مجله پژوهش های معاصر در علوم و تحقیقات
سال اول، شماره ۵، آذر ۱۳۹۸
ISSN: ۲۶۷۶-۵۷۶٤
www.jocrisar.ir

بررسی تحلیلی مزایا و معایب شبکه‌های حسگر بی‌سیم و ارائه راه‌کارهای پیشنهادی

بهرام سالاری [۱]، وحید ستاری نائینی [۲]

[۱] دانشجوی کارشناس ارشد فناوری اطلاعات- شبکه‌های کامپیوتری، گروه کامپیوتر، دانشکده علوم پایه، واحد کرمان، دانشگاه آزاد اسلامی، کرمان، ایران.

[۲] استادیار، دکتری تخصصی مهندسی کامپیوتر، گروه مهندسی کامپیوتر، دانشکده بخش مهندسی کامپیوتر، دانشگاه شهید باهنر، کرمان، ایران.

چکیده

شبکه‌های حسگر بی‌سیم، از تحولات مهم دهه‌های اخیر است رفتارهای قوی آنها باعث ضبط و انتقال داده‌ها در محیط‌های نامطمئن و نامناسب شده است. این سیستم به‌دلیل ویژگی های ذاتی خود و کاربردهای متعددی که دارند، امروزه به‌شدت مورد توجه قرار گرفته و نسبت به سیستم های مشابه خود دارای یکسری مزیت ها و معایب می باشد. لذا این پژوهش با هدف بررسی تحلیلی مزایا و معایب شبکه‌های حسگر بی‌سیم و ارائه راه‌کارهای پیشنهادی انجام شده است. این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش و ماهیت مروری و توصیفی- تحلیلی است. داده های به دست آمده، به روش کتابخانه ای و از طریق مصاحبه با کارشناسان گردآوری شده است. لذا در گام اول به بیان کلیات تحقیق پرداخته شده. در گام دوم مزایا و معایب شبکه‌های حسگر بی سیم گردآوری شد. در گام سوم به بیان راهکارها و پیشنهادات پرداخته شد و در گام چهارم نتیجه گیری نهایی صورت گرفته است. در نتیجه این تحقیق از مزایای شبکه حسگر بی‌سیم می‌توان به مواردی همچون: استفاده مشترک از منابع، کاهش هزینه، قابلیت اطمینان، کاهش زمان، قابلیت توسعه، ارتباطات، برپایی سریع در مواقع اضطراری، مناسب برای محیط هایی که نباید پارازیت و اختلال باشد، قرار نگرفتن در محیط های خطرناک و غیرعاقلانه برای مطالعات مکرر، شیوه اقتصادی به‌صرفه برای جمع‌آوری اطلاعات اشاره کرد. همچنین از مهمترین معایب شبکه حسگر بی‌سیم می‌توان به مواردی همچون: فقدان زیرساخت، استفاده از لینک بی‌سیم، چندپرشی بودن، خودمختاری نودها در تغییر مکان، مشکلات امنیتی، تنگناهای سخت‌افزاری، تعداد زیاد گره‌ها، چگالی بالا در توزیع گره‌ها در ناحیه عملیاتی، استعداد خرابی در گره‌ها، تغییرات همبندی، استفاده از روش پخش همگانی در ارتباط بین گره‌ها، داده محور بودن، قابلیت اطمینان، مقیاس‌پذیری، قیمت تمام شده، شرایط محیطی، مسیریابی، توپولوژی، رسانه ارتباطی، توان مصرفی گره‌ها، ارتباط بیدرنگ و هماهنگی، کوتاه بودن طول عمر شبکه، عوامل پیش‌بینی نشده، ویژگی‌های متغیر زمانی و اندازه در شبکه، محدودیت منابع اشاره کرد.

واژه‌های کلیدی: مزایا، معایب، شبکه حسگر بی سیم، ارائه راهکار.

۱. مقدمه

شبکه‌های حسگر بی‌سیم، از تحولات مهم دهه های اخیر است رفتارهای قوی آنها باعث ضبط و انتقال داده ها در محیط‌های نامطمئن و نامناسب شده است[۱]. امروزه پژوهشگران و دانشمندان بسیاری به‌دلیل کاربرد وسیع شبکه حسگر بی‌سیم در نظارت و مراقبت، جذب آنها شده‌اند. امروزه زندگی بدون ارتباطات بی‌سیم قابل تصور نیست. پیشرفت تکنولوژی و ایجاد مدارهای کوچک و کوچکتر باعث شده است تا استفاده از مدارهای بی‌سیم در اغلب وسایل الکترونیکی امروز ممکن شود[۳]. این پیشرفت همچنین باعث توسعه ریزحسگرها شده است. شبکه‌های حسگر در نقاط مختلفی کاربرد دارند. برخی از این کاربردها عبارتند از صنایع نظامی (ردگیری اشیا)، بهداشت (کنترل علائم حیاتی)، محیط (آنالیز زیستگاه‌های طبیعی)، مصارف صنعتی (عیب‌یابی خط تولید)، سرگرمی و بازی‌های مجازی و در مواردی در زندگی دیجیتالی ردگیری مکان پارک ماشین)[۲]. این شبکه ها متشکل از گره های مختلفی هستند که کار دریافت و ذخیره‌سازی و انتقال داده‌ها به ایستگاه اصلی را انجام می‌دهند. اگرچه شبکه‌های حسگر بی‌سیم مزایای بی‌شماری دارند، ولی آنها با برخی کمبودها و محدودیت‌ها نیز مواجه هستند. شبکه حسگر بی‌سیم یک پردازنده ریز تعبیه‌شده است که در دستیابی به یک هدف واحد کار می‌کند. گره حسگر بی‌سیم، خوشه‌ها را تشکیل می‌دهد و ارتباط داده‌ها را به سینک از طریق سرخوشه برقرار می‌سازد. معماری خوشه‌بندی‌شده در خدمت هدف نظارت بر منطقه مورد نظر بزرگی است. گره‌های حسگر بی‌سیم با باتری کار می‌کنند و ذاتاً مستقل هستند[۱]. لذا با در نظر گرفتن اهمیت شبکه حسگر بی‌سیم، پژوهش حاضر به بررسی تحلیلی مزایا و معایب شبکه‌های حسگر بی‌سیم می‌پردازد. امید است با انجام این پژوهش بتوان گامی موثر در این عرصه برداشت.

- ضرورت تحقیق:

پیشرفت‌های اخیر در فناوری ساخت مدارهای مجتمع در اندازه‌های کوچک و توسعه فناوری ارتباطات بی‌سیم زمینه‌ساز طراحی شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده است شبکه‌های حسگر بی‌سیم با توجه به ویژگی‌های خاص خود و نیز کاربردهای متعددی که دارند، امروزه به‌شدت مورد توجه قرار گرفته‌اند. تشخیص آتش‌سوزی در جنگل‌ها، شناسایی محیط‌هایی که ورود انسان به آنها خطرناک می‌باشد، ارزیابی حرکت گروهی حیوانات در یک منطقه، ردیابی بیماران در بیمارستان‌ها تنها نمونه‌هایی از کاربرد چنین شبکه‌هایی می‌باشند[۱]. جمع‌آوری داده‌ها از مسئولیت‌های کلیدی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است. داده‌ها از گره‌های حسگر جمع‌آوری و برای پردازش و آنالیز بیشتر به چاهک ارسال می‌شوند. در شبکه حسگر بی‌سیم ارتباطات نودها، فعالیت‌های حس کردن، جمع‌آوری و پردازش داده‌ها و عمل انتقال این داده‌ها به چاهک، نیازمند صرف مقداری از انرژی است. مصرف انرژی در شبکه حسگر بی‌سیم توسط سه جزء اصلی حسگر، پردازشگر و انتقال تعیین می‌شود[۴]. هر سیستم طراحی شده، با توجه به ویژگی‌های ذاتی خودش یکسری شرایط و موقعیت‌های خاص را می‌طلبد و در مواقع استفاده در آن شرایط و موقعیت‌ها، نسبت به سیستم‌های مشابه خود دارای یکسری مزیت‌ها و معایب می‌باشد که بایستی در نهایت با یک برآورد ضمنی و با توجه به تمام شرایط موجود، سیستمی که بهترین کارایی نسبت به هزینه را دارد، انتخاب کرد[۵].

- سوابق تحقیق:

پژوهش انجام شده با عنوان بررسی معایب شبکه حسگر بی‌سیم. در نتیجه این تحقیق، این شبکه‌ها به شدت در مقابل حملات آسیب پذیر هستند و امروزه مقاومت کردن در برابر حملات از چالش‌های توسعه این شبکه ها است. دلایل اصلی این مشکلات عبارتند از :کانال رادیویی اشتراکی انتقال داده، محیط عملیاتی ناامن، قدرت مرکزی ناکافی، منابع محدود، آسیب‌پذیر بودن از لحاظ فیزیکی، کافی نبودن ارتباط نودهای میانی[۱].

مطالعه انجام شده با عنوان مزایا و معایب استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم. در نتیجه این تحقیق، ساختار این شبکه‌ها مبتنی بر استفاده از سیگنال‌های رادیویی به‌جای سیم و کابل، استوار است. با استفاده از این سیگنال‌ها و در واقع بدون مرز ساختن پوشش ساختار شبکه، نفوذگران قادر هستند در صورت شکستن موانع امنیتی نه‌چندان قدرتمند این شبکه‌ها، خود را

به‌عنوان عضوی از این شبکه‌ها جازده و در صورت تحقق این امر؛ امکان دست‌یابی به اطلاعات حیاتی، حمله به سرویس‌دهنده‌گان سازمان و مجموعه، تخریب اطلاعات، ایجاد اختلال در ارتباطات گره‌های شبکه با یکدیگر، تولید داده‌های غیرواقعی و گمراه‌کننده، سوءاستفاده از پهنای باند مؤثر شبکه و دیگر فعالیت‌های مخرب وجود دارد[۲].

پژوهش انجام شده با عنوان بررسی تحلیلی معایب شبکه‌های حسگر بی‌سیم. در نتیجه این تحقیق، در تمامی دسته‌های شبکه‌های بی‌سیم، از دید امنیتی حقایقی مشترک صادق است: ۱.نفوذگران، با گذر از تدابیر امنیتی موجود، می‌توانند به راحتی به منابع اطلاعاتی موجود بر روی سیستم‌های رایانه‌ای دست یابند. ۲.حمله به تجهیزات و سیستم‌های بی‌سیم بسیار متداول است. ۳.کامپیوترهای قابل حمل و جیبی، که امکان استفاده از شبکه بی‌سیم را دارند، به راحتی قابل سرقت هستند. با سرقت چنین سخت‌افزارهایی، می‌توان اولین قدم برای نفوذ به شبکه را برداشت. ۴.یک نفوذگر می‌تواند از نقاط مشترک میان یک شبکه بی‌سیم در یک سازمان و شبکه سیمی آن، که در اغلب موارد شبکه اصلی و حساس‌تری محسوب می‌گردد استفاده کرده و با نفوذ به شبکه بی‌سیم عملاً راهی برای دست‌یابی به منابع شبکه سیمی نیز بیابد[۳].

مطالعه انجام شده با عنوان، محدودیت‌های سخت‌افزاری یک گره حسگر. در نتیجه این تحقیق، عواملی چون اقتصادی بودن سیستم، قابلیت مورد انتظار، تعداد انبوه گره‌ها و نهایتا عملی شدن ایده‌ها در محیط واقعی، موجب گشته هر گره یکسری محدودیت‌های سخت‌افزاری داشته باشد. این محدودیت‌ها عبارتند از: ۱.هزینه پائین. ۲.حجم کوچک. ۳.توان مصرفی پائین. ۴.خودمختار بودن. ۵.قابلیت انطباق. ذا هر گره بایستی بتواند وضعیت خود را با شرایط بوجود آمده جدید تطبیق دهد[۴].

۲. روش کار

این پژوهش از لحاظ هدف کاربردی و از نظر روش و ماهیت مروری و توصیفی- تحلیلی است. داده‌های به دست‌آمده، به‌روش کتابخانه‌ای و از طریق مصاحبه با کارشناسان گردآوری شده است. لذا در گام اول با استفاده از مطالعات کتابخانه‌ای به بیان کلیات تحقیق در خصوص شبکه حسگر بی‌سیم پرداخته شده است. در گام دوم بعد از بررسی ۵۰ مقاله داخلی و خارجی در پایگاه‌های اطلاعاتی مختلف، مطالعه پایان‌نامه‌ها و مشورت با اساتید و کارشناسان مربوطه، مزایا و معایب شبکه‌های حسگر بی‌سیم گردآوری شده است. در گام سوم راهکارها و پیشنهادات ارائه شده است و نهایتا در گام چهارم بعد از تجزیه و تحلیل داده‌های به‌دست آمده از گام‌های اول، دوم و سوم نتیجه‌گیری نهایی صورت گرفته است.

۳. یافته‌ها

- تعریف شبکه حسگر بی‌سیم:

شبکه‌های حسگر بی‌سیم از تعداد زیادی گره تشکیل شده است. این گره‌ها هر کدام یک حسگر نامیده می‌شوند و می‌توانند ویژگی خاصی از محیط را مثل دما، رطوبت، فشار حس کرده و برای همسایه‌های خود بفرستند. به عبارت دیگر دو قابلیت اصلی این حسگرها، حس کردن پارامتری خاص از محیط و توانایی برقراری ارتباط می‌باشد. اگرچه ممکن است در برخی از کاربردها این گره‌ها توسط کابل به هم متصل شده باشند، ولی در اکثر موارد یک شبکه حسگر کاملاً بی‌سیم می‌باشد. گره‌ها در این شبکه‌ها عموماً ثابت و یا دارای حرکت بسیار محدود می‌باشند. عموماً یک گره مرکزی تحت عنوان سینک وجود دارد که کلیه گره‌ها می‌توانند مستقیماً با این گره ارتباط برقرار نمایند. ولی در اکثر موارد چنین وضعیتی حاکم نمی‌باشد. به همین دلیل کلیه گره‌ها نیازمند دانستن مسیری به سمت گره مرکزی می‌باشند. هر گره حسگر دارای یک پردازشگر است و به‌جای فرستادن تمام اطلاعات خام به سینک یا به گرهی که مسئول پردازش اطلاعات است، ابتدا یک سری پردازش‌های اولیه بر روی اطلاعاتی که به دست آورده است، انجام می‌دهد و سپس داده‌های پردازش شده را به سینک ارسال می‌کند. این

اطلاعات از یک مسیر چند مرحله‌ای که زیر ساخت مشخصی ندارد به سینک ارسال می‌شوند و سینک می‌تواند توسط لینک ماهواره یا اینترنت با گره ارتباط برقرار کند[۲].

- کاربردهای شبکه حسگر بی‌سیم:

کاربردهای شبکه حسگر بی‌سیم به سه دسته تقسیم می‌شود: نظامی، تجاری و پزشکی. سیستم‌های ارتباطی، فرماندهی، شناسایی، دیده‌بانی و میدان مین هوشمند دفاعی از کاربردهای نظامی می‌باشد. در کاربردهای مراقبت پزشکی، سیستم‌های مراقبت از بیماران ناتوان که مراقبی ندارند، محیط‌های هوشمند برای افراد سالخورده و شبکه ارتباطی بین مجموعه پزشکان با یکدیگر و پرسنل بیمارستان و نظارت بر بیماران از جمله کاربردهای آن است. کاربردهای تجاری طیف وسیعی از کاربردها را شامل می‌شود مانند سیستم‌های امنیتی تشخیص و مقابله با سرقت، آتش‌سوزی در جنگل، تشخیص آلودگی‌های زیست محیطی از قبیل آلودگی‌های شیمیایی، میکروبی، هسته‌ای، سیستم‌های ردگیری، نظارت و کنترل وسایل نقلیه و ترافیک، کنترل کیفیت تولیدات صنعتی، مطالعه در مورد پدیده‌های طبیعی مثل گردباد، زلزله، سیل و تحقیق در مورد زندگی گونه‌های خاص از گیاهان و جانوران و در برخی از کاربردها نیز شبکه حسگر به‌عنوان گروهی از روبات‌های کوچک که با همکاری هم فعالیت خاصی را انجام می‌دهند استفاده می‌شود[۳].

استفاده از مدارهای بی‌سیم در اغلب وسایل الکترونیکی باعث توسعه ریزحسگرها شده است. این ریزحسگرها توانایی انجام حس‌های بی‌شمار در کارهایی مانند شناسایی صدا برای حس‌کردن زلزله را دارا می‌باشند. همچنین جمع‌آوری اطلاعات در مناطق دور افتاده و مکان‌هایی که برای اکتشافات انسانی مناسب نیستند را فراهم کرده‌اند. اتومبیل‌ها می‌توانند از ریزحسگرهای بی‌سیم برای کنترل وضعیت موتور، فشار تایرها، تراز روغن استفاده کنند. خطوط مونتاژ می‌توانند از این حسگرها برای کنترل فرایند مراحل طول تولید استفاده کنند. در موقعیت‌های راهبردی ریزحسگرها می‌توانند توسط هواپیما بر روی خطوط دشمن ریخته شوند و سپس برای ردگیری هدف مانند ماشین یا انسان استفاده شوند. در واقع تفاوت اساسی این شبکه‌ها ارتباط آن با محیط و پدیده‌های فیزیکی است. شبکه‌های سنتی ارتباط بین انسان‌ها و پایگاه‌های اطلاعاتی را فراهم می‌کند درحالیکه شبکه حسگر مستقیما با جهان فیزیکی در ارتباط است و با استفاده از حسگرها محیط فیزیکی را مشاهده کرده و بر اساس مشاهدات خود تصمیم‌گیری نموده و عملیات مناسب را انجام می‌دهند. نام شبکه حسگر بی‌سیم یک نام عمومی است برای انواع مختلف که به منظورهای خاص طراحی می‌شود. برخلاف شبکه‌های سنتی که همه منظوره‌اند شبکه‌های حسگر نوعاً تک منظوره هستند[۵].

- مزایای شبکه حسگر بی‌سیم:

دلایل استفاده از شبکه را می‌توان موارد ذیل عنوان کرد:

- استفاده مشترک از منابع: استفاده مشترک از یک منبع اطلاعاتی یا امکانات جانبی رایانه، بدون توجه به محل جغرافیایی هریک از منابع را استفاده از منابع مشترک گویند.
- کاهش هزینه: متمرکز نمودن منابع و استفاده مشترک از آنها و پرهیز از پخش آنها در واحدهای مختلف و استفاده اختصاصی هر کاربر در یک سازمان کاهش هزینه را در پی خواهد داشت.
- قابلیت اطمینان: این ویژگی در شبکه‌ها به‌وجود سرویس دهنده‌های پشتیبان در شبکه اشاره میکند، به این معنا که می‌توان از منابع گوناگون اطلاعاتی و سیستم‌ها در شبکه نسخه‌های دوم و پشتیبان تهیه کرد و در صورت عدم دسترسی به یکی از منابع اطلاعاتی در شبکه، بعلت از کارافتادن سیستم، از نسخه های پشتیبان استفاده کرد. پشتیبان از سرویس دهنده‌ها در شبکه کارآیی، فعالیت و آمادگی دایمی سیستم را افزایش می‌دهد.

- کاهش زمان: یکی دیگر از اهداف ایجاد شبکه‌های رایانه‌ای، ایجاد ارتباط قوی بین کاربران از راه دور است. یعنی بدون محدودیت جغرافیایی تبادل اطلاعات وجود داشته باشد. به این ترتیب زمان تبادل اطلاعات و استفاده از منابع خودبه‌خود کاهش می‌یابد.
- قابلیت توسعه: یک شبکه محلی می‌تواند بدون تغییر در ساختار سیستم توسعه یابد و تبدیل به یک شبکه بزرگتر شود. در اینجا هزینه توسعه سیستم هزینه امکانات و تجهیزات مورد نیاز برای گسترش شبکه مد نظر است.
- ارتباطات: کاربران می‌توانند از طریق نوآوری‌های موجود مانند پست الکترونیکی و یا دیگر سیستم‌های اطلاع‌رسانی پیغام‌هایشان را مبادله کنند. حتی‌امکان انتقال فایل نیز وجود دارد[۶].

همچنین وجود برخی ویژگی‌ها در شبکه حسگر آن را از سایر شبکه‌های سنتی متمایز می‌کند. از جمله:

- برپایی سریع در مواقع اضطراری و فوری: در برخی موارد مثل هنگام بروز حوادث ناگهانی طبیعی و سایر مواقع اضطراری که باید برپایی تجهیزات در فاصله زمانی کوتاه و به‌سرعت انجام گردد، می‌توان از سیستم شبکه‌های حسگر بی‌سیم استفاده کرد. چرا که در چنین سیستمی ما نیازمند به برپایی تجهیزات حجیم و وقت‌گیر نداریم و فقط باید چندین گره را در سطح محدوده مدنظر پراکنده کنیم که گره‌ها از قبل اماده هستند و حجم کوچکی هم دارند و از طرفی در هنگام برپایی شبکه نیاز به انجام عملیات وقت‌گیر نیست و خود گره‌ها نیز می‌توانند معماری توپولوژی شبکه خود را تشکیل دهند.
- مناسب بودن در محیط‌های که باید پارازیت و اختلال نباشد: استفاده از هر گونه سیستمی در محیط مدنظر طبق شرایط کاری خودش، تاثیرات منفی متقابل بر روی محیط دارد و هر چه بر روی معیارهای ما تاثیرات کمتری داشته باشد، به همان اندازه محبوبیت سیستم به‌کار گرفته شده، بالاتر می‌رود. در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، گره‌ها به قدری کوچک هستند که سایر موجودات حتی متوجه حضور گره‌ها نمی‌شوند و از طرفی به خاطر حجم خیلی کوچک، گره-ها می‌توانند در هر گوشه کناری جایگذاری شوند بدون اینکه از نظر ظاهری خللی در محیط ایجاد کنند. از جهت دیگر گره‌ها نزدیک هم می‌باشند و به‌طور حتم فاصله برد ارتباطی کوتاه می‌باشد و به طبع آن سطح انرژی پاینتری مصرف می‌شود و دیگر تشعشات مضر برای محیط‌زیست و حتی پارازیت خاصی بر سایر سیستم‌ها نخواهد داشت.
- اجتناب از قرار گرفتن در محیط‌های خطرناک و غیر عاقلانه برای مطالعات مکرر: استفاده از شبکه‌های حسگر بی‌سیم جهت بررسی وضعیت محیط‌های آلوده، که انسان قادر به فعالیت در آنها نیست، بسیار مناسب می‌باشد. پخش گره‌ها و برپایی شبکه حسگر در این‌گونه محیط‌ها می‌تواند توسط هواپیما صورت پذیرد. گره‌ها پس از استقرار در سطح زمین و با توجه به توانایی‌های خود، می‌توانند به‌صورت خودکار توپولوژی شبکه‌ای خاصی تشکیل دهند، به بررسی آلودگی محیط بپردازند و اطلاعات مشاهده شده را به یک گره مرکزی گزارش کنند.
- شیوه اقتصادی مقرون به صرفه برای جمع‌آوری اطلاعات در طولانی مدت: هزینه براورد شده در امر جمع‌آوری اطلاعات یکی از معیارهای انتخاب یک سیستم خاص می‌باشد. خود هزینه نیز متشکل از چندین بخش شامل هزینه مربوط به تجهیزات، هزینه برپایی سیستم، هزینه نگهداری می‌باشد. در براورد هزینه باید بازه زمانی مورد استفاده نیز مدنظر باشد. در شبکه‌های حسگر در مقایسه با سایر سیستم‌های مشابه، حجم بالائی از هزینه مربوط به گره‌ها و برپائی سیستم می‌باشد و هزینه نگهداری چندانی وجود ندارد. به عبارتی، استفاده از چنین سیستمی برای یک هفته در مقایسه با چند ماه دارای هزینه تقریباً یکسانی می‌باشد. بنابراین، برای جمع‌اوری اطلاعات از وضعیت محیط در طولانی مدت، هزینه استفاده از شبکه‌های حسگر به اندازه قابل توجهی نسبت به روش‌های دیگر کمتر خواهد بود[۷].

- معایب شبکه حسگر بی‌سیم:

به طور کلی شبکه‌های بی‌سیم دارای نیازمندی‌ها و مشکلات امنیتی ویژه‌ای هستند. این مشکلات ناشی از ماهیت و خواص شبکه‌های بی‌سیم است که در ذیل به مهمترین آنها اشاره می‌شود:

- فقدان زیرساخت: در شبکه‌های بی‌سیم ساختارهای متمرکز و مجتمع مثل سرویس‌دهنده‌ها، مسیریاب‌ها لزوماً موجود نیستند، لذا راه‌حل‌های امنیتی آنها غیرمتمرکز، توزیع شده و مبتنی بر همکاری همه نودهای شبکه‌است.
- استفاده از لینک بی‌سیم: خطوط دفاعی معمول در شبکه‌های سیمی به‌عنوان خط مقدم دفاع وجود ندارد. نفوذگر از تمام جهت‌ها و بدون نیاز به دسترسی فیزیکی به لینک، می‌تواند هر نودی را هدف قرار دهد.
- چند پرشی بودن: در اغلب پروتکل‌های مسیریابی بی‌سیم، خود نودها نقش مسیریاب را ایفا می‌کنند به‌خصوص در شبکه‌های ادهاک، طبیعتاً به هر نودی نمی‌توان اعتماد داشت آن هم برای وظیفه‌ای همچون مسیریابی.
- خودمختاری نودها در تغییر مکان: نودهای سیار در شبکه بی‌سیم به‌دلیل تغییر محل به‌خصوص در شبکه‌های بزرگ به سختی قابل ردیابی هستند.
- منبع مشکلات امنیتی: عبارتند از فقدان توپولوژی ثابت و محدودیت‌های منابعی مثل توان، پردازنده و حافظه.
- تنگناهای سخت‌افزاری شامل محدودیت‌های اندازه فیزیکی، منبع انرژی، قدرت پردازش، ظرفیت حافظه.
- تعداد بسیار زیاد گره‌ها.
- چگالی بالا در توزیع گره‌ها در ناحیه عملیاتی.
- وجود استعداد خرابی در گره‌ها.
- تغییرات همبندی به‌صورت پویا و احیاناً متناوب.
- استفاده از روش پخش همگانی در ارتباط بین گره‌ها در مقابل ارتباط نقطه به نقطه.
- داده محور بودن شبکه به این معنی که گره‌ها کد شناسایی ندارند[۴].

عوامل متعددی در طراحی شبکه‌های حسگر مؤثر هستند و موضوعات بسیاری در این زمینه مطرح است که می‌توان به‌عنوان معایب شبکه حسگر بی‌سیم معرفی شوند که به ذکر برخی از آن‌ها به‌طور خلاصه اشاره می‌کنیم:

- تنگناهای سخت افزاری: هر گره ضمن این‌که باید کل اجزاء لازم را داشته باشد باید به حد کافی کوچک، سبک و کم حجم نیز باشد. به عنوان مثال در برخی کاربردها گره باید به کوچکی یک قوطی کبریت باشد و حتی گاهی حجم گره محدود به یک سانتیمتر مکعب است و از نظر وزن آنقدر باید سبک باشد که بتواند همراه باد در هوا معلق شود. در عین حال هر گره باید توان مصرفی بسیار کم، قیمت تمام شده پایین داشته و با شرایط محیطی سازگار باشد. این‌ها همه محدودیت‌هایی است که کار طراحی و ساخت گره‌های حسگر را با چالش مواجه می‌کند. ارائه طرح‌های سخت‌افزاری سبک و کم حجم در مورد هر یک از اجزای گره به خصوص قسمت ارتباط بی‌سیم و حسگرها از جمله موضوعات تحقیقاتی است که جای کار بسیار دارد. پیشرفت فناوری ساخت مدارات مجتمع با فشردگی بالا و مصرف پایین، نقش بسزایی در کاهش تنگناهای سخت افزاری دارد.
- همبندی: همبندی ذاتی شبکه حسگر، همبندی گراف است. به دلیل ارتباط بی‌سیم گره‌ها و پخش همگانی آنها، هر گره با چند گره دیگر که در محدوده برد آن قرار دارد ارتباط دارد. الگوریتم‌های کارا در جمع‌آوری داده و کاربردهای ردگیری اشیاء شبکه را درخت پوشا در نظر می‌گیرند. چون ترافیک به شکلی است که داده‌ها از چند گره به سمت یک گره حرکت می‌کند. مدیریت همبندی باید با دقت انجام شود، یک مرحله اساسی مدیریت همبندی راه‌اندازی اولیه شبکه است گره‌هایی که قبلاً هیچ ارتباط اولیه‌ای نداشته‌اند در هنگام جایگیری و شروع به کار اولیه باید بتوانند با یکدیگر ارتباط برقرار کنند. الگوریتم‌های مدیریت همبندی در راه‌اندازی اولیه باید امکان عضویت گره‌های جدید و حذف گره‌هایی که به دلایلی از کار می‌افتند را فراهم کنند. پویایی همبندی از خصوصیات شبکه‌های حسگر است که امنیت آن را به چالش می‌کشد. ارائه روش‌های مدیریت همبندی پویا به طوری که موارد امنیتی را هم پوشش دهد از موضوعاتی است که جای کار زیادی دارد[۲].

- تحمل‌پذیری خطا و قابلیت اطمینان: هر گره ممکن است خراب شود یا در اثر رویدادهای محیطی مثل تصادف یا انفجار نابود شود یا در اثر تمام شدن منبع انرژی از کار بیفتد. تحمل‌پذیری یعنی که خرابی گره‌ها نباید عملکرد کلی شبکه را تحت تأثیر قرار دهد. یعنی با استفاده از اجزای غیر قابل اطمینان، شبکه قابل اطمینان بسازیم.
- مقیاس‌پذیری: شبکه باید هم از نظر تعداد گره و هم از نظر میزان پراکندگی گره ها، مقیاس‌پذیر باشد. به‌عبارت دیگر شبکه حسگر از طرفی باید بتواند با تعداد صدها، هزارها و حتی میلیون‌ها گره کار کند و از طرف دیگر، چگالی توزیع متفاوت گره‌ها را نیز پشتیبانی کند. در بسیاری کاربردها توزیع گره‌ها اتفاقی صورت می‌گیرد و امکان توزیع با چگالی مشخص و یکنواخت وجود ندارد یا گره‌ها در اثر عوامل محیطی جابه‌جا می‌شوند. بنابراین چگالی باید بتواند از چند عدد تا چند صد گره تغییر کند. مقیاس‌پذیری به روش‌ها نیز مربوط می‌شود برخی روش‌ها مقیاس‌پذیر نیستند یعنی در یک چگالی یا تعداد محدود از گره کار کند. ولی برخی مقیاس‌پذیر هستند.
- قیمت تمام شده: چون تعداد گره‌ها زیاد است کاهش قیمت هر تک گره اهمیت زیادی دارد. تعداد گره‌ها گاهی تا میلیون‌ها می‌رسد لذا کاهش قیمت گره حتی کم، تأثیر قابل توجهی در قیمت کل شبکه خواهد داشت.
- شرایط محیطی: طیف وسیعی از کاربردهای شبکه‌های حسگر مربوط به محیط‌هایی است که انسان نمی تواند در آن حضور داشته باشد. مانند محیط‌های آلوده از نظر شیمیایی، میکروبی، هسته‌ای و یا مطالعات در کف اقیانوس‌ها، فضا و یا محیط های نظامی به علت حضور دشمن و یا در جنگل و زیستگاه جانوران که حضور انسان باعث فرار آنها می‌شود. در هر مورد، شرایط محیطی باید در طراحی گره‌ها در نظر گرفته شود، مثلاً در دریا و محیط‌های مرطوب گره حسگر در محفظه‌ای که رطوبت را منتقل نکند قرار می‌گیرد.
- مسیریابی: ماهیت اصلی شبکه‌های حسگر به این صورت است که کارهایی که انجام می‌دهند باید به صورت محلی باشد چرا که هر گره تنها می‌تواند با همسایه های خود ارتباط برقرار کند و اطلاعات کلی و سراسری از شبکه چندان در دسترس نیست. اطلاعات به‌دست امده توسط گره‌ها، باید با استفاده از تکنیک‌های مسیریابی، به نحوی به گره مرکزی ارسال گردد.
- توپولوژی: توپولوژی شبکه یکی از مفاهیم اولیه در شبکه‌های حسگر است که دیگر موارد نظیر مسیریابی بر روی آن تعریف می‌شود. ساختارهای زیادی در توپولوژی مطرح است که بر اساس اولویت‌های مختلف و در شرایط متفاوت یکی بر دیگری برتری دارد. از جمله مواردی که در انتخاب یک ساختار تاثیر می‌گذارد می‌توان به مصرف انرژی کمتر، تنک بودن ساختار، کم بودن درجه گره، تحمل‌پذیری خطا و تداخل اشاره کرد.
- رسانه ارتباطی: در شبکه‌های حسگر ارتباط گره‌ها بصورت بی‌سیم و از طریق رسانه رادیویی، مادون قرمز، یا رسانه‌های نوری صورت می‌گیرد. در رسانه رادیویی که بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرد از باندهای مختلف صنعتی، علمی و پزشکی که در اکثر کشورها ازاد است استفاده می‌شود. تعیین فرکانس در این رسانه با توجه به برخی محدودیت‌های سخت‌افزاری، کارائی انتن و مصرف انرژی است. به خاطر لزوم دید مستقیم بین فرستنده و گیرنده، رسانه مادون قرمز چندان مورد استفاده شبکه‌های حسگر نیست هرچند ساختن آنها ارزان و اسان است. اخیرا، رسانه نوری به عنوان رسانه ارتباطی مورد توجه قرار گرفته است. از جمله این توجهات می‌توان به استفاده از آن در ذره غبار هوشمند اشاره کرد. انتخاب رسانه ارتباطی از بین این سه رسانه (رادیویی، مادون قرمز و نوری) با توجه به محدودیت‌ها و ویژگی‌های کاربرد مورد نظر از مسائل مطرح در طراحی شبکه‌های حسگر است[۳].
- توان مصرفی گره‌ها: گره‌های شبکه حسگر باید توان مصرفی کمی داشته باشند. مهمولا باتری قابل تعویض نیست. لذا عمر باتری عملاً عمر گره را مشخص می‌کند. زیرا یک گره علاوه بر گرفتن اطلاعات توسط حسگر یا اجرای یک فرمان توسط کارانداز به عنوان رهیاب نیز عمل می‌کند بد عمل کردن گره باعث حذف آن از همبندی و سازماندهی مجدد شبکه و مسیردهی مجدد بسته عبوری می‌شود. در طراحی استفاده از طرح‌ها و قطعاتی که مصرف پایین دارند و فراهم‌کردن امکان حالت خواب برای کل گره یا برای هر بخش به طور مجزا مهم خواهد بود.

- کوتاه بودن طول عمر شبکه: طول عمر شبکه کوتاه است زیرا طول عمر گره‌ها به علت محدودیت انرژی منبع تغذیه کوتاه است. علاوه بر آن گاهی موقعیت ویژه یک گره در شبکه مشکل را تشدید می‌کند. مثلاً گرهی که در فاصل یک قدمی چاهک قرار دارد از یک طرف به خاطر بار کاری زیاد خیلی زود انرژی خود را از دست می‌دهد و از طرفی از کار افتادن آن باعث قطع ارتباط چاهک با کل شبکه شده و از کار افتادن کل شبکه می‌شود. برخی راه‌حل‌ها به ساختار شبکه بر می‌گردد، مثلاً در مورد مشکل فوق استفاده از ساختار خودکار راهکار مؤثری است. زیرا در ساختار خودکار تصمیم‌گیری‌ها به طور محلی انجام می‌شود ترافیک انتقال از طریق گره بحرانی کم شده، و طول عمر شبکه افزایش می‌یابد. مشکل تخلیه زود هنگام انرژی در مورد گره‌های نواحی کم تراکم در توزیع غیریکنواخت گره‌ها نیز صدق می‌کند. در این موارد داشتن یک مدیریت توان در داخل گره‌ها و ارائه راهکارهای توان آگاه طوریکه از گره‌های بحرانی کمترین استفاده را انجام دهد، مناسب خواهد بود. این موضوع نوعی به اشتراک‌گذاری منابع محسوب می‌شود لذا در صورت داشتن مدیریت وظیفه و مدیریت توان مناسب توزیع با چگالی زیاد گره‌ها در میدان حسگر طول عمر شبکه افزایش می‌یابد. ارائه الگوهای ساختاری مناسب و روش‌های مدیریتی و الگوریتم‌های توان آگاه با هدف افزایش طول عمر شبکه حسگر از مباحث مهم تحقیقاتی است.
- ارتباط بیدرنگ و هماهنگی: در برخی کاربردها مانند سیستم تشخیص و جلوگیری از گسترش آتش‌سوزی، سیستم پیش‌گیری از سرقت، سرعت پاسخگویی شبکه اهمیت زیادی دارد. در نمایش بیدرنگ فشار بر روی پایشگر بسته‌های ارسالی باید به طور لحظه‌ای روزآمد باشند. برای تحقق بیدرنگی سیستم یک روش این است که برای بسته‌های ارسالی یک ضرب‌الاجل تعیین شود و در لایه کنترل دسترسی رسانه بسته‌های با ضرب‌الاجل کوتاهتر زودتر ارسال شوند. مدت ضرب‌الاجل به کاربرد آن بستگی دارد. مسأله دیگر تحویل گزارش رخدادها به چاهک، یا کارانداز ناحیه، به ترتیب وقوع آنها است. در غیر این صورت ممکن است شبکه واکنش درستی انجام ندهد. نکته دیگر هماهنگی کلی شبکه در ارتباط با گزارش‌هایی است که در مورد یک رخداد از حسگرهای مختلف به کاراندازهای ناحیه مربوطه داده می‌شود. به هرحال موضوع ارتباط بیدرنگ و هماهنگی در شبکه‌های حسگر به‌خصوص در مقیاس بزرگ و شرایط نامطمئن همچنان از مباحث تحقیقاتی است[۵].
- امنیت و مداخلات: موضوع امنیت در برخی کاربردها به‌خصوص در کاربردهای نظامی یک موضوع بحرانی است و به‌خاطر برخی ویژگی‌ها شبکه‌های حسگر در مقابل مداخلات آسیب‌پذیرتر هستند. مهمترین آنها عبارتند از:
۱.بی‌سیم بودن ارتباط شبکه است که کار دشمن را برای فعالیت‌های ضد امنیتی و مداخلات آسانتر می‌کند.
۲.استفاده از یک فرکانس واحد ارتباطی برای کل شبکه است که شبکه را در مقابل استراق سمع آسیب‌پذیر می‌کند.
۳.ویژگی پویایی همبندی است که زمینه را برای پذیرش گره‌های دشمن فراهم می‌کند. این‌که قراردادهای مربوط به مسیردهی، کنترل ترافیک و لایه کنترل دسترسی شبکه سعی دارند با هزینه و سربار کمتری کار کنند مشکلات امنیتی به‌وجود می‌آورد. مثلاً برای شبکه‌های حسگر در مقیاس بزرگ برای کاهش تأخیر بسته‌هایی که در مسیر طولانی در طول شبکه حرکت می‌کنند، یک راه حل خوب اولویت مسیردهی به بسته‌های عبوری می‌باشد. همین روش باعث می‌شود حمله‌های سیلی مؤثرتر باشد. یکی از نقاط ضعف شبکه حسگر کمبود منبع انرژی است و دشمن می‌تواند با قرار دادن یک گره مزاحم که مرتب پیغام‌های بیدارباش به صورت پخش همگانی با انرژی زیاد تولید می‌کند باعث شود بدون دلیل گره‌های همسایه از حالت خواب خارج شوند. ادامه این روند باعث به هدر رفتن انرژی گره‌ها شده و عمر آن‌ها را کوتاه می‌کند.
- عوامل پیش‌بینی نشده: یک شبکه حسگر کارانداز تابع تعداد زیادی از عدم قطعیت‌ها است. عوامل طبیعی غیر قابل پیش‌بینی مثل سیل زلزله، مشکلات ناشی از ارتباط بی‌سیم و اختلالات رادیویی، امکان خرابی هر گره، عدم درجه‌بندی حسگرها، پویایی ساختار و مسیردهی شبکه، اضافه شدن گره‌های جدید و حذف گره‌های قدیمی، جابجایی گره‌ها به طور کنترل‌شده یا در اثر عوامل طبیعی و غیره. سؤال مطرح این است که در چنین شرایطی

چگونه می‌توان چشم‌اندازی فراهم کرد که از دیدگاه لایه کاربرد شبکه یک موجودیت قابل اطمینان در مقیاس بزرگ دارای کارآیی عملیاتی مشخص و قابل اعتماد باشد. با توجه به اینکه شبکه‌های حسگر بی‌سیم به‌صورت مرکزی غیرقابل کنترل هستند و به‌صورت خودکار یا نیمه خودکار عمل می‌کنند باید بتوانند با مدیریت مستقل بر مشکلات غلبه کنند لذا باید ویژگی‌های خود بهینه‌سازی، خود سازماندهی و خود درمانی را داشته باشند.

- ویژگی‌های متغیر زمانی و اندازه در شبکه: به علت اینکه تعداد زیادی از برنامه‌های بستن بر سنسور وجود دارد تراکم در شبکه‌های بی‌سیم حسگر می‌تواند به‌طور وسیعی متغیر باشد. همچنین تعداد سنسورها در تعداد زیادی از برنامه‌های کاربردی به صدها برابر شبکه‌های دیگر می‌رسد. در این شبکه‌ها رفتار سنسور متغیر و بسیار تطابق‌پذیر است. طوری که نیاز به خود سازمان‌دهی و نگهداشت انرژی، گره‌های شبکه را وادار می‌کند که به‌طور ثابت سطح برخوردشان را در برابر مسائل تنظیم کنند. بعلاوه سنسورها ممکن است که رفتارشان را در پاسخ به رویدادهای غیرقابل پیش‌بینی در شبکه بی‌سیم طوری تنظیم کنند که منجر به تداخل در باندهای فرکانس رادیویی نشود و افت کارایی را در پی نداشته باشد.
- محدودیت منابع: سنسورها با پیچیدگی کم باری بهره‌گیری در شبکه‌های گسترده باقیمت کم طراحی می‌شوند. انرژی یکی از نگرانی‌های اساسی در شبکه‌های بی‌سیم است که باید به یک طول حیات زیاد دستیابی پیدا کنید در حالی که انرژی محدود است. کاهش مصرف انرژی می‌تواند از طریق کنترل مداوم چرخه مأموریت به دست آید که نیاز به مواردی از قبیل یک سطح از پیش تعریف شده حس و محدودیت کارایی ارتباطی که باید به‌طور هم‌زمان در نظر گرفته شود می‌باشد. بعلاوه این سؤال پیش میاید که چگونه الگوریتم‌های مسیریابی قابل گسترش را طراحی کنیم که بتواند به‌طور کارا عمل کند و برای محدوده‌ی وسیعی از مسائل نیازهای ارتباطی دارای کارایی بالا باشد[۷].

- ارائه راهکارها و پیشنهادات:

- در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، گره‌های حسگر داده‌های حس شده را از طریق چند پرشی به چاهک برمی‌گردانند. بنابراین، معمولاً گره‌های حسگر نزدیک چاهک مصرف انرژی بیشتری نسبت به سایر گره‌ها دارند. این گره‌ها به سرعت انرژی باطریشان تخلیه شده و موجب کاهش طول عمر شبکه سنسور بی‌سیم می‌شوند. وظیفه چاهک پردازش اطلاعات برای کاربران نهایی است. استفاده از چاهک سیار رابطه‌ای مستقیم با به حداقل رساندن انرژی کلی در ارتباطات و سربار کنترل بسته‌ها دارد. با توجه به اینکه در ارتباطات چند پرشی، باز پخشِ بار بیشتر می‌شود، در این حالت وجود چاهک سیار باعث می‌شود کاهش انرژی در مجاورت آن‌ها افزایش یابد. علاوه‌براین استفاده از تکنیک استقرار گره‌ها طول عمر شبکه را بهبود می‌بخشد. در واقع تکنیک استقرار گره‌ها برای دستیابی به نیاز اساسیِ پوشش و اتصال مطلوب است؛ پوشش تضمین می‌کند هر نقطه قابل توجه، حداقل با یک حسگر نظارت شده است. اتصال از وجود مسیرهای کافی برای مسیریابی اطمینان حاصل می‌کند. الگوریتم طرح خوشه‌بندی انرژی‌کارآمد یک روش خوشه‌بندی بدیع را مطرح می‌کند که طول عمر شبکه عمدتاً به تعداد کل بیت‌های فرستاده‌شده و انتخاب سرخوشه بستگی دارد. انتخاب سرخوشه براساس زمان انتظار سینک چاهک و حداکثر تعداد بسته‌هایی که می‌توانند در بازه زمان انتظار سینک چاهک در یک مکان خاص به سینک فرستاده شوند، انجام می‌شود. نقش یک گره به عنوان ماشین حالت متناهی دارای سرخوشه، اعضای خوشه و حالات بی‌استفاده محقق می‌شود. گره دارای انرژی باقی‌مانده بالا و قادر به انتقال حداکثر تعداد بسته‌ها به عنوان سرخوشه انتخاب شده است[۱].
- مسأله محدود بودن توان و انرژی گره‌های حسگر از مهمترین و پایه‌ای‌ترین مسائل در برخورد با چنین شبکه‌هایی می‌باشد که راه‌حل مناسب برای رفع این مشکل به نوع و کاربرد شبکه بستگی دارد که این موضوع می‌تواند به‌عنوان تحقیقات آتی مدنظر قرار گیرد. لازم به ذکر است که گره‌های شبکه حسگر باید توان مصرفی کمی داشته باشند که

البته باید توان لازم برای مدت طولانی مثلاً ۹ ماه را تأمین کند. با توجه به کاربردهای متنوع ذکر شده، به‌کارگیری روش‌های هوشمند و الگوریتم‌های ریاضی می‌تواند زمینه‌ساز تحقیقات گسترده‌تری در این حوزه باشند.

- طول عمر شبکه حسگر به تعداد گره‌های فعال و اتصال به شبکه بستگی دارد، بنابراین انرژی باید به‌صورت کارآمد به‌منظور به حداکثر رساندن عمر شبکه استفاده شود. دریافت انرژی گره‌هایی را شامل می‌شود که انرژی خود را از یک منبع انرژی دریافت می‌کنند. منابع انرژی عبارت‌اند از سلول‌های خورشیدی، ارتعاش، سلول‌های سوختی، نویز، آکوستیک، تأمین‌کننده‌ی تحرک. در مورد جمع‌آوری انرژی از محیط، سلول‌های خورشیدی در حال حاضر فن‌آوری است که انرژی را از نور دریافت می‌کند. همچنین پیشرفت‌هایی در زمینه‌ی بهره‌برداری از یک تأمین‌کننده انرژی تحرک وجود دارد مثل روبات که انرژی را دوباره شارژ می‌کند، روبات‌ها در شارژ کردن خودشان با انرژی مسئول هستند و سپس انرژی را به گره‌ها ارائه می‌دهند[۷].
- حفاظت از انرژی طول عمر شبکه را افزایش داده و ارتباطات بی‌سیم قابل اعتماد و کارآمد، استقرار حسگر هوشمند برای دستیابی به پوشش مناسب، امنیت و مدیریت ذخیره‌سازی کارآمد و جمع‌آوری و فشرده‌سازی داده مخاطب قرار گرفته. رویکرد فوق به هدف جلب رضایت هر دو محدودیت انرژی و ارائه کیفیت خدمات برای کاربردهای متفاوت است. برای ارتباطات قابل اطمینان، خدماتی از قبیل کنترل تراکم، نظارت بر بافر فعال، تائید رسیدن بسته، بازیابی بسته ازدست‌رفته، برای تضمین بسته‌های قابل اعتماد لازم است. قدرت ارتباطات به نحوه قرارگیری گره‌ها وابسته است، قرار دادن حسگرها به‌صورت پراکنده منجر به انتقال دوربرد و مصرف انرژی بالاتر می‌شود درحالیکه قرار دادن حسگرها به‌صورت متراکم منجر به انتقال کوتاه برد و مصرف انرژی کمتر می‌شود. پوشش مرتبط با قرارگیری حسگرها است، تعداد کل حسگرها در شبکه و نحوه قرارگیری آنها درجه پوشش شبکه را تعیین می‌کند. بسته به نوع کاربرد، درجه‌ی بالایی از پوشش‌ها برای افزایش دقت و صحت داده‌های حس شده نیاز می‌باشد.
- در مدیریت شبکه یکی از الزامات مهم این است که گره باید توانایی خودسازمان‌دهی خود را داشته باشد. گره‌های حسگر می‌توانند خودشان را به‌صورت شبکه سازمان‌دهی کنند و به دنبال آن قادر به کنترل و مدیریت خود به‌صورت مؤثر و کارآمد می‌باشند. با توجه به اینکه گره‌های حسگر در توان و نیرو، ظرفیت پردازش و حافظه محدود هستند، پروتکل‌های ارتباطی جدید و خدمات مدیریت برای برآوردن این نیازها بسیار ضروری است[۵].

۴. نتیجه‌گیری

این مطالعه با هدف بررسی تحلیلی انواع مزایا و معایب شبکه‌های حسگر بی‌سیم و ارائه راهکارهای پیشنهادی انجام گرفت. در نتیجه این تحقیق، شبکه حسگر به‌عنوان یکی از مهمترین موضوعات مطرح در حوزه شبکه‌های کاربردی مطرح می‌باشد. چالش مصرف انرژی از مهم‌ترین چالش‌ها در شبکه‌های حسگر بی‌سیم است که در تناسب با چالش طول عمر شبکه است، بطوریکه با کاهش مصرف انرژی طول عمر شبکه افزایش می یابد. از آنجایی که ما قادر به تأمین منبع انرژی بی‌پایان برای شبکه های حسگر بی‌سیم نیستیم، تأمین انرژی آنها به باطری‌های کوچکی محدودشده است. درنتیجه مصرف توان کمتر به بهبود طول عمر آنها منجر می‌شود. بنابراین ازآنجا که عملکرد گره‌های حسگر با محدودیت میزان انرژی روبه‌رو است، این چالش تمامی جنبه‌های گره‌های حسگر و طراحی شبکه را تحت تاثیر قرار می‌دهد. در یک شبکه حسگر بی‌سیم هر گره در انتقال داده‌های سایر گره‌ها به چاهک مشارکت دارد. اگر گره‌ای به دلیل اتمام انرژی خود در شبکه از دست برود، ممکن است اطلاعات مهم و یا بخشی از شبکه از دست برود. جایگزینی منابع باتری و تلاش برای استفاده به عنوان یک جایگزین، چالش بزرگی است. همچنین افزایش اندازه باتری می‌تواند حداکثر عمر شبکه را افزایش دهد. با این حال، اندازه گره برای کاربردهای نظارتی، بسیار بزرگ و نامناسب می‌شود. افزایش طول عمر و قابلیت اطمینان داده‌ها تبدیل به دغدغه اصلی در شبکه‌های حسگر بی‌سیم شده است. گزینش سرخوشه بهینه و کاهش بار داده‌ها به شبکه، باعث افزایش طول عمر شبکه می‌شود.

نتایج حاصل از این تحقیق به‌صورت مستقیم با نتایج مطالعات هینزلمان(۲۰۱۷)، هوآنگ(۲۰۱۶)، لیک(۲۰۱۵)، مانولیست(۲۰۱۷) مطابقت داشت. در شبکه‌های حسگر بی‌سیم، تنها منبع زندگی بخش به نودها باطری است و در اکثر شبکه‌ها امکان تعویض باطری و یا شارژ مجدد آن وجود ندارد. طول عمر شبکه می‌تواند از زمان شروع عملکرد شبکه تا زمان تمام شدن انرژی اولین گره تعریف شود. وقتی یک گره حسگر از انرژی خالی شود، خواهد مرد و قطع اتصال آن از شبکه می‌تواند به میزان قابل‌توجهی در عملکرد برنامه‌های کاربردی تأثیر بگذارد. طول عمر شبکه حسگر به تعداد گره‌های فعال و اتصال به شبکه بستگی دارد. افزایش طول عمر شبکه و کاهش مصرف انرژی از مهم‌ترین مسائل مطرح در حوزه تحقیقات این شبکه‌ها است و در حالت کلی می‌توان گفت ذخیره انرژی در سنسور دو جنبه دارد: ۱.دستگاه و پروتکل استفاده شده، هر دو باید کارایی بالایی داشته باشند. ۲.نرخ مصرف انرژی در قسمت‌های مختلف شبکه باید متناسب باشد.

نتایج پژوهش‌هایی که به بررسی تحلیلی مزایا و معایب شبکه‌های حسگر بی‌سیم پرداخته‌اند بیانگر آن است که شبکه حسگر باقدرت محدود باطری عمل می‌کنند، نحوه استفاده از انرژی یکی از نگرانی‌های بسیار مهم در یک شبکه حسگر بی‌سیم است. در نتیجه این تحقیق از مهمترین مزایای شبکه حسگر بی‌سیم می‌توان به مواردی همچون: استفاده مشترک از منابع، کاهش هزینه، قابلیت اطمینان، کاهش زمان، قابلیت توسعه، ارتباطات، برپایی سریع در مواقع اضطراری و فوری، مناسب بودن در محیط‌های که باید پارازیت و اختلال نباشد، اجتناب از قرار گرفتن در محیط‌های خطرناک و غیر عاقلانه برای مطالعات مکرر، شیوه اقتصادی مقرون به صرفه برای جمع‌آوری اطلاعات در طولانی مدت اشاره کرد. همچنین از مهمترین معایب شبکه حسگر بی‌سیم می‌توان به مواردی همچون: فقدان زیرساخت، استفاده از لینک بی‌سیم، چند پرشی بودن، خودمختاری نودها در تغییر مکان، منبع مشکلات امنیتی، تنگناهای سخت‌افزاری، تعداد بسیار زیاد گره‌ها، چگالی بالا در توزیع گره‌ها در ناحیه عملیاتی، وجود استعداد خرابی در گره‌ها، تغییرات همبندی به‌صورت پویا و احیاناً متناوب، استفاده از روش پخش همگانی در ارتباط بین گره‌ها در مقابل ارتباط نقطه به نقطه، داده محور بودن شبکه به این معنی که گره‌ها کد شناسایی ندارند، تحمل-پذیری خطا و قابلیت اطمینان، مقیاس‌پذیری، قیمت تمام شده، شرایط محیطی، مسیریابی، توپولوژی، رسانه ارتباطی، توان مصرفی گره‌ها، کوتاه بودن طول عمر شبکه، ارتباط بیدرنگ و هماهنگی، عوامل پیش‌بینی نشده، ویژگی‌های متغیر از لحاظ زمانی و اندازه در شبکه، محدودیت منابع اشاره کرد.

مراجع

[۱] Hinzelman, W. (۲۰۱۷), “An Application- Specific Protocol Architecture for Wireless Micro sensor Networks,” International Journal for IEEE Transactions on Wireless Communications, ۱ (٤), pp ٦٠-٧٠.

[۲] Huang, C and Tseng, Y. (۲۰۱٦), “The coverage problem in a wireless sensor network,” in Proc. ACM International Conference on Wireless Sensor Networks and Applications, Iran, pp ۱۱٥–۱۳۰.

[۳] Leek, S. (۲۰۱٥), “A New Meta-Heuristic Algorithm for Continuous Engineering Optimization: Harmony Search Theory and Practice,” International Journal for Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering, ۱۹٤ (۳٦), pp ۳۹۰۲–۳۹۳۳.

[٤] Liu, X. (۲۰۱٦), “Coverage with Connectivity in wireless sensor networks”, Third IEEE/ Create Net International Conference on Broadband Advanced Sensor Network, San Jose, pp ۷۸-۹۹.

[٥] Manulis, M and Schwenk, J. (۲۰۱۷), “Provably secure framework for information aggregation in sensor networks,” In The International Conference on Computational Science and its applications, Rome, pp ٦۰۳-٦۲۱.

[٦] Wenliang, D. and Fang, N. (٢٠١٦), "LAD: Localization Anomaly Detection for Wireless Sensor Networks," International Journal for Parallel and Distributed Computing, ٦٦ (٧), pp ١٢٤-١٣٧.

[٧] Zhang, R. (٢٠١٧), "Location-free Coverage Maintenance in Wireless Sensor Networks," In The International Conference on Computational Science and its applications, Rome, pp ٥١٠-٥٢١.