پخش بار اقتصادی با استفاده از الگوریتم ازدحام ذرات مبتنی بر استراتژی یادگیری تطبیقی با در نظر گرفتن اثر شیر بخار

فرهاد حبیبی*[۱]

*۱- کارشناس برق و ابزاردقیق، شرکت مدیریت تولیدوبهره برداری سدونیروگاه کرخه برقابی، اندیمشک، ایران

farhad.habibi70@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۲۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۴

چکیده: یکی از مهم‌ترین مسائل در سیستم‌های قدرت مدرن، مسئله پخش بار اقتصادی است که یک مسئله بهینه‌سازی پیچیده با تعداد متغیرها و محدودیت‌های فراوان می‌باشد. با توجه به پیچیدگی و ماهیت غیرخطی بودن مسئله پخش بار اقتصادی، در این مطالعه از الگوریتم فرا-ابتکاری ازدحام ذرات مبتنی بر استراتژی یادگیری تطبیقی با در نظر گرفتن اثر موقعیت شیر بخار ژنراتورها استفاده‌شده است. در مسئله پخش بار اقتصادی، متغیرها میزان توان تولیدی ژنراتورها است. هدف اصلی این روش، تنظیم بهینه متغیرهای ذکرشده آن‌هم با برنامه‌ریزی واحدهای تولید انرژی الکتریکی است، طوری که هزینه‌های اقتصادی این واحدها حداقل شود. جهت ارزیابی عملکرد روش پیشنهادی از دو سیستم تست 30-bus و 69-bus استاندارد IEEE استفاده‌شده و شبیه‌سازی با استفاده از نرم‌افزار متلب صورت گرفته است. نتایج به‌دست‌آمده نشان داده که روش پیشنهادی از عملکرد بسیار خوبی برخوردار است.

واژه های کلیدی: پخش بار اقتصادی دینامیکی، اثر شیر بخار، بهینه‌سازی ازدحام ذرات، استراتژی یادگیری تطبیقی

۱- مقدمه

همواره بهره‌برداران به دنبال این هستند که با حداقل هزینه بتوانند قیود فنی در سیستم‌های قدرت را رعایت نمایند و ازاین‌رو بحث پخش بار اقتصادی[۱] در دنیای امروز، مهم‌ترین هدف در مراکز تولید (نیروگاه-ها) قرارگرفته است. ازنقطه‌نظر بهره‌برداری، تابع هدف، حداقل نمودن هزینه سوخت با در نظر گرفتن قیودی مثل محدودیت واحدهای تولیدی، نواحی ممنوعه، تأثیر شیر بخار و تلفات انتقال است. علیرغم پیشرفت فناوری درزمینه تولید انرژی الکتریکی با استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر و پاک نظیر نیروگاه خورشیدی و نیروگاه بادی، بخش زیاد توان مصرفی توسط نیروگاه‌های حرارتی تأمین و تولید می‌شود که از سوخت‌های فسیلی استفاده می‌نمایند [۲ و ۱]. با کنترل هوشمندانه و برنامه‌ریزی مناسب این واحدهای تولیدی می‌توان میزان هزینه‌ها را به‌طور قابل‌توجهی کاهش داد. این مبحث به بحث پخش بار اقتصادی معروف است. هدف از حل مسئله پخش بار اقتصادی، برنامه‌ریزی توان تولیدی ژنراتورها در بازه زمانی مشخص است؛ به‌طوری‌که در هر افق زمانی مشخص، بار مصرفی موردتقاضا تأمین و درعین‌حال قیود بهره-برداری سیستم قدرت نیز رعایت شوند [۳-۵].

به‌منظور واردکردن اثر شیر بخار به معادلات پخش بار اقتصادی، یک جمله غیرخطی به تابع هدف اضافه می‌شود که باعث افزایش پیچیدگی و سخت‌تر شدن مسئله می‌گردد و تابع هزینه واحدهای تولیدی مشخصه نامسطحی پیدا خواهد کرد؛ بنابراین روش‌های کلاسیک (که از مشتق تابع هدف جهت حل مسئله استفاده می‌کنند)، قادر به حل این مسئله نخواهند بود [۶]. بنابراین بایستی از الگوریتم‌هایی استفاده نمود که از قدرت جستجوی سراسری (اکتشاف همسایگی نقطه بهینه)

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

و قدرت جستجوی محلی (قدرت استخراج جواب بهینه از همسایگی کشف‌شده) برخوردار باشند. به همین منظور در این مقاله از الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی[۲] (ALPSO) استفاده‌شده است. در این روش هر ذره نشان‌دهنده مقدار توان تولیدی ژنراتورها است.

در سال‌های اخیر مطالعات فراوانی در رابطه با پخش بار اقتصادی در سیستم‌های قدرت انجام‌شده است. در ادامه، مروری به برخی کارهای انجام‌شده، صورت گرفته است. در مرجع [۷] از الگوریتم خفاش آشوبناک جهت حل مسئله پخش بار اقتصادی با در نظر گرفتن اثر شیر بخار استفاده‌شده است و از پنج سیستم قدرت مختلف شامل شش، ۱۳، ۲۰، ۴۰ و ۱۶۰ ژنراتور استفاده شده است. به‌منظور ارزیابی عملکرد روش ارائه شده، این مرجع با روش مرجع [۸] (الگوریتم جستجوی ممنوعه) و روش مرجع [۹] (الگوریتم ژنتیک باینری) مقایسه شده است. وجود مناطق عملیاتی ممنوعه باعث پیچیده‌تر شدن مسئله بهینه‌سازی شده است.

در مرجع [۱۰] از الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی افزایشی[۳] (IABC) و الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی افزایشی با جستجوی محلی[۴] (IABC-LS) به‌منظور پخش بار اقتصادی با در نظر گرفتن اثر شیر بخار استفاده‌شده است. سیستم تست در این مطالعه، چهار سیستم قدرت مختلف شامل سه، پنج، شش و ۴۰ ژنراتور است. از نتایج به‌دست‌آمده پیداست الگوریتم IABC-LS عملکرد بهتری نسبت به الگوریتم IABC دارد. عملکرد این مرجع با سایر الگوریتم‌ها مانند الگوریتم ژنتیک [۱۱]، الگوریتم تکامل تفاضلی [۱۲] و الگوریتم جستجوی هارمونی [۱۳] مقایسه شده است. از نتایج مشاهده می‌گردد که بهترین عملکرد مربوط به الگوریتم IABC-LS و بدترین عملکرد مربوط به الگوریتم ژنتیک است. در مرجع [۱۴]، مسئله پخش بار اقتصادی دینامیکی سیستم قدرت شامل واحدهای حرارتی و مزارع بادی و با در نظر گرفتن هزینه آلودگی بررسی شده است. به‌منظور حل مسئله بهینه‌سازی موردنظر از یک روش ابتکاری به اسم الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات تکاملی اصلاح شده استفاده‌شده است. همچنین، به‌منظور بهبود عملکرد الگوریتم موردنظر، اصلاحاتی ازجمله استفاده از یک ضریب اینرسی که به‌طور خطی در طول اجرا کاهش می‌یابد بر روی آن اعمال‌شده است. درنهایت، برتری روش ارائه‌شده بر روی سه سیستم تست IEEE (دو سیستم بدون مشارکت مزارع بادی و یک سیستم شامل دو مزرعه بادی) نشان داده‌شده است. در مرجع [۱۵] از الگوریتم بهینه‌سازی ردیابی برگشتی[۵] جهت انجام پخش بار اقتصادی با در نظر گرفتن اثر شیر بخار استفاده‌شده است. تنها مزیت روش ردیابی برگشتی (پسگرد) در این است که می‌توان حالت‌هایی را بدون آنکه صریحاً بررسی شوند، با در نظر گرفتن ویژگی‌های مسئله، کنار گذاشت. جهت ارزیابی روش پیشنهادی از سه سیستم استاندارد IEEE دارای شش، ۱۰ و ۱۴ ژنراتور استفاده‌شده است.

۲- فرمول‌بندی مسئله پخش بار اقتصادی

پخش بار اقتصادی، برنامه‌ریزی مناسب واحدهای تولیدی است که محدودیت‌های غیرخطی سیستم قدرت و واحدهای تولیدی را در نظر می گیرد. پخش بار اقتصادی، مسئله بهینه‌سازی غیرخطی و چالش‌برانگیز است که برای حل آن، با توجه به پیچیدگی مسئله، نمی‌توان از الگوریتم کلاسیک مبتنی بر اطلاعات گرادیانی استفاده نمود؛ زیرا تابع هدف این مسائل مشتق‌پذیر نیست.

۲-۱- تابع هدف

تعریف مناسب تابع هدف[۶]، اهمیت بالایی در حل یک مسئله دارد. درروش پیشنهادی، تابع هدف عبارت است از هزینه سوخت با در نظر گرفتن اثر شیر بخار. هزینه سوخت مربوط به هزینه‌ای است که در نیروگاه‌ها جهت چرخش ژنراتورها و تولید انرژی پرداخت می‌گردد. این هزینه را می‌توان با استفاده از یک تابع مربعی درجه دوم مدل کرد [۱۵]:

$$f = \sum_{i=1}^{NG}\left(a_i + b_i P_{G_i} + c_i P_{G_i}^2\right) \ \$/\text{hr} \qquad (۱)$$

در این رابطه، ضرایب a_i، b_i و c_i نشان‌دهنده ضرایب تولید در ژنراتور iام می‌باشند. مقدار این شاخص بر اساس دلار بر ساعت محاسبه می‌شود. جهت در نظر گرفتن اثر شیر بخار، از یک جمله سینوسی استفاده می‌شود که در معادله (۲) نشان داده‌شده است [۱۵]:

$$f = \sum_{i=1}^{NG}\left(a_i + b_i P_{G_i} + c_i P_{G_i}^2\right) + \left|\mathrm{e_j}\sin\left(f_j\left(P_j^{\min} - P_j\right)\right)\right| \qquad (۲)$$

در روابط بالا، e_j و f_j نشان‌دهنده ثابت‌های مربوط به شیر بخار هستند.

بدیهی است برنامه‌ریزی مناسب واحدهای تولید می‌تواند منجر به صرفه‌جویی زیادی در هزینه گردد. درروش ارائه‌شده، الگوریتم ازدحام ذرات با الگوریتم یادگیری تطبیقی بایستی با در نظر گرفتن قیود مسئله، توان تولیدی ژنراتورها را طوری تعیین نماید تا تابع هدف حداقل گردد.

۲-۲- قیود مسئله

در حل پخش بار اقتصادی شرایط و قیودی وجود دارند که بایستی لحاظ شوند [۷]:

$$g\left(\mathrm{x},\mathrm{u}\right) = 0$$
$$h(x,u) \le 0 \qquad (۳)$$

در این رابطه، g نشان‌دهنده قیود مساوی مسئله و h نشان‌دهنده قیود نامساوی مسئله پخش بار اقتصادی می‌باشند. همچنین u نشان‌دهنده بردار متغیرهای مستقل یا کنترل مسئله و x نشان‌دهنده بردار متغیرهای وابسته یا حالت مسئله می‌باشند.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

۲-۲-۱- محدودیت نابرابری مقدار توان حقیقی تولید

ژنراتورها می‌توانند در محدود خاصی توان تولید کنند و توان تولیدی نباید از این محدوده فراتر رود یا کمتر شود .

$$P_{Gi}^{min} \le P_{Gi} \le P_{Gi}^{max} \quad \forall i = 1,2,\dots,N \qquad (۴)$$

حدود فوق، علاوه بر اینکه ناشی از محدودیت های فنی هر واحد می باشند، باعث می شوند تا واحد با هزینه کمتر، بیش از حداکثر توان مجاز خود و واحد با هزینه بیشتر، کمتر از حد مجاز خود تولید نداشته باشد.

۲-۲-۲- محدودیت برابری توازن تولید و مصرف

توان تولید شده بایستی برابر توان مصرفی و توان تلفاتی باشد.

$$\sum_{j=1}^{N_g} P_j = P_D + P_{loss} \qquad (۵)$$

در رابطه بالا، P_{loss} نشان دهنده تلفات سیستم است که از رابطه زیر بدست می‌آید [۷]:

$$P_{loss} = \sum_{j=1}^{N_g}\sum_{i=1}^{N_g} P_j B_{ji} P_i + \sum_{j=1}^{N_g} B_{0j} P_j + B_{00} \qquad (۶)$$

در رابطه (۶)، P_i و P_j نشان دهنده توان تزریقی در باس‌های i و j هستند. همچنین B نیز ضریب تلفات است.

۲-۲-۳- محدودیت نواحی ممنوعه

این محدودیت به دلیل اثر شیر بخار یا ارتعاشات شفت‌های ژنراتور می‌باشد [۱۷]. نیروگاه ها به دلایل فنی نمی توانند در برخی از نواحی مابین حداقل و حداکثر تولید خودشان، توان تولید کنند. این نواحی به عنوان زون های ممنوع نامیده می شوند. بدین ترتیب نواحی کار ممکن واحد تولید i ام به شکل زیر مشخص می شود:

$$P_j \in \begin{cases} P_j^{\min} \le P_j \le P_{j,1}^{l} \\ P_{j,k-1}^{u} \le P_j \le P_{j,k}^{l}, \\ P_{j,n_j}^{u} \le P_j \le P_j^{\max} \end{cases} \quad k=2,3,\dots,n_j,\ j=1,2,\dots,n \qquad (۷)$$

در رابطه (۷)، n_j نشان دهنده نواحی ممنوعه ژنراتور jام می‌باشد. همچنین P_{jk}^{l} و P_{jk}^{u} نشان دهنده حد بالا و پایین kامین ناحیه ممنوعه می‌باشد[۱۷].

۲-۲-۴- محدودیت نرخ تغییرات شیب

به دلایل فنی نیروگاه های حرارتی نمی توانند به صورت آنی توان خود را افزایش یا کاهش دهند و این افزایش یا کاهش با آهنگی همراه است. نرخ تغییرات شیب به دلیل محدودیت فیزیکی ژنراتور در انتخاب نقطه شروع و پایان نقطه تولید توان می‌باشد. این موضوع توسط معادلات (۸) و (۹) بیان شده است [۱۷]:

$$P_j - P_j^0 \le UR_j \qquad (۸)$$

$$P_j^0 - P_j \le DR_j \qquad (۹)$$

در روابط بالا، P_j^0 نشان دهنده توان تولیدی قبلی و UR_j و DR_j به ترتیب نشان دهنده شیب مجاز بالا و شیب مجاز پایین می‌باشند.

۲-۳-روش حل پخش بار اقتصادی با در نظر گرفتن تلفات و حل آن با روش ماتریس B

همانطور که قبلا ذکر شد (رابطه (۱))، برای جمع هزینه سوخت N ژنراتور داریم:

$$F_T = F_1(P_1) + F_2(P_2) + \cdots + F_N(P_N) = \sum_{i=1}^{N} F_i(P_i) \qquad (۱۰)$$

این مسئله در واقع یک مسئله بهینه سازی مقید است که می توان آن را با روش ضرایب لاگرانژ حل نمود:

$$\mathcal{L} = F_T + \lambda\phi \qquad (۱۱)$$

$$\phi = \mathrm{P_{load}} + \mathrm{P_{loss}} - \sum \mathrm{P_i} = 0 \qquad (۱۲)$$

برای مینیمم سازی تابع هدف، باید مشتق تابع لاگرانژ نسبت به متغیرهای مستقل صفر شود.

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial P_i} = \frac{\partial}{\partial P_i}\left\{\sum_{i=1}^{N} F_i(P_i) + \lambda(P_{load} + \mathrm{P_{loss}} - \sum_{1}^{N} P_i)\right\} = \frac{\partial f_i}{\partial P_i} - \lambda = 0 \ , \quad \forall i = 1,2,\dots,N \qquad (۱۳)$$

و یا:

$$\frac{\partial \mathcal{L}}{\partial P_i} = \frac{\partial F_i}{\partial P_i} + \lambda\left(\frac{\partial P_{loss}}{\partial P_i} - 1\right) = 0 \ , \quad \forall i = 1,2,\dots,N \qquad (۱۴)$$

با بازنویسی رابطه (۱۴) خواهیم داشت:

$$\frac{\frac{\partial f_i}{\partial P_i}}{1 - \frac{\partial P_{loss}}{\partial P_i}} = \lambda \ , \quad \forall i = 1,2,\dots,N \qquad (۱۵)$$

معادله فوق اغلب بصورت رابطه زیر نوشته می شود:

$$P_{fi}\frac{\partial f_i}{\partial P_i} = \lambda \qquad (۱۶)$$

که در آن P_{fi} ضریب جریمه نامیده می شود و بصورت زیر تعریف می گردد:

$$P_{fi} = \frac{1}{1 - \frac{\partial P_{loss}}{\partial P_i}} = \frac{1}{1 - 2\sum_{j=1}^{N} B_{ji}P_j - B_{0j}} \qquad (۱۷)$$

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

۳- الگوریتم بهینه‌سازی ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی

الگوریتم ازدحام ذرات یکی از پرکاربردترین الگوریتم‌های بهینه‌سازی است. این الگوریتم در عین داشتن عملکرد خوب، دارای معایبی مانند گیرکردن در دام مینیمم‌های محلی و سرعت همگرایی پایین است. به همین خاطر در سال‌های اخیر اصلاحاتی بر روی این الگوریتم اعمال‌شده است که الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی یکی از مؤثرترین نسخه‌های الگوریتم ازدحام ذرات است.

۳-۱- الگوریتم ازدحام ذرات

الگوریتم پرندگان برای نخستین بار در سال ۱۹۹۵ میلادی توسط جیمز کندی و راسل ابرهارت پیشنهاد شد و تاکنون پیشرفت‌های زیادی کرده است [۱۶]. این روش می‌تواند با محاسبات کمتری جواب‌هایی باکیفیت بهتر و در زمان کمتر ارائه دهد.

فرمول تغییر مناسب سرعت و مکان ذرات و تابع وزن دهی در الگوریتم پرندگان فرم ساده زیر را دارا هست:

$$v_i^{k+1} = w.v_i^k + c_1 rand_1(\dots).(pbest_i - x_i^k) + c_2.rand_2(\dots).(gbest - x_i^k) \quad (۱۸)$$

$$x_i^{k+1} = x_i^k + v_i^{K+1} \quad (۱۹)$$

$$w = w_{\max} \frac{(w_{\max} - w_{\min}) \times iter}{\max iter} \quad (۲۰)$$

هم‌زمان که تکرارها انجام می‌شوند و ذرات جابجایی پیدا می‌کنند بهترین جواب همگانی بهبود می‌یابد، می‌تواند تمام افراد تحت تأثیر بهترین پاسخ همگانی قرارگرفته و سرانجام به آن میل کنند و در این صورت پاسخ دیگر با تکرارهای روش بهبود نخواهند یافت. تعیین ضرایب بر روی سرعت همگرایی و توانایی افراد برای یافتن نقطه بهینه تأثیر خواهد داشت. افزایش ضرایب موجب افزایش سرعت همگرایی خواهد شد. ولی توانایی افراد را یافتن نقطه بهینه کاهش می‌دهد.

۳-۲- الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی

در الگوریتم ازدحام ذرات کلاسیک، تمامی ذرات از بهترین ذره موجود در جمعیت (P_g) به‌منظور به‌روزرسانی موقعیت و سرعت خود استفاده می‌نمایند. استفاده از بهترین ذره باعث بهبود قابلیت اکتشاف و افزایش سرعت همگرایی الگوریتم می‌گردد، اما در مواقعی که مسئله پیچیده باشد، این موضوع صادق نیست. با توجه به این موضوع و برطرف کردن این مشکل، نسخه اصلاح‌شده الگوریتم ازدحام ذرات بانام الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی معرفی‌شده است [۱۸]. در الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی، از پارامتر تلورانس* (T) جهت جلوگیری از به دام افتادن ذرات استفاده‌شده است. اگر مقدار شایستگی تمامی ذرات در یک تکرار معین بهبود نیابد، مقدار T یک واحد اضافه می‌گردد.

$$T=T+1 \quad (۲۱)$$

معادله تلورانس توسط معادله (۲۲) نشان داده‌شده است.

$$\mathrm{Prob}_{\mathrm{adjust}} = \frac{\exp(T)-1}{\exp(10)-1} \quad (۲۲)$$

مقدار $Prob_{adjust}$ پس از تکرار آپدیت می‌گردد.

مراحل افزایش T و تغییر جهت حرکت ذرات به‌صورت زیر است:

مرحله یک: مقدار T را برابر صفر قرار بده ($T = 0$).

مرحله دوم: اگر مقدار تابع شایستگی نسبت به تکرار قبل تغییر نکرد، مقدار T را یک واحد افزایش بده.

$$if \quad \sum_{i=1}^{n} f(P_i)^t - f(P_i)^{t-1} = 0 \quad \rightarrow \quad T=T+1 \quad (۲۳)$$

مرحله سوم: یک عدد تصادفی در بازه [0, 1] تولید کن ($rand(.)$).

مرحله چهارم: اگر مقدار $Prob_{adjust}$ بزرگ‌تر از عدد تصادفی تولیدشده در مرحله قبل باشد ($Prob_{adjust} > rand(.)$)، آنگاه جهت حرکت ذره به سمت P_g بایستی رهاشده و به یک سمت جدید حرکت نماید. مسیر جدید کاملاً تصادفی بوده و پس-خوردی از مسیرهای قبلی نمی‌گیرد.

مرحله پنجم: پایان

در الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی مقادیر ثابت‌های شتاب C_1 و C_2 و همچنین مقدار وزن اولیه ω_0 از اهمیت بالایی برخوردار هستند و مقدار آنها بایستی با دقت انتخاب گردد.

۳-۳-پروسه روش پیشنهادی

الگوریتم روش پیشنهادی در ادامه و فلوچارت آن در شکل (۱) آورده شده است.

۳-۳-۱: الگوریتم روش پیشنهادی

مرحله اول) انتخاب مقادیر اولیه مجموعه متغیرهای کنترلی و حل مسئله پخش بار به منظور یافتن پاسخ ممکنی از قیود تعادل توان

مرحله دوم) خطی سازی تابع هدف و فرموله بندی مسئله و محاسبه تلفات بر اساس ضریب جریمه

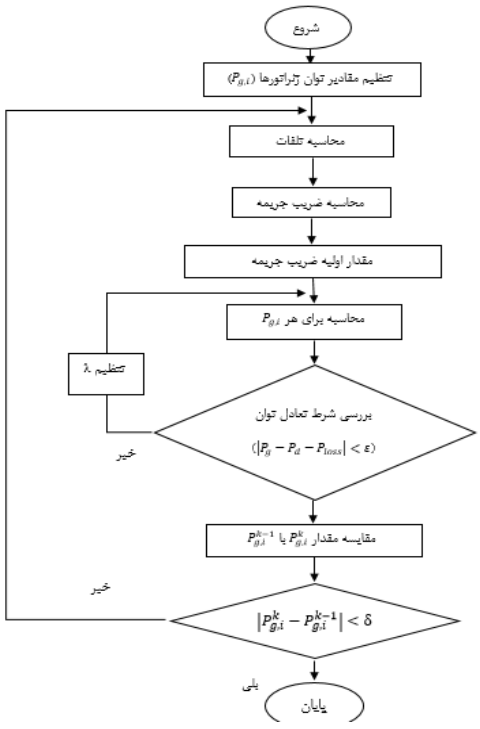
مرحله سوم) بررسی شرط تعادل توان

* Tolerance

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

مرحله چهارم) بروز رسانی متغیرهای کنترلی؛
$P_i^{K+1} = P_i^K + \Delta P_i$
مرحله پنجم) یافتن پاسخ پخش بار و بروز رسانی متغیرهای کنترلی
مرحله ششم) اگر $\Delta P < \delta$، سپس خاتمه الگوریتم؛ در غیر اینصورت برو به مرحله ۲.



شکل (۱) : مراحل پیاده‌سازی روش پیشنهادی

۴- نتایج شبیه سازی

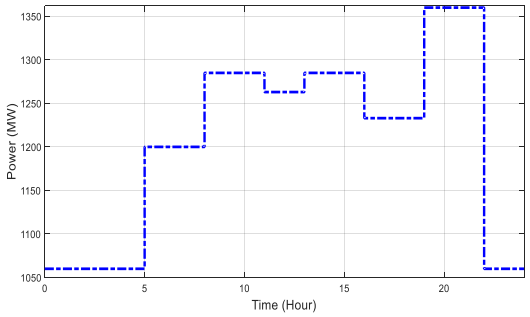
جهت بررسی عملکرد روش پیشنهادی از دو سیستم قدرت تست IEEE شامل شش ژنراتور و ۱۳ ژنراتور استفاده می‌شود. برای شبیه-سازی روش پیشنهادی از محیط برنامه‌نویسی نرم‌افزار MATLAB استفاده‌شده است.

۴-۱- عملکرد روش پیشنهادی بر روی سیستم شماره یک (۳۰ شینه)

این سیستم از ۳۰ باس تشکیل‌شده که به شش مورد از آنها ژنراتور متصل است. اطلاعات این سیستم از مرجع [۷] اقتباس شده است و در جدول (۱) لیست شده است.
میزان تغییرات بار در طول یک شبانه‌روز بصورت شکل (۲) است.

جدول (۱): اطلاعات ژنراتور سیستم تست شماره یک [۷]

واحد	P_i^{min}	P_i^{max}	a	b	c	e	f
۱	۱۰۰	۵۰۰	۳۵۰	۵,۶	۰,۰۰۳	۳۰۰	۰,۰۸
۲	۵۰	۲۰۰	۳۶۵	۶,۶	۰,۰۳۳	۲۷۰	۰,۰۸
۳	۸۰	۳۰۰	۳۴۵	۵,۱	۰,۰۵۵	۳۴۰	۰,۰۴
۴	۵۰	۱۵۰	۳۵۰	۴,۷	۰,۰۰۶	۱۴۰	۰,۰۶
۵	۵۰	۲۰۰	۳۶۰	۵,۱	۰,۰۲۵	۱۷۰	۰,۰۶
۶	۵۰	۱۲۰	۳۷۵	۵	۰,۰۳۳	۱۹۰	۰,۰۶



شکل (۲) : میزان تغییرات بار در طول یک شبانه‌روز

در جدول (۲) الی جدول (۴) نتایج به‌دست‌آمده توسط روش پیشنهادی برای سیستم شماره یک آورده شده است. برای این سیستم و به‌منظور در نظر گرفتن تغییرات بار مصرفی، محاسبات برای سه بازه بار سبک (بین ساعت یک الی ساعت پنج صبح)، بار نرمال (بین ساعت ۱۱ الی ساعت ۱۳ ظهر) و بار سنگین (بین ساعت ۱۹ تا ساعت ۲۲ شب) انجام‌شده است.

جدول (۲): عملکرد روش پیشنهادی سیستم شماره یک، بار سبک

واحد	مناطق عملیاتی ممنوعه	توان بهینه
۱	[۳۵۰ الی ۳۸۰] و [۲۱۰ الی ۲۴۰]	۳۹۳,۷۶
۲	[۱۴۰ الی ۱۶۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۶۲,۱۸
۳	[۲۱۰ الی ۲۴۰] و [۱۵۰ الی ۱۷۰]	۲۴۱,۳۷
۴	[۱۱۰ الی ۱۲۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۲۰,۸۱
۵	[۱۴۰ الی ۱۵۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۵۳,۳۵
۶	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۷۴,۶۶
هزینه	۱۴۳۸۵,۰۲ دلار بر ساعت	
تلفات	۸۴,۱۳ مگاوات	

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
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): عملکرد روش پیشنهادی سیستم شماره یک (۳۰ شینه) ، بار نرمال

واحد	مناطق عملیاتی ممنوعه	توان بهینه
۱	[۳۵۰ الی ۳۸۰] و [۲۱۰ الی ۲۴۰]	۴۱۹,۵
۲	[۱۴۰ الی ۱۶۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۶۵
۳	[۲۱۰ الی ۲۴۰] و [۱۵۰ الی ۱۷۰]	۲۴۵,۵
۴	[۱۱۰ الی ۱۲۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۱۷,۳
۵	[۱۴۰ الی ۱۵۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۶۵,۲۰
۶	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۹۴,۷
هزینه ماکزیمم	۱۵۴۴۹,۴۵ دلار بر ساعت	
هزینه متوسط	۱۵۴۴۸,۶ دلار بر ساعت	
هزینه مینیمم	۱۵۴۴۷,۲ دلار بر ساعت	
تلفات	۵۵,۸ مگاوات	

جدول (۴): عملکرد روش پیشنهادی سیستم شماره یک، بار سنگین

واحد	مناطق عملیاتی ممنوعه	توان بهینه
۱	[۳۵۰ الی ۳۸۰] و [۲۱۰ الی ۲۴۰]	۴۸۶,۲۸
۲	[۱۴۰ الی ۱۶۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۸۲,۲۸
۳	[۲۱۰ الی ۲۴۰] و [۱۵۰ الی ۱۷۰]	۲۸۲,۷۱
۴	[۱۱۰ الی ۱۲۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۴۲,۰۷
۵	[۱۴۰ الی ۱۵۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۹۲,۵۱
۶	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۱۱۰,۳۶
هزینه	۱۶۷۹۹,۵۳۱ دلار بر ساعت	
تلفات	۳۱,۲۱ مگاوات	

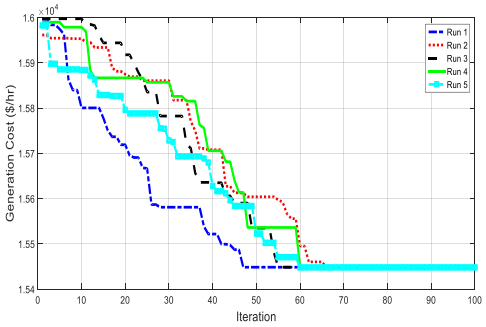
همچنین عملکرد روش پیشنهادی با سایر روش‌های مشابه شامل الگوریتم خفاش آشوبناک [۷]، الگوریتم جستجوی ممنوعه(TS) [۸]، الگوریتم ژنتیک باینری (BGA) [۹]، الگوریتم تکامل تفاضلی (DE) [۱۹] و الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی [۱۰] برای بار نرمال مقایسه شده است. نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۵) لیست شده است.

مشاهده می‌شود که الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی نسبت به سایر الگوریتم‌ها دارای عملکرد بهتر، انحراف معیار کوچک‌تر و سرعت همگرایی بهتر است.

نحوه همگرایی الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی در پنج اجرای مختلف در شکل (۳) برای بار نرمال نشان داده‌شده است. مشاهده می‌گردد که الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی توانسته در تعداد تکرار کم (کمتر از ۶۷ تکرار) نقطه بهینه و جواب موردنظر را پیدا کند.

جدول (۵): مقایسه با سایر روش‌ها بر روی سیستم تست شماره یک

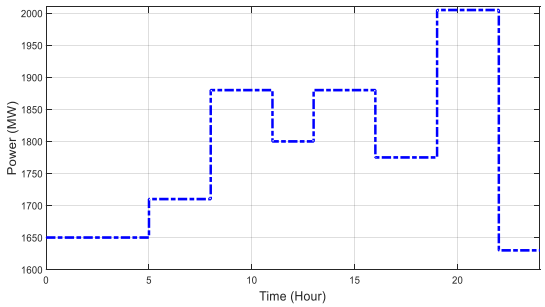
الگوریتم	هزینه ($/h)	انحراف معیار	حداکثر تکرار
خفاش آشوبناک [۷]	۱۵۴۵۰,۲	±۲,۹۶	۲۶۱
جستجوی ممنوعه [۸]	۱۵۴۶۱,۱	±۱,۷۲	۱۹۵
ژنتیک باینری [۹]	۱۵۴۵۴,۸	±۲,۵۴	۲۴۴
تکامل تفاضلی [۱۹]	۱۵۴۴۹,۵	±۱,۲۵	۱۷۸
کلونی زنبور مصنوعی [۱۰]	۱۵۴۴۹,۸	±۰,۰۲	۱۳۲
روش پیشنهادی	**۱۵۴۴۸,۶**	±۰,۰۱	**۶۷**



شکل (۳) : نحوه همگرایی الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی در پنج اجرای مختلف در سیستم شماره یک

۴-۲- عملکرد روش پیشنهادی بر روی سیستم تست ۶۹ شینه

این سیستم از ۶۹ باس تشکیل‌شده که به ۱۳ مورد از آنها ژنراتور متصل است. ضرایب هزینه تولید ژنراتورها در جدول (۶) لیست شده است[۷]. در این مسئله تعداد مجهولات برابر عدد ۱۳ است که با توجه به تابع هدف تعریف‌شده بایستی تعیین گردند تا هزینه تولید حداقل گردد. تغییرات بار مصرفی این سیستم در طول یک شبانه‌روز در شکل (۴) آورده شده است. نتایج به‌دست‌آمده نیز در جدول (۷) الی جدول (۹) لیست شده است.



شکل (۴) : میزان تغییرات بار سیستم تست ۶۹-باسه در طول یک شبانه‌روز

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
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 (۶): ضرایب هزینه تولید ژنراتورها [۷]

واحد	a	b	C	e	f
۱	۵۵۰	۸,۱	۰,۰۰۰۳	۳۰۰	۰,۰۴
۲	۳۰۹	۸,۱	۰,۰۰۰۶	۲۰۰	۰,۰۴
۳	۳۰۷	۸,۱	۰,۰۰۰۶	۲۰۰	۰,۰۴
۴	۲۴۰	۷,۷	۰,۰۰۳۲	۱۵۰	۰,۰۶
۵	۲۴۰	۷,۷	۰,۰۰۳۲	۱۵۰	۰,۰۶
۶	۲۴۰	۷,۷	۰,۰۰۳۲	۱۵۰	۰,۰۶
۷	۲۴۰	۷,۷	۰,۰۰۳۲	۱۵۰	۰,۰۶
۸	۲۴۰	۷,۷	۰,۰۰۳۲	۱۵۰	۰,۰۶
۹	۲۴۰	۷,۷	۰,۰۰۳۲	۱۵۰	۰,۰۶
۱۰	۱۲۶	۸,۶	۰,۰۰۲۸	۱۰۰	۰,۰۸
۱۱	۱۲۶	۸,۶	۰,۰۰۲۸	۱۰۰	۰,۰۸
۱۲	۱۲۶	۸,۶	۰,۰۰۲۸	۱۰۰	۰,۰۸
۱۳	۱۲۶	۸,۶	۰,۰۰۲۸	۱۰۰	۰,۰۸

جدول (۷): عملکرد روش پیشنهادی سیستم تست ۶۹ شینه برای بار سبک

واحد	مناطق عملیاتی ممنوعه	توان بهینه
۱	[۴۴۰ الی ۵۰۰] و [۱۱۰ الی ۱۷۰]	۶۰۲,۱۶
۲	[۲۰۰ الی ۲۳۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۲۸,۱۳
۳	[۳۰۰ الی ۳۱۵] و [۱۵۰ الی ۱۷۰]	۱۹۴,۳۰
۴	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۹۵,۴۶
۵	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۰۲,۶۷
۶	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۰۲,۶۷
۷	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۵۷,۴۵
۸	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۹۷,۲۰
۹	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۶۹,۳۳
۱۰	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۴۱,۸۷
۱۱	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۵۶,۲۴
۱۲	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۵۱,۲۶
۱۳	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۵۱ ، ۲۶
هزینه	۱۶۴۳۹,۲۷ دلار بر ساعت	

جدول (۸): عملکرد روش پیشنهادی سیستم تست ۶۹ شینه برای بار نرمال

واحد	مناطق عملیاتی ممنوعه	توان بهینه
۱	[۴۴۰ الی ۵۰۰] و [۱۱۰ الی ۱۷۰]	۶۳۲,۷۶
۲	[۲۰۰ الی ۲۳۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۴۵,۸۷
۳	[۳۰۰ الی ۳۱۵] و [۱۵۰ الی ۱۷۰]	۲۲۹,۳۳
۴	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۰۷,۸۲
۵	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۰۷,۸۲
۶	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۰۷,۸۲
۷	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۶۵,۴۸
۸	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۱۱,۵۴
۹	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۷۵,۱۶
۱۰	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۴۰,۷۸
۱۱	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۶۳,۰۱
۱۲	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۵۷,۲۴
۱۳	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۵۵,۳۷
هزینه	۱۷۹۵۵,۴۳ دلار بر ساعت	

همچنین عملکرد پیشنهادی با سایر روش‌های مشابه شامل الگوریتم خفاش آشوبناک [۷]، الگوریتم جستجوی ممنوعه (TS) [۸]، الگوریتم ژنتیک باینری (BGA) [۹]، الگوریتم تکامل تفاضلی (DE) [۱۹] و الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی [۱۰] مقایسه شده است. نتایج به‌دست‌آمده در جدول (۱۰) لیست شده است.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

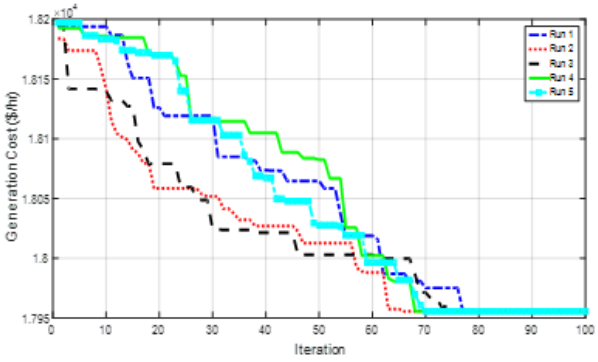
جدول (۹): عملکرد روش پیشنهادی سیستم تست ۶۹ شینه برای بار سنگین

واحد	مناطق عملیاتی ممنوعه	توان بهینه
۱	[۴۴۰ الی ۵۰۰] و [۱۱۰ الی ۱۷۰]	۶۵۹,۶۳
۲	[۲۰۰ الی ۲۳۰] و [۹۰ الی ۱۱۰]	۱۶۱,۱۶
۳	[۳۰۰ الی ۳۱۵] و [۱۵۰ الی ۱۷۰]	۲۴۸,۷۳
۴	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۲۵,۹۵
۵	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۲۵,۳۵
۶	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۲۵,۳۵
۷	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۷۵,۸۳
۸	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۱۲۰,۳۳
۹	[۱۳۵ الی ۱۴۰] و [۸۰ الی ۹۰]	۷۵,۰۶
۱۰	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۶۹,۳۷
۱۱	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۶۹,۲۳
۱۲	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۷۰,۸۲
۱۳	[۱۰۰ الی ۱۰۵] و [۷۵ الی ۸۵]	۷۵,۱۹
هزینه	۱۸۱۶۲,۷۱ دلار بر ساعت	

جدول (۱۰): مقایسه با سایر روش‌ها بر روی سیستم تست شماره دو

الگوریتم	هزینه ($/h)	انحراف معیار	حداکثر تکرار
خفاش آشوبناک [۷]	۱۷۹۶۳,۸۳	±۶,۸۴	۲۷۵
جستجوی ممنوعه [۸]	۱۷۹۷۴,۵۴	±۱,۴۵	۲۰۴
ژنتیک باینری [۹]	۱۷۹۶۴,۳۱	±۲,۵۴	۱۹۱
تکامل تفاضلی [۱۹]	۱۷۹۶۹,۷۶	±۱,۵۴	۲۵۶
کلونی زنبور مصنوعی [۱۰]	۱۷۹۶۲,۵۰	±۰,۰۳	۱۱۹
روش پیشنهادی	۱۷۹۵۵,۴۳	**±۰,۰۱**	۷۳

نحوه همگرایی الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی در پنج اجرای مختلف در شکل (۵) نشان داده‌شده است.



شکل (۵) : نحوه همگرایی الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی در پنج اجرای مختلف در سیستم شماره دو

۵- نتیجه‌گیری

با توجه به اهمیت مسئله پخش بار بهینه، در این مطالعه یک روش جدید با در نظر گرفتن اثر شیر بخار پیشنهاد شد. در این روش از الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی به‌عنوان الگوریتم حل مسئله استفاده شد. به منظور آنالیز، روش پیشنهادی بر روی دو سیستم تست ۳۰- شینه و ۶۹ - شینه پیاده سازی شد. به‌منظور در نظر گرفتن تغییرات بار مصرفی، محاسبات برای سه بازه بار سبک (بین ساعات یک الی پنج صبح)، بار نرمال (بین ساعات ۱۱ الی ۱۳ ظهر) و بار سنگین (بین ساعات ۱۹ تا ۲۲ شب) انجام شد. در نهایت عملکرد روش پیشنهادی با عملکرد الگوریتم هایی مانند الگوریتم خفاش آشوبناک، الگوریتم جستجوی ممنوعه، الگوریتم ژنتیک باینری، الگوریتم تکامل تفاضلی و الگوریتم کلونی زنبور مصنوعی مقایسه شد. مشاهده شد که الگوریتم ازدحام ذرات با استراتژی یادگیری تطبیقی نسبت به سایر الگوریتم‌ها دارای عملکرد بهتر، انحراف معیار کوچک‌تر و سرعت همگرایی بهتر است.

مراجع

[1] U. McLarty et al., “Dynamic economic dispatch using complementary quadratic programming”. Energy, Vol. 166, PP. 755-764, 2019.

[2] M. Xue et al., “Review on Multi-objective Joint Economic Dispatching of Micro grid in Power System”. Procedia Computer Science, Vol. 130, PP. 1152-1157, 2018.

[3] Y. M. Wei et al., “Economic dispatch savings in the coal-fired power sector: An empirical study of China”. Energy Economics, Vol. 74, PP. 330-342, 2018.

[4] M. Javadi, T. Amraee and F. Capitanescu. “Look ahead dynamic security-constrained economic dispatch considering frequency stability and smart loads”. International Journal of Electrical Power & Energy Systems, Vol. 108, PP. 240-251, 2019.

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

[5] S. Huang et al., "Network constrained economic dispatch of integrated heat and electricity systems through mixed integer conic programming". Energy, Vol. 179, PP. 464-474, 2019.
[6] V. Bhattacharjee and I. Khan. "A non-linear convex cost model for economic dispatch in micro grids". Applied Energy, Vol. 222, PP. 637-648, 2018.
[7] B.R. Adarsh et al., "Economic dispatch using chaotic bat algorithm". Energy, Vol. 96, PP. 666-675, 2016.
[8] S. Pothiya, I. Ngamroo and Kongprawechnon W. "Application of multiple tabu search algorithm to solve dynamic economic dispatch considering generator constraints". Energy Convers Manage, Vol. 49, issues 4, PP. 506-516, 2008.
[9] I. Ciornei and E. Kyriakides, "A GA-API solution for the economic dispatch of generation in power system operation". Power Syst IEEE Trans, Vol. 27, no. 1, PP. 233-242, 2012.
[10] D. Aydın and S. Ozyon. "Solution to non-convex economic dispatch problem with valve point effects by incremental artificial bee colony with local search". Applied Soft Computing, Vol. 13, PP. 2456–2466, 2013.
[11] C. Yas, ar, S. Ozyon, "A new hybrid approach for nonconvex economic dispatch problem with valve-point effect", Energy, Vol. 36, no. 10, PP. 5838-5845, 2011.
[12] S. Ozyon et al., "Differential evolution algorithm approach to non-convex economic power dispatch problems with valve point effect", in 6th International Advanced Technologies Symposium (IATS'11), PP. 181–186, 2011.
[13] T.N. Malik et al., "A new hybrid approach for the solution of non-convex economic dispatch problem with valve-point effects", Electric Power Systems Research, Vol. 80, no. 9, PP. 1128–1136, 2010.
[14] J. Hetzer, Yu, D. C., "An economic dispatch model incorporating wind power", IEEE Trans. Energy Convers., Vol. 29, PP. 603–611, 2008.
[15] M. Modiri-Delshada, c, N. Abd Rahim. "Multi-objective back tracking search algorithm for economic emission dispatch problem". Applied Soft Computing, Vol. 40, PP. 479–494, 2016.
[16] G. K. Gupta and S. Goyal. "Particle Swarm Intelligence based Dynamic Economic Dispatch with Daily Load Patterns Including Valve Point Effect". 3rd International Conference on Condition Assessment Techniques in Electrical Systems (CATCON), 2017.
[17] Y. Labbi et al., "A new rooted tree optimization algorithm for economic dispatch with valve-point effect". Electrical Power and Energy Systems, Vol. 79, PP. 298–311, 2016.
[18] F. Wang et al., "A hybrid particle swarm optimization algorithm using adaptive learning strategy". Information Sciences, Vol. 436–437, PP. 162-177, 2018.
[19] J. X. Vianna Neto a et al., "Solving non-smooth economic dispatch by a new combination of continuous GRASP algorithm and differential evolution". Electrical Power and Energy Systems, Vol. 84, PP. 13–24, 2017.

زیرنویس‌ها

[۱] Economic Dispatch
[۲] Adaptive Learning Particle Swarm Optimization
[۳] Incremental Artificial Bee Colony
[۴] Incremental Artificial Bee Colony-Local Search
[۵] Back-tracking Search Algorithm
[۶] Transfer Function

رزومه



فرهاد حبیبی در سال ۱۳۵۴ متولد شده است . تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی و کارشناسی ارشددررشته مهندسی برق- قدرت در دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول به پایان رسانیده است. فعالیت های پژوهشی و علاقه مندی ایشان در زمینه بهینه سازی سیستم های قدرت و عایق و فشارقوی می باشد. ایشان درحال حاضر، درسمت کارشناس برق و ابزاردقیق درسد و نیروگاه کرخه مشغول فعالیت می باشند .

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
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]

Economic Load Dispatch using PSO Algorithm Based on Adaptive Learning Strategy Considering Valve Point Effect

Farhad Habibi[1*]

*1-Electrical and Instrumental Expert, Karkheh Hydroelectric Power Plant Co, Andimeshk, Iran
farhad.habibi70@gmail.com

Abstract: In recent years due to problems such as population growth and as a result increase in demand for electrical energy, power systems have been faced with new challenges that not existed in the past. One of the most important issues in modern power systems is economic load dispatch, which is a complex optimization problem with a large number of variables and constraints. Due to the complexity and the non-linearity nature of economic load dispatch, a powerful algorithm is needed to find the optimal solution in terms of available constraints and the existence of local minimum points. In economic load dispatch, variables are generators' power output that must be within the minimum/maximum range so that objective function is minimized. The main purpose of this problem is to plan electrical energy units in such a way as to meet the required network requirements (loads) and minimize the economic costs of these units. Considering the importance of problem, in this study a new method based on the Particle Swarm Optimization (PSO) algorithm with adaptive learning strategy is suggested with taking into account valve point effects of generators. To evaluate the performance of proposed method, two IEEE test systems have been used and the results have shown that the proposed method has a very good performance.

Keywords: Dynamic economic load dispatch, valve point effect, Particle Swarm Optimization, Adaptive Learning Strategy, Generator

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.6.2]
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]