بنابراین در یک توپولوژی دلخواه شکل گرفته‌اند. هر نودی مجهز به یک فرستنده و گیرنده می‌باشد. مهم‌ترین ویژگی این شبکه‌ها وجود یک توپولوژی پویا و متغیر می‌باشد که نتیجه تحرک نودها می‌باشد. نودها در این شبکه‌ها به طور پیوسته موقعیت خود را تغییر می‌دهند که این خود نیاز به یک پروتکل مسیریابی که توانایی سازگاری با این تغییرات را داشته، نمایان می‌کند. مسیریابی و امنیت در این شبکه از چالش‌های امروز این شبکه هاست. شبکه‌های بی سیم ادهاک خود بر دو نوع می‌باشند: شبکه‌های حسگر هوشمند و شبکه‌های موبایل ادهاک. در مسیریابی در شبکه‌های ادهاک نوع حسگر سخت‌افزار محدودیت‌هایی را بر شبکه اعمال می‌کند که باید در انتخاب روش مسیریابی مد نظر قرار بگیرند از جمله اینکه منبع تغذیه در گره‌ها محدود می‌باشد و در عمل، امکان تعویض یا شارژ مجدد آن مقدور نیست؛ لذا روش مسیریابی پیشنهادی در این شبکه‌ها

بایستی از انرژی موجود به بهترین نحو ممکن استفاده کند یعنی باید مطلع از منابع گره باشد و اگر گره منابع کافی نداشت بسته را به آن برای ارسال به مقصد نفرستد. خودمختار بودن و قابلیت انطباق گره‌ها را ایجاد کند.

شبکه‌های ادهاک عمر ۷۰ ساله دارند و به دلایل نظامی به وجود آمدند. یک مثال کلاسیک از شبکه‌های ادهاک، شبکه جنگنده‌های جنگ و پایگاه‌های موبایل آنها در میدان جنگ می‌باشد. بعداً مشخص شد در قسمت‌های تجاری و صنعتی نیز می‌توانند مفید واقع شوند. این شبکه‌ها شامل مجموعه‌ای از گره‌های توزیع شده‌اند که بدون پشتیبانی مدیریت مرکزی یک شبکه موقت را می‌سازند. طبیعی‌ترین مزیت استفاده از این شبکه‌ها عدم نیاز به ساختار فیزیکی و امکان ایجاد تغییر در ساختار مجازی آنهاست. این ویژگی‌های خاصی که دارند پروتکل‌های مسریابی و روشهای امنیتی خاصی را می‌طلبد.

## ۲-۲ معرفی انواع شبکه‌های ادهاک

شبکه‌های حسگر هوشمند : متشکل از چندین حسگر هستند که در محدوده جغرافیایی معینی قرار گرفته‌اند. هر حسگر دارای قابلیت ارتباطی بی سیم و هوش کافی برای پردازش سیگنال‌ها و امکان شبکه سازی است. شبکه‌های موبایل ادهاک : مجموعه مستقلی شامل کاربرین متحرک است که از طریق لینک‌های بی سیم با یکدیگر ارتباط برقرار می‌کنند. برای اتفاقات غیر قابل پیش بینی اتصالات و شبکه‌های متمرکز کارا نبوده و قابلیت اطمینان کافی را ندارند. لذا شبکه‌های ادهاک موبایل راه حل مناسبی است، گره‌های واقع در شبکه‌های ادهاک موبایل مجهز به گیرنده و فرستنده‌های بی سیم بوده و از آنتن‌هایی استفاده می‌کنند که ممکن است از نوع Broad cast و یا peer to peer باشند.

## ۲-۳ کاربردهای شبکه ادهاک

به طور کلی زمانی که زیرساختاری قابل دسترس نیست و ایجاد و احداث زیرساختار غیرعملی بوده و همچنین مقرون به صرفه نباشد، استفاده از شبکه ادهاک مفید است. از جمله این کاربردها می‌توان به موارد زیر اشاره نمود :

۱. شبکه‌های شخصی
۲. تلفن‌های سلولی، کامپیوترهای کیفی، ساعت‌های مچی، ear phone و کامپیوترهای wearable
۳. محیط‌های نظامی
۴. سربازها و تانکها و هواپیماها
۵. در نبردهایی که کنترل از راه دور صورت می‌گیرد

۶. برای ارتباطات نظامی
۷. توانایی باقی ماندن در میدان منازعه
۸. محیط‌های غیرنظامی
۹. شبکه تاکسی رانی
۱۰. اتاق‌های ملاقات
۱۱. میادین یا ورزشگاه‌های ورزشی
۱۲. قایق‌ها، هواپیماهای کوچک
۱۳. کنفرانس‌ها جلسات
۱۴. عملکردهای فوری
۱۵. عملیات جستجو و نجات
۱۶. موقعیت‌های امدادی برای حادثه‌های بد و فوری
۱۷. برای ترمیم و بدست آوردن اطلاعات در حوادث بد و غیرمترقبه مانند وقوع بلایای طبیعی چون سیل و طوفان و زلزله
۱۸. محیط‌های علمی
۱۹. در محیط‌های علمی و تحقیقاتی در برخی از مناطق که دانشمندان برای نخستین بار اقدام به بررسی می‌کنند، به علت عدم وجود زیرساختار، شبکه ادهاک بسیار مفید می‌باشد.
۲۰. **Sensor webs**
۲۱. یک دسته مخصوص از شبکه‌های ادهاک را می‌توان **Sensor webs** دانست. شبکه‌ای از گره‌های حسگر که یک گره، سیستمی است که دارای باتری می‌باشد. توانایی مخابره بی سیم محاسبات و حس کردن محیط در آن وجود دارد. نقش آن مانیتور کردن و تعامل با محیط و دنیای اطراف است. کاربردهای آن شامل آزمایشات اقیانوسی و فضایی می‌باشد.

## ۴-۲ خصوصیات شبکه‌های ادهاک

شبکه‌های بی سیم دارای نیازمندی‌ها و مشکلات امنیتی ویژه‌ای هستند. این مشکلات ناشی از ماهیت و خواص شبکه‌های بی سیم است که در بررسی هر راه حل امنیتی باید به آنها توجه نمود:

۱. فقدان زیرساخت : در شبکه‌های بی سیم ساختارهای متمرکز و مجتمع مثل سرویس دهنده‌ها، مسیریابها و... لزوماً موجود نیستند (مثلاً در شبکه‌های ادهاک)، به همین خاطر راه حل‌های امنیتی آنها هم معمولاً غیر متمرکز، توزیع شده و مبتنی بر همکاری همه نودهای شبکه است.
  ۲. استفاده از لینک بی سیم: در شبکه بی سیم، خطوط دفاعی معمول در شبکه‌های سیمی (مثلاً فایروال به عنوان خط مقدم دفاع) وجود ندارد. نفوذگر از تمام جهت‌ها و بدون نیاز به دسترسی فیزیکی به لینک، می‌تواند هر نودی را هدف قرار دهد.
  ۳. چند پرشی بودن: در اغلب پروتکل‌های مسیریابی بی سیم، خود نودها نقش مسیریاب را ایفا می‌کنند (به خصوص در شبکه‌های ادهاک)، و بسته‌ها دارای چند hop مختلف هستند. طبیعتاً به هر نودی نمی‌توان اعتماد داشت آن هم برای وظیفه‌ای همچون مسیریابی!
  ۴. خودمختاری نودها در تغییر مکان: نودهای سیار در شبکه بی سیم به دلیل تغییر محل به خصوص در شبکه‌های بزرگ به سختی قابل ردیابی هستند.
- از دیگر ویژگی‌های طبیعی شبکه بی سیم که منبع مشکلات امنیتی آن است می‌توان به فقدان توپولوژی ثابت و محدودیت‌های منابعی مثل توان، پردازنده و حافظه اشاره کرد.

## ۲-۵ امنیت در شبکه‌های بی سیم

این شبکه‌ها به شدت در مقابل حملات آسیب پذیرند و امروزه مقاومت کردن در برابر حملات از چالش‌های توسعه این شبکه هاست. دلایل اصلی این مشکلات عبارتند از :

۱. کانال رادیویی اشتراکی انتقال داده
۲. محیط عملیاتی ناامن
۳. قدرت مرکزی ناکافی
۴. منابع محدود
۵. آسیب پذیر بودن از لحاظ فیزیکی
۶. کافی نبودن ارتباط نودهای میانی.

## ۶-۲ منشأ ضعف امنیتی در شبکه‌های بی سیم و خطرات معمول

ساختار این شبکه‌ها مبتنی بر استفاده از سیگنال‌های رادیویی به جای سیم و کابل، استوار است. با استفاده از این سیگنال‌ها و در واقع بدون مرز ساختن پوشش ساختار شبکه، نفوذگران قادرند در صورت شکستن موانع امنیتی نه‌چندان قدرتمند این شبکه‌ها، خود را به عنوان عضوی از این شبکه‌ها جازده و در صورت تحقق این امر، امکان دستیابی به اطلاعات حیاتی، حمله به سرویس‌دهندگان سازمان و مجموعه، تخریب اطلاعات، ایجاد اختلال در ارتباطات گره‌های شبکه با یکدیگر، تولید داده‌های غیرواقعی و گمراه‌کننده، سوءاستفاده از پهنای باند مؤثر شبکه و دیگر فعالیت‌های مخرب وجود دارد. در مجموع، در تمامی دسته‌های شبکه‌های بی سیم، از دید امنیتی حقایقی مشترک صادق است :

۱. نفوذگران، با گذر از تدابیر امنیتی موجود، می‌توانند به راحتی به منابع اطلاعاتی موجود بر روی سیستم‌های رایانه‌ای دست یابند.
۲. حمله‌های DOS به تجهیزات و سیستم‌های بی سیم بسیار متداول است.
۳. کامپیوترهای قابل حمل و جیبی، که امکان استفاده از شبکه بی سیم را دارند، به راحتی قابل سرقت هستند. با سرقت چنین سخت‌افزارهایی، می‌توان اولین قدم برای نفوذ به شبکه را برداشت.
۴. یک نفوذگر می‌تواند از نقاط مشترک میان یک شبکه بی سیم در یک سازمان و شبکه سیمی آن (که در اغلب موارد شبکه اصلی و حساس‌تری محسوب می‌گردد) استفاده کرده و با نفوذ به شبکه بی سیم عملاً راهی برای دست‌یابی به منابع شبکه سیمی نیز بیابد.

## ۷-۲ سه روش امنیتی در شبکه‌های بی سیم

۱. WEP: در این روش از شنود کاربرهایی که در شبکه مجوز ندارند جلوگیری به عمل می‌آید که مناسب برای شبکه‌های کوچک بوده زیرا نیاز به تنظیمات دستی مربوطه در هر سرویس گیرنده می‌باشد. اساس رمزنگاری WEP بر مبنای الگوریتم RC4 بوسیله RSA می‌باشد.

۲. SSID: شبکه‌های WLAN دارای چندین شبکه محلی می‌باشند که هر کدام آنها دارای یک شناسه یکتا می‌باشند این شناسه‌ها در چندین نقطه دسترسی قرار داده می‌شوند. هر کاربر برای دسترسی به شبکه مورد نظر بایستی تنظیمات شناسه SSID مربوطه را انجام دهد.

۳. MAC: لیستی از MAC آدرس‌های مورد استفاده در یک شبکه به نقطه دسترسی مربوطه وارد شده بنابراین تنها کامپیوترهای دارای این MAC آدرس‌ها اجازه دسترسی دارند به عبارتی وقتی یک کامپیوتر درخواستی را ارسال می‌کند MAC آدرس آن با لیست MAC آدرس مربوطه در نقطه دسترسی مقایسه شده و اجازه دسترسی یا عدم دسترسی آن مورد بررسی قرار می‌گیرد. این روش امنیتی مناسب برای شبکه‌های کوچک بوده زیرا در شبکه‌های بزرگ امکان ورود این آدرس‌ها به نقطه دسترسی بسیار مشکل می‌باشد. در کل می‌توان به کاستن از شعاع تحت پوشش سیگنال‌های شبکه کم کرد و اطلاعات را رمزنگاری کرد.

## فصل سوم : مسیریابی

### ۳-۱ مسیریابی

در شبکه‌های ادهاک، نودهای شبکه دانش قبلی از توپولوژی شبکه‌ای که در آن قرار دارند، ندارند به همین دلیل مجبورند برای ارتباط با سایر نودها، محل مقصد را در شبکه کشف کنند. در اینجا ایده اصلی این است که یک نود جدید به طور اختیاری حضورش را در سراسر شبکه منتشر می‌کند و به همسایه‌هایش گوش می‌دهد. به این ترتیب نود تا حدی از نودهای نزدیکش اطلاع بدست می‌آورد و راه رسیدن به آنها را یاد می‌گیرد به همین ترتیب که پیش رویم همه نودهای دیگر را می‌شناسد و حداقل یک راه برای رسیدن به آنها را می‌داند.

## ۲-۳ پروتکل های مسیریابی

پروتکل های مسیریابی بین هر دو نود این شبکه به دلیل اینکه هر نودی می تواند به طور تصادفی حرکت کند و حتی می تواند در زمانی از شبکه خارج شده باشد، مشکل می باشند. به این معنی یک مسیری که در یک زمان بهینه است ممکن است چند ثانیه بعد اصلا این مسیر وجود نداشته باشد. در زیر سه دسته از پروتکل های مسیریابی که در این شبکه ها وجود دارد را معرفی می کنیم.

۱. **Table Driven Protocols**: در این روش مسیریابی هر نودی اطلاعات مسیریابی را با ذخیره اطلاعات محلی سایر نودها در شبکه استفاده می کند و این اطلاعات سپس برای انتقال داده از طریق نودهای مختلف استفاده می شوند.

۲. **On Demand Protocols**: روش ایجاب می کند مسیریابی بین نودها تنها زمانی که برای مسیریابی بسته مورد نیاز است تا جایی که ممکن است بروزرسانی روی مسیره های درون شبکه ندارد به جای آن روی مسیره های که ایجاد شده و استفاده می شوند وقتی مسیری توسط یک نود منبع به مقصدی نیاز می شود که آن هیچ اطلاعات مسیریابی ندارد، آن فرآیند کشف مسیر را از یک نود شروع می کند تا به مقصد برسد. همچنین ممکن است یک نود میانی مسیری تا مقصد داشته باشد. این پروتکل ها زمانی موثرند که فرآیند کشف مسیر کمتر از انتقال داده تکرار شود زیرا ترافیک ایجاد شده توسط مرحله کشف مسیر در مقایسه با پهنای باند ارتباطی کمتر است.

۳. **Hybrid Protocols**: ترکیبی از دو پروتکل بالاست. این پروتکل ها روش مسیریابی بردار-فاصله را برای پیدا کردن کوتاه ترین به کار می گیرند و اطلاعات مسیریابی را تنها وقتی تغییری در توپولوژی شبکه وجود دارد را گزارش می دهند. هر نودی در شبکه برای خودش یک **zone** مسیریابی دارد و رکورد اطلاعات مسیریابی در این **zone** ها نگهداری می شود. مثل **ZRP (zone routing protocol)**.

## ۳-۳ پروتکل های روش اول مسیریابی

۱. **DSDV**: این پروتکل بر مبنای الگوریتم کلاسیک **Bellman-Ford** بنا شده است. در این حالت هر گره لیستی از تمام مقصدها و نیز تعداد پرش ها تا هر مقصد را تهیه می کند. هر مدخل لیست با یک عدد شماره گذاری

شده است. برای کم کردن حجم ترافیک ناشی از بروز رسانی مسیرها در شبکه از **incremental -packets** استفاده می شود. تنها مزیت این پروتکل اجتناب از به وجود آمدن حلقه های مسیریابی در شبکه های شامل مسیریاب های متحرک است. بدین ترتیب اطلاعات مسیرها همواره بدون توجه به این که آیا گره در حال حاضر نیاز به استفاده از مسیر دارد یا نه فراهم هستند.

۲. معایب : پروتکل **DSDV** نیازمند پارامترهایی از قبیل بازه زمانی بروزرسانی اطلاعات و تعداد بروزرسانی های مورد نیاز می باشد.

۳. **WRP**: این پروتکل بر مبنای الگوریتم **path-finding** بنا شده با این استثنا که مشکل شمارش تا بینهایت این الگوریتم را برطرف کرده است. در این پروتکل هر گره، چهار جدول تهیه می کند: جدول فاصله، جدول مسیر یابی، جدول هزینه لینک و جدولی در مورد پیام هایی که باید دوباره ارسال شوند. تغییرات ایجاد شده در لینک ها از طریق ارسال و دریافت پیام میان گره های همسایه اطلاع داده می شوند.

۴. **CSGR**: در این نوع پروتکل گره ها به دسته ها تقسیم بندی می شوند. هر گروه یک سر گروه دارد که می تواند گروهی از میزبان ها را کنترل و مدیریت کند. از جمله قابلیت هایی که عمل دسته بندی فراهم می کند می توان به اختصاص پهنای باند و دسترسی به کانال اشاره کرد. این پروتکل از **DSDV** به عنوان پروتکل مسیریابی زیر بنایی خود استفاده می کند. نیز در این نوع هر گره دو جدول یکی جدول مسیریابی و دیگری جدول مربوط به عضویت در گره های مختلف را فراهم می کند.

۵. معایب : گره ای که سر واقع شده سر بار محاسباتی زیادی نسبت به بقیه دارد و به دلیل اینکه بیشتر اطلاعات از طریق این سرگروه ها برآورده می شوند در صورتی که یکی از گره های سرگروه دچار مشکل شود کل و یا بخشی از شبکه آسیب می بیند.

۶. **STAR**: این پروتکل نیاز به بروز رسانی متداوم مسیرها نداشته و هیچ تلاشی برای یافتن مسیر بهینه بین گره ها نمی کند.

### ۳-۴ پروتکل های روش دوم مسیریابی

۱. **SSR**: این پروتکل مسیرها را بر مبنای قدرت و توان سیگنال ها بین گره ها انتخاب می کند. بنابراین مسیریابی که انتخاب می شوند نسبتاً قوی تر هستند. می توان این پروتکل را به دو بخش **DRP** و **SRP** تقسیم کرد.

DRP مسئول تهیه و نگهداری جدول مسیریابی و جدول مربوط به توان سیگنال‌ها می‌باشد. SRP نیز بسته‌های رسیده را بررسی می‌کند تا در صورتی که آدرس گره مربوط به خود را داشته باشد آن را به لایه‌های بالاتر بفرستد.

۲. DSR: در این نوع، گره‌های موبایل بایستی حافظه‌هایی موقت برای مسیرهایی که از وجود آنها مطلع هستند فراهم کنند. دو فاز اصلی برای این پروتکل در نظر گرفته شده است: کشف مسیر و بروز رسانی مسیر. فاز کشف مسیر از route request/reply packet ها و فاز بروز رسانی مسیر از تصدیق‌ها و اشتباه‌های لینکی استفاده می‌کند.

۳. TORA: بر اساس الگوریتم مسیریابی توزیع شده بنا شده و برای شبکه‌های موبایل بسیار پویا طراحی شده است. این الگوریتم برای هر جفت از گره‌ها چندین مسیر تعیین می‌کند و نیازمند کلاک سنکرون می‌باشد. سه عمل اصلی این پروتکل عبارتند از: ایجاد مسیر. بروز رسانی مسیر و از بین بردن مسیر.

۴. AODV: بر مبنای الگوریتم DSDV بنا شده با این تفاوت که به دلیل مسیریابی تنها در زمان نیاز میزان انتشار را کاهش می‌دهد. الگوریتم کشف مسیر تنها زمانی آغاز به کار می‌کند که مسیری بین دو گره وجود نداشته باشد.

۵. RDMAR: این نوع از پروتکل فاصله  $\infty$  بین دو گره را از طریق حلقه‌های رادیویی و الگوریتم‌های فاصله یابی محاسبه می‌کند. این پروتکل محدوده جستجوی مسیر را مقدار مشخص و محدودی تعیین می‌کند تا بدین وسیله از ترافیک ناشی از سیل آسا در شبکه کاسته باشد.

## ۳-۵ محدودیت‌های سخت‌افزاری یک گره حسگر

عواملی چون اقتصادی بودن سیستم، قابلیت مورد انتظار، تعداد انبوه گره‌ها و نهایتاً عملی شدن ایده‌ها در محیط واقعی، موجب گشته هر گره یکسری محدودیت‌های سخت‌افزاری داشته باشد. این محدودیت‌ها در ذیل اشاره شده و در مورد هر کدام توضیحی ارائه گردیده است :

۱. هزینه پائین: بایستی سیستم نهایی از نظر اقتصادی مقرون به صرفه باشد. چون تعداد گره‌ها خیلی زیاد بوده و برآورد هزینه هر گره در تعداد زیادی (بالغ بر چند هزار) ضرب می‌گردد، بنابراین هر چه از هزینه هر گره کاسته شود، در سطح کلی شبکه، صرفه جویی زیادی صورت خواهد گرفت و سعی می‌شود هزینه هر گره به کمتر از یک دلار برسد.

۲. حجم کوچک: گره‌ها به نسبت محدوده‌ای که زیر نظر دارند، بخشی را به حجم خود اختصاص می‌دهند. لذا هر چه این نسبت کمتر باشد به همان نسبت کارایی بالاتر می‌رود و از طرفی در اکثر موارد برای اینکه گره‌ها جلب توجه نکند و یا بتوانند در برخی مکان‌ها قرار بگیرند نیازمند داشتن حجم بسیار کوچک می‌باشند.
۳. توان مصرفی پائین: منبع تغذیه در گره‌ها محدود می‌باشد و در عمل، امکان تعویض یا شارژ مجدد آن مقدور نیست؛ لذا بایستی از انرژی وجود به بهترین نحو ممکن استفاده گردد. - نرخ بیت پائین: به خاطر وجود سایر محدودیت‌ها، عملاً میزان نرخ انتقال و پردازش اطلاعات در گره‌ها، نسبتاً پایین می‌باشد.
۴. خودمختار بودن: هر گره‌ای بایستی از سایر گره‌ها مستقل باشد و بتواند وظایف خود را طبق تشخیص و شرایط خود، به انجام برساند.
۵. قابلیت انطباق: در طول انجام نظارت بر محیط، ممکن است شرایط در هر زمانی دچار تغییر و تحول شود. مثلاً برخی از گره‌ها خراب گردند. لذا هر گره بایستی بتواند وضعیت خود را با شرایط بوجود آمده جدید تطبیق دهد.

### ۳-۶ روش‌های مسیریابی در شبکه‌های حسگر

در مسیریابی در شبکه‌های ادهاک نوع حسگر سخت‌افزار محدودیت‌هایی را بر شبکه اعمال می‌کند که باید در انتخاب روش مسیریابی مد نظر قرار بگیرند از جمله اینکه منبع تغذیه در گره‌ها محدود می‌باشد و در عمل، امکان تعویض یا شارژ مجدد آن مقدور نیست؛ لذا روش مسیریابی پیشنهادی در این شبکه‌ها بایستی از انرژی موجود به بهترین نحو ممکن استفاده کند یعنی باید مطلع از منابع گره باشد و اگر گره منابع کافی نداشت بسته را به آن برای ارسال به مقصد نفرستد.

### ۳-۷ روش سیل آسا

در این روش یک گره جهت پراکندن قسمتی از داده‌ها در طول شبکه، یک نسخه از داده مورد نظر را به هر یک از همسایگان خود ارسال می‌کند. هر وقت یک گره، داده جدیدی دریافت کرد، از آن نسخه برداری می‌کند و داده را به همسایه‌هایش (به جز گرهی که داده را از آن دریافت کرده‌است) ارسال می‌کند. الگوریتم زمانی همگرا می‌شود یا پایان می‌یابد که تمامی گره‌ها یک نسخه از داده را دریافت کنند. زمانی که طول می‌کشد تا دسته‌ای از گره‌ها مقداری از داده‌ها را دریافت و سپس ارسال کنند، یک دور نامیده می‌شود. الگوریتم سیل آسا در زمان  $O(d)$  دور، همگرا می‌شود که  $d$  قطر شبکه‌است چون برای یک قطعه داده  $d$  دور طول می‌کشد تا از یک انتهای شبکه به انتهای دیگر حرکت کند. سه مورد از نقاط ضعف روش ارسال ساده جهت استفاده از آن در شبکه‌های حسگر در زیر آورده شده‌است :

۱. انفجار : در روش سنتی سیل آسا، یک گره همیشه داده‌ها را به همسایگان‌ش، بدون در نظر گرفتن اینکه آیا آن همسایه، داده را قبلاً دریافت کرده یا خیر، ارسال می‌کند. این عمل باعث بوجود آمدن مشکل انفجار می‌شود. هم پوشانی: حسگرها معمولاً نواحی جغرافیایی مشترکی را پوشش می‌دهند و گره‌ها معمولاً قطعه داده‌هایی از حسگرها را دریافت می‌کنند که با هم هم پوشانی دارند.
۲. عدم اطلاع از منابع: در روش سیل آسا، گره‌ها بر اساس میزان انرژی موجودی خود در یک زمان، فعالیت‌های خود را تغییر نمی‌دهند در صورتی که یک شبکه از حسگرهای خاص منظوره، می‌تواند از منابع موجود خود آگاهی داشته باشد و ارتباطات و محاسبات خود را با شرایط منابع انرژی خود مطابقت دهد.

### ۳-۸ روش شایعه پراکنی

این روش یک جایگزین برای روش سیل آسا سنتی محسوب می‌شود که از فرایند تصادف برای صرفه جویی در مصرف انرژی بهره می‌برد. به جای ارسال داده‌ها به صورت یکسان، یک گره شایعه پراکن، اطلاعات را به صورت تصادفی تنها به یکی از همسایگان‌ش ارسال می‌کند. اگر یک گره شایعه پراکن، داده‌ای را از همسایه اش دریافت کند، می‌تواند در صورتی که همان همسایه به صورت تصادفی انتخاب شد، داده را مجدداً به آن ارسال کند.

### ۳-۹ روش اسپین ( SPIN ):

روش SPIN خانواده‌ای از پروتکل‌های وقفی است که می‌توانند داده‌ها را به صورت موثری بین حسگرها در یک شبکه حسگر با منابع انرژی محدود، پراکنده کنند. همچنین گره‌های SPIN می‌توانند تصمیم‌گیری جهت انجام ارتباطات خود را هم بر اساس اطلاعات مربوط به برنامه کاربردی و هم بر اساس اطلاعات مربوط به منابع موجود

خود به انجام برسانند. این کار باعث می شود که حسگرها بتوانند داده ها را با وجود منابع محدود خود، به صورت کارآمدی پراکنده کنند. گره ها در SPIN برای ارتباط با یکدیگر از سه نوع پیغام استفاده می کنند:

۱. **ADV**: برای تبلیغ داده های جدید استفاده می شود. وقتی یک گره SPIN داده هایی برای به اشتراک گذاشتن در اختیار دارد، این امر را می تواند با ارسال شبه - داده مربوطه تبلیغ کند.
۲. **REQ**: جهت درخواست اطلاعات استفاده می شود. یک گره SPIN می تواند هنگامی که می خواهد داده حقیقی را دریافت کند از این پیغام استفاده کند.
۳. **DATA**: شامل پیغام های داده ای است. پیغام های DATA محتوی داده حقیقی جمع آوری شده توسط حسگرها هستند.

### ۳-۱۰ روش انتشار هدایت شده

در این روش منابع و دریافت کننده ها از خصوصیات، برای مشخص کردن اطلاعات تولید شده یا موردنظر استفاده می کنند و هدف روش انتشار هدایت شده پیدا کردن یک مسیر کارآمد چندطرفه بین فرستنده و گیرنده هاست. در این روش هر وظیفه به صورت یک علاقه مندی منعکس می شود که هر علاقه مندی مجموعه ای است از زوج های خصوصیت مقدار. برای انجام این وظیفه، علاقه مندی در ناحیه موردنظر منتشر می شود. در این روش هر گره، گره ای را که اطلاعات از آن دریافت کرده به خاطر می سپارد و برای آن یک گرادیان تشکیل می دهد که هم مشخص کننده جهت جریان اطلاعات است و هم وضعیت درخواست را نشان می دهد (که فعال یا غیرفعال است یا نیاز به بروز شدن دارد). در صورتی که گره از روی گرادیان های قبلی یا اطلاعات جغرافیایی بتواند مسیر بعدی را پیش بینی کند تنها درخواست را به همسایه های مرتبط با درخواست ارسال می کند و در غیر این صورت، درخواست را به همه همسایه های مجاور ارسال می کند. وقتی یک علاقه مندی به گره ای رسید که داده های مرتبط با آن را در اختیار دارد، گره منبع، حسگرهای خود را فعال می کند تا اطلاعات موردنیز را جمع آوری کنند و اطلاعات را به صورت بسته های اطلاعاتی ارسال می کند. داده ها همچنین می توانند به صورت مدل خصوصیت-نام ارسال شوند. گرهی که داده ها را ارسال می کند به عنوان یک منبع شناخته می شود. داده هنگام ارسال به مقصد در گره های میانی ذخیره می شود که این عمل در اصل برای جلوگیری از ارسال داده های تکراری و جلوگیری از به وجود آمدن حلقه استفاده می شود. همچنین از این اطلاعات می توان برای پردازش اطلاعات درون شبکه و خلاصه سازی اطلاعات استفاده کرد. پیغام های اولیه ارسالی به عنوان داده های اکتشافی برچسب زده می شوند و به همه

همسایه‌هایی که به گره دارای داده، گرادیان دارند ارسال می‌شوند یا می‌توانند از میان این همسایه‌ها، یکی یا تعدادی را برحسب اولویت جهت ارسال بسته‌های اطلاعات انتخاب کنند. (مثلا همسایه‌هایی که زودتر از بقیه پیغام را به این گره ارسال کرده‌اند) برای انجام این کار، یرنده یا سینک همسایه‌ای را جهت دریافت اطلاعات ترجیح می‌دهد تقویت می‌کند. اگر یکی از گره‌ها در این مسیر ترجیحی از کار بیفتد، گره‌های شبکه به طور موضعی مسیر از کار افتاده را بازیابی می‌کنند. در نهایت گیرنده ممکن است همسایه جاری خود را تقویت منفی کند در صورتی که مثلا همسایه دیگری اطلاعات بیشتری جمع آوری کند. پس از ارسال داده‌های اکتشافی اولیه، داده‌های بعدی تنها از طریق مسیرهای تقویت شده ارسال می‌شوند. منبع اطلاعات به صورت متناوب هر چند وقت یکبار داده‌های اکتشافی ارسال می‌کند تا گرادیان‌ها در صورت تغییرات پویای شبکه، بروز شوند.

### ۱۱-۳ شبکه های موردی بی سیم (Networks Wireless Ad Hoc)

یک شبکه موردی بیسیم یک شبکه بیسیم غیرمتمرکز است. این شبکه شامل مجموعه‌ای از گره‌های توزیع شده است که بدون هیچ زیرساخت یا مدیریت مرکزی، یک شبکه موقت را تشکیل می‌دهند. در این شبکه‌ها، هیچ زیرساختی مثل مسیریاب یا نقطه دسترسی وجود ندارد، بلکه گره‌ها به طور مستقیم با هم ارتباط برقرار می‌کنند و هر گره از طریق ارسال داده‌ها برای سایر گره‌ها در مسیریابی شرکت می‌کند. در شبکه‌های موردی، گره‌ها می‌توانند هم به عنوان مسیریاب و هم به عنوان میزبان عمل کنند. شبکه موردی به دستگاه‌ها این امکان را می‌دهد که در هر زمان و در هر مکان بدون نیاز به یک زیرساخت مرکزی با یکدیگر ارتباط برقرار کنند.

اولین شبکه‌های موردی بی‌سیم، شبکه‌های رادیویی بسته (PRNETS) بودند که توسط سازمان DARPA در دهه ۱۹۷۰ ایجاد شدند. شبکه‌های موردی به دلایل نظامی به وجود آمدند اما امروزه در صنعت و بسیاری از مقاصد غیرنظامی استفاده می‌شوند.

به دلیل تحرک گره‌ها، توپولوژی شبکه پویا و متغیر می‌باشد. بنابراین، با توجه به این که گره‌ها می‌توانند به طور پیوسته موقعیت خود را تغییر دهند، به یک پروتکل مسیریابی که توانایی سازگاری با این تغییرات را داشته باشد، نیاز دارد. در یک شبکه موردی، گره‌ها از طریق لینک‌های بی‌سیم به هم متصل شده‌اند. از آنجایی که لینک‌ها می‌توانند در هر زمان متصل یا منفصل شوند، یک شبکه باید قادر باشد خود را با ساختار جدید تطبیق دهد. یک مسیر دنباله‌ای از لینک‌ها است که دو گره را به هم متصل می‌کند.

برخلاف شبکه‌های زیرساخت، در شبکه‌های موردی، مسیریابی به صورت چندگامی است. در شبکه‌های زیرساخت، کاربر تنها در یک گام با ایستگاه مرکزی ارتباط برقرار میکند و ایستگاه مرکزی، پیام مربوطه را به کاربر دیگر می‌رساند. اما در شبکه‌های موردی، یک کاربر از طریق چند گام با کاربر دیگر ارتباط برقرار میکند. گام‌ها گره‌های میانی هستند که وظیفه‌شان تقویت و ارسال پیام‌ها از مبدا به مقصد است. گره‌هایی که در حوزه ارتباطی یکدیگر قرار دارند، مستقیماً از طریق لینک‌های بی سیم با هم ارتباط برقرار می‌کنند و گره‌هایی که از هم دورند، پیامشان از طریق گره‌های میانی تقویت و ارسال می‌شود تا به گره مقصد برسد.

این شبکه‌ها قادر به خودپیکربندی هستند. به طوری که اگر یکی از گره‌های میانی با مشکل مواجه شود، شبکه به طور خودکار مجدداً خود را پیکربندی کرده و یک مسیر جایگزین را از مبدا به مقصد تعیین می‌کند. به منظور پیکربندی شبکه، ابتدا هر گره، گره‌هایی که برای ارتباط در دسترس هستند را شناسایی می‌کند. سپس هر گره اطلاعات بدست آمده را به همراه مقصد مورد نظر، برای سایر گره‌ها ارسال می‌کند. الگوریتم پیکربندی شبکه با استفاده از لیستی از اتصالات موجود، یک مسیریابی منحصر بفرد را برای ارتباط هر کاربر با مقصدش بر می‌گزیند. با گذشت زمان، شبکه تغییر می‌کند. کاربران ممکن است بیایند و بروند، گره‌ها ممکن است جابجا شوند یا تغییر در محیط الکترومغناطیس ممکن است انتشار بین گره‌ها را دچار تغییر کند. هنگامی که این تغییرات رخ می‌دهند، شبکه پیکربندی خود را به‌روز رسانی می‌کند و مسیرهای جدیدی را از کاربران به مقاصدشان شناسایی می‌کند. این پیکربندی مجدد، در طی تغییرات شبکه بارها و بارها تکرار می‌شود. به این ترتیب شبکه‌های موردی قادر به خودترمیمی می‌باشند که این قابلیت از طریق خودپیکربندی مداوم شبکه فراهم می‌شود.

مزایای اصلی یک شبکه موردی شامل موارد زیر است:

۱. خودمختار است. (مستقل از مدیریت مرکزی شبکه است و به زیرساخت نیاز ندارد).
۲. سرعت توسعه آن زیاد است.
۳. مقرون به صرفه است. (به سادگی و با صرف هزینه پایین قابل پیاده‌سازی است).
۴. قادر به خودپیکربندی است.
۵. قادر به خودترمیمی است.
۶. مقیاس پذیر است. (خود را با اضافه شدن گره‌های بیشتر تطبیق می‌دهد).
۷. انعطاف پذیر است. (به عنوان مثال، دسترسی به اینترنت از نقاط مختلف موجود در محدوده تحت پوشش شبکه امکان پذیر است).

بعضی از محدودیت‌های شبکه موردی به شرح زیر است:

۱. هر گره باید دارای کارایی کامل باشد.
۲. به دلیل استفاده از لینک‌های بی‌سیم، دارای پهنای باند محدود است.
۳. برای قابلیت اطمینان به تعداد کافی از گره‌های در دسترس نیاز دارد. در نتیجه شبکه‌های پراکنده می‌توانند مشکلاتی را به همراه داشته باشند.
۴. در شبکه‌های بزرگ ممکن است تاخیر زمانی زیادی داشته باشد.
۵. دارای انرژی محدود است. چون گره‌ها، انرژی خود را از باتری‌ها بدست می‌آورند.
۶. امنیت فیزیکی آن محدود است.

بعضی از چالش‌های امنیتی در شبکه‌های موردی شامل موارد زیر است:

۱. نبود زیرساخت یا کنترل مرکزی، مدیریت شبکه را مشکل می‌کند.
۲. به دلیل توپولوژی پویای شبکه، نیازمند مسیریابی پیشرفته و امن است.
۳. با توجه به امکان عدم همکاری گره‌ها، مکانیزم‌های مسیریابی آسیب‌پذیر می‌باشند.
۴. از آنجایی که ارتباطات از طریق امواج رادیویی هستند، جلوگیری از استراق‌سمع مشکل است.

شبکه‌های موردی معمولاً در مواقعی که نیاز به پیاده‌سازی سریع یک شبکه ارتباطی است و زیرساختی در دسترس نبوده و ایجاد و احداث زیرساخت نیز مقرون به صرفه نباشد، کاربرد دارند. از جمله این کاربردها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. کاربردهای نظامی در میدان جنگ
۲. امدادسانی به حادثه‌دیدگان در بلایای طبیعی
۳. به اشتراک‌گذاری داده‌ها توسط شرکت‌کنندگان در یک کنفرانس

۱۲-۳ انواع شبکه‌های موردی بی‌سیم عبارتند از:

۱. شبکه‌های موردی سیار (MANET)

۲. شبکه‌های حسگر بی سیم (WSN)

۳. شبکه‌های توری بی سیم (WMN)

یک شبکه موردی سیار (MANET)، یک شبکه بدون زیرساخت و دارای قابلیت خودپیکربندی است که از دستگاه‌های متحرکی که از طریق لینک‌های بی سیم به هم متصل شده‌اند، تشکیل شده است. هر دستگاه موجود در یک MANET آزاد است که به طور مستقل در هر جهتی حرکت کند و در نتیجه لینک‌های آن به سایر دستگاه‌ها مکررا تغییر می کنند. دستگاه‌ها شامل مسیریاب‌ها و میزبان‌های متحرک می باشند که یک گراف دلخواه را تشکیل می دهند. شبکه‌های MANET ممکن است به صورت مستقل عمل کنند یا به شبکه دیگری مثل اینترنت متصل باشند.

شبکه موردی وسایل نقلیه (VANET)، نوعی MANET است که برای ارتباط میان وسایل نقلیه و همچنین ارتباط بین وسایل نقلیه و تجهیزات کنار جاده ای بکار می رود.

شبکه ی (MANET) : Mobile ad hoc (MANET) مجموعه ای است از node های موبایل یا متحرک مجهز به گیرنده و فرستنده به منظور برقراری ارتباطات بی سیم Node . ها ی موبایل به دلیل وجود محدودیت هایی در فرستنده و گیرنده های خود نمی توانند با تمام node ها ارتباط مستقیم برقرار کنند. به همین دلیل لازم است در مواردی که امکان برقراری چنین ارتباط مستقیمی وجود ندارد داده ها از طریق بقیه ی node ها که در این حالت نقش مسیر یاب را ایفا می کنند منتقل شوند. با این حال متحرک بودن node ها باعث شده شبکه مدام در حال تغییر بوده و مسیر های مختلفی بین دو node به وجود آید. عوامل دیگری همچون Multi hopping اندازه ی بزرگ شبکه ، و نا همگونی انواع host ها و تنوع نوع و ساختار آنها و محدودیت توان باتری ها طراحی پروتوکل های مسیر یابی مناسب را به یک مشکل جدی بدل کرده است. برای این منظور بایستی از پروتوکل های مناسب و امنی استفاده شود که در ادامه به آنها خواهیم پرداخت .

همچنین node ها هیچ دانش پیشینی نسبت به توپولوژی شبکه ای که در محدوده ی آنها بر قرار است ندارند و بایستی از طریقی پی به آن ببرند. روش رایج این است که یک node جدید بایستی حضور خود را اعلام کرده و به اطلاعات broad cast شده از همسایگان خود گوش فرا دهد تا بدین ترتیب اطلاعاتی در مورد node های اطراف و نحوه ی دسترسی به آنها به دست آورد .

### ۳-۱۳ دیگر مسائل ، مشکلات و محدودیت های موجود در این شبکه ها

۱. خطاهای ناشی از انتقال و در نتیجه packet loss فراوان .
۲. حضور لینکهای با ظرفیت متغیر .
۳. قطع و وصل شدن های زیاد و مداوم
۴. پهنای باند محدود .
۵. طبیعت broad cast ارتباطات .
۶. مسیر ها و توپولوژی های متغیر و پویا
۷. طول کم شارژ باتری ابزار متحرک
۸. ظرفیت ها و قابلیت های محدود node ها .
۹. نیاز به application های جدید ( لایه ی Application )
۱۰. کنترل میزان تراکم و جریان داده ها ( لایه ی Transport )
۱۱. روش های آدرس دهی و مسیر یابی جدید ( لایه ی Network )
۱۲. تغییر در وسایل و ابزار آلات اتصال ( لایه ی Link )
۱۳. خطاهای انتقال ( لایه ی Physical )

### ۳-۱۴ کاربرد های شبکه Mobile ad hoc

### ۳-۱۵ انجام عملیات محاسباتی توزیع شده و مشارکتی

۱. در وقوع حوادث ناگوار همچود زمین لرزه ، سیل و ... که امکان آسیب دیدگی station های ثابت وجود دارد (در شبکه با ساختار ثابت در صورت آسیب دیدن station اصلی ممکن است کل شبکه از کار بیافتد).
۲. عملیات جستجو و نجات

### ۳. و موارد نظامی

پروتوکل های مسیریابی (Routing Protocols) : همان طور که پیش از این نیز اشاره شد در شبکه های Mobile Ad hoc عمل مسیریابی به دلایلی همچون متحرک بودن و نبود سیستم کنترلی متمرکز از اهمیت بالایی برخوردار بوده و مطالعه و بررسی بیشتری را می طلبد . قبل از بررسی این پروتوکل ها باید توجه کنیم که هدف از الگوریتم ها و استراتژی های مسیریابی جدید کاهش سربار ناشی از مسیریابی در کل شبکه , یافتن مسیرهای کوتاه تر و انتقال صحیح داده ها و اطلاعات می باشد .

تقسیم بندی های مختلفی در مورد پروتوکل های مسیریابی شبکه های Mobile ad hoc وجود دارد که از این میان می توان به ۲ نوع زیر اشاره کرد :

تقسیم بندی اول :

1. Pro active (Table driven)
2. Reactive (On demand)
3. Hybrid (Table driven & On demand)

هر کدام از این انواع خود شامل پروتوکل هایی هستند که در جدول زیر به چند مورد اشاره شده است :

تقسیم بندی دوم :

1. Flat routing protocols
2. Hierarchal routing approaches
3. GPS Augmented geographical routing approaches

در اینجا به توضیحاتی در مورد پروتوکل های تقسیم بندی اول می پردازیم :

**Table driven pro active** : در پروتوکل های از این نوع **node**ها مدام در حال جستجوی اطلاعات مسیریابی جدید درون شبکه هستند به صورتی که حتی با تغییر مکان **node** ها در صورت نیاز به راحتی می توان مسیری مناسبی را یافته و برای ارسال و دریافت اطلاعات بین هر دو **node** ی استفاده کرد. به عبارت بهتر می توان گفت که در این شبکه ها مسیرها از قبل موجود هستند. و به محض آنکه **node** ی اقدام به ارسال داده به **node** دیگری

کند قادر خواهد بود مسیر موجود را از روی اطلاعات از قبل جمع آوری شده شناسایی کرده و مورد استفاده قرار دهد و لذا تاخیری در این مورد متوجه **node** نیست .

**DSDV** : این پروتوکل بر مبنای الگوریتم **Bellman-Ford** بنا شده است. در این حالت هر **node** لیستی از تمام مقصد ها و نیز تعداد **hop** ها تا هر مقصد را تهیه می کند. هر مدخل لیست با یک عدد شماره گذاری شده است. برای کم کردن حجم ترافیک ناشی از به روز رسانی مسیر ها در شبکه از **incremental packets** استفاده می شود. تنها مزیت این پروتوکل اجتناب از به وجود آمدن حلقه های مسیر یابی در شبکه های شامل مسیر یاب های متحرک است. بدین ترتیب اطلاعات مسیر ها همواره بدون توجه به این که آیا **node** در حال حاضر نیاز به استفاده از مسیر دارد یا نه فراهم هستند .

معایب : پروتوکل **DSDV** نیازمند پارامترهایی از قبیل بازه ی زمانی به روز رسانی اطلاعات و تعداد به روز رسانی های مورد نیاز می باشد .

**WRP** : این پروتوکل بر مبنای الگوریتم **path-finding** بنا شده با این استثنا که مشکل **count-to-infinity** این الگوریتم را برطرف کرده است . در این پروتوکل هر **node** ، جدول تهیه می کند :

۱. جدول فاصله
۲. جدول مسیر یابی
۳. جدول **link-cost**
۴. جدولی در مورد پیامهایی که باید دوباره ارسال شوند .

تغییرات ایجاد شده در لینکها از طریق ارسال و دریافت پیام میان **node** های همسایه اطلاع داده می شوند .

**CSGR** : در این نوع پروتوکل **node** ها به دسته ها یا **cluster** هایی تقسیم بندی می شوند. هر گروه یک **cluster head** دارد که می تواند گروهی از **host** ها را کنترل و مدیریت کند. از جمله قابلیت هایی که عمل **clustering** فراهم می کند می توان به اختصاص پهنای باند و **channel access** اشاره کرد. این پروتوکل از **DSDV** به عنوان پروتوکل مسیریابی زیر بنایی خود استفاده می کند . نیز در این نوع هر **node** دو جدول یکی جدول مسیریابی و دیگری جدول مربوط به عضویت در **node** های مختلف را فراهم می کند .

معایب : node ی که head واقع شده سر بار محاسباتی زیادی نسبت به بقیه دارد و به دلیل اینکه بیشتر اطلاعات از طریق این head ها برآورده می شوند در صورتی که یکی از node های head دچار مشکل شود کل و یا بخشی از شبکه آسیب می بیند .

STAR : این پروتوکل نیاز به به روز رسانی متداوم مسیر ها نداشته و هیچ تلاشی برای یافتن مسیر بهینه بین node ها نمی کند .

On demand Reactive: در این نوع پروتوکل مسیر ها تنها زمانی کشف می شوند که مبدا اقدام به برقراری ارتباط با node دیگری کند. زمانی که یک node بخواهد با node دیگری ارتباط برقرار کند بایستی فرایند کشف مسیر ( Route Discovery Process ) را در شبکه فراخوانی کند. در این حالت قبل از برقرار شدن ارتباط ، تاخیر قابل توجهی مشاهده می شود .

SSR : این پروتوکل مسیرها را بر مبنای قدرت و توان سیگنالها بین node ها انتخاب می کند. بنابراین مسیرهایی که انتخاب می شوند نسبتاً قوی تر هستند . می توان این پروتوکل را به ۲ بخش ( Dynamic Routing Protocol) و ( Static Routing Protocol) SRP تقسیم کرد .

DRP: مسئول تهیه و نگهداری جدول مسیریابی و جدول مربوط به توان سیگنال ها می باشد.

SRP : نیز packet های رسیده را بررسی می کند تا در صورتی که آدرس node مربوط به خود را داشته باشد آن را به لایه های بالاتر بفرستد و در غیر این صورت به شبکه .

DSR : در این نوع node های موبایل بایستی cache هایی برای مسیر هایی که از وجود آنها مطلع هستند فراهم کنند. دو فاز اصلی برای این پروتوکل در نظر گرفته شده است کشف مسیر و به روز رسانی مسیر. فاز کشف مسیر از route request/reply packet ها و فاز به روز رسانی مسیر از acknowledgement ها و error های لینکی استفاده می کند .

TORA : بر اساس الگوریتم مسیر یابی توزیع شده بنا شده و برای شبکه های mobile بسیار پویا طراحی شده است. این الگوریتم برای هر جفت از node ها چندین مسیر تعیین می کند و نیازمند clock سنکرون می باشد. ۳ عمل اصلی این پروتوکل عبارتند از: ایجاد مسیر. به روز رسانی مسیر و از بین بردن مسیر .

**AODV** : بر مبنای الگوریتم **DSDV** بنا شده با این تفاوت که به دلیل مسیریابی تنها در زمان نیاز **Broad casting** را کاهش می دهد. الگوریتم کشف مسیر تنها زمانی آغاز به کار می کند که مسیری بین **node ۲** وجود نداشته باشد .

**RDMAR** : این نوع از پروتوکل فاصله ی بین **node ۲** را از طریق حلقه های رادیویی و الگوریتم های فاصله یابی محاسبه می کند. این پروتوکل محدوده ی جستجوی مسیر را مقدار مشخص و محدودی تعیین می کند تا بدین وسیله از ترافیک ناشی از **flooding** در شبکه کاسته باشد .

**Hybrid (Pro-active / Reactive)**: این مورد با ترکیب دو روش قبلی سعی در کاهش معایب کرده و از ویژگی های خوب هر دو مورد بهره می برد. این پروتوکل جدید ترین کلاس پروتوکل ها در این راستا می باشد. معروفترین پروتوکل از این نوع می توان به **ZRP ( Zone Routing protocol)** اشاره کرد. این پروتوکل از ویژگی های نوع **Pro active** برای مسیریابی **node** های نزدیک به هم و از ویژگی های نوع **Reactive** برای مسیریابی **node** های دورتر استفاده می کند .

**ZRP** : نوعی از **clustering** است با این تفاوت که در این پروتوکل هر **Node** خود **head** بوده و به عنوان عضوی از بقیه ی **cluster** ها می باشد. به دلیل **hybrid** بودن کارایی بهتری دارد .

شاید بتوان شبکه های **ad hoc** را آسب پذیر ترین شبکه ها از لحاظ امنیتی و ضعیفترین در مقابل حملات نفوزگران دانست. به همین دلیل برخورد با این مسئله و رفع مشکلات مربوطه از مهمترین دغدغه های شخصی است که اقدام به راه اندازی چنین شبکه ای می کند. از جمله مواردی که منجر به نا امن شدن این شبکه ها شده است می توان به موارد زیر اشاره کرد :

- کانال رادیویی از نوع **broad cast** به اشتراک گزارده شده .

۱. محیط عملیاتی نا امن
۲. نبود شناسایی (**authentication**) متمرکز .
۳. دسترسی محدود به منابع
۴. مشکلات و آسیت پذیری های فیزیکی .

زمانی که در مورد امنیت شبکه بحث می شود معمولا به عناوین چندی توجه می شود :

**Availability** : بدین معنی که شبکه در تمام زمان ها حتی در مواردی که دچار حمله شده بتواند به عمل خود

ادامه بدهد .

**Confidentiality** : اطمینان از اینکه اطلاعات مشخص و معینی در اختیار کاربران خاصی قرار نگیرد .

**Authentication** : توانایی یک node در شناسایی و تشخیص node ی که با وی در ارتباط است .

**Integrity** : تضمین اینکه یک پیام پس از منتشر شدن تخریب نشده و از بین نمی رود .

**Non-repudiation** : فرستنده ی پیام نتواند ارسال خود را انکار کنند .

یک شبکه ی ad hoc به دلیل نداشتن ساختار ثابت و مشخص و نیز ارتباطات پویا بین node ها نیازمند

ملاحظات امنیتی بیشتری نسبت به انواع دیگر شبکه است .

همان طور که قبلا نیز بیان شد در این شبکه ها هر node ی هم مسیر یاب است و هم . end – system بدین

ترتیب node ها از هم متمایز نیستند و به این دلیل نیاز به یک پروتکل مسیر بایی امن حس می شود. که در این

راستا معمولا پروتکل های multi hop بث کار گرفته می شوند.

## فصل چهارم : ساختار شبکه های **MANET**

## ۴-۱ ساختار شبکه های MANET

شبکه های MANET مجموعه ی مستقلی از کاربرین متحرک است که از طریق لینک های بی سیم با یکدیگر ارتباط برقرار می کنند. برای اتفاقات غیر قابل پیش بینی اتصالات، شبکه های متمرکز کارا نبوده و قابلیت اطمینان کافی را ندارند، لذا MANET راه حل مناسبی است همچنین در زمینه هایی که در آنها زیرساخت های ارتباطی وجود نداشته یا اینکه زیرساخت های موجود بسیار گران قیمت بوده و استفاده از آنها راحت نیست، کاربران سیار بی سیم می توانند از طریق MANET با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. Node های واقع در MANET مجهز به گیرنده و فرستنده های بی سیم بوده و از آنتن هایی استفاده می کنند که ممکن است از نوع Broad cast و یا peer to peer باشند.

MANET مجموعه ای از node های موبایل یا متحرک مجهز به گیرنده و فرستنده به منظور برقراری ارتباطات بی سیم است. شبکه موبایل Ad hoc به عنوان شبکه های با عمر کوتاه شناخته می شود، شبکه تلفن همراه از گره هایی در غیاب هر گونه حمایت متمرکز تشکیل شده است. این یک فرم جدیدی از شبکه است و ارائه خدمات در مکان هایی که در آن امکان پذیر نمی باشد را ممکن می - سازد. همچنین node ها هیچ دانش پیشینی نسبت به توپولوژی شبکه ای که در محدوده ی آنها بر قرار است ندارند و بایستی از طریقی پی به آن ببرند. روش رایج این است که یک node جدید بایستی حضور خود را اعلام کرده و به اطلاعات broad cast شده از همسایگان خود گوش فرا دهد تا بدین ترتیب اطلاعاتی در مورد node های اطراف و نحوه ی دسترسی به آنها به دست آورد.

همچنین شبکه سیار Ad Hoc موبایل یک شبکه بی سیم چند مرحله ای برنامه ریزی شده و پیکربندی شده است که مجموعه ای از گروه های سیار (MHS) را می سازد و بطور آزادانه حرکت کرده و با بسته های بازپخش برای همدیگر همکاری می کند. MANET از عملکردهای نتیجه بخش و دقیق بواسطه جادادن خطوط در حال کار بطرف MHS حمایت میکند، همچنین یک مسیر تک قالبی جلوبرنده چند مرحله ای را برای دو گره بیشتر از محدوده

ارتباطی مستقیم بی سیم می سازد. مسیر پروتکل همچنین ارتباطات را وقتی که این ارتباط در این مسیر قطع می شود، حفظ می کند که دلیل آن تأثیر حرکت گره ای، دردسترس بودن باطری، پخش رادیویی، و مداخله وایرلس می باشد.

node های موبایل به دلیل وجود محدودیت هایی در فرستنده و گیرنده های خود نمی توانند با تمام node ها ارتباط مستقیم برقرار کنند. به همین دلیل لازم است در مواردی که امکان برقراری چنین ارتباط مستقیمی وجود ندارد داده ها از طریق بقیه ی node ها که در این حالت نقش مسیر یاب را ایفا می کنند منتقل شوند. با این حال متحرک بودن node ها باعث شده شبکه مدام در حال تغییر بوده و مسیرهای مختلفی بین دو node به وجود آید. نوع ترافیک در شبکه های ad hoc کاملاً متفاوت از شبکه بی سیم بر مبنای زیر ساختار است و شامل:

Peer to peer: ارتباط بین دو گره ای که درون یک hop هستند. ترافیک شبکه معمولاً ثابت است. - Remote to-remote: ارتباط بین دو گره ای که آن سوی یک single hop هستند اما یک مسیر ثابت بین آن ها وجود دارد.

Dynamic traffic: این هنگامی رخ می دهد که گره ها پویا هستند و حرکت می کنند و مسیرها باید دوباره ایجاد شوند.

## ۴-۲ خصوصیات MANET

MANET نیز مانند انواع شبکه های دیگر دارای ویژگی هایی است که از آن جمله می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. Autonomous terminal (ترمینال مستقل): در MANET، هر ترمینال یک گره مستقل است که ممکن است در حالت HOST و روتر عمل نماید. به عبارت دیگر در موقع پردازش اصلی به عنوان یک HOST عمل می کند و گره های سیار می توانند عملیات SWITCHING را به عنوان یک روتر انجام دهند. بنابراین نقطه پایانی و سوئیچ ها در MANET غیر قابل تشخیص هستند.

۲. Distributed operation: از آن جایی که هیچ ساختاری برای عملیات کنترل مرکزی شبکه وجود ندارد، کنترل و مدیریت شبکه بین ترمینال ها به صورت توزیع شده انجام می شود. گره های درگیر در MANET باید با همدیگر کار کنند و هر گره به عنوان یک تقویت کننده عمل می کند.

۳. Multichip routing: انواع اصلی الگوریتم های مسیریابی Ad hoc می تواند بر مبنای خصوصیات متفاوت لایه پیوند و پروتکل های مسیریابی به صورت Single hop و multi hop عمل کند. شبکه

Manet Single hop از لحاظ پیاده سازی و ساختار ساده تر است و قیمت آن هم از لحاظ عملیاتی پایین تر است. موقع تحویل دادن بسته ها از یک منبع به مقصد خارج از دامنه انتقالات بی سیم مستقیم، بسته باید توسط یک یا تعداد بیشتری گره میانی ارسال شود .

۴. **Dynamic network topology**: از آن جایی که گره ها سیار هستند، توپولوژی شبکه ممکن است به سرعت و به صورت غیر قابل پیش بینی تغییر کند و اتصالات از میان ترمینال ها ممکن است در یک زمان تغییر کند. MANET باید ترافیک و شرایط انتشار و همچنین الگوهای حرکت گره های شبکه سیار را سازگار کند. گره های سیار در شبکه به صورت پویا مسیریابی را از میان خودشان همان طور که آنها حرکت می کنند، ایجاد می کنند و در ادامه خودشان شبکه را شکل می دهند. اگر چه، یک کاربر در یک MANET ممکن است فقط درون AD HOC عمل نکند و نیاز به شبکه ثابت داشته باشد.

۵. **Fluctuating link capacity** (تغییر ظرفیت اتصال): طبیعت نرخ بیت خطای بالای ارتباط بی سیم ممکن است در یک MANET عمیق تر باشد. یک مسیر END-TO-END می تواند توسط چندین جلسه مشترک شود. کانالی که ترمینال ها را متصل می کند هدفی برای نویز، ناپدید شدن و تداخل می باشد و پهنای باند کمتری از یک شبکه سیمی دارد. در تعدادی از طرح ها، مسیر بین هر جفت از کاربران می تواند اتصالات بی سیم متعددی را بپیماید.

۶. ترمینال های سبک وزن : در تعدادی حالت ها، گره های MANET وسایل سیار با ظرفیت پردازش کمتر اندازه حافظه کوچکتر، ذخیره ساری نیروی کمتری هستند این وسایل نیاز به الگوریتم های بهینه شده و مکانیسم هایی که عملیات محاسباتی و ارتباطی را بهینه می کنند دارند.

## ۴-۳ معایب MANET

صرفنظر از کاربردهای جذاب MANET، ویژگی های MANET باعث محدودیت هایی در استفاده از این شبکه ها شده است، که باید بررسی شوند. یکی از چالش های بسیار مهم در این شبکه عدم وجود زیر ساخت ثابت می باشد. از بزرگترین مشکلات موجود در این شبکه می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. **Routing**: از آن جایی که توپولوژی شبکه به صورت مداوم در حال تغییر است، عمل مسیریابی بسته ها بین هر جفت از گره ها بسیار مشکل است. بیشتر پروتکل ها باید بر مبنای مسیریابی واکنشی به جای کنشی باشند. مسیریابی گروهی (multicast) مشکل دیگری است، زیرا گروه ها به صورت ایستا نیستند و به همین علت محیط تصادفی از گرهها درون شبکه ها داریم. مسیرها بین گره ها ممکن است شامل hop های متعدد باشند که پیچیده تر از ارتباطات تک hop است .

۲. Security and Reliability: علاوه بر قابلیت رایج ارتباط بی سیم، یک شبکه ad hoc مسائل امنیتی

مخصوصی دارد. خصوصیت عملیات توزیع شده نیاز به طرح های متفاوتی برای مدیریت کلیدی دارد. بعلاوه اتصالات بی سیم به علت دامنه انتقالات بی سیم محدود شده، طبیعت همگانی (انتشار) رسانه بی سیم (مسئله پایانه مخفی)، گم شدن بسته های متحرک، و خطاهای انتقالات داده مسائل اعتمادپذیری زیادی تولید می کنند. ۱. (Quos) Quality of Service: فراهم کردن کیفیت های متفاوت از سطح های سرویس در یک شبکه که به صورت مداوم در حال تغییر است یک مشکل می باشد. ویژگی ذاتی تغییر، در واقع کیفیت ارتباطات در یک MANET را برای پیشنهاد روی یک وسیله ثابت مشکل می کند. یک Quos سازگار باید برای رزرو منبع برای پشتیبانی سرویس های چند رسانه ای قدیمی پیاده سازی شود.

۳. Internetworking (کار در اینترنت): ارتباطات درون یک شبکه ad hoc، کار در اینترنت بین شبکه های ثابت و MANET (در اصل بر مبنای IP) اغلب در حالات زیادی مورد انتظار است. با هم بودن پروتکل های مسیریابی در چنین وسایل سیار یک مشکل برای مدیریت تحرک است.

۴. مصرف نیرو: برای بیشتر ترمینالهای سیار سبک وزن، عملیات های مبتنی بر ارتباط، باید برای مصرف انرژی بهینه شوند. نگهداری نیرو و مسیریابی که مراقب نیرو باشد، باید در نظر گرفته شود.

از دیگر مسائل، مشکلات و محدودیت های موجود در این شبکه می توان به موارد زیر اشاره کرد.

۱. خطاهای ناشی از انتقال و در نتیجه packet loss فراوان.

حضور لینکهای با ظرفیت متغیر.

۲. قطع و وصل شدن های زیاد و مداوم

۳. پهنای باند محدود.

۴. طبیعت broad cast ارتباطات.

۵. مسیر ها و توپولوژی های متغیر و پویا

۶. طول کم شارژ باتری ابزار متحرک

۷. ظرفیت ها و قابلیت های محدود node ها.

۸. نیاز به application های جدید ( لایه ی Application)

۹. کنترل میزان تراکم و جریان داده ها ( لایه ی Transport)

۱۰. روش های آدرس دهی و مسیر یابی جدید ( لایه ی Network ) تغییر در وسایل و ابزار آلات اتصالی

( لایه ی Link )

۱۱. خطاهای انتقال ( لایه ی Physical )

## فصل پنجم : شبکه های موبایل Ad hoc یا Mobile ad hoc (MANET)networks

## ۱-۵ شبکه های موبایل Ad hoc یا Mobile ad hoc networks (MANET)

پیشرفته‌ها و دست آورد های اخیر بشری با جود آوردن blue tooth, نوع جدیدی از سیستم های بی سیم یعنی شبکه های Mobile ad hoc را معرفی کردند. شبکه های Mobile ad hoc که آنها را گاهی شبکه های " short live" نیز می نامند می توانند در غیاب ساختار ثابت و متمرکز عمل کنند. بدین ترتیب در مکان هایی که امکان به راه اندازی سریع یک شبکه ی ثابت وجود ندارد کمک بزرگی محسوب می شوند. شایان ذکر است که واژه ی ad-hoc لاتین بوده و به معنی " فقط برای این منظور " می باشد.

## ۲-۵ شبکه های موبایل نسل یک شبکه های AMPS

نخستین سامانه مخابرات سلولی جهان در سال ۱۹۸۳ در آمریکا با نام AMPS شروع به کار کرد، این سامانه که آنالوگ بود به تدریج در اغلب مناطق جهان مورد استفاده قرار گرفت و از آن به عنوان نسل اول مخابرات سیار یاد می شود.

## ۳-۵ شبکه های موبایل نسل ۲ شبکه های GSM و EDGE

شبکه های تلفن همراه که در سال ۱۹۹۰ در اروپا آغاز به کار کرد نسل دوم مخابرات سیار بود. در این شبکه ها زمان برقراری تماس با شبکه تا چندین ثانیه طول می کشد و سرعت آن به ۹/۶Kbps محدود است. اما در GPRS زمان دسترسی، کمتر از یک ثانیه است و سرعت انتقال داده ها تا مرز ۱۷۰kbps نیز می رسد. هم چنین سرعت

انتقال داده ها در EDGE یکی دیگر از شبکه های گسترش یافته GSM، به ۳۷۰kbps ارتقا یافته است. شبکه های سلولی نسل دوم مانند GSM، که فقط برای انتقال صوت مورد استفاده قرار می گیرد، دارای فناوری سوئیچ مداری است و شبکه های نسل ۵/۲ مانند GPRS، مدل گسترش یافته شبکه های نسل دوم است که از فناوری سوئیچ مداری برای انتقال صوت و از سوئیچ بسته ای برای تبادل داده استفاده می کند.

## ۵-۴ نسل کنونی شبکه های مخابرات سیار سلولی

نسل کنونی شبکه های مخابرات سیار سلولی (نسل ۲) قابلیت ارسال اطلاعات «باند وسیع» را ندارد. با ظهور شبکه های سیار سلولی، پهنای باند تا حدودی افزایش یافته است. نسل سوم شبکه های مخابرات سیار سلولی، با استفاده بهینه از باند فرکانسی، پهنای باند مورد نیاز برای بسیاری از سرویس- های «باند وسیع» امروزی را فراهم می کند که با استفاده از این فناوری رویای دسترسی به سرویس- های «باند وسیع» در همه جا و در هر زمانی محقق می شود.

## ۵-۵ مقایسه فنی شبکه های تلفن همراه (نسل سوم و چهارم)

در نسل سوم سرعت انتقال اطلاعات به ۲ تا ۱۰ Mbps و در نسل چهارم به ۲۰ تا ۱۰۰۰Mbps خواهد رسید. به همین دلیل از دیدگاه کاربران شبکه های GSM، سرعت انتقال داده بسیار پایین، برقراری تماس بسیار دشوار و زمان آن طولانی است. از نظر فنی مشکل مربوط به خدمات بی سیم است که براساس سوئیچینگ مداری کار می کند. در بخش رابط هوایی سوئیچینگ مداری، در کل طول تماس، یک کانال ترافیکی کامل به مشترک اختصاص داده می شود. این در حالی است که در موارد ترافیک خوشه ای نظیر اینترنت، این کار بسیار ناکارآمد است. ولی در سامانه های سوئیچینگ بسته ای، یک کانال تنها در زمان مورد نیاز به کاربر اختصاص داده می شود و بلافاصله بعد از هر ارسال بسته ای، آزاد می شود بنابراین کاربران مختلف می توانند از یک کانال فیزیکی به طور مشترک

استفاده کنند. فناوری بسته ای GPRS بر مبنای سامانه GSM موجود برای رفع این مشکل ابداع شده است بنابراین کاربران GPRS از سرعت دسترسی و نرخ داده بالاتری برخوردار می شوند.

## ۵-۶ مزایای شبکه ی ad hoc

۱. سرعت توسعه آن زیاد است.
۲. به سادگی و به صرف هزینه پایین قابل پیاده سازی می باشد.
۳. مانند سایر شبکه های بی سیم، به زیر ساخت نیاز ندارد.
۴. پیکر بندی خودکار
۵. هر یک از ایستگاه ها به عنوان یک روتر نیز ایفای نقش می کنند.
۶. انعطاف پذیر بودن «به عنوان مثال، دسترسی به اینترنت از نقاط مختلف موجود در محدوده تحت پوشش شبکه امکان پذیر است.»
۷. دو ایستگاه موجود در شبکه می توانند به طور مستقل از دیگر ایستگاه ها، با یکدیگر ارتباط برقرار کرده و انتقال اطلاعات بپردازند.

برخلاف سیستمهای مخابراتی جاری شبکههای سیار Ad hoc شبکههای بی سیم multi hop هستند، یعنی یک کاربر از طریق چند hop با کاربر دیگر ارتباط برقرار میکند (در حالیکه در سیستمهای کنونی کاربر تنها در یک hop با ایستگاه مرکزی ارتباط میابد).

## ۵-۷ نتیجه گیری از شبکه های موردی Manet

شبکه های ادهاک موبایل در واقع آینده شبکه های بی سیم می باشند به دلیل اینکه آنها ارزان، ساده، انعطاف پذیر و استفاده آسانی دارند. ما در جهانی زندگی می کنیم که شبکه ها در آن پیوسته تغییر می کنند و توپولوژی خودشان را برای اتصال نودهای جدید تغییر می دهند به همین دلیل ما به سمت این شبکه ها می رویم. علی رغم مشکلات

امنیتی که دارند کاربردهای زیادی دارند در واقع روز به روز بر کارآیی آنها افزوده شده و از قیمتشان کاسته می شود به همین دلیل در بازار طرفداران زیادی دارند.

بخش دوم : شبکه های حسگر بی سیم

فصل اول : شبکه های حسگر بیسیم

## ۱-۱ مقدمه ای بر شبکه های حسگر بی سیم Wireless Sensor Networks

حسگرهایی که به دستگاهها و سازه ها متصل شده و یا در محیط زیست قرار داده می شوند قادرند اطلاعات با ارزشی را جمع آوری کنند و سودمندی های زیادی برای جامعه داشته باشند از جمله توانایی های بالقوه آنها عبارتند از :

کاهش حوادث اسفناک ؛ حفظ منابع طبیعی و محیط زیست بهبود وضعیت بهره وری تولید و نیز بهبود کمک رسانی در موارد اضطراری و بطور کلی افزایش امنیت شهروندان و جامعه است .

اما تا بحال موانع زیادی برای استفاده از این حسگرها وجود داشته است که یکی از آنها استفاده از حجم عظیمی از سیم های مسی و کابل های نوری و نیز دکل های که برای حمل این سیم ها لازم است و مثال آن بوده است که همه اینها به همراه وقتی و هزینه ای که برای تعمیر و نگهداری و مرمت آنها مورد نیاز است باعث شده است استفاده از حسگرها با محدودیت همراه باشد و کیفیت کلی کار را کاهش دهد . اما استفاده از شبکه های حسگر بی سیم می تواند همه این هزینه ها را با استفاده از حذف اتصالات و نصب کاهش دهد .

شبکه حسگر بی سیم ایده ل باید انرژی کمی مصرف کند و برنامه ریزی هوشمندانه ای داشته باشد و قادر باشد داده ها را با سرعت و با دقت و در طی زمان طولانی دریافت کرده و هزینه نصب آن ارزان بوده و نیاز به تعمیر و نگهداری هم نداشته باشد .

استفاده از اینگونه حسگرها هنگامی می تواند بخوبی صورت گیرد که دانش درستی از کاربرد این حسگرها داشته و مسئله را بخوبی درک کرده باشیم . عمر باتری مورد استفاده در این حسگرها و نیز میزان به روز شدن حسگرها و اندازه آن از جمله عمده ترین ملاحظات طراحی است که در این زمینه وجود دارد .

در این مورد می توان چند مثال است مثلاً نمونه ای از حسگر هایی که نرخ داده های ارسالی آن ها کم حجم است مانند حسگرهای دما رطوبت و حس کننده میزان حداکثر کشش هستند .

از طرفی حسگرهایی هم هستند که نرخ داده های ارسالی آنها بالاتر است مانند حسگرهای کشش سنج و اندازه گیری شتاب و نوسان ( لرزه نگاری ) .

پیشرفت های اخیر در زمینه الکترونیک باعث شده است که مجتمع سازی حسگرها و فرستنده آنها و نیز قطعات الکترونیکی در یک مدار مجتمع IC امکان پذیر شود . به همین جهت امروزه مدارهای مجتمع حاوی این حسگرها و تجهیزات جانبی آن ها با قیمتی ارزان در دسترس است و این امکان را فراهم کرده است که بتوان آنها را بر اساس پروتکل های موجود آنها رانصب نمود .

شبکه های حسگرهای بی سیم WSN معمولاً شامل یک ایستگاه مرکزی و یک دروازه ( مدخل ) GATEWAY هستند که می تواند با چندین حسگر دیگر از طریق ارتباط رادیویی متصل شود . . داده های از طریق این حسگرهای بی سیم جمع اوری و از طریق گره ها به سمت دروازه فرستاده می شوند .

سپس این داده های ارسالی توسط اتصالات مدخل به سیستم عرضه می شوند .

هدف از این فصل ارائه مقدمه فنی مختصری از چگونگی کارکرد " شبکه های حسگر بی سیم " و نیز ارائه برخی از کاربردهایی است که بکارگیری این شبکه های حسگر بی سیم می تواند به همراه آورد .

## ۲-۱ تاریخچه شبکه های حسگر

اگرچه تاریخچه شبکه های حس کار را به دوران جنگ سرد و ایده اولیه آن را به طراحان نظامی صنایع دفاع آمریکا نسبت می دهند ولی این ایده می توانسته در ذهن طراحان ربات های متحرک مستقل یا حتی طراحان شبکه های بی سیم موبایل نیز شکل گرفته باشد.

### ۱-۳ معماری مجزای در حسگرهای بی سیم

نگرش طراحی مدولار روشی متنوع و قابل انعطاف را ارائه می دهد که کاربرهای فراوانی دارد. مثلاً بسته به محلی که حسگر باید بکار گرفته شود شرایط سیگنال در نمودار باید برنامه ریزی مجدد شده و یا تعویض گردد .

این حالت باعث می شود که این امکان فراهم شود که طیف گسترده ای از حسگرها را بتوان با گره های بی سیم مورد استفاده قرار داد . بطریقی مسابه اتصالات رادیویی را می توان به شکلی مورد استفاده قرار داد که با توجه به نوع مخابراتی که مورد نیاز است یک طرفه باشد و یا ارتباطی دو جانبه را ارائه دهد .

استفاده از فلاش مموری این امکان را فراهم می کند که گره های حسگرها بتوانند داده های مورد نیاز خود را از طریق ایستگاه مرکزی دریافت کرده و یا حتی داده هایی را که توسط یک یا چند حسگر دیگر گرفته شده است را دریافت کنند .

بعلاوه سخت افزاری که در آنها جاگذاری شده است را می توان در محل سایت به روز نمود .

میکروپروسسور ( ریز پردازنده ) دارای عملکردهایی به شرح زیر است :

۱. مدیریت داده هایی که از حسگرها گرفته شده است .
۲. اجرای عملکردهای مدیریت توان مصرفی
۳. تبادل داده های حسگرها بر روی لایه های رادیویی
۴. مدیریت پروتکل های (مقاوله نامه های ) رادیویی

مشخصه کلیدی هر گره حسگر بی سیم این است که کمترین توان ممکن را مصرف نماید . بطور معمول زیر مجموعه های رادیویی بیشترین مصرف انرژی را دارند بنابراین ارجح این است که داده ها فقط هنگامی از طریق سیستم رادیویی فرستاده شوند که نیاز به چنین کاری وجود داشته باشد .

حتی می توان سیستم هایی را طراحی کرد که الگوریتم آنها به گونه ای باشد که تنها هنگامی که داده ها به حسگر تحویل می شوند آنها را ارسال نماید . بعلاوه این موضوع اهمیت زیادی دارد که مصرف برق توسط حسگر را به حداقل ممکن کاهش دهیم ( یعنی از حسگرهایی استفاده شود که کمترین برق ممکن را مصرف می نمایند ) بنابراین سخت افزار باید به گونه ای طراحی شود که به میکروپروسسور این امکان را بدهد که بتواند توان منطقی و خردمندانه توان مصرفی رادیو ؛ حسگر و شرایط سیگنال های حسگر را کنترل نماید .

## ۱-۴ معماری شبکه های حسگرهای بی سیم

وضعیت های زیادی از نظر قرار گیری = توپولوژی شبکه برای سیستم های رادیویی وجود دارد . خلاصه ای از بحث توپولوژی شبکه که برای حسگرهای بی سیم مورد استفاده قرار می گیرد در زیر آمده است :

شبکه ستاره ای ( یک نقطه به چندین نقطه ) :

یک شبکه ستاره ای نوعی از توپولوژی مورد استفاده قرار می گیرد که یک ایستگاه مرکزی می تواند داده ها را از چندین حسگر دریافت کرده و یا بفرستد . مزیت استفاده از این نوع شبکه های حسگر های بی سیم سادگی آنهاست و اینکه می توان توان مصرفی آنها را در حداقل ممکن نگاه داشت .

ضمن اینکه امکان ارتباط بین حسگر و ایستگاه مرکزی را برای سیستم های مخابراتی که دارای تاخیر مخابراتی هستند فراهم می کند .

اما عیب چنین سیستم هایی این است که پایگاه اصلی باید در طیف رادیویی که هر یک از گره های حسگر هستند قرار داشته باشد و از نظر قدرت به استحکام شبکه های دیگر نیست چون وابسته به یک گره خاص است تا بتواند شبکه را مدیریت کند.

## ۱-۵ شبکه توری (mesh network)

شبکه توری این امکان را به گره های شبکه می دهد که بتواند که داده ها را به گره های دیگر شبکه که در آن طیف انتقال قرار دارند منتقل نماید .

این حالتی است که امکان ارتباط چند هاب **multi hob communications** با یکدیگر را فراهم می کند

اگر یکی از گره ها بخواهد به گرهی دیگر اطلاعات بفرستد می تواند از طریق گره های میانی و واسطه انجام گیرد . یکی از مزیت های این نوع شبکه این است که امکان مقیاس پذیری و بررسی خطاهای داده ها که بین حسگر های بی سیم و ایستگاه اصلی بوجود می آید قابل انجام است . نیز اگر یکی از گره ها دچار خرابی شود این امکان وجود دارد که از طریق گره های دیگر به ارسال و دریافت پیام پردازیم . ضمن اینکه طیف شبکه محدود به یک گره خاص نمی شود و براحتی می توان با اضافه کردن گره های دیگر به گسترش شبکه پرداخت .

اما از معایب آن این است که که توان مصرفی اختصاص داده شده به این مجموعه از گره ها از توان مصرفی که برای یک گره منفرد استفاده می شود خیلی بیشتر است . و به همین جهت عمر کاری باتری مورد استفاده در این سیستم ها کم است . بعلاوه به موازات افزایش هاب های مخابراتی شبکه های ترکیبی از ستاره و توری **Hybrid star – mesh Network** حالت ترکیبی و یا هایبرید وضعیت است که دو حالت ستاره و توری را با هم دارد و به این ترتیب شبکه ای قدرتمند و متنوع پدید می آید . و بدین ترتیب مصرف توان سیستم های حسگرهای بی سیم نیز در حداقل مقدار ممکن نگاه داشته می شود .

در این نوع توپولوژی گره هایی که دارای پائین ترین مقدار مصرف برق هستند قادر به ارسال و فوروارد کردن پیام ها نیستند . این کار فقط این امکان را فراهم می کند تا مصرف توان در حداقل ممکن نگه داشته شود . اما سایر گره های موجود در شبکه این امکان را دارند که ارتباطات چندگانه را حفظ کرده و به ارسال اطلاعات از گره هایی که توان پائینی دارند به سایر گره ها ادامه دهند .

بطور معمول گره هایی که دارای هاب چندگانه هستند توان مصرف بالاتری دارند . و در صورت امکان آنها را به منبع اصلی برق متصل می کنند . این نوع توپولوژی که با شبکه های توری دریافت کننده و ارسال کننده انجام می گیرد را به نام استاندارد زیگ بی **ZigBee** می شناسند .

## ۱-۶ زیگ بی (Zig Bee)

زیگ بی پیمانی است که برای شرکت هایی است که با هم کار می کنند و آنها را قادر می سازد که بتوانند نظارت و کنترل محصولات را از طریق شبکه ای بی سیم و مقرون به صرفه و با توان را بر اساس استانداردهای جهانی کم انجام دهند .

پیمان زیگ بی در IEEE 802.15.4 بعنوان لایه های MAC و فیزیکی و شیوه ای برای جستجوی استانداردهای بالاتر برای کنترل و نظارت سیستم های روشنایی و سیستم های تهویه و تبرید HVAC مورد استفاده است .

همچنین به عنوان بازوی اجرایی برای IEEE 802.150.4 و سیستم های Wi-Fi در IEEE 802.11 عمل می کند .

مشخصه های شبکه های زیگ بی در ۲۰۰۴ به تصویب رسیده است و هر دو نوع شبکه هم شبکه های ستاره و ترکیبی و شبکه های توری را پشتیبانی می کند .

در حالی که IEEE 802.15.4 استاندارد است که مشخصه های مخابراتی برای شبکه های بی سیم مشخص می کند تعریف کوتاهی برای مشخصه های حسگرهای میانی ارائه نداده است .

IEEE 145.5 حسگرهای بی سیمی هستند که بصورت گروهی کار کرده و هدفشان تلاش برای ساخت حسگرهایی بوده است که بر اساس استانداردهای قبلی IEEE 145.1 در شبکه های بی سیم کار می کرده اند.

راهکارهای متفاوتی وجود دارند که می تواند برای کاهش جریان مصرفی رادیو مورد استفاده قرار گیرد که شامل:

۱. کاهش میزان انتقال داده ها از طریق فشردن و کاستن از داده ها
۲. کاهش تعداد دفعات و چرخه ارسال داده ها
۳. کاهش چهار چوب زمانی فراخوانی و بررسی هر ترمینال
۴. اجرای سازو کار مدیریت محدود کننده توان مصرفی (خاموش کردن توان رفتن به حالت خواب)
۵. اجرای راهبرد ارسال پیام در زمان مورد نیاز (یعنی فقط وقتی ارسال صورت می گیرد که داده هایی حس شوند.

راهبردهایی که برای کاهش مصرف برق در خود حسگر انجام می گیرد عبارتند از :

۱. فقط هنگامی برق حسگر وصل می شود که قرار است نمونه گیری را انجام دهد .
۲. توان قسمت های منتقل کننده حسگر فقط هنگامی روشن می شود که حسگر ها در حال نمونه گیری باشند .
۳. هنگامی که قرار است واقعه ای اتفاق بیفتد فقط حسگر نمونه گیر روشن می شود .
۴. ترخ پائین نمونه گیری حسگر به مقداری کاهش پیدا می کند که برای کاربرد مورد نیاز است .

## **فصل دوم : کاربردهای شبکه های حسگر بی سیم**

### **APPLICATIONS of Wireless Sensor Networks**

## ۱-۲ کاربردهای شبکه های حسگر بی سیم APPLICATIONS of Wireless Sensor Networks

### ۲-۲ نظارت بر سازه های بهداشتی - سازه های هوشمند

حسگرهایی که در دستگاهها و ماشین آلات کارگذاری شده اند می توانند به منظورهای متفاوتی مورد استفاده قرار گیرند از جمله پایش وضعیت دستگاه , که بطور نمونه در فاصله زمانی معین وضعیت دستگاه مورد نظر را اندازه

گیری می کند. در چنین حالتی قطعاتی که باید تعمیر و یا تعویض شوند شناسایی شده و تعویض و تعمیر می شوند .

ولی اگر این تجهیزات و قطعات سالم باشند و آنها را تعویض کنند هزینه خیلی زیادی را بوجود می آورد. کاری که با برنامه های زمان بندی تعمیرات قابل انجام نیست . چون گاهی در فاصله بین بازرسی ها از دستگاهها ممکن است که قطعه ای دچار آسیب شود . ( که این وضع با سیستم های موجود قابل تشخیص نیست ) .

اما با استفاده از حسگرهایی بی سیم که بطور مستقیم وضعیت دستگاه را مورد سنجش قرار می دهند این امکان بوجود می آید که هر لحظه از وضعیت کارکرد تجهیز آگاه شویم تا در صورت بروز خرابی و قبل از اینکه اتفاق ناگوار و شدیدی پیش آید از بروز آن جلوگیری کنیم و از صرف هزینه های زیاد خودداری شود .

علاوه بر اینکه استفاده از حسگرهای بی سیم باعث می شود از صرف هزینه های سنگین نصب کابل های طولانی و مشکلاتی نظیر آن جلوگیری شود .

ضمن اینکه استفاده از حسگرهای بی سیم نه تنها باعث حذف استفاده از کابل های دست و پا گیر می شود بلکه آنها را از استفاده از باتری هم بی نیاز می کند چون ماهیت برخی از ماشینها، سازه ها و مواد تحت آزمایش به گونه ای است که چنین نیازی وجود ندارد .

این کاربردها شامل حسگرهایی است که در دهانه قطعاتی که بطور مستمر دوار هستند نصب می شود و یا درون مواد سیمانی و یا کامپوزیتی قرار داده می شود و یا داخل اعضای کاشتنی در بدن implants جاگذاری می شوند .

## 3-2 اتوماسیون ( خودکاری سازی ) صنعتی industrial automation

استفاده از کابل های سیمی نه تنها گران قیمت است بلکه دست و پاگیر هم هست خصوصاً هنگامی بخواهیم از آنها برای قطعات متحرک استفاده کنیم . اما استفاده از حسگرهای بی سیم نه تنها به سرعت و به ارزانی صورت می گیرد بلکه این امکان را فراهم می کند که آنها را در محل هایی نصب کنیم که دستیابی به آنها مشکل است و عملاً امکان نصب کردن حسگر بر روی آنها وجود ندارد .

بطور معمول بیش از ۱۰ حسگر برای اندازه گیری شکافی که لاستیک نشت بندی کننده در بین آن قرار می گیرد باید نصب شود .

قبلاً نصب این همه حسگر با سیم هایی که داشتند در این محل خط تولید کاری بسیار طاقت فرسا و سنگین بود . استفاده از حسگرهای بی سیم این امکان را می دهد شاخص هایی را که قبلاً عملاً امکان اندازه گیری نداشتند اندازه گیری کنیم .

سایر کاربردهای آن شامل : سیستم های کنترل انرژی ؛ حراست و نظارت توربین های بادی است . پایش های زیست محیطی خدمات پشتیبانی در محل و نیز مراقبت های بهداشتی و پزشکی از دیگر کاربردهای این حسگرهای بی سیم هستند .

## ۴-۲ کاربردهای برجسته - نظارت سازه های شهری

یکی از مهم ترین کاربردهای هوشمندانه ای که اخیراً برای این نوع حسگرها ابداع شده است استفاده از آنها برای آگاهی از وضعیت نیروها و انرژی وارده به سازه های بزرگ شهری است سازه هایی مثل پل بن فرانکلین که بر روی رودخانه دلاور Delaware river نصب شده است و و فیلادلفیا و کامدن را به هم متصل می کند .

این پل برای حمل اتومبیل و قطار و نیز افراد پیاده طراحی شده است . مقامات مسئول پل در نظر داشته اند که میزان کشش وارده به پل را تحت نظارت داشته باشند خصوصاً هنگامی که قشارهای پر سرعت از روی پل عبور می کنند .

شبکه ای ستاره ای مشتمل بر ۱۰ حسگر کششی بکار گرفته شده اند تا هنگام عبور این قطارهای پر سرعت میزان فشار و تنشی را که به پل وارد می کنند اندازه گیری کنند .

گره های این حسگرهای بی سیم در محفظه های نشت بندی شده NEMA محصور قرار داده شده اند . یک کشش سنج که بطور مناسبی نشت بندی شده است توسط جوش به نقاطی از سازه های فولادی و نگهدارنده های پل متصل شده است. طیف انتقال این حسگرها بر روی این شبکه ستاره ای تقریباً ۱۰۰ متر است .

حسگرها با نمونه گیری های کم توان تجهیز شده اند که با فرکانس پائینی حدود ۶ هرتز اقدام به نمونه گیری کششی می کنند تا بتوانند زمان عبور قطار را حس کرده و میزان کشش تولید شده را اندازه گیری نمایند . وقتی قطار از روی ریل عبور می کند میزان کشش ریل ها تغییر کرده و این تغییر توسط حسگر ها حس می شود .

و بعد از آن سیستم نمونه گیری شروع به گرفتن نمونه با نرخ بیشتر می نماید . سپس این شکل موج های ثبت شده ناشی از میزان کشش در فلاش مموری که در گره حسگر وجود دارد ضبط می شود .

و آنگاه بطور دوره ای هر چند مدت یکبار این اطلاعات جمع آوری شده روی فلاش مموری به پایگاه داده ها منتقل می شود .

این حسگرها به یک دستگاه تلفن همراه مجهز هستند که می تواند اطلاعات ثبت شده را برای تجزیه و تحلیل به دفتر مهندسی که تحلیل کننده هستند ارسال نماید .

سیستم جمع آوری داده ها به گونه ای طراحی شده است که کمترین توان ممکن را مصرف کند بطوریکه مصرف آن را از حدود ۳۰ میلی آمپر به ۱ میلی آمپر در حالت پیوسته در آورده است . این وضعیت باتری لیتیومی را قادر می سازد که بیش از یکسال بطور پیوسته در حال کارکردن باشد . میزان دقت (تفکیک) داده های کششی جمع آوری شده بطور معمول کمتر از ۱ میکرو استرین  $\mu\text{strain}$  است.

## ۲-۵ پیشرفتهای آینده

عمومی ترین و فراگیرنده ترین کاربرد شبکه های حسگرهای بی سیم با بکار گیری باتری هاست در آینده بجای این باتری ها از مواد پیزوالکتریک PIEZOELECTRIC برای سنجش کشش محیط و نیز ذخیره انرژی در خازن ها و باتری های قابل شارژ استفاده خواهد شد .

با ترکیب سیستم های هوشمند صرفه جویی انرژی و با پیشرفت هایی که در زمینه ساخت شیمی باتری های نازک صورت گرفته است این امکان فراهم شده است که باتری هایی را طراحی کرد که بارها و بارها و به تعداد بیشمار امکان شارژ مجدد داشته باشند .

این سیستم ها باعث شده اند راه حلی برای نظارت بی سیم و بدون نیاز به تعمیر و نگهداری و با عمر طولانی مدت ارائه داده شده است .

## ۶-۲ شبکه های حسگر بی سیم

### ۷-۲ معماری یک شبکه حسگر بی سیم Multi hop

معرفی شبکه‌های بی‌سیم حسگر WSN پیشرفت‌های اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی‌سیم توانایی طراحی و ساخت حسگرهایی را با توان مصرفی پایین، اندازه کوچک، قیمت مناسب و کاربری‌های گوناگون داده است. این حسگرهای کوچک که توانایی انجام اعمالی چون دریافت اطلاعات مختلف محیطی (بر اساس نوع حسگر، پردازش و ارسال آن اطلاعات را دارند، موجب پیدایش ایده‌ای برای ایجاد و گسترش شبکه‌های موسوم به شبکه‌های بی‌سیم حسگر WSN شده‌اند. یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره‌های حسگری است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع‌آوری اطلاعات از محیط می‌پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره‌های حسگری، از قبل تعیین شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آنها را در مکان‌های خطرناک و یا غیرقابل دسترس رها کنیم از طرف دیگر این بدان معنی است که پروتکل‌ها و الگوریتم‌های شبکه‌های حسگری باید دارای توانایی‌های خودساماندهی باشند. دیگر خصوصیت‌های منحصر به فرد شبکه‌های حسگری، توانایی همکاری و هماهنگی بین گره‌های حسگری است. هر گره حسگر روی برد خود دارای یک پردازشگر است و به جای فرستادن تمامی اطلاعات خام به مرکز یا به گره‌ای که مسئول پردازش و نتیجه‌گیری اطلاعات است، ابتدا خود یک سری پردازش‌های اولیه و ساده را روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می‌دهد و سپس داده‌های نیمه پردازش شده را ارسال می‌کند. با اینکه هر حسگر به تنهایی توانایی ناچیزی دارد، ترکیب صدها حسگر کوچک امکانات جدیدی را عرضه می‌کند. در واقع قدرت شبکه‌های بی‌سیم حسگر در توانایی به‌کارگیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند سرهم و سازماندهی شوند و در موارد متعددی چون مسیریابی هم‌زمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند. گستره کاربری شبکه‌های بی‌سیم حسگر بسیار وسیع بوده و از کاربردهای کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا کاربردهای نظامی را شامل می‌شود. به عنوان مثال یکی از متداول‌ترین کاربردهای این تکنولوژی، نظارت بر یک محیط دور از دسترس است. مثلاً نشتی یک کارخانه شیمیایی در محیط وسیع کارخانه می‌تواند توسط صدها حسگر که به طور خودکار یک شبکه بی‌سیم را تشکیل می‌دهند، نظارت شده و در هنگام بروز نشت شیمیایی به سرعت به مرکز اطلاع داده شود. در این سیستم‌ها بر خلاف سیستم‌های سیمی قدیمی، از یک سو هزینه‌های پیکربندی و آرایش شبکه کاسته می‌شود از سوی دیگر به جای نصب هزاران متر سیم فقط باید

**Wireless Sensor Network** دستگاه‌های کوچکی را که تقریباً به اندازه یک سکه هستند شبکه حسگر بی سیم (WSN) به یک شبکه بی سیم از حسگرهای خودراهبر گفته می‌شود که با فاصله پخش شده اند و برای اندازه گیری گروهی برخی از کمیت‌های فیزیکی یا شرایط محیطی مانند دما، صدا، لرزش، فشار، حرکت یا آلاینده ها، در مکانهای مختلف یک محدوده کاربرد دارد. شبکه‌های حسگر با انگیزه استفاده در کاربردهای نظامی مانند نظارت بر میدان جنگ، توسعه پیدا کرد. اما امروزه شبکه‌های حسگر بی سیم در صنعت و بسیاری از مقاصد غیر نظامی استفاده می‌شوند، از جمله نظارت و کنترل فرآیندهای صنعتی، نظارت بر سلامت دستگاهها، نظارت بر محیط و یا خانه، کاربردهای مراقبت از سلامتی، خانه‌های هوشمند و کنترل ترافیک.

علاوه بر یک یا چند سنسور، هر گره از شبکه معمولاً مجهز به یک فرستنده و گیرنده رادیویی (یا هر وسیله مخابراتی بی سیم دیگر)، یک میکروکنترلر کوچک، و یک منبع انرژی (معمولاً یک باتری) است. اندازه یک گره سنسوری بسته به اندازه بسته بندی آن تغییر کرده و تا یک دانه شن قابل کوچک سازی است. که قطعات این شنریزه در ابعاد میکروسکوپی هنوز باید ساخته شود. به طور مشابه قیمت هر گره حسگر می‌تواند بین چند صد دلار تا چند سنت، بسته به اندازه و پیچیدگی مورد نیاز یک گره متفاوت باشد. محدودیت‌های قیمت و اندازه در گره‌های حسگر منجر به محدودیت در منابعی مانند انرژی، حافظه، سرعت پردازش و پهنای باند در آنها می‌شود. یک شبکه سنسور معمولاً تشکیل یک شبکه‌های بی سیم اقتضایی (ad-hoc) را می‌دهد، به این معنی که هر گره از الگوریتم مسیریابی multi-hop استفاده می‌کند. (تعداد زیادی گره بسته اطلاعاتی را جلو برده و به ایستگاه مرکزی می‌رساند).

در حال حاضر شبکه‌های بی سیم حسگر یکی از موضوعات فعال تحقیقاتی در علوم کامپیوتر و ارتباطات است که هر ساله تعداد بیشماری کارگاه و کنفرانس در این زمینه انجام می‌شود.

## ۸-۲ کاربردهای شبکه حسگر بی سیم

موارد استفاده از شبکه های سنسوری بی سیم متنوع و زیاد است . به عنوان مثال در کاربردهای تجاری و صنعتی برای کنترل داده‌ها و مواردی که استفاده از گیرنده‌های سیمی مشکل و گران است به کار می‌روند. برای مثال این شبکه‌ها می‌توانند در محیط‌های بیابانی هم گسترش یابند و سالها باقی بمانند. کاربرد دیگر اعلام خطر ورود مهاجم به یک محل کنترل شده و سپس ردیابی مهاجم است.

از موارد دیگر کاربرد این شبکه ها میتوان به نظارت بر محل های مسکونی، ردیابی هدف های متحرک، کنترل راکتور هسته ای، آشکار سازی حریق، نظارت ترافیک و ... اشاره نمود.

## ۹-۲ نظارت بر محیط

کنترل یا نظارت بر محیط نوعی استفاده از گیرنده بی سیم است. در نظارت محیط، گیرنده بی سیم در ناحیه ای پراکنده می شود که تعدادی پدیده یا حادثه باید تحت نظارت باشد. برای مثال تعداد زیادی از این گره های فرستنده و دریافت کننده می توانند در میدان جنگ برای آشکار کردن تجاوز دشمن بجای استفاده از مین های زمینی گسترش داده شوند.

زمانی که این حس گر یا گیرنده اتفاقی را که تحت نظر بوده (گرما، فشار، صدا، نور، زمین هایی با خواص مغناطیسی و لرزش و ارتعاش و غیره) پیدا می کند، لازم است که اتفاق به یکی از پایگاه ها گزارش شود. این پایگاه بر اساس نوع کاربری شبکه عملی مناسب، مانند ارسال پیغام به اینترنت یا ماهواره و یا پردازش محلی داده، را انجام می دهد.

## ۱۰-۲ مشخصه های شبکه حسگر بی سیم

مشخصه های منحصر به فرد گیرنده بی سیم :

۱. گره های گیرنده با مقیاس کم
۲. قدرت محدود که می توان ذخیره یا تخلیه شود
۳. شرایط محیطی نامناسب
۴. نقص های گره
۵. ترک گره
۶. شبکه دینامیک توپولوژی
۷. نقص ارتباطات
۸. غیر یکنواختی گره ها
۹. گسترش با مقیاس بالا
۱۰. عملکرد خودکار

گره‌های گیرنده را می‌توان کامپیوترهای کوچکی تصور کرد. کاملاً اساسی و در وجه مشترکشان در ساختار و اجزاء آنها معمولاً شامل واحد پردازنده و قدرت اشتباه محاسبه محدود و حافظه محدود هستند گیرنده‌ها (شامل شرایط خاص مدارها) دستگاه ارتباطی (معمولاً فرستنده و گیرنده رادیویی و نوری متناوب) و منبع انرژی هم معمولاً از باتری است. پایگاه‌ها بنیادی از یا چند اجزاء برجسته از شبکه ارتباطی گیرنده بی سیم (WSN) با محاسبه بیشتر انرژی، منبع ارتباطاتی، آنها مثل دروازه بین گره گیرنده و کاربر نهایی عمل می‌کنند.

## ۱۱-۲ سخت‌افزار در شبکه حسگر بی سیم

فصل اصلی گره گیرنده شامل : اصلی‌ترین موضوع با قیمت کم با گره‌های گیرنده کوچک است . با ملاحظه به این اهداف، گره‌های گیرنده در حال حاضر در اصل نمونه‌های اولیه هستند . از کوچک سازی و کاهش هزینه متوجه می شویم که اهداف اخیر و آینده در پیشرفت رشته MEMS و NEMS است و تعدادی از گره‌های گیرنده پایین ارائه می‌شوند و تعدادی از گره‌ها هنوز در مرحله تحقیق هستند. نظر کلی راجع به استفاده از شبکه، پایگاه‌ها و اجزاء و موضوعات مربوط در SNM قابل دسترس است.

## ۱۲-۲ استانداردهای شبکه حسگر بی سیم

زمانیکه مسیر اصلی کامپیوترها درخور استانداردها است تنها استاندارد رسمی که در شبکه‌های ارتباطی گیرنده بی سیم پذیرفته شده ISO 18000-7 و wpan۶۱۰ و بی سیم HART و در پایین تعداد دیگری از استانداردها که تحقیق شده اند برای استفاده توسط محققین این رشته :

1. ZigBee
2. Wibree
3. IEEE 802.15.4-2006

## ۱۳-۲ نرم‌افزارهای شبکه حسگر بی سیم

انرژی منبع کمیاب گره‌های شبکه بی سیم است و تعیین کننده عمر شبکه ارتباطی گیرنده‌های بی سیم (WSN) است بطور متوسط می‌توانند در تعداد بالایی در محیط‌های گوناگون گسترش یابند در مناطق دور افتاده و دشمن، همراه ارتباطات تک کاره به عنوان کلید برای این علت الگوریتم و پروتکل احتیاج دارد به دنبال این پیامدها :

۱. پیشینه سازی عمر .
۲. توانمندی و تحمل عیب
۳. روش تنظیم و نصب خودکار

بعضی از موضوع‌های داغ در تحقیق نرم‌افزارهای (WSN)

۱. امنیت
۲. قابلیت انتقال و ترک ( زمانی که گره‌های گیرنده و یا پایگاه‌ها در حال حرکت اند).
۳. میان افزار، طراحی سطح متوسط اولیه بین نرم‌افزار و سخت‌افزار است.

## ۲-۱۴ سیستم عامل های شبکه حسگر بی سیم

سیستم عامل برای گره‌های شبکه ارتباطی گیرنده بی سیم به نوعی پیچیدگی اش کمتر از اهداف کلی سیستم عامل است . هر دو به دلیل احتیاجات خاص و درخواست شبکه ارتباطی خاص و به دلیل اضطرار یا تحمیل منبع در پایگاه سخت‌افزاری شبکه گیرنده است برای مثال کاربرد استفاده شبکه گیرنده معمولاً همکاری متقابل مثل یک کامپیوتر نیست. به همین علت، سیستم عامل احتیاجی به پشتیبانی کاربرد ندارد علاوه بر آن تحمیل یا اضطرار منبع در دوره حافظه و نقشه حافظه سخت‌افزار را پشتیبانی می‌کند و ساختمانی می‌سازد مثل حافظه مجازی که هر دو غیر ضروری و غیر ممکن برای انجام دادن هستند. شبکه ارتباطی گیرنده بی سیم، سخت‌افزارهایش فرقی با سیستم‌های سنتی تعبیه شده ندارد و بنابراین استفاده از سیستم عامل تعبیه شده ممکن است مثل `ecos` یا `VC/OS` برای گیرنده شبکه ارتباطی و اگرچه مثل سیستم عامل طراحی شده اند با خواص بی‌درنگ و برخلاف سیستم عامل تعبیه شده سنتی اگر، سیستم عامل هدف مخصوص شبکه‌های ارتباطی گیرنده است . اغلب پشتیبانی بی‌درنگ ندارد. `Tiny Os` شاید اولین سیستم عاملی باشد که مخصوصاً طراحی شده برای شبکه ارتباطی گیرنده برخلاف بیشتر سیستم عامل‌های دیگر `Tiny Os` براساس برنامه کامپیوتری یا فرآیندی که هر مرحله اجرا مربوط به تحمیلات

خارجی است برنامه نویسی می کند و مدل را به جای طرح برنامه ای که بیش از یک مسیر منطقی استفاده می کند و هر مسیر همزمان اجرا می شود که می گوئیم (multithread).

Tiny Os برنامه دستوری که تشکیل شده از گرا و کارهایی که تداوم پیدا می کند در تکامل معنایی زمانی که پیشامد خارجی رخ می دهد و مانند وارد شدن اطلاعات و خواندن گیرنده.

Tiny Os خبر می دهد از گرای مناسبی که اتفاقات را شرح می دهد گرا می تواند ارسال کند کارهایی را که برنامه ریزی شده با هسته اصلی Tiny Os در زمانی عقب تر. هر دوی سیستم Tiny Os و برنامه نوشته شده برای Tiny Os که آنها نوشته شده اند با برنامه نویسی C است. Nesc طراحی شده برای یافتن Race-Condition (حالت نا معینی که به هنگام عملکرد همزمان دستورالعمل های دو کامپیوتر به وجود می آید و امکان شناخت این مسئله که کدام یک از آنها ابتدا تمام خواهد شد وجود ندارد) بین وظایف و گراها.

و همچنین سیستم های عاملی هستند که اجازه برنامه نویسی در C را می دهند مثل سیستم عامل هایی شامل Contiki و MANTIS و BT nut و SOS و Nano-RK .

Contiki طراحی شده اند برای پشتیبانی و اندازه گیری بارگیری در شبکه و پشتیبانی زمان اجرای بارگیری در استاندارد فایل های ELF. هسته Contiki را برنامه کامپیوتری یا فرآیند کامپیوتری است که هر مرحله اجرا مربوطه به عملیات خارجی است Event-driven اما سیستم پشتیبانی می کنند از (طرح برنامه ای که بیش از یک مسیر منطقی است و هر سیر همزمان اجرا می شود) Multithread در زمینه پیش درخواست ها - علاوه بر آن شامل خطوط برجسته ای که فراهم می کند خطوطی را که مثل برد برنامه نویسی اما با حافظه خیلی کوچک در بالای سر.

برخلاف Event-driven، هسته Contiki و MANTIS و Nano-RK هسته هایی که بر اساس قبضه ای انحصاری Multithread است . با قبضه ای انحصاری Multithread که کاربرها صراحتا احتیاجی به ریز پردازنده برای دیگر پردازش ها ندارند . در عوض هسته زمان را تقسیم می کند به پردازش های فعال و تصمیم می گیرد که کدام پردازش می تواند کار کند ولی می تواند استفاده از برنامه نویسی را راحت کند.

شبکه ارتباطی و گیرنده مثل Tiny Os و Contiki و SOS و Even-driven سیستم عاملی است که ترکیب اولی SOS که پشتیبانی برای ظرفیت بارگیری سیستم عامل کامل ساخته شده از ظرفیت های کوچک تر و سریع SOS همچنین تمرکز در پشتیبانی برای مدیریت حافظه دینامیک است .

## ۱۵-۲ میان افزار شبکه حسگر بی سیم

تلاش و تحقیق‌های قابل ملاحظه‌ای که اخیراً در طراحی میان افزار شبکه ارتباطی گیرنده بی سیم است . این نگرش کلی می‌تواند به توزیع پایگاه داده‌ها، عامل حرکت، پایگاه رویدادها دسته بندی بشود.

## ۱۶-۲ زبان برنامه نویسی شبکه حسگر بی سیم

برنامه نویسی گره‌های گیرنده زمانی که با سیستم‌های کامپیوتری معمولی مقایسه شوند مشکل است . منبع اجباری طبیعی از این گره‌ها به مدل‌های برنامه نویسی جدید بالا می‌رود. اگرچه بیشتر گره‌های بطور جاری در C برنامه ریزی شده اند .

۱. C@t (زمان@محاسبات در نقطه‌ای از فضا)

۲. DSL ( توزیع ترکیبات زمانی )

۳. Galsc

۴. NecC

۵. Proto thread

۶. SNACK

۷. SQT

## ۱۷-۲ الگوریتم شبکه حسگر بی سیم

WSN متشکل از تعداد زیادی از گره‌های گیرنده هستند. از این رو الگوریتم برای WSN توزیع الگوریتمی است. در WSN منبع کمیاب انرژی است؛ و یکی از گرانتترین عامل انرژی انتقال اطلاعات است . برای این دلیل تحقیق الگوریتمی در WSN بیشتر تمرکز می‌کند . در مطالعه و طراحی آگاهانه از انرژی الگوریتم برای انتقال اطلاعات از گره‌های گیرنده به پایگاه انتقال اطلاعات معمولاً Multi-hop ( از یک گره به یک گره به طرف پایگاه ) به علت رشد چند برابر در هزینه انرژی انتقال رادیویی نسبت به مساحت انتقال.

نگرش‌های الگوریتمی با تفکیک خود WSN از نگرش پروتکل با این حقیقت که مدهای ریاضی که استفاده می‌شوند انتزاعی تر هستند . کلی تر هستند اما گاهی اوقات کمتر واقعی هستند در مدل هایی که استفاده می‌شود طراحی پروتکل پایگاه‌های هستند که مخصوصا طراحی شده اند برای شبیه سازی کارائی شبکه ارتباطی گیرنده مثل TOSSIM، که قسمتی از Tiny Os و شبیه سازی قدیمی شبکه که استفاد می‌شود مثل NS-2، همچنین شبه ساز بصری OPNET که برای تحلیل و شبیه سازی انواع شبکه‌های کامپیوتری و مخابراتی از کوچکترین ابعاد تا ابعاد جهانی کاربرد دارد، شبیه ساز SENSIM که بر مبنای OMNET++ طراحی شده و خاص تحلیل شبکه‌های حسگر بی سیم است، لیست وسیعی از ابزارهای شبیه سازی برای شبکه ارتباطی گیرنده بی سیم می‌تواند پیدا شود.

## ۱۸-۲ تجسم فکری داده ها

از شبکه ارتباطی بی سیم اطلاعات جمع آوری می‌شوند و معمولاً ذخیره می‌شوند به فرم و اطلاعات عددی در پایگاه مرکزی . برنامه‌های متعددی هستند مثل ( Tosgui و Sensor و Gsn ) Mon Sense که آسان می‌کند جستجو این مقدار اطلاعات علاوه بر آن consortium Geospatial که استانداردهای خاص برای توانایی وجه مشترک شان و رمز گذاری اطلاعات که این توانایی را دارد که مرتب کند سایت‌های نا همگون را در اینترنت که به هر کسی اجازه می‌دهد به طور انفرادی کنترل شبکه‌های ارتباطی گیرنده بی سیم پردازد از طریق نرم‌افزار که برای جستجو در اینترنت ذخیره شد.

## ۱۹-۲ شبکه های حسگر بی سیم و کاربردهای آن

پیشرفت های اخیر در کوچک سازی، طراحی مدارهای کم مصرف و تجهیزات ارتباطی بی سیم ساده و کم مصرف و نیز توسعه شرکت های تولید کننده منابع انرژی کوچک به همراه کاهش هزینه های تولید کارخانه ای، موجب ایجاد دیدگاه فناوری جدیدی با نام شبکه های حسگر بی سیم شد. پیشرفت فناوری های MEMS ارتباطات بی سیم و الکترونیک دیجیتال، امکان ساخت نود های حسگر کم هزینه، با مصرف کم، چند منظوره و در اندازه های کوچک را برای ارتباط در فواصل کوتاه فراهم ساخته است. این حسگرهای کوچک که شامل حسگر، واحد پردازش و واحد ارتباط می باشند، ایده شبکه های حسگر بی سیم را بر مبنای همکاری و هماهنگی تعداد زیادی از این نود ها ایجاد نموده اند. این شبکه ها، حداقل امکانات محاسباتی و برخی ابزارهای حسی را برای حس محیط پیرامونی خود در قالب نوع جدیدی از شبکه ها که به صورت گسترده در محیط قرار می گیرند بکار می برند.

از حسگرها برای حس پارامترهایی نظیر دما، نور، لرزش، صدا، تابش، رطوبت و ... استفاده می شود. یک شبکه حسگر از تعداد زیادی نود های حسگر تشکیل شده که به صورت متراکمی در اطراف پدیده فیزیکی مورد نظر پخش شده اند. نکته مهم در مورد شبکه های حسگر بی سیم این است که نیاز نیست مکان حسگرها کاملا مهندسی شده باشد؛ این خاصیت در کاربردهایی که امکان چینش حسگرها وجود ندارد یا اینکه امکان تغییر محل آنها وجود دارد از اهمیت زیادی برخوردار است. نکته مهم دیگر در شبکه های حسگر بی سیم همکاری دسته جمعی نود های حسگر می باشد.

نود های حسگر شامل واحد پردازش می باشند، در نتیجه به جای ارسال داده خام به مقصد، از پردازنده خود استفاده کرده و بر روی داده ارسالی، محاسباتی در حد توان خود انجام می دهند و تنها قسمت های مورد نیاز داده مورد نظر را ارسال می نمایند. خصوصیتی که از شبکه های حسگر بی سیم ذکر شد امکان پشتیبانی از کاربردهای زیادی را به وجود می آورد. به عنوان مثال می توان به کاربرد در موارد سلامت، صنایع نظامی، امنیت و ... اشاره کرد. در واقع می توان گفت شبکه های حسگر، کاربر نهایی را نسبت به محیط اطراف خود هوشمندتر و آگاه تر می سازد.

## ۲-۲۰ خصوصیات مهم شبکه های حسگر بی سیم

وابسته به کاربرد: به دلیل ادغام فناوری های حسگر، پردازش و ارتباطات، محدوده وسیعی از کاربردها امکان پیاده سازی در شبکه های حسگر بی سیم را دارند. اما باید توجه داشت که نمی توان برای تمام کاربردها یک سناریو را اجرا نمود، بلکه هر کاربرد پیکربندی و پروتکل مخصوص به خود را نیاز دارد. به عنوان مثال شبکه های حسگر با تراکم پایین از حسگرها و نیز با تراکم بالایی از حسگرها کار می کنند. در حالیکه پروتکل های این دو حالت بسیار با یکدیگر متفاوت می باشند.

تعامل با محیط: به دلیل تعامل شبکه های حسگر با محیط اطرافشان، خصوصیات ترافیکی آنها با دیگر شبکه های موجود متفاوت می باشد. به طور معمول شبکه های حسگر دارای ترافیکی با نرخ پایین هستند، اما در مواقعی که پدیده مورد نظر روی می دهد دارای ترافیک انفجاری می گردند.

مقیاس پذیری: به صورت تئوری، شبکه های حسگر دارای تعداد بسیار بیشتری نهاد می باشند که نیاز به راه حل هایی متفاوت و مقیاس پذیرتر دارند.

انرژی: در این شبکه ها منابع انرژی محدود بوده و مصرف انرژی مهمترین معیار برای پیکره بندی آنها می باشد. در بعضی موارد، باتری موجود در نود های حسگر قابل شارژ دوباره نیست و به همین دلیل نیاز به طول عمر بیشتر حسگر می باشد.

خود پیکربندی: شبکه های حسگر نیاز به خود پیکربندی برای دارا بودن شبکه ای پیوسته دارند، اما به دلیل تفاوت در ترافیک و انرژی مصرفی روشهای متفاوتی مورد نیاز می باشد. به همین دلیل نود های حسگر نیاز به درک محل جغرافیایی خود دارند.

قابلیت اطمینان و کیفیت سرویس: شبکه های حسگر بی سیم، مفاهیم متفاوتی از قابلیت اطمینان و کیفیت سرویس را ارائه می دهند. در حال حاضر سرویس هایی که توسط شبکه های حسگر ارائه می شود کاملاً مشخص نیستند. در بعضی موارد ارسال عادی بسته کافی بوده و در بعضی موارد نیاز به اطمینان بسیار بالا در ارسال داریم. نرخ ارسال بسته معیار کاملی نمی باشد. مساله مهم، مقدار و کیفیت اطلاعات ارسالی به نود مورد نظر در مورد پدیده مشاهده شده می باشد.

داده محور: در اکثر کاربردهای شبکه های حسگر، با استفاده افزونه از نود های حسگر می توان از منابع انرژی ضعیف تر و ارزانتر استفاده نمود. مورد مهمتر این است که این نود ها چه اطلاعاتی را مشاهده می کنند. این تغییر در اولویت ها ما را نیازمند تغییر در شبکه از نود محور به داده محور می نماید.

سادگی: به دلیل کوچک بودن نود ها و محدود بودن انرژی، نرم افزار مورد استفاده در سطح شبکه و نود ها باید بسیار ساده تر از نرم افزارهای امروزی باشند. این سادگی نیاز به تغییر در لایه های استاندارد شبکه دارد. هنگامی که تعداد زیادی از نود های حسگر به صورت مترکم در کنار هم قرار گرفته باشند، نود های همسایه بسیار به یکدیگر نزدیک خواهند بود؛ در نتیجه ارتباط چند پرشه در شبکه های حسگر در مقایسه با ارتباطات مرسوم تک پرشه بسیار انرژی کمتری مصرف می نماید. بنابراین میزان انرژی ای که برای ارتباطات استفاده می شود پایین می آید.

یکی از مهمترین محدودیت های موجود در نود های شبکه های حسگر، کمبود منابع انرژی است. نود های حسگر معمولاً حاوی منابع انرژی محدود و غیر قابل تقویتی هستند. بنابراین بر خلاف شبکه های قدیمی که دسترسی به کیفیت سرویس، هدف اصلی می باشد، در پروتکل های شبکه های حسگر تکیه بر مصرف بهینه منابع است. نود ها باید مکانیزم های تعادلی که به کاربر نهایی امکان افزایش طول عمر شبکه را از طریق پهنای باند کمتر یا افزایش تاخیر ارسال می دهد را در خود ایجاد نمایند.

شبکه های حسگر شامل مدل‌های مختلفی از حسگرها از قبیل دماسنج، تصویری، مادون قرمز، صوتی و رادار می باشند که توانایی مانیتورینگ انواع شرایط مختلف را دارند. شرایط ذکر شده عبارتند از: دما، رطوبت، حرکت، نور، فشار، ترکیبات تشکیل دهنده، سطح اختلالات، وجود یا عدم وجود بعضی اشیاء و خصوصیات جاری از قبیل سرعت، جهت، اندازه و ...

نود های حسگر در دریافت های پیوسته، دریافت پدیده ها، تشخیص پدیده ها، تعیین محل و کنترل محلی عامل ها مورد استفاده قرار می گیرند. مفهوم حسگرهای کوچک و ارتباطات بی سیم میان آنها زمینه های کاربردی جدیدی را پیش رو قرار داده است. کاربردهای این شبکه ها در دسته های نظامی، محیطی، بهداشتی و دیگر موارد تجاری تقسیم بندی می شود. دسته هایی از جمله اکتشاف فضایی، پردازش شیمیایی و پیش بینی بلایای طبیعی نیز با توجه کمتری قابل بررسی می باشند.

## ۲-۲۱ کاربردهای نظامی شبکه حسگر بی سیم

۱. مانیتورینگ نیروهای خودی
۲. نظارت منطقه جنگی
۳. شناسایی نیروهای مقابل و منطقه مورد استفاده دشمن
۴. هدف گیری
۵. تخمین و بررسی خسارات نبرد
۶. شناسایی و کشف حملات شیمیایی، بیولوژیکی و هسته ای

## ۲-۲۲ کاربردهای محیطی شبکه حسگر بی سیم

۱. بررسی جابجایی حیوانات
۲. مانیتورینگ شرایط محیط
۳. شناسایی آتش جنگلها
۴. کشف و نگاشت پیچیدگی های بیولوژیکی

۵. شناسایی زمین های مستعد

## ۲-۲۳ کاربردهای بهداشتی شبکه حسگر بی سیم

۱. مانیتورینگ وضعیت بیماران
۲. ردیابی و مانیتورینگ بیماران و پزشکان در محیط بیمارستان
۳. مدیریت دارو در بیمارستانها

## ۲-۲۴ کاربردهای خانگی شبکه حسگر بی سیم

۱. اتوماسیون خانه
۲. محیط هوشمند

## ۲-۲۵ کاربردهای تجاری شبکه حسگر بی سیم

۱. کنترل محیطی در ساختمان های کاری ( تهویه مطبوع و ... )
۲. موزه های تعاملی
۳. شناسایی و ردیابی دزدان ماشین
۴. کنترل و مدیریت کارخانجات
۵. شناسایی و ردیابی وسایل نقلیه

شایان ذکر است در طراحی شبکه های حسگر عوامل متعددی نظیر: توانایی تحمل خطا، مقیاس پذیری، هزینه تولید، محدودیتهای سخت افزاری، رسانه مورد استفاده در تبادلات، توپولوژی ، محیط و مصرف انرژی تاثیر مهمی دارند.

یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره های حسگری است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع آوری اطلاعات از محیط می پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره های حسگری، از قبل تعیین شده و مشخص

نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می‌آورد که بتوانیم آنها را در مکان‌های خطرناک و یا غیرقابل دسترس رها کنیم.

از طرف دیگر این بدان معنی است که پروتکل‌ها و الگوریتم‌های شبکه‌های حسگری باید دارای توانایی‌های خودساماندهی باشند. دیگر خصوصیت‌های منحصر به فرد شبکه‌های حسگری، توانایی همکاری و هماهنگی بین گره‌های حسگری است. هر گره حسگر روی برد خود دارای یک پردازشگر است و به جای فرستادن تمامی اطلاعات خام به مرکز یا به گره‌ای که مسئول پردازش و نتیجه‌گیری اطلاعات است، ابتدا خود یک سری پردازش‌های اولیه و ساده را روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می‌دهد و سپس داده‌های نیمه پردازش شده را ارسال می‌کند.

با اینکه هر حسگر به تنهایی توانایی ناچیزی دارد، ترکیب صدها حسگر کوچک امکانات جدیدی را عرضه می‌کند. در واقع قدرت شبکه‌های بی‌سیم حسگر در توانایی به‌کارگیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند سرهم و سازماندهی شوند و در موارد متعددی چون مسیریابی هم‌زمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند.

گستره کاربری شبکه‌های بی‌سیم حسگر بسیار وسیع بوده و از کاربردهای کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا کاربردهای نظامی را شامل می‌شود. به عنوان مثال یکی از متداول‌ترین کاربردهای این تکنولوژی، نظارت بر یک محیط دور از دسترس است. مثلاً نشتی یک کارخانه شیمیایی در محیط وسیع کارخانه می‌تواند توسط صدها حسگر که به طور خودکار یک شبکه بی‌سیم را تشکیل می‌دهند، نظارت شده و در هنگام بروز نشت شیمیایی به سرعت به مرکز اطلاع داده شود.

در این سیستم‌ها بر خلاف سیستم‌های سیمی قدیمی، از یک سو هزینه‌های پیکربندی و آرایش شبکه کاسته می‌شود از سوی دیگر به جای نصب هزاران متر سیم فقط باید دستگاه‌های کوچکی را که تقریباً به اندازه یک سکه هستند را در نقاط مورد نظر قرار داد. شبکه به سادگی با اضافه کردن چند گره گسترش می‌یابد و نیازی به طراحی پیکربندی پیچیده نیست.

## ۲-۲۶ ویژگی‌های عمومی یک شبکه حسگر

علاوه بر نکاتی که تا کنون درباره شبکه‌های حسگر به عنوان مقدمه آشنایی با این فناوری بیان کردیم، این شبکه‌ها دارای یک سری ویژگی‌های عمومی نیز هستند. مهم‌ترین این ویژگی‌ها عبارت است از :

۱. بر خلاف شبکه‌های بی سیم سنتی، همه گره‌ها در شبکه‌های بی سیم حسگر نیازی به برقراری ارتباط مستقیم با نزدیک‌ترین برج کنترل قدرت یا ایستگاه پایه ندارند، بلکه حسگرها به خوشه‌هایی (سلول‌هایی) تقسیم می‌شوند که هر خوشه (سلول) یک سرگروه خوشه موسوم به Parent انتخاب می‌کند. این سرگروه‌ها وظیفه جمع‌آوری اطلاعات را بر عهده دارند. جمع‌آوری اطلاعات به منظور کاهش اطلاعات ارسالی از گره‌ها به ایستگاه پایه و در نتیجه بهبود بازده انرژی شبکه انجام می‌شود. البته چگونگی انتخاب سرگروه خود بحثی تخصصی است که در تئوری شبکه‌های بی سیم حسگر مفصلاً مورد بحث قرار می‌گیرد.
۲. پروتکل‌های شبکه‌ای هم‌تا به هم‌تا یک سری ارتباطات مش مانند را جهت انتقال اطلاعات بین هزاران دستگاه کوچک با استفاده از روش چندجهشی ایجاد می‌کنند. معماری انطباق‌پذیر مش، قابلیت تطبیق با گره‌های جدید جهت پوشش دادن یک ناحیه جغرافیایی بزرگ‌تر را دارا است. علاوه بر این، سیستم می‌تواند به طور خودکار از دست دادن یک گره یا حتی چند گره را جبران کند.
۳. هر حسگر موجود در شبکه دارای یک رنج حسگری است که به نقاط موجود در آن رنج احاطه کامل دارد. یکی از اهداف شبکه‌های حسگری این است که هر محل در فضای مورد نظر بایستی حداقل در رنج حسگری یک گره قرار گیرد تا شبکه قابلیت پوشش همه منطقه مورد نظر را داشته باشد.
۴. یک حسگر با شعاع حسگری ۲ را می‌توان با یک دیسک با شعاع ۲ مدل کرد. این دیسک نقاطی را که درون این شعاع قرار می‌گیرند، تحت پوشش قرار می‌دهد. بدیهی است که برای تحت پوشش قرار دادن کل منطقه این دیسک‌ها باید کل نقاط منطقه را بپوشانند.

## ۲-۲۷ چالش‌های شبکه حسگر

۱. استفاده از یک فرکانس واحد ارتباطی برای کل شبکه است که شبکه را در مقابل استراق سمع آسیب پذیر می‌کند پویایی توپولوژی است که زمینه را برای پذیرش گره‌های دشمن فراهم می‌کند.
۲. بی سیم بودن ارتباط شبکه است که کار دشمن را برای فعالیت‌های ضد امنیتی و مداخلات آسانتر می‌کند یکی از نقاط ضعف شبکه حسگر کمبود منبع انرژی است و دشمن می‌تواند با قرار دادن یک گره مزاحم که مرتب پیغام‌های بیدار باش بصورت پخش همگانی با انرژی زیاد تولید می‌کند باعث شود بدون دلیل گره‌های همسایه از حالت خواب خارج شوند.

۳. مصرف انرژی : روش های مناسب پیکربندی هندسی شبکه و یا انتخاب Parent می تواند مصرف انرژی را کاهش دهد.

۴. پروفیسور میزوتامی گوید: "مصرف انرژی در حال حاضر مسئله ای مهم در ادواتی هستند که از جریان برق استفاده می کنند چه این قطعات روشن و یا خاموش می شوند. ترکیب ترانزیستور تک الکترونی با فن آوری NEM، مصرف انرژی حسگر را در هر دو حالت روشن و خاموش کاهش می دهد. مصرف انرژی در حالت standby نیز به صفر کاهش یافته است."

۵. تحمل خرابی: برخی از گره های حسگری ممکن است از کار بیفتند یا به دلیل پایان توانشان، عمر آنها تمام شود، یا آسیب فیزیکی ببینند و از محیط تأثیر بگیرند. از کار افتادن گره های حسگری نباید تأثیری روی کارکرد عمومی شبکه داشته باشد. بنابراین تحمل خرابی را "توانایی برقرار نگه داشتن عملیات شبکه حسگر علی رغم از کار افتادن برخی از گره ها" تعریف می کنیم. در واقع یک شبکه حسگر خوب با از کار افتادن تعدادی از گره های حسگری، به سرعت خود را با شرایط جدید (تعداد حسگرهای کمتر) وفق داده و کار خود را انجام می دهد قابلیت گسترش تعداد گره های حسگری که برای مطالعه یک پدیده مورد استفاده قرار می گیرند، ممکن است در حدود صدها و یا هزاران گره باشد. مسلماً تعداد گره ها به کاربرد و دقت مورد نظر بستگی دارد؛ به طوری که در بعضی موارد این تعداد ممکن است به میلیون ها عدد نیز برسد. یک شبکه باید طوری طراحی شود که بتواند چگالی بالای گره های حسگری را نیز تحقق بخشد. این چگالی می تواند از چند گره تا چند صد گره در یک منطقه که ممکن است کمتر از ۱۰ متر قطر داشته باشد، تغییر کند.

۶. هزینه تولید: از آنجایی که شبکه های حسگری از تعداد زیادی گره های حسگری تشکیل شده اند، هزینه یک گره در برآورد کردن هزینه کل شبکه بسیار مهم است. اگر هزینه یک شبکه حسگری گران تر از هزینه استفاده از شبکه های مشابه قدیمی باشد، در بسیاری موارد استفاده از آن مقرون به صرفه نیست. در نتیجه قیمت هر گره حسگری تا حد ممکن باید پایین نگه داشته شود.

۷. هر حسگر ممکن است بخش های دیگری را نیز که به کاربرد خاص شبکه مربوط است دارا باشد. به عنوان نمونه، اکثر تکنیک های مسیریابی و وظایف حسگری نیازمند دانش دقیقی از مکان یابی جغرافیایی است. در نتیجه متداول است که گره های حسگری دارای سیستم موقعیت یابی نیز باشند. علاوه بر این در برخی موارد گره حسگری لازم است که متحرک باشد، بنابر این در مواقع لزوم بخشی نیز برای حرکت در نظر گرفته می شود.

۸. اندازه مورد نیاز برای حسگر ممکن است حتی کوچک تر از یک سانتی متر مکعب باشد. علاوه بر اندازه، محدودیت های فراوان دیگری نیز برای گره های حسگری وجود دارد؛ این گره ها باید توان بسیار کمی مصرف کنند، در یک محیط با چگالی بالا (از نظر تعداد گره ها) کار کنند، قیمت تمام شده آنها ارزان باشد، قابل رها کردن در محیط و همچنین خودکار باشند. بدون وقفه کار کنند و قابلیت سازگاری با محیط داشته باشند حسگرها بطور

دقیق کوچکترین نوسانات دمایی، کوچکترین تغییرات میدان مغناطیسی و جریانات هوایی محسوس را ثبت می کنند. در برخی موارد، محدودیت هایی برای دقت وجود دارد برای مثال زمانی که حسگر برای ثبت نوسانات کوچک میدان مغناطیسی بکار گرفته می شود و در محیط، میدان مغناطیسی بزرگ وجود دارد. اگر این حسگرها در آینه ی اتومبیل به کار برده شوند با تغییر راننده، صندلی و آینه باید دوباره تنظیم شوند. سیم های تامین کننده ی برق لازم برای گرم کردن آینه و کنترل کننده ی استپ موتور، تولید میدان مغناطیسی می کنند. بنابراین این حسگر، تنها میدان تولیدی توسط آهن ربا را دریافت نمی کند بلکه میدان سیم برق هم بر آن اثر می گذارد در نتیجه نتایجی غلطی بدست می آید.

۹. تحمل پذیری در برابر خطا مثلاً خطای قطع برق

۱۰. در صنعت همیشه خطر نشت گاز های سمی وجود داشته است، متاسفانه حسگرهای گازی رایج بسیار دیر موفق به شناسایی این گازها با غلظت پایین می شوند و این خود لزوم استفاده از حسگر های سریع تر و دقیق تر را ایجاب می کرد.

## ۲-۲۸ مزایای شبکه های حسگر بیسیم

برای دسترسی به اینترنت، سه راه مطمئن و شناخته شده وجود دارد.

دسته ۱ - دسترسی شماره گیری (Dial-up) این روش با استفاده از یک مودم آنالوگ و یک خط تلفن قابل پیاده سازی است و حداکثر می تواند دارای پهنای باند ۵۶ kbps باشد.

دسته ۲ - دسترسی باند پهن (Broadband): این روش مبتنی بر کابل و دارای پهنای باند گسترده برای کاربران است و می توان از DSL و خطوط T و E به عنوان نمونه های این نوع دستیابی نام برد. دسته ۳ - دسترسی بی سیم (Wireless) این روش در حال حاضر تنها بصورت Wi-Fi و Bluetooth وجود دارد و با استفاده از امواج الکترو مغناطیس کار می کند و می تواند اتصالات را در محدوده ۱ کیلومتر، رستوران و یا کتابخانه از تجهیزات سیمی و کابلی بی نیاز کند.

هر کدام از روشهای یاد شده در کنار مزایای مشهودی که دارند دارای نقایصی هم هستند. مثلاً در روش های دسته بندی شده در دسترسی باند پهن هزینه بالای دسترسی و همچنین عدم امکان حرکت برای کاربر نقص به شمار

می آید. همچنین در روش بی سیم Wi-Fi که در آن دسترسی نسبتاً سریع (در مقایسه با Dialup) به همراه امکان حرکت متصل شونده فراهم شده است، برد کوتاه امواج و نیز سرعت پائین (در مقایسه با باند پهن) خوشایند نیست.

## ۲-۲۹ معرفی شبکه های بی سیم (WIFI)

شبکه های ارتباطی بدون سیم همواره از امواج رادیویی استفاده می کنند. در این شبکه های یک قطعه رایانه ای اطلاعات را تبدیل به امواج رادیویی می نماید و آنها را از طریق آنتن ارسال می کند. در طرف دیگری روتر بدون سیم، با دریافت سیگنال های فوق و تبدیل آنها به اطلاعات اولیه، داده ها را برای رایانه قابل فهم خواهد ساخت به زبانی ساده، سیستم Wi-Fi را می توان به یک جفت واکس - تاکی که شما از آن برای مکالمه با دوستان خود استفاده می کنید تشبیه نمود. توان خروجی و یا قدرت فرستنده این گونه لوازم اغلب در حدود یک چهارم وات است و با این وصف، برد آنها چیزی در حدود ۵۰ تا ۱۰۰ متر می رسد حال فرض کنید تجهیزاتی که در سیستم Wi-Fi مورد استفاده قرار می گیرند، همانند مثال پیشین قابلیت ارسال و دریافت را دارا می باشند اما تفاوت اصلی آنها در این است که این رادیوها قادر هستند تا اطلاعات به شکل صفر و یک دیجیتال را به حالت امواج رادیویی تبدیل نمایند و سپس منتقل کنند. به طور کلی سه ویژگی عمده برای سیستم های وای-فای قابل ذکر است:

۱. رادیوهای سیستم Wi-Fi با استانداردهای 802.11b و 802.11g کار می کنند و عمل ارسال و دریافت را بر روی فرکانس های ۲,۴ گیگاهرتزی و یا ۵ گیگاهرتزی انجام می دهند.
  ۲. رادیوهای سیستم Wi-Fi از انواع مختلفی از تکنیک های کدگذاری اطلاعات بهره می برند که نتیجه آن افزایش نرخ سرعت تبادل داده ها خواهد بود.
  ۳. رادیوهای بی سیم Wi-Fi مورد استفاده قرار می گیرند، قابلیت تغییر فرکانس را دارا هستند. مزیت این ویژگی در این است که، از ایجاد تداخل کار سیستم های مختلف Wi-Fi در نزدیکی هم جلوگیری می کند.
- به دلایلی که ذکر شد، سیستم های رادیویی Wi-Fi ظرفیت و سرعت انتقال داده بالاتری را نسبت به بیسیم های رادیویی دارند. بسته به نوع استاندارد، سرعت ارسال داده از ۱۱ تا ۳۰ مگابیت بر ثانیه متفاوت می باشد.
- نکته قبل ذکر اینست که سیستم وای-فای تا شعاع ۵۰ الی ۱۰۰ متر را تحت پوشش قرار می دهد که یکی از نقاط ضعف آن می باشد.

## فصل سوم : **WiMAX** چیست ؟

### ۱-۳ WiMAX چیست ؟

WiMAX یک روش بی سیم فوق العاده سودمند و انقلابی در زمینه دسترسی تمامی کاربران (در هر سطحی) به اینترنت است. این نام از حروف اول کلمات **Per ability for Microwave Access Worldwide Interoperability** گرفته شده و همانگونه که از نام آن پیدا است، راه حلی برای دسترسی به اینترنت از طریق امواج مایکروویو است.

### ۲-۳ معرفی وایمکس

طراحان و مهندسان این روش برآن هستند تا در آینده ای نزدیک، دسترسی بی حد و مرز به اینترنت را برای تمامی کاربران تا حد دسترسی به تلفن همراه آسان کنند و همانگونه که اکنون در اغلب کشورهای جهان، داشتن و استفاده از یک تلفن قابل حمل، به پدیده ای معمولی بدل شده است، دسترسی آسان و بدون محدودیت مکانی به اینترنت، برای همگان حاصل شود. نقطه ضعف بزرگ فناوری های باند پهن فعلی آن است که به دلیل نیاز به سیم کشی، نمی توانند همه مناطق را پوشش دهند. زیرا امکان سیم کشی در همه جا وجود ندارد. فناوری **WiMAX** آمده تا این مشکل را مرتفع کند. **WiMAX** می تواند امکان دسترسی به باند پهن را برای مشترکان معمولی و تجاری به صورت بی سیم فراهم کند.

WiMAX در آینده بسیار نزدیک، اینترنت را در کنار شبکه مخابراتی قرار خواهد داد و چنان انقلابی را در این زمینه به وجود خواهد آورد که روشن کردن اکثر کامپیوترهای قابل حمل، خانگی و یا خاص، مساوی با اتصال آنها به اینترنت باشد. این استاندارد از طرف IEEE معتبر شناخته شده و کد ۸۰۲,۱۶ از طرف این سازمان به آن اختصاص یافته است.

### ۳-۳ تفاوت Wi-Fi و WiMAX

نگاهی به تفاوت‌های Wi-Fi و WiMAX نشان می‌دهد که به رغم تشابه این دو روش در استفاده از امواج میکروویو برای تامین دسترسی اینترنت برای کاربران، Wi-Fi و WiMAX دو سیستم جداگانه هستند.

Wi-Fi اتصال بی سیم را با بردی کوتاه، حداکثر در حد محوطه یک فرودگاه، نمایشگاه یا کافی شاپ (نهایتاً در سطح ۶۵ کیلومتر مربع) برقرار می‌سازد. در حالی که در WiMAX صحبت از اتصال بی سیم دست کم در حد یک شهر کوچک است (چیزی در حدود هشت هزار کیلومتر مربع). گذشته از این حداکثر سرعتی که تکنولوژی Wi-Fi برای کاربران فراهم می‌کند، سرعت دانلود پنج مگابایت در ثانیه است و این در حالی است که کاربران تکنولوژی WiMAX با سرعت شگفت انگیز ۵۰ تا ۱۰۰ مگابایت خواهند توانست داده‌ها را از اینترنت دانلود کنند (به این ترتیب امکان تماشای یک فیلم با کیفیت بالا از اینترنت که سرعتی حداقل برابر با ۱۰ مگابایت در ثانیه نیاز دارد برای کاربری که در حال حرکت بایک لپ تاپ است به راحتی ممکن خواهد بود).

تفاوت عمده دیگر WiMAX با Wi-Fi و نیز روش‌های دسترسی با پهنای باند بالا، ارزان بودن آن است که هرچند تا رسیدن به این مولفه به شدت مهم راه زیادی مانده است ولی یکی از اهداف طراحان آن است. "ارزان بودن" یا حتی "زیاد گران نبودن" چیزی است که برآورده شدن آن می‌تواند تمام تکنولوژی‌های رقیب WiMAX را از میدان به در کند.

### ۴-۳ ویژگی‌های وایمکس

شبکه‌های بنا شده با تکنولوژی WIMAX ، جزء شبکه‌های "wireless" شهری محسوب می‌شوند که به راحتی می‌توانند به وسیله منطقه بسیار وسیعی که دکل‌های WIMAX تحت پوشش خود قرار می‌دهند، کل شهر و یا شهرک‌های صنعتی و مناطق استراتژیک را پوشش دهند و قابلیت استفاده اینترنت بسیار پر سرعت را از طریق این تکنولوژی برای سازمان‌ها، ارگان‌ها و شرکت‌های تجاری و همچنین منازل مسکونی امکان پذیر سازند. به کمک WIMAX ، سرعت داده‌هایی مانند Wi-Fi، پشتیبانی می‌شوند و موضوع تداخل امواج نیز کاهش می‌یابد. یکی از ویژگی‌های این تکنولوژی عدم نیاز به دید مستقیم بین مشترکان و دکل‌های BTS می‌باشد. از جمله خصوصیات WIMAX آن است که علاوه بر داده، صدا و تصویر را نیز به خوبی پشتیبانی می‌کند و سرویسی که ارائه می‌شود به صورت کاملاً نامحدود می‌باشد و هیچ گونه محدودیت حجمی و یا زمانی ندارد و این بدان معناست که کاربر می‌تواند بدون هیچ محدودیت زمانی، در تمام شبانه روز به هر مقدار و حجمی که پهنای باندش اجازه می‌دهد download و یا upload داشته باشد. یکپارچگی مودم، فرستنده و گیرنده رادیویی در سایز بسیار کوچک و قابل حمل و امکان نصب بسیار آسان آن نیز جزو برتری‌هایی محسوب می‌شود که نسبت به سایر فن‌آوری‌های مشابه خود داراست. امکان مدیریت مودم کاربر از راه دور توسط شرکت و کارشناسان فنی و قابلیت به روز رسانی نرم‌افزارهای مودم نیز در زمره این گونه موارد قرار می‌گیرند.

### ۳-۵ محدوده پوشش وسیع

میزان فضای پوشش داده شده توسط یک فرستنده WIMAX بستگی به شرایط مختلفی دارد ولی در حالت کلی برای دید غیر مستقیم 1NLOS بین 1/5 کیلومتر و برای دید مستقیم 2LOS تا 30 کیلومتر است. عدم نیاز به دید مستقیم میان مودم سمت کاربر و آنتن مرکزی و شعاع فوق العاده زیاد تحت پوشش آن در حین سرعت بالای انتقال داده نیز از جمله ویژگی‌های دیگر آن محسوب می‌شود. که توپولوژی‌های پیشرفته و تکنیک‌های آنتنی می‌توانند برای پوشش برد بیشتری به کار روند.

### ۳-۶ استفاده در حال حرکت Mobility

Mobility یا قابلیت تحرک کاربر یکی از مهمترین مزایای سرویس WIMAX است. این قابلیت به این معنی است که کاربر در حال حرکت می‌تواند بدون قطع شدن از ارتباط استفاده کند و چنانچه در حال حرکت از یک آنتن به آنتن دیگر برسد مانند ارتباط موبایل از آنتن جدید ارتباط خواهد گرفت. خصوصیت interoperability در این

تکنولوژی، بدین معناست که کاربر می تواند هر محصول مورد علاقه خود را با ویژگی های مورد نظرش خریداری کند و مطمئن باشد که این محصول با سایر محصولات مورد تایید مشابهش هماهنگی و سازگاری خواهد داشت که این امر رقابت بین شرکت ها، بهتر شدن کیفیت محصولات و کاهش قیمت ها را در پی خواهد داشت.

### ۷-۳ کاربردهای WIMAX

مهمترین خصوصیت و برتری WIMAX ، همان قابلیت سیار بودن آن است که موجب می شود این تکنولوژی وارد لپ تاپ ها، کامپیوترهای دستی و در نهایت گوشی های تلفن های همراه شود و این امکان را به آنها می دهد که کاربران برای استفاده از اینترنت پرسرعت نیاز به استقرار در یک مکان خاص و یا محدوده بسیار محدود نباشند و بتوانند در هر حال و حتی در حال حرکت با سرعت های بالا نیز از این امکان بهره مند گردند. یکی از ویژگی های جالب و قابل توجه در این مورد load کردن اطلاعات بر روی گوشی های تلفن همراه می باشد که می تواند برای جنبه های تبلیغاتی بسیار موثر واقع گردد. مثلاً فردی که در حال گذر از یک پل هوایی است به یک باره حجمی از اطلاعات بر روی گوشی وی فرستاده می شود که می تواند در قالب تصویر، صوت و یا انیمیشن باشد که برای جنبه های تبلیغاتی بکار گرفته شود و یا تعداد قابل توجهی افراد که روزانه از مترو استفاده می کنند که در هر ایستگاه نوع خاصی از تبلیغات می تواند برای این افراد فرستاده شود که این جنبه ها موج جدیدی از این فن آوری فوق العاده را در دنیای امروزی نمایان می سازند.

علاوه بر این همانطوری که ذکر شد در برنامه های این تکنولوژی، استفاده از سرویس هایی همچون VOIP نیز گنجانده شده است که ممکن است این تکنولوژی را به عنوان یکی از رقبای سیستم موبایل کلاسیک تبدیل کند.

### ۸-۳ طرز کار وایمکس

WIMAX از نظر استفاده از امواج مایکروویو برای دسترسی مستقیم کاربران به اینترنت، تا حدود زیادی شبیه Wi-Fi است، با این تفاوت که سرعت آن بسیار بالاتر و برد آن به طور چشمگیری وسیع تر است. به طوری که سرعت آن را می توان با خطوط پرسرعت با پهنای باند وسیع (نظیر T ۱ و ADSL) مقایسه کرد و برد امواج آن را با تلفن همراه. از نظر فراگیری شبکه نیز با هیچ کدام از مقیاس های شناخته شده شبکه قابل مقایسه نیست و حتی از مقیاس MAN که برای شبکه های شهری به کار می رود و در حال حاضر بزرگترین مقیاس شبکه های یکپارچه است هم به مراتب وسیع تر است این سیستم از دو بخش کلی تشکیل می شود: اول برج [وایمکس] ( WIMAX tower ) که بیشترین شباهت را به برج های مخابراتی دارد و قادر است تا شعاع ۸ هزار کیلومتر مربع را تحت پوشش خود

بگیرد. دوم گیرنده [وایمکس] ( WIMAX receiver ) شامل آنتن گیرنده امواج مایکروویو که می تواند بر حسب موقعیت گیرنده از یک قطعه کوچک گیرنده Wi-Fi در یک لپ تاپ تا گیرنده فرستنده داخلی در یک اداره متفاوت باشد. برج WMAX می تواند به طور مستقیم و با یک پهنای باند بالا (مثلاً خط ۳T) با اینترنت در ارتباط باشد و امواج را به کاربران ویا به برج بعدی انتقال دهد. با توجه به گستره بالای هر برج ( ۸ هزار کیلومتر مربع) با ایجاد برج های متعدد در انتهای محدوده تحت پوشش یک برج دیگر، می توان محدوده قابل توجهی را مشابه با سیستم تلفن همراه غیر ماهواره ای تحت پوشش قرار داد. کاربرانی که هم اکنون از سیستم Wi-Fi برای اتصال به اینترنت استفاده می کنند به خاطر تشابه استفاده از سیگنال ها، احتمالاً می توانند از WIMAX نیز استفاده کنند هر چند که تجهیزات دریافت امواج WIMAX در حال حاضر متفاوت با Wi-Fi است.

### ۳-۹ پروتکل های شبکه های بی سیم

IEEE (انجمن مهندسين برق و الکترونیک) با اتکاء به دانش فنی صدها مهندس عضو خود، طیف کاملی از استانداردها را برای شبکه بی سیم ایجاد نموده است که شامل ۸۰۲,۱۵ برای شبکه های شخصی PAN، ۸۰۲,۱۱ برای شبکه های محلی (LAN) ، ۸۰۲,۱۶ برای شبکه های شهری (MAN) و ۸۰۲,۲۰ برای شبکه های گسترده (WAN) می گردد.

یکی از موفق ترین استانداردهای بدون سیم، IEEE ۸۰۲,۱۱ می باشد که فناوری منتخب اکثر شبکه های محلی بی سیم (WLAN) در اماکن عمومی و شرکت ها می باشد و ایجاد HotSpot را به عنوان کسب و کار بزرگی برای فراهم کنندگان خدمات دسترسی بی سیم به اینترنت فراهم نموده است. Hotspot که ترجمه تحت اللفظی آن نقطه داغ می باشد، اصطلاحی است که به برقراری ارتباط کاربران با شبکه بی سیم در مکان های عمومی اطلاق می گردد.

کاربران با حضور در یک Hotspot (مثلاً یک رستوران یا فرودگاه یا یک فروشگاه) به شبکه متصل می شوند و می توانند از خدمات آن همچون اینترنت استفاده کنید. در حال حاضر تشکلی از شرکت های تولیدکننده و فراهم کنندگان خدمات موسوم به Wi-Fi توسعه دستاوردهای تجاری حاصل از ۸۰۲,۱۱ را دنبال می کند. پروتکل IEEE ۸۰۲,۱۶ برای شبکه های بزرگ بی سیم شهری یا اصطلاحاً WIMAN تعبیه شده است. این استاندارد از ابتدا برای ارائه دسترسی بی سیم در باندپهن (Broadband) به شبکه های شهری طرح گردیده است و ظرفیت انتقال آن قابل قیاس با خطوط مخابراتی E1 و مودم های ADSL می باشد. در این زمینه شرکت اینتل با ایجاد سازمانی به نام WIMAX Forum گامی بلند در جهت هماهنگ و همگرا کردن فعالیتها و همچنین ساخت تجهیزات مورد نیاز در زمینه استاندارد ۸۰۲,۱۶ برداشته است.

### ۱۰-۳ پروتکل ۸۰۲,۱۶

در ژانویه سال ۲۰۰۳، IEEE با انتشار ۸۰۲,۱۶ نسخه جدیدی از فناوری‌های بی‌سیم را ارائه نمود که در طیف فرکانس رادیویی ۲ الی ۱۱ گیگاهرتز کار می‌کند و این در حالی است که استاندارد اولیه برای کار در طیف ۱۰ الی ۶۶ گیگاهرتز طرح گردیده‌بود. بزرگترین نتیجه این تغییر، رفع مشکل "محدودیت دید مستقیم" می‌باشد.

لازم به یادآوری است که خصوصیات امواج رادیویی با فرکانس بالای ۱۰ گیگاهرتز باعث جذب این امواج توسط موانع طبیعی و مصنوعی (برای مثال درخت‌ها و ساختمان‌ها) می‌گردد و لازم است با نصب آنتن‌های فرستنده و گیرنده بر روی نقاط مرتفع و برج‌های مخابراتی، نوعی دید مستقیم بین مبداء و مقصد ایجاد شود. ۸۰۲,۱۶ با رفع این محدودیت، هزینه‌های ایجاد شبکه بی‌سیم شهری را به طرز قابل توجهی کاهش می‌دهد.

ساختار یک شبکه مبتنی بر استاندارد ۸۰۲,۱۶ متشکل از یک یا چند ایستگاه پایه می‌باشد که از طریق تعدادی آنتن فرستنده و گیرنده که هر یک در یک قطاع جداگانه فرکانسی قرار دارند، سرویس ارتباطی مشترکین خانگی و تجاری را در یک محدوده با شعاع تقریبی ۶ تا ۹ کیلومتری برقرار می‌کند.

البته این فاصله بنا به شرایط می‌تواند تا ۴۵ کیلومتر نیز افزایش یابد. ایستگاه پایه خود از طریق یک خط پرفریت مخابراتی، به یکی از نقاط شبکه مادر متصل می‌باشد.

هر ایستگاه پایه دارای یک یا چند قطاع رادیویی است که با فرض استفاده از ۲۰ مگاهرتز پهنای باند، هر یک از آن‌ها ظرفیت تبادل اطلاعات با نرخ در حدود ۷۵ مگابیت در ثانیه را دارند. بنابراین به طور تقریبی ارائه خدمات به ۴۰ مشترک بزرگ با ظرفیت دسترسی ۲ مگابیت در ثانیه (معادل خطوط 1E) و یا چند صد مشترک خانگی با ارتباطی مشابه با مودم‌های XDSL در هر قطاع امکان‌پذیر است.

انعطاف بالایی در انتخاب ترکیب مشترکین و نحوه توزیع ظرفیت بین آن‌ها وجود دارد. که به فراهم‌کننده خدمات آزادی عمل فراوانی در سرویس‌دهی به نقاط شهری و روستایی را می‌دهد.

۸۰۲,۱۶، مشخصات امنیت و کیفیت خدمات (QOS) لازم برای کاربردهای حساسی همچون انتقال همزمان صوت و تصویر را در خود دارد و به این ترتیب نیازهای مشتریان مشکل پسند هم برطرف خواهد گردید.

### ۱۱-۳ مشخصات IEEE ۸۰۲,۱۶

۱. شعاع تحت پوشش هر دکل حداکثر ۵۰ کیلومتر
۲. سرعت 70Mbps
۳. عدم نیاز به دید مستقیم بین کاربر و دکل WIMAX
۴. فرکانس مورد استفاده بین ۲ تا ۱۱ گیگاهرتز و ۱۰ تا ۶۶ گیگاهرتز (دید مستقیم و غیرمستقیم)
۵. پهنای باند و ظرفیت بالا
۶. ارتباط LOS و NLOS

WIMAX در دو نسخه ثابت (Fixed) و سیار (Mobile) استاندارد سازی شده است که نسخه‌ی ۸۰۲,۱۶ تا برای WIMAX ثابت و نسخه‌ی ۸۰۲,۱۶ که اخیراً پیاده سازی شده است، برای مصارف سیار حتی تا سرعت‌های ۱۲۰ کیلو متر بر ساعت در نظر گرفته شده است. در شکل زیر جزئیات استانداردهای [WIMAX] ذکر شده است.

طیف فرکانسی [WIMAX] در راستای تبدیل شدن به یک استاندارد جهانی، WIMAX قادر به کار در طیف‌های فرکانسی گوناگون می‌باشد. بنابراین قوانین ملی کشورها درباره امواج رادیویی مانعی در به کارگیری فناوری فوق نیست. در حال حاضر طیف‌های فرکانسی ممکن عبارتند از:

۱. حوزه فرکانسی ۳/۳ الی ۸/۳ گیگاهرتز
۲. حوزه فرکانسی ۳/۲ الی ۷/۲ گیگاهرتز
۳. حوزه فرکانسی ۷۲۵/۵ الی ۸۵/۵ گیگاهرتز

امکان گزینش طیف فرکانسی علاوه بر ایجاد سازگاری با قوانین ملی هر کشور، انعطاف بالایی در انتخاب نوع تجهیزات ایستگاه پایه و سمت مشتری ایجاد می‌کند.

## ۱۲-۳ آینده WIMAX

استاندارد IEEE وعده داده است پایه گذاری استاندارد جدید ۸۰۲,۱۶ m تا سال ۲۰۰۹ است که نسل جدید WIMAX توسعه یافته است که قابلیت انتقال داده‌ها تا یک گیگابایت در ثانیه را دارا می‌باشد. این موسسه به دنبال ارتقای سطح کیفیت تکنولوژی WIMAX موبایلیتی (ارسال پایدار دیتای سنگین در حین حرکت با سرعت بالا)

می باشد که نشان دهنده عمومی شدن این تکنولوژی برای تمام کاربران ثابت و متحرک می باشد. همانطور که تا سال ۲۰۰۷ وعده داده شده بود ۸۰۲,۱۶e که همان WIMAX موبایلیتی است به مرحله ظهور بانجامد و با پیگیری های انجمن جهانی WIMAX این ادعا تا حدودی میسر گردید و در حال حاضر برخی کمپانی ها به این ادعا دست یافته و در حال توسعه کامل تا نیمه دوم امسال هستند. از مهمترین خصوصیات استاندارد جدیدی که ۲۰۰۹ به مرحله عمل خواهد رسید ارائه پهنای باند پایدار تا سقف ۱۰۰ مگابیت در ثانیه به کاربرانی که با سرعت ۶۰ تا ۲۵۰ کیلومتر در ساعت در حال حرکت هستند خواهد بود که این امر در صورت عملی شدن نقطه عطف بزرگی در صنعت IT است و یک فرد عادی می تواند زمانی را که در سفر یا در حال رفت آمد به محل کار خود است با ارتباط ۱۰۰ مگابیت در ثانیه مثل یک کاربر در محل کار، تمامی امکانات مختلف از جمله ویدئو کنفرانس و انتقال پرسرعت اطلاعات و اینترنت پرسرعت را باهم در اختیار داشته باشد و تغییر فواصل از دکل های اصلی هر میزان هم در پهنای باند تاثیر بگذارد در کار مشترک تاثیر چندانی نخواهد داشت و با حتی یک مگابیت در ثانیه نیز امکانات بسیاری در اختیار خواهد داشت.

سرعت یک گیگابیت هم مربوط به مشترکان ثابت (low Mobility) خواهد بود و البته شاید امروزه به صورت نقطه به نقطه به کمک روش لیزر امکان چنین ارتباطی به صورت خیلی محدود برقرار شده است اما قطعاً در آینده به روشهای نقطه به چند نقطه و فواصل طولانی با پایداری بالا میسر خواهد شد. مزیت مهم دیگر استاندارد جدید ۸۰۲,۱۶m برای WIMAX ، سازگاری با نسل سوم و چهارم موبایل دنیا خواهد بود که روی این امر نیز تلاش خواهد شد.

پیشرفت های اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی سیم توانایی طراحی و ساخت حسگرهایی را با توان مصرفی پایین، اندازه کوچک، قیمت مناسب و کاربری های گوناگون داده است. این حسگرهای کوچک که توانایی انجام اعمالی چون دریافت اطلاعات مختلف محیطی (بر اساس نوع حسگر، پردازش و ارسال آن اطلاعات را دارند، موجب پیدایش ایده ای برای ایجاد و گسترش شبکه های موسوم به شبکه های بی سیم حسگر WSN شده اند.

یک شبکه حسگر متشکل از تعداد زیادی گره های حسگری است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع آوری اطلاعات از محیط می پردازند. لزوماً مکان قرار گرفتن گره های حسگری، از قبل تعیین شده و مشخص نیست. چنین خصوصیتی این امکان را فراهم می آورد که بتوانیم آنها را در مکان های خطرناک و یا غیرقابل دسترس رها کنیم.

از طرف دیگر این بدان معنی است که پروتکل ها و الگوریتم های شبکه های حسگری باید دارای توانایی های خودساماندهی باشند. دیگر خصوصیت های منحصر به فرد شبکه های حسگری، توانایی همکاری و هماهنگی بین گره های حسگری است. هر گره حسگر روی برد خود دارای یک پردازشگر است و به جای فرستادن تمامی اطلاعات خام به مرکز یا به گره ای که مسئول پردازش و نتیجه گیری اطلاعات است، ابتدا خود یک سری پردازش های اولیه و ساده را روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می دهد و سپس داده های نیمه پردازش شده را ارسال می کند. با اینکه هر حسگر به تنهایی توانایی ناچیزی دارد، ترکیب صدها حسگر کوچک امکانات جدیدی را عرضه می کند. در واقع قدرت شبکه های بی سیم حسگر در توانایی به کارگیری تعداد زیادی گره کوچک است که خود قادرند سرهم و سازماندهی شوند و در موارد متعددی چون مسیریابی هم زمان، نظارت بر شرایط محیطی، نظارت بر سلامت ساختارها یا تجهیزات یک سیستم به کار گرفته شوند.

گستره کاربری شبکه های بی سیم حسگر بسیار وسیع بوده و از کاربردهای کشاورزی، پزشکی و صنعتی تا کاربردهای نظامی را شامل می شود. به عنوان مثال یکی از متداول ترین کاربردهای این تکنولوژی، نظارت بر یک محیط دور از دسترس است. مثلاً نشتی یک کارخانه شیمیایی در محیط وسیع کارخانه می تواند توسط صدها حسگر که به طور خودکار یک شبکه بی سیم را تشکیل می دهند، نظارت شده و در هنگام بروز نشت شیمیایی به سرعت به مرکز اطلاع داده شود.

در این سیستم ها بر خلاف سیستم های سیمی قدیمی، از یک سو هزینه های پیکربندی و آرایش شبکه کاسته می شود از سوی دیگر به جای نصب هزاران متر سیم فقط باید دستگاه های کوچکی را که تقریباً به اندازه یک سکه هستند (شکل ۱)، را در نقاط مورد نظر قرار داد. شبکه به سادگی با اضافه کردن چند گره گسترش می یابد و نیازی به طراحی پیکربندی پیچیده نیست.

## ۱۳-۳ ویژگی های WIMAX

وجود برخی ویژگی ها در شبکه حسگر/ کاراندازه آن را از سایر شبکه های سنتی و بی سیم متمایز می کند. از آن جمله عبارتند از:

۱. تنگناهای سخت افزاری شامل محدودیتهای اندازه فیزیکی، منبع انرژی، قدرت پردازش، ظرفیت حافظه
۲. تعداد بسیار زیاد گره ها
۳. چگالی بالا در توزیع گره ها در ناحیه عملیاتی
۴. وجود استعداد خرابی در گره ها
۵. تغییرات توپولوژی بصورت پویا و احیانا متناوب
۶. استفاده از روش پخش همگانی در ارتباط بین گره ها در مقابل ارتباط نقطه به نقطه
۷. داده محور بودن شبکه به این معنی که گره ها کد شناسایی ندارند.

### ۳-۱۴ کاربرد شبکه های بی سیم حسگر

۱. کشاورزی دقیق: استفاده از شبکه های بی سیم حسگر در کشاورزی اجازه می دهد آبیاری به طور دقیق انجام شود و بارور کردن خاک بوسیله قرار دادن سنسورها در داخل خاک انجام می شود. برای این کار تعداد سنسور های نسبتا کمی نیاز است تقریبا یک سنسور در هر صد متر مربع. به همین نحو، برای کنترل آفت در زمین کشاورزی می توانیم از این شبکه استفاده کنیم. همچنین، پرورش چارپایان اهلی می توانند از این شبکه ها بهره ببرند با قرار دادن یک سنسور در روی هر گاو یا خوک که وضعیت سلامتی حیوان را (بوسیله دمای بدن و ... ) کنترل می کند و تولید یک پیام هشدار اگر مقدار علایم حیاتی از مقدار آستانه تجاوز کند.
۲. مراقبت بهداشتی و پزشکی: نصب سنسورها بر روی بدن بیماران جهت کنترل علائم حیاتی آنها زمانی که نیاز هست این بیماران برای یک مدت زمان زیادی تحت کنترل باشند و راهنمایی بیماران برای مصرف دارو) حسگرهای جاسازی شده در بسته های دارو تا زمانیکه یک بیمار دارو را به صورت اشتباه مصرف کرد یک پیام هشدار ایجاد کند).
۳. کنترل محیط: شبکه های بی سیم حسگر می توانند برای کنترل و نظارت بر محیط بکار بروند. برای نمونه می توانند برای کنترل مواد آلاینده در محیط های که زباله ها دفع می شوند بکار بروند. نمونه دیگر، نظارت بر فرسایش خاک در یک محیط است. یک مثال دیگر می تواند برای شمارش تعداد گیاهان و حیواناتی که در یک مکان خاص زندگی می کنند، به کار رود.
۴. کاربردهای نظامی: شبکه های سنسور بی سیم می توانند به عنوان بخش مهمی از سیستمهای ارتباطی، نظارتی، ناوبری، هوشمند و پردازش نظامی مورد استفاده قرار گیرند. گاهی اوقات در این شبکه ها نود ها با

فرستنده و گیرنده های ماهواره ای جهانی GPS همراه میشوند که در موقعیت یابی دقیق مناطق جنگی مورد استفاده واقع می شوند.

## ۳-۱۵ انواع شبکه های حسگر بیسیم

در یک شبکه ، یک کامپیوتر می تواند هم سرویس دهنده وهم سرویس گیرنده باشد. یک سرویس دهنده (Server) کامپیوتری است که فایل های اشتراکی وهمچنین سیستم عامل شبکه که مدیریت عملیات شبکه را ب ه عهده دارد را نگهداری می کند برای آنکه سرویس گیرنده "Client" بتواند به سرویس دهنده دسترسی پیدا کند ، ابتدا سرویس گیرنده باید اطلاعات مورد نیازش را از سرویس دهنده تقاضا کند. سپس سرویس دهنده اطلاعات در خواست شده را به سرویس گیرنده ارسال خواهد کرد.

سه مدل از شبکه هایی که مورد استفاده قرار می گیرند ، عبارتند از :

۱. شبکه نظیر به نظیر " Peer- to- Peer "

۲. شبکه مبتنی بر سرویس دهنده " Server- Based "

۳. شبکه سرویس دهنده / سرویس گیرنده "Client Server "

مدل شبکه نظیر به نظیر: در این شبکه ایستگاه ویژه ای جهت نگهداری فایل های اشتراکی وسیستم عامل شبکه وجود ندارد. هر ایستگاه می تواند به منابع سایر ایستگاه ها در شبکه دسترسی پیدا کند. هر ایستگاه خاص می تواند هم بعنوان Server وهم بعنوان Client عمل کند. در این مدل هر کاربر خود مسئولیت مدیریت وارتقاء دادن نرم افزارهای ایستگاه خود را بعهده دارد. از آنجایی که یک ایستگاه مرکزی برای مدیریت عملیات شبکه وجود ندارد ، این مدل برای شبکه ای با کمتر از ۱۰ ایستگاه بکار می رود .

مدل شبکه مبتنی بر سرویس دهنده : در این مدل شبکه ، یک کامپیوتر بعنوان سرویس دهنده کلیه فایل ها و نرم افزارهای اشتراکی نظیر واژه پرداز ها، کامپایلرها ، بانک های اطلاعاتی و سیستم عامل شبکه را در خود نگهداری می کند. یک کاربر می تواند به سرویس دهنده دسترسی پیدا کرده و فایل های اشتراکی را از روی آن به ایستگاه خود منتقل کند.

مدل سرویس دهنده / سرویس گیرنده : در این مدل یک ایستگاه در خواست انجام کارش را به سرویس دهنده ارائه می دهد و سرویس دهنده پس از اجرای وظیفه محوله ، نتایج حاصل را به ایستگاه در خواست کننده عودت می دهد. در این مدل حجم اطلاعات مبادله شده شبکه ، در مقایسه با مدل مبتنی بر سرویس دهنده کمتر است و این مدل دارای کارایی بالاتری می باشد.

هر شبکه اساسا از سه بخش ذیل تشکیل می شود: ابزارهایی که به پیکربندی اصلی شبکه متصل می شوند بعنوان مثال : کامپیوتر ها ، چاپگرها، هاب ها ( Hubs ) سیم ها ، کابل ها و سایر رسانه هایی که برای اتصال ابزارهای شبکه استفاده می شوند.

سازگار کننده ها ( Adaptor ) : که بعنوان اتصال کابل ها به کامپیوتر هستند . اهمیت آنها در این است که بدون وجود آنها شبکه تنها شامل چند کامپیوتر بدون ارتباط موازی است که قادر به سهیم شدن منابع یکدیگر نیستند . عملکرد سازگارکننده در این است که به دریافت و ترجمه سیگنال های درون داد از شبکه از جانب یک ایستگاه کاری و ترجمه و ارسال برون داد به کل شبکه می پردازد

### ۳-۱۶ اجزاء شبکه

اجزا اصلی یک شبکه کامپیوتری عبارتند از :

۱. کارت شبکه (NIC (Network Interface Card) : برای استفاده از شبکه و برقراری ارتباط بین کامپیوتر ها از کارت شبکه ای استفاده می شود که در داخل یکی از شیارهای برد اصلی کامپیوتر های شبکه " اعم از سرویس دهنده و گیرنده " بصورت سخت افزاری و برای کنترل ارسال و دریافت داده نصب می گردد.
۲. رسانه انتقال ( Transmission Medium ) : رسانه انتقال کامپیوتر ها را به یکدیگر متصل کرده و موجب برقراری ارتباط بین کامپیوتر های یک شبکه می شود . برخی از متداولترین رسانه های انتقال عبارتند از : کابل زوج سیم بهم تابیده " Twisted- Pair " ، کابل کوکسیال " Coaxial " و کابل فیبر نوری " Fiber- Optic " .
۳. سیستم عامل شبکه ( Network Operating System ) : سیستم عامل شبکه بر روی سرویس دهنده اجرا می شود و سرویس های مختلفی مانند: اجازه ورود به سیستم " Login " ، رمز عبور " Password " ، چاپ فایل ها " Print files " ، مدیریت شبکه " work management Net " را در اختیار کاربران می گذارد.

## ۳-۱۷ غوغای امواج

شبکه های مختلف بی سیم که روزه روز هم تعدادشان بیشتر می شود، باعث گیجی و سردرگمی بسیاری از کاربران می شود. به همین دلیل، نگاهی اجمالی و کلی به انواع شبکه های بی سیم داده می اندازیم:

۱. WI-FI: بیشتر کاربران حوزه فناوری اطلاعات با وای فای آشنایی دارند. ارتباط بر اساس رسانه وای فای معمولا به واسطه مسیریاب های خانگی یا تجاری-اداری ارائه می شود. امروزه تقریبا در تمامی اماکن عمومی کشورهای توسعه یافته شبکه های وای فای موجود است. در کشور ما هم اماکنی همچون فرودگاه ها و هتل ها و برخی رستوران ها و کافی شاپ ها خود را مقید به ارائه این گونه سرویس ها کرده اند. شبکه های وای فای اندکی سریع تر از شبکه های نسل سوم موبایل ( 3G ) هستند. این قابلیت باعث می شود که این شبکه ها تا بیش از ده مگابایت در ثانیه توانایی تبادل اطلاعات داشته باشند. علت اصلی این موضوع این است که شبکه های وای فای روی تجهیزات و رسانه های خود تکیه دارند و هم زمان هیچ گونه سرویس دیگری را برعکس شبکه های تری جی ارائه نمی دهند. ضعف جدی این شبکه ها به موضوع جابه جایی برمی گردد شما نمی توانید در طول مسیر و

سفر از این شبکه ها استفاده کنید، مگر اینکه در شهری زندگی کنید که در تمام نقاط شهر یک شبکه عظیم وای فای طراحی شده باشد و شما در مسیر آنتن آنها باشید که خوب آن شهر واقعا رویایی خواهد بود البته فراموش نکنید که چنین آنتن هایی در صورتی به درد بخور هستند که واقعا نزدیک آن ها باشید و سینگال خوبی را دریافت کنید. نکته مهم دیگری که باید ملاحظه شود، مصرف انرژی است. معمولا گوشی های موبایلی که از وای فای استفاده می کنند سریع تر باتری مصرف می کنند. اما در حالت g3 میزان مصرف به شدت کاهش پیدا می کند.

۲. g3 : شبکه های سریع g3 که حداکثر تا چند مگابایت در ثانیه خدمت رسانی می کنند، هنوز اندکی از شبکه های وای فای کندتر عمل می کنند. اما این کندی زیاد چشمگیر نیست. شبکه های g3 در اکثر شهرهای کشورهای توسعه یافته و حتی جاده ها و بیابان های این کشورها همانند شبکه تلفن همراه توسعه یافته و می توان در کمتر از چند ثانیه با بیشترین سرعت به اینترنت متصل شد. البته در کشور ما خیلی ها مشغول کارند تا شاید اپراتور چندی بیاید و ما به تکنولوژی های حال حاضر دنیا دسترسی داشته باشیم. البته به علت استفاده از g3 پروتکل های خاص ارتباطی این رسانه ارتباطی اجازه تبادل فایل های حجیم را به ما نمی دهد. البته منظور از حجیم مثلا یک فایل چند صد مگابایتی است. شرکت های مخابراتی بزرگ که اقدام به ارائه این سرویس می کنند هم زمان با ارائه بستر صوتی و تصویری تلفن همراه و حتی بستر پیام کوتاه، g3 را به عنوان بستر ارتباطی اینترنت کاربران در نظر می گیرند. g3 در کشورهای توسعه یافته همانند GPRS در کشور خودمان است، و فقط دو تفاوت بسیار کوچک دارد: قیمت آن بسیار ارزان است و سرعت آن بسیار زیاد. امکان استفاده از bits های معمولی و مجهز کردن آنها به نسل سوم شبکه های مخابراتی سیار و ستون فقرات (بکبون) متناسب باعث می شود این شبکه ها بسیار ارزان و در دسترس باشند.

۳. Edge e - igprs : این گونه شبکه ها بر مبنای پروژه همکاری نسل سوم (پروژه همکاری نسل سوم (GPP3) ایجاد شده اند. با این شبکه ها امکان استفاده از فایل های ویدئویی و یا صوتی کیفیت خوب وجود ندارد، البته در کشور ما این سرعت به عنوان یک سرعت ایده آل برای بهره گیری از اینترنت شناخته می شود. تکنولوژی edge برای تلفن های همراه نسل دوم توسعه یافته است و به عنوان بستر خدماتی برای مشترکانی که هنوز به گوشی های نسل جدید مهاجرت نکرده اند استفاده می شود. در کشور هنوز این تکنولوژی استفاده نمی شود و از نسل گذشته این بستر ارتباطی به عنوان دکوراسیون پرهزینه خدمت رسانی به مشتریان اپراتورهای تلفن همراه بهره گرفته می شود.

۴. وایمکس (WIMAX) : وای مکس (e۸۰۲.۱۶) استاندارد جدیدتری است که برای شبکه بندی بی سیم طراحی شده است. برخی از کاربران به اشتباه وای مکس را با وای فای یکی می گیرند، که این مساله اشتباه است. وای مکس در شبکه های بزرگتر کاربرد بهتری دارد، حال آنکه شبکه های وای فای بیشتر برای محیط های محلی استفاده می شود پیاده سازی زیرساخت وای فای از وای مکس ارزان تر است و یک فرودگاه بزرگ را می توان با کمتر از ۵۰۰ میلیون تومان به طور کامل تحت پوشش این شبکه قرار داد؛ اما وای مکس، برای پیاده سازی شبکه های (access man (metropolitan area) طراحی شده است. هر ایستگاه وای مکس می تواند تا ۶۰ کار تجاری یا صدها کاربر خانگی را پاسخگو باشد، همچنین برد شبکه های وای مکس روی کاغذ تا ۴۵ کیلومتر است، اما در عمل، این مقدار بین ۸ تا ۱۰ کیلومتر برآورد می شود. از نظر عملیاتی، وای مکس و وای فای پیاده سازی مشابهی دارند. ایستگاه وای مکس سیگنالی را به گیرنده وای مکس می فرستد (که شبیه به اکسس پوینت ها در وای فای است) و بعد ارتباط برقرار می شود. بزرگترین دغدغه وای مکس، تعدد کاربران در یک محدوده کوچک است که در این حالت، برخی از کاربران را به نزدیک ترین سرویس دهنده انتقال می دهد. همان طور که گفتیم، ضعف شبکه های وای فای در نقل و انتقال است و زمان برقراری ارتباط (handshake) با شبکه های وای فای بسیار طولانی تر از شبکه های وای مکس است.

### ۳-۱۸ نتیجه گیری از شبکه های حسگر بیسیم :

شبکه های حسگرهای بی سیم قادر به انجام کارهایی هستند که تا پیش از این امکان پذیر و عملی نبوده است . و بطور مستمر با آمدن استانداردهای جدید استفاده از سیستم هایی که با حداقل مصرف انرژی کار می کنند رایج می شود و در آینده شاهد بکار گیری هر چه بیشتر استفاده از این شبکه های حسگرهای بی سیم خواهیم بود .

## فهرست منابع :

1. <http://www.tarjomehcomputer.blogfa.com>
2. <http://www.java.tadbirpoya.ir>

3. <http://www.fa.wikipedia.org>
4. <http://www.ce.aut.ac.ir>
5. <http://www.dadegostaran.com>
6. <http://www.atalebi.com>
7. <http://www.wsnresearch.blogfa.com>
8. <http://www.itera.ir>
9. <http://www.civilica.com>
10. <http://www.wsn.ir>

صفحه چکیده انگلیسی :

In this project about MANET ad hoc networks and wireless sensor network research has been done.

Also, advantages, disadvantages, properties, uses and functions of MANET and sensor networks, wireless ad hoc networks has been evaluated and discussed.

MANET ad hoc networks is the same local network computers, mobile phones, but with this difference that the local network (Ad Hoc) as it is located.

Similarly, wireless sensor networks is also the name implies, are wireless networks that are receiving data signals such as wireless LAN Wire less.