

به نام خدا



Zigbee

نویسندگان:

قاسم حیدری

[ghasem.heidari@gmail.com](mailto:ghasem.heidari@gmail.com)

احسان شایسته نژاد

[e.shaiestenezhad@gmail.com](mailto:e.shaiestenezhad@gmail.com)

کلمات کلیدی:

زیگبی، شبکه های بیسیم، توپولوژی شبکه، نودهای زیگبی

چکیده:

در این مقاله بر آنیم تا با بررسی زیگبی از دیدگاه های مختلف، اهمیت آن را در نسل آینده شبکه های بیسیم مورد توجه قرار دهیم. خواهیم دید علی رغم تفاوت های زیگبی و بلوتوث، وجود یکی دلیلی بر منع استفاده از دیگری نخواهد بود و هر یک کاربردهای خاص خود را دارند. در نهایت با ذکر کاربردها و ویژگی های زیگبی از جمله توان مصرفی کم آن گستردگی کاربرد آن را در آینده خاطر نشان خواهیم کرد.



تا به حال استاندارد شبکه بیسیم وجود نداشته است که نیاز ویژه سنسورها و وسایل کنترلی را برطرف کند. سنسورها و کنترلرها به پهنای باند زیاد احتیاج دارند، در عوض به تأخیر کم و مصرف انرژی پایین برای داشتن باتری با دوام و راه اندازی تعداد زیادی وسیله نیاز دارند. امروزه مجموعه ای از سیستم های بیسیم وجود دارند که به نرخ بالای ارسال داده نیاز نداشته ولی هزینه پایین و جریان مصرفی کم از ملزومات آنها به شمار می آید. وسایل زیگی به این دلیل که استاندارد برای بر آورده کردن نیازهای کاربردی این سیستم ها وجود نداشت، طراحی شدند. [1] نام زیگی از الگوی غیر ترتیبی زیگزگی که زنبورها حین گرده افشانی دنبال می کنند، گرفته شده است. Zig معرف حرکت زیگزگی زنبورها و Bee به معنی زنبور است. این یادآور مسیرهای نامرئی ارتباطی، در یک محیط کاملاً بیسیم شبکه ای زیگی است.[4]

**Zigbee Alliance** اتحادیه کمپانی هایی است که گرد هم آمده اند تا استاندارد ارتباطی بیسیم ارزان قیمت، کم مصرف و دوطرفه ای را به وجود آورند. زیگی آلیانس، علاوه بر تعریف زیگی، حوزه های کاربرد آن را نیز ارائه می نماید تا کمپانی ها قادر به تولید محصولات سازگار باشند.

حوزه های کاربرد زیگی که ارائه شده یا تحت بررسی اند عبارتند از: اتوماسیون خانگی، کاربردهای مخابراتی و مصارف بیمارستانی.

درواقع زیگی جهت بر آورده کردن ویژگیهای زیر طراحی شد:[1]

۱ -نصب ساده و مصرف کم: کاربرها انتظار دارند باتری ها برای ماه ها یا سال ها کار کنند.

۲ -مدهای مختلف کاری: بر خلاف بلوتوث، زیگی بسته به توان مصرفی و تأخیر مورد نیاز حالت ها و مدهای مختلفی دارد. زیگی IEEE 802.15.4 دو حالت اصلی دارد: حالت فعال (Active) و حالت گوش به زنگ (Sleep)

۳ -قیمت پایین برای مصرف کننده: منظور، قیمت پایین وسیله، نصب و نگهداری آن است.

۴ -تراکم بالای وسایل فعال (نودها) در شبکه: زیگی به شبکه این اجازه را می دهد که پاسخگوی نیاز هر تعداد وسیله باشد. این ویژگی برای شبکه های کنترلی و آرایه های سنسوری، نیازی اساسی است.

۵ -مشخصه های Zigbee 1.0 در ۱۴ دسامبر ۲۰۰۴ به تصویب رسید. اخیراً نیز مشخصه های Zigbee 2007 در ۳۰ اکتبر ۲۰۰۷ اعلام گردید. اتوماسیون خانگی به عنوان اولین حوزه کاربرد زیگی در ۲ نوامبر ۲۰۰۷ ارائه شد. [3]

اولین بسته ارائه شده زیگبی، **Zigbee 2004** و دومین بسته ارائه شده **Zigbee 2006** نام دارد. البته زیگبی ۲۰۰۴ کمابیش منسوخ شده است. زیگبی ۲۰۰۷ جدیدترین بسته ارائه شده می باشد و شامل دو بسته پروفایل است: پروفایل ۱ (که به آن زیگبی گویند): برای مصارف خانگی و مصارف تجاری سبک. بسته پروفایل ۲ (به نام **Zigbee Pro**): این پروفایل دارای ویژگی های بیشتری مثل چند پخشی، مسیر چند به یک و امنیت بالاست. [3]

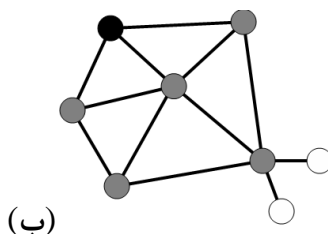
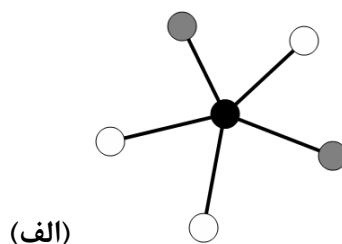
زیگبی ( پروفایل ۱) دارای رم و فلش کوچکتري می باشد. هر دو پروفایل، شبکه مش کامل را ارائه می کنند و با تمام پروفایل های کاربرد زیگبی سازگارند. وسیله ای که با زیگبی ۲۰۰۷ کار می کند می تواند به یک شبکه زیگبی ۲۰۰۶ متصل شده و بالعکس. [3]

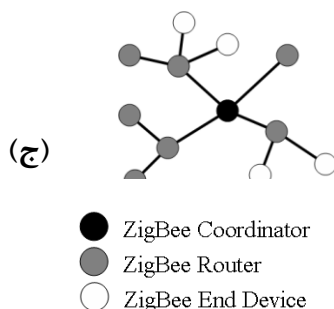
## ۲- ساختار شبکه زیگبی

در این بخش به معرفی مختصر انواع نودهای قابل تعریف در یک شبکه زیگبی و نحوه اتصال و ارتباط آنها با یکدیگر می پردازیم.

### ۱-۲ معرفی مختصر توپولوژی ها

نحوه ارتباط نودهای یک شبکه زیگبی، توپولوژی آن را مشخص می کند. سه توپولوژی مهم قابل پیاده سازی در این شبکه ها که در شکل یک آمده است، عبارتند از: الف- ستاره ای ب- مش ج- انشعاب درختی





شکل ۱: انواع توپولوژی و نودها در یک شبکه زیگبی

۲-۲ انواع نودها در شبکه زیگبی [2],[3]

سه نوع نود زیگبی وجود دارد:

### **Zigbee Coordinator (ZC):**

پر کاربردترین وسایل، هماهنگ کننده ها هستند که ریشه های شبکه درختی را تشکیل می دهند و می توانند با بقیه شبکه ها نیز ارتباط برقرار کنند. در هر شبکه دقیقا یک **ZC** وجود دارد، چرا که این وسیله است که اصولاً شبکه را شروع می کند. این وسیله قادر به ذخیره اطلاعات مربوط به شبکه می باشد. به عنوان مثال می تواند به عنوان مرکز ذخیره اطلاعات و کدهای امنیتی به کار رود.

### **Zigbee Router (ZR):**

علاوه بر برآورده کردن کاربردها، روتر می تواند به عنوان مسیر واسطی جهت انتقال اطلاعات بین وسایل استفاده شود.

### **Zigbee End Devices (ZED):**

این نوع نود نمی تواند از دیگر وسایل اطلاعات بگیرد، اما قابلیت ارتباط با **ZC** و **ZR** را دارد. این نوع ارتباط به نود اجازه می دهد تا زمان زیادی را غیر فعال بماند و در نتیجه توان کمی مصرف کند. **ZED**ها کمترین مقدار حافظه را نیاز داشته و در نتیجه برای سازنده ها ارزان تر از **ZC** یا **ZR** ها هستند.

شبکه ها می توانند توپولوژی های مختلفی داشته باشند، از آن جمله می توان به ستاره ای، درختی و مش اشاره کرد. توپولوژی اصلی زیگبی مش است. مجموع کدهای پروتکل زیگبی یک چهارم بلوتوث تخمین زده شده است

استاندارد **IEEE 802.15.4 PHY** که توسط زیگبی به کار گرفته شده برای باندهای زیر طراحی شده است: باند ۸۶۸ مگاهرتز در اروپا، باند ۹۱۵ مگاهرتز در امریکای شمالی و استرالیا و باند ۲.۴ گیگاهرتز که هم اکنون به عنوان باند جهانی در اغلب کشورها پذیرفته شده است. در جدول زیر **Bit Rate** مربوط به هر باند مشخص شده است: [1]

Band	Bit Rate
868 MHz	20
915 MHz	40
2.4 GHz	50

از سال ۲۰۰۶ قیمت خرده فروشی یک فرستنده-گیرنده آماده زیگبی به یک دلار رسیده، در حالی که قیمت یک بسته رادیو، حافظه و پردازنده در حدود سه دلار است. از طرفی قیمت یک چیپ بلوتوث با کاربرد مصرفی هم کمتر از سه دلار است.

### ۳- مصارف و کاربردها

هدف پروتکل زیگبی برای مصارف گسترده ای است که به نرخ ارسال داده و توان مصرفی کم نیاز دارند. تمرکز جاری زیگبی بر تعریف شبکه مش خود سازمان دهنده ی کم هزینه و همه منظوره است که در کنترل صنعتی، جمع آوری اطلاعات پزشکی، اتوماسیون خانگی و ساختمانی و هشداردهنده های دود مورد استفاده قرار گیرد. شبکه های حاصله، توان کمی مصرف خواهند کرد. به طوری که وسایل به صورت مجزا می توانند برای یکی دو سال با باتری نصب شده اصلی به کار خود ادامه دهند. در صنعت از زیگبی در نسل آینده کارخانه های اتوماتیک استفاده خواهد شد. با نصب فرستنده هایی روی هر کدام از وسایل، آنها به کامپیوتر مرکزی متصل می شوند. این گونه سطح جدید از ارتباط اجازه مانیتورینگ دقیق از راه دور و کنترل آنها را می دهد. در بازار مصرفی نیز زیگبی کاربردهای فراوانی دارد. از جمله ارتباط وسایل خانگی کم توان مثل هشداردهنده های دود به بخش کنترل مرکزی خانه یا کنترل مرکزی روشنایی. از دیگر مصارف خانگی زیگبی می توان به موارد زیر اشاره نمود: کنترل دمای پیشرفته، مصارف امنیتی، وسایل خانگی هوشمند و ... علاوه بر این زیگبی می تواند در وسایل جانبی کامپیوتر مثل موس، صفحه کلید، جوی استیک و در وسایل الکترونیکی مصرفی همانند تلویزیون، دی وی دی و کنترل از راه دور به کار گرفته شود. مدیریت انرژی، مدیریت محیط و مدیریت اموال از دیگر کاربردهای این تکنولوژی در محیط های صنعتی می باشد.

### ۴- زیگبی، گزینه ای برای صرفه جویی در انرژی [1]

در همه وسایل بایستی انرژی مصرفی در نظر گرفته شود. مثال زیر مقایسه ای از توان مصرفی با در نظر گرفتن استانداردهای مختلف IEEE در آینده و در یک شهر با ۵۰۰۰۰ خانه که در هر کدام ۱۰۰ عدد وسیله کنترلی یا سنسوری بیسیم وجود دارد را ارائه می کند:

حالت اول: استفاده از استاندارد 802.11Rx با توان مصرفی ۶۶۷ میلی وات ( در حالت همیشه روشن ) :  
با در نظر گرفتن ۵۰۰۰۰ خانه با ۱۰۰ وسیله در هر خانه توان کل مصرفی شهر ۳.۳ مگا وات خواهد بود.

حالت دوم: استفاده از استاندارد 802.15.4Rx با توان مصرفی ۳۰ میلی وات ( در حالت همیشه روشن ) :  
در این حالت توان کل مصرفی شهر ۱۵۰ کیلو وات خواهد بود.

حالت سوم: در صورت استفاده از 802.15.4 ( زیگی ) توان کل مصرفی شهر ۱۵۰ وات خواهد بود.

وسایل زیگی به باتری این اجازه را می دهند که برای سال ها دوام بیاورد و این با استفاده از Primary Cell ها که به شارژر نیاز ندارند، محقق می شود.

## ۵- پاسخ زیگی آلیانس به یک ادعا

مقاله ای توسط یک گروه سازنده اروپایی منتشر شد و در آن اشاره شده بود که تکنولوژی های بیسیم همانند زیگی که در باند RF 2.4 GHz کار می کنند تحت تداخل بسیار زیادی قرار می گیرند که آنها را غیر قابل استفاده می کند. این مقاله اظهار می داشت که این امر به خاطر حضور دیگر تکنولوژی های بیسیم مثل WLAN ها در باند RF مشابه است. زیگی آلیانس در پاسخ، با انتشار مقاله ای این اظهارات را تکذیب نمود. بعد از تحلیل های فنی این نتیجه به دست آمد: وسایل زیگی به طور مؤثر و قدرتمندی حتی در حضور تداخلات بسیار زیاد به ارتباط خود ادامه می دهند.

## ۶- مقایسه زیگی و بلوتوث

در حالی که تمرکز بلوتوث بر روی ارتباط بین وسایل بزرگ نظیر لپ تاپ، تلفن و وسایل جانبی اصلی است، زیگی جهت ارائه ارتباط کارآمد بین وسایل کوچکتر طراحی شده است. از آنجایی که یک وسیله زیگی یک تا دو برابر ساده تر از نمونه مشابه بلوتوث است، از لحاظ قیمت نیز رقیب سرسختی برای

بلوتوث به شمار می آید. در کار روی باند ۲.۴ گیگا هرتز، نرخ ارسال داده وسایل زیگبی **۲۵۰ Kbps** است، این در حالی است که نرخ ارسال داده وسایل بلوتوث **۱ Mbps** است. برخلاف بلوتوث، وسایل زیگبی قابلیت ایجاد شبکه مش بین نودها را دارا می باشند. این تکنیک به یک نود منفرد و کوتاه برد این اجازه را می دهد که گسترش یابد و منطقه بزرگتری را پوشش دهد. شبکه زیگبی می تواند شامل بیش از ۶۵۰۰۰ نود باشد. این در حالی است که در شبکه بلوتوث این عدد فقط ۷ نود می باشد. شبکه ای که آنها از کنار هم قرار گرفتن یکدیگر به وجود می آورند می تواند شکل ستاره ای (**Star**)، انشعاب درختی (**Cluster Tree**) و یا مش (**Mesh**) باشد. در بلوتوث همیشه **Slave** ها آماده هستند، در حالی که در زیگبی، ۹۹ درصد زمان در حالت **Sleep** هستند. ماکزیمم برد عملکرد وسایل زیگبی حدود ۷۵ متر(بسته به محیط) است که بیشتر از بلوتوث می باشد. [2], [6], [7], [8]

۷- مروری بر سیر تکاملی زیگبی [3]

۱۹۹۸: هنگامی که به این نتیجه پی برده شد که **Wi-Fi** و بلوتوث برای بسیاری از کاربردها نا مناسب هستند، جرقه مدل شبکه زیگبی زده شد.

می ۲۰۰۳: تکمیل استاندارد **802.15.4**

تابستان ۲۰۰۳: ادامه سرمایه گذاری فیلیپس روی زیگبی

اکتبر ۲۰۰۴: اعلام اعضای جدید زیگبی آلیانس ( ۱۰۰ کمپانی در ۲۲ کشور )

۱۴ دسامبر ۲۰۰۴ : تصویب ویژگی های زیگبی

آوریل ۲۰۰۵: افزایش آمار اعضا به ۱۵۰ کمپانی

۱۳ ژوئن ۲۰۰۵: اعلام موجودیت ویژگی های زیگبی ۲۰۰۴ برای عموم

دسامبر ۲۰۰۵: افزایش اعضا به بیش از ۲۰۰ کمپانی

سپتامبر ۲۰۰۶: اعلام پذیرش عضو برای استاندارد زیگبی ۲۰۰۶

۲ نوامبر ۲۰۰۷: ارائه اتوماسیون خانگی به عنوان اولین حوزه کاربرد زیگبی

سه ماهه چهارم ۲۰۰۷: نهایی شدن زیگبی پرو

۸-نتیجه

زیگبی به عنوان یک تکنولوژی پیشرفته و جدید به سرعت رو به گسترش است و همانطور که در متن مقاله نیز اشاره‌ی به عنوان یک تکنولوژی پیشرفته و جدید به سرعت رو به گسترش است و همانطور که در متن مقاله نیز اشاره شد هم اکنون تعداد زیادی کمپانی عضو اتحادیه زیگبی می باشند. بدون شک در آینده ای نه چندان دور زیگبی بازار بسیار زیادی را به خود اختصاص خواهد داد و ایران نیز از این قاعده مستثنی نمی باشد. نکته قابل ذکر این است که تکنولوژی زیگبی برای جایگزینی بلوتوث به وجود نیامده است، بلکه هر یک از این تکنولوژی ها حوزه های کاربردی خاص خود را دارند و کاربر با توجه به نوع کار خود می تواند از آنها استفاده کند. بلوتوث بهترین گزینه برای مصارفی همچون هندزفری، گرافیک و انتقال فایل است اما در شبکه های استاتیک و یا شبکه هایی با تعداد نودهای بالا زیگبی گزینه بهتری است. هدف زیگبی تبدیل شدن به استاندارد جهانی شبکه های کنترلی و حسگری است.

#### مراجع:

- [1]<http://www.hometoys.com/htinews/oct03/articles/kinney/zigbee.htm>
- [2][http://rfdesign.com/next\\_generation\\_wireless/who-needs-zigbee/](http://rfdesign.com/next_generation_wireless/who-needs-zigbee/)
- [3]<http://en.wikipedia.org/wiki/Zigbee>
- [4]<http://www.wisegeek.com/what-is-zigbee.htm>
- [5] <http://www.cs.uiuc.edu>
- [6][http://www.idt.mdh.se/kurser/cl0060/FL\\_zigbee.ppt](http://www.idt.mdh.se/kurser/cl0060/FL_zigbee.ppt)
- [7][http://bwrc.eecs.berkeley.edu/Seminars/Seminars\\_Archive/Bahl-10.25.02/ZigBee.ppt](http://bwrc.eecs.berkeley.edu/Seminars/Seminars_Archive/Bahl-10.25.02/ZigBee.ppt)
- [8][http://an.kaist.ac.kr/courses/2005/cs492/mailling\\_archive/pptO9wPB7V7CA.ppt](http://an.kaist.ac.kr/courses/2005/cs492/mailling_archive/pptO9wPB7V7CA.ppt)