Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

فصلنامه علمی- پژوهشی

فناوری اطلاعات و ارتباطات ایران

سال هفتم، شماره‌های ۲۳ و ۲۴، بهار و تابستان ۱۳۹۴

صص: ۲۵- ۳۶

# ارائۀ روشی مبتنی بر هوش محاسباتی، برای بهبود مصرف انرژی در شبکه‌های هوشمند حسگر بی‌سیم

[*]فائزه طالبیان [**]حسن ختن‌لو [**]منصور اسماعیل‌پور

*گروه مهندسی کامپیوتر، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

** هیئت علمی، دانشگاه بوعلی سینا همدان، همدان، ایران

***گروه مهندسی کامپیوتر، واحد همدان، دانشگاه آزاد اسلامی، همدان، ایران

تاریخ دریافت: ۹۲/۱۰/۱۶ تاریخ پذیرش:۹۴/۰۳/۲۵

**چکیده**

پیشرفت های اخیر در زمینه الکترونیک و مخابرات بی سیم، توانایی طراحی و ساخت حسگرهایی را با توان مصرفی پایین، اندازه کوچک، قیمت مناسب و کاربری های گوناگون داده است. ظرفیت محدود انرژی حسگرها، چالش بزرگی است که این شبکه ها را تحت تاثیر قرار می دهد. خوشه بندی به عنوان یکی از روش های شناخته شده برای مدیریت این چالش استفاده می شود. برای یافتن مکان مناسب سرخوشه ها از الگوریتم رقابت استعماری که یکی از شاخه های هوش محاسباتی می باشد استفاده شده است. سرخوشه ها توسط مدل سه سطحی در ارتباط هستند، تا سرخوشه هایی با ظرفیت انرژی کم و دور از ایستگاه به عنوان سطح سوم شناخته شده و به طور غیر مستقیم با ایستگاه پایه به تبادل اطلاعات بپردازد. این موضوع باعث افزایش طول عمر شبکه های حسگر بی سیم می شود.

**واژه‌های کلیدی:** شبکه های هوشمندحسگر بی سیم، الگوریتم رقابت استعماری، تعادل انرژی، طول عمر شبکه.

## ۱- مقدمه

پیشرفت تکنولوژی مخابرات و صنعت قطعات الکترونیکی و الکتریکی، منجر به ساخت حسگر های کوچک و نسبتاً ارزان قیمت شده که از طریق یک شبکه بی سیم با یکدیگر در ارتباط هستند[۱]. این حسگرهای که توانایی انجام اعمالی چون، دریافت اطلاعات از پیرامون خود، پردازش و ارسال آن اطلاعات دارند و موجب پیدایش شبکه های حسگرها بی‌سیم حسگرها بی سیم شده اند، این شبکه ها که کنترل از راه دور را ایجاد می کنند، اساساً شبکه های جمع آوری داده هستند. کاربر نهایی ایستگاه نیازمند توصیف سطح بالایی از محیطی است که حسگرها در آن قرار گرفته اند[۲].

کاربردهای آنها در زمینه های خانگی، صنعتی، نظامی است و روز به روز نیز در حال افزایش می باشد[۳]. همچنین به

نویسنده عهده‌دار مکاتبات : فائزه طالبیان talebiean.faezeh32@yahoo.com

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

دلیل استفاده این شبکه در اغلب موارد در محیط های غیر قابل دسترس و خطرناک امکان تعویض منابع یا شارژ مجدد آنها غیر ممکن می باشد[۴]. بنابراین حفظ انرژی و کاهش مصرف آن کمک به طول عمر شبکه می کند. برای افزایش طول عمر شبکه، باید توزیع بار در شبکه توزیعی یکنواخت باشد. به عبارت دیگر سعی می شود تمام گره ها به اندازه متعادل انرژی خود را مصرف کنند و به طور همزمان همه انرژی شان را از دست بدهند.

در پروتکل های سلسله مراتبی مبتنی بر خوشه بندی، شبکه به چند دسته تقسیم می شود، به این دسته ها خوشه می گوییم. هر خوشه دارای یک سرخوشه می باشد که وظیفه جمع آوری داده ها از زیر خوشه های خود را دارد و داده های تجمیع و ترکیب شده را به ایستگاه پایه ارسال می کند. که به طور قابل توجهی مصرف انرژی را کاهش می دهد و طول عمر شبکه را زیاد می کند[۵]. خوشه بندی یک راه طبیعی برای گروه بندی گره های نزدیک به هم و حذف داده های افزونه است[۶].

این مقاله برای شبیه سازی شبکه های هوشمند حسگر بی سیم پروتکل DECSA را پیشنهاد می کند. این پروتکل در محیط های وسیع کاربرد دارند و از ارتباط مستقیم سرخوشه هایی که از ایستگاه دور هستند، جلوگیری می کند. با توجه به اینکه در هر دوره باید مناسب ترین حسگر به عنوان سرخوشه از میان تعداد زیادی حسگر انتخاب شود از الگوریتم رقابت استعماری که روشی هوشمندانه است استفاده شده است. انتخاب مناسب مکان سرخوشه تاثیر بسیاری در بهبود مصرف انرژی و افزایش طول عمر این شبکه ها دارد.

در ادامه به معرفی پروتکل سه سطحی سلسه مراتبی DECSA و پروتکل رقابت استعماری پرداخته شده، در بخش ۲، الگوریتم پیشنهادی و مراحل آن معرفی شده، در بخش ۳، به بررسی و مقایسه شبیه سازی الگوریتم پیشنهادی با الگوریتم های مشابه پرداخته شده و در انتها در بخش ۴، نتیجه گیری بیان شده است.

### ۱-۱- پروتکل DECSA

پروتکل LEACH از مکان و انرژی باقیمانده حسگرها اطلاع ندارد و در نتیجه باعث مرگ حسگرها می شود. او انرژی همه حسگرها را یکسان تصور می کند. پروتکل DECSA مبتنی بر پروتکل خوشه بندی کلاسیک LEACH است، ولی انرژی باقیمانده و فاصله را تاثیر می دهد. به همین دلیل این پروتکل توانسته است به خوبی بار انرژی را در شبکه به طور یکنواخت توزیع کند. در نتیجه باعث بهبود پردازش انتخاب سرخوشه و شکل خوشه بندی می شود. این پروتکل از ارتباط مستقیم ایستگاه پایه و سرخوشه ها جلوگیری می کند، زیرا توزیع غیر یکنواخت حسگرها در محیط ممکن است سرخوشه ایی از ایستگاه اصلی دور و انرژی باقیمانده آن نیز کم باشد[۷].

**مدل انرژی**

مقداری انرژی، برای ارسال و دریافت بسته های داده، از منبع انرژی حسگر کم می شود. مقدار انرژی لازم برای ارسال و دریافت بسته ها، براساس رابطه های زیر می باشد که با مدل انرژی هاینیزلمن [۸] یکسان می باشد.رابطه (۱)، $E_{TX}$ مقدار انرژی مصرفی برای ارسالی یک بیت داده در فاصله d را نشان می دهد.

(۱)

$$ETX(l,d) = \begin{cases} l*Eelec + l*\varepsilon fs*d2, & d < d0 \\ l*Eelec + l*\varepsilon mp*d4, & d < d0 \end{cases}$$

رابطه (۲)، $E_{RX}$ مقدار انرژی دریافتی برای دریافت یک بیت داده در فاصله d را نشان می دهد.

(۲)

$$ERX(l,d) = l*Eelec$$

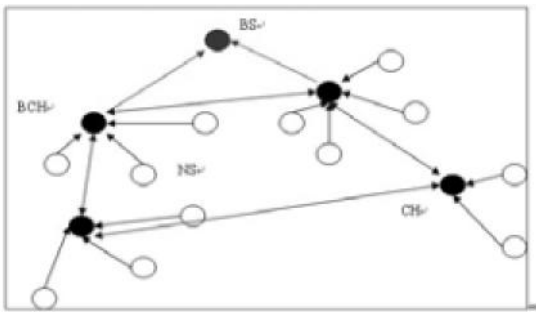
در روابط بالا، Eelec : مقدار انرژی مورد نیاز، در مدار الکترونیکی گیرنده یا فروشنده جهت دریافت یا ارسال یک بیت از بسته داده می باشد. εmp: انرژی مصرف شده در تقویت کننده رادیویی می باشد. L: طول بسته ارسال شده می باشد، εfs : انرژی مصرف شده در تقویت کننده رادیویی برای فضای آزاد می باشد، d: طول کانال بین حسگر فروشنده و حسگر گیرنده می باشد. d0 : یک فاصله ی

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

آستانه برای مدل آزاد است که مقدار آن ۸۷/۷ متر می باشد.

**مدل شبکه**

ما فرض می کنیم گره های حسگر به صورت تصادفی در محیط مربعی شکلی پخش می شوند. کلیه عملیات خوشه بندی در ایستگاه پایه انجام و به گره های سرخوشه اطلاع داده می شود. آن ها نیز با ارسال پیام گره های دیگر را مطلع می کنند. مدل DECSA یک ساختار سلسله مراتبی سه سطحی را بیان می کند.گره های حسگر به چهار طبقه تقسیم می شوند که عبارتند: ایستگاه پایه (BS)، سرخوشه ایستگاه پایه (BCH)، گره سرخوشه (CH) و گره حسگر معمولی (SN).




**شکل ۱ : مدل شبکه DECSA**

این پروتکل مانند LEACH زمان را به قسمت هایی با طول مساوی به نام دور (Round) تقسیم می کند. هر دوره نیز به دو فاز تقسیم می شود، فاز اول که فاز راه اندازی نام دارد و فاز تشکیل خوشه ها می باشد. فاز دوم، فاز حالت پایدار نامیده می شود که مربوط به انتقال اطلاعات است.

**فاز راه اندازی**

در این حالت سرخوشه انتخاب می شود. همه گره های حسگر معمولی به یک سرخوشه متصل می شوند. انتخاب سرخوشه از دو بخش تشکیل شده است. ۱-انتخاب گره سرخوشه (CH) و ۲-انتخاب سرخوشه ایستگاه پایه (BCH). در انتخاب CH براساس انرژی باقیمانده و فاصله است. ابتدا هر گره حسگر عدد تصادفی را بین صفر و یک تولید می کنند. اگر عدد تصادفی کمتر از آستانه T باشد، آن اولین سرخوشه می باشد.

بعد از گره سرخوشه ها (CH) باید سرخوشه ایستگاه پایه (BCH) را انتخاب شود. برای گره سرخوشه های (CH) رابطه (۳) محاسبه می شود. از میان گره سرخوشه (CH) آنهایی به عنوان سرخوشه ایستگاه پایه (BCH) انتخاب می شود که بزرگترین $T_{BCH}(i)$ را داشته باشند و بقیه سرخوشه ها به عنوان گره سرخوشه (CH) باشند.

$$TBCE(i) = ( En(i) / E0 ) + ( En(i) / d(i) ) \quad (۳)$$

در بالا $E_n(i)$ : انرژی باقیمانده گره i است، E0 : انرژی ابتدایی گره های حسگر می باشد، d(i) : فاصله بین گره i تا ایستگاه پایه می باشد.

**فاز حالت پایدار**

یک حسگر معمولی (NS) بسته داده را به نزدیکترین سرخوشه ارسال می کند و پس از آن گره سرخوشه (CH) داده ها را تجمیع و ترکیب می کند و آن را به جای اینکه مستقیم به ایستگاه پایه (BS) ارسال کند، به سرخوشه ایستگاه پایه (BCH) ارسال می کند. اگر سرخوشه خودش از نوع ایستگاه پایه(BCH) باشد خودش بسته داده را مستقیم به ایستگاه پایه (BS) ارسال می کند.

### ۱-۲- الگوریتم رقابت استعماری

الگوریتم رقابت استعماری( Imperialist competitive Algorithm) که به اختصار به آن ICA گفته می شود یکی از جدیدترین الگوریتم بهینه سازی هوشمند در حوزه هوش محاسباتی است. این الگوریتم شبیه سازی فرآیند سیاسی استعمار است و در آن از تکامل سیاسی استفاده شده است. این الگوریتم در کاربردهای فراوان و زمینه های مختلف به عنوان ابزار بهینه سازی مورد استفاده قرار گرفته است. به طور خلاصه مراحل این الگوریتم توضیح داده می شود[۹],[۱۰].

جمعیت اولیه این الگوریتم با ساخت چند کشور اولیه شروع به کار می کند. کشورها به دسته هایی به نام امپراتوری تقسیم می شوند.

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

هر امپراتوری از تعدادی مستعمره و یک امپریالیست تشکیل شده است. کشور اولیه را به تعداد N country تولید می کنیم، تعداد Nimp از کشورهای اولیه امپریالیست هستند و باقیمانده کشورها به تعداد Ncol مستعمره می شوند.

هر کشور، یک آرایه (ساختار) N بعدی است که دارای N تا خصوصیت می باشد. در یک مسئله‌ی بهینه‌سازی $N_{var}$ بعدی، یک کشور، یک آرایه‌ی $1\times N_{var}$ است. این آرایه به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$Country = [\ P1\ ,\ P2\ ,\ P3\ ,\ \ldots,\ P\ N] \quad (۴)$$

تابع هزینه این الگوریتم نیز مانند سایر الگوریتم های هوش محاسباتی دارای یک تابع هزینه است. توسط این تابع هزینه هر کشور را محاسبه می کنیم. هزینه‌ی یک کشور با ارزیابی تابع $f$ در متغیرهای ( P1 , P2 , P3 , …, P N ) یافته می‌شود. بنابراین

$$Costi = f(\ countryi\ ) = f(P1\ ,\ P2\ ,\ P3\ ,\ \ldots,\ P\ N\ ) \quad (۵)$$

ساخت امپراتوری در این مرحله از الگوریتم براساس تابع هزینه، کشور ها را دسته بندی می کنیم. به تعداد Nimpتا از بهترین اعضای این جمعیت (کشورهای دارای کمترین مقدار تابع هزینه) را به عنوان امپریالیست انتخاب می‌کنیم و Ncol تا از کشورها، مستعمره را تشکیل می‌دهند. به هر امپریالیست، تعدادی مستعمره متناسب با قدرت آن، داده می شود.

سیاست جذب کشورهای استعمارگر با اعمال سیاست جذب در راستای محورهای مختلف بهینه سازی، کشور مستعمره را به سمت خود می کشد. قدرت کل هر امپراتوری تشکیل شده از قدرت کشور استعمارگر، به اضافه ی درصدی از میانگین قدرت مستعمرات آن است.

$$T.C = Cost(imperialist) + \xi\ mean\{\ Cost(colonies\ of\ empire)\ \} \quad (۶)$$

کشور مستعمره به اندازه x به سمت استعمارگر حرکت می کند. بهتر است این حرکت به اندازه $\bar{x}$ انحراف داشته باشد. x و $\bar{x}$ عدد تصادفی با توزیع یکنواخت هستند که در میانگین قدرت ضرب می شوند .

$$X \sim U(\ 0,\beta\times d\ ) \quad (۷)$$

$$\theta \sim U(\ -\gamma\ ,\ \gamma\ ) \quad (۸)$$

انقلاب این مرحله مشابه جهش، در الگوریتم ژنتیک است. کشورهای داخل یک امپراتوری به صورت تصادفی انقلاب می کنند، تا به شرایط و موقعیت های بهتری دست یابند و به قدرت بیفزاید. هر امپراطوری‌ای که نتواند بر قدرت خود بیفزایند، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، حذف خواهد شد.

رقابت درون گروهی این رقابت در درون امپراتوری انجام می گیرد. در حین حرکت مستعمرات به سمت کشور استعمارگر و انقلاب ممکن است، بعضی از این مستعمرات به موقعیتی بهتر از استعمار گر دست یابند. در این صورت کشور استعمارگر و کشور مستعمره ، جای خود را عوض می کنند.

رقابت بیرون گروهی هر امپراطوری‌ای که نتواند بر قدرت خود بیفزاید، در جریان رقابت‌های امپریالیستی، حذف خواهد شد. بدین معنی که به مرور زمان، امپراطوری‌های ضعیف، مستعمرات خود را از دست داده و امپراطوری‌های قویتر، این مستعمرات را تصاحب کرده و بر قدرت خویش می‌افزایند. در ابتدا ضعیف ترین مستعمره ضعیف ترین کلونی را از دست می دهد.

### ۱-۳- تعداد خوشه ها

در خوشه بندی تعداد خوشه ها باید از تعداد داده ها کمتر باشند. مزیت خوشه بندی سلسله مراتبی این است که به استفاده کننده و تحلیل گر اجازه می دهد، که از بین حالات مختلف یک عدد برای تعداد خوشه ها انتخاب نماید. سوالی که همیشه مطرح است چه تعداد خوشه مناسب است؟ در رابطه (۹) مقدار K بیانگر تعداد بهینه خوشه ها می باشد[۸].

$$K \quad \frac{\varepsilon_{fs}}{\varepsilon_{mp}} \frac{\frac{M}{2}}{d_{toBS}} \quad (۹)$$

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

$$= \frac{\sqrt{N}}{\sqrt{2\pi}}$$

$$75 < d\ toBs < 185 \qquad (۱۰)$$

برای شبکه ایی که شامل N= 100 گره حسگر توزیع شده در یک ناحیه M × M که مقدار M=۱۰۰m باشد $\varepsilon fs = 10\,pJ$ و $\varepsilon mp = 0.0013\,PJ$ باشد و فاصله محدوده آزاد d toBs تعیین می کند، آنگاه تعداد بهینه سرخوشه رابطه (۱۱) می باشد.

$$1 < K < 6 \qquad (۱۱)$$

## ۲- الگوریتم پیشنهادی

در روش پیشنهادی ما فرض شده، تمام گره های حسگر یکسان هستند و به صورت تصادفی در محیط پخش شده اند. کلیه عملیات تشکیل و مدیریت خوشه ها در ایستگاه پایه انجام می گیرد. هر حسگر سه حالت می تواند داشته باشد: گره سرخوشه ایستگاه پایه (BCH)، گره سرخوشه (CH) و گره معمولی (SN).

این الگوریتم از دو فاز تشکل شده است. در فاز راه انداز بهترین سرخوشه به کمک الگوریتم استعماری پیدا می شود و در فاز حالت پایدار انتقال اطلاعات از حسگر به ایستگاه پایه صورت می گیرد.

در ابتدا جمعیت اولیه را به نام کشور می سازیم. هر کشور دارای تعدادی سرخوشه می باشد که به عنوان یک خصوصیت برای آن مطرح می شود. خصوصیت دیگر کشور، هزینه سرخوشه ها می باشد. هزینه کشورها به روش زیر محاسبه می شود. رابطه (۱۲) نشان دهنده تابع هزینه سرخوشه است، که به صورت زیر تعریف می شود.

$$Cost_i = \frac{d_{\bullet}(i)}{E_n(i)} \qquad (۱۲)$$

که $E_n(i)$ : انرژی باقیمانده گره سرخوشه i است، d0(i) : میانگین فاصله سرخوشه i تا کل گره های زیر خوشه اش می باشد و به صورت زیر تعریف می شود.

$$d(i) = \frac{\sum_{\nabla xei} d(CH_i, x)}{[C_i]} \qquad (۱۳)$$

در رابطه بالا $[C_i]$ : تعداد خوشه iام است. تابع f در رابطه (۱۴) نشان دهنده هزینه هر کشور است. هزینه هر کشور حاصل جمع خصوصیات کشور (هزینه سرخوشه های) آن است.K: تعداد خوشه های تعیین شده برای شبکه می باشد.

$$f = \sum_{i=1,k} \cos t_i \qquad (۱۴)$$

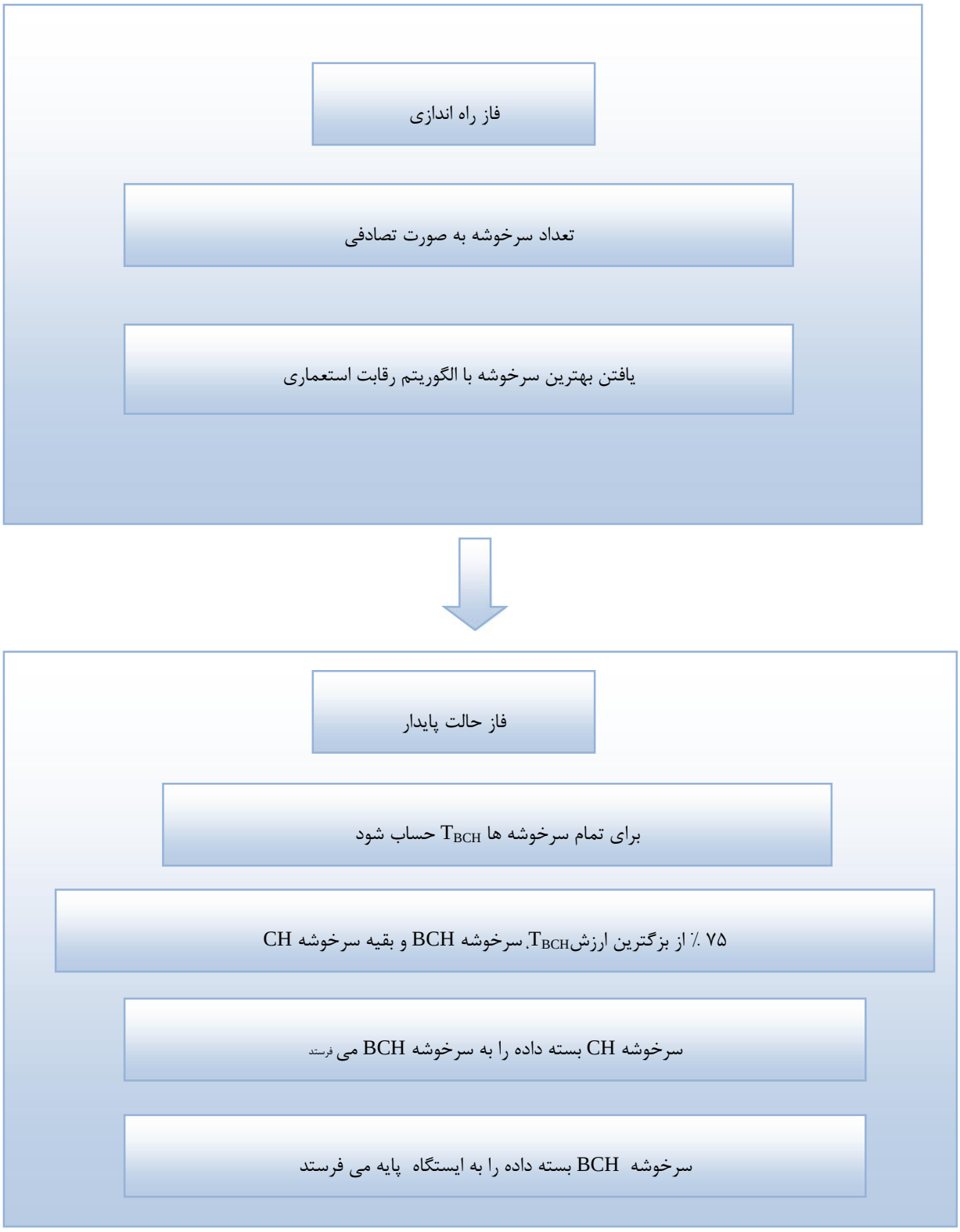
در این فرمول کمترین هزینه، بهترین سرخوشه است. هزینه هر کشور با هزینه سرخوشه ها رابطه مستقیم دارد. در نتیجه کشوری با هزینه سرخوشه های کمتر، بهترین کشور شناخته می شود. کشورهایی که کمترین تابع هزینه را دارند، به تعداد Nimp به نام استعمارگر در نظر گرفته می شود. کشورهای باقیمانده بر اساس چرخ رولت به عنوان مستعمره امپرالیست ها، بین استعمارها پخش می شوند.

در هر دوره کشورهای استعمارگر سعی در جذب و هم گون سازی، کشورها تحت تسلط خود را دارند. به همین ترتیب تغییراتی را در ساختار آنها ایجاد می کنند. کشورهای مستعمره هم چنین با انجام انقلاب سعی به بهبود قدرت کشورشان دارند و برای رسیدن به قدرت استعماگر تلاش می کنند. عمل همگون سازی و انقلاب هر کشور، تغییر دادن سرخوشه هایش و پیدا کردن سرخوشه ایی بهینه تر، با هزینه کمتر است. در نتیجه ممکن است هزینه کشور مستعمره کمتر از استعمارگر شود که در این صورت باید جای این دو کشور با هم عوض شود. چندین مرحله رقابت در بین کشورها انجام می شود. آخرین مرحله، قدرتمندترین استعمارگر از لحاظ موقعیت در شبکه بهترین سرخوشه را دارد. در فاز راه اندازی شبکه بهترین سرخوشه توسط الگوریتم رقابت استعماری مشخص شده است. در فاز حالت پایدار برای تمام سرخوشه ها مقدار TBCH محاسبه می شود.

$$TBCE(i) = ( En(i) / E0 ) + ( En(i) / d(i) ) \qquad (۱۵)$$

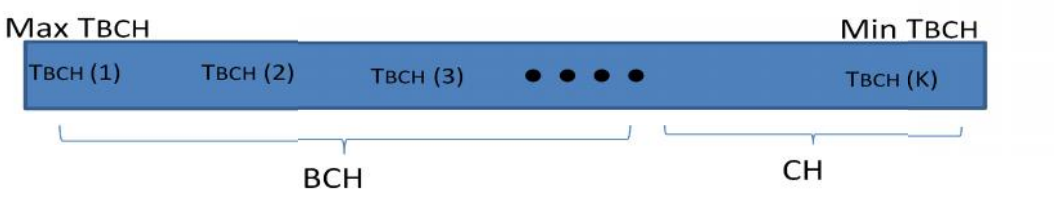
مقدار ۷۵٪ سرخوشه هایی که TBCH بزرگتری دارند، را به نام گره سرخوشه پایه (BCH) نام گذاری و سایر سرخوشه ها به نام گره سرخوشه (CH) نام گذاری می شود.

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

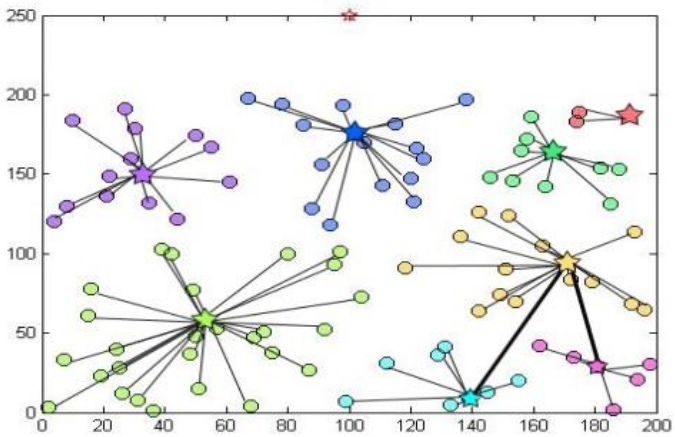



**شکل۲: شمای کلی الگوریتم پیشنهادی**

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025



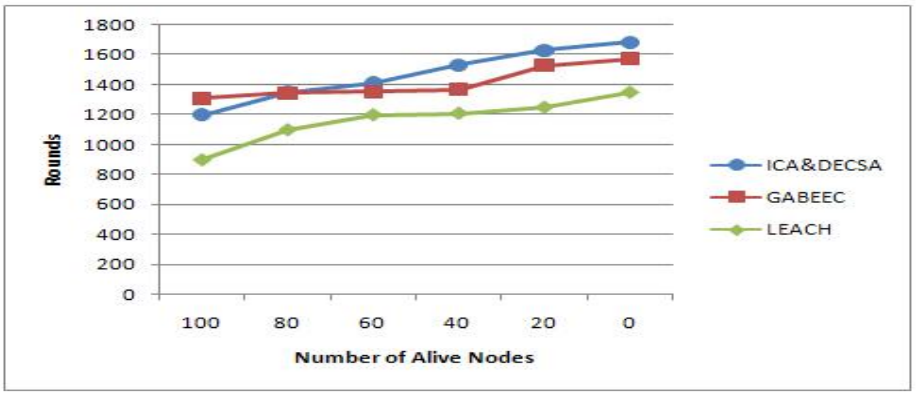

**شکل ۳ : انتخاب نوع سرخوشه**




**شکل ۴ : مسیر انتقال بسته داده در الگوریتم پیشنهادی**

**جدول ۱: پارامترهای شبیه سازی**

| Parameters | Value |
|---|---|
| Network Size | 50*50, 200*200m |
| Node Number(N) | 100 |
| Sink Coordination | ( 50,150 )m |
| Initial Energy | 0.5 J & 0.25J |
| E TX = ERX | 50 nj/bit |
| D0 | 87 m |
| E DA | 5 nJ/bit/signal |
| Packet Length | 2000 Bytes |




**شکل ۵ : مقایسه الگوریتم پیشنهادی از لحاظ کارایی**

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

پس از شناسایی نوع سرخوشه؛ گره حسگر معمولی (SN) بسته داده را به گره سرخوشه (CH) خودش ارسال می کند سرخوشه باید داده های رسیده را ترکیب و تجمیع کند. اگر سرخوشه یک گره سرخوشه (CH) بود داده را به نزدیکترین گره سرخوشه پایه (BCH) ارسال می کند در غیر این صورت خود مستقیم داده را به ایستگاه پایه ارسال می کند. مقدار انرژی مورد نیاز در هر ارسال و دریافت داده در سرخوشه و حسگر محاسبه می شود و از انرژی باقیمانده حسگر کاسته می شود.

## ۳- شبیه سازی

شبیه سازی الگوریتم پیشنهادی با پارامترهای نشان داده شده در جدول(۱)صورت گرفته است.

الگوریتم های مختلفی برای خوشه بندی استفاده شده است. هدف این الگوریتم ها بهبود طول عمر شبکه های حسگر بی سیم می باشد. الگوریتم LEACH جز اولین الگوریتم های خوشه بندی می باشد. در روش های دیگر، برای یافتن مکان سرخوشه ها از الگوریتم هوش محاسباتی استفاده می کنند؛ مانند الگوریتم GABEEC [۱۱] که برای یافتن مکان سرخوشه ها از الگوریتم ژنتیک استفاده کرده است. در شکل (۵) به مقایسه کارایی الگوریتم پیشنهادی با الگوریتم LEACH وGABEEC [۱۲] پرداخته شده است.

هر سه الگوریتم در محیط مربعی شکلی با ابعاد ۵۰m×۵۰m با ۱۰۰حسگر مورد مقایسه قرار گرفته اند. همان طور که مشخص است، عملکرد الگوریتم از نظر افزایش طول عمر شبکه نسبت به دو الگوریتم LEACH وGABEEC بهبود یافته است. الگوریتم ارائه شده زمان مرگ اولین گره را به صورت قابل توجهی در مقایسه با دو الگوریتم دیگر افزایش داده است.

این شبیه سازی در دو مرحله با دو مقدار انرژی اولیه، یک بار E=0.25J و در مرحله دیگر با E=0.5J صورت گرفته است. حاصل این شبیه سازی در شکل(۶و ۷) قابل مشاهده است. در این شکل زمان مرگ اولین و آخرین گره با هم مقایسه شده است.

در شکل(۸)، الگوریتم برای محیط وسیعی با ابعاد ۲۰۰m×۲۰۰m در نظر گرفته شده است. در الکوریتم پیشنهادی مرگ اولین گره در دوره زمانی ۸۷۹ و مرگ آخرین گره حسگر در دوره زمانی۲۱۱۰ اتفاق افتاده است. در صورتی که الگوریتم LEACH مرگ اولین گره اش در دوره زمانی ۱۹۶ صورت گرفته است.

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. در شکل (۹) پوشش شبکه‌ای روش پیشنهادی و LEACH ( ۵۰گره مرده از ۱۰۰ گره اولیه) مورد مقایسه قرار گرفته اند. مکان ایستگاه مبنا در این حالت (x=50, y= 200) در نظر گرفته شده است. مقایسه تعداد(درصد) نواحی زنده در دو الگوریتم حاکی از آن است که LEACH، ۵۶٪ و الگوریتم ICA & DECSA، ۹۶٪ پوشش شبکه‌ای خود را در زمان مرگ نیمی از گره‌های شبکه حفظ کردند. بنابراین۴۰٪ افزایش در پوشش شبکه‌ای را نسبت به LEACH از خود نشان می‌دهد.

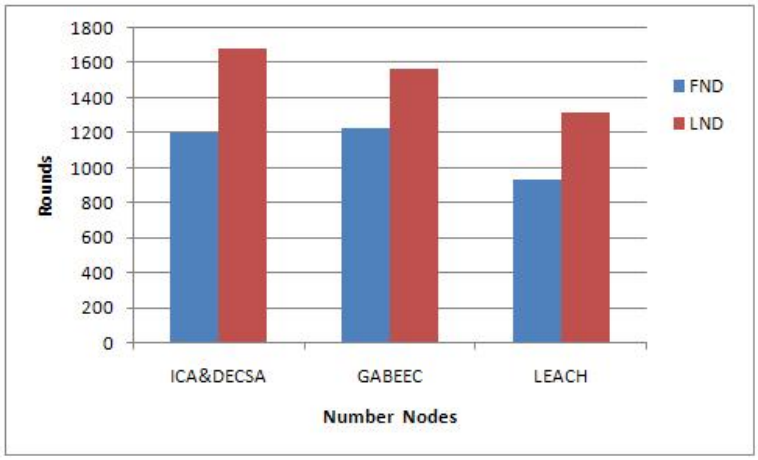
نتایج شبیه سازی نشان می دهد که پروتکل DECSA به همراه الگوریتم ICA توانسته اند مصرف انرژی برای شبکه های حسگر بی سیم کاهش بدهند و طول عمر شبکه را افزایش بدهند.

## ۴- نتیجه گیری

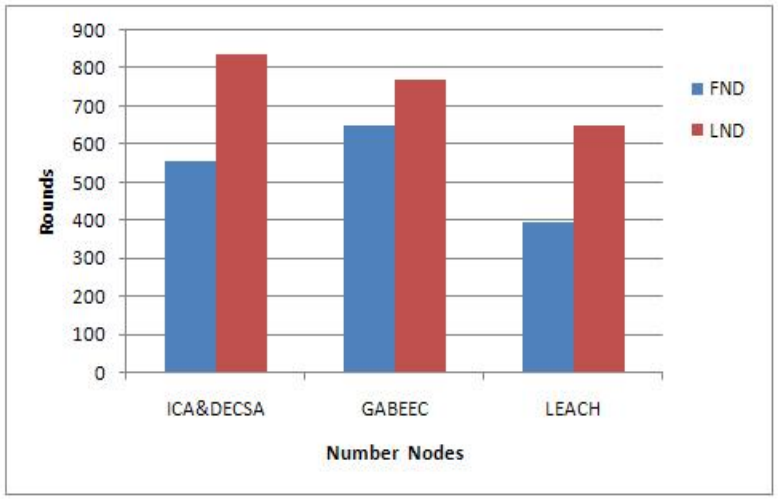
شبکه حسگر بی سیم، محیطی هوشمند را در سطح منطقه ایجاد می کنند. این شبکه ها، داده ها را از کل منطقه تحت پوشش جمع آوری و به ایستگاه پایه اطلاع رسانی می کنند. مصرف بهینه انرژی حسگرها نقش موثری در بقا این شبکه ها دارند. خوشه بندی به عنوان یکی از روش های شناخته شده برای مدیریت مصرف بهینه انرژی استفاده می شود.

در این مقاله از خوشه بندی استفاده شده و برای یافتن بهترین سرخوشه ها از نظر مکان و انرژی باقیماند، از الگوریتم رقابت استعماری که یکی از شاخه های هوش محاسباتی می باشد استفاده شده است. کارهای بسیاری با سایر شاخه های هوش محاسباتی در این زمینه صورت گرفته شده است [۱۳-۱۲].

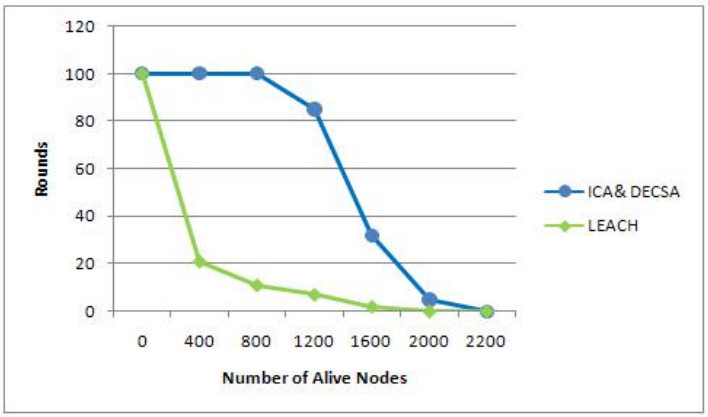
Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025




**شکل ۶: انرژی اولیه E=0.5J**

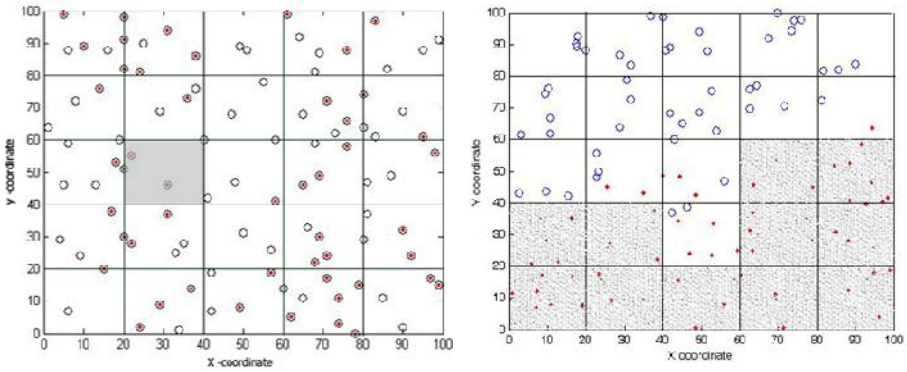



**شکل ۷: انرژی اولیه E=0.25J**




**شکل(۸): طول عمر شبکه**

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025




**الف: الگوریتم LEACH**  **ب: الگوریتم پیشنهادی**

**شکل ۹ : مقایسه الگوریتم پیشنهادی از لحاظ پوشش شبکه‌ای**

خوشه ها توسط مدل شبکه سلسله مراتبی سه سطحی، در ارتباط هستند، تا سرخوشه هایی با ظرفیت انرژی کم و دور از ایستگاه به عنوان سطح سوم شناخته شده و به طور غیر مستقیم با ایستگاه پایه به تبادل اطلاعات بپردازد. تبادل اطلاعات با سطح دوم باعث حفظ انرژی آن سرخوشه شده و از مرگ سریع و نامتقارن در شبکه جلوگیری می کنند. در نتیجه این سرخوشه ها انرژی کمتری در مقایسه با پروتکل های شبکه مصرف می کند.

بنابر مسائل مطرح شده و نتایج شبیه سازی، الگوریتم پیشنهادی توانسته است باعث بهبود مصرف انرژی در شبکه های حسگر بی سیم شود.

## منابع

1.W.B. Heinzelman, A.P. Chandrakasan, and H. Balakrishnan, An application-specific protocol architecture for wireless microsensor networks. Wireless Communications, IEEE Transactions on, 2002. 1(4): p. 660-670.

2.R. Min, et al. Low-power wireless sensor networks. in VLSI Design, 2001. Fourteenth International Conference on. 2001: IEEE.

3.I.F. Akyildiz, et al., A survey on sensor networks. Communications magazine, IEEE, 2002. 40(8): p. 102-114.

4.A.A. Abbasi and M. Younis, A survey on clustering algorithms for wireless sensor networks. Computer communications, 2007. 30(14): p. 2826-2841.

5.J.N. Al-Karaki and A.E. Kamal, Routing techniques in wireless sensor networks: a survey. Wireless Communications, IEEE, 2004. 11(6): p. 6-28.

6.L. Subramanian and R.H. Katz. An architecture for building self-configurable systems. in Mobile and Ad Hoc Networking and Computing, 2000. MobiHOC. 2000 First Annual Workshop on. 2000: IEEE.

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025

7.Z. Yong and Q. Pei," A energy-efficient clustering routing algorithm based on distance and residual energy for Wireless Sensor Networks. Procedia Engineering, 2012. 2 :۹p. 1882-1888.

8.W.R. Heinzelman, A. Chandrakasan, and H. Balakrishnan. Energy-efficient communication protocol for wireless microsensor networks. in System Sciences, 2000. Proceedings of the 33rd Annual Hawaii International Conference on. 2000: IEEE .

9.A.M. Jasour, E. Atashpaz, and C. Lucas. Vehicle fuzzy controller design using imperialist competitive algorithm. in Second First Iranian Joint Congress on Fuzzy and Intelligent Systems, Tehran, Iran. 2008.

10.E. Atashpaz-Gargari and C. Lucas. Imperialist competitive algorithm: an algorithm for optimization inspired by imperialistic competition. in Evolutionary Computation, 2007. CEC 2007. IEEE Congress on. 2007: IEEE.

11. S. Bayraklı, and S. Z.Erdogan. Genetic Algorithm Based Energ Efficient Clusters (GABEEC) in Wireless Sensor Networks, Procedia Computer Science 10, 247-254. 2012.

12.N.Enami, R .Askari Moghadam, K.Dadashtabar, M.Hoseini. Neural Network Based Energy Efficiency in Wireless Sensor Networks: a Survey', In: International Journal of Computer Science & Engineering Survey (IJCSES) , Vol.1, No.1, August 2010, pp.39-55.

13.L.Shahvandi ,M.Teshnehlab, and A.Haroonabadi. A Novel Clustering in Wireless Sensor Networks used by Imperialist Competitive Algorithm, 2011.

Downloaded from jor.iranaict.ir at 22:01 +0330 on Tuesday January 14th 2025