

# آشنایی با شبکه های حسگر بی سیم

نگارندگان: محمدرضا صحبتی و حسین طاهری

## مقدمه:

در چند سال اخیر، شبکه های حسگر بی سیم<sup>1</sup> (Wireless Sensor Networks) نه تنها در جوامع علمی، که در بازار نیز مورد توجه ویژه ی شرکت های بزرگ قرار گرفته اند. برخی کارشناسان بر این باورند که پژوهش در باب WSN ها و سرمایه گذاری بر روی آن ها، زمینه ای پیشرو و سودآور در فن آوری است. نیاز به WSN ها در زمینه های گوناگون، و نیز کاربردهای گسترده ی آن ها، به این شبکه ها جایگاهی ویژه بخشیده است. هر جا که نیاز به اندازه گیری کمیتی فیزیکی باشد، وجود حسگر اجتناب ناپذیر است؛ اما آنچه که مایه ی برتری WSN ها است اندازه ی کوچک، مصرف انرژی کم و ارزان بودن آن ها می باشد. این شبکه ها توانایی شناسایی، دسته بندی، پردازش و ارسال اطلاعات به دست آمده از حس کردن پارامترها در محدوده ی شبکه را دارا می باشند و در حوزه های مختلفی چون علوم زیستی، مراقبت های پزشکی و تعیین نشانه های حیاتی، امور نظامی و عمرانی، و به طور کلی هر جا که نیاز به اندازه گیری کمیت های فیزیکی باشد، حضور دارند.

## ۱. معرفی:

### ۱.۱. تعریف:

به بیان ساده، شبکه ی حسگر بی سیم - همان گونه که از نام آن پیداست - شبکه ای است بی سیم، متشکل از مجموعه ای از ادوات خودگردان<sup>۲</sup>، که در محدوده ی مکانی تحت پوشش شبکه توزیع شده اند و با استفاده از حسگرهایی شرایط فیزیکی یا محیطی، مانند دما، فشار، لرزش، شدت نور، حرکت، آلودگی و بسیاری کمیت های دیگر را، در مکان های مختلف محدوده ی شبکه، بررسی می کنند. لازم به ذکر است که به دلیل کاربردهای متنوع و روزافزون WSN، ارایه ی تعریفی جامع و مانع ساده نیست و این تعریف باید انعطاف پذیر باشد.

### ۱.۲. تاریخچه:

پیش از سال ۲۰۰۱ میلادی به درخواست و با سرمایه گذاری آژانس پروژه های تحقیقاتی پیشرفته ی دفاعی آمریکا (DARPA)<sup>۳</sup> برنامه ای تحت عنوان SensIT<sup>۴</sup> در MIT<sup>۴</sup> در حال اجرا بود که شبکه های حسگر را بررسی می نمود. یکی از کاربردهای این پژوهش، سیستم های هشپاری در میدان نبرد<sup>۵</sup> بود که به شدت به يك شبکه ی مش<sup>۶</sup> که آرایش آن آسان و در عین حال قابل اعتماد باشد، نیاز داشت. این پروژه را می توان به عنوان آغازی برای WSN ها در نظر گرفت.

اندی ویلر<sup>۷</sup> و رابرت پور<sup>۸</sup> در هنگام اجرای برنامه ی مذکور، دانشجویان MIT بودند و در این پروژه فعالیت می کردند. همان گونه که رابرت پور در مصاحبه ای با نشریه ی MIT Technology Review در ماه ژوئن سال ۲۰۰۳ میلادی اعلام کرده است، پشتیبانی مالی این پروژه به او و ویلر این امکان را داد که شبیه سازی های نرم افزاری خود را به نمونه های سخت افزاری تبدیل نمایند [۷] و [۸]. این دو، پس از آن، در سال ۲۰۰۱

<sup>1</sup> Wireless Sensor Network = WSN

<sup>2</sup> Autonomous Devices - این ادوات را mote می نامند، و مادر ادامه آن ها را "خال" های شبکه خواهیم خواند.

<sup>3</sup> U.S. Defense Advanced Research Projects Agency

<sup>4</sup> Massachusetts Institute of Technology

<sup>5</sup> Battle-field awareness systems

<sup>6</sup> Mesh network

<sup>7</sup> Andy Wheeler

<sup>8</sup> Robert Poor

میلادی شرکت Ember را در Boston پایه گذاری کردند، شرکتی که به طور خاص بر شبکه های بی سیم تعبیه شده<sup>۹</sup> متمرکز است و بنای آن بر پایه ی تجربیات ویلر و پور در برنامه ی پژوهشی SensIT در MIT می باشد. تحقیقات مشابهی نیز تقریباً همزمان با آن چه در برنامه ی SensIT در MIT در حال پیگیری بود، در دانشگاه کالیفرنیا در برکلی<sup>۱۰</sup> انجام می شد. این تحقیقات نیز با پشتیبانی مالی DARPA صورت می گرفت و ثمره ی آن تأسیس شرکت DUST در سال ۲۰۰۲ میلادی توسط پروفیسور کریس پیستر<sup>۱۱</sup>، استاد مهندسی برق و علوم کامپیوتر دانشگاه کالیفرنیا در برکلی، بود که امروزه از شرکت های بسیار فعال در زمینه ی WSN هاست.

### ۱.۳. انواع:

دسته بندی WSN ها، به دلیل تنوع کاربردها موضوعی بحث انگیز است؛ بدین معنا که ممکن است برخی خواستار اضافه کردن دسته هایی جدید یا حذف بعضی از دسته های موجود باشند. دسته بندی ارائه شده در اینجا بر اساس پیشنهاد Römer و Mattern است [۱]. شبکه های حسگر بی سیم را می توان از دیدگاه های مختلف دسته بندی کرد که فهرست وار آن ها را معرفی می نماییم. تنها در مورد نخست، برای نمونه، رده های دسته بندی از آن دیدگاه را نیز ذکر می کنیم و از ارائه ی رده های دسته بندی های دیگر و توضیحات مربوط به هر رده برای رعایت اختصار صرف نظر می نماییم.

#### ۱. آرایش یا جای گذاری گره ها<sup>۱۲</sup>:

جای گذاری ممکن است تصادفی یا دستی<sup>۱۳</sup> باشد. نیز ممکن است آرایش گره ها ثابت و بدون تغییر باشد<sup>۱۴</sup> یا این که پس از جای گذاری اولیه، به دلایلی تغییراتی در مکان یا تعداد آن ها داده شود<sup>۱۵</sup>. به این ترتیب، از دیدگاه آرایش گره ها، می توان رده های زیر را در نظر گرفت:

#### Random vs. Manual, One-time vs. Iterative Deployment.

۲. قابلیت تحرک گره ها.
۳. هزینه، اندازه، منابع و انرژی گره ها.
۴. همگنی یا ناهمگنی گره های شبکه.
۵. روش ارتباطی گره ها.
۶. مسیر ارتباطی گره ها.
۷. توپولوژی گره ها.
۸. فاصله ی تحت پوشش هر گره.
۹. پیوستگی شبکه.
۱۰. اندازه ی شبکه (تعداد گره های حسگر).
۱۱. عمر گره ها.
۱۲. ویژگی های خاص مربوط به کاربرد مورد نظر.

<sup>9</sup> Embedded wireless networking

<sup>10</sup> University of California, Berkeley

<sup>11</sup> Kris Pister

<sup>12</sup> Deployment

<sup>13</sup> Random or manual

<sup>14</sup> به اصطلاح One-time Deployment

<sup>15</sup> به اصطلاح Iterative Deployment

## ۱,۴. نمونه هایی از کاربردهای موجود:

- چنان که گفته شد WSN ها کاربردهای فراوان و متنوعی دارند. در این قسمت به ذکر نمونه هایی از کاربردهای کنونی آن ها در زمینه های گوناگون و در کشورهای مختلف می پردازیم [۱] و [۲].
- مشاهده ی رفتار تولید مثلی گونه ای از پرندگان به نام Leach's Storm Petrel در جزیره ای در امریکا<sup>۱۶</sup>.
- بررسی رفتار حیوانات وحشی در محدوده ی وسیع زندگی آن ها در مرکز پژوهشی Mpala در کنیا<sup>۱۷</sup>.
- بررسی محیط های زیر توده های یخی به منظور درک بهتر آب و هوای زمین در Brikdalsbreen در نروژ.
- بررسی اثر یک نیروگاه بادی بر محیط اطراف، به ویژه بر ساختار بستر اقیانوس و فعالیت های جزر و مدی در سواحل انگلستان.
- بررسی مناسب بودن دمای محصولات غذایی سرد در فرایند حمل و توزیع از محل تولید تا مراکز فروش و مصرف کنندگان در امریکا.
- بررسی علایم حیاتی بیماران در بیمارستانی در آلمان.
- مسیریابی دستگاه های نظامی مانند تانک ها، که توسط گروهی پژوهشی در دانشگاه کالیفرنیا در برکلی انجام شده است.
- مکان یابی تیرانداز و دنبال کردن مسیر گلوله به کمک حسگرهای صوتی در امریکا.
- استفاده از WSN ها برای نشان دادن دمای مخازن نفتی در پالایشگاه<sup>۱۸</sup> Cherry Point مربوط به شرکت British Petroleum در واشنگتن [۳].

## ۲. چالش ها:

یکی از موارد تعیین کننده ی عمر حسگرها، باتری یا نحوه ی تغذیه ی انرژی آن ها می باشد، که خود از مسائل و مشکلات پیش روی سازندگان این صنعت است. از آنجا که WSN ها - برخلاف شبکه هایی چون تلفن همراه - از قابلیت شارژ مجدد بر خور دار نیستند، استفاده از منابعی که قابلیت تأمین توان مورد نیاز آن ها را در دراز مدت داشته باشند مد نظر است. همچنین بهینه سازی انرژی به طوری که توان تلف شده در واحد سطح به حداقل برسد از جمله دغدغه های طراحان می باشد. از آن جایی که اندازه ی قطعات بسیار مهم است، فرکانسی که شبکه بتواند در آن کار کند در اندازه ی آنتن های فرستنده و گیرنده تأثیر می گذارد [۲]. از سوی دیگر گستردگی دامنه ی کاربری این شبکه ها خود باعث افزایش پارامتر های ساخت و پیچیده شدن مسأله های مرتبط با آن می شود. نه تنها در زمینه ی سخت افزار، که در مورد نرم افزار های مورد استفاده در WSN ها نیز پروژه هایی در حال کارند، چندان که شرکت هایی مثل SAP, Intel, HP, IBM, Microsoft و Sun Microsystems گروه هایی را مسوول یافتن الگوریتمی کرده اند که برنامه ریزی حسگر ها را با سرعت بالا انجام دهد [۳]. امنیت شبکه و پویا بودن آن نیز مسائلی هستند که حین طراحی باید به آن ها توجه شود چرا که ممکن است در عمل، آن طور که باید، نیاز را برآورده نسازند و این امر ضرورت ایجاد تغییراتی را پدید آورد [۴].

<sup>16</sup> Great Duke Island, Maine, USA.

<sup>17</sup> The Mpala Research Center, Kenya

<sup>18</sup> Washington Cherry Point refinery

### ۳. منابع:

- [1] K. Römer, and F. Mattern, The Design Space of Wireless Sensor Networks, Institute for Pervasive Computing, ETH Zürich.  
( این مقاله برای چاپ در *IEEE Wireless Communications*, Dec. 2004 پذیرفته شده بود ولی ما به آن دسترسی نداشته ایم.)
- [2] T. Haenselmann, An FDL'ed Textbook on Sensor Networks, Free on-line version, 28<sup>th</sup> Sept. 2005, Chapter 1.
- [3] <http://www.rense.com/general62/sensors.htm>
- [4] [http://www.dustnetworks.com/news/pr/2006\\_Dec\\_04.shtml](http://www.dustnetworks.com/news/pr/2006_Dec_04.shtml)
- [5] J. Barros, Reachback Communication in Wireless Sensor Networks, Munich University of Technology
- [6] S. Hadim and N. Mohamed, Middleware Challenges and Approaches for Wireless Sensor Networks, Stevens Institute of Technology. (<http://dsonline.computer.org>)
- [7] TR staff, "Sensors of the World Unite," *MIT Technology Review*, June 27, 2003. (<http://www.technologyreview.com/Infotech/13235/page1/?a=f>)
- [8] G. T. Huang, "Casting the Wireless Sensor Net," *MIT Technology Review*, July 2003. (<http://www.technologyreview.com/Infotech/13225/page1>)