جایابی و تعیین اندازه بهینه تولیدات پراکنده تجدیدپذیر با استفاده از الگوریتم بازار بورس

سعید بوذرجمهری *[۱]، حسن براتی [۲]

*۱- دانشجوی کارشناسی ارشد برق، دانشکده فنی و مهندسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران، S.bouzarjmehri@gmail.com

۲- استادیار گروه برق، دانشکده فنی و مهندسی، واحد دزفول، دانشگاه آزاد اسلامی، دزفول، ایران، Barati216@gmail.com

چکیده: از آنجایی که شبکه‌های توزیع، سهم بزرگی از تلفات در سیستم‌های قدرت را شامل می‌شوند، کاهش تلفات در این شبکه‌ها یکی از مسائل اساسی در شبکه‌های سراسری می‌باشد و از جمله مباحثی است که همواره مورد توجه بوده است. راه‌های مختلفی برای کاهش تلفات در شبکه‌های توزیع وجود دارد که یکی از این راه‌ها، نصب واحدهای تولیدپراکنده است. منابع تجدیدپذیر می‌توانند یک راه‌حل پاک و هوشمند برای افزایش تقاضا ارائه دهند. بنابراین فتوولتائیک و توربین بادی در اینجا به عنوان منابع تولیدپراکنده در نظر گرفته شده‌اند. مکان‌یابی و تعیین اندازه تولیدات پراکنده تا حد زیادی بر روی تلفات سیستم تأثیر می‌گذارد. در این مقاله، الگوریتم بهینه‌سازی بازار بورس (EMA) برای مکان‌یابی و تعیین اندازه بهینه تولیدات پراکنده تجدیدپذیر برای سیستم توزیع ۶۹ شینه ارائه شده است. الگوریتم بازار بورس بر روی سیستم توزیع شعاعی IEEE با استفاده از نرم‌افزار MATLAB شبیه‌سازی و مورد مطالعه قرار گرفته است و نتایج بدست آمده از الگوریتم EMA با الگوریتم‌های دیگر مقایسه می‌شود. نتایج بدست آمده مؤثر بودن الگوریتم بازار بورس را در یافتن مکان و اندازه بهینه تولیدات پراکنده جهت کاهش تلفات و بهبود پروفیل ولتاژ را نشان می‌دهد.

واژه‌های کلیدی: تولیدات پراکنده، الگوریتم بازار بورس، جایابی بهینه، بهبود پروفیل ولتاژ، کاهش تلفات.

۱- مقدمه

تولید پراکنده (DG[1]) یک منبع توان الکتریکی است که به طور مستقیم متصل به سیستم توزیع و یا در محل مشتری می‌باشد[4-1]. از آنجا که تولیدات پراکنده مختلف از منابع تجدیدپذیر مانند توربین‌های بادی و سیستم‌های فتوولتائیک استفاده می‌کنند، انرژی تولیدی پاک‌تری را ارائه می‌دهند[4]. ویژگی‌های اصلی تولیدات پراکنده، کاهش تلفات خط، افزایش بهره‌وری، بهبود کیفیت توان، افزایش قابلیت اطمینان سیستم و کاهش هزینه سوخت و هزینه‌های عملیاتی و تعمیر و نگهداری می‌باشد[4,5]. با این حال، انتخاب نامناسب مکان و اندازه DG منجر به تلفات و هزینه‌های بیشتر نسبت به بدون DG می‌شود[6]. مسئله اندازه و جایابی DG با استفاده از تکنیک‌های مختلف حل شد. طرح حفاظت تطبیقی در مرجع [7] از طریق شبکه‌های عصبی برای سیستم‌های توزیع با نفوذ بالا در واحدهای DG توسعه داده شده است. اندازه بهینه منابع انرژی تجدیدپذیر در DG در مراجع [8,9] مورد بحث قرار گرفته است، درحالی‌که تابع هدف و محدودیت‌ها با مجموعه‌های فازی مدل‌سازی می‌شوند. یک روش ساده سیستماتیک برای اختصاص واحدهای DG چندگانه در شبکه توزیع در مرجع [10] ارائه شده است. مفهوم بار معادل به طور دقیق برای شناسایی بار مرکزی به کار رفته است. در مرجع [11] تخلیه بار به عنوان یک راه برای دستیابی به یک توافق بین افزایش قابلیت اطمینان و اندازه DG برای نصب در نظر گرفته شده است.

اخیراً، بسیاری از الگوریتم‌های بهینه‌سازی در ادبیات مورد توجه قرار گرفته‌اند تا با مسئله مکان و اندازه DG در سیستم‌های توزیع مواجه شوند. استفاده از جستجوی ممنوع برای اندازه بهینه در سیستم‌های قدرت کوچک هیبریدی جداشده در مرجع [12] نشان داده شده است. کاربرد GA[2] و شبیه‌سازی آنیل به تخصیص بهینه DG در شبکه توزیع در مرجع [13] مورد بحث قرار گرفته است. در مرجع [14] روش قصد دارد، حل مسئله را با استفاده از GA به منظور

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

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

به حداقل رساندن تلفات توان در شبکه توزیع اولیه و اطمینان از سطح قابل قبول و پروفیل ولتاژ تضمین کند. یک الگوریتم ترکیبی در مرجع [15] برای بررسی مکان و اندازه DG شبکه توزیع پیشنهاد شده است. مکان DG توسط GA جستجو می‌شود و اندازه آن توسط PSO[3] بهینه-سازی شده است. در مرجع [16]، از PSO برای پیداکردن مکان بهینه واحدهای DG استفاده می‌شود.

از اهداف این پژوهش می‌توان به فرمول‌بندی مسئله جایابی و تعیین اندازه بهینه DGها جهت بهینه‌سازی اهداف، کاهش تلفات توان اکتیو، بهبود پروفیل ولتاژ و بهبود شاخص پایداری ولتاژ در شبکه‌های توزیع شعاعی و همچنین حل مسئله جایابی و تعیین اندازه بهینه DG با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی بازار بورس با استفاده از محیط نرم-افزاری MATLAB و پیاده‌سازی روی شبکه توزیع استاندارد نمونه اشاره کرد. همچنین با توجه به افزایش روز افزون مصرف کنندگان انرژی الکتریکی، توسعه شبکه‌های توزیع انرژی الکتریکی و نیاز بارها به ولتاژ با دامنه ثابت استفاده از منابع تولید پراکنده ضروری به نظر می-رسد بنابراین اجرای چنین پروژه‌هایی می‌تواند در تصمیم‌گیری و توسعه شبکه توزیع مفید باشد.

در بخش اول بعد از ارائه مقدمه، مروری بر کارهای انجام شده توسط سایر پژوهشگران پیرامون موضوع مقاله ذکر گردیده است. در بخش دوم الگوریتم بهینه‌سازی بازار بورس به عنوان یکی از الگوریتم-های هوشمند موثر و کارآمد در یافتن پاسخ بهینه معرفی می‌گردد. در بخش سوم تابع هدف مسئله و قیود موجود و فرمول‌بندی مسئله گنجانده شده است. در بخش چهارم، حل مسئله جایابی منابع تولیدپراکنده طبق الگوریتم بازار بورس بر روی شبکه استاندارد ۶۹ شینه IEEE از طریق نرم افزار MATLAB شبیه‌سازی شده است. در این بخش علاوه بر ارائه نتایج، حل مسئله جایابی منابع تولیدپراکنده تجدیدپذیر توسط الگوریتم بازار بورس بصورت نمودار و جداول در مقایسه با الگوریتم‌های دیگر انجام شده است. در بخش پنجم هم نتیجه‌گیری کلی از انجام مقاله ارائه شده است.

۲- تابع هدف

تابع هدف پیشنهادی برای کاهش تلفات توان و بهبود پروفیل ولتاژ و ارتقاء شاخص پایداری ولتاژ (VSI[4]) استفاده می‌شود. مکان‌های DG و اندازه آنها می‌توانند با حل تابع هدف زیر بصورت بهینه بدست آیند[18,19].

$$F_t = w_1 f_1 + w_2 f_2 + w_3 f_3 \quad (۱)$$

که f_1 کاهش تلفات اکتیو را نشان می‌دهد و می‌توان آن را بر اساس رابطه (۲) بیان کرد:

$$f_1 = \frac{\sum_{i=1}^{L}(P_{Lineloss}(i))_{after\ DG}}{\sum_{i=1}^{L}(P_{Lineloss}(i))_{before\ DG}} \quad (۲)$$

f_2 بهبود وضعیت پروفیل ولتاژ را نشان می‌دهد و می‌توان آن را بصورت معادله (۳) تعریف کرد:

$$f_2 = \frac{\sum_{i=1}^{N}|V_i - V_{i,ref}|_{after\ DG}}{\sum_{i=1}^{N}|V_i - V_{i,ref}|_{before\ DG}} \quad (۳)$$

f_3 ارتقا VSI را ارائه می‌دهد. سپس f_3 می‌تواند بصورت زیر تعریف شود:

$$f_3 = \frac{1}{VSI(k)_{after\ DG}} \quad (۴)$$

که VSI بصورت معادله (۵) داده شده است[19,20]:

$$VSI(k) = |V_i|^4 - 4(P_k.X_{ik} - Q_k.R_{ik})^2 - 4(P_k.R_{ik} + Q_k.X_{ik}).|V_i|^2 \quad (۵)$$

w_1 و w_2 و w_3 عوامل وزن هستند. مجموع مقادیر مطلق وزن که برای تمام اثرات اختصاص داده می‌شود، باید بصورت زیر باشد، همان طور که در معادله (۶) نشان داده شده است:

$$|w_1| + |w_2| + |w_3| = 1 \quad (۶)$$

در این پژوهش، ۰/۵ برای w_1 در نظر گرفته شده است، در حالیکه ۰/۲۵ برای w_2 و w_3 در نظر گرفته شده است.

۲-۱- محدودیت‌های مساوی و نامساوی

تابع هدف در حالی‌که محدودیت‌های زیر را رعایت کند، به حداقل می-رسد.

۲-۱-۱- محدودیت‌های مساوی

- **محدودیت ذخیره توان**

مجموع جبری پخش بار ورودی و خروجی بر روی سیستم توزیع باید برابر باشد[21,22]، بدین ترتیب،

$$P_{Swing} + \sum_{i=1}^{N_{DG}} P_{DG}(i) = \sum_{i=1}^{L} P_{Lineloss}(i) + \sum_{q=1}^{N} Pd(q) \quad (۷)$$

$$Q_{Swing} + \sum_{i=1}^{N_{DG}} Q_{DG}(i) = \sum_{i=1}^{L} Q_{Lineloss}(i) + \sum_{q=1}^{N} Qd(q) \quad (۸)$$

۲-۱-۲- محدودیت‌های نامساوی

- **محدودیت ولتاژ**

مقدار ولتاژ در هر شین باید توسط معادله (۹) محدود شود:

$$V_{min} \le |V_i| \le V_{max} \quad (۹)$$

که V_{min} ، V_{max} به ترتیب ۰/۹۵، ۱/۰۵ در نظر گرفته شده است.

- **محدودیت ظرفیت DG**

ظرفیت نصب شده DG در شبکه به منظور جلوگیری از پخش بار معکوس محدود شده است. تا از قدرت تأمین شده توسط پست تجاوز نکند[21].

$$\sum_{i=1}^{N_{DG}} P_{DG}(i) \le \frac{3}{4} \times \left[\sum_{i=1}^{L} P_{Lineloss}(i) + \sum_{q=1}^{N} Pd(q)\right] \quad (۱۰)$$

$$\sum_{i=1}^{N_{DG}} Q_{DG}(i) \le \frac{3}{4} \times \left[\sum_{i=1}^{L} Q_{Lineloss}(i) + \sum_{q=1}^{N} Qd(q)\right] \quad (۱۱)$$

$$P_{DG}^{min} \le P_{DG}(i) \le P_{DG}^{max} \quad (۱۲)$$

$$Q_{DG}^{min} \le Q_{DG}(i) \le Q_{DG}^{max} \quad (۱۳)$$

- **محدودیت ظرفیت خط**

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

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

توان مختلط از طریق هر خط باید کمتر از مقدار نامی آن باشد که با معادله (۱۴) بدست می‌آید.

$$S_{Li} \le S_{Li(rated)} \quad (۱۴)$$

مدل‌های DG در مرجع [23] ارائه شده است.

۲-۱-۳- روش‌های پخش‌بار شبکه‌های شعاعی

بطور کلی روش‌های متداول پخش بارشبکه‌های توزیع به سه دسته روش‌های مبتنی بر تکنیک نیوتن رافسون، روش‌های مبتنی بر تکنیک گوس و روش‌های دینامیکی (جاروی پس‌رو/پیش‌رو) تقسیم می‌شوند. در حضور تولیدپراکنده، روش‌های متداول پخش‌بار برای سیستم توزیع دیگر کارایی ندارد و لازم است در این روش‌ها تغییراتی حاصل شود تا DGها که عموماً در شبکه توزیع بصورت گره‌های PQ یا PV مدل می‌شوند در محاسبات وارد شوند.

روش جاروی پس‌رو/ پیش‌رو به دلیل سرعت بالا و نیاز به حافظه کامپیوتری اندک و همچنین ویژگی همگرایی خوبشان بطور وسیعی در محاسبات پخش بار شبکه‌های توزیع استفاده شده‌اند. در این مقاله نیز از پخش بار جاروی پس‌رو/ پیش‌رو در برنامه شبیه‌سازی کامپیوتری استفاده شده است.

همچنین قیود مسئله در فضای جستجو پیاده‌سازی شده‌اند.

۳- بررسی الگوریتم بهینه‌سازی بازار بورس

الگوریتم بازار بورس (EMA[5]) یک الگوریتم قوی، مقاوم و کارآمد جهت استخراج نقطه بهینه جهانی مسائل بهینه‌سازی می‌باشد. این الگوریتم بهینه‌سازی در سال ۲۰۱۴ توسط ناصر قربانی و ابراهیم بابائی با الهام از هوش انسان و نحوه داد و ستد سهام در بازار بورس معرفی شده است. بررسی عملکرد افراد نخبه بازار بورس موجب شکل‌گیری الگوریتم بازار بورس شده است. نحوه عملکرد افراد موفق بازار بورس در حالت بازار بدون نوسان و بازار با نوسان متفاوت است. در این الگوریتم فرض بر این است که در هر تکرار دو حالت متفاوت بازاری وجود دارد. رفتار نخبگان بازار بورس در حالتی که ارزش دارایی آنها زیاد، متوسط و کم است مورد ارزیابی قرار گرفته و از آن خصوصیات در الگوریتم بازار بورس استفاده شده است. در EMA در هر تکرار دو حالت بازاری وجود دارد و بعد از هر حالت بازاری برازندگی افراد مورد بررسی قرار گرفته و افراد بر اساس ارزش دارایی‌های خود مرتب می‌گردند. بعد از پایان هر حالت بازاری نفرات ابتدائی، میانی و انتهایی جمعیت با نام افراد گروه یک، دو و سه شناخته می‌شوند. افراد گروه یک در کلیه تکرارها تمایلی به انجام داد و ستد نداشته و افراد گروه دو و سه با روابط جداگانه اقدام به داد و ستد سهام می‌نمایند. در بازار بدون نوسان الگوریتم وظیفه جذب افراد به سمت فرد نخبه و در حالت بازار با نوسان الگوریتم وظیفه جستجو را دارد. با توجه به موارد اشاره شده این الگوریتم در حالت بازار بدون نوسان و حالت با نوسان دارای دو اپراتور جذب‌کننده (افراد گروه دوم و گروه سوم) و دو اپراتور جستجوگر می‌باشد که باعث می‌گردد تولید و ساماندهی اعداد تصادفی در EMA به بهترین شکل ممکن انجام شود، که منجر به توان بالا در استخراج نقطه بهینه جهانی می‌شود[17].

۳-۱- بازار بورس تحت شرایط متعادل

در این بخش، بازار در حالت نرمال قرار دارد و سهامداران در تلاش هستند بدون انجام خطرات غیربازاری با استفاده از تجربیات سهامداران موفق و بررسی شرایط موجود ضمن جذب افراد به سمت فرد نخبه نقاط مجاور نقطه بهینه را نیز جستجو نمایند. در این بخش هر شخص با توجه به تعداد سهام‌های خود از هر نوع سهام و با توجه به تابع برازندگی رتبه‌بندی می‌شوند و در سه گروه قرار می‌گیرند[17].

۳-۱-۱- گروه اول: سهامدارانی با رتبه بالا

این گروه از افراد بالاترین رتبه‌های بازار را تشکیل می‌دهند و سهام خود را با هرگونه خطر و تجارت تغییر نمی‌دهند تا رتبه خود را در جمعیت حفظ کنند. این افراد ۱۰ تا ۳۰ درصد از کل جمعیت را تشکیل می‌دهند.

۳-۱-۲- گروه دوم: سهامداران با رتبه متوسط

این گروه، افراد متوسط را تشکیل می‌دهد و افراد این گروه مسئول جستجوی دقیق‌ترین نقطه بهینه در مسائل بهینه‌سازی هستند. این گروه از سهامداران ۲۰ تا ۵۰ درصد از افراد بازاربورس را تشکیل می‌دهند. افراد این گروه از تجارب افراد موفق استفاده می‌کنند و کمترین ریسک را در تغییر سهام‌های خود استفاده می‌کنند و به صورت هوشمندانه از اختلاف مقادیر سهام‌های افراد گروه یک استفاده می‌کنند. در این بخش مقایسه حداقل بین دو سهامدار صورت می‌گیرد. افراد گروه دوم، مقادیر سهام خود را از هر نوع بر اساس رابطه (۱۵) تغییر داده تا مزایای بیشتری بدست آورند:

$$pop_j^{group(2)} = r \times pop_{1,i}^{group(1)} + (1-r) \times pop_{2,i}^{group(1)} \quad (۱۵)$$
$$i = 1,2,3,\dots,n_i \ \ and \ \ j = 1,2,3,\dots,n_j$$

که در آن n_i، iامین نفر از گروه اول است، n_j، jامین نفر از گروه دوم می‌باشد و r یک عدد تصادفی در بازه [0,1] است. $POP_{1,i}^{group(1)}$ و $POP_{2,i}^{group(1)}$ iامین شخص از گروه اول است و $POP_j^{group(2)}$ jامین شخص از گروه دوم است.

۳-۱-۳- گروه سوم: سهامداران با رتبه ضعیف

این گروه ازافراد، نفرات انتهایی جمعیت سهامداران را تشکیل می‌دهند. افراد در این گروه نسبت به گروه دوم برازندگی کمتری دارند.

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

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

سپس برای، بدست‌آوردن مزایای بیشتر آنها سهام مشابه گروه اول را با ریسک بالاتر در مقایسه با گروه دوم انتخاب می‌کنند. ریسک افراد این گروه در مقایسه با گروه دوم بیشتر است، به همین دلیل بهتر است به جای ضریب ۱ از ضریب 2×rand که مقدار متوسط آن برابر با ۱ است استفاده شود. با توجه به مطالب گفته شده، افراد این گروه مقادیر سهام‌های خود از هر نوع را با توجه به رابطه (17) برای بدست آوردن مزایای بیشتر تغییر می‌دهند:

$$S_k = 2 \times r_1 \times \left(pop_{i,1}^{group(1)} - pop_k^{group(3)}\right) + 2 \times r_2 \times \left(pop_{i,2}^{group(1)} - pop_k^{group(3)}\right) \quad (۱۶)$$

$$pop_k^{group(3),new} = pop_k^{group(3)} + 0.8 \times S_k \quad k = 1,2,3,\dots,n_k \quad (۱۷)$$

که r_1 و r_2 اعداد تصادفی در بازه [0,1] و n_k، nامین نفر از گروه سوم است. $POP_k^{group(3)}$، kامین نفر از گروه سوم است و S_k تغییرات سهام نفر kام گروه سوم است. اعضای این گروه در واقع نقاط بهینه در اطراف نقطه بهینه را در محدوده وسیع‌تر نسبت به اعضای گروه دوم جستجو می‌کنند. این‌گروه شامل۲۰ تا۵۰ درصد از کل جمعیت بازار است.

۳-۲- بازار بورس در حالت نوسان

گاهی اوقات بازار سهام به دلیل رفتارهای سیاسی و اقتصادی سازمان-های مالی یا کشورهای عضو، در حالت نوسان قرار می‌گیرد. در این شرایط، پس از ارزیابی مجدد برازندگی سهامداران و رتبه‌بندی افراد در گروه‌ها، سهامداران برای رسیدن به حداکثر سود ممکن و رسیدن به رتبه‌بندی بالای بازار اقدام به داد و ستد سهام می‌نمایند. در این حالت از لحاظ برازندگی افراد به سه گروه طبقه‌بندی می‌شوند[17].

۳-۲-۱- گروه اول: سهامداران با رتبه‌های بالا

این بخش از جمعیت، اعضای نخبه بازار بورس یا همان بهترین پاسخ-های مسئله بهینه‌سازی را تشکیل می‌دهند که تمایلی به انجام داد و ستد سهام‌های خود نداشته و سعی در حفظ رتبه خود دارند. این گروه ۱۰ تا ۳۰ درصد از کل جمعیت بازار را تشکیل می‌دهند.

۳-۲-۲- گروه دوم: سهامداران با رتبه متوسط

این اعضا سعی می‌کنند با تغییر مقدار سهام خود، بهترین هزینه را پیدا کنند. در این گروه، مجموع سهم اعضا ثابت است و فقط بخشی از مقدار سهام‌ها از هر نوع، افزایش و مقدار برخی دیگر از آنها کاهش می‌یابد به طوری که در نهایت مقدار کل سهام‌های هر فرد تغییر نمی-کند. در ابتدا تعدادی برخی از سهام‌های هر فرد به شرح زیر افزایش می‌یابد:

$$\Delta n_{t1} = n_{t1} - \delta + \left(2 \times r \times \mu \times \eta_1\right) \quad (۱۸)$$

$$\mu = \frac{t_{pop}}{n_{pop}}. \quad (۱۹)$$

$$n_{t1} = \sum_{y=1}^{n} |s_{ty}|, \quad y = 1,2,3,\dots,n \quad (۲۰)$$

$$\eta_1 = n_{t1} \times g_1 \quad (۲۱)$$

$$g_1^k = g_{1,max} - \frac{g_{1,max} - g_{1,min}}{iter_{max}} \times k \quad (۲۲)$$

که در آن Δ_{nt1} مقدار سهامی است که باید به طور تصادفی برای برخی از سهام‌ها اضافه شود، n_{t1} مجموع سهام‌های فرد tام قبل از اعمال تغییرات سهام‌ها است. s_{ty} سهام yام فرد tام است،δ اطلاعات بازار بورس است. r یک عدد تصادفی در بازه [0,1] می‌باشد. n_1 سطح ریسک مربوط به هر فرد گروه دوم است، t_{pop} شماره tامین فرد در بازار بورس است. n_{pop} شماره آخرین نفر در بازار بورس می‌باشد، μ ضریب ثابت برای هر شخص بوده و g_1 نیز مقدار ریسک معمول بازار است که با افزایش تکرار مقدار آن کاهش می‌یابد. $iter_{max}$ شماره آخرین تکرار برنامه بوده و k شماره تکرار برنامه است. $g_{1,max}$ و $g_{1,min}$ به ترتیب حداکثر و حداقل مقدار ریسک را در بازار نشان می-دهد.

در حالتی که نیاز به استفاده از ضریب جریمه در مسئله بهینه-سازی نیست $\delta = n_{t1}$ می‌باشد. در قسمت دوم این بخش لازم است هر شخص به مقداری که سهام اضافی خریداری نموده به همان مقدار نیز برخی از سهام‌های خود را از هر نوع را به صورت تصادفی بفروشد تا مجموع سهام‌های هر فرد بدون تغییر باقی بماند. در این قسمت لازم است هر فرد در کل به مقدار Δ_{nt2} مجموع سهام‌های خود را کاهش دهد. در این حالت مقدار Δ_{nt2} هر شخص برابراست با:

$$\Delta n_{t2} = n_{t2} - \delta \quad (۲۳)$$

که در آن Δn_{t2} مقدار سهامی است که باید هر فرد به آن اندازه سهام بفروشد و n_{t2} مقدار مجموع سهام‌های فرد tام بعد از اعمال تغییرات در سهام است.

۳-۲-۳- گروه سوم: سهامداران با رتبه‌های پایین

درصد ریسک این افراد در این گروه متفاوت بوده و با کاهش رتبه آنها از لحاظ برازندگی مقدار این ریسک افزایش می‌یابد. در این بخش، برخلاف گروه دو مجموع تعداد سهام‌های افراد با انجام داد و ستد تغییر می‌کند. به بیان دیگر در این بخش هر فرد مقداری سهام خرید و یا فروش می‌نماید. سهامداران این گروه برخی از سهام‌های خود را به شرح زیر تغییر می‌دهند:

$$\Delta n_{t3} = (4 \times r_s \times \mu \times \eta_2) \quad (۲۴)$$

$$r_s = (0.5 - rand) \quad (۲۵)$$

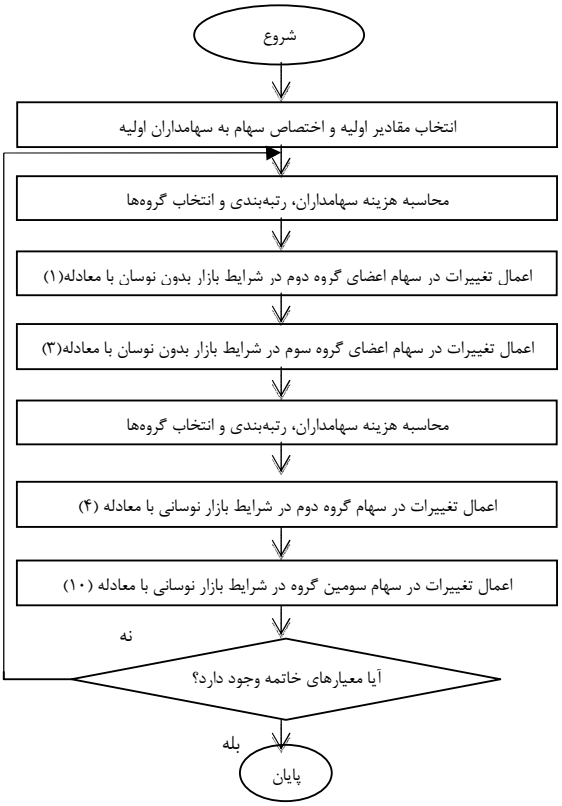
$$\eta_2 = n_{t1} \times g_2 \quad (۲۶)$$

$$g_1^k = g_{1,max} - \frac{g_{1,max} - g_{1,min}}{iter_{max}} \times k \quad (۲۷)$$

که در آن Δ_{nt3} مقدار سهامی است که باید به صورت تصادفی در سهام‌های هر عضو از گروه سه اعمال گردد. r_s عدد تصادفی در بازه [-0/5,0/5] می‌باشد و η_2 ضریب ریسک مربوط به هر فرد از گروه سوم است. g_2 ریسک متغیر بازار در گروه سوم است و μ ضریب افزایش ریسک است و باعث می‌شود سهامداران با رتبه‌های پایین از لحاظ تابع

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016
[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

برازندگی ریسک بیشتری در مقایسه با رقبای موفق‌تر برای افزایش دارایی خود داشته باشند. در این بخش، اعضا با تغییر در تعداد کل سهام‌های خود به صورت تصادفی بخشی از سهام‌های خود را خرید یا فروش می‌نمایند.



شکل (۱): بلوک دیاگرام الگوریتم بازار بورس[17]

۳-۳- پیاده‌سازی الگوریتم بازار بورس در جایابی منابع تولیدپراکنده

گام اول: انتخاب مقادیراولیه: تعداد سهامداران هر سه گروه۱۰۰ نفر می‌باشند و انتخاب سهام بعنوان متغیر (مکان و اندازه منابع تولید پراکنده).

گام دوم: تعیین گروه اول، سهامداران با تابع برازندگی بالا: شین‌هایی که در آنها با نصب DG دارای بار، و تلفات کم می‌باشند.

گام سوم: محاسبه سهام سهامداران: میزان بار مصرفی و تولیدی هر شین و رتبه‌بندی بر اساس تابع هدف، که همان تلفات توان اکتیو، پروفیل ولتاژ و پایداری ولتاژ در هرشین می‌باشد.

گام چهارم: اعمال تغییرات در سهام‌های نفرات گروه دوم در حالت بازار بدون نوسان: مقدار بار برخی از شین‌هایی که بعد از نصبDG ، دارای تلفات و افت ولتاژ و پایداری متوسط می‌باشد پس از مقایسه مقدار بار آنها با شین‌های دیگر با توجه به وجود و عدم وجود DG تغییر می‌کند و سپس با انجام پخش بار تابع هدف را برای هر شین محاسبه نموده و رتبه‌بندی می‌شوند.

گام پنجم: اعمال تغییرات در سهام‌های نفرات گروه سوم در حالت بازار بدون نوسان: این بار، مقدار بار شین‌هایی که دارای تلفات و افت ولتاژ و عدم پایداری زیاد می‌باشند با توجه به وجود و عدم وجود DG به مقدار بیشتری تغییر می‌کند و سپس با انجام پخش بار تابع هدف را برای هر شین محاسبه نموده و رتبه‌بندی می‌شوند.

گام ششم: بررسی مجدد برازندگی سهامدارن و رتبه‌بندی آنها: محاسبه مجدد تابع هدف برای هر شین و رتبه‌بندی آنها.

گام هفتم: داد و ستد در سهام‌های نفرات گروه دوم در حالت نوسان بازار: در این بخش مقدار بار شین‌ها ثابت بوده و تنها مقدار بار برخی از شین‌ها، که دارای تلفات و افت ولتاژ و پایداری متوسط می‌باشند، افزایش و مقدار برخی دیگر از آنها کاهش می‌یابد به نحوی که در انتها مجموع مقدار بار هر شین تغییر نمی‌کند و سپس با انجام پخش بار تابع هدف را برای هر شین محاسبه نموده و رتبه‌بندی می‌شوند.

گام هشتم: داد یا ستد سهام در نفرات گروه سوم در حالت بازار نوسانی: این بار، مقدار بار این شین‌ها دارای تلفات و افت ولتاژ و عدم پایداری زیاد به مقدار بیشتری تغییر می‌کند و سپس با انجام پخش بار تابع هدف را برای هر شین محاسبه نموده و رتبه‌بندی می‌شوند.

گام نهم: تا زمانی که شرایط اتمام برنامه برآورده نشده (تعیین مکان و اندازه بهینه منابع تولید) برنامه از گام دوم مجدداً شروع می‌شود.

۴- سیستم مورد مطالعه

الگوریتم بازار بورس برای سیستم توزیع ۶۹ شینه مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج حاصل از سیستم توزیع شعاعی ۶۹ شینه در جزئیات زیر داده می‌شود. الگوریتم EMA در محیط نرم افزار MATLAB پیاده‌سازی شده است.

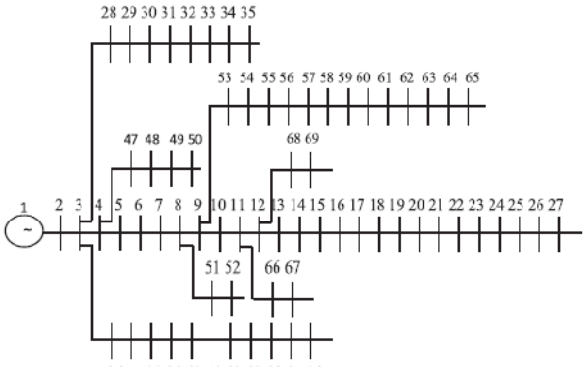
۴-۱- سیستم ۶۹ شینه استاندارد

سیستم آزمایش شده از طریق الگوریتم بازار بورس، سیستم ۶۹ شینه است. شکل (۲) نمودار سیستم را نشان می‌دهد که شامل فیدرهای اصلی و هفت شاخه است. این سیستم دارای بار کل ۳۸۰۰ کیلووات و ۲۶۹۰ کیلووار و سطح ولتاژ ۱۲/۶ کیلوولت است. داده‌های سیستم در مرجع [24] ارائه شده است. برتری روش پیشنهادی برای حل مسئله مکان و اندازه DG در مقایسه با نتایج حاصل شده درمراجع [21,25-34] تأیید می‌شود.

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

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

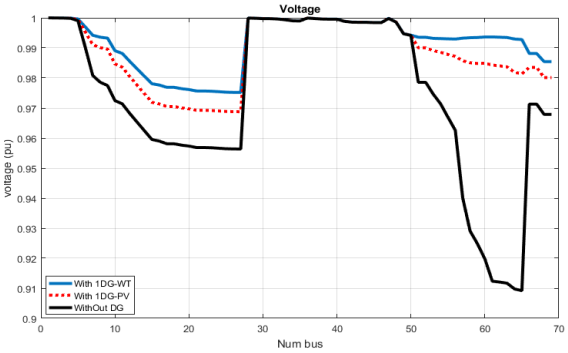
[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]



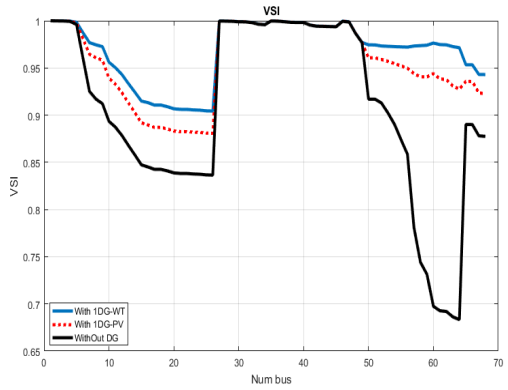
شکل (۲): دیاگرام خطی سیستم ۶۹ شینه

۴-۱-۱- بهینه‌سازی با یک DG

بعد از نصب یک DG، مکان و اندازه بهینه با استفاده از الگوریتم EMA بدست می‌آید. در جدول (۱) خلاصه‌ای از نتایج توسعه یافته برای نصب یک و دو DG ارائه شده است. شین شماره ۶۱ بهترین مکان برای نصب DG با اندازه 1/9445 مگاوات برای نوع PV است. تلفات توان اکتیو کل به 60/032 کیلووات کاهش می‌یابد. حداقل ولتاژ از ۰/۹۱۰۲p.u به ۰/۹۶۸۷p.u افزایش می‌یابد. همچنین در مقایسه با [21,25-31,33,34] الگوریتم مورد استفاده نتایج بهتری در رابطه با تلفات توان، درصد کاهش توان ارائه می‌دهد که در جدول (۲) نشان داده شده است. علاوه بر این اثرات نصب DG بر روی پروفیل ولتاژ و شاخص پایداری ولتاژ به ترتیب در شکل‌های (۳) و (۴) نشان داده شده است. برای نوع توربین بادی، شین شماره ۶۱ بهترین مکان برای نصبDG با اندازه ۱/۴۲۰۱مگاوات است. تلفات توان به ۲۲/۲۳۴ کیلووات کاهش می‌یابد. بنابراین، الگوریتم مورد استفاده فراتر از GA,CSA,SGA,PSO و BB_BC را در کاهش تلفات، تخمین می‌زند. علاوه براین، نوع WT[6] طراحی شده نتایج بهتر نسبت به نوع PV[7] را از نظر پروفیل ولتاژ و شاخص پایداری ولتاژ نشان می‌دهد که در شکل-های (۳) و (۴) نشان داده شده است. علاوه براین تلفات توان کل در مورد WT به دلیل تولید توان راکتیو دردسترس بیشتر کاهش می‌یابد.

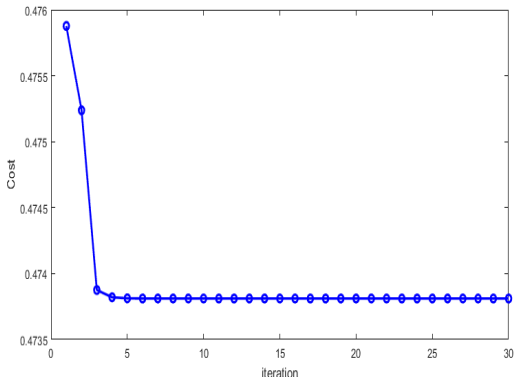


شکل (۳): تأثیر نصب یک تولید پراکنده بر ولتاژ در سیستم ۶۹ شینه



شکل (۴): تأثیر نصب یک تولید پراکنده بر شاخص پایداری ولتاژ در سیستم ۶۹ شینه

ویژگی همگرایی پس از نصب و راه اندازی تولیدپراکنده برای سیستم ۶۹ شینه با یک DG توسط الگوریتم بازار بورس به دست آمده است که در شکل (۵) نشان داده شده است.



شکل (۵): منحنی همگرایی برای سیستم ۶۹ شینه با یک DG

۴-۱-۲- بهینه‌سازی با دو DG

برای نصب دو DG، مکان و اندازه بهینه با استفاده از EMA مطابق جدول (۱) ارائه شده است. برای نوع PV، شین شماره ۱۷ و ۶۱ بهترین مکان برای نصب DG است که به ترتیب با اندازه ۰/۵۴۸ مگاوات و ۲/۰۲۹۸ مگاوات است. تلفات توان به ۵۳/۱۷۳ کیلووات کاهش می‌یابد. همچنین در مقایسه با [27,30-33] الگوریتم مورد استفاده نتایج بهتری در رابطه با تلفات توان، درصد کاهش توان را نشان می‌دهد که در جدول (۳) نشان داده شده است.

علاوه بر این اثرات نصب DG بر روی پروفیل ولتاژ و شاخص پایداری ولتاژ به ترتیب در شکل‌های (۶) و (۷) نشان داده شده است.

تلفات توان به ۱۹/۶۹۳ کیلووات کاهش می‌یابد. بنابراین الگوریتم مورد استفاده بهتر از CSA,SGA,PSO در کاهش تلفات عمل می‌کند.

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

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

جدول (۱): نتایج برای سیستم ۶۹ شینه

آیتم‌ها	بدون DG	با DG (KVA)			
		یک DG		دو DG	
		فتوولتائیک	بادی	فتوولتائیک	بادی
تلفات کل (کیلووات)	۲۲۴/۹۴	۶۰/۰۳۲	۲۲/۲۳۴	۵۳/۱۷۳	۱۹/۶۹۳
کاهش تلفات	-	٪۷۳/۳۱۲	٪۹۰/۱۱۶	٪۷۶/۳۶۲	٪۹۱/۲۴۶
کمترین ولتاژ	۰/۹۱۰۲	۰/۹۶۸۷	۰/۹۷۵۱	۰/۹۸۷۵	۰/۹۹۲۶
بیشترین ولتاژ	۱	۱	۱	۱	۱
ظرفیت DG(کیلووات)	-	۱۹۴۴/۵۶	۱۴۲۰/۱۱	۵۴۸/۰۵	۴۶۰/۲۵
محل DG		شین ۶۱	شین ۶۱	شین ۱۷	شین ۱۸
				۲۰۲۹/۸۸	۱۳۳۶/۲۳
				شین ۶۱	شین ۶۱
VSI	۶۱/۲۳۷۹	۶۴/۷۷۷	۶۵/۷۹۴	۶۶/۴۱۳	۶۶/۹۳۲
هزینه تلفات ($)	۱۱۸۲۲۸/۴۶	۳۱۵۵۲/۸۲	۱۱۶۸۶/۱۹	۲۷۹۴۷/۷۳	۱۰۳۵۰/۶۴
ذخیره سازی($/year)	-	۸۶۶۷۵/۶۴	۱۰۶۵۴۲/۲۷	۹۰۲۸۰/۷۳	۱۰۷۸۷۷/۸۲

جدول (۲): نتایج برای نصب یک تولید پراکنده در سیستم ۶۹ شینه

نوع DG	روش	نصب DG		تلفات توان	
		اندازه(KVA)	شین	مقدار(KW)	درصدکاهش
-	بدون	-	-	۲۲۴/۹۴	-
PV	**EMA**	**۱۹۴۴/۵**	**۶۱**	**۶۰/۰۳۲**	**۷۳/۳۱۲**
	ABC[۲۵]	۱۹۰۰	۶۱	۸۳/۳۱	۶۲/۹۶
	GA[۲۱]	۱۸۷۲	۶۱	۸۳/۱۸	۶۳/۰۲
	Analytical[۲۶]	۱۸۱۰	۶۱	۸۱/۴۴	۶۳/۷۹
	Analytical[۲۹]	۱۸۰۷/۸	۶۱	۹۲	۵۹/۱
	Grid search[۲۹]	۱۸۷۶/۱	۶۱	۸۳	۶۳/۱
	GA[۳۱]	۱۷۹۴	۶۱	۸۳/۴۲۵۲	۶۲/۹۱
	PSO[۳۴]	۱۳۳۷/۸	۶۱	۸۳/۲۰۶	۶۳/۰۱
	CSA[۳۳]	۲۰۰۰	۶۱	۸۳/۸	۶۲/۷۴
	SGA[۳۳]	۲۳۰۰	۶۱	۸۹/۴	۶۰/۳
	PSO[۳۳]	۲۰۰۰	۶۱	۸۳/۸	۶۲/۷۵
	MTLBO[۳۰]	۱۸۱۹/۶۹۱	۶۱	۸۳/۳۲۳	۶۲/۹۵
	BB-BC[۲۸]	۱۸۷۲/۵	۶۱	۸۳/۲۲۴۶	۶۳
	ALOA[۲۷]	۱۸۰۰	۶۱	۸۱/۷۷۶	۶۳/۶۴۵
WT	**EMA**	**۱۴۲۰/۱**	**۶۱**	**۲۲/۲۳۴**	**۹۰/۱۱۶**
	GA[۲۱]	۲۱۵۵/۶	۶۱	۳۸/۴۵۸	۸۲/۹
	CSA[۳۳]	۲۳۰۰	۶۱	۵۲/۶	۷۶/۶
	SGA[۳۳]	۲۶۰۰	۶۱	۶۴/۴	۷۱/۳۷
	PSO[۳۳]	۲۳۰۰	۶۱	۵۲/۶	۷۶/۶
	BB-BC[۲۸]	۲۲۲۳	۶۱	۲۳/۱۷۳۷	۸۹/۶۹۷
	ALOA[۲۷]	۲۲۲۷/۹	۶۱	۲۳/۱۶۲۲	۸۹/۷۰۳

علاوه براین، نوع WT طراحی شده نتایج بهتر نسبت به نوع PV را از نظر پروفیل ولتاژ و شاخص پایداری ولتاژ نشان می‌دهد که در شکل-های (۶) و (۷) نشان داده شده است. قابلیت توان راکتیوWT تأثیر قابل توجهی در کاهش تلفات توان و بهبود پروفیل ولتاژ دارد. علاوه بر این کاهش تلفات توان کل در نوع WT بیشتر از نوع PV به علت تولید توان راکتیو تزریقی است.

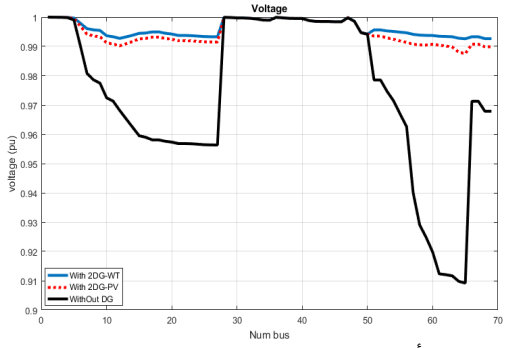
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

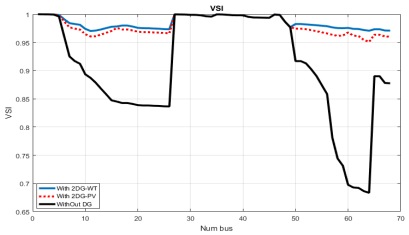
[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

جدول (۳): نتایج برای نصب دو تولید پراکنده در سیستم ۶۹ شینه

نوع DG	روش	نصب DG		تلفات توان	
		اندازه(KVA)	شین	مقدار(KW)	درصدکاهش
-	بدون	-	-	۲۲۴/۹۴	-
PV	**EMA**	**۵۴۸/۰۵**	**۱۷**	**۵۳/۱۷۳**	**۷۶/۳۶۲**
		۲۰۲۹/۸۸	**۶۱**		
	GA[۳۲]	۱۷۷۷	۶۱	۷۱/۷۹۱۲	۶۸/۰۸
		۵۵۵	۱۱		
	GA[۳۱]	۶	۱	۸۴/۲۳۳	۶۲/۵۵
		۱۷۹۴	۶۲		
	CSA[۳۳]	۶۰۰	۲۲	۷۶/۴	۶۶
		۲۱۰۰	۶۱		
	SGA[۳۳]	۱۰۰۰	۱۷	۸۲/۹	۶۳/۱
		۲۴۰۰	۶۱		
	PSO[۳۳]	۷۰۰	۱۴	۷۸/۸	۶۴/۹۷
		۲۱۰۰	۶۲		
	MTLBO[۳۰]	۵۱۹/۷۰۵	۱۷	۷۱/۷۷۶	۶۸/۰۹
		۱۷۳۲/۰۰۴	۶۱		
	ALOA[۲۷]	۵۳۸/۷۷۷	۱۷	۷۰/۷۵۰	۶۸/۵۴۷
		۱۷۰۰	۶۱		
WT	**EMA**	**۴۶۰/۲۵**	**۱۸**	**۱۹/۶۹۳**	**۹۱/۲۴۶**
		۱۳۳۶/۲۳	**۶۱**		
	CSA[۳۳]	۸۰۰	۱۸	۳۹/۹	۸۲/۲۶
		۲۰۰۰	۶۱		
	SGA[۳۳]	۶۰۰	۱۸	۴۴	۸۰/۴
		۲۳۰۰	۶۲		
	PSO[۳۳]	۹۰۰	۱۸	۴۲/۴	۸۱/۱۵
		۱۹۰۰	۶۲		
	ALOA[۲۷]	۷۲۶/۶۲۷	۱۷	۲۰/۹۳۴۲	۹۰/۶۹
		۱۵۰۰	۶۱		

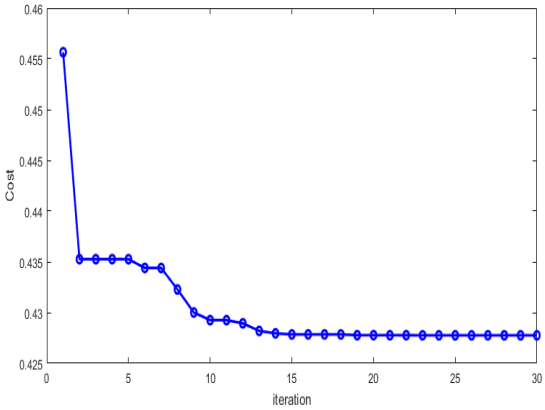


شکل (۶): تأثیر نصب دو تولید پراکنده بر ولتاژ در سیستم ۶۹ شینه



شکل (۷): تأثیر نصب دو تولید پراکنده بر شاخص پایداری ولتاژ در سیستم ۶۹ شینه

ویژگی همگرایی پس از نصب و راه اندازی تولیدپراکنده برای سیستم ۶۹ شینه با دو DG توسط الگوریتم بازار بورس به دست آمده است که در شکل (۸) نشان داده شده است.



شکل (۸): منحنی همگرایی برای سیستم ۶۹ شینه با دو DG

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

۴-۲- تأثیربار متغیر

بار ثابت در طول سال یک مورد فرضی است. مشخصات بار تحت تأثیر تغییرات فصلی و زمانی است. به منظور تقلید این اثر، بار در کل سال به عنوان ترکیبی از ۳ سطح بار از دوره‌های مختلف در جدول (۴) ارائه شده است. الگوریتم بازار بورس اندازه‌های بهینه DG را برای سطوح مختلف بار پیدا می‌کند. مقادیر تلفات، DG نصب شده و حداقل و حداکثر پروفیل‌های ولتاژ برای سیستم ۶۹ شینه در جدول (۵) با بارهای متغیر نمایش داده می‌شود. دیده می‌شود که تلفات در بارهای مختلف کاهش می‌یابد زیرا تعداد مکان‌ها افزایش می‌یابد. علاوه براین، حداقل و حداکثر ولتاژها هم بهبود یافته‌اند.

جدول (۴): مدت سطوح بارهای مختلف

سطح بار		L_2 (مورد پایه)	
سطح	۰/۶۲۵	۱	۱/۲۵
مدت زمان (ساعت)	۱۰۰۰	۶۷۶۰	۱۰۰۰

جدول (۵): جایابی بهینه واحدهای PV در بارهای مختلف برای سیستم ۶۹ شینه

حداکثر ولتاژ	حدقل ولتاژ	تلفات(KW)	اندازهDG در شین (کیلووات)		مقدار بار	تعداد واحدهای PV
			۱۷	۶۱		
۱	۰/۹۸۵	۲۹/۹	-	۷۴۲/۳	۲۳۷۵ کیلووات ۱۶۸۱ کیلووار	
۱	۰/۹۶۸۷	۶۰/۰۳	-	۱۹۴۴/۵	۳۸۰۰ کیلووات ۲۶۹۰ کیلووار	یک
۱	۰/۹۶۰۹	۱۰۱/۶	-	۲۴۸۸/۵	۴۷۵۰ کیلووات ۳۳۶۲ کیلووار	
۱	۰/۹۸۹	۱۸/۷۹	۲۰۹/۵	۷۴۷/۳	۲۳۷۵ کیلووات ۱۶۸۱ کیلووار	
۱	۰/۹۸۷۵	۵۳/۱۷	۵۴۷/۸	۲۰۳۰/۲	۳۸۰۰ کیلووات ۲۶۹۰ کیلووار	دو
۱	۰/۹۹۲۹	۸۸/۹۶	۲۵۰۰	۷۲۳/۱	۴۷۵۰ کیلووات ۳۳۶۲ کیلووار	

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله، الگوریتم بهینه‌سازی بازار بورس به منظور مکان‌یابی و تعیین اندازه بهینه تولیدات پراکنده بر اساس منابع تجدیدپذیر در سیستم توزیع با هدف کاهش تلفات توان و بهبود پروفیل ولتاژ و بهبود شاخص پایداری ولتاژ (VSI) به خوبی اجرا شده است. الگوریتم بازار بورس از هوش انسان و روش معاملات سهام در بازار بورس الهام گرفته شده است. در الگوریتم بازار بورس دو حالت متفاوت وجود دارد. در حالت اول، نوسان در بازار وجود ندارد، در حالیکه در حالت دوم، بازار نوسان دارد. قابل توجه است که در انتهای هر حالت، ریزش افراد ارزیابی می‌شود. برای حالت اول، وظیفه الگوریتم این است که افراد را به سوی نفرات موفق جذب کنیم، در حالی که در مورد دوم الگوریتم به دنبال نقاط بهینه است. الگوریتم مورد استفاده با در نظر گرفتن تابع هدف و قیود مسئله با استفاده از نرم افزار MATLAB بر روی سیستم توزیع ۶۹ شینه استاندارد IEEE شبیه‌سازی شده و مورد بررسی قرار گرفت. اثر بخشی روش پیشنهادی با استفاده از سیستم‌های تست مختلف روشن می‌شود.

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

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

نتایج بدست آمده با الگوریتم‌های دیگر مانند GA, PSO, CSA, SGA, BB-BC, ABC, ALOA و ... مقایسه شده است. از مقایسه نتایج، واضح است که الگوریتم مورد استفاده عملکرد قابل توجهی در رابطه با کاهش تلفات توان و بهبود پروفیل ولتاژ و بهبود شاخص پایداری ولتاژ داشته است. علاوه بر این الگوریتم بازار بورس می‌تواند برای تقاضای بار متغیر استفاده شود.

سپاسگزاری

با تشکر از اعضای هیئت علمی و معاونین و ریاست محترم دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول برای تأمین امکانات و تاسیسات زیر بنایی عالی و تشویق که این تحقیق را ممکن ساخته است.

مراجع

[1] T. Ackermann, G. Andersson, L. Soder, 2001, Distributed generation: a definition, Electr. Power Syst. Res.57 (3), 195-204.
[2] G. Pepermans, J. Driesen, D. Haeseldonckx, R. Belmans, W. D'Haeseleer, 2005, Distributed generation: definition, benefits and issue, Energy Policy 33 (6), 787-798.
[3] N. Mithulananthan, O. Than, L.V. Phu, 2004, Distributed generator placement in power distribution system using genetic algorithm to reduce losses, TIJSAT 9 (3), 55-62.
[4] P.S. Georgilakis, N.D. Hatziargyriou, 2013, Optimal distributed generation placement in power distribution networks: models, methods and future research, IEEE Trans. Power Syst.28 (3), 3420-3428.
[5] S.G. Naik, D.K. Khatod, M.P. Sharma, 2012, Planning and operation of distributed generation in distribution networks, Int. J. Emerg. Technol. Adv. Eng.2 (9), 381-388.
[6] T. Griffin, K. Tomsovic, D. Secrest, A. Law, 2000, Placement of dispersed generation systems for reduced losses, in: 33th Proceeding Hawaii Int. Conf. On System Sciences, pp. 1-9.
[7] N. Rezaei, M.R. Haghifam, 2008, Protection Scheme for A Distribution system with distributed generation using neural networks, Int. J. Electr. Power Energy Syst. 30 (4), 235-241.
[8] T.J. Hashim, A. Mohamed, 2013, Fuzzy logic based coordinated voltage control for distribution network with distributed generations, Int. J. Electr. Comput. Energetic, Electron. Commun. Eng. 7 (7), 369-374.
[9] A. Zangeneh, S. Jadid, A. Rahimi-Kian, 2011, A fuzzy environmental-technicaleconomic model for distributed generation planning, Energy 36 (5), 3437-3445.
[10] A. Elmitwally, 2013, A new algorithm for allocating multiple distributed generation units based on load centroid concept, Alex. Eng. J.52 (4), 655-663.
[11] A. Awad, T. El-Fouly, M. Salama, 2014, Optimal distributed generation allocation and load shedding for improving distribution system reliability, Electr. Power Compon. Syst.42 (6), 576-584.
[12] M. Gandomkar, M. Vakilian, M. Ehsan, 2005, A genetic based tabu search algorithm for optimal DG allocation in distribution networks, Electr. Power Compon. Syst. 33 (12), 1351-1362.
[13] M. Gandomkar, M. Vakilian, M. Ehsan, 2005, A combination of genetic algorithm and simulated annealing for optimal DG allocation in distribution networks, in: Proceedings of Canadian Conf. On Electrical and Computer Engineering, Saskatchewan, Canada, 1-4.
[14] C. Borges, D. Falc~ao, 2006, Optimal distributed generation allocation for reliability, losses, and voltage improvement, Int. J. Electr. Power Energy Syst. 28 (6), 413-420.
[15] M. Moradi, M. Abedini, 2012, A combination of genetic algorithm and particle Swarm optimization for optimal distributed generation location and sizing in distribution systems with fuzzy optimal theory, Int. J. Green Energy 9 (7), 641-660.
[16] A.A. Bagheri, A. Habibzadeh, S.M. Alizadeh, 2011, Comparison of the effect of combination of different DG types on loss reduction using APSO algorithm, Can. J. Electr. Electron. Eng.2, 468-474.
[17] Ghorbani. N, Babaei. E, 2014, "Exchange Market Algorithm", Applied Soft Computing, volume 19, pp. 177-187.
[18] Ghadimi. N, 2013, "A method for placement of distribution generation (DG) units using particle Swarm optimization", Int. J. Phys. Sci. 8 (27) 1417-1423.
[19] Moradi. M, Abedini. M, 2012, "A combination of genetic algorithm and particle Swarm optimization for optimal distributed generation location and sizing in distribution systems with fuzzy optimal theory", Int. J. Green Energy 9 (7), 641-660.
[20] Das. D, Kothari. D, Kalam. A, 1995, "Simple and efficient method for load flow solution of radial distribution network", Int. J. Electr. Power Energy Syst. 17 (5) 335-346.
[21] Hassan. A, Fahmy. F, Nafeh. A, Abuelmagd. M, 2015, "Genetic single objective optimization for sizing and allocation of renewable DG systems", Int. J. Sustain. Energy, http://dx.doi.org/10.1080/14786451.2015.1053393.
[22] Manafi. H, Ghadimi. N, Ojaroudi. M, Farhadi. P, 2013, "Optimal placement of distributed generations in radial distribution systems using various PSO and DE algorithms", Elektron. Ir. Elektrotechnika 19 (10) 53-57.
[23] Ali. E.S, Abd Elazim. S.M, Abdelaziz. A.Y, 2017, "Ant Lion Optimization Algorithm for optimal location and sizing of renewable distributed generations", Renewable Energy. 101, 1311-1324.
[24] Baran. M, Wu. F, 1989, "Optimal capacitor placement on radial distribution systems", IEEE Trans. Power Deliv. 4 (1), 725-734.
[25] Abu-Mouti. F.S, El-Hawary. M.E, 2011, "Optimal distributed generation allocation and sizing in distribution systems via artificial Bee colony algorithm", IEEE Trans. Power Deliv. 26 (4), 2090-2101.
[26] Acharya. N, Mahat. P, Mithulananthan. N, 2006, "An analytical approach for DG allocation in primary distribution network", Int. J. Electr. Power Energy Syst. 28, 669-678.
[27] Ali. E.S, Abd Elazim. S.M, Abdelaziz. A.Y, 2017, "Ant Lion Optimization Algorithm for optimal location and sizing of renewable distributed generations", Renewable Energy. 101, 1311-1324.
[28] Abdelaziz. A, Hegazy. Y, El-Khattam. W, Othman. M, 2015, "A multi-objective optimization for sizing and placement of voltage-controlled distributed generation using supervised Big Bang-Big Crunch method", Electr. Power Compon. Syst. 43 (1), 105-117.
[29] Gozel. T, Hocaoglu. M, 2009, "An analytical method for the sizing and siting of distributed generators in radial systems", Int. J. Electr. Power Syst. Res. 79, 912-918.
[30] García. J, Mena. A, 2013, "Optimal distributed generation location and size using a modified teaching-learning based optimization algorithm", Int. J. Electr. Power Energy Syst. 50, 65-75.
[31] Pisica. I, Bulac. C, Eremia. M, 2009, "Optimal distributed generation location and sizing using genetic algorithms", in: 15th Int. Conf. On Intelligent System Applications to Power Systems, ISAP '09, Curitiba, pp. 1-6.
[32] Shukla. T, Singh. S, Srinivasaraob. V, Naik. K, 2010, "Optimal sizing of distributed generation placed on radial distribution systems", Electr. Power Compon. Syst. 38 (3), 260-274.
[33] Tan. W, Hassan. M, Majid. M, Rahman. H, 2012, "Allocation and sizing of DG using cuckoo search algorithm", IEEE Int. Conf. Power Energy, 133-138.
[34] Wong. L.Y, Rahim. S.R.A, Sulaiman. M.H, Aliman. O, 2010, "Distributed generation installation using particle Swarm optimization", in: 4th Int. Conf. On Power Engineering and Optimization, 23-24, pp. 159-163. Shah Alam.

زیر نویس‌ها

۱ Distributed Generation
۲ Genetic Algorithm
۳ Particle Swarm Optimization
۴ Voltage Stability Index
5 Exchange Market Algorithm
6 Wind Turbine
7 Photovoltaic

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

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

رزومه



سعید بوذرجمهری متولد دزفول (۱۳۶۸). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق ـ قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول (۱۳۹۲)، و دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی برق ـ قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول (۱۳۹۶) می‌باشد. علاقه‌مندی ایشان در مورد بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت، تولیدات پراکنده و بهینه-سازی می‌باشد.



حسن براتی در دزفول متولد شده است (۱۳۴۸). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق- الکترونیک از دانشگاه صنعتی اصفهان(۱۳۷۱)، کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشگاه تبریز(۱۳۷۵) و دکتری مهندسی برق-قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد علوم وتحقیقات تهران(۱۳۸۷) سپری کرده است. فعالیت های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه ادوات FACTS، کیفیت توان، و بهره‌برداری از سیستم‌های قدرت است و در حال حاضر استادیار گروه برق دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول می‌باشد.

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

Exchange Market Optimization Algorithm for optimal location and sizing of renewable distributed generations

S. bouzarjmehri[1,*] , H. barati[2]

[1,*] MSc student, Electric Power Department, Faculty of Engineering, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran, S.bouzarjmehri@gmail.com
[2] Assistant Professor of Electrical Power, Faculty of Engineering, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran, barati216@gmail.com

Abstract

Since distribution networks incorporate a large share of the losses in power systems, reducing losses in these networks is one of the most important issues of global networks, including issues that have always been taken into consideration. There are several ways to reduce losses in distribution networks, one of which is the installation of distributed generation units. Renewable sources can supply a clean and smart solution to the increased demands. Thus, Photovoltaic (PV) and Wind Turbine (WT) are taken here as resources of Distributed Generation (DG). Location and sizing of distributed generation have affected largely on the system losses. In this article, Exchange Market Optimization Algorithm (EMA) is proposed for optimal location and sizing of DG based renewable sources for the ۶۹ buses distribution system. The exchange market algorithm on IEEE radial distribution system is simulated and studied using Matlab software and the results of the exchange market algorithm are compared with other algorithms. The results show the effectiveness of the exchange market algorithm in finding the optimal location and sizing of DG to reduce losses and improve the voltage profile.

[*] **Corresponding author:** S.bouzarjmehri@gmail.com

Keywords: Distributed Generation, Exchange Market Algorithm, Optimal placement, Voltage profiles, Loss reduction.

Please cite this article as:
S. bouzarjmehri, H. barati. Exchange Market Optimization Algorithm for optimal location and sizing of renewable distributed generations. Journal of Energy Conversion, Vol. 1, No. 4 (2016).

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1395.5.1.1.1]

Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 5 -No. 1- spring & summer 2016