

اصلاح مشکلات توابع برازش الگوریتم‌های تکاملی در شبکه‌ی حسگر بی‌سیم

عطالله ابراهیم زاده^۱، عطیه حسین پور^۲، مجتبی جعفری لاهیجانی^۳، مریم نجیمی^۴، محمدحسین پور^۵

^۱ دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، E_Zadeh@nit.ac.ir

^۲ دانشگاه علوم و فنون مازندران، A.Hoseinpour@ustmb.ac.ir

^۳ دانشگاه علوم و فنون مازندران، Jafari@ustmb.ac.ir

^۴ دانشگاه صنعتی نوشیروانی بابل، M.Najimi@stu.nit.ac.ir

^۵ دانشگاه صنعتی شریف، Hoseinpour.mhmd@gmail.com

چکیده:

شبکه‌های حسگر بی‌سیم علاوه بر جذابیت و کاربرد فراوان، دارای چالش‌هایی نظیر مصرف انرژی، مکان‌یابی، امنیت و غیره می‌باشند که عمدتاً برای حل آنها به سراغ الگوریتم‌های تکاملی می‌روند. یکی از مهم‌ترین اجزاء هر الگوریتم تکاملی، تابع برازش آن می‌باشد که در واقع کل مسئله را به سمت بهینه شدن هدایت می‌کند. توابع برازش مورد استفاده در شبکه‌های حسگر بی‌سیم اکثراً دارای مشکلاتی نظیر عدم توجه به واحد پارامترها هنگام کنار هم قرار دادن آنها تحت یک رابطه‌ی ریاضی و عدم توجه به وابستگی تاثیر تغییرات یک پارامتر به سایر پارامترها است. در این مقاله به بررسی و رفع مشکلات توابع برازش خواهیم پرداخت.

کلید واژه‌ها: شبکه‌ی حسگر بی‌سیم، تابع برازش، الگوریتم تکاملی

این چالش‌ها می‌توان به معضل مصرف انرژی، مکان‌یابی، امنیت شبکه‌ی حسگر، و غیره اشاره کرد که عمدتاً برای حل آنها به سراغ روش‌های نرم‌افزاری، نظیر الگوریتم‌های تکاملی می‌روند. همان‌طور که می‌دانید یکی از مهم‌ترین اجزاء هر الگوریتم تکاملی، تابع برازش آن می‌باشد که در واقع کل مسئله را به سمت بهینه شدن هدایت می‌کند. از این رو انتخاب پارامترهای مناسب با هدف مسئله و نحوه‌ی استفاده از این پارامترها تحت یک رابطه‌ی ریاضی از اهمیت بالایی برخوردار است. تابع برازش مورد استفاده در اکثر مقالاتی که در ارتباط با کاربرد الگوریتم‌های تکاملی در زمینه‌های مختلف شبکه‌ی حسگر بی‌سیم هستند دارای مشکلاتی نظیر عدم توجه به واحد پارامترها هنگام کنار هم قرار دادن آنها تحت یک

۱. مقدمه

امروزه زندگی بدون ارتباطات بی‌سیم قابل تصور نیست. پیشرفت تکنولوژی و ایجاد مدارات کوچک و کوچکتر باعث شده است تا استفاده از مدارات بی‌سیم در اغلب وسایل الکترونیکی امروز ممکن شود. این پیشرفت همچنین باعث توسعه ریز-حسگرها نیز شده است. این ریز حسگرها توانایی‌های زیادی در امر نظارت بر محیط اطراف دارند از جمله کاربردهای آنان می‌توان به شناسایی صدا برای حس کردن زلزله و جمع‌آوری اطلاعات در مناطق دور افتاده و همچنین مکان‌هایی که برای اکتشافات انسانی مناسب نیستند اشاره کرد [3][2][1]. این شبکه‌ها علاوه بر جذابیت و کاربرد فراوان، دارای چالش‌هایی نیز می‌باشند. از جمله

تکاملی که دارای دو پارامتر E (انرژی) و d (فاصله) می‌باشد، در مراحل مختلف مقادیر زیر را برای تابع برازش داشته باشیم:

	E (kgm^2/s^2)	d (m)	
F_1	$= 2.25 \times 10^5$	$+ 2 \times 10^1$	$= 225020$
F_2	$= 3 \times 10^5$	$+ 3 \times 10^1$	$= 300030$
F_3	$= 2 \times 10^5$	$+ 4 \times 10^1$	$= 200040$
F_4	$= 1.5 \times 10^5$	$+ 5 \times 10^1$	$= 150020$
F_5	$= 4.25 \times 10^5$	$+ 0$	$= 425000$

مشکلاتی که در این مثال وجود دارد:

(۱) هر کدام از پارامترها دارای واحدهایی متفاوت می‌باشند (E براساس kgm^2/s^2 و d براساس m). در این صورت نمی‌توانیم این پارامترها را در کنار هم و تحت یک رابطه‌ی ریاضی قرار دهیم.

(۲) همان‌طور که مشاهده می‌کنید، به علت تفاوت در درجه‌ی پارامترها (10^5 و 10^1)، مقدار نهایی تابع برازش وابسته به مقدار E بوده و اثرگذاری پارامتری مثل d را بسیار کم کرده است.

در برخی مقالات جهت اصلاح این مشکل از یک ضریب اصلاح استفاده کرده‌اند. که این ضریب جهت برابر کردن یا تعدیل مرتبه استفاده می‌شود.

(۳) حتی بعد از اعمال ضرایب اصلاح، اثرگذاری برخی از پارامترها ممکن است در نظر گرفته نشود، به عنوان مثال فرض کنید ضریب اصلاح برای پارامتر E ، $w_1 = 10^{-3}$ و ضریب اصلاح برای پارامتر d ، $w_2 = 10^1$ باشد. در این صورت $F_1 = 225 + 200 = 425$ و $F_2 = 425 + 0 = 425$ خواهد شد یعنی اثرگذاری پارامتر d در نظر گرفته نشده است.

(۴) مشکل دیگری که با اعمال ضریب اصلاح پیش می‌آید این است که در هر مسئله متفاوت، ممکن است درجه‌ی مقادیر پارامترها متفاوت باشند. پس در هر بار اجرا یا در هر

رابطه‌ی ریاضی و عدم توجه به وابستگی تاثیر تغییراتیک پارامتر به سایر پارامترها است. در این مقاله به بررسی و رفع مشکلات توابع برازش، پرداخته خواهد شد.

این مقاله در ادامه به صورت زیر سازماندهی شده است:

در بخش دوم، مشکلات توابع برازش بیان شده و به بررسی چند تابع برازش که در مقالات مختلف آمده است، پرداخته می‌شود. در بخش سوم، راه‌حل‌هایی برای مشکلات بیان شده، ارائه خواهد شد. و در بخش چهارم، نتیجه‌ای به صورت خلاصه‌وار بیان می‌شود.

۲. بررسی توابع برازش

برای بهینه‌سازی هر مسئله‌ای در کنار روند کلی الگوریتم نیاز به یک تابع برازش می‌باشد. به دلیل این که این تابع دارای اهمیت بسیار زیادی در بهینه‌سازی مسئله، یعنی پیدا نمودن بهترین جواب و سرعت بخشیدن در روند الگوریتم دارد، پس باید دقت بیشتری در ساخت این تابع نمود. با مطالعه‌ی مقالات متعدد در زمینه‌های مختلف کاربرد الگوریتم‌های تکاملی همانند الگوریتم ژنتیک، زنبورها، ذرات و غیره در شبکه‌های حسگر بی‌سیم متوجهی مشکلاتی در توابع برازش آنها شدیم. که این مشکلات در ادامه‌ی این بخش بررسی خواهند شد.

۲.۱ بیان مشکلات توابع برازش

در تمامی مقالات [4][5][6][7][8] هنگام ساخت تابع برازش به دو نکته‌ی بسیار مهم توجه نشده است. (۱) یکسان نبودن واحد و درجه‌ی پارامترهایی که در کنار هم و در یک رابطه قرار می‌گیرند. (۲) استفاده از عملگر جمع که وابستگی تأثیر تغییرات یک پارامتر به سایر پارامترها را در نظر نمی‌گیرد. برای درک بهتر موارد مذکور، به مثال زیر توجه کنید:

(مثال) فرض کنید هنگام پیاده‌سازی یک الگوریتم

تأخیر و w_e, w_d, w_l ضرایب (وزن‌ها) می‌باشد. در مقاله‌ی [7] تابع برازش به صورت زیر تعریف شده است:

$$f = \min_{i \neq 4} \{ \sum_{i=1}^7 w_i J_i + w_4 J'_4 \} \quad (4)$$

که در آن w_i به عنوان ضریب و J_i به عنوان پارامترهای تابع برازش می‌باشند.

در مقاله‌ی [8] تابع برازش به صورت زیر تعریف شده است:

$$F = \sum_i (w_i \times f_i), \forall f_i \in \{C, DD, E, SD, T\} \quad (5)$$

که در آن C مجموع فاصله‌ی هرگره تا سرخوشه‌اش، DD مجموع فاصله‌ی هرنود تا ایستگاه، E انرژی مصرفی، SD پراکندگی سرخوشه‌ها و T تعداد نقل و انتقالات می‌باشد.

همان‌طور که مشاهده می‌کنید، در تمامی توابع برازش فوق از عملگر جمع برای ارتباط پارامترها در تابع استفاده شده است و همچنین بدون توجه به واحد پارامترها، صرفاً از یک وزن جهت تعدیل در مرتبه‌ی پارامترها یا یکسان نمودن واحدها استفاده شده است.

۳. اصلاح مشکلات توابع برازش

مشکل اول:

یکسان نبودن واحد و درجه‌ی پارامترهایی که در کنار هم در یک فرمول قرار می‌گیرند. راه‌حل:

در تمامی الگوریتم‌های تکاملی باید طبق هدفی که برای بهینه‌سازی مسئله داریم یک سری پارامتر از آن استخراج کنیم. این پارامترها از مقادیر خام مسئله ساخته می‌شود. به عنوان مثال مقادیر خام در مسئله‌ی مرتبط با شبکه‌ی حسگر بی‌سیم می‌تواند مختصات مکان هر گر، انرژی اولیه و باقیمانده‌ی هر گر و غیره باشد. سپس بنا بر نیاز و تشخیص سازنده‌ی تابع از مقادیر خام، تحت یک سری روابط ریاضی، پارامترهای

مسئله‌ی متفاوت باید ضرایب اصلاح را هم تغییر دهیم.

(۵) مسئله‌ی دیگر قابل قیاس نبودن نتایج الگوریتم در دو شبکه‌ی حسگر مجزا است. به عنوان مثال فرض کنید تابع F را در دو شبکه‌ی مجزا، اولی با ۲۰ گر و دومی با ۱۰۰ گر اعمال کردیم. در این صورت اگر برای یکی از حالات مسئله مقدار تابع برازش در شبکه‌ی اول برابر با 3×10^5 و در شبکه‌ی دوم برابر با 6×10^5 باشد، به نظر می‌رسد که حالت دوم بهتر است در صورتی که مقایسه در این حالت اشتباه است.

۲.۲ بررسی برخی از توابع برازش استفاده شده در شبکه‌ی حسگر بی‌سیم

در مقاله [4] تابع برازش به صورت زیر تعریف شده است:

$$F = \min (\sum_{i=1}^5 k_i p_i) \quad (1)$$

که در آن k_i وزن (ضریب) و p_i پارامترهای مسئله می‌باشند.

در مقاله‌ی [5] تابع برازش به صورت زیر تعریف شده است:

$$F = w \times (D - \text{distance}_i) + (1-w) \times (N - H_i) \quad (2)$$

که در آن D فاصله‌ی تمامی گر‌ها تا ایستگاه پایه، distance_i فاصله‌ی گر‌ها تا سرخوشه و فاصله‌ی سرخوشه‌ها تا ایستگاه پایه، N تعداد کل گر‌ها، H_i تعداد سرخوشه‌ها و W وزن (ضریب) می‌باشد.

در مقاله‌ی [6] تابع برازش به صورت زیر تعریف شده است:

$$F = w_e \cdot E_s(X) + w_d \cdot D_s(X) + w_l \cdot L_s(X) \quad (3)$$

که در آن L انرژی هدر رفته، E انرژی مصرفی، D

است. ولی A1 در شبکه‌ی خود از میانگین بالاتر بوده است و اگر تعداد حالات زیاد باشد، حاکی از خوب بودن آن است. ولی برای B1 صادق نیست. زیرا در شبکه‌ی خود، از میانگین کمتر است. پس باید اعداد بعد از اصلاح شدن با یکدیگر مقایسه شوند که ما در اینجا برای مقایسه، پارامترها را از همان ابتدا حول میانگین خودشان دسته‌بندی کردیم تا دیگر نحوه‌ی اصلاح کردن، مستقل از مقادیر اولیه‌ی پارامترها باشد.

جدول 1: مقادیر فرضی دو پارامتر تابع برازش

	E	K
A ₁	3 × 10 ⁵	3 × 10 ²
A ₂	2.5 × 10 ⁵	4 × 10 ²
A ₃	4 × 10 ⁵	2 × 10 ²
A ₄	5 × 10 ⁵	3 × 10 ²
B ₁	1 × 10 ⁷	1 × 10 ²
B ₂	2.5 × 10 ⁷	2 × 10 ²
B ₃	3 × 10 ⁷	3 × 10 ²
B ₄	3.1 × 10 ⁷	1 × 10 ²

مشکل دوم:

استفاده از عملگر جمع که وابستگی تأثیر تغییرات یک پارامتر به سایر پارامترها را در نظر نمی‌گیرد.

راه‌حل:

بعد از تعیین پارامترهای مسئله این موضوع پیش می‌آید که چگونه این پارامترها را در قالب یک تابع کلی (تابع برازش) با یکدیگر مرتبط نماییم. به طوری- که اثرگذاری پارامترها بر روی یکدیگر در خروجی تابع نمود پیدا کند. این اصل مهم که طی فرآیند مرتبطسازی پارامترها مد نظر است را می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

"مشتق جزئی (توان تأثیرگذاری) هر تابع (پارامتر) وابسته به مقادیر سایر توابع (پارامترها) یا خود تابع (پارامتر) است"

مفهوم فوق را می‌توان به این صورت تعبیر کرد که تغییرات $\frac{\partial f_i}{\partial y_j}$ به ازای تغییرات y_j ها ($i \neq j$) صفر نباشد. تعبیر ریاضی عبارت فوق را می‌توان به صورت زیر

تابع برازش را می‌سازند.

هنگام استفاده از این پارامترها باید به دو نکته توجه داشت:

(۱) زمانی که این پارامترها در کنار هم و تحت یک رابطه‌ی ریاضی قرار می‌گیرند باید دقت شود که دارای واحدهای یکسانی باشند. و به دلیل این که یکسان‌سازی تمامی واحدها امری منطقی و امکانپذیر نیست، پس باید آنها را بی‌واحد ساخت. در مقالات بررسی شده در فصل دوم، این بی‌واحدسازی صرفاً با ضرب کردن ضریبی انجام می‌گرفت و اندازه‌ی این ضریبها تابعی از اندازه‌ی هر پارامتر در هر مسئله بود.

(۲) تفاوت در اندازه و درجه‌ی هر پارامتر است که باعث می‌شود نتوان بطور خام داده‌ها را با یکدیگر ترکیب کرد و نیاز به قرار دادن ضریبی در کنار آنها برای قابل قیاس کردن آنها به وجود می‌آید. ولی با توجه به تفاوت درجات (که مهم‌تر از تفاوت در مقادیر است) در جواب‌های مختلف این ضرایب وابسته و مختص یک مسئله می‌شود.

در این مقاله سعی شده است که دو مشکل فوق (بی‌واحدسازی و تفاوت درجات) با فرآیندی شبیه به نرمال‌سازی رفع شود. طی این فرآیند $\left(\frac{x-\mu}{s^*}\right)$ اعداد بدست آمده که علاوه بر بی‌واحد شدن، درصد زیادی از داده‌ها را در بازه‌ای محدود قرار می‌دهند، که این امر امکان مقایسه‌ی نتایج تابع برازش را حتی بین جواب‌های مختلف در شبکه‌های مختلف ایجاد می‌کند. یک دلیل شهودی برای نشان دادن لزوم انجام فرآیندی شبیه به نرمال‌سازی:

فرض کنید در دو شبکه‌ی حسگر بی‌سیم مجزا، اعداد اولیه‌ی پارامترها همانند جدول ۱ باشد:

حال این سوال مطرح می‌شود که بین A₁ و B₁ کدام بهتر است؟ اگر پارامترها در هم ضرب شوند آنگاه:

$$A_1 = 9 \times 10^7, \quad B_1 = 1 \times 10^9$$

با مقایسه‌ی ظاهری به این نتیجه می‌رسیم که B₁ بهتر

نوشت:

$$\frac{\partial}{\partial y_j} \left(\frac{\partial f}{\partial y_i} \right) \neq 0, \quad i, j \in \{1..n\}, i \neq j \quad (6)$$

تا سوم قائل نشده است. یعنی بد بودن مقدار برخی از پارامترها (اگر کم بودن را به بد بودن تعبیر کنیم) هیچ تأثیری بر روی اثرگذاری بقیه پارامترها در نتیجه‌ی نهایی ندارد.

$$\frac{\partial^2}{\partial y_j \partial y_k} \left(\frac{\partial f}{\partial y_i} \right) \neq 0, \quad i, j, k \in \{1..n\}, i \neq j \neq k \quad (7)$$

ولی اگر همین مسئله را توسط $\prod_{i=1}^5 y_i$ حل نماییم، مشاهده خواهیم کرد که تمامی پارامترها در تعیین مقدار تابع برازش تأثیر خواهند داشت.

$$\frac{\partial^{n-1}}{\partial y_{j_1} \dots \partial y_{j_{n-1}}} \left(\frac{\partial f}{\partial y_i} \right) \neq 0, \quad j_1, \dots, j_{n-1}, i \in \{1..n\}, i \neq j_1 \neq \dots \neq j_{n-1}$$

۴. شبیه‌سازی

برای درک بهتر مشکلات بیان شده در بخش ۲ و همچنین راه‌کارهای ارائه شده در بخش ۳، مقاله‌ی [8] به صورت تصادفی انتخاب شده و تابع برازش آن پیاده‌سازی شد.

در مقاله‌ی مذکور، تابع برازشی برای خوشه‌بندی شبکه‌ی حسگر بی‌سیم به صورت زیر تعریف شده است:

$$F = \sum_i (w_i \times f_i), \quad \forall f_i \in \{C, DD, E, SD, T\} \quad (10)$$

که پارامترهای این تابع به شرح زیر می‌باشد:

(۱) DD مجموع فاصله‌ی هر گره تا ایستگاه پایه است که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$DD = \sum_{i=1}^m d_{is} \quad (11)$$

و در آن m تعداد گره‌ها در شبکه، d_{is} فاصله‌ی گره‌ی i تا ایستگاه پایه (گره S) می‌باشد.

(۲) C مجموع فاصله‌ی هر گره تا سرخوشه‌ی مربوطه و فاصله‌ی سرخوشه‌ها تا ایستگاه پایه می‌باشد که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$C = \sum_{i=1}^k d_{ih} + d_{hs} \quad (12)$$

و در آن d_{ih} فاصله‌ی هر گره‌ی i تا سرخوشه‌ی h و k تعداد گره‌ها در هر خوشه و d_{hs} فاصله‌ی سرخوشه‌ی h تا ایستگاه پایه است.

(۳) SD انحراف معیار مختصات سرخوشه‌ها در کل شبکه می‌باشد که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

که یکی از روش‌های برآورده کردن خواسته‌ی فوق ضرب توابع (پارامترها) در یکدیگر است. یعنی $\prod_{i=1}^n y_i$ و برای ایجاد تفاوت در توان تأثیرگذاری می‌توان از $y_i^{\alpha_i}$ به جای y_i استفاده کرد.

بدیهی است که با جمع توابع (پارامترها) خواص فوق برآورده نمی‌شود. چون اگر

$$F = \alpha_1 x_1 + \alpha_2 x_2 + \dots + \alpha_n x_n \quad (8)$$

آنگاه

$$\frac{\partial f}{\partial x_1} = \alpha_1, \quad \frac{\partial}{\partial x_2} \left(\frac{\partial f}{\partial x_1} \right) = 0, \quad (9)$$

یعنی تغییرات یک پارامتر، وابسته به بقیه‌ی پارامترها نیست.

بیان این مسئله به زبان بسیار ساده، به این صورت است که فرض کنید تابع برازش دارای پنج پارامتر است که مقادیر آن به صورت زیر می‌باشد:

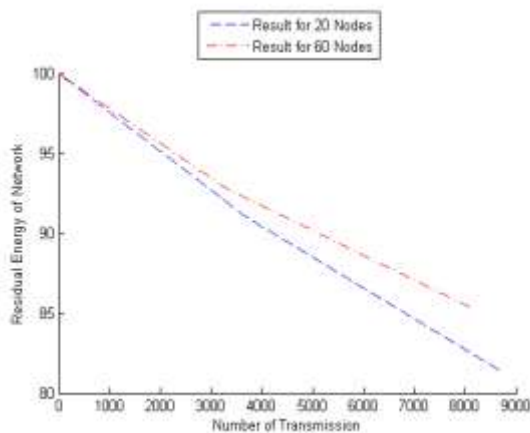
جدول ۲: مقادیر فرضی پنج پارامتر تابع برازش

	y ₁	y ₂	y ₃	y ₄	y ₅
حالت اول	۰	۰	۰	۲	۲
حالت دوم	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸	۰/۸

در هر دو حالت فوق $\sum_{i=1}^5 y_i = 4$ می‌باشد. در صورتی که در حالت اول هیچ ارزشی برای پارامتر اول

جدول ۳: مقادیر حاصل از شبیه‌سازی

C	SD	DD	T	E	پارامترها
۹۱۸/۱	۱۸۵۸	۳۶۳	۷۳۸	۱/۱	پارامترهای کروموزوم ۱
۰۹۸/۱	۰۱۵۹۱	۳۶۳	۷۱۱	۱۰۲۱/۰	پارامترهای کروموزوم ۲
۰/۰۲	۰/۰۱۵	۰/۰۰۲	۰/۰۳	۰/۰۱۵	وزن پارامترها



شکل ۱: نمودار مقایسه‌ای انرژی باقیمانده‌ی شبکه بر حسب تعداد تراکنش برای ۲۰ گره و ۶۰ گره

بررسی مشکلات تابع برازش شبیه‌سازی شده براساس نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی:

- همان‌طور که مشاهده می‌کنید پارامترهای موجود در این تابع دارای واحدهای متفاوتی می‌باشند که بدون توجه به تفاوت واحدها، در کنار هم و تحت یک تابع قرار گرفته‌اند، به عنوان نمونه، انرژی بر حسب kgm^2/s^2 و DD یا C بر حسب m (متر) می‌باشد.
- اعداد تولید شده دارای درجات متفاوتی هستند و اثرگذاری برخی از پارامترها نسبت به بقیه نادیده گرفته می‌شود مثل اثرگذاری $E=1.1$ نسبت به $DD=1565.363$ یا $C=657.918$. که در این مقاله برای رفع این مشکل از یک وزن طبق رابطه‌ی ۲ استفاده کرده است.

$$\mu = \frac{\sum_{i=1}^h d_{cluster_i}}{h} \quad (13)$$

$$SD = \sqrt{\sum_{i=1}^h (\mu - d_{cluster_i})^2} \quad (14)$$

E انرژی لازم جهت نقل و انتقال پیغام از خوشه‌ها تا ایستگاه پایه می‌باشد که به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$E = \sum_{j=1}^k E_{T_{jh}} + k \times E_R + E_{T_{hs}} \quad (15)$$

و در آن $E_{T_{jh}}$ انرژی لازم جهت انتقال پیغام از k گره‌ی یک خوشه به سرخوشه‌ی مربوطه، $k \times E_R$ انرژی مصرفی برای هر سرخوشه جهت دریافت پیغام از طرف k گره، $E_{T_{hs}}$ انرژی لازم جهت انتقال پیغام از سرخوشه به ایستگاه پایه.

T تعداد نقل و انتقالات می‌باشد.

در نهایت برای ساخت تابع برازش، هر یک از پارامترهای فوق را باید در وزنی ضرب کرده و سپس حاصل ضرب‌ها را باهم جمع کنیم، برای ساخت وزن هر پارامتر از فرمول زیر استفاده می‌شود:

$$w_i = w_{i-1} + c_i \Delta f_i \quad (16)$$

$$\Delta f_i = f_i - f_{i-1}, \quad c_i = \frac{1}{1 + e^{f_i}} \quad (17)$$

در این شبیه‌سازی سعی شده است تمامی مراحل که نویسنده در مقاله‌ی [8] بیان کرده است، رعایت شود. که از جمله‌ی آن می‌توان به استفاده از الگوریتم ژنتیک به عنوان الگوریتم به کار گیرنده‌ی تابع برازش، نحوه‌ی تعریف کروموزوم‌های الگوریتم ژنتیک و غیره نام برد.

شبکه‌ی حسگر بی‌سیم توسط تابع برازش فوق، خوشه‌بندی شده و به صورت اتفافی دو کروموزوم از یک نسل انتخاب شده است که در جدول ۳ قابل مشاهده می‌باشد.

مقادیر تابع برازش که براساس جدول ۳ و رابطه‌ی ۱ برای هر دو کروموزوم حساب شده است، به صورت زیر می‌باشد:

$$F1 = 39.04 \quad \text{و} \quad F2 = 39.34$$

که در این شبیه سازی مقادیر نرمال شده ی هر پارامتر به صورت زیر خواهد شد:

$$Z(C)_i = \frac{\bar{C} - C_i}{\sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (C_j - \bar{C})^2}}$$

$$Z(T)_i = \frac{\bar{T} - T_i}{\sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (T_j - \bar{T})^2}}$$

$$Z(E)_i = \frac{\bar{E} - E_i}{\sqrt{\frac{1}{k-1} \sum_{j=1}^k (E_j - \bar{E})^2}}$$

و برای حل مشکل ۴ کفایت به جای عملگر جمع برای ارتباط بین پارامترها از عملگر ضرب استفاده شود. در این صورت مقدار هر پارامتر به طور مستقل بر روی تابع برازش اثر خواهد داشت. به عنوان نمونه اگر نتایج شبیه سازی در جدول ۳ در یکدیگر ضرب شوند، کروموزوم اول انتخاب خواهد شد چون:

$$F_1 = 8.99 \quad , \quad F_2 = 0.39$$

۵. نتیجه گیری

در کلیه ی الگوریتم های تکاملی مهم ترین بخش آن تابع برازش می باشد چراکه این تابع مسئولیت اصلی ارزیابی بهینگی جواب های مسئله را بهعهده دارد، این الگوریتم ها در زمینه های مختلف از جمله شبکه ی حسگر بی سیم مورد استفاده قرار می گیرد. در این مقاله مشکلاتی که اکثر مقالات هنگام ساخت و کنارهم قرار دادن پارامترها داشتند را بررسی کرده و راه حل هایی برای رفع آنها ارائه شد.

این مشکلات اولاً شامل یکسان نبودن واحد و درجه ی پارامترهای یک رابطه و ثانیاً عدم تاثیر گذاری مقادیر پارامترها در نتیجه ی نهایی تابع برازش می باشد که برای حل این مشکلات فرآیند نرمال سازی داده ها و ضرب پارامترها در یکدیگر پیشنهاد شده است.

مراجع

- [1] Akyildiz, W. Su, Y. Sankarasubramaniam, and E. Cayirci. A survey on sensor networks. IEEE Communications Magazine, 8(40):102-114, August 2002.

۳) در طی شبیه سازی، یکبار تعداد گره های شبکه ۲۰ عدد و بار دیگر ۶۰ عدد در نظر گرفته شد، در هر مرحله نمودار انرژی مصرفی بر حسب تعداد نقل و انتقالات را رسم کرده و نتیجه ی نهایی در شکل ۱ نمایش داده شد.

۴) همان طور که از شکل ۱ مشخص است این دو نمودار قابل قیاس با یکدیگر نیستند. زیرا هر کدام دارای شرایط متفاوت نسبت به یکدیگر می باشند. بنابراین همیشه این مشکل وجود خواهد داشت که درحالتی که سائز شبکه و بالطبع بقیه ی پارامترها با یکدیگر تفاوت دارند هرگز دوشبکه را نمی توان از لحاظ کارکرد، با یکدیگر مقایسه کرد. یا به عنوان مثال زمانی که بخواهیم این تابع برازش را با تابع برازشی دیگر مقایسه کنیم راهی به غیر از پیاده سازی هر دو تابع در شرایط یکسان نخواهیم داشت و نمی توانیم صرفاً از نمودارهای موجود در هر مقاله استفاده کنیم.

۵) با توجه به مقادیر F_1 و F_2 که براساس جدول ۳ بدست آمدند، مشاهده می شود که ارزش کروموزوم اول کمتر از کروموزوم دوم است در صورتیکه از روی مقادیر پارامترهای جدول ۳ کاملاً بدیهی می باشد که کروموزوم اول در مقایسه با کروموزوم دوم، هم از لحاظ پراکندگی سرخوشه ها (SD) نسبت به مقدار C وضعیت بهتری دارد و هم از لحاظ تعداد نقل و انتقال پیام ها نسبت به انرژی مصرفی بسیار بهینه تر می باشد، در صورتیکه تابع برازش فعلی کروموزوم دوم را انتخاب می کند.

راه حل:

برای حل مشکلات ۱ و ۲ و ۳ کفایت تمامی مقادیر پارامترها با استفاده از فرمول $\left(\frac{x-\mu}{\sigma}\right)$ نرمال شوند. زیرا طی فرآیند نرمال شدن، تمامی داده ها علاوه بر تقسیم بر انحراف معیار خود که مشکل بی واحد سازی را حل می کند، با تفاضل از میانگین داده ها و تقسیم بر انحراف معیار در بازه های محدود قرار می گیرند. که این امر حتی امکان مقایسه ی نتایج تابع برازش را بین جواب های مختلف در شبکه های مختلف ایجاد می کند.

- [2] Akyildiz, TommasoMelodia, and K. Chowdhury. A survey on wireless multimedia sensor networks. *Computer Networks*, 51:921–960, 2007.
- [3] C. Laurent, Didier Helal, Lucille Verbaere, Armin Wellig, and JulienZory. Wireless sensor networks devices: Overview, issues, state of the art and promising technologies. *ST Journal of Research*, 4(1):8–11, June 2007.
- [4] A. P. Bhondekar, R.Vig, M. LalSingla, C. Ghanshyam, P. Kapur, “Genetic Algorithm Based Node Placement Methodology For Wireless Sensor Networks”, *Proceedings of the International MultiConference of Engineers and Computer Scientists 2009 Vol I IMECS 2009*, March 18 - 20, 2009, Hong Kong.
- [5] S. Jin, M. Zhou, and A. S. Wu, “Sensor network optimization using a genetic algorithm,” in *Proceedings of the 7th World Multiconference on Systemics, Cybernetics and Informatics*, 2003.
- [6] J. Fan, D.J.Parish,”Using a Genetic Algorithm to optimize the Performance of a Wireless Sensor Network “, ISBN: 1-9025-6016-7 © ,2007 PGNet
- [7] K. P. Ferentinos, T. A. Tsiligiridis, “Adaptive design optimization of wireless sensor networks using genetic algorithms”, *Computer Networks* 51 (2007) 1031-1051
- [8] S.Hussain, A. W.Matin, O. Islam, “Genetic Algorithm for Hierarchical Wireless Sensor Networks”, *JOURNAL OF NETWORKS*, VOL. 2, NO. 5, SEPTEMBER 2007