



چهارمین کنفرانس ملی مهندسی برق ایران - دانشگاه آزاد اسلامی واحد نجفآباد - ۸ و ۹ اسفند ۱۳۹۶

ارائه روشی جدید در خوشه بندی به کمک معاونت سرخوشه جهت بهره وری انرژی در شبکه‌های حسگر بیسیم

نگار آرین فر^(۱) - سید محمود دانشور فرزانتگان^(۲)

^(۱) دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی کامپیوتر گرایش نرم افزار ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

^(۲) استادیار دانشکده مهندسی برق ، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد نجف آباد

^(۱) negararianfar@yahoo.com^(۲) Smdanesh@yahoo.com

چکیده: شبکه حسگر بیسیم متشکل از تعداد زیادی گره های حسگر است که در یک محیط به طور گسترده پخش شده و به جمع آوری اطلاعات می‌پردازند. کاهش مصرف انرژی و افزایش طول عمر شبکه یکی از مسائل مهم در شبکه‌های حسگر بیسیم می‌باشد. با توجه به محدود بودن منبع انرژی حسگرها، روش‌های مسیریابی ارائه شده باید انرژی را به صورت بهینه مصرف کنند. در این مقاله برای مسیریابی مبتنی بر خوشه‌بندی راهکاری به نام "معاونت سرخوشه جهت بهره‌وری انرژی" پیشنهاد شده است که برای متعادل سازی مصرف انرژی در سطح شبکه و بهبود الگوریتم SEECP، در مرحله انتخاب سرخوشه، سرخوشه و معاون خوشه برای هر خوشه انتخاب می‌شود. معیار انتخاب سرخوشه در هر مرحله بدین صورت است که در هر خوشه، گره‌ای که انرژی باقیمانده‌ی بیشتری دارد به عنوان سرخوشه انتخاب می‌شود. همچنین معیار انتخاب معاون خوشه، بیشترین انرژی باقیمانده نسبت به عضوهای دیگر خوشه است. این عمل باعث می‌شود تا سرخوشه دیرتر تعویض گردد. بنابراین انرژی مصرفی افزایش یافته و گره‌های بیشتری در مراحل بالاتر زنده می‌ماند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که روش پیشنهادی در معیار میانگین انرژی و تعداد گره‌های زنده حدود ۷۹٪ بهبود حاصل می‌کند.

کلمات کلیدی: شبکه های حسگر بیسیم ، خوشه بندی ، سرخوشه ، انرژی باقیمانده ، الگوریتم SEECP

۱- مقدمه

یکی از اساسی‌ترین راهکارها در جهت بهبود این مسئله تبدیل نموده است [۲]. منظور از عمل خوشه-بندی، تقسیم کلیه حسگرهای شبکه به خوشه‌ها، می‌باشد که هر یک از این خوشه‌ها دارای یک حسگر به عنوان سرخوشه می‌باشند. وظیفه سرخوشه ها جمع آوری داده از گره های خوشه ، تجمیع داده‌ها و ارسال این داده ها به ایستگاه اصلی می باشد . در این پروتکل‌ها انتخاب یک گره در هر خوشه به عنوان سرخوشه و تجمیع داده ها به میزان زیادی در

شبکه حسگر بیسیم از چندین هزار گره حسگر تشکیل شده است که برای تشخیص رویدادهای محیطی استفاده می‌شوند. این حسگرها در اندازه کوچک، کم هزینه و کم مصرف هستند که توسط باتری تغذیه می‌شوند [۱]. عمر محدود باتری گره‌ها در شبکه‌ها، مصرف انرژی این دسته از شبکه‌ها را به یکی از مسائل اصلی شبکه و روش‌های خوشه‌بندی را به

افزایش طول عمر شبکه موثر است، زیرا کاهش مصرف انرژی در شبکه های حسگر بی سیم رابطه مستقیمی با افزایش طول عمر آنها دارد. برای افزایش طول عمر شبکه در این پروتکل ها سعی می شود بار مصرف انرژی به صورت متعادل بین گره های شبکه با استفاده از انتخاب سرخوشه ها، توزیع شود [۳].

در این مقاله با در نظر گرفتن انرژی باقی مانده ی اعضای خوشه در فرآیند انتخاب سرخوشه و معاون سرخوشه یک پروتکل کارآمد در مصرف انرژی شبکه ارائه شده است. در واقع در این پژوهش سعی بر این است روش ارائه شده در مقاله [۴]، یعنی پروتکل SEECP را بهبود بخشد. در روش پیشنهادی، یکی از سرخوشه ها وظایف مرتبط با داخل خوشه را بر عهده خواهد داشت و دیگر سرخوشه وظایف مربوط به ارسال و دریافت داده ها با ایستگاه پایانی یا خوشه های نزدیک ایستگاه پایانی را به عهده خواهد داشت.

در بخش دوم این مقاله، مروری بر کارهای پیشین در حوزه خوشه بندی خواهد شد. در بخش سوم مروری خواهیم داشت بر روش های ارائه شده برای خوشه بندی گره ها در شبکه های حسگر بیسیم، در بخش چهارم برخی مفاهیم اولیه در خصوص روش پیشنهادی و در بخش پنجم و ششم پروتکل پیشنهادی و نتیجه گیری مطرح می شود.

۲- مروری بر کارهای انجام شده

در پژوهش [۵] روشی با نام IABC^۱ گسترش و معرفی گردیده است. IABC مبتنی بر الگوریتم توسعه یافته کلونی زنبور و بر اساس مزایای این الگوریتم چارچوب عملیاتی خود را توسعه می دهد. IABC بر مبنای دنباله ای از رفتار سرخوشه ها در دوره های متوالی سرخوشه به منظور انتخاب شایسته ترین حسگر سرخوشه با ترکیبی از انرژی در دسترس حسگرها، تعداد دور، و فاصله تا چاهک عمل می نماید. حسگر سرخوشه انتخابی با دریافت پیام های ارسالی

به عنوان سرخوشه جدید خوشه شناخته می شود. یک برنامه زمانبند تقسیم زمانی براساس تعداد حسگرهای عضو خوشه تنظیم شده، و در اختیار اعضا قرار داده می شود.

در پژوهش [۴] روشی با نام SEECP^۲ جهت تثبیت انرژی شبکه گسترش و معرفی گردیده است. SEECP یکی از راهکارهای کارآمد در جهت خوشه بندی و مدیریت شبکه های حسگر با هدف بهینه سازی انرژی مصرفی و سربارهای تحمیلی به شبکه است برای این امر SEECP با تمرکز بر نزدیکی به چاهک و بهینگی انرژی، شایسته ترین حسگر با برتری انرژی، تعداد دور و موقعیت به نسبت چاهک، به عنوان سرخوشه انتخاب خواهد گردید. SEECP در هنگام راه اندازی شبکه تعداد سرخوشه های بهینه را معین نموده و در ادامه حسگرهای شبکه را به صورت تصادفی در اولین دور به عنوان سرخوشه انتخاب می نماید.

در پژوهش [۶] روشی با نام NCHSA^۳ توسعه و معرفی گردیده است. مبنای عملکرد NCHSA انتخاب شایسته ترین حسگر سرخوشه بر مبنای انرژی در دسترس حسگرها به نسبت انرژی اولیه، تعداد دور سرخوشه در گذشته صورت می پذیرد. حسگرها به صورت تصادفی در شبکه توزیع می شوند.

در پژوهش [۷] روشی با نام RDBC^۴ توسعه و گسترش یافته است. RDBC بر مبنای تعداد مسافت حسگرها تا ایستگاه پایانی یک شمارنده معکوس تنظیم نموده به طوری که گره ای که سریع تر شمارنده اش صفر گردد و دارای بهترین شاخص های انرژی باقیمانده، و تعداد دور کمتر سرپرستی در گذشته باشد به عنوان سرپرست انتخاب و یک پیام اعلان سرپرستی برای گره های اطراف منتشر می نماید. پس از تعیین سرپرست خوشه، یک برنامه زمانبند تنظیم و در اختیار اعضا مشخص شده قرار می گیرد. در ادامه بر همین مبنا تبادلات با سرخوشه انجام گردیده و

² Stable Energy Efficient Clustering Protocol

³ Novel Cluster Head Selection Algorithm

⁴ Randomized Distance Based Clustering

¹ Improved a Base Energy-Efficient Clustering

سرپرست خوشه تا یک دوره زمانی مشخص به عنوان سرپرست خواهد ماند و در ادامه تغییر خواهد یافت.

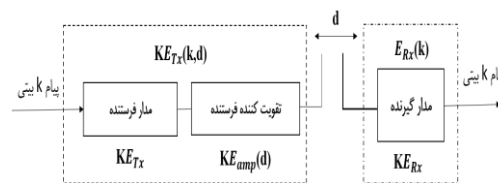
۳- مدل شبکه و انرژی

۳-۱- مدل شبکه

در این پژوهش، شبکه حسگر بیسیمى مشتمل بر ۱۰۰ گره و یک گره ایستگاه مرکزی به صورت تصادفی با توزیع یکنواخت در شبکه توزیع می‌شوند. ایستگاه مرکزی خارج از شبکه‌ی مشتمل بر ۱۰۰ گره قرار دارد.

۳-۲- مدل انرژی

در این مقاله همانند مرجع [۴] از یک مدل ساده‌ی انرژی برای انتقال انرژی مصرفی استفاده می‌شود که باعث اجرای الکترونیک‌های رادیویی برای فرستادن و تقویت کردن سیگنال‌ها می‌شود. دریافت کننده‌ی انرژی پراکنده تنها برای پذیرش در شکل ۱ نشان داده شده است.



شکل ۱. نمودار مدل انرژی رادیویی [۴]

برای فرستادن یک بسته k بیت داده روی یک جداکننده‌ی d ، انرژی مصرف شده برابر است با:

$$E_{TX}(k,d) = E_{TX}(k) + E_{amp}(k,d)$$

$$E_{TX}(k,d) = KE_{TX} + KE_{amp}(d)$$

عبارت E_{TX} نشان دهنده‌ی انرژی مصرف شده به ازای هر بیت در طول انتقال می‌باشد. $E_{amp}(d)$ انرژی هر بیت را تقویت می‌کند:

$$E_{amp}(d) = \begin{cases} \epsilon_{friss_amp} d^2 & d < d_0 \\ \epsilon_{two_ray_amp} d^4 & d > d_0 \end{cases}$$

پارامترهای ϵ_{friss_amp} و $\epsilon_{two_ray_amp}$ عوامل تقویت کننده برای مدل فضای خالی و دو اشعه‌ای^۱ را به ترتیب نشان می‌دهد. مقدار d_0 از طریق زیر محاسبه می‌شود:

$$d_0 = \sqrt{\epsilon_{friss_amp} / \epsilon_{two_ray_amp}}$$

برای دریافت یک بسته داده‌ی k بیتی مقدار انرژی هزینه شده برابر است با:

$$E_{RX}(k) = kE_{RX}$$

۳-۳- پروتکل SEECP

همانطور که اشاره شد، در این پژوهش سعی بر این است تا روش ارائه شده در مقاله [۴] یعنی پروتکل SEECP بهبود یابد. پروتکل SEECP در هر دور به فاز نصب و فاز حالت پایدار تقسیم می‌شود.

۳-۳-۱- فاز نصب

در دور نخست، ایستگاه پایه (نهایی) به طور ثابت δ صدم درصد از سرخوشه‌های تصادفی را از گره‌های شبکه انتخاب می‌کند. در دوره‌های بعدی گره‌هایی که انرژی باقیمانده‌ی بالاتری دارند به عنوان سرخوشه انتخاب می‌شوند. سرخوشه‌های منتخب وضعیتشان را توسط اعلان پیامی با استفاده از پروتکل CSMA به شبکه‌ای که شامل شناسه‌ی (ID) سرخوشه‌هاست، منتشر می‌کنند. گره‌ها پاسخ درخواست پیوستن به نزدیکترین سرخوشه را با استفاده از پروتکل دسترسی به رسانه (CSMA) می‌دهند. سرخوشه‌های منتخب، یک برنامه‌ی زمانبندی TDMA به منظور ارتباط اعضای خوشه‌ها نصب می‌کنند که به اعضای خوشه اجازه می‌دهد تا داخل خوشه با هم ارتباط برقرار کنند. این برنامه‌ی زمانبند قادر است وضعیت گره‌ها را تغییر دهد و مشخص کند چه زمانی گره‌ها در

¹ Two_ray

شکل ۲. انتخاب شعاع R براساس BS برای ارتباط دوگانه [۴]

گره‌های سرخوشه (CH) که به BS نزدیکتر هستند، به عنوان گره‌های بازپخش و تقویت کننده برای سرخوشه‌های دور به منظور حفظ مصرف متوازن انرژی و کاهش هزینه انتقال عمل می‌کنند. با استفاده از نظریه هندسی، مقدار بهینه فاصله برای سرخوشه‌ی دور به ارسال داده‌ها از طریق dual-hop به ایستگاه مرکزی نصف $Z_{max}/2$ است.

بنابراین شعاع دایره $R = (\sqrt{X_{max}^2 + Y_{max}^2})/4$ می‌باشد. اگر فاصله‌ی بین سرخوشه CH و ایستگاه مرکزی BS کمتر از R باشد، سرخوشه داده‌ها را به صورت مستقیم به ایستگاه مرکزی ارسال می‌کند. در غیر اینصورت، یک گره‌ی دیگر به عنوان سرخوشه یا معاون سرخوشه اصلی در شعاع R از ایستگاه مرکزی به عنوان گره‌ی رله عمل می‌کند و سرخوشه از طریق آن داده‌های خود را به ایستگاه مرکزی منتقل می‌کند.

۴- روش معاونت سرخوشه جهت بهره‌وری انرژی ECHP^۳

در روش پیشنهادی که به نام معاونت سرخوشه جهت بهره‌وری انرژی یا به اختصار ECHP نامیده شده است، ایده اصلی برای بهبود مصرف انرژی، استفاده از سرخوشه و معاون سرخوشه می‌باشد. در این مقاله سعی شده است تا کارایی راهکار ارائه شده در [۴] برای افزایش طول عمر شبکه، بهبود داده شود. شکل ۳ طبق فلوچارت روش پیشنهادی را نشان می‌دهد. طبق شکل ۳ در مرحله اول مرحله تعیین حسگر سرخوشه صورت می‌گیرد. بدین ترتیب برای انتخاب یک حسگر به عنوان سرخوشه، انرژی باقیمانده حسگرها بررسی می‌شود. حسگر با انرژی بیشتر، خود را به عنوان سرخوشه انتخاب می‌کند و یک پیام اعلان را در شبکه پخش^۴ می‌کند. در مرحله بعد،

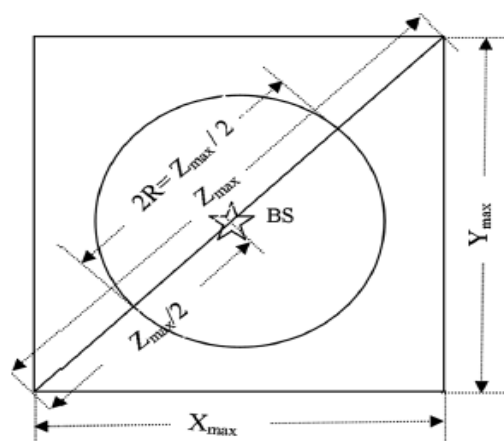
حالت خواب باشند و چه زمانی شروع به دریافت و انتقال داده باشند.

۳-۳-۲- فاز حالت پایدار

در این مرحله، هر گره‌ی غیرسرخوشه، داده‌های دریافتی را زمانی که رویدادی رخ دهد به سرخوشه‌ی مربوطه انتقال می‌دهد. یعنی $C(V) \geq H(T)$ ، که $C(V)$ ارزش کنونی صفت دریافت شده و $H(T)$ مقدار آستانه‌ی سختی است. انتقال بعدی تنها در موقعیتی امکان پذیر است که $C(V) - S(V) \geq S(T)$ برقرار باشد. $S(V)$ مقدار حس شده (دریافت شده) و $S(T)$ مقدار حد آستانه‌ی نرم می‌باشد. پس روش پیشنهادی از دو حد آستانه استفاده می‌کند، آستانه سخت (HT)^۱ برای صفتی که حس شده است انتخاب می‌گردد و آستانه نرم (ST)^۲ برای نمایش تغییرات کوچک در مقادیر صفات حس شده مورد استفاده قرار می‌گیرد.

۳-۳-۳- معیارهای انتخاب R

بررسی یک ایستگاه پایه BS در مرکز میدان ابعادی (X_{max}, Y_{max}) همانند شکل ۲ دارد. انتخاب مناسب شعاع R در محدوده‌ی BS برای ارتباط دو گامی، یک نقش مهم در بهبود کارایی انرژی بازی میکند.



³Energy Efficient Co-Clustering Head Protocol

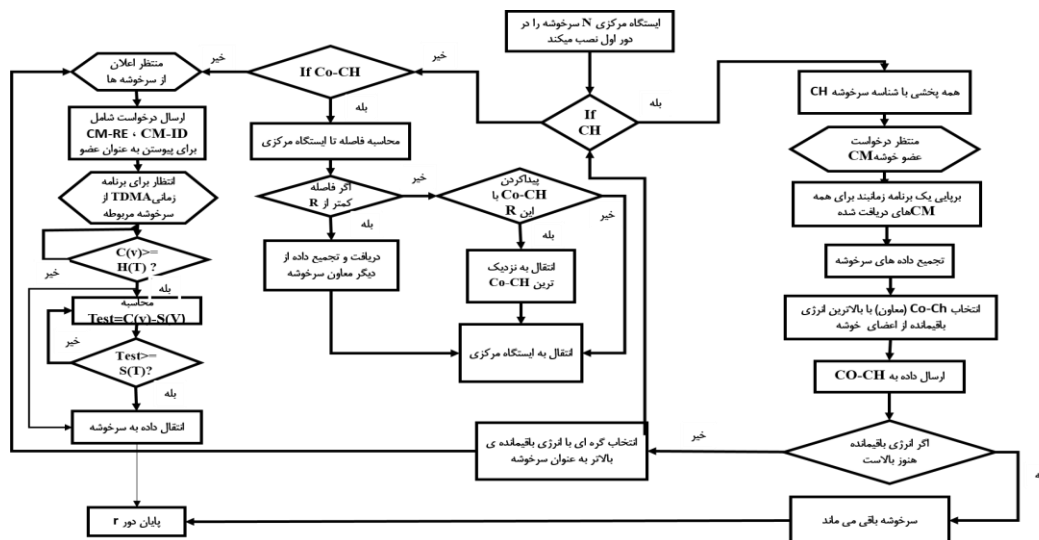
⁴ Broadcast

¹ Hard Threshold

² Soft Threshold

باقیمانده‌ی بیشتری نسبت به سایر اعضای خوشه دارد، به عنوان معاون خود انتخاب می‌کند. بنابراین داده‌های جمع‌آوری شده را به معاون خوشه ارسال می‌کند و معاون اطلاعات دریافتی را به ایستگاه پایه انتقال می‌دهد. اگر انرژی باقیمانده‌ی سرخوشه همچنان مقدار بالایی نسبت به سایر گره‌های عضو خوشه باشد، سرخوشه باقی می‌ماند و دور ۲ به پایان می‌رسد. اما اگر انرژی باقیمانده‌ی سرخوشه مقدار کمتری نسبت به سایر گره‌ها باشد، گره‌ی دیگری در همان خوشه که انرژی بالاتری دارد به عنوان سرخوشه انتخاب می‌شود.

برای خوشه بندی باید حداکثر اعضاء خوشه برای سرخوشه انتخاب شده تعیین شود. حداکثر تعداد اعضاء خوشه بستگی به فاصله سرخوشه از ایستگاه اصلی و انرژی باقی مانده سرخوشه دارد. پس از تعیین تعداد اعضاء خوشه، سرخوشه یک پیام به نزدیکترین حسگرهای همسایه ارسال می‌کند و در صورتی که حسگرها عضو خوشه دیگری نباشند پیام درخواست عضویت در خوشه را به سرخوشه ارسال می‌کنند و خوشه بندی انجام در مرحله جمع‌آوری داده‌ها، داده‌ها توسط حسگرها از محیط جمع‌آوری شده و به وسیله‌ی اعضای خوشه دست به دست تحویل سرخوشه می‌شود تا به ایستگاه پایه برسد. پس



شکل ۳. فلوچارت روش ECHP

۵- نتایج شبیه سازی

در این قسمت روش ECHP با روش SEECP به کمک نرم افزار MATLAB شبیه سازی شده و کارایی روش پیشنهادی ECHP با روش SEECP مقایسه شده است.

حسگرهای عضو، داده‌ها را از محیط جمع‌آوری کرده و در زمان زمانبندی خودشان به سرخوشه ارسال می‌کنند. در این زمان فرستنده‌ی رادیویی سایر حسگرها، تا زمان فرا رسیدن زمان ارسال خودشان خاموش هستند تا انرژی آنها خاموش گردد.

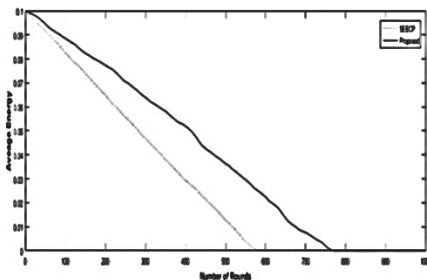
سپس سرخوشه‌ها بعد از جمع‌آوری داده‌ها، عمل تجمیع داده‌ها را بر روی داده‌های دریافتی انجام می‌دهند و داده را به یک بسته‌ی K بیتی تبدیل می‌کنند. بعد از اینکه سرخوشه داده‌ها را اعضای خوشه دریافت کرد، و بعد از تجمیع داده‌ها خوشه‌ای را که انرژی

فرضیات و پارامترهایی که برای شبیه سازی در نظر

گرفته شده است، مطابق جدول ۱ می باشد.

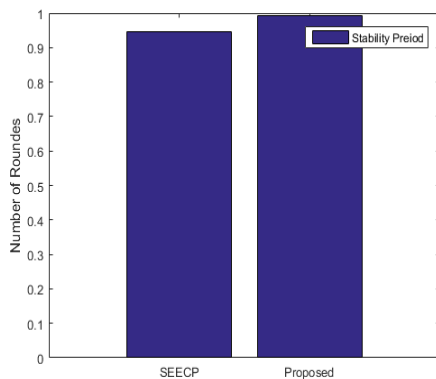
جدول ۱. پارامترهای شبیه سازی

ارزش	پارامتر
۱۰۰	تعداد گره ها، N
۱۰۰×۱۰۰	ابعاد شبکه (ابعاد x و y)
۵۰×۵۰	مختصات ایستگاه مرکزی
۰,۱ ژول	انرژی ابتدایی گره، E_0
۰,۰۵	تعداد خوشه های سرخوشه، k
۵۰ n ژول بر بیت	انرژی الکترونیک های رادیویی $E_{RX}(k)=kE_{RX}$
۱۰۰ پیکوژول بر بیت بر m^2	انرژی تقویت کننده رادیویی ϵ_{friss_apm}
۰,۰۱۳ پیکوژول بر بیت بر m^4	انرژی تقویت کننده رادیویی $\epsilon_{two_ray_apm}$



شکل ۵. میانگین انرژی باقیمانده در هر دور در روش ECHP و پروتکل SEECP

شکل ۶ پایداری روش ECHP نسبت به پروتکل SEECP را نشان می دهد. تقریباً پایداری با استفاده از روش پیشنهادی بهبود یافته است. این بهبود به علت تقسی وظایف بین سرخوشه و معاون آن می باشد. به عنوان مثال اگر سرخوشه-ی دیگری از سرخوشه انتخاب شده ی ما درخواست بازپخش اطلاعات را داشت، معاون سرخوشه ی انتخابی این کار را به عهده می گیرد. بنابراین سرخوشه اطلاعات را اول به معاون خود ارسال می کند سپس معاون آن را به ایستگاه مرکزی انتقال می دهد.

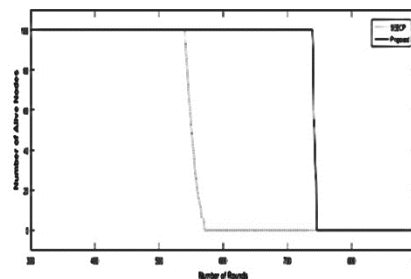


شکل ۶ نتایج کارایی روش ECHP و پروتکل SEECP

۶- نتیجه گیری و کارهای آینده

در این مقاله راهکاری پیشنهادی به نام معاونت سرخوشه جهت بهره وری انرژی یا ECHP ارائه شده است که برای متعادل کردن مصرف انرژی شبکه، برای

در شکل ۴ و ۵ طول عمر شبکه و میانگین انرژی باقیمانده در هر دور نشان داده شده است. روش ECHP مدت عمر و میانگین انرژی باقیمانده ی بهتری نسبت به روش SEECP دارد، به این دلیل که در الگوریتم پیشنهادی علاوه بر سرخوشه، وجود معاون سرخوشه باعث توزیع بار و صرفجویی در انرژی شده است.



شکل ۴. مقایسه طول عمر شبکه بین روش ECHP و پروتکل SEECP

Digital Signal Processing (CSNDSP), Vol.10, pp. 1-6, 2016.

[3] Pradhan.N, Sharma.K, and Singh V. K, "A Survey on Hierarchical Clustering Algorithm for Wireless Sensor Networks," *ENERGY*, Vol.134,pp. 134-138, 2016.

[4] Mittal .N, Singh .U, and Sohi .B. S, "A stable energy efficient clustering protocol for wireless sensor networks," *Wireless Networks Springer Journal*, Vol. 24, pp. 1-13, 2016.

[5] Mann.P. S, and Singh.S, "Improved metaheuristic based energy-efficient clustering protocol for wireless sensor networks," *Engineering Applications of Artificial Intelligence*, Vol. 57, pp. 142-152, 2017.

[6] Biswas.S,"A Novel Cluster Head Selection Algorithm for Energy-Efficient Routing in Wireless Sensor Network," *Advanced Computing (IACC)*,Vol.10, pp. 588-593, 2016.

[7] Bista .R., and Shakya .A, "Randomized Distance Based Clustering Algorithm for Energy Efficient Wireless Sensor Networks," *Advanced Computing and Communication Technologies*, Vol. 452, pp. 377-389, 2016.

[8] Bsoul.M, Khasawneh.A, Obeidat, "An Energy-Efficient Threshold-Based Clustering Protocol for Wireless Sensor Networks," *International Journal of Distributed Sensor Networks Springer*, Vol. 10, pp. 99-112, 2015.

هر خوشه از یک سرخوشه و معاون سرخوشه استفاده می‌کند. روش ECHP برای انتخاب سرخوشه‌ها از معیار بیشترین انرژی باقیمانده در گره‌ها استفاده می‌کند. یعنی گره‌ای که بیشترین انرژی را در خوشه دارد به عنوان سرخوشه در نظر گرفته می‌شود. انتخاب سرخوشه قطعی در کاهش تعادل بار نامناسب در میان گره‌ها و فراهم آوردن انرژی متعادل انرژی کمک می‌کند. معاون خوشه نیز یکی از گره‌های خوشه به غیر از سر خوشه با بیشترین انرژی انتخاب می‌شود. این گره وظیفه ارسال بسته‌های تجمیع شده توسط سرخوشه به ایستگاه مرکزی دارد. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که پروتکل ECHP از لحاظ تعادل بار، بهره‌وری انرژی، و پایداری بهتر از روش SEECP در مقاله [۴] می‌باشد. شبیه‌سازی‌های این پژوهش نشان داد پروتکل ECHP به طور میانگین با احتساب بهبود در انرژی مصرفی کل شبکه و تعداد گره‌های زنده مانده و مرده در دوره‌های اولیه و دور میانی و در پایان دوره‌ها، به میزان ۷۹ درصد عملکرد پروتکل SEECP را بهبود بخشیده است.

برای فعالیت بیشتر و کارهای آینده در جهت گسترش و افزایش کارایی این الگوریتم می‌توان با بهینه‌تر کردن نحوه انتخاب سرخوشه و در نظر گرفتن پارامترهای گوناگون بیشتر دیگر، میزان صلاحیت گره‌ها را برای سرخوشه شدن در هر دوره با دقت بیشتری محاسبه نمود و عمل انتخاب سرخوشه را بهینه‌تر و بر اساس انتخاب گره‌های با بیشترین صلاحیت انجام داد و میزان بهینه‌سازی مصرف انرژی را در آن حالت نیز بررسی نمود.

۷- مراجع

[1] Liang,C, Chengchao, and F. R. Yu, "Wireless network virtualization: A survey, some research issues and challenges," *Communications Surveys & Tutorials*, Vol. 17, pp. 358-380, 2015.

[2] Stein,M,et al., "Evaluation study for clustering in wireless sensor networks," *Communication Systems, Networks and*