پخش بار اقتصادی سیستم‌های قدرت با استفاده از الگوریتم ترکیبی ازدحام ذرات مبتنی بر ضرایب شتاب سینوس کسینوس

مسعود هاتفی کیا*[۱]

*۱- کارشناس ارشد برق، شرکت توزیع نیروی برق خوزستان، اهواز، ایران،Masoudhatefikey@yahoo.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۰۱ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۱۹

چکیده:پخش بار اقتصادی درسیستم قدرت به عنوان یکی ازمسائل مهم و ضروری در برنامه‌ریزی تولید واحدهای نیروگاهی می باشد. در این پایان نامه پخش بار اقتصادی برای تولید توان نیروگاه‌ها با توابع صاف و ناصاف و لحاظ نمودن قیود نیروگاه (اثر شیر بخار، مناطق ممنوعه، با و بدون در نظرگرفتن تلفات انتقال) در یک سیستم قدرت چند ژنراتوری ارائه شده است. هدف از این کار دست‌یابی به بهترین هزینه تولید و حداقل رساندن تلفات می باشد. برای این منظور از الگوریتم ترکیبی ازدحام ذرات مبتنی بر ضرایب شتاب سینوس و کسینوس جهت حل مساله استفاده شده است. آنالیز جامعی از نحوه پخش بار اقتصادی برای بهینه سازی هزینه تولید و حداقل نمودن تلفات ارائه شده است. روش ارائه شده روی یک سیستم قدرت ۱۵و۴۰ ژنرانوری استاندارد IEEE پیاده سازی شده است. و شبیه سازی‌ها به گونه‌ای هستند که در هر مرحله محدودیت‌های نیروگاه با و بدون درنظر گرفتن تلفات شبیه سازی شده‌اند نتایج بدست آمده از شبیه سازی‌ها، گویای صحت و کارآمدی روش ارائه شده می باشد.

کلمات کلیدی: پخش باراقتصادی، توابع هزینه صاف و ناصاف، مناطق ممنوعه، اثر شیر بخار، الگوریتم ترکیبی ازدحام ذرات مبتنی برضرایب شتاب سینوس کسینوس (H-PSO-SCAC)

۱- مقدمه

کشور ما در حال توسعه بوده و با رشد فزاینده جمعیت روبرو می-باشد پیشرفت و توسعه کشور در گروی دانش و تکنولوژی و استفاده از فن آوری اطلاعات میسر می‌باشد. در حالی‌که در ۲۰ سال آینده روند تولید انرژی با توقف صادرات نفتی کند شده و ضرورت استفاده از انرژیهای نوین احساس می‌شود معهذا رشد مصرف فرآورده های نفتی و انرژی نیز اجتناب ناپذیر خواهد بود. پیشرفت چشم‌گیر در زمینه فن-آوری موجب تغییر تولید انرژی در آینده خواهد شد. بحران انرژی فعلی و بویژه در آینده نتیجه عملکرد کشورهای امپریالیستی در طول سالیان متمادی بوده و لذا برای اصلاح آن نیز به سالها زمان نیاز می‌باشد. بدیهی است توسعه فن‌آوریهای جدید بدون صدمه دیدن محیط زیست و مصرف بهینه و مدیریت مصرف ضروری بنظر رسیده و امری اجتناب-ناپذیر می‌باشند. در این راستا ارتقاء سطح زندگی جمعیت کنونی کشور ما نیاز به برنامه‌ریزی داشته و اقتصاد ملی را تحت الشعاع قرارخواهد داد. بهینه سازی مصرف و نوسازی زیرساختها و افزایش تولید و تامین انرژی با مناسب ترین شیوه و افزایش راندمان انرژی از طریق استفاده از فن‌آوریهای جدید میسر بوده و باید در جهت افزایش بهره‌وری، کاهش میزان اتلاف و هرز رفتن انرژی و تعدیل هزینه ها همراه باشد. لازم است کلیه سازمان‌های دولتی را به منظور بعمل آوردن اقدامات مقتضی در جهت مصرف بهینه‌سازی فرآورده‌های نفتی بویژه در هنگام اوج مصرف هدایت نمایند بدیهی است در شرایط کنونی در کشور ما با توجه به مشکلات تامین و توزیع فرآورده‌های نفتی و در حال حاضر واردات بنزین موتور و نفت گاز ،مسئله پخش بار اقتصادی حائز اهمیت می باشد. نرخ‌های تعیین شده به وسیله ارگان‌های دولتی و اهمیت صرفه‌جویی در سوخت، شرکت‌های برق را جهت حصول حداکثر بازدهی ممکن، تحت فشار قرار می‌دهد. بازده حداکثر، هزینه یک کیلووات ساعت تحویلی به مصرف کننده و هزینه مربوط به شرکت تحویل دهنده آن کیلو وات ساعت را، علیرغم افزایش نرخ سوخت،

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

دستمزد، ملزومات و تعمیر و نگهداری توسط مسئله پخش بار اقتصادی حداقل می‌کند.

تاکنون روش‌های متعددی برای حل مسئله مورد مطالعه قرارگرفته است[۱]. روش بهینه سازی جدیدی تحت عنوان p-pso برای افزایش قابلیت اکتشاف و استخراج پیشنهاد شده که دارای یک ماژول آشفتگی نیز برای جلوگیری از همگرایی محلی است[۲]. روش بهبود یافته الگوریتم کلونی مصنوعی زنبور عسل (ABC) به حل مسأله توزیع اقتصادی بار با درنظر گرفتن تابع هدفی از هزینه سوخت نیروگاه‌ها با در نظر گرفتن محدودیت‌های ناشی از اثر شیر ورودی بخار، تلفات شبکه انتقال، توازن تولید و مصرف در سیستم، زون های ممنوعه، حدود تولید، نرخ های افزایشی و کاهشی پرداخته شده است الگوریتم استفاده شده دارای سرعت همگرایی بالا می‌باشد و قرار گرفتن آن در نقاط محلی به مراتب از الگوریتم‌های دیگر کمتر است. همچنین پاسخ مناسب‌تری نسبت به سایر روشها به دست می‌دهد. روش‌های قراردادی اغلب نتایج خوبی می‌دهند ولی وقتی فضای تحقیق غیرخطی و غیرپیوسته می‌شود حل مسئله بسیار پیچیده و همگرایی این روش برای جستجوی جواب بهینه برای حل مسئله، سرعت بسیار کمی خواهد داشت[۳]. روش‌های دیگری که در زمینه بهینه‌سازی مورد استفاده قرار گرفت روش جستجوی تابو بود دراین مراجع، روش سرعت بالایی دارد ولی دقت آن با گذشت زمان اجراء افزایش نمی‌یابد. یک روش جدید بهینه‌سازی جهت مسئله پخش بار اقتصادی/آلودگی الگوریتم PSO[۳] نام دارد. که در موارد زیادی برای حل مسائل مورد استفاده قرارگرفته است. در سال‌های اخیر پخش بار اقتصادی بر روی توابع هزینه ناصاف چند تکه‌ای با در نظر گرفتن نرخ شیب نیروگاه‌ها مورد مطالعه قرار گرفته است[۴]. کاربرد یکی از آخرین الگوریتم‌های هوش ازدحامی یعنی بهینه ساز گرگ خاکستری را برای حل مسئله پخش بار اقتصادی ارائه می دهد که یک مسئله غیر خطی، غیر محدب و گسسته است و محدودیت‌های برابری و نابرابری متعددی دارد. بهینه ساز گرگ خاکستری یک الگوریتم فراابتکاری جدید است که مبتنی بر رفتار گرگ‌های خاکستری است. این بهینه ساز برای دست یابی به عملکرد بهتر از اپراتورهای ادغام و جهش (اپراتورهای الگوریتم ژنتیک) استفاده می کند. مسئله پخش بار اقتصادی با مناطق عملیاتی ممنوعه، تاثیر بارگذاری نقطه سوپاپ و محدودیت‌های نرخ رمپ در این مرجع حل شده اند[۴]. در این مقاله، یک الگوریتم جدید پیشنهاد شده که به منظور کنترل بهتر قابلیت‌های اکتشاف و استخراج، پارامتر ω بستگی به برازش دزه‌ها (نه به زمان) استفاد می شود.. که الگوریتم PSO به دو ضریب C_1, C_2 مولفه شناختی و مولفه اجتماعی هستند برای اصلاح بهترین موقعیت ذره تاکنون ملاقات شده و بهترین موقعیتی که یک ذره در کل جمعیت به آن رسیده و با زمان تغییر می‌کند و اصلاح آنها به صورت ضرایب سینوس و کسینوس استفاده می شود. همچنین ماژول آشفتگی به گونه‌ای طراحی شده است که تنوع بیشتری برای جلوگیری از تله همگرایی محلی و نیز فضا جستجوی بیشتری ایجاد کندالگوریتم جدیدی تحت عنوان H-PSO-SCAC (الگوریتم ترکیبی ازدحام ذرات مبتنی بر ضرایب شتاب سینوس‌کسینوس) ارائه شده است. این روش پیشنهادی برای بهینه سازی پخش بار اقتصادی در شبکه ۱۵و۴۰واحدی با در نظر گرفتن تلفات و در نظر گرفتن قیود موجود آنها مورد استفاده را گرفته و نتایج با دیگر الگوریتم‌ها معمول مقایسه می شود.

۲- فرمول‌بندی مسئله

۲-۱- تابع هدف

تابع هزینه یا هدف مسئله ED، معادله درجه دوم هزینه سوخت واحدهای تولید حرارتی است و توسط رابطه (۱)مشخص می‌شود.

$$\min_{P\in R^{N}{}_{g}} F=\sum_{j=1}^{N_g}F_j\left(P_j\right)=\sum_{j=1}^{N_g}\left(a_j+b_jP_j+c_jP_j^2\right) \qquad (۱)$$

که در آن Ng تعداد کل واحد تولیدی یا ژنراتور است، $F_j(P_j)$ هزینه سوخت در واحد دلار/ساعت است، P j برق تولید شده واحد مگاوات است، a_j, b_j, c_j ضرایب هزینه ژنراتور ام هستند. ژنراتورها در معرض تاثیر بارگذاری نقطه سوپاپ قرار دارند که برخی از ripplesها را به تابع هزینه تحمیل می‌کنند [۲]. تابع هدف هنگامی که اثر نقطه سوپاپ در نظر گرفته می شود، تبدیل به رابطه (۲) می شود.

$$\min_{P\in R^{N}{}_{g}} F=\sum_{j=1}^{N_g}F_j\left(P_j\right)=\sum_{j=1}^{N_g}\left(a_j+b_jP_j+C_jP_j^2\right)+\left|e_j\sin\left(f_j\left(P_j^{\min}-P_j\right)\right)\right| \qquad (۲)$$

که در آن e_j, f_j ثابت‌های اثر نقطه سوپاپ ژنراتور j ام هستند.

۲-۲- محدودیت‌های بهینه سازی

محدودیت‌های برابری و نابرابری برای مسئله ED معیار تعادل توان و حدهای تولید انرژی واقعی هستند بصورت روابط (۳) می‌باشد.

$$\sum_{j=1}^{N_g}P_j=P_D+P_L$$
$$P_j^{\min}\le P_j\le P_j^{\max} \qquad (۳)$$

که در آن P_D تقاضای کل انرژی است، $P_j^{\min}$ و $P_j^{\max}$ حداقل و حداکثر توان تولیدی ژنراتور jام هستند، و P_L نشان دهنده تلفات خطی است که توسط رابطه (۴) مشخص می‌شود.

$$P_L=\sum_{j=1}^{N_g}\sum_{i=1}^{N_g}P_jB_{ji}P_i+\sum_{j=1}^{N_g}B_{0j}P_j+B_{00} \qquad (۴)$$

P_i, P_j تزریق توان واقعی در باس‌های j و i هستند. B_{ji}, B_{0j}, B_{00} ضرایب تلفات هستند که در شرایط عادی عملکرد ثابتی دارند.

۲-۳- محدودیت‌های عملیاتی ژنراتورها

۲-۳-۱- مناطقه ممنوعه ژنراتورها(POZ)

مناطق ممنوعه به علت عملیات valve بخار یا ارتعاش در شفت

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

هستند. مناطق عملیاتی از ژنراتور j ام می توانند به شرح رابطه(۵)توضیح داده می‌شود.

$$P_j \in \begin{cases} P_j^{\min} \le P_j \le P_{j,l}^{l} \\ P_{j,k}^{u} - 1 \le P_j \le P_{j,k}^{l}, k = 2,3,...,n_j, \ j = 1,2,...,N_g \\ P_{j,n_j}^{u} \le P_j \le P_j^{\max} \end{cases} \quad (۵)$$

که در آن n_j تعداد مناطق ممنوعه ژنراتور j است. $P_{j,k}^{u}$ و $P_{j,k}^{l}$ خروجی توان پایین تر و بالاتر از منطقه ممنوعه k ام منطقه ژنراتور j ام هستند.

۲-۳-۲- محدودیت‌های رمپ‌ها

محدودیت‌های فیزیکی راه اندازی و خاموش کردن ژنراتورها حد سرعت رمپ را اعمال می‌کنند که به صورت زیر مدل سازی می‌شوند. افزایش تولید توسط رابطه (۶) محدود می‌شود.

$$p_j - p_j^0 \le UR_j \quad (۶)$$

به طور مشابه، کاهش توسط رابطه (۳) محدود می شود.

$$p_j^0 - p_j \le DR_j \quad (۷)$$

که در آن p_j^0 توان خروجی قبلی است، UR_j و DR_j حد رمپ بالا و حد رمپ پایین ژنراتور j ام هستند. ترکیب (۶)و(۷) منجر به تغییر در حد عملیاتی یا تولید موثر می شود بصورت رابطه (۸) زیر می‌باشد.

$$\underline{P}_j \le P_j \le \bar{P}_j \quad (۸)$$

که بصورت روابط (۹) و (۱۰) می‌توان بیان می‌شود:

$$\underline{P}_j = \max(P_j^{\min}, P_j^0 - DR_j) \quad (۹)$$

$$\bar{P}_j = \min(P_j^{\max}, P_j^0 + UR_j) \quad (۱۰)$$

با ترکیب این با مسئله ED[۴] می تواند بصورت روابط (۱۱) تدوین میشوند:

$$\begin{aligned} &\min_{P \in R^{N_g}} F = \sum_{j=1}^{N_g} F_j(P_j) = \sum_{j=1}^{N_g} \left(a_j + b_j P_j + C_j P_j^2\right) + \left| e_j \sin\left(P_j^{\min} - P_j\right) \right| \\ &s.t. \sum_{j=1}^{N_g} P_j = P_D + P_L \\ &\underline{P}_j \le P_j \le P_{j,l} \\ &P_{j,k-1}^{u} \le P_j \le P_{j,k}^{l}, k = 2,3,...,n_j, j = 1,2,...,N_g \\ &P_{j,n_j}^{u} \le P_j \le \bar{P}_j \end{aligned} \quad (۱۱)$$

۳- الگوریتم

۱-۳- الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات

الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات (PSO)[۳] به عنوان یک تکنیک جستجو توسط ابرهارت[۱] و کندی[۲] در سال ۱۹۹۵ معرفی گردید. در تدوین این روش از حرکات جمعی و گروهی ذرات الگو برداری شده است و در برخی اوقات این الگوریتم را تحت عنوان الگورتیم پرندگان و یا ماهی‌ها نیز می‌شناسند. این روش بهینه‌سازی جزء روش های هوش ازدحامی یا هوش گروهی به حساب آمده و اساس کار آن بر این اصل استوار است که در هر لحظه هر ذره مکان خود را در فضای جستجو با توجه به بهترین مکانی که تاکنون خود در آن قرار گرفته و بهترین مکانی که در کل یافت شده است، تنظیم می‌کند.

فرض می‌شود فضای حل مسئله یک فضای D بعدی می‌باشد در این راستا i امین ذره از جمعیت می‌تواند توسط یک بردار سرعت و یک بردار موقعیت نمایش داده شود. تغییر موقعیت هر ذره، با تغییر در ساختار موقعیت و سرعت قبلی امکان پذیر است [۵].

هر ذره امکاناتی شامل بهترین مقداری که تاکنون به آن رسیده است (pbest) و موقعیت xi را داراست. این اطلاعات از تلاش‌هایی که هر ذره برای یافتن بهترین جواب انجام می‌دهد یا به عبارتی از بین موقعیت‌هایی که تا کنون یک ذره در آنها قرار گرفته است، به دست می‌آید. از طرف دیگر، بهترین جوابی را که تاکنون توسط کلیه ذرات موجود در گروه (از مقدار pbest ها) تاکنون تجربه شده است را توسط (gbest)نشان داده می‌شود. در این راستا هر ذره همواره در تلاش است تا موقعیت فعلی خود را در راستای حرکت کنونی، بهترین موقعیت کسب شده توسط خود و بهترین موقعیت کسب شده توسط کل ذرات اصلاح نماید و به موقعیت جدیدی انتقال یابد.[۳]

در مرحله‌ی ابتدایی الگوریتم، ذرات با موقعیت ها و سرعت‌های تصادفی ایجاد می‌شود. در طی اجرای الگوریتم بهینه سازی ازدحام ذرات PSO، موقعیت و سرعت هر ذره در مرحله ی t+1 ام از الگوریتم، از روی اطلاعات معادله (۱۲) ساخته می‌شوند.

$$X_i = (X_{i1}.X_{i2}.\dots.X_{iD}), \mathrm{V_i} = (\mathrm{V_{i1}}.V_{i2}.\dots.V_{iD}) \quad (۱۲)$$

طبق رابطه (۱۳)و(۱۴)و(۱۵)و(۱۶)یکی سرعت آتی و دیگری مکان هر ذره به حرکت در می‌آید.

$$V_{id}^{n+1} = w_n, V_{id}^{n} + c_1 r_1^{n} (pbest_{id}^{n} - X_{id}^{n}) + c_2 r_2^{n} (gbest_{id}^{n} - X_{id}^{n}) \quad (۱۳)$$

$$X_{id}^{n+1} = X_{id}^{n} + V_{id}^{n+1} \quad (۱۴)$$

$$\omega = \omega_{\max} - \frac{M_j}{M_{\max}} \times (\omega_{\max} - \omega_{\min}) \quad (۱۵)$$

$$x = \frac{2}{\left| 2 - \varphi - \sqrt{\varphi^2 - 4\varphi} \right|} \quad (۱۶)$$

$$\varphi = c_1 + c_2$$

Pbest : بهترین موقعیتی که ذره تاکنون ملاقات کرده

gbest : بهترین موقعیتی که یک ذره در کل جمعیت به آن رسیده

N : اندازه Swarm

ω: اینرسی وزنی (inertia weight)

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

C۱: ضریب ثابت (حرکت در مسیر بهترین مقدار ذره مورد بررسی)

C۲: ضریب ثابت (حرکت در مسیر بهترین ذره یافت شده در بین کل جمعیت).

C۱، C۲ : ضرایب ثابت ومثبت (ضرایب شتاب دهنده به سمت نقاط بهینه) که بترتیب پارامترهای شناختی (cognitive) واجتماعی(social) نام دارد.

r۱، r۲ : اعداد تصادفی در محدوده [۱، ۰] باتوزیع یکنواخت .

n : مشخص کننده شماره تکرارها.

M_j و M_{max} : تکرار فعلی و تکرار ماکزیمم است.

ω_{min} ، ω_{max} : مقادیر وزنی اولیه و نهایی هستند.

۳-۲-الگوریتم پیشنهادی ازدحام ذرات مبتنی برضرایب شتاب سینوس و کسینوس

به منظور بهبود بیشتر عملکرد PSO[۳]، ما سه تغییر عمده را با معرفی مقادیر وزنی دینامیکی، ضرایب شتاب و بهترین موقعیت برای به روز رسانی موقعیت جدید با این دو فاکتور، معرفی می‌کنیم. شکل جستجوی PSO ی بهبود یافته، که دررابطه زیر به‌خوبی می‌تواند بین قابلیت‌های استخراج و اکتشاف تعادل برقرار شود. پروسه تناسبی را می‌توان به صورت معادله (۱۷)اصلاح می‌گردد:

$$X_i^d = X_i^d \times w_{ij} + V_i^d \times w'_{ij} + \rho \times gbest^d \times \psi \qquad (۱۷)$$

که در آن wij w'ij به ترتیب مقادیر وزنی دینامیکی هستند که تأثیر پاسخ قبلی و سرعت قبلی را به ترتیب کنترل می‌کنند، نیز موقعیت بهینه فعلی است که می‌تواند سرعت همگرایی را بیشتر کند، ضرایب شتابی است که ماکزیمم اندازه گام را مشخص می‌کند و نیز یک عدد تصادفی بین ۰ و ۱ است.

در این مقاله، دینامیکی و نیز ضریب شتاب به‌صورت توابعی از برازندگی در پروسه جستجوی PSO تعریف می‌شوند. پارامترهای و به صورت معادلات(۱۸)و(۱۹) تعریف می‌شوند:

$$w = \psi = \frac{\exp(f(j)/u)}{1+\exp(-f(j)/u)} \qquad (۱۸)$$

$$w'_{ij} = 1 - w_{ij} \qquad (۱۹)$$

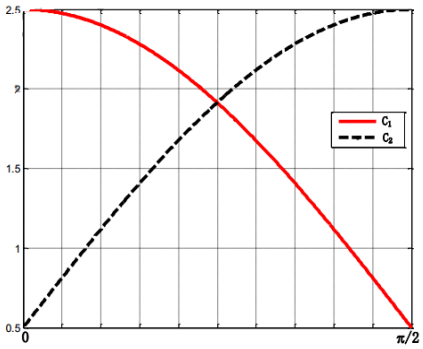
که در آن u مقدار متوسط برازندگی در تکرار اول است، ietr تعداد تکرار فعلی است و f(j) نیز برازندگی j امین ذره است.

در الگوریتم PSO به دو ضریب C۱، C۲ مولفه شناختی و مولفه اجتماعی می‌گویند. که این ضرایب تصادفی برای اصلاح سرعت ذرات Pbest و Gbest استفاده می‌شود. پس می‌توان نتیجه گرفت که این دو ضریب در پیدا کردن بهترین راه حل از لحاظ سرعت و دقت بسیار موثراند. با توجه به مرجع [۵] اگر مولفه شناختی از مولفه اجتماعی بزرگتر باشد سرگردانی زیادی در فضای ذرات ایجاد می‌شود و در صورت بزرگی بیش از حد مولفه اجتماعی نسبت به مولفه شناختی ذرات را از بهترین راه حل پیدا شده دور می‌کند. در مجموع آقایان کندی و ابرهارت به منظور تنظیم این ضرایب برابر که باعث می‌شد نصف زمان جستجو را بگیرد، معادله جدیدی پیشنهاد کنند. در الگوریتم جدید ضرایب C۱، C۲ که با زمان تغییر می‌کنند را می‌توان به صورت معادله (۲۰) بیان کرد:

$$c_1 = (c_{1f} - c_{1i}) \times \frac{M_j}{M_{max}} + c_{1i} \qquad (۲۰)$$

$$c_2 = (c_{2f} - c_{2i}) \times \frac{M_j}{M_{max}} + c_{2i}$$

که $c_{1f}, c_{1i}, c_{2f}, c_{2i}$ مقادیر ثابت و M_j, M_{max} تکرار کنونی و ماکزیمم تکرار الگوریتم هستند. بر اساس شبیه سازی های مختلف می‌توان دریافت که بهترین مقدار برای c_1 بین ۰/۵ تا ۲/۵و برای C_2 بین۰/۵تا ۲/۵ می‌باشد. این الگوریتم ازدحام ذرات بهبود یافته با ضرایب سینوس و کسینوس را PSO-SCAC می‌نامند. روند SCAC را در شکل(۱) مشاهده می‌کنید.



شکل(۱) ضرایب شتاب سینوس کسینوس[۵]

با اصلاحاتی می‌توان رابطه (۲۰) بصورت رابطه (۲۱) تعریف کرد که به شکل روابط مثلثاتی تبدیل نمود.

$$c_1 = \partial \times \sin\left(\left(1 - \frac{M_j}{M_{max}}\right) \times \frac{\pi}{2}\right) + \delta$$

$$c_2 = \partial \times \cos\left(\left(1 - \frac{M_j}{M_{max}}\right) \times \frac{\pi}{2}\right) + \delta \qquad (۲۱)$$

که ∂وδ دو عدد ثابت و برابر ۲ و۰/۵ هستند.

۳-۳- روش حل الگوریتم ترکیبی

برای حل مسئله همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است. در ابتدا اطلاعات نیروگاه‌ها و پارامترهای الگوریتم ،تولید جمعیت اولیه به صورت تصادفی ،محاسبه تابع هدف (هزینه با در نظر گرفتن تلفات و اثر شیر بخار و منطقه ممنوعه[۵](POZ)) ،بررسی بهترین جواب‌های الگوریتم ،بروز رسانی بهترین موج الگوریتم sca و تولید ذره جدید با روابط (۱۳)و(۱۶) ، محاسبه تابع هدف برای ذره جدید و مقایسه با حالت قبل و جایگذاری در صورت بهتر بودن ،تعیین بهترین ذرات pso و بروزرسانی سرعت و موقعیت انها از روابط (۱۷)و(۱۸) ،بررسی شرط الگوریتم توده ذرات و سینوس‌کسینوس و تعداد تکرار و بازگشت به مرحله ۴ در صورت تایید نشدن شرط ، استخراج بهترین جواب این

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

بلوک اجرا می شود.



شکل (۲)فلو چارت الگوریتم ترکیبی ازدحام ذرات مبتنی برضرایب شتاب سینوس و کسینوس(H-PSO-SCAC)

۴- شبیه سازی و نتایج

در این قسمت، بهره‌گیری نرم افزار MATLAB، یک برنامه کامپیوتری جهت حل مسئله بخش بار اقتصادی تهیه شده است که در آن مدل‌های صاف و ناصاف تابع هزینه و نیز محدویت‌های تولید نیروگاه‌ها وتلفات شبکه انتقال لحاظ شده‌اند. در شبیه‌سازی‌های بعمل آمده تابع هزینه به صورت ناصاف و با در نظر گرفتن تلفات و مناطق ممنوعه توان تولیدی در نظر گرفته شده است. به منظور اعتبار سنجی روش پیشنهادی را روی شبکه های ۱۵و۴۰ واحده در محیط متلب با کامپیوتر پنتیوم ۴ با رم۴ انجام گرفته است.

۴-۱- پخش بار اقتصادی با تابع هزینه ناصاف و در نظر گرفتن تلفات انتقال و مناطق ممنوعه(poz) و با و بدون محدویت رمپ روی شبکه ۱۵ ژنراتوری

سیستم مورد مطالعه دارای ۱۵ ژنراتور حرارتی با بار تقاضا شده ۲۶۳۰ مگاوات می‌باشد که تلفات انتقال، با محدویت و بدون محدویت رمپ، poz (مناطق ممنوعه) باعث می‌شود، این یک مسئله عملی و واقع بینانه باشد. درجدول (۱) ضرایب تابع هزینه واحدهای تولیدی سیستم قدرت با ۱۵ واحد تولیدی و بار تقاضا شده ۲۶۳۰ مگاوات بدون و با محدویت رمپ‌ها را نشان می‌دهد.

نتایج پخش بار اقتصادی شامل سهم تولید هر ژنراتور و کل هزینه تولیدی و روند همگرایی و بهینه‌سازی کل هزینه تولید در ۴۰۰ تکرار در برای بدون محدویت رمپ‌ها در شکل (۳) نشان می دهد. هزینه سوخت بهینه بدست آورده با محدویت رمپ‌ها و بدون محدویت‌ها و همچنین نتایج پخش بار و سهم هر ژنراتورکل هزینه تولیدی و تلفات انتقال در جداول (۲)و(۳) نشان داده است.

پارامترهای مورد نیاز الگوریتم H_PSO_SCAC درجدول (۴) ارائه شده است.

جدول(۱)- ضرایب تابع هزینه درجه دوم واحدهای تولیدی در سیستم قدرت با ۱۵ ژنراتور با و بدون حد رمپ‌ها [۴]

Unit	a_i	b_i	c_i	P_{imin}	P_{imax}	POZ
۱	۶۷۱	۱۰/۱	۰/۰۰۰۲۹۹	۱۵۰	۴۵۵	-
۲	۵۷۴	۱۰/۲	۰/۰۰۰۱۸۳	۱۵۰	۴۵۵	[۱۸۵,۲۲۵],[۲۰۵,۲۳۵],[۴۲۰,۴۵۰]
۳	۳۷۴	۸/۸	۰/۰۰۱۱۲۶	۲۰	۱۳۰	–
۴	۳۷۴	۸/۸	۰/۰۰۱۱۲۶	۲۰	۱۳۰	–
۵	۴۶۱	۱۰/۴	۰/۰۰۰۲۰۵	۱۵۰	۴۷۰	[۱۸۰,۲۰۰],[۲۰۵,۲۳۵],[۴۲۹,۴۲۰]
۶	۶۳۰	۱۰/۱	۰/۰۰۰۳۰۱	۱۳۵	۴۷۰	[۲۳۰,۲۲۵],[۳۶۵,۲۹۵],[۴۲۰,۴۵۵]
۷	۵۴۸	۹/۸	۰/۰۰۰۳۶۴	۱۳۵	۴۶۵	–
۸	۲۲۷	۱۱/۲	۰/۰۰۰۳۳۸	۶۰	۳۰۰	–
۹	۱۷۳	۱۱/۲	۰/۰۰۰۰۸۰	۲۵	۱۶۲	–
۱۰	۱۷۵	۱۰/۷	۰/۰۰۱۲۰۳	۲۵	۱۶۰	–
۱۱	۱۸۶	۱۰/۲	۰/۰۰۳۵۸۶	۲۰	۸۰	–
۱۲	۲۳۰	۹/۹	۰/۰۰۵۵۱۳	۲۰	۸۰	[۳۰,۴۰],[۵۵,۶۵]
۱۳	۲۲۵	۳/۳۱	۰/۰۰۰۳۷۱	۲۵	۸۵	–
۱۴	۳۰۹	۱۲/۱	۰/۰۰۱۹۲۹	۱۵	۵۵	–
۱۵	۳۲۳	۱۲/۴	۰/۰۰۴۴۴۷	۱۵	۵۵	–

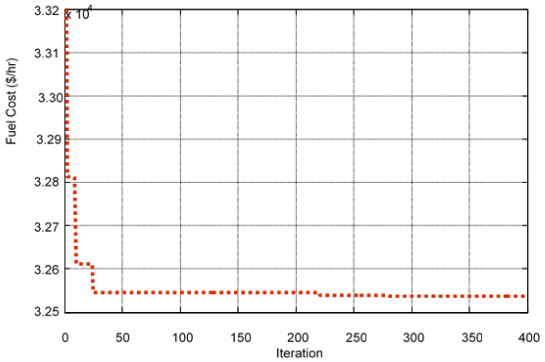
جدول(۲)- نتایج پخش بار اقتصادی (H-PSO-SCAC) در سیستم قدرت ۱۵ ژنراتوری با توابع درجه دوم بدون حد رمپ‌ها

Unit	P(MW)	Unit	P(MW)
۱	۴۵۵	۹	۵۵
۲	۴۵۵	۱۰	۵۵
۳	۴۰	۱۱	۶۰
۴	۴۰	۱۲	۴۰
۵	۴۴۵	۱۳	۷۸
۶	۴۲۰	۱۴	۷۵
۷	۴۳۵	۱۵	۷۵
۸	۴۸۰		
Total cost [$/h]		۳۲۵۱۳/۷۸۰۶	
Transmission loss(MW)		۲۷/۲۳۱	

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

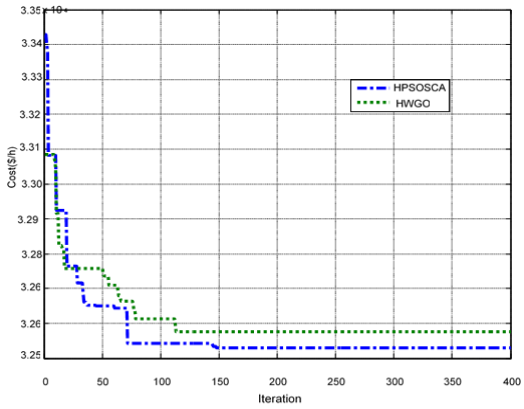
جدول (۳)- نتایج پخش بار اقتصادی (H-PSO-SCAC) در سیستم قدرت ۱۵ ژنراتوری با توابع درجه دوم با حد رمپ‌ها

Unit	P(MW)	Unit	P(MW)
۱	۴۵۵	۹	۲۵
۲	۴۵۵	۱۰	۲۵
۳	۲۰	۱۱	۲۰
۴	۲۰	۱۲	۸۰
۵	۴۷۰	۱۳	۸۵
۶	۴۶۰	۱۴	۱۵
۷	۴۶۵	۱۵	۱۵
۸	۶۰		
Total cost [$/h]		۳۲۵۳۶/۶	
Transmission loss(MW)		۲۸/۵۴	

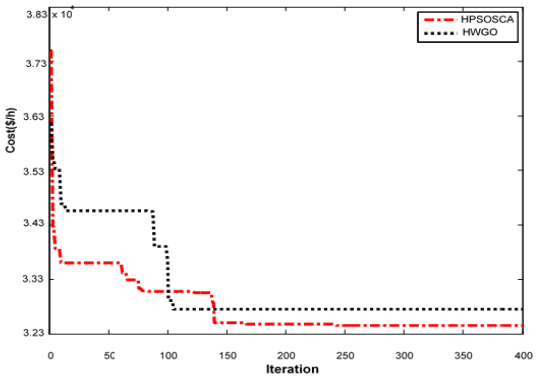


شکل(۳)روند همگرایی کل تابع هزینه H_PSO_SCAC در سیستم قدرت با ۱۵ ژنراتوری بدون حد رمپ

شکل(۴)و(۵) همگرایی مقایسه‌ی رابرایH-PSO-SCACوHGWO برای آزمایش‌ها (بدون و با محدودیت رمپ‌ها) دیده می‌شود. H-PSO-SCAC بهترازHGWO عمل می‌کند و از لحاظ نرخ همگرایی و بدست آمده مقدار نهایی پایین‌تر هزینه تولید در این آزمایش حد تولید حداقل و حداکثر با محدودیت تولید موثر Pj و Pj توسط جدول (۱) جایگزین می‌شود.



شکل(۴)- مقایسه روش پیشنهادی H_PSO_SCAC با HWGO در مینیمم سازی هزینه شبکه ۱۵ ماشینه بدون حد رمپ‌ها



شکل(۵)- مقایسه روش پیشنهادی H_PSO_SCAC با HWGO در مینیمم سازی هزینه شبکه ۱۵ ماشینه بدون حد رمپ‌ها

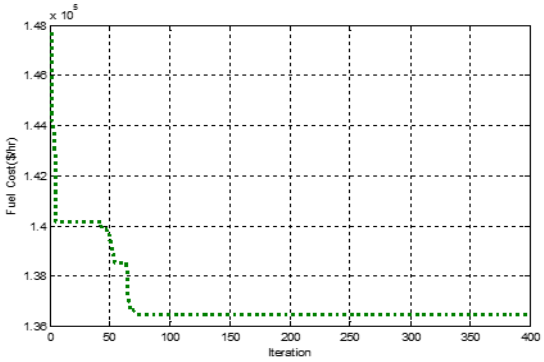
و همچنین در شکل(۱۰)و(۱۱) نتایج آماری در هر دو حالت هزینه سوخت بهینه و هزینه متوسط سوخت الگوریتم H-PSO-SCAC و دیگر الگوریتم‌ها می‌باشد. که بهترین میانگین بدست آمده توسط الگوریتم مورد مطالعه از همه روش‌ها کمتر می باشد.

۲-۴- پخش بار اقتصادی با تابع هزینه ناصاف با و بدون در نظرگرفتن تلفات و مناطق‌ممنوعه(poz) و اثر شیر بخار روی شبکه ژنراتوری

سیستم مورد مطالعه دوم دارای ۴۰ ژنراتور حرارتی با بار تقاضا شده ۱۰۵۰۰ مگاوات می‌باشد. با اثر نقطه شیر بخار و با و بدون تلفات انتقال و مناطق ممنوعه(poz)را در این مدل در نظر گرفته ایم. در جدول ضرایب تابع هزینه واحدهای را نشان می‌دهد. ماتریس B برای محاسبه تلفات این سیستم همانند جدول(۵) می‌باشد.

با اجرای برنامه کامپیوتری، نتایج پخش بار اقتصادی شامل سهم تولید هر ژنراتور و کل هزینه تولیدی در جداول (۶) و(۷) نشان می دهد. و روند همگرایی و بهینه‌سازی کل هزینه تولید در۴۰۰ تکرار برای هر دو حالت با و بدون تلفات در شکل‌های (۶) و(۷) قابل مشاهده است.

مقایسه نتایج آماری در شکل(۱۲)و(۱۳) با بهترین هزینه سوخت و متوسط هزینه در روش مورد اشاره H-PSO-SCAC و دیگر الگوریتم‌های اخیرا گزارش شده را نشان می‌دهد.



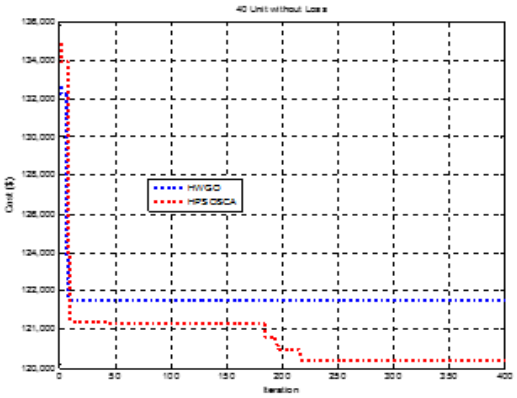
شکل(۶) - روند همگرایی کل تابع هزینه H-pso-scac در سیستم قدرت با ۴۰ واحد ژنراتور با توابع درجه دوم با ذر نظر گرفتن تلفات

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

شکل(۴)و(۵) همگرایی مقایسه‌ی رابرایH-PSO-SCACوHGWO برای آزمایش‌ها (بدون و با محدودیت رمپ‌ها) دیده می‌شود. H-PSO-SCAC بهترازHGWO عمل می‌کند و از لحاظ نرخ همگرایی و بدست آمده مقدار نهایی پایین‌تر هزینه تولید در این آزمایش حد تولید حداقل و حداکثر با محدودیت تولید موثر Pj و Pj توسط جدول (۱) جایگزین می‌شود.

جدول(۴) پارامترهای الگوریتمH-PSO-SCAC

c	Nvar	NPop	ρ	δ	Max it
۲	۱۳	۵۰	۰/۸	۰/۸	۳۰۰



شکل(۷)- روند همگرایی کل تابع هزینه H-pso-scac در سیستم قدرت با ۴۰ واحد ژنراتور با توابع درجه دوم و بدون در نظر گرفتن تلفات

جدول(۵) ضرایب تابع هزینه درجه دوم واحدهای تولیدی در سیستم قدرت با ۴۰ ژنراتور با تلفات و بدون تلفات [۴]

Unit	a_i	b_i	c_i	Unit	a_i	b_i	c_i
۱	۹۴/۷۰۵	۷۳/۶	۰/۰۰۶۹	۲۱	۷۸۵/۹۶	۶/۶۳	۰/۰۰۲۹۸
۲	۹۴/۷۰۵	۷۳/۶	۰/۰۰۶۹	۲۲	۷۸۶/۹۶	۶/۶۳	۰/۰۰۲۹۸
۳	۵۴/۳۰۹	۷/۰۷	۰/۰۲۰۲۸	۲۳	۷۹۴/۵۳	۶/۶۶	۰/۰۰۲۸۴
۴	۳۰/۳۶۷	۵۴/۱۸	۰/۰۰۹۴۲	۲۴	۷۹۴/۵۳	۶/۶۶	۰/۰۰۲۸۴
۵	۸۹/۱۴۸	۵/۳۵	۰/۰۱۱۴	۲۵	۸۰۱/۳۲	۷/۰۱	۰/۰۰۲۷۷
۶	۳۳/۲۲۲	۸/۰۵	۰/۰۱۱۴۲	۲۶	۸۰۱/۳۲	۷/۰۱	۰/۰۰۲۷۷
۷	۷۱/۲۸۷	۸/۰۳	۰/۰۰۳۵۷	۲۷	۱۰۵۵/۱	۳/۳۳	۰/۵۲۱۲۴
۸	۹۸/۳۹۱	۶/۹۹	۰/۰۰۴۹۲	۲۸	۱۰۵۵/۱	۳/۳۳	۰/۵۲۱۲۴
۹	۷۶/۴۵۵	۶/۰۶	۰/۰۰۵۷۳	۲۹	۱۰۵۵/۱	۳/۳۳	۰/۵۲۱۲۴
۱۰	۸۲/۷۲۲	۱۲/۹	۰/۰۰۶۰۵	۳۰	۱۴۸/۸۹	۵/۳۵	۰/۰۱۱۴
۱۱	۶۳۵/۲	۱۲/۹	۰/۰۰۵۱۵	۳۱	۲۲۲/۹۲	۳۶/۶	۰/۰۰۱۶
۱۲	۶۵۴/۶۹	۱۲/۸	۰/۰۰۵۶۹	۳۲	۲۲۲/۹۲	۶/۴۳	۰/۰۰۱۶
۱۳	۹۱۳/۴	۱۲/۵	۰/۰۰۴۲۱	۳۳	۲۲۲/۹۲	۶/۴۳	۰/۰۰۱۶
۱۴	۱۷۶۰/۴	۸/۸۴	۰/۰۰۷۵۲	۳۴	۱۰۸/۸۷	۸/۹۵	۰/۰۰۰۱
۱۵	۱۷۲۸/۳	۹/۱۵	۰/۰۰۷۰۸	۳۵	۱۱۶/۵۸	۸/۶۲	۰/۰۰۰۱
۱۶	۱۷۲۸/۳	۹/۱۵	۰/۰۰۷۰۸	۳۶	۱۱۶/۵۸	۸/۶۲	۰/۰۰۰۱
۱۷	۶۴۷/۸۵	۷/۹۷	۰/۰۰۳۱۳	۳۷	۳۰۷/۴۵	۵/۸۸	۰/۰۱۶۱
۱۸	۶۴۹/۶۹	۷/۹۵	۰/۰۰۳۱۳	۳۸	۳۰۷/۴۵	۵/۸۸	۰/۰۱۶۱
۱۹	۶۴۷/۸۳	۷/۹۷	۰/۰۰۳۱۳	۳۹	۳۰۷/۴۵	۵/۸۸	۰/۰۱۶۱
۲۰	۶۴۷/۸۱	۷/۹۷	۰/۰۰۳۱۳	۴۰	۶۴۷/۸۳	۷/۹۷	۰/۰۰۳۱۳

شکل(۸)و(۹)- همگرایی مقایسه‌ی رابرایH-PSO-SCAC وHGWO برای آزمایش‌ها (بدون و با تلفات انتقال) دیده می‌شود. H-PSO-SCAC بهترازHGWO عمل می‌کند و از لحاظ نرخ همگرایی و بدست آمده مقدار نهایی پایین‌تر هزینه تولید دارد.

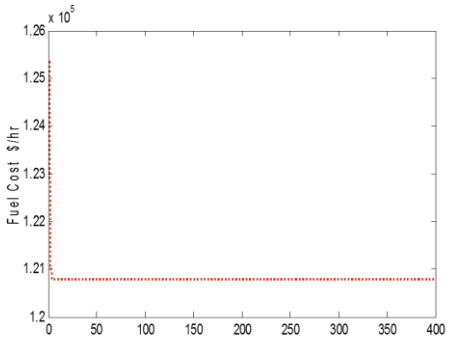
جدول(۶)-نتایج پخش بار اقتصادی (H-pso-scac) در سیستم قدرت ۴۰ ژنراتوری با توابع درجه دوم با درنظرگرفتن تلفات

Unit	P(MW)	Pmin	poz	Pmax	Generation
۱	۱۱۴	۳۶		۱۱۴	۱۰۹/۲۳۱
۲	۱۱۴	۳۶		۱۱۴	۱۰۹/۱۲۵
۳	۱۲۰	۶۰		۱۲۰	۹۶/۵۲۶
۴	۱۹۰	۸۰		۱۹۰	۱۷۷/۲۵۴
۵	۹۷	۴۷		۹۷	۸۴/۷۲۵
۶	۱۴۰	۶۸		۱۴۰	۱۴۰/۱۲۳
۷	۳۰۰	۱۱۰		۳۰۰	۲۵۸/۹۳۶
۸	۳۰۰	۱۳۵		۳۰۰	۲۸۱/۳۳۱
۹	۳۰۰	۱۳۵		۳۰۰	۲۸۳/۶۵۴
۱۰	۳۰۰	۱۳۰	[۱۳۰،۱۵۰]،[۲۰۰،۲۳۰]،[۲۷۰،۲۹۰]	۳۰۰	۱۳۰/۱۲۳
۱۱	۳۷۵	۹۴	[۱۰۰،۱۴۰]،[۲۳۰،۲۸۰]،[۳۰۰،۳۵۰]	۳۷۵	۹۴/۱۰۳
۱۲	۹۴	۹۴	[۱۰۰،۱۴۰]،[۲۳۰،۲۸۰]،[۳۰۰،۳۵۰]	۳۷۵	۹۳/۱۲۵
۱۳	۱۲۵	۱۲۵	[۱۵۰،۲۰۰]،[۲۵۰،۳۰۰]،[۴۰۰،۴۵۰]	۵۰۰	۲۱۴/۸۷۲
۱۴	۵۰۰	۱۲۵	[۲۰۰،۲۵۰]،[۳۰۰،۳۵۰]،[۴۰۰،۴۹۰]	۵۰۰	۳۹۳/۲۴۵
۱۵	۵۰۰	۱۲۵		۵۰۰	۳۹۳/۵۴۶
۱۶	۵۰۰	۱۲۵		۵۰۰	۳۹۳/۸۹۶
۱۷	۵۰۰	۲۲۰		۵۰۰	۴۸۹/۱۲۵
۱۸	۵۰۰	۲۲۰		۵۰۰	۴۸۸/۹۵۴
۱۹	۵۵۰	۲۴۲		۵۵۰	۵۱۰/۵۴۲
۲۰	۵۵۰	۲۴۲		۵۵۰	۵۱۰/۲۴۰
۲۱	۵۵۰	۲۵۴		۵۵۰	۵۲۲/۹۷۱
۲۲	۵۵۰	۲۵۴		۵۵۰	۵۲۰/۹۸۷
۲۳	۵۵۰	۲۵۴		۵۵۰	۵۱۹/۲۵۱
۲۴	۵۵۰	۲۵۴		۵۵۰	۵۱۷/۵۶۸
۲۵	۵۵۰	۲۵۴		۵۵۰	۵۱۹/۲۰۱
۲۶	۵۵۰	۲۵۴		۵۵۰	۵۲۱/۵۲۱
۲۷	۱۰	۱۰		۱۵۰	۱۰/۰۲۱
۲۸	۱۰	۱۰		۱۵۰	۹/۹۸۲
۲۹	۱۰	۱۰		۱۵۰	۹/۹۹۱
۳۰	۹۷	۴۷		۹۷	۸۷/۱۰۱
۳۱	۱۹۰	۶۰		۱۹۰	۱۸۹/۲۱۴
۳۲	۱۹۰	۶۰		۱۹۰	۱۹۰/۰۰۰
۳۳	۱۹۰	۶۰		۱۹۰	۱۶۴/۰۰۱
۳۴	۲۰۰	۹۰		۲۰۰	۱۹۴/۳۹۵
۳۵	۲۰۰	۹۰		۲۰۰	۱۹۹/۲۰۱
۳۶	۲۰۰	۹۰		۲۰۰	۱۰۹/۹۹۸
۳۷	۸۶/۷۰	۲۵		۱۱۰	۱۰۹/۵۴۰
۳۸	۱۱۰	۲۵		۱۱۰	۱۱۰/۰۱۱
۳۹	۱۱۰	۲۵		۱۱۰	۱۰۹/۱۱۰
۴۰	۵۵۰	۲۴۲		۵۵۰	۵۱۰/۲۱۳

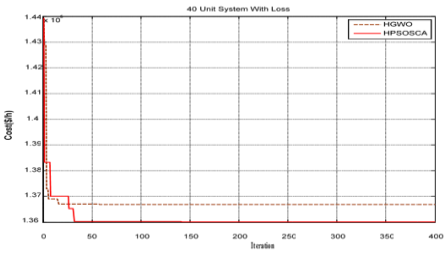
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

جدول(۷)-نتایج پخش بار اقتصادی (H-pso-scac) در سیستم قدرت ۴۰ ژنراتوری با توابع درجه دوم با درنظرگرفتن تلفات

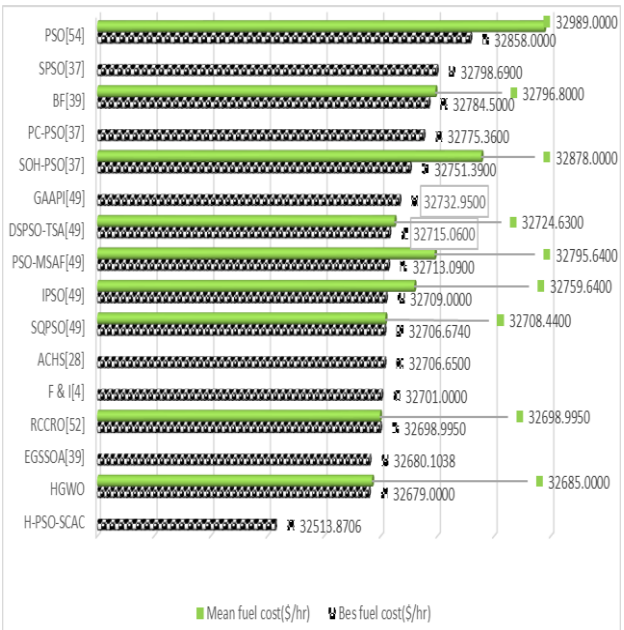
Unit	P(MW)	Unit	P(MW)	Pmin	Pmax
۱	۱۱۴	۴۱	۸۹	۳۶	۱۱۴
۲	۱۱۴	۴۲	۸۹	۳۶	۱۱۴
۳	۱۲۰	۴۳	۱۱۰	۶۰	۱۲۰
۴	۱۹۰	۴۴	۱۸۰	۸۰	۱۹۰
۵	۹۷	۴۵	۹۷	۴۷	۹۷
۶	۱۴۰	۴۶	۱۴۰	۶۸	۱۴۰
۷	۳۰۰	۴۷	۳۰۰	۱۱۰	۳۰۰
۸	۳۰۰	۴۸	۳۰۰	۱۳۵	۳۰۰
۹	۳۰۰	۴۹	۳۰۰	۱۳۵	۳۰۰
۱۰	۳۰۰	۵۰	۳۰۰	۱۳۰	۳۰۰
۱۱	۳۷۵	۵۱	۳۷۵	۹۴	۳۷۵
۱۲	۹۴	۵۲	۱۹۴	۹۴	۳۷۵
۱۳	۱۲۵	۵۳	۳۲۵	۱۲۵	۵۰۰
۱۴	۵۰۰	۵۴	۵۰۰	۱۲۵	۵۰۰
۱۵	۵۰۰	۵۵	۵۰۰	۱۲۵	۵۰۰
۱۶	۵۰۰	۵۶	۵۰۰	۱۲۵	۵۰۰
۱۷	۵۰۰	۵۷	۵۰۰	۲۲۰	۵۰۰
۱۸	۵۰۰	۵۸	۵۰۰	۲۲۰	۵۰۰
۱۹	۵۵۰	۵۹	۵۵۰	۲۴۲	۵۵۰
۲۰	۵۵۰	۶۰	۵۵۰	۲۴۲	۵۵۰
۲۱	۵۵۰	۶۱	۵۵۰	۲۵۴	۵۵۰
۲۲	۵۵۰	۶۲	۵۵۰	۲۵۴	۵۵۰
۲۳	۵۵۰	۶۳	۵۵۰	۲۵۴	۵۵۰
۲۴	۵۵۰	۶۴	۵۵۰	۲۵۴	۵۵۰
۲۵	۵۵۰	۶۵	۵۵۰	۲۵۴	۵۵۰
۲۶	۵۵۰	۶۶	۵۵۰	۲۵۴	۵۵۰
۲۷	۱۰	۶۷	۱۰۰	۱۰	۱۵۰
۲۸	۱۰	۶۸	۱۰۰	۱۰	۱۵۰
۲۹	۱۰	۶۹	۱۰۰	۱۰	۱۵۰
۳۰	۹۷	۷۰	۹۷	۴۷	۹۷
۳۱	۱۹۰	۷۱	۱۰۰	۶۰	۱۹۰
۳۲	۱۹۰	۷۲	۱۰۰	۶۰	۱۹۰
۳۳	۱۹۰	۷۳	۱۰۰	۶۰	۱۹۰
۳۴	۲۰۰	۷۴	۲۰۰	۹۰	۲۰۰
۳۵	۲۰۰	۷۵	۲۰۰	۹۰	۲۰۰
۳۶	۲۰۰	۷۶	۲۰۰	۹۰	۲۰۰
۳۷	۸۶/۷۰	۷۷	۷۶/۵۶	۲۵	۱۱۰
۳۸	۱۱۰	۷۸	۱۱۰	۲۵	۱۱۰
۳۹	۱۱۰	۷۹	۱۱۰	۲۵	۱۱۰
۴۰	۵۵۰	۸۰	۵۵۰	۲۴۲	۵۵۰
Total Cost ($/hr)		۲۴۲۷۹۵			



شکل(۸) – مقایسه روش H-PSO-SCAC با HWGO در مینیمم سازی هزینه شبکه ۴۰ ژنراتوری بدون تلفات



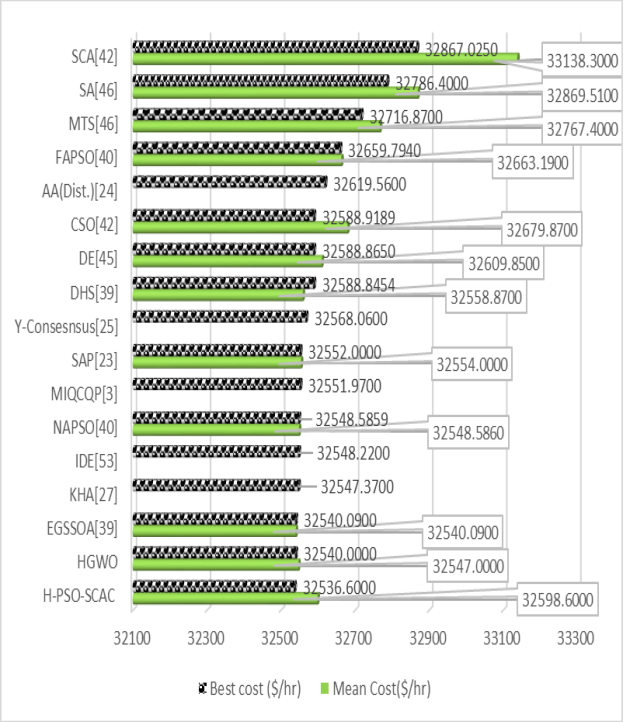
شکل(۹) – مقایسه روش H-PSO-SCAC با HWGO در مینیمم سازی هزینه شبکه ۴۰ ژنراتوری با در نظر گرفتن تلفات



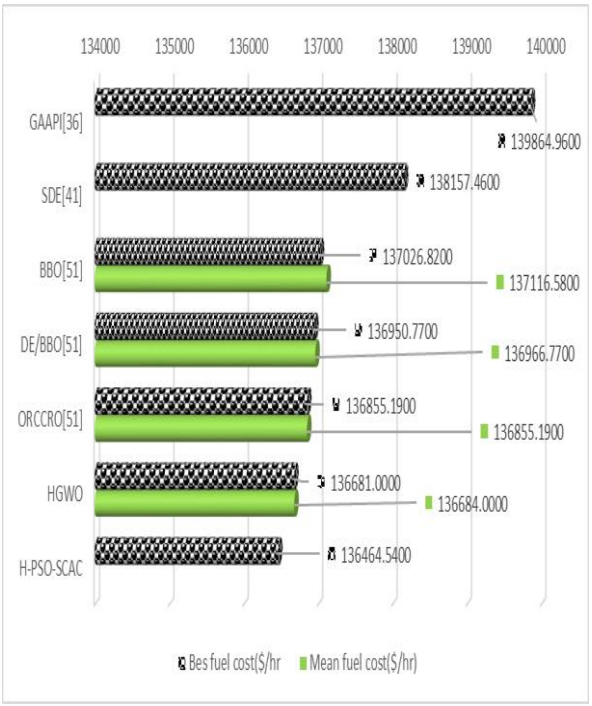
شکل(۱۰) نتایج مقایسه بهترین هزینه سوختH-PSO-SCAC با الگوریتم‌های مختلف در۱۵ ماشینه بدون حد رمپ‌ها

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019



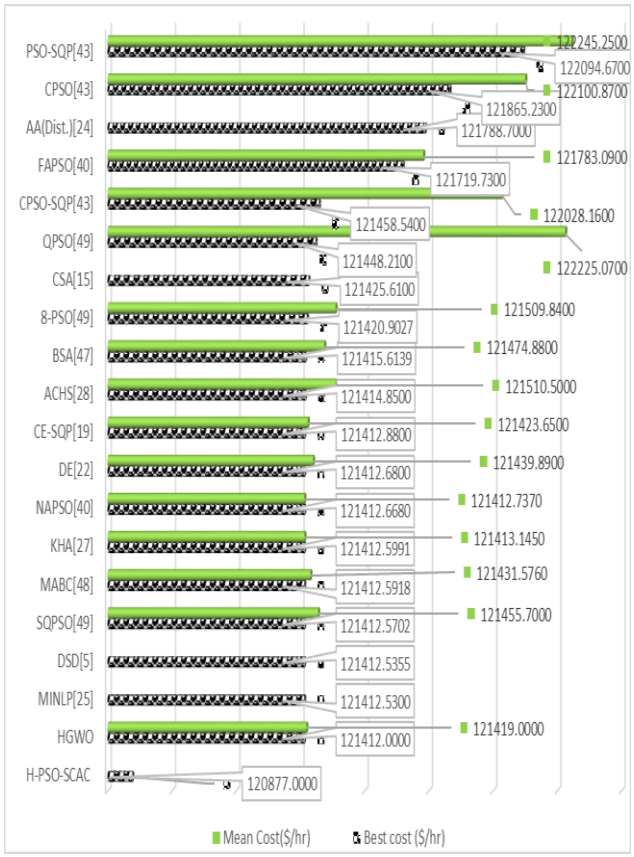
شکل(۱۱) نتایج مقایسه بهترین هزینه سوخت H-PSO-SCAC با الگوریتم‌های مختلف در۱۵ ماشینه با حد رمپ‌ها



شکل(۱۲) نتایج مقایسه بهترین هزینه سوخت H-PSO-SCACبا الگوریتم‌های مختلف در۴۰ ژنراتوری با تلفات

۵-نتیجه گیری

اقتصاد بهره برداری شامل تولید، انتقال و توزیع توان به دو بخش تقسیم می شود. یک بخش، در مورد حداقل نمودن هزینه تولید بحث می‌کند که پخش بار اقتصادی نام دارد بخش دیگر، در مورد حداقل نمودن تلفات توان تحویلی به مصرف کننده ها بحث می کند. برای هر شرایط بار پیش بینی شده، پخش بار اقتصادی توان خروجی هر نیروگاه و نیز هر واحد مولد در داخل یک نیروگاه را تعیین می کند؛ بطوریکه که هزینه کلی سوخت مورد نیاز برای تامین بار سیستم را حداقل نماید.



شکل(۱۳) – نتایج مقایسه بهترین هزینه سوخت H-PSO-SCAC با الگوریتم‌های مختلف در۴۰ ژنراتوری بدون تلفات

در اینجا فرض بر آن است که ظرفیت تولید قدرت شبکه، بیشتر از قدرت مورد تقاضای بارها می باشد و لذا امکان انتخاب قدرت تولیدی هر ژنراتور وجود دارد هر الگوریتم بهینه‌یابی، کارایی برای یافتن بیشینه عمومی باید دو تکنیک را به کار ببرد:

۱- جستجو برای ارزیابی نواحی جدید و ناشناخته در فضای جستجو.

۲- نتیجه‌گیری و بهره برداری از نکاتی که از نقاط قبلی جستجو برای کمک به یافتن نقاط جدید بهتر به دست آمده است. این دو شرط لازمه، متناقض یکدیگر هستند و یک الگوریتم جستجوی خوب باید یک حد خوب بین این دو را پیدا کند. در این تحقیق الگوریتم جدیدی با عنوان الگوریتم ترکیبی توده ذرات با ضرایب شتاب سینوس و کسینوسی برای حل مسئله پخش بار اقتصادی روی سیستم های کوچک و متوسط و بزرگ با توابع درجه دوم ناصاف و در نظر گرفتن تلفات انتقال قیود تعادل توان و قیود امنیتی ارائه شد. از نتایج شبیه سازی نتیجه می‌گیریم که نتایج الگوریتم پیشنهادی تقریبا از تمام

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

روش ها بهتر است که این برتری در تمام سیستم های متوسط و بزرگ دیده می‌شود.

مراجع

[1]-A. I. S. kumar, k. dhanvshkodi, j kumar and c. k. c. paul" ***particle swarm optimization solution to emission and economic dispatch problem''*** inproc. Conf. on convergent technologies for Asia- pacific region, Oct. 2003, vol. 1, PP.14: 435-439.

[2]-D. C. Secui***, A new modified artificial bee colony algorithm for the economic dispatch problem***, Energy Convers. Manage. 2015, 89:43–62.

[3]-V. Hosseinnezhad, M. Rafiee, M. Ahmadian, M. T. Ameli***, Species-based quantum particle swarm optimization for economic load dispatch***, Int. J. Electr. Power Energy Syst. 2014, 63:311–322.

[4]-T Jayabarathi, T Raghunatha Adarsh B.R, Nagaratnam Suganthan Ponnuthurai ***''Economic dispatch using hybrid grey wolf optimizer''***, Energy, 2016, 111:641-630

[5]- Ke Chen, Fengyu Zhou, Lei Yin, Shuqian Wang, Yugang Wang, Fang Wan, ***'' A Hybrid Particle Swarm Optimizer with Sine Cosine Acceleration Coefficients''***, Information Sciences. 2017, 13119:1-33.

[6]-I. Marouani, T. Guesmi, H. Hadi Abdallah and A. Ouali, ***" Application of NSGA-II Approach to Optimal Location of UPFC Devices in Electrical Power Systems"***. 2005, 56:76–85

[7]- Zakian P , Kaveh A, ***'' Economic dispatch of power systems using an adaptive charged system search algorithm''*** , Applied Soft Computing Journal , (2018) , 73 , 607–622

رزومه



مسعود هاتفی‌کیا در دزفول متولد شده است (۱۳۵۷). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد خمینی شهر اصفهان(۱۳۸۴)، کارشناسی‌ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول(۱۳۹۸) سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ENERGY، تلفات توان ، و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت است و در حال حاضر بعنوان رئیس اداره برق شهر سردشت دزفول در شرکت توزیع برق خوزستان مشغول می‌باشد.

زیرنویس‌ها

[1]Eberhart
[2]Kennedy
[3]practical swarm optimization
[4]Economic dispatch

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

Economic Dispatch of Power Systems using Hybrid Particle Swarm Algorithm based on Sin-Cos Accleration Coefficient

Masoud Hatefi Kia[1]

1- Senior Electrical Engineer, Khuzestan Power Distribution Company, Ahwaz, Iran, masoudhatefikey@yahoo.com

Abstract: Distribution economic burden in power system is one of the important and essential issues in power plant production planning. This thesis presents the economic burden for generating power plants with smooth and uneven functions and considering the constraints of the power plant (steam valve, forbidden areas, with and without transmission losses) in a multi-generator power system. The goal is to achieve the best production cost and minimize losses. For this purpose, a hybrid particle swarm algorithm based on sine and cosine acceleration coefficients is used to solve the problem. A comprehensive analysis of how to distribute the economic burden to optimize production costs and minimize losses is provided. The proposed method is implemented on a power system of 15and 40 IEEE standard generators. The constructs illustrate the accuracy and efficiency of the proposed method.

Keywords: Economical distribution, flat and non-equilibrium cost functions, restricted areas and vapor pressure effect program, Generation penalty coefficients, H-PSO-SCAC Algorithm

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.1.7]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]