

# ایجاد شبکه های حسگر خودسازمانده قابل اعتماد و کارا از نظر انرژی از طریق پیشنهاد یک معماری خودسازمانده سلولی

شکوفه شفیعی<sup>۱</sup>؛ محمدرضا میبیدی<sup>۲</sup>

## چکیده

شبکه های حسگر مجموعه ای از تعداد زیادی گره های حسگر میباشد که در محیط پراکنده شده اند و دارای محدودیت هایی در منابع از جمله قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع تغذیه، می باشد. بر مبنای طرح کنترلی، شبکه های حسگر می توانند خودسازمانده<sup>۱</sup> و یا غیر خودسازمانده باشند روش خودسازمانده برای سیستم های مقیاس پذیر بزرگ جهت انجام دادن وظایف مانیتورینگ پیچیده و جمع آوری اطلاعات و منتشر کردن و پخش اطلاعات مناسبتر می باشد.

اما خودسازماندهی باید به طور کارا و قابل اعتماد در طول عمر شبکه انجام شود و یک وظیفه پر چالش است زیرا منابع انرژی و پهنای باند این شبکه ها محدود هستند. لذا ارائه راه حلها و پروتکل های خودسازمانده ضروری می باشند و در این مقاله یک معماری سلولی برای آن ارائه می نمایم تا طول عمر شبکه را بوسیله بهره برداری کارا از انرژی گره ها و وظایف مدیریتی توزیع شده افزایش دهد و از مقیاس پذیری در شبکه های مترکم پشتیبانی کند. این معماری شبکه را به یک توری مجاری از سلولها تقسیم می کند و با انتخاب مدیر سلول و گره دروازه برای هر سلول مدیریت را با حداقل انرژی مصرفی و با فرض همگن بودن گره های شبکه از نظر منابع انجام می دهد.

## کلمات کلیدی

شبکه حسگر بی سیم، خودسازماندهی، معماری خودسازمانده سلولی.

## Presentation of a Cellular Self-Organization Architecture for Wireless Sensor Networks

Sh. Shafeie\*; M. R. Meybodi\*\*

\* Islamic Azad University- Arak Branch

\*\* Amirkabir University of Technology, Tehran, Iran

### ABSTRACT

Wireless sensor networks are composed of large number of sensor nodes, which scattered in environment and are limited in resources i.e. power processing, memory capacity, power supply and etc. based on control scheme wireless sensor networks can be non-self-configurable and /or self-configurable. Self-configurable scheme fits better in large scale systems to perform complicated monitoring tasks and information collection and dissemination.

But; self-organization should be performed efficiently and reliability during the lifetime of the network and is a challenging task because of limited bandwidth and energy resources available in these networks. So presenting of methods and self-organized protocols is essential and in this paper we propose a cellular self-organized architecture for it that extends the network life by efficiently utilizing nodes energy and distributes management tasks to support the scalability in densely deployed networks. This architecture is partitioned the network into a virtual grid of cells and with selection of cell manager and gateway nodes for every cell, performs management with minimum energy consumption and with assumption of homogeneity of nodes from viewpoint of resources.

### KEYWORDS

Wireless sensor network, self-organization, self-configurable, cellular self-organization architecture.

<sup>۱</sup> دانشجوی کارشناسی ارشد کامپیوتر، دانشکده فنی مهندسی، دانشگاه آزاد اسلامی، ایران، واحد اراک، sh.shafeie@gmail.com

<sup>۲</sup> عضو هیأت علمی، دانشکده کامپیوتر و فناوری اطلاعات، دانشگاه صنعتی امیرکبیر، mmeybodi@aut.ac.ir

## ۱. مقدمه

پیشرفتهای اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بیسیم با کمک طراحی و ساخت تراشه های تجاری این امکان را به وجود آورده است که عمل پردازش سیگنال و حس کنندگی در یک تراشه یعنی حسگر<sup>۲</sup> شبکه بی سیم انجام گردد. این حسگرها توانایی ارتباط با یکدیگر را در مسافتهای کوتاه دارند.

یک شبکه حسگر در حقیقت مجموعه ای از تعداد زیادی گره های حسگر میباشد که در محیط پراکنده شده اند و هر کدام بطور خودمختار و با همکاری سایر گره ها هدف خاصی را دنبال میکنند. گره ها به هم نزدیک هستند و هر گره ای با گره دیگری میتواند ارتباط برقرار کند و اطلاعات خود را در اختیار گره دیگری قرار دهد تا در نهایت وضعیت محیط تحت نظر، به یک نقطه مرکزی گزارش شود. شبکه حسگر بیسیم نوع خاصی از شبکه های موردی<sup>۳</sup> است و شامل مجموعه ای از گره های کوچک می باشد که توانایی حس کردن محیط اطراف با هدف معین، پردازش اطلاعات، ذخیره سازی، تبادل اطلاعات با سایر گره ها و همچنین قابلیت وفق پذیری در مقابل تغییرات (توپولوژی و ...) را دارد. معمولاً تمامی گره ها همسان می باشند و عملاً با همکاری با یکدیگر، هدف کلی شبکه را برآورده می سازند. هدف اصلی در شبکه های حسگر بیسیم نظارت و کنترل شرایط و تغییرات جوی، فیزیکی و یا شیمیایی در محیطی با محدوده معین، میباشد [۱،۲]. ارتباط بین گره ها بصورت بی سیم است. هر گره به طور مستقل و بدون دخالت انسان کار می کند و نوعاً از لحاظ فیزیکی بسیار کوچک است و دارای محدودیت هایی در قدرت پردازش، ظرفیت حافظه، منبع تغذیه، ... می باشد. اگرچه که شبکه های حسگر بی سیم، در بسیاری از موارد نیز دارای ویژگی های مشترک بسیاری هستند [۳] اما بطور کلی می توانند به طبقه هایی بر مبنای چند معیار مهم تقسیم شوند؛ [۲] بر مبنای طرح کنترلی، شبکه های حسگر می توانند خودسازمانده<sup>۴</sup> و یا غیرخودسازمانده باشند، در مکانیسم غیرخودسازمانده گره های حسگر توانایی سازمان دادن خودشان را نداشته اما با تکیه بر یک کنترل کننده مرکزی فرمانها را انجام داده و اطلاعات را جمع آوری می کنند. این طرح تنها در شبکه های مقیاس پذیر کوچک استفاده می شود، در صورتی که در اغلب شبکه های حسگر بی سیم گره های حسگر می توانند بطور مستقل اتصالات را خودشان نگهداری نموده و با همکاری با همدیگر وظایف کنترلی و حس نمودن را انجام داده و به تکمیل برسانند. روش خودسازمانده برای سیستم های مقیاس پذیر بزرگ جهت انجام دادن وظایف مانیتورینگ پیچیده و جمع آوری اطلاعات و منتشر کردن و پخش اطلاعات مناسبتر می باشد. علی رغم اینکه سیستم های خودسازمانده بسیار پیچیده تر از غیرخودسازمانده هستند، اما برای توسعه دادن در دنیای واقعی بسیار مفیدتر می باشند، به خصوص زمانی که سازه شبکه بسیار بزرگ شود. به همین دلیل خودسازماندهی یک موضوع تحقیقاتی مهم در شبکه های حسگر بی سیم می باشد و ارائه راه حلها و پروتکل های خودسازمانده ضروری می باشند؛ لذا در این مقاله یک معماری سلولی برای آن ارائه می نمایم. در ادامه در بخش دوم تعاریف عمده ای را برای خودسازماندهی ارائه می دهیم. در بخش سوم به بحث خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم می پردازیم. در بخش چهارم معماری خودسازمانده سلولی مربوط به شبکه های حسگر را مطرح نموده و یک جریان کاری کلی برای سیستم را شرح می دهیم.

## ۲. مقدمه ای بر خودسازماندهی

علی رغم اینکه سناریوهای کاربردی متعددی برای متدهای خودسازماندهی تعیین شده است اما هنوز زمینه خودسازماندهی و مفهوم آن غالباً یا استفاده نمی شود و یا اینکه به خوبی درک نشده است. [۴]

بطور خلاصه خودسازماندهی یک الگوی کلی عمومی برای اداره و کنترل نمودن سیستم های توزیع شده بزرگ و وسیع می باشد. راه حل های متعددی که در این زمینه پیشنهاد شده اند ریشه در مکانیسمها و روشهای علوم زیستی دارند، و به عنوان بیوزیستی نامگذاری شده اند. البته تمام روشهای خودسازماندهی وابسته به تحقیقات بیوزیستی و بیولوژیکی نمی باشند. خودسازماندهی به الگوهای کنترلی ویژه برای سیستم های پیچیده اشاره دارد. برخی از محققین مفهوم اصلی که پشت "خودسازماندهی" در زمینه های طبیعی می باشد؛ به خصوص سیستم های علوم زیستی را مورد بررسی قرار داده اند، و تلاش نموده اند که این متدها و روشها را به منظور کنترل نمودن مکانیسمها به سیستم های تکنیکی نیز انتقال دهند و به این نتیجه رسیده اند که سیستم هایی که شامل تعداد زیادی از زیر سیستمها هستند نیاز به انواع متعددی از کنترلرهای خودمختار و مستقلی دارند که یک عملکرد مناسب را در یک سیستم مقیاس پذیر بزرگ تحقق بخشند. تعریف دیگری از خودسازماندهی که توسط Yates در سال ۱۹۸۷ ارائه شده است به صورت زیر است: [۴] سیستم های تکنیکی با دستوراتی که از بیرون دریافت می کنند، سازماندهی می شوند، درست مثل زمانی که تصورات انسانها منجر به ساخت ساختارها و ماشینها می شود. اما بسیاری از سیستم های طبیعی بوسیله فرایندهای داخلی خودشان ساختمان بندی می شوند که به آنها سیستم های خودسازمانده گفته می شود و پیدایش ترتیب در آنها یک پدیده پیچیده می باشند همچنین وی برخی از صفات پنهان دیگری از خودسازماندهی را کشف نموده است از جمله: - کنترل غیر متمرکز کامل - ساختارهای ظاهر شده - یک پیچیدگی حد بالا و کامل از سیستم کلی.

بر مبنای مشاهدات توصیف شده camazin تعریف زیر را برای خودسازماندهی بیان نموده است: [۵]

خودسازماندهی یک فرایند است که در آن الگوی موجود در سطح عمومی<sup>۵</sup> از یک سیستم، بطورمنحصر به فردی از تعاملات متعدد میان مولفه های سطح پایین تر از یک سیستم پدیدار می شود. علاوه برآن قوانینی که تعاملات و برهم کنش ها میان مولفه های سیستمها را تعیین می کنند، تنها با استفاده از اطلاعات محلی<sup>۶</sup> اجرا می شوند بدون اینکه به الگوهای عمومی سراسری ارجاع پیدا کنند.

## ۱.۲. خصوصیات عمده خودسازماندهی

خصوصیات و ویژگی های عمده خودسازماندهی به شرح زیر می باشند: [۴]

۱- هیچ کنترل مرکزی ندارد یعنی هیچ گونه سیستم کنترلی سراسری یا اطلاعات سراسری وجود ندارد، هر زیر سیستمی باید کاملاً بطور مستقل اجرا و انجام شود.

۲- ساختارهای پدیدار شده؛ یعنی رفتار سراسری یا عملکرد سیستم به صورت الگوهای قابل مشاهده یا ساختارهایی ظاهر می شوند.

۳- پیچیدگی بالای نتایج؛ حتی در صورتی که زیرسیستمهای تخصصی ساده بوده و قوانین اصلی را اجرا کنند، نتیجه کلی سیستم باز هم پیچیده و غالباً غیرقابل پیش بینی می شود.

۴- مقیاس پذیری بالا؛ در صورتی که زیرسیستمهای زیادی به سیستم اضافه شود، کارایی کاهش پیدا نمی کند، یک سیستم باید بتواند درخواستها را بدون توجه به تعداد زیر سیستمهایش اجرا کند.

## ۳. خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم

خودسازماندهی به الگوهای کنترلی ویژه برای سیستمهای پیچیده اشاره دارد. سیستمهایی که شامل تعداد زیادی از زیر سیستمها هستند مانند شبکه های حسگر که از تعدادی گره تشکیل شده است، نیاز به انواع متعددی از کنترلرهای خودمختار و مستقلی دارند که یک عملکرد مناسب را در یک سیستم مقیاس پذیر بزرگ تحقق بخشند. مکانیسمهای خودسازماندهی در صورتی لازم می شود که: سیستمها بخواهند با شرایط محیطی که مدام تغییر می کند مواجه شوند یا اینکه بخواهند با سناریوهای کاربردی ناشناخته قبلی تطبیق پیدا نمایند. حال در صورتی که سیستم قادر به انجام نیازهای توصیف شده مثلاً مقیاس پذیری، و تطابق باشد و نیز به کنترلرهای خارجی هیچ اتکایی نداشته باشد به آن سیستم می توان خودسازمانده گفته. مفاهیم خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم، را می توان به دو گروه مفاهیم حس کنندگی و مفاهیم سازماندهی شبکه تقسیم نمود. [۶] مفاهیم حس کنندگی به خصوصیات حسگرها، رویدادهایی که می بایست تشخیص داده شوند و ظاهر توپولوژیکی آنها در دامنه های مکانی یا زمانی مربوط می شود. مفاهیم سازماندهی شبکه انتزاعاتی از گره های حسگر به شکل ساختار شبکه ای قابل کنترل مانند: خوشه بندی، توری<sup>۷</sup>، مجموعه مسلط متصل بهم<sup>۸</sup> (CDS)، مش<sup>۹</sup>، درخت، زنجیره، که نمونه هایی مبتنی بر سازماندهی هستند را در بر می گیرد.

### ۱.۳. مراحل خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم

خودسازماندهی در شبکه های حسگر بی سیم شامل پنج مرحله است که برخی از این مراحل برای پروتکل های خودسازمانده اختیاری هستند، از این میان مراحل ۱ و ۳ و ۵ ضروری هستند اما مراحل ۲ و ۴ اختیاری می باشند. [۶]

#### ۱.۱.۳. کشف شبکه یا فاز اولیه و ابتدایی

در این مرحله هر گره مجموعه ای از همسایگانش را کشف و پیدا می کند و وابسته به شعاع انتقالی ارتباطی ( $Tx_{max}$ ) می باشد. زمانبند کانال ابتدایی قطعی یا تصادفی برای کشف همسایه لازمست.

#### ۲.۱.۳. فاز تخمین درشت دانه بندی کردن<sup>۱۰</sup>:

شامل: تخمین محل و موقعیت و همگام سازی زمانی است.

#### ۳.۱.۳. فاز سازماندهی

شامل مراحل زیر است:

--تشکیل یک ساختار شبکه ای سلسله مراتبی یا تخت (سطح)<sup>۱۱</sup> با کمک تشکیلات گروهی محلی

--اجرای سازماندهی مجدد<sup>۱۲</sup> گروهی در صورت لزوم

- تولید آدرسها برای گره ها
- تولید جدول مسیریابی در هر گره
- تولید درختهای پخش همگانی<sup>۱۳</sup> یا چند پخشی و گرافها در یک گروه
- ادغام درختهای پخش همگانی و گرافها زمانی که گروهها تجمیع می شوند تا شبکه های سلسله مراتبی را شکل دهند.
- ایجاد طرحهای کنترل دسترسی رسانه (MAC) برای هردوی ارتباطات درون و برون گروهی.
- ایجاد طرحهای تنظیم کلید برای ارتباطات ایمن

### ۴.۱.۳ فاز نگهداری و پشتیبانی

- شامل مراحل زیر است:
- دیده بانی و نظارت فعال یا غیرفعال (مرده)
- طرحهای ارزیابی کیفیت شبکه مانند اتصالات یا پوشش حسی
- نگهداری و پشتیبانی از جداول مسیریابی
- نگهداری و پشتیبانی از ساختار پخش همگانی
- سازگاری خوب<sup>۱۴</sup> با پارامترهای شبکه مانند محل و موقعیت وزمان شبکه
- طرحهای کنترل توپولوژی برای ماکزیمم سازی بازدهی شبکه و استفاده مجدد یا ظرفیت شبکه
- طرحهای ذخیره سازی انرژی برای افزایش دوره حیات شبکه با استفاده از زمانبندی گره بطور پویا [۷]

### ۵.۱.۳ فاز خودسازماندهی مجدد<sup>۱۵</sup>:

- شامل اعمال زیر است:
- چیدمان دوباره که موجب کشف همسایگان جدید گره می شود.
- تشخیص خرابی و طرحهای اصلاح شامل خرابی گره یا اتصالات و تقسیم بندی گروهی.

## ۴ معماری خودسازمانده سلولی برای شبکه های حسگر بی سیم

در این بخش معماری خودسازمانده سلولی مربوط به شبکه های حسگر را مطرح نموده و یک جریان کاری کلی برای سیستم را شرح می دهیم. [۸]

در این معماری ما شبکه را به یک توری مجاری از سلولها تقسیم می کنیم یک سلول می تواند به عنوان یک نوع خاص از خوشه بندی مطرح شود. با این حال بسیار سیستماتیک و مقیاس پذیر است. سلولها می توانند با همدیگر ادغام شوند تا سلولهای بزرگتری را که بتوانند با استفاده از فرآیندهای یکسان مدیریت شوند را تولید نمایند.

در روش پیشنهادی ما کل شبکه به یک توری مجازی با استفاده از برخی از انواع هماهنگ کننده مجازی سیستمی تقسیم شده است. ما شبکه های حسگر را آنجایی که گره حسگر آگاه از موقعیت خودش است مورد توجه قرار می دهیم. شبکه میتواند از خدمات موقعیتی مانند [۹،۱۰] برای تخمین زدن محل گره های اختصاصی استفاده کند و هیچ دریافت کننده GPS هم در گره لازم نمی باشد.

پس از تقسیم کردن شبکه به سلولهای مجازی کوچک مانند شکل ۱- یک مدیر سلول در هر سلول تعیین می شود که آنها به نوبه خود یک گره دروازه را انتخاب می کنند و تصمیم می گیرد که کدام گره معمولی عمل حس کردن را انجام خواهد داد و کدام به حالت خواب فرو خواهد رفت. مدیر سلول نسخه های به روز شده را از اعضای سلول خود بر مبنای منظمی دریافت می دارد. هر دوی مدیر سلول و گره دروازه متقابلاً با همدیگر هماهنگی می کنند تا وظایف مدیریتی را انجام دهند.



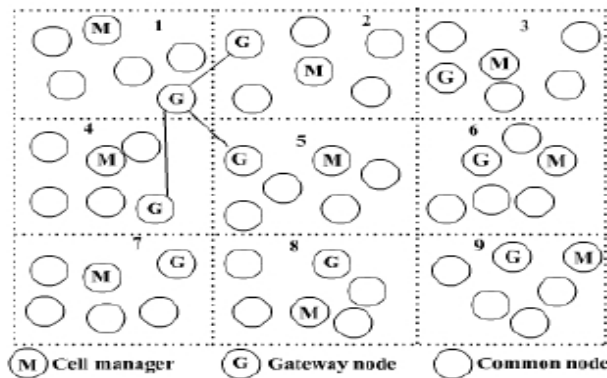


Fig. 3. Virtual cells in the form of a grid

شکل (۱) سلولهای مجازی به شکل توری [8]

#### ۱.۴. تشکیل سلول توزیع شده

بدین صورت است که: برای انتخاب مدیران سلولها و گره های دروازه، هر گره می تواند یک پیغام اکتشاف (Discovery) را که شامل ID گره، ID سلول، سطح انرژی است ارسال دارد. و تنها گره های با سطح انرژی بالاتر احتمالا پاسخ می دهند. ترکیب مدیر سلول با گره دروازه یک شبکه متصل بهم را تضمین می کند.

درانتخاب مدیر سلول، گره با بالاترین طول عمر یا انرژی به عنوان مدیر سلول تعیین می شود. مدیر سلول تغییرات در هر سلول را به منظور افزایش طول عمر شبکه حفظ می کند.

در انتخاب گره دروازه، مدیر سلول، گره دروازه را بر مبنای ماکزیمم، انرژی انتخاب خواهد نمود. ارتباط میان سلولها از طریق (گره دروازه) صورت می پذیرد. مدیر سلول یک پیغام را به اعضای سلول پخش می کند که در عوض آنها هم به روزرسانی خودشان را که شامل ID گره شان و سطح انرژی آنهاست را ارسال می دارند. در خلال همین دریافت به روزرسانی ها از اعضای سلول، مدیر سلول یک گره دروازه را تعیین می کند. هر دوی مدیر سلول و گره دروازه، ID گره اعضای سلول خودشان را ذخیره و نگهداری می کنند.

درانتخاب مدیر گروه، پس از انتخاب مدیران سلول و گره های دروازه، سلولها با همدیگر ترکیب می شوند تا گروههای مجاز متعددی را تشکیل دهند. هر گروه از سلولها سپس یک مدیر گروه را با هماهنگی دو طرفه و متقابل انتخاب می کنند. یک مدیر گروه یک مدیر سلول است که وظایف نرمال را برای سلول خود اجرا می کند اما در یک زمان بعنوان یک مدیر گروه برای یک گروه از سلولها عمل می کند.

در شکل ۱، سلولهای ۱ و ۲ و ۴ و ۵ با هم ادغام می شوند تا یک گروه را تشکیل دهند و با هماهنگی متقابل، مدیر سلول در سلول ۵ را تشویق می کند تا یک مدیر گروه شود. هم اکنون مدیر سلول ۵ دونقش را بازی خواهد نمود: یکی به عنوان مدیر سلول که وظایف مدیریتی را برای سلول خودش انجام می دهد و دوم به عنوان یک مدیر گروه برای گروهی از سلولها.

هدف اصلی تعیین مدیر گروه ۱- انجام وظایف مدیریتی سطح بالا ۲- پیش بینی خطا در آینده می باشد. انتخاب مدیر گروه بر مبنای انرژی موجود صورت می گیرد و تغییرات موجود در گروه را ذخیره می کند تا انرژی را متعادل نماید. هر سلول وضعیت درستی و صحت خود را در قسمت انرژی نگهداری می کند که می تواند بالا، متوسط یا پایین باشد این حالات صحت سپس به مدیران گروه مربوطه ارسال می شود. با دریافت این حالات صحت، مدیر گروه نقص ها را پیش بینی و از خطاهای آینده جلوگیری می کند.

#### ۲.۴. الگوریتم خود سازماندهی ارائه شده

الگوریتم مطرح شده در اینجا به خود سازماندهی یک مجموعه از گره های حسگر که به طور تصادفی در یک ناحیه پخش شده اند کمک می نماید.

این الگوریتم از ۴ مرحله تشکیل می شود و اعمال زیر را به ترتیبی که در زیر می آید انجام می دهند:

**الف) فاز اکتشاف:** در این مرحله هر گره رادیوی خودش را روشن کرده و پیغامهای اکتشاف را رد و بدل می کند تا سایر گره هایی را که در همان

سلول هستند را پیدا نماید. این پیغام اکتشاف ترکیبی از ID گره - ID سلول و حالت گره می باشد. یک گره موقعیت و سائزتوری را بکار می گیرد تا ID سلول را تعیین نماید.

**(ب) فاز سازماندهی:** در طول این فاز شبکه سازماندهی شده و اعمال زیر انجام می شوند:

۱- گروه ها خودشان را به صورت سلولهایی سازماندهی نموده و سلولها با هم ترکیب می شوند تا گروههای مجازی را تشکیل دهند.

۲- به هر گروه یک آدرس مثلا ( ترکیبی از ID گروه و ID سلول) اختصاص می یابد.

۳- گروه با کمترین هماهنگ کنندگی، شروع به رفتار نمودن به عنوان یک مدیر سلول می کند این یک معیار انتخاب مدیرسلول برای اولین بار در هر سلول می باشد.

۴- تمام اعضای سلول به روزرسانی خود را به مدیر سلول ارسال می دارند که از همین جا یک گروه دروازه ای برای ناحیه شان انتخاب می شود.

۵- مدیر سلول همچنین تصمیم می گیرد که کدام گروه ( حس کنندگی ) را انجام خواهد داد و به حالت محاسباتی پایین خواهدرفت تا انرژی ذخیره نماید.

۶- گروه دروازه، مسؤول اطلاعات مسیریابی است که به سایر گروه های دروازه ای ارسال می شود.

۷- یک گروه از سلولها می توانند یک سلول بزرگتر را تشکیل دهند تا وظیفه مدیریتی سطح بالا انجام دهند یک مدیر گروه برای هر گروه از سلولها لازم است و می تواند با تشویق کردن هریک از مدیران سلول در یک گروه صورت بگیرد تا یک مدیر گروه را شکل دهند.

**(ج) فاز نگهداری و پشتیبانی:** در این فاز اعمال زیر انجام می شوند: ۱- در مانیتورینگ(دیده بانی) فعال، هر گروه دنباله ای از سطح انرژی خود را نگه داشته و به روزرسانی های منظمی را به سایر مدیران سلول ارسال می دارد که به نام ( به روزرسانی های دوره ای) شناخته می شود ۲- هر مدیر سلول انرژی سلول خود را جمع نموده و به مدیر گروه خود ارسال می کند این ارسال با تعداد دفعات کمتری نسبت به بروزرسانی های دوره ای انجام می شود. این کار برای شناسایی سلولهایی است که مدت طولانی دیگری نمی توانند به دلیل ناکافی بودن انرژی شان در عملیات شبکه شرکت نمایند.

**(د) فاز خودسازماندهی:** در این مرحله یک مدیر سلول یک گروه با انرژی پایین را به خواب می برد قبل از اینکه کاملا خاموش شود. مدیرسلول از گروه های معمولی و دروازه ای درخواست می کند تا بر مبنای منظمی به روزرسانی خود را ارسال دارند. در صورتیکه مدیرسلول یک به روزرسانی را از گروه ای دریافت نکرد، یک پیغام فوری را به گروه ارسال و درمورد وضعیتش از وی درخواست می کند. اگرمدیر سلول اطلاعیه آگهی را در یک زمان داده شده دریافت نکرد، آن گروه را به عنوان گروه خطادار معرفی نموده و این را به سایرین در شبکه می فرستد. گروه دروازه مانند سایر گروه های معمولی در شبکه است و به روزرسانی را به طور منظم به مدیر سلول خود ارسال می کند.

اگر گروه دروازه دارای انرژی کمی باشد ، مدیر سلول گروه دیگری را انتخاب می کند تا به عنوان گروه دروازه عمل کند و این گروه دروازه را به حالت محاسباتی پایین یا حالت خواب می برد. گروه دروازه هم می تواند به عنوان خطادار شناخته شود؛ در صورتیکه مدیر سلول، نتواند در حین چرخه به روزرسانی از آن شنود داشته باشد. همچنین یک مدیر سلول هم می تواند بوسیله سایر اعضای سلول جایگزین شود در صورتیکه انرژی آن پایین آید. هر مدیر سلول اطلاع از وضعیت صحت خود را به مدیر گروه از طریق گروه های دروازه ارسال می دارد و این با تعداد دفعات کمتری نسبت به چرخه بروزرسانی سلول است. اگرمدیر گروه وضعیت صحت و سلامت را از یک سلول معین دریافت نکرد، برای چندثانیه صبر می کند تا وضعیت صحت بروز درآورده شود. اگر یک مدیر گروه بروزرسانی وضعیت صحت را درطول مدت زمان چرخه بروزرسانی دریافت نکرد به کل شبکه درمورد رخداد یک سلول خطا هشدار می دهد. یک مدیر گروه می تواند توسط مدیر سلول دیگری به دلایلی از جمله کمبود انرژی یا رخدادخطا جایگزین شود. هر مدیر سلول اطلاع از وضعیت صحت خود را به مدیر گروه از طریق گروه های دروازه ارسال می دارد و این با تعداد دفعات کمتری نسبت به چرخه بروزرسانی سلول است. اگرمدیر گروه وضعیت صحت و سلامت را از یک سلول معین دریافت نکرد، برای چندثانیه صبر می کند تا وضعیت صحت بروز درآورده شود. اگر یک مدیر گروه بروزرسانی وضعیت صحت را درطول مدت زمان چرخه بروزرسانی دریافت نکرد به کل شبکه درمورد رخداد یک سلول خطا هشدار می دهد. یک مدیر گروه می تواند توسط مدیر سلول دیگری به دلایلی از جمله کمبود انرژی یا رخدادخطا جایگزین شود.

## ۵. نتیجه گیری

خود سازماندهی، توانایی جایگذاری گروه هاست بطوری که به صورت محلی تغییر و وضعیت دهند تا بتوانند یک شبکه به هم پیوسته سراسری را شکل دهند. به عبارت دیگر خود سازماندهی انتزاعات واحدهای ارتباطی یعنی گروه های حسگر را به شکل یک ساختار شبکه ای قابل مدیریت و کنترل شامل می

شود. انرژی یکی از چالشهای طراحی قطعی برای پروتکل‌های خود سازماندهی شبکه حسگر می باشد طراحی پروتکل‌های سازماندهی شبکه حسگر شامل مفاهیمی که میان تمام برنامه های کاربردی حسی مشترک اند می باشد و شامل پدیده های حسی و معماری های سازمانی ابتدایی مانند خوشه ، انواع مجموعه های مسلط متصل بهم (CDS) ، درخت ، زنجیره می شود. همچنین پروتکل‌های خود سازماندهی شبکه معیارهای کیفی ویژه ای را به کار می بندند. در این مقاله یک معماری خود سازمانده سلولی برای شبکه های حسگر مطرح گردید که شبکه را به یک توری مجاری از سلولها تقسیم می کند و الگوریتم خود سازماندهی مطرح شده در آن در چهار فاز اکتشاف ، سازماندهی ، فاز نگهداری و پشتیبانی ، خود سازماندهی ، نیازهای ضروری برای یک شبکه حسگر خود سازمانده را فراهم می آورد که با پیروی از آن می توان به هدف دست یافت.

## ۶. مراجع

- [1] Akyildiz I. F., Su W., Sankarasubramaniam Y. and Cayirci E., "A survey on sensor networks", in: Proceedings of the IEEE Communication Magazine, Vol. 40, pp. 102-114, August 2002.
- [2] Ilyas M. and Mahgoub I., "Handbook of Sensor Networks: Compact Wireless and Wired Sensing Systems", in: Proceedings of the CRC Press, London, Washington, D.C., 2005.
- [3] L. Subramanian and R.H. Katz, An architecture for building self-configurable systems, *MOBIHOC 2000*, 63–73, Boston, 2000.
- [4] Falko Dressler, "Self-Organization in Sensor and Actor Networks" 2007 John Wiley & Sons.
- [5] S. Camazine, J.-L. Deneubourg, N. R. Franks, J. Sneyd, G. Theraula, and E. Bonabeau, *Self-Organization in Biological Systems*. Princeton, Princeton University Press, 2003.
- [6] Jie Wu, Handbook on Theoretical and Algorithmic Aspects of Sensor, "Ad Hoc Wireless, and Peer-to-Peer Networks", © 2006 by Taylor & Francis Group, LLC
- [7] R. Mini, B. Nath, and A. Loureiro. A Probabilistic Approach to Predict the Energy Consumption in Wireless Sensor Networks. In *IV Workshop de Comunica sem Fio e Computao Mvel*, Sao Paulo, Brazil, October 2002.
- [8] M. Asim, H. Mokhtar, and M. Merabti "Cellular self-organization architecture for wireless sensor networks"
- [9] A. Savvides, C. Han, and M. Strivastava, "Dynamic finegrained localization in ad-hoc networks of sensors", In *Proc. Of ACM MOBICOM'01*, pg 166–179. ACM Press, 2001.
- [10] L. Doherty, L. El Ghaoui, and K. S. J. Pister, "Convex position estimation in wireless sensor networks", In *Proc. Of IEEE INFOCOM 2001*, Anchorage, AK, April 2001.

## زیر نویس ها

<sup>۱</sup>self-configurable

<sup>۲</sup>sensor

<sup>۳</sup> Ad Hoc Networks

<sup>۴</sup>self-configurable

<sup>۵</sup> global

<sup>۶</sup> local

<sup>۷</sup> Grid

<sup>۸</sup>connected dominating set(CDS)

<sup>۹</sup> Mesh

<sup>۱۰</sup> Coarse grained estimation phase

<sup>۱۱</sup> Flat

<sup>۱۲</sup> reorganization

<sup>۱۳</sup> broadcast

<sup>۱۴</sup> Fine-grained tuning

<sup>۱۵</sup> Self-reorganizing

کنفرانس داده کاوی ایران