# توزیع اقتصادی بار دینامیک در حضور ادوات FACTS

پانتهآ هاشمی [*۱]، روشنک رضائی پور [۲]

[*۱]- پانتهآ هاشمی ، دانشکده برق ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آذربایجانشرقی ، گروه برق، تبریز، ایران
hashemi_pantea@yahoo.com
۲- روشنک رضائی پور ، استادیار، دانشکده برق ، دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم و تحقیقات آذربایجانشرقی ، گروه برق، تبریز، ایران
r.a.rezaei@gmail.com

**چکیده: یکی ازمسائل بهینه‌سازی مهم در بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، بحث توزیع بار اقتصادی دینامیک است. پخش بار بهینه‌ی اقتصادی برای یک بازه‌ی زمانی چند ساعته با در نظر گرفتن قیود مربوط به حداکثر نرخ تغییرات توان اکتیو تولیدی واحدها و سایر قیود سیستم، انجام می‌شود. اثر وجود قیودی مانند مناطق ممنوعه‌ی تولید واحدها و همچنین در نظر گرفتن اثر دریچه‌های بخارموجب ناصاف و غیرمحدب شدن مسئله می‌گردد. در این مقاله، نسخه‌ی بهبود یافته‌ی دیگری از این الگوریتم جستجوی هارمونی بهبود یافته، متناسب با مسأله‌ی توزیع بار اقتصادی دینامیک ارائه شده است. نتایج نشان‌دهنده‌ی قدرت بالای روش پیشنهادی در حل مسأله‌ی توزیع بار اقتصادی دینامیک می‌باشد.**

**واژه‌های کلیدی: توزیع بار اقتصادی دینامیک، ادوات FACTS، الگوریتم جستجوی هارمونی ، روش چرخ رولت**

## ۱- مقدمه

در چند سال اخیر، الگوریتم‌های بهینه‌سازی مبتنی بر هوش جمعی که به نام الگوریتم‌های فرا ابتکاری [2],[1]نیز شناخته می‌شوند برای حل مسائل بهینه سازی پیچیده چند بعدی استفاده می شوند. عملکرد الگوریتم‌های فراابتکاری تا حد زیادی به ساختار تابع هدف و قیود مسأله وابسته نیست.[4],[3] قدرت این الگوریتم در یافتن مناطقی از فضای جواب مسأله که مستعد وجود جواب بهینه‌ی سراسری است شایان ذکر است. در [5] یک الگوریتم بهبودیافته‌ی جستجوی هارمونی بر اساس تغییر دینامیکی برخی پارامترهای الگوریتم جستجوی هارمونی ارائه شده است. در این مقاله با اشاره به ضعف الگوریتم جستجوی هارمونی در یافتن نقطه‌ی بهینه‌ی سراسری به صورت دقیق (از نظر مقدار عددی)، و همچنین مشخص نبودن تنظیمات بهینه‌ی پارامترهای آن (مانند همه‌ی الگوریتم‌های فراابتکاری دیگر)، روش جدیدی برای تنظیم پارامترهای این الگوریتم ارائه شده که به نوبه‌ی خود باعث بهبود عملکرد الگوریتم در یافتن مقدار دقیق (از نظر عددی) جواب بهینه‌ی سراسری در فضای جواب مسأله می‌شود. الگوریتم ارائه شده بر روی توابع تست متفاوت آزمایش شده و نتایج به صورت جداول ارائه گردیده‌اند؛ که این جواب‌ها نشان‌دهنده‌ی بهبود زیاد عملکرد الگوریتم جستجوی هارمونی در یافتن مقدار دقیق جواب بهینه می‌باشند. نمونه‌ی دیگری از بهبود عملکرد الگوریتم جستجوی هارمونی با تغییر پارامترهای آن، در [6] ارائه شده است. در این مقاله نیز مانند [5]، پارامترهای الگوریتم جستجوی هارمونی در هر تکرار و به‌صورت نمایی یا خطی تغییر داده می‌شوند. میزان بهبود عملکرد الگوریتم، با بررسی و مقایسه‌ی جواب‌های به‌دست آمده از این روش در حل مسایل بهینه‌سازی نمونه، نشان داده شده است. در بسیاری موارد نیز الگوریتم‌هایی ترکیبی از الگوریتم جستجوی هارمونی ایجاد شده است. به عنوان مثال در [7 و 8] از ترکیب الگوریتم جستجوی هارمونی با الگوریتم هجوم ذرات، نتایج خوبی حاصل شده است. در واقع به علت توانایی بالای الگوریتم هجوم ذرات در یافتن مقدار دقیق جواب بهینه (از نظر عددی)، و قابلیت بالای الگوریتم جستجوی هارمونی در یافتن مناطق مستعد وجود جواب بهینه‌ی سراسری، ترکیب این دو می‌تواند باعث ایجاد الگوریتمی قدرتمند در یافتن جواب بهینه‌ی سراسری مسأله‌ی بهینه‌سازی گردد.

قسمتهای بعدی این مقاله مشتمل بر موارد زیر است:

[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 1-No. 3- winter 2012

در بخش ۲ فرمول‌بندی توزیع بار اقتصادی دینامیک مورد مطالعه قرار گرفته است. بخش ۳ به توصیف الگوریتم جستجوی هارمونی بهبود یافته اختصاص داده شده و در بخش ۴ نتایج شبیه سازی و در خاتمه در بخش ۵ نتیجه گیری ارائه گردیده است.

## ۲- فرمول‌بندی توزیع بار اقتصادی دینامیک

معمولاً هزینه‌ی تولید واحدهای تولیدی را با تابعی درجه دوم مدل می‌کنند. از آن جایی که در مسأله‌ی توزیع بار اقتصادی دینامیک، هدف کمینه‌کردن هزینه‌ی تولید توان اکتیو همه‌ی واحدها در یک بازه‌ی زمانی مشخص است، تابع هزینه‌ی کل سیستم قدرت که باید در مسأله‌ی توزیع بار اقتصادی دینامیک مورد استفاده قرار بگیرد به صورت معادله‌ی مدل می‌شود [۵].

$$F_T = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N} F_{i,t}\left(P_{i,t}\right) = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N} a_i P_{i,t}^2 + b_i P_{i,t} + c_i \qquad (۱)$$

که در تساوی ، پارامترهای $a$ و $b$ و $c$ ضرایب ثابتی هستند که تابع هزینه‌ی درجه دوم واحد تولیدی را با توجه به توان اکتیو تولیدی‌اش مدل می‌کنند. $N$ و $T$ به‌ترتیب بیانگر تعداد کل واحدهای تولیدی و تعداد ساعات برنامه‌ریزی سیستم می‌باشند. $P_{i,t}$ و $F_{i,t}$ نیز به‌ترتیب نشان‌دهنده‌ی میزان توان اکتیو تولید شده و هزینه‌ی واحد $i$ام در بازه‌ی زمانی $t$ام می‌باشند.

### ۲-۱- اثر شیر بخار

در یک سیستم قدرت، هر واحد تولیدی محدودیت‌هایی دارد که این محدودیت‌ها باید در برنامه‌ریزی دینامیک تولید توان واحد لحاظ شوند. یکی از مهم‌ترین محدودیت‌های واحدهای تولیدی، اثر دریچه‌ی بخار بر روی منحنی هزینه‌ی توان اکتیو تولیدی این واحدها است. به‌علت وجود دریچه‌های بخار، این منحنی غیرخطی‌تر می‌شود. این تغییرات را به‌صورت ریاضی با یک عبارت سینوسی مدل می‌کنند.

$$F_T = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N} F_{i,t}\left(P_{i,t}\right) = \sum_{t=1}^{T}\sum_{i=1}^{N} a_i P_{i,t}^2 + b_i P_{i,t} + c_i + \left|d_i \sin\left(e_i\left(P_i^{\min} - P_{i,t}\right)\right)\right| \qquad (۲)$$

### ۲-۲- قیود تساوی توان

$$Q_{g,i} - Q_{d,i} = \sum_{j\in\Omega_{i,j}} V_i V_j Y_{ij} \sin\left(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}\right) \qquad (۳)$$

$$P_{g,i} - P_{d,i} = \sum_{j\in\Omega_{i,j}} V_i V_j Y_{ij} \cos\left(\delta_i - \delta_j - \theta_{ij}\right) \qquad (۴)$$

### ۲-۳- قیود امنیتی

$$V_i^{\min} \le V_i \le V_i^{\max} \qquad (۵)$$

$$\left|S_{\ l}\right| \le S_{\ l}^{\max} \qquad (۶)$$

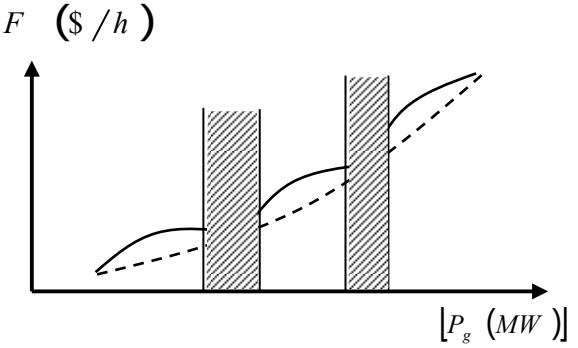
### ۲-۴- قیود توان اکتیو تولیدی واحدها

با توجه به اینکه مقدار تولید توان و نرخ تغییرات توان اکتیو تولیدی هر واحد، دارای محدوده‌ی مشخصی است :

$$\max\left(P_i^{\min}, P_{i,(t-1)} - DR_i\right) \le P_{i,t} \le \min\left(P_i^{\max}, P_{i,(t-1)} + UR_i\right) \qquad (۷)$$

### ۲-۵-مناطق ممنوعه‌ی بهره‌برداری

وجود برخی محدودیت‌های مکانیکی در توربین و حتی تجهیزات جانبی متصل به آن موجب شود که سیستم برای تولید توان اکتیو در برخی محدوده‌های خاص، مکانیکی آسیب دیده و یا حتی ناپایدار شود. این مناطق خاص را مناطق ممنوعه‌ی بهره‌برداری می‌نامندکه تولید توان اکتیو در این تواحی امکان‌پذیر نخواهد بود شکل (۱).




شکل (۱): مناطق ممنوعه ی بهره برداری

[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 1-No. 3- winter 2012

$$\begin{aligned} & P_{i,t}^{\min} \le P_i \le P_{i,1}^{L} \\ & \vdots \\ & P_{i,q-1}^{U} \le P_i \le P_{i,q}^{L} \\ & \vdots \\ & P_{i,Npoz}^{U} \le P_i \le P_{i,t}^{\max} \end{aligned} \qquad (۸)$$

### ۲-۶- قیود توان راکتیو مصرفی و تولیدی واحدها

$$Q_i^{\min} \le Q_{i,t} \le Q_i^{\max} \qquad (۹)$$

### ۲-۷- قیود مربوط به تپ ترانسفورماتورهای تپ‌دار

$$T_k^{\min} \le T_{k,t} \le T_{ki}^{\max} \qquad (۱۰)$$

### ۲-۸-قیود مربوط به ادوات FACTS

توان تزریقی $SVC$ و راکتانس $TCSC$ به عنوان متغیرهای تصمیم‌گیری در حل مسأله‌ی توزیع بار اقتصادی دینامیک در نظر گرفته می‌شوند.

$$\begin{aligned} & R_z^{\min} \le R_{z,t} \le R_z^{\max} \\ & Q_s^{\min} \le Q_{s,t} \le Q_s^{\max} \end{aligned} \qquad (۱۱)$$

## ۳-الگوریتم جستجوی هارمونی بهبود یافته

الگوریتم جستجوی هارمونی که یکی از الگوریتم های فوق خلاقانه محسوب می شود که با الهام از هارمونی‌ها و نتهای موسیقی ابداع شده است.طی این فرایند نوازنده موسیقی سعی در رسیدن به یک هارمونی بهتر با تنظیم گام ادوات موسیقی می باشد.

مراحل الگوریتم جستجوی هارمونی به شرح زیر است :

### ۳-۱- تنظیم پارامتر ها

در اولین قدم مسأله‌ی بهینه‌سازی به صورت فرمول‌بندی (۱۲) تعریف می‌شود.

$$\begin{aligned} & Min \;\; f(x) \\ & Subject \;\; to: \\ & g(x) = 0 \\ & h(x) \le 0 \\ & x_i^{\min} \le x_i \le x_i^{\max} \quad , \quad i = 1, 2, \ldots, N \end{aligned} \qquad (۱۲)$$

$f(x)$ بیانگر تابع هدف مسأله‌ی بهینه‌سازی، و $g(x)$ و $h(x)$ به‌ترتیب بیانگر قیود مساوی و نامساوی مسأله می‌باشند. پارامترهای الگوریتم جستجوی هارمونی نیز در این مرحله تعریف و مقداردهی می‌شوند. اندازه‌ی حافظه‌ی هارمونیHMS=۸ نرخ در نظر گرفتن حافظه‌ی هارمونیHMCR=۰.۹۵ نرخ تنظیم کوکPAR بین ۰/۳ تا۰/۸ پهنای باند بین ۰/۸ تا ۰/۰۰۱ تعداد تکرارها ۱۰۰۰ می باشد.

### ۳-۲- تولید حافظه هارمونی

در این مرحله حافظه‌ی هارمونی به صورت تصادفی پر می شود

$$HM = \begin{bmatrix} x_1^1 & x_2^1 & \cdots & x_{N-1}^1 & x_N^1 \\ x_1^2 & x_2^2 & \cdots & x_{N-1}^2 & x_N^2 \\ \vdots & \vdots & \vdots & \vdots & \vdots \\ x_1^{HMS-1} & x_2^{HMS-1} & \cdots & x_{N-1}^{HMS-1} & x_N^{HMS-1} \\ x_1^{HMS} & x_2^{HMS} & \cdots & x_{N-1}^{HMS} & x_N^{HMS} \end{bmatrix} \qquad (۱۳)$$

### ۳-۳- تولید یک حافظه هارمونی جدید

دراین مرحله مقادیر جدید متغییر های طراحی از طریق یکی از دو روش زیر تولید می شود:

این بردار جدید یا بطور تصادفی با احتمال زیر به وجود می آید

$$x_i' = \begin{cases} x_i' \in \{x_i^1, x_i^2, \ldots, x_i^{HMS}\} & with\, probability\, HMCR \\ x_i' \in X_i & with\, probability\, (1 - HMCR) \end{cases} \qquad (۱۴)$$

برای انتخاب هر کدام از روش‌های بالا، در هر تکرار و برای هر نت جدید، یک عدد تصادفی با توزیع احتمالی یکنواخت در بازه‌ی صفر تا یک تولید می‌شود. اگر این عدد از HMCR کمتر بود، از حافظه‌ی



[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 1-No. 3- winter 2012

هارمونی استفاده شده، در غیر این صورت از روش تولید تصادفی نت استفاده می‌شود.در این قسمت در صورت نیاز با احتمالی برابر باPAR تنظیم گام انجام می شود.

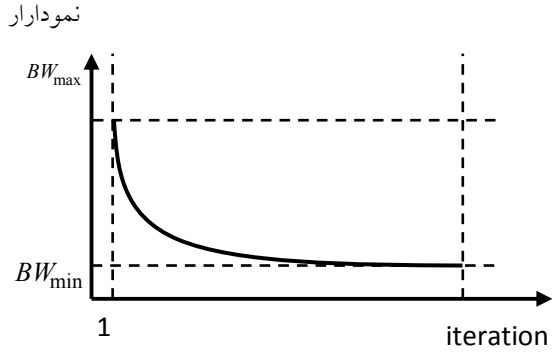
$$x_i' = \begin{cases} x_i' \pm rand \,.\, BW & with\ probability\ PAR \\ x_i' & with\ probability\ (1 - PAR) \end{cases} \quad (۱۵)$$

در رابطه فوق BW یک مقدار دلخواه است و به صورت تصادفی در بازه ۰ تا ۱ انتخاب می شود. برای افزایش کارایی الگوریتم و رفع مشکلاتی که در اثر انتخاب BWو PAR وHMCR رخ می دهد تغییراتی در ساختار الگوریتم داده شده است.هم چنین این تغییرات باعث افزایش چشمگیری در سرعت رسیدن به پاسخ در الگوریتم جستجوی هارمونی می گردد که به شرح زیر می باشد:

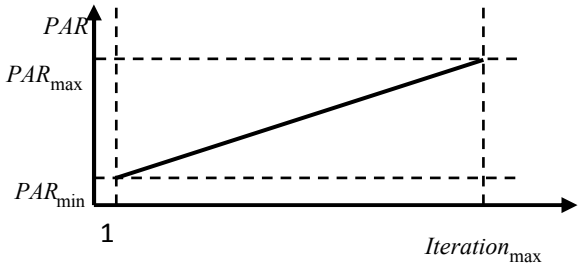
$$PAR(iteration_i) = PAR_{\min} + \frac{PAR_{\max} - PAR_{\min}}{iteration_{\max}} \times iteration_i$$

$$BW(iteration_i) = BW_{\max} \times \exp\left(\frac{\ln(\frac{BW_{\min}}{BW_{\max}})}{iteration_{\max}} \times iteration_i\right) \quad (۱۶)$$

در این معادلات، مقادیر $PAR_{\max}$ ، $PAR_{\min}$ ، $BW_{\max}$ و $BW_{\min}$ مقادیرحداکثر و حداقلِ به‌ترتیب نرخ تنظیم کوک و پهنای باند می‌باشند شکل(۲)و(۳). $iteration_i$ و $iteration_{\max}$ نیز به‌ترتیب بیانگر تکرار $i$ام و حداکثر تعداد تکرارها است.




شکل (۲): تغییراتBW در هر تکرار الگوریتم جستجوی بهبود یافته




شکل (۳): تغییرات PAR در هر تکرار الگوریتم جستجوی هارمونی بهبودیافته

### ۳-۳-۱- چرخ رولت

در این روش احتمال انتخاب شدن نت هایی که برازندگی بهتری دارند بیشتر است . برای اعمال روش چرخ رولت به الگوریتم جستجوی هارمونی، کل حافظه‌ی هارمونی را معادل با سطح چرخ رولت فرض می‌کنیم و مقدار برازندگی هر هارمونی را به عنوان میزان مساحت آن هارمونی بر روی سطح چرخ رولت در نظر گرفت. هارمونی‌ای که برازندگی بهتری دارد، مساحت بیشتری از کل سطح چرخ رولت را اشغال کرده و در نتیجه احتمال انتخاب شدنش برای تولید هارمونی جدید بیشتر می‌باشد.

$$p(X_i) = \frac{\frac{1}{fitness_i}}{\sum_{j=1}^{HMS} \frac{1}{fitness_j}} \quad (۱۷)$$

### ۳-۳-۲- جستجوی موازی تحت زیرگروه‌های دینامیک

در این روش اندازه‌ی حافظه‌ی هارمونی را بزرگ اختیار می‌کنیم. سپس کل حافظه‌ی هارمونی را به دسته‌هایی با اندازه‌های کوچک‌تر تقسیم می‌کنیم. حال هر کدام از این دسته‌ها فرایند تولید هارمونی جدید و سایر مراحل الگوریتم جستجوی هارمونی را به صورت مستقل انجام می‌دهند. پس از یک تعداد مشخص تکرار، هارمونی‌ها دوباره در حافظه‌ی هارمونی اولیه قرار گرفته و دوباره به دسته‌هایی تصادفی تقسیم می‌شوند. با این فرایند، هم گستردگی مسأله حفظ می‌شود، و هم هر هارمونی از اطلاعات مفید هارمونی‌های موجود در سایر گروه‌ها استفاده می‌کند.

### ۳-۴- بروز کردن حافظه هارمونی

اگر بردار هارمونی جدید شایستگی بهتری نسبت به بدترین مقدار ذخیره شده در حافظه هارمونی داشته باشد جایگزین آن می گردد در غیر این صورت حذف خواهد گردید.



[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 1-No. 3- winter 2012

## ۳-۵- چک کردن شرایط توقف

در الگوریتم جستجوی هارمونی به دلیل نیاز به داشتن تعداد کل تکرارها برای تنظیم بهینه‌ی پارامترهای الگوریتم، معمولاً از شرط تعداد تکرار استفاده می‌شود. بنابراین در پایان هر بار تولید هارمونی جدید، باید چک شود که آیا تعداد تکرارها به تعداد تکرارهای حداکثر رسیده است یا خیر.

## ۳-۶- جریمه‌ی تطبیقی

موارد بسیار مهم در حل مسایل بهینه‌سازی، نحوه‌ی برخورد با قیود مسأله است. . با توجه به ماهیت تکاملی الگوریتم‌های بهینه-سازی فراابتکاری، امکان دارد که برخی جواب‌ها در محدوده‌ی مجاز قرار نگیرند. این مشکل ناشی از ساختار کلی الگوریتم‌های فراابتکاری است که در هیچ کدام از آن‌ها قیود مسأله به طور مشخص لحاظ نشده‌اند. در[9] روشی ارائه شده که جریمه را به دو بخش تقسیم می‌کند؛ یکی مربوط به تعداد قیودی که برآورده نشده‌اند، و دیگری مربوط به میزان عدول هر جواب از ناحیه‌ی مجاز.

$$\min\ f(x) + PF_1 . \sum_{i \in \Omega_h} \Delta h_i(x) + PF_2 . N_h \qquad (۱۸)$$

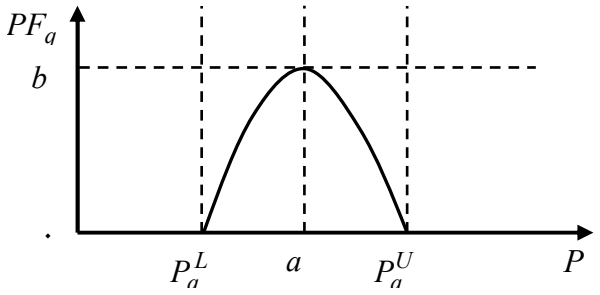
در این فرمول‌بندی $\Delta h_i(x)$ میزان عدول قیود نامساوی از مقدار مجازشان بوده و $N_h$ تعداد قیودی که برآورده نشده‌اند را مشخص می‌کند.

قیود مربوط به مناطق ممنوعه‌ی تولید توان باعث تقسیم فضای جواب مسأله به قسمت‌های مختلفی می‌شوندکه از بین بردن اثر این گسستگی‌های فضای جواب مسأله با استفاده از ضرایب جریمه صورت می گیرد. بدین صورت که از یک تابع درجه‌دوم برای ضرایب جریمه‌ی مربوط به مناطق ممنوعه‌ی کارکرد استفاده شده است.

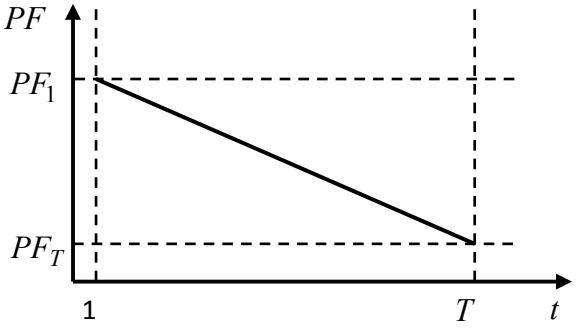
برای جریمه‌ی نقاط درون این منطقه از

$PF_q = -(x-a)^2 + b$ استفاده می‌شود.

$$PF_t = \left( \frac{PF_T - PF_1}{T} \right) \times t + PF_1 \qquad (۱۹)$$



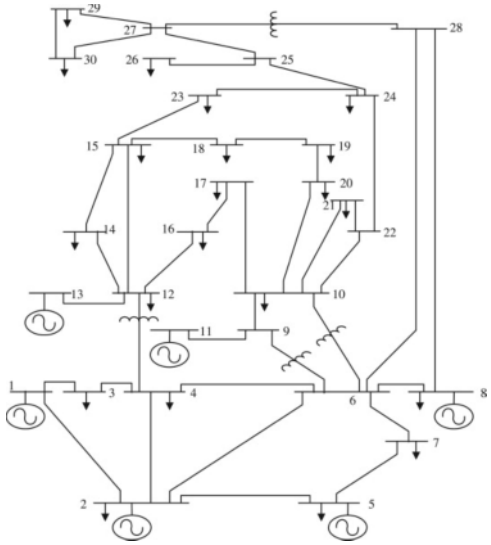

شکل (۴): تابع جریمه‌ی منطقه‌ی ممنوعه‌یqام




شکل (۵):جریمه‌ی متغیر با زمان مربوط به روش پیشنهادی برای در نظر گرفتن قیود حداقل و حداکثر نرخ تغییرات توان اکتیو تولیدی ژنراتورها

## ۴-شبیه سازی

روش پیشنهادی بر روی سیستم ۳۰ باسه IEEE ارائه شده است. این سیستم شامل ۳۰ باس، ۴۱ خط، شش واحد تولیدی، دو خازن جبران‌ساز و چهار ترانسفورماتور تپ‌دار می‌باشد [1].



شکل (۶):دیاگرام تک‌خطی سیستم۳۰ باسه IEEE [10]

[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 1-No. 3- winter 2012
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]

### ۴-۱- سناریوی اول

برای بررسی قدرت جستجوی الگوریتم پیشنهادی انجام گرفته است. و نتایج با مقادیر به‌دست آمده از سایر مقالات مقایسه شده است.در جدول (۱) از قیود مسئله صرف نظر شده است.

جدول (۱)

| روش | هزینه$ |
|---|---|
| NLP | 802/4 |
| EP | 802/62 |
| GA | 805/94 |
| SA | 804/1072 |
| ACO | 802/578 |
| IEP | 802/465 |
| EGA | 802/06 |
| HBMO | 801/985 |
| Proposed Method | 800/1146 |

### ۴-۲- سناریوی دوم

کلیه قیود در نبود ادوات FACTS در نظر گرفته شده است جدول (۲).

جدول (۲)

| روش | هزینه |
|---|---|
| HSA | 27859 |
| GBHSA | 19891 |
| AGBHSA | 25802 |
| IHSA | 19972 |
| Proposed method | 17159 |

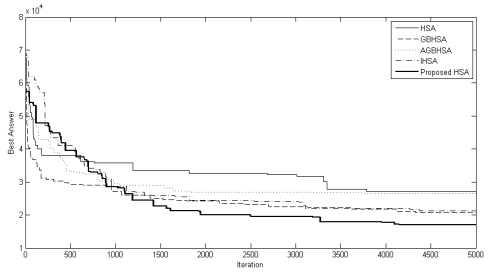
### ۴-۳- سناریوی سوم

در این سناریو با اضافه‌کردن ادوات FACTS به سیستم ۳۰ باسه IEEE، میزان بهبود هزینه‌های کل سیستم بررسی شده است جدول (۳).

جدول (۳)

| روش | هزینه$ |
|---|---|
| HSA | 27151 |
| GBHSA | 20675 |
| AGBHSA | 26646 |
| IHSA | 21216 |
| Proposed method | 17067 |

با در نظر گرفتن ادوات FACTS و استفاده از روش بهینه‌سازی پیشنهادی در این مقاله مقدار هزینه‌ی کل سیستم کاهش یافته است شکل (۶).




شکل (۶):نمودار همگرایی بهترین جواب در هر تکرار برای الگوریتم‌های مختلف استفاده‌شده در سناریوی پنجم

## ۵-نتیجه گیری

در این مقاله، یک روش کنترل برای جبران کننده دینامیکی ولتاژ مبتنی بر محاسبه سیگنال مرجع در زمان ارائه گردید. روش پیشنهادی بسیار ساده و سریع بوده و مبتنی بر شرایط شبکه در هر لحظه از زمان عمل می نماید. شبیه سازی کامپیوتر بر روی یک سیستم نمونه برای اغتشاشات ولتاژ صورت گرفت و در تمامی موارد،



[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]
[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 1-No. 3- winter 2012

روش پیشنهادی به نحو مطلوب موفق به حذف اغتشاشات گردید. نتایج شبیه سازی حاکی از آن است که روش مبتنی بر سیگنال مرجع در حذف کمبود ولتاژ، بیشبود ولتاژ و فلیکر بسیار مطلوب عمل می نماید و تا حد قابل توجهی منجر به بهبود وضعیت کیفیت توان می گردد.

## مراجع


[1] Geem, Z.W., Kim, J.H. and Loganathan, G.V., 'A new heuristic optimization algorithm: harmony search', Simulation, vol 76, pp. 60-68, 2001.

[2] Mahdavi, M., Fesanghary, M. and Damangir, E., 'An improved harmony search algorithm for solving optimization problems', Applied Mathematics and Computation, vol 188, no. 2, pp.1567-1579, 2007.

[3] Chen, J., Pan, Q.K. and Li, J.Q., 'Harmony search algorithm with dynamic control parameters', Applied Mathematics and Computation, vol 219, no. 2, pp. 592-604, 2012.

[4] Omran, M.G.H. and Mahdavi, M., 'Global-best harmony search', Applied Mathematics and Computation, vol 198, no. 2, pp. 643-656, 2008.

[5] Mahdavi, M., Fesanghary, M. and Damangir, E., 'An improved harmony search algorithm for solving optimization problems', Applied Mathematics and Computation, vol 188, no. 2, pp.1567-1579, 2007.

[6] Chen, J., Pan, Q.K. and Li, J.Q., 'Harmony search algorithm with dynamic control parameters', Applied Mathematics and Computation, vol 219, no. 2, pp. 592-604, 2012

[7] Wang, X. and Yan, X., 'Global best harmony search algorithm with control parameters co-evolution based on PSO and its application to constrained optimal problems', Applied Mathematics and Computation, vol 219, no. 19, pp. 10059-10072, 2013.

[8] Pandi, V. R. and Panigrahi, B.K., 'Dynamic economic load dispatch using hybrid swarm intelligence based harmony search algorithm', Expert Systems with Applications, vol 38, no. 7, pp. 8509-8514, 2011.

[9] Niknam, T., Abarghooee, R.A. and Narimani, M.R., 'Reserve constrained dynamic optimal power flow subject to valve-point effects, prohibited zones and multi-fuel constraints', Energy, vol 47, no. 1, pp. 451-464, 2012.

[10] http://www.ee.washington.edu/research/pstca/index.html

[11] Niknam, T., Narimani, M.R., Aghaei, J., Tabatabaei, S. and Nayeripour, M., 'Modified Honey Bee Mating Optimisation to solve dynamic optimal power flow considering generator constraints', Generation, Transmission and Distribution IET, vol 5, no. 10, pp. 989-1002, 2011


## رزومه


**روشنک رضائی پور** تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشگاه آزاد تبریز،کارشناسی-ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه علم و صنعت ایران و دکتری مهندسی برق-قدرت از دانشگاه علم و صنعت ایران سپری کرده است.فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ادوات FACTS، کیفیت توان، و کنترل توان راکتیو و در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات آذربایجانشرقی می‌باشد.

**پانته آ هاشمی** تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی در دانشگاه مازندران و کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت در دانشگاه علوم وتحقیقات آذربایجانشرقی سپری کرده است .فعالیت-های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ادوات FACTS و کنترل سیستمهای قدرت می‌باشد.


[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 1-No. 3- winter 2012
[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]

[ DOR: 20.1001.1.23222468.1391.1.3.3.9 ]
[ Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-12 ]