دوازدهمین کنگره ملی سراسری
فناوریهای نوین در حوزه توسعه پایدار ایران
12th National Congress of
the New Technologies in Sustainable Development of Iran
senaconf.ir

VLEACH: الگوریتم مسیریابی سلسله مراتبی با زمانبندی متغیر سرخوشه مبتنی بر LEACH

رسول رستا

دانشگاه آزاد اسلامی واحد ملایر، ملایر Rasoul.Rasta@iau.ac.ir

چکیده

شبکه‌های حسگر بی‌سیم متشکل از تعداد زیادی از گره‌های حسگر هستندکه بصورت توزیع شده و بدون نیاز به مراقبت و در منطقه‌ای برای اهداف خاصی بکار گرفته می‌شوند. این گره‌های حسگر بصورت متناوب با نظارت و سنجش شرایط محیطی و بصورت گروهی کار می کنند. طول عمر محدود باتری حسگر ها و امکان آسیب دیدن گره‌ها در هنگام استقرار منجر می‌شود که شبکه‌های حسگر بی سیم نیازمند یک مدیریت استراتژیک و یک معماری مقیاس پذیر باشد. یکی از چالش های مهم در شبکه‌های حسگر بی سیم، محدودیت دسترس پذیر بودن انرژی است. از این رو بهینه کردن مصرف انرژی از مهترین چالش های موجود در این شبکه‌ها می باشد. کاهش مصرف انرژی در گره‌های شبکه منجر به افزایش طول عمر شبکه می‌شود.در سال های اخیر روش ها و الگوریتم های مختلفی برای بهره وری انرژی ارائه شده است. با توجه به محدودیت انرژی باتری در این نوع شبکه‌ها، و عدم تعویض یا شارژ باتری بطور معمول، از این رو صرفه جویی در انرژی در این نوع از شبکه‌ها بسیار حیاتی است. در این تحقیق به دنبال بهبود کارایی الگوریتم مسیریابی مبتنی بر خوشه بندی LEACH هستیم و هدف افزایش میزان طول عمر شبکه بوسیله استفاده از گره‌ها با انرژی بیشتر به عنوان سرخوشه هستیم. در این تحقیق به منظور افزایش طول عمر شبکه با تغییری در زمانبندی انتخاب سرخوشه در الگوریتم LEACH از انرژی گره-های خوشه بیشترین استفاده ممکن را بکار می‌گیریم.

واژه‌های کلیدی

شبکه حسگر بی‌سیم، مسیریابی، خوشه بندی، سرخوشه

۱. مقدمه

یکی از مهمترین مسائل قابل بحث در شبکه‌های حسگر بیسیم، چگونگی انتقال اطلاعات از گره‌های داخل شبکه به ایستگاه پایه و انتخاب بهترین مسیر ممکن برای انتقال این اطلاعات می‌باشد. انتخاب بهترین مسیر می‌تواند بر اساس فاکتورهای مختلفی مانند انرژی مصرفی، سرعت در پاسخگویی و میزان تاخیر، دقت در انتقال داده و .... تحت تاثیر قرار بگیرد. همانگونه که از عنوان این نوشتار بر می‌آید هدف ما انتخاب بهترین مسیر از لحاظ مصرف انرژی می‌باشد. پروتکل‌های بسیاری در شبکه‌های حسگر بیسیم به موضوع مسیریابی پرداخته‌اند و این پروتکل‌ها برای برخی از موضوعات دیگر در این شبکه مانند موضوع خوشه‌بندی، انتخاب سرخوشه و ... برنامه دارند. پروتکل‌های مسیریابی در شبکه‌های حسگر بیسیم می توانند از دید ساختار شبکه به سه دسته مسیریابی تخت، سلسه مراتبی و مبتنی بر مکان تقسیم شوند. در مدل تخت همه‌ی گره‌ها نقش یا کار مساوی دارند، اما در مدل سلسله مراتبی گره‌ها نقش های مختلفی را در شبکه بازی می کنند. در مدل مبتنی بر مکان نیز از موقعیت گره‌های حسگر برای مسیردهی داده در شبکه استفاده می‌شود. عوامل موثر در طراحی پروتکل‌های مسیریابی وجود دارد گه ذیل تعدادی از آنها را نام می بریم.

- قابلیت شبکه از نظر پویا یا ایستا بودن
- کاربرد شبکه
- محدودیت انرژی
- پیوسته یا گسسته بودن شبکه حسگر
- امکان ترکیب داده.

در بخش ۲ ابتدا به بیان مختصری از الگوریتم LEACH می‌پردازیم سپس در یکی از مهمترین چالش‌های این الگوریتم را ذکر می‌کنیم. در بخش ۳ ایده پیشنهادی به منظور رفع چالش ذکرشده را بیان می‌کنیم. در بخش چهارم و پنجم به ترتیب ایده نو را شبیه سازی و ارزیابی نموده و در نهایت نتایج ارزیابی را تجزیه وتحلیل و نتایج را نشان می دهیم.

۲. الگوریتم مسیریابی LEACH[1]

LEACH یک پروتکل خوشه بندی خودسازمانده است که بار انرژی را بر روی حسگرهای شبکه توزیع می‌کند. در LEACH گره‌ها خودشان را در خوشه‌های محلی سازماندهی می‌کنند، به گونه‌ای که یک گره در خوشه به عنوان سرخوشه عمل می‌کند. برای اینکه با تمام شدن انرژی گره سرخوشه، کل خوشه از کار نیفتد و عمر خوشه تمام نشود، گره‌های با انرژی بالا در خوشه به صورت چرخشی و تصادفی سرخوشه می‌شوند. به علاوه داده ها به صورت محلی با هم تجمع می‌گردند تا مقدار داده‌هایی که باید به ایستگاه پایه ارسال شوند و در نتیجه مصرف انرژی، کاهش یافته و عمر شبکه افزایش یابد. در این روش حسگرها خود را با احتمال مشخصی به عنوان سرخوشه انتخاب می‌کنند. این سرخوشه‌ها وضعیت خودشان را به اطلاع گره‌های دیگر شبکه می‌رسانند. هر گره بر اساس مینیمم انرژی ارتباطی یک سرخوشه را انتخاب می کند و عضو آن خوشه می‌گردد. زمانی که همه گره‌ها در خوشه‌ها سازماندهی شدند، هر سرخوشه یک برنامه زمانبندی برای گره¬های خوشه خود می‌سازد. گره‌های غیرسرخوشه براساس این برنامه زمانبندی فقط زمانی که نوبت ارسال آنها است سخت افزار رادیویی خود را روشن می‌سازند و در بقیه زمان‌ها در حالت خاموش بوده که این امر نیز باعث صرفه¬جویی در مصرف انرژی می‌گردد. زمانی که گره سرخوشه، داده‌های همه اعضا را جمع آوری کرد، داده‌ها را تجمیع نموده و داده های فشرده شده را به ایستگاه پایه می‌فرستند. در این روش گره‌ها بر اساس انرژی باقیمانده‌شان تصمیم می‌گیرند که سرخوشه بشوند یا خیر. هر گره مستقل از سایر گره‌ها تصمیم گیری می‌کند. بنابراین برای تشخیص سرخوشه مذاکرات اضافی لازم است. عملکرد LEACH به چندین دور تقسیم می-

گردد. که هر دور دارای دو فاز پیکربندی و فاز حات پایدار است. هر دور با یک فاز راه‌اندازی آغاز گشته و همزمان خوشه‌ها سازماندهی می‌گردند. سپس در فاز حالت پایدارعمل انتقال داده ها به ایستگاه پایه انجام می‌گیرد به منظور کاهش بالا سری شبکه فاز حالت پایدار در مقایسه با فاز راه اندازی طولانی تر است. روش کار بصورت تکرار دورها پشت سرهم است.

۱.۲. فاز پیکربندی:

الف) مشخص شدن سرخوشه ها: در ابتدا هر گره بر اساس درصد سرخوشه شدن که از قبل مشخص است و تعداد دفعاتی که گره سرخوشه شده است، تصمیم می‌گیرد که آیا در دور جاری سرخوشه بشود یا خیر.

ب) اعلان سرخوشه ها: هر گره‌ای که در این مرحله خودش را به عنوان سرخوشه انتخاب کرد یک آگهی به بقیه گره‌ها ارسال می‌نماید. گره‌های غیر سرخوشه، آگهی‌های دریافتی از گره‌های سرخوشه را برای استفاده در فاز راه اندازی نگه می‌دارند .

ج) مرحله انتخاب خوشه : هر گره غیر سرخوشه یک سرخوشه را برای این مرحله انتخاب می‌کند. این تصمیم بر اساس قدرت سیگنال‌های دریافتی ناشی از آگهی‌های رسیده از سرخوشه‌ها گرفته می‌شود. در صورت وجود گره (خوشه بدون سرخوشه) یک سرخوشه به صورت تصادفی انتخاب می‌گردد. پس از آنکه هرگره تصمیم گرفت که به کدام خوشه تعلق دارد این تعلق را به اطلاع گره سرخوشه‌اش می‌رساند. در این فاز تمام گره های سرخوشه باید واحد سخت افزاری دریافت کننده‌هایشان را روشن نگه دارند[2].

د) انجام زمانبندی ارسال و اعلان آن به گرها: گره سرخوشه پیام‌های اعضای خوشه را دریافت می‌کند و بر اساس تعداد گره‌های خوشه یک برنامه زمانبندی می‌سازد که مشخص می‌کند که هرگره در چه زمانی می تواند اطلاعاتش را ارسال نماید این برنامه زمانبندی به تمام گره‌های خوشه ارسال می‌گردد.

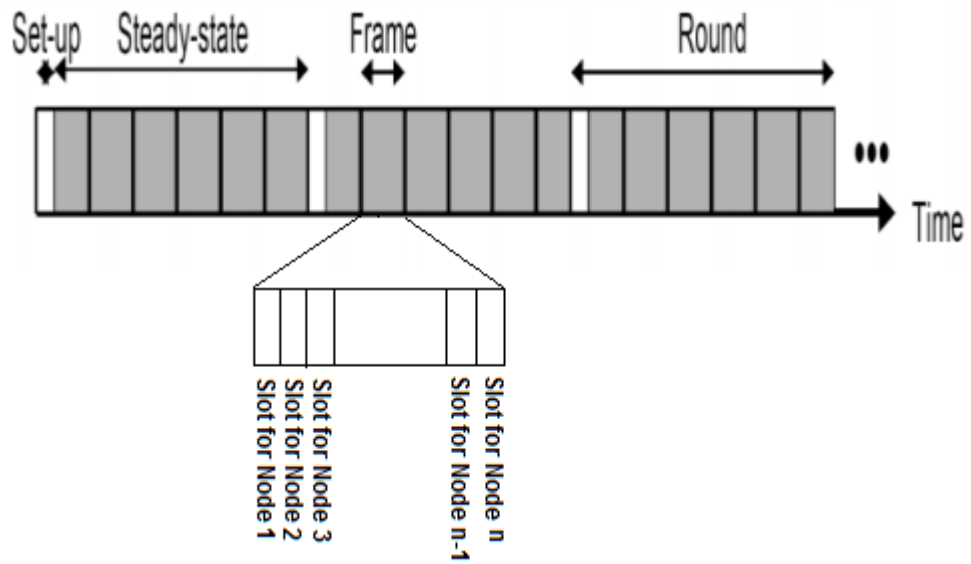
۲.۲. فاز حالت پایدار:

الف) انتقال داده ها: پس از آن که خوشه ها ایجاد شدند انتقال داده¬ها می‌تواند شروع شود با فرض اینکه گره¬ها همیشه داده‌ای جهت ارسال دارند آنها در طول زمانی که به آنها تخصیص دارد داده هایشان را به سرخوشه ارسال می کنند. این ارسال از مینیمم مقدار انرژی استفاده می‌کند پس از ارسال داده قطعات رادیویی هر گره غیر سرخوشه می تواند خاموش شود. گره سرخوشه باید گیرنده اش را جهت دریافت اطلاعات از گره‌ها در خوشه روشن نگه دارد.

ب) تجمیع و ارسال به سینک: زمانی‌که همه داده ها در سرخوشه دریافت شدند گره سرخوشه عمل پردازش سیگنال را انجام می دهد تا داده ها را به یک سیگنال واحد فشرده نماید. این عمل حالت پایدار شبکه است. بعد از یک زمان خاص که از قبل مشخص شده است مرحله بعدی شروع می شود با گره‌های سرخوشه ای که در فاز اعلان شناسایی گردیده اند[3].

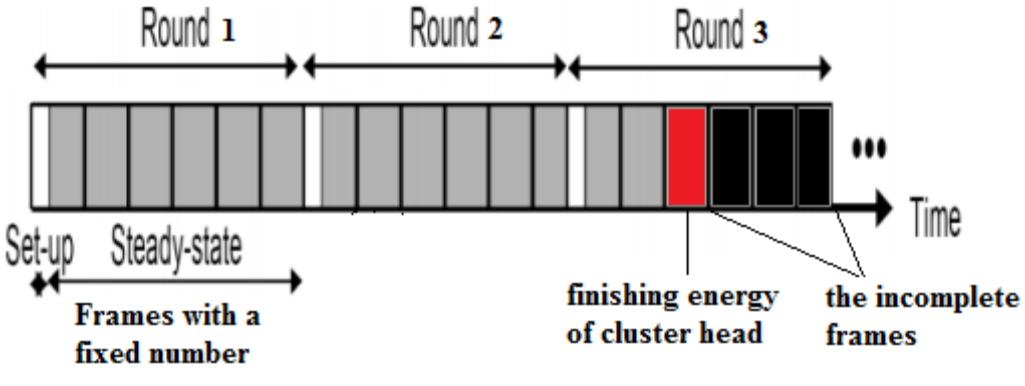
۲.۲. چالش الگوریتم LEACH

همانطور که گفته شد در الگوریتم LEACH دو فاز اصلی راه اندازی- پیکربندی و حالت پایدار وجود دارد. در فاز حالت پایدار چندین فریم وجود دارد که در هر فریم در زمان مشخص یک عضو خوشه، داده‌های خود را به سرخوشه می فرستد. به مجموع فاز راه اندازی و فاز حالت پایدار یک دوره گویند (شکل ۱). نکته مهم ثابت بودن تعداد فریم‌های ارسال داده به سرخوشه در حالت پایدار است.



شکل ۱:نمودار زمانی دور و اجزای آن در الگوریتمLEACH [4]

حالتی را در نظر بگیرید که پس از چندین دور و انتخاب چندباره هر گره به عنوان سرخوشه میزان انرژی هر گره در مقدار انـدکی باشـد؛ بنابراین با انتخاب هر کدام از گره‌ها برای سرخوشه شدن این احتمال وجود داردگره‌های سرخوشه به علت مصرف انـرژی زیـادتر قبـل از اتمام تمام فریم های دوره حالت پایدار زود تر از مابقی گره‌ها بمیرند که این امر منجر به از دست رفتن گره‌های خوشه مربوطه می‌گـردد، در شکل ۲مشخص است در دوره سوم انرژی سرخوشه در فریم سوم حالت پایدار تمام شده است و قبل از اتمام فریم‌های مربوطه به دوره جاری سرخوشه از دست می‌رود. در صورتی که همچنان مابقی گره‌های درون خوشه دارای انرژِی هستند و این امکان بـرای آنهـا موجـود است که به عنوان سرخوشه معرفی بشوند و کار را ادامه دهند. برای رفع این مشکل در این تحقیق یک ایـده در بخـش سـوم بیـان شـده است.



شکل ۲:نمایی از یک دور و اتمام انرژی سرخوشه در میانه راه و عدم اتمام دور

۳. روش پیشنهادی

در ایده پیشنهادی پس از فاز راه‌اندازی سرخوشه با گذراندن اولین فریم دوره حالت پایدار می‌تواند یک تقریبی از انرژی مصرفی خود برای هر فریم را بدست آورد، بر این اساس سرخوشه ها بطور دائمی میزان انرژی باقیمانده را رصد می‌کنند و هر گاه زودتر از پایان دوره سرخوشه ای متوجه گردید که امکان گذراندن دوره حالت پایدار با تمام فریم های آن را ندارد، زودتر از موعد متقاضی برگزاری انتخابات برای انتخاب سرخوشه جدید باشد و خود با انرژی باقیمانده به عنوان یک گره عادی در خوشه به گذران زمان باشد. انتخابات سرخوشه جدید تنها از بین اعضا خوشه و با الگوریتم بیشترین میزان انرژی باقیمانده انجام می‌گردد. در انتخابات جدید که اعضای خوشه مذکور در آن شرکت دارند سرخوشه سابق ابتدا میزان انررژی باقیمانده اعضا خوشه را دریافت می‌کند، سپس گره با بیشترین انرژی را انتخاب و به مابقی گرهها اعلام می‌دارد تا آنها سرخوشه جدید را شناخته و ارسال داده را به سمت آن انجام دهند. از طرفی سرخوشه سابق در برنامه زمانبندی ارسال داده جایی گره منتخب را به خودش اختصاص می‌دهد و برنامه را به سرخوشه جدید ارسال میکند تا بتواند بر بق آن داده‌ها را دریافت نماید.

مراحل ایده پیشنهادی بصورت زیر می‌باشد:

۱- فاز پیکربندی

الف) انتخاب سرخوشه با توجه به میزان انرژی

ب)ارسال پیام سرخوشه‌ها به دیگر گره‌ها

ج) انتخاب خوشه توسط هر گره

۲- فاز حالت پایدار

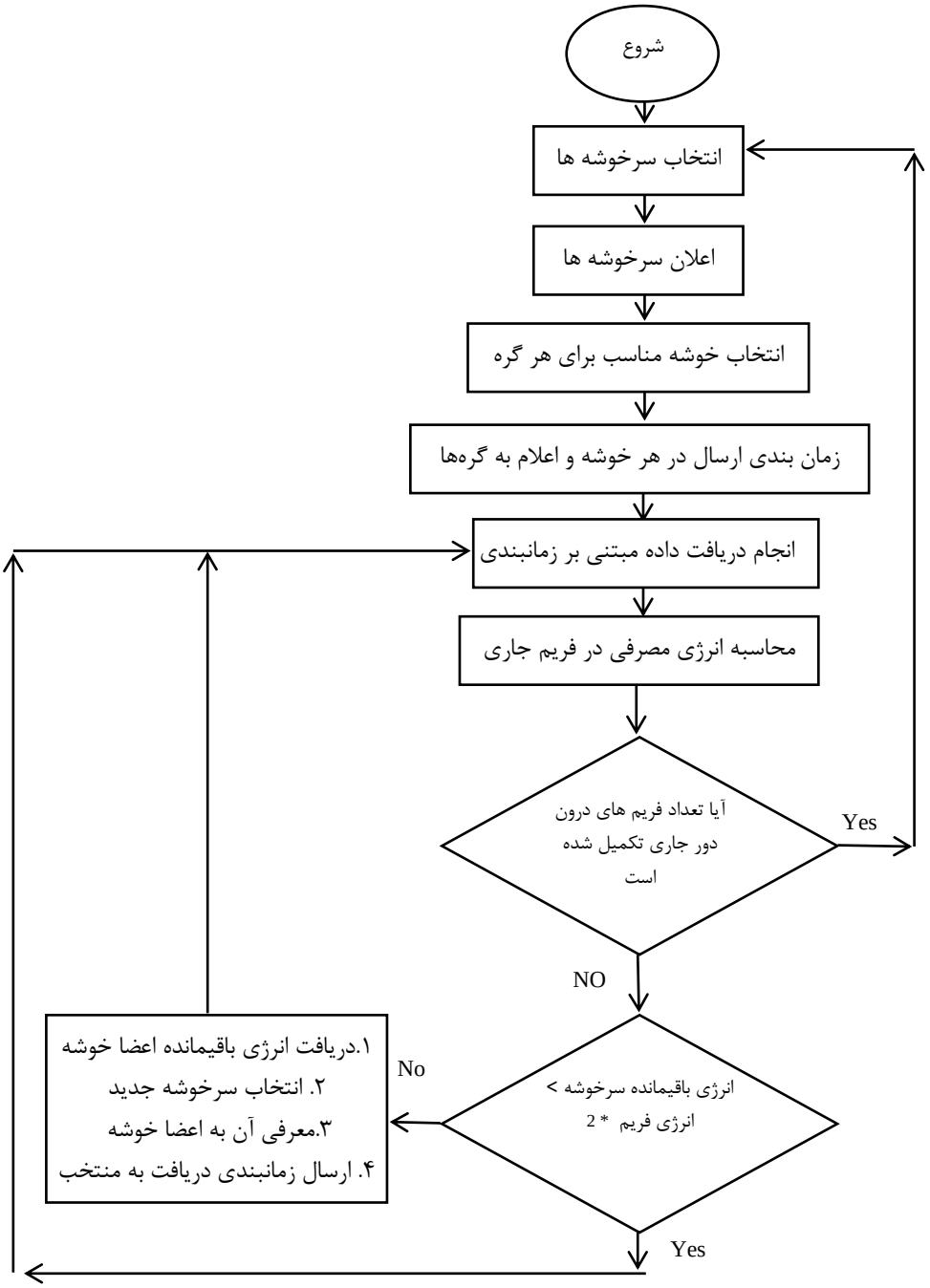
الف) انجام زمانبندی گره‌های هر خوشه جهت ارسال داده به سرخوشه

ب) دریافت داده‌ها توسط سرخوشه‌ها در قالب فریم اول

ج) محاسبه انرژی مصرفی در فریم جاری $E_f = E_{i-1}-E_i$

د) اگر انرژی باقیمانده بزرگتر از دو برابر انرژی فریم باشد روال دریافت در فریم آتی انجام می‌شود و برگشت به مرحله (ج) در غیر اینصورت مجدد فاز پیکر بندی با انتخاب گره با بیشترین انرژی انجام می‌شود.

در شکل3 نیز می‌توانید فلوچارت روش پیشنهادی را مشاهده نمائید.



شکل3 : فلوچارت روش ارائه شده

در فلوچارت بالا نکته قابل توجه و قابل ارائه، لحاظ نمودن حداقل انرژی برای سرخوشه جهت ورود به یک فریم جدید و دریافت داده‌ها است. بنابراین این عمل منجر به آن است که سرخوشه در حالتی که امکان دریافت تمام داده‌ها را در یک فریم ندارد وارد آن فریم نمی-شود و جای خود را با گره ای دیگر تعویض می‌نماید. توجه نمائید میزان حداقل در نظر گرفته شده بر اساس تقاضا و بر اساس انرژی مورد

نیاز برای ی گره عادی و یک گره سرخوشه در زمان یک فریم قابل افزایش و کاهش است. اگر انرژی مصرفی سرخوشه و یک گره در خوشه مربوطه در فریم جاری بترتیب E_{ch} و E_{node} باشد بطور قطع رابطه ۱ برقرار است.

$$E_{node} < E_{ch}$$ فرمول ۱

از طرفی فعالیت های یک سرخوشه در زمان یک فریم شامل دریافت داده‌ها بر طبق زمانبندی از گره‌های خوشه، تجمیع دادها و در نهایت ارسال به سینک است بنابراین انرژی مصرفی آن در یک فریم بصورت زیر بدست می‌آید.

$$E_{ch} = n * E_T + E_A + E_S + E_L$$ فرمول ۲

در فرمول ۲ n تعداد گره‌های درون خوشه، E_T میانگین انرژی مصرفی برای انتقال داده از گره به سرخوشه، E_A انرژی لازم برای تجمیع داده‌ها در سرخوشه، E_S انرژی لازم برای انتقال داده از سرخوشه به سینک و در نهایت E_L انرژی صرف شده برای انجام عمل محلی حسگر است. اما در فرمول ۳ انرژی مورد نیاز یک گره درون خوشه بیان شده است.

$$E_{node} = E_T + E_L$$ فرمول ۳

با مقایسه دو فرمول ۲و ۳ درستی رابطه ۱ مشخص می‌گردد.

حال فرض کنید نسبت انرژی مصرفی سرخوشه نسبت به یک گره درون خوشه در یک فریم برابر با ۵۰ باشد. اگر سرخوشه‌ای با توجه به فرمول احساس نمائید که انرژی ان برای حداقل دو فریم آتی کافی نیست از سرخوشه بودن انصراف داده و انتخاب جدید سرخوشه رخ می‌دهد. پس سرخوشه با حداقل انرژی به میزان ۲ برابر انرژی سرخوشه در فریم استعفا می‌دهد و به عنوان یک گره معمولی عمل می‌کند و با این انرژی می‌تواند حدود ۱۰۰ فریم آتی را طی نماید در صورتی که اگر می‌خواست به کار خود به عنوان سرخوشه ادامه دهد حداکثر در ۲ فریم بعدی به علت اتمام انرژی از می‌میرد.

۴. ارزیابی

در این بخش به ارزیابی و شبیه سازی ایده پیشنهادی می‌پردازیم. ابتدا باید شرایط پیاده سازی یا شبیه سازی ایده مورد نظر را فراهم کنیم. سپس روش و الگوریتم‌های دیگری برای همان مسئله را به منظور مقایسه با ایده پیشنهادی مشخص نمائیم و در نهایت معیارهای کارائی جهت مقایسه را باید مشخص کرد. در این فصل الزامات ارزیابی را مرحله به مرحله مشخص و بیان می‌داریم.

۴.۱. سیستم شبیه ساز

برای شبیه سازی ایده پیشنهادی از شبیه سازNS3 استفاده شده است در زیر مشخصات سیستم شبیه ساز را مشاهده می‌نمائید.

CPU: Core i5 2.4 GHz

RAM: 4 GB DDR2

۴.۲. سناریو شبیه سازی و الگوریتم‌ها مورد مقایسه

برای ارزیابی و مقایسه، روش پیشنهادی را با روش پایه LEACH و روش XLEACH [5] مقایسه نموده‌ایم. بدین ترتیب که یکبار ایده را بر روی الگوریتم پایه LEACH اجرا می‌کنیم و دفعه بعد ایده را مبتنی بر الگوریتم XLEACH شبیه سازی می‌کنیم و در هردو مرحله الگوریتم جدید را با الگوریتم‌های پایه مقایسه می‌کنیم.

۴.۳. پارامتر و معیار ارزیابی

معیارهای گوناگونی همانند انرژی مصرفی، طول عمر شبکه، تعداد بسته‌های از بین رفته، ترافیک شبکه، پوشش شبکه، تاخیر انتهابه انتها و ... برای نشان دادن کارایی در محیط شبکه حسگر وجود دارد که بسته به مسئله و مشکل بررسی شده در ارزیابی‌ها استفاده می‌شوند. در این تحقیق معیار طول عمر شبکه و میزان پوشش شبکه استفاده می‌گردد. همچنین برای شبیه سازی طرح کیسری پارامترها و مقادیر اولیه نیاز است که به آنها فرضیات شبیه سازی گویند.

۴.۴. ارزیابی طول عمر شبکه

در این قسمت به ارزیابی طول عمر شبکه بر مبنای دو معیار FND[2], LND[1] و HDT[3]، به عنوان عوامل مهم در تعیین کارایی شبکه‌های حسگر در کنار مصرف انرژی توجه شده است[6]. البته به همراه توجه به این سه معیار ، تاثیرات تغییر در ساختار شبکه در اثر عواملی همچون فاصله گره‌ها از هم، تعداد گره‌ها و محل ایستگاه پایه نیز در نظر گرفته می‌شود

مقایسه طول عمر شبکه با استفاده از سه معیار استاندارد در الگوریتم‌های مسیریابی شبکهٔ حسگر صورت گرفته است:

- ***زمان مرگ اولین گره*** : شمارهٔ دوری که در آن اولین گره شبکه به دلیل اتمام انرژی از کار می‌افتد.
- ***زمان مرگ نیمی از گره‌ها***: شمارهٔ دوری که در آن نیمی از گره‌های شبکه به دلیل اتمام انرژی از کار افتاده باشند.
- ***زمان مرگ آخرین گره***: شمارهٔ دوری که در آن آخرین گرهٔ شبکه به دلیل اتمام انرژی از کار می‌افتد.

نتایج به دست آمده از سه پروتکل LEACH، XLEACH و ایده پیشنهادی با روش‌های مربوطه در جدول ۱جدول ۲آمده است. در مقایسه بین روش LEACH و ایده پیشنهادی مبتنی بر آن و در جدول ۲ مقایسه بین روش XLEACH و ایده پیشنهادی بر پایه آن است. لازم به یادآوری است، در پروتکل XLEACH، انتخاب سرخوشه با معیار سطح انرژی در نظر گرفته شده است. همچنین نتایج با میانگین‌گیری از جامعهٔ آماری(۲۰ اجرا به ازاء هر الگوریتم و با مجموعهٔ داده‌های تصادفی) به دست آمده است.

جدول ۱:مقایسهٔ نتایج طول عمر شبکه بین روش LEACH و ایده پیشنهادی مبتنی بر آن

معیار مقایسه	LEACH	V-LEACH	درصد بهبود
زمان مرگ اولین گره	۵۶۷	۶۱۰	۸٪
زمان مرگ نیمی از گره‌ها	۷۱۸	۷۵۶	۵٪
زمان مرگ آخرین گره	۱۹۰۱	۲۰۱۱	۶٪

[1] First Node Dead
[2] Last Node Dead
[3] Half Dead Time

جدول ۲:مقایسهٔ نتایج طول عمر شبکه بین روش XLEACH و ایده پیشنهادی مبتنی بر آن

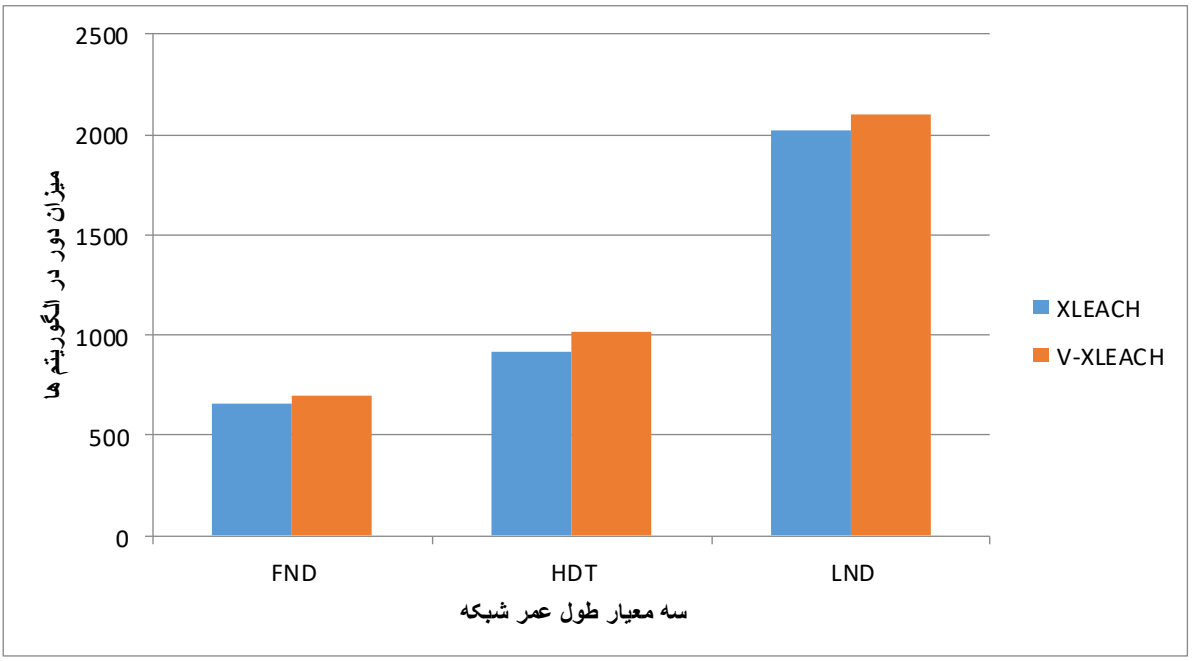
معیار مقایسه	XLEACH	V-XLEACH	درصد بهبود
زمان مرگ اولین گره	۶۵۸	۷۰۲	۷٪
زمان مرگ نیمی از گره‌ها	۹۱۵	۱۰۱۳	۱۱٪
زمان مرگ آخرین گره	۲۰۱۸	۲۱۰۳	۴٪

قابل توجه است که در دو جدول فوق زمان بر اساس شماره دور مربوط به وقوع رویداد در نظر گرفته شده است. در شکل (۴-۱) و (۴-۲) به ترتیب نمودار مقایسه بر پایه داده‌های جدول را مشاهده می‌نمائید.

شکل ۴:نمودار مقایسهٔ نتایج طول عمر شبکه بین روش LEACH و ایده پیشنهادی مبتنی بر آن

چنانچه در شکل ۴ و شکل ۵ می‌بینید، برتری پروتکل پیشنهادی در مقایسه با دو پروتکل قبلی نمایش داده شده است. این نتایج ثابت می‌کنند که الگوریتم پیشنهادی می‌تواند بطور میانگین در مقایسه اول در ۶٪ طول عمر شبکه و در مقایسه دوم بطور میانگین ۷٪ طول عمر شبکه را بهبود دهد. این ویژگی در کاربردهایی که پوشش شبکه‌ای در آن‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است، حائز اهمیت می‌باشد؛ برای مثال در کاربردهای پایشی یا ردیابی که به داده‌های بسیار دقیق نیاز دارند، به تعویق انداختن زمان اولین مرگ بسیار مهمتر از زمان آخرین مرگ است. در مقابل ممکن است در برخی از کاربردها، افزایش طول عمر کلی شبکه(به تعویق افتادن زمان آخرین مرگ)، مطلوب‌تر باشد؛ برای مثال در پایش دوره‌ای آب و هوا.

مطابق‌شکل ۴ و شکل ۵ الگوریتم جدید می‌تواند در مقایسه اول، طول عمر شبکه را بر اساس زمان مرگ اولین گره، ۸٪ نسبت به LEACH و ۷٪ نسبت به XLEACH افزایش دهد.

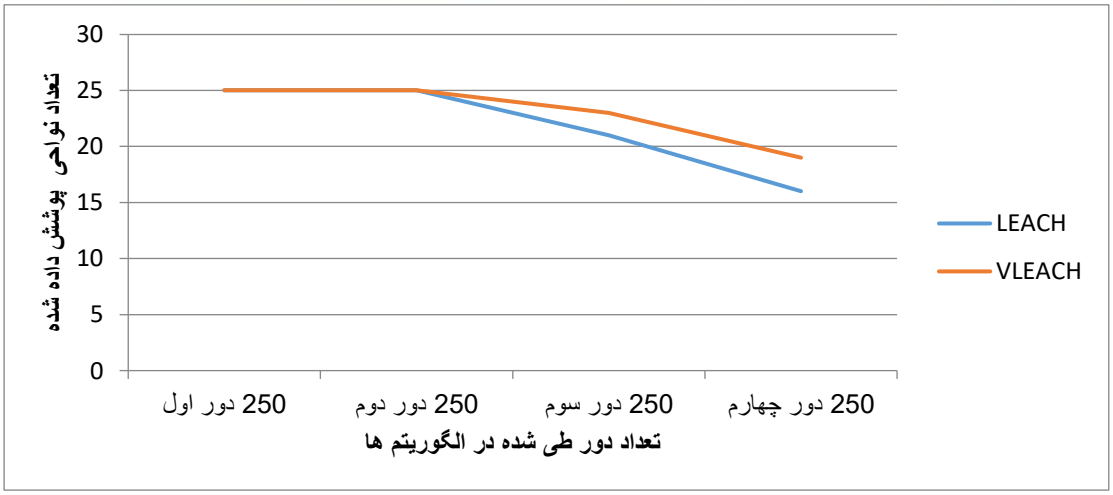


شکل ۵:نمودار مقایسهٔ نتایج طول عمر شبکه بین روش XLEACH و ایده پیشنهادی مبتنی بر آن

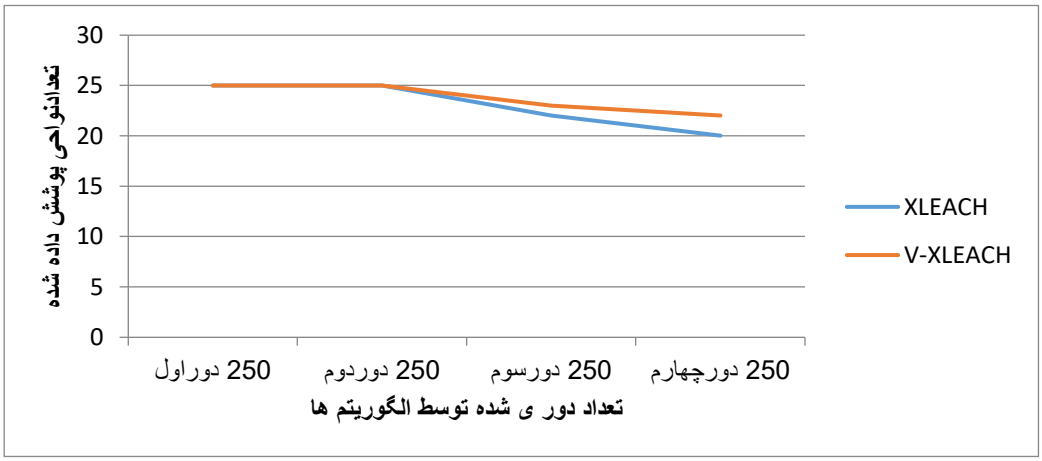
۴.۵. ارزیابی پوشش شبکه‌ای

از آن جایی که از دست دادن گره‌های حسگر فعال در ناحیه‌ای از شبکهٔ حسگر، با از دست رفتن پوشش شبکه‌ای، پایش آن ناحیه را غیرممکن خواهد ساخت، حفظ پوشش شبکه‌ای یکی از مهمترین معیارهای ارزیابی الگوریتم‌های مسیریابی شبکهٔ حسگر محسوب می‌گردد[7].

در شکل ۶پوشش شبکه‌ای جدید و LEACH مورد مقایسه قرار گرفته‌اند. مقایسه تعداد(درصد) نواحی زنده در دو الگوریتم، حاکی از آن است که پس از ۱۰۰۰ دور روش ارائه شده ۱۵ درصد نسبت به LEACH ، از پوشش شبکه‌ای بالاتری برخوردار است. همچنین شکل ۷ همین مقایسه را بین ایده پیشنهادی و الگوریتم XLEACH را نشان می‌دهد، که در این ارزیابی نیز برتری حدود ۱۰ درصدی با روش ارائه شده است.



شکل ۶:مقایسه تعداد ناحیه¬های سطح پوشش در ۱۰۰۰ دور اول بین الگوریتم پیشنهادی و LEACH



شکل ۷:مقایسه تعداد ناحیه¬های سطح پوشش در ۱۰۰۰ دور اول بین الگوریتم پیشنهادی و XLEACH

بنابراین می‌توان این طور نتیجه گرفت که ایده پیشنهادی در مقایسه با هر دو الگوریتم، پوشش شبکه‌ای را به میزان قابل توجهی افزایش می‌دهد که این افزایش با توجه به منطق این الگوریتم که به توازن بیشتر مصرف انرژی در شبکهٔ حسگر منجر می‌شود، قابل توجیه است.

۵. نتیجه گیری

در این تحقیق زمانبندی سرخوشه ها در روش خوشه‌بندی LEACH در شبکه‌های حسگر بی‌سیم را تغییر داده شد. ایده مورد نظر به دلیل پیش بینی امکان اتمام یک دور از جمع آوری داده ها توسط یک سرخوشه باعث گردید در صورت کمبود انرژی در سرخوشه قبل از اتمام دور مربوطه عملیات تعویض سرخوشه را انجام دهد. این تعویض زود هنگام در سرخوشه منجر به ابقا گره‌های ضعیف برای مدتی بیشتر در نقش یک گره

معمولی است. واضح است که گره‌های سرخوشه به علت انجام عملیات انتقال داده از اعضا زیر مجموعه خود در تمام اوقات و نیز عملیات تجمیع داده-های جمع آوری و ارسال ان به سینک مطمئنا دارای انرژی مصرفی چند برابر هستند، پس مراقبت و آگاهی از انرژی باقیمانده از آنها می‌تواند در زمینه حفظ بقای آنان موثر و کمک کننده باشد. با ارائه ایده پیشنهادی توانستیم طول عمر شبکه را در سه پارامتر FDN، HDT و LDN را نسبت به دو روش مقایسه شده‌ی LEACH و XLEACH افزایش معنا داری بدهیم. باتوجه به محدودیت‌های ذاتی شبکه‌های حسگر بیسیم، طول عمر شبکه نقشه بسزا در بررسی کارایی این نوع از شبکه‌ها دارد. نتایج حاصل بیانگر موثر بودن روش پیشنهادی می‌باشد.

منابع

[1] Heinzelman, Wendi Rabiner, Anantha Chandrakasan, and Hari Balakrishnan. "Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks." In *Proceedings of the 33rd annual Hawaii international conference on system sciences*, pp. 10-pp. IEEE, 2000.

[2] Singh, Sunil Kumar, Prabhat Kumar, and Jyoti Prakash Singh. "A survey on successors of LEACH protocol." *Ieee Access* 5 (2017): 4298-4328.

[3] Mahmood, Danish, Nadeem Javaid, Shaharyar Mahmood, Shaima Qureshi, Atif M. Memon, and Tariq Zaman. "MODLEACH: a variant of LEACH for WSNs." In *2013 Eighth international conference on broadband and wireless computing, communication and applications*, pp. 158-163. IEEE, 2013.

[4] Xu, Jia, Ning Jin, Xizhong Lou, Ting Peng, Qian Zhou, and Yanmin Chen. "Improvement of LEACH protocol for WSN." In *2012 9th international conference on fuzzy systems and knowledge discovery*, pp. 2174-2177. IEEE, 2012.

[5] Saadat, M., R. Saadat, and G. Mirjalily. "Improving threshold assignment for cluster head selection in hierarchical wireless sensor networks." In *2010 5th International Symposium on Telecommunications*, pp. 409-414. IEEE, 2010.

[6] NikAfshar, Javad. "Comparing the Efficiency of Proposed Protocol with Leach Protocol, in Terms of Network Lifetime." In *Fundamental Research in Electrical Engineering: The Selected Papers of The First International Conference on Fundamental Research in Electrical Engineering*, pp. 483-495. Springer Singapore, 2019.

[7] Demol, John, Elizabeth Ho, Karin Soldenhoff, and Gamini Senanayake. "The sulfuric acid bake and leach route for processing of rare earth ores and concentrates: A review." *Hydrometallurgy* 188 (2019): 123-139.