بازآرایی و جایابی بهینه منابع تولید پراکنده (DGs) در شبکه توزیع در حضور شین کنترل ولتاژ از راه دور با استفاده از الگوریتم بازار بورس

پوریا درویشی*[۱]، حسن براتی[۲]

*۱- کارشناسی ارشد، گروه مهندسی برق و قدرت، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.
پست الکترونیکی: poriya.dar@gmail.com
۲- استادیار، گروه مهندسی برق و قدرت، دانشکده تحصیلات تکمیلی، دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول.
پست الکترونیکی: barati216@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۲/۱۵ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۴/۲۱

چکیده: از آنجایی که شبکه‌های توزیع، سهم بزرگی از تلفات در سیستم‌های قدرت را در بر می‌گیرند، کاهش تلفات در این شبکه‌ها یکی از مسائل اساسی در کاهش هزینه‌های شبکه های سراسری را شامل می‌شود. در این مقاله، بازآرایی شبکه توزیع را در حضور منابع تولید پراکنده (DGs) با توجه به دو نوع شین، یعنی شین P وشینPQV (باس کنترل ولتاژ شده از راه دور) ارائه شده است. شین 'P' تنها با مشخصات توان اکتیو نشان داده می‌شود در حالی که شین PQV شینی است که دامنه ولتاژ آن از راه دور با شین P کنترل می شود. یک روش ساده برای انتخاب شین "P" در یک شبکه توزیع برای کنترل دامنه ولتاژ شین "PQV" استفاده شده است. یک روش تحلیل حساسیت برای انتخاب شین‌ها برای جایابی DG ها با ضریب قدرت ۱ استفاده شده است. جایابی DG ها به دو روش: الف) قرار دادن ترتیبی ب) قرار دادن غیرترتیبی DG در یک شبکه توزیع است. تابع هدف برای بازآرایی شبکه در این مقاله کاهش تلفات توان است. الگوریتم بهینه‌سازی بازار بورس (EMA) برای تعیین اندازه بهینه (DGs) های سیستم‌های توزیع به دنبال بازآرایی شبکه استفاده شده است. الگوریتم بازار بورس یک الگوریتم قوی، کارآمد و مقاوم برای حل مسائل بهینه-سازی می‌باشد. این الگوریتم بهینه‌سازی از هوش انسان و نحوه داد و ستد سهام در بازار بورس الهام گرفته شده است. الگوریتم EMA بر روی سیستم توزیع شعاعی ۳۳ شینه IEEE با استفاده از نرم‌افزار MATLAB شبیه‌سازی و مورد مطالعه قرار گرفته است.

واژه‌های کلیدی: تولیدات پراکنده، بازآرایی شبکه، باس هایP وPQV ، الگوریتم بازار بورس، کاهش تلفات توان.

۱- مقدمه

با آزادسازی بازار برق، فرصتی بی‌پایان برای پخش شبکه های توزیع در دسترس است. این دوره با ادغام واحدهای تولید پراکنده (DG[1]) در شبکه توزیع آغاز شد. ساختار شعاعی غیرفعال از بین رفته است و شبکه‌ها با واحدهای DG فعال می‌شوند و پخش توان را در هر دو جهت می‌دهند. مزایای واحدهای DG این است که آنها می‌توانند از ولتاژ سیستم، کاهش تلفات سیستم، بهبود قابلیت اطمینان و امنیت، تراکم خطوط را کاهش داده و بروزرسانی سیستم را به تعویق بیندازد و تا حد ممکن حفظ کنند. DG می‌تواند به عنوان "تولید برق در شبکه-های توزیع یا در سمت مشتری شبکه" تعریف شود. ممکن است چهار نوع DG وجود داشته باشد: نوع ۱: تنها توان اکتیو را تزریق: می‌کند. نوع ۲: تنها توان راکتیو را تزریق می کند. نوع ۳: هر دوتوان اکتیو و راکتیو را تزریق می‌کند. نوع ۴: توان اکتیو را تزریق می‌کند، اما توان راکتیو را مصرف می‌کند. محققان از روش‌های مختلف برای جایابی DG در شبکه‌های توزیع استفاده کرده‌اند[2]. بازآرایی شبکه توزیع را

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

می توان با باز کردن / بستن سوئیچ‌های اتصال (حالت عادی باز) شبکه تغییر داد. مزایای استفاده از این تکنیک کاهش تلفات توان اکتیو و افزایش قابلیت اطمینان سیستم و همچنین کیفیت توان می‌باشد. در حین اجرای این روش، شبکه شعاعی باید مطابق با الزامات رله حفاظتی حفظ شود. مسئله رسیدن به کاهش تلفات توان اکتیو با تغییر ساختار شبکه (حفظ ساختار شعاعی شبکه در همان زمان) علاقه زیادی به تحقیق در این زمینه دریافت کرده است[1] .

ابتدا مرلین و بک [3] با کاهش تلفات حقیقی توان شبکه با استفاده از یک تکنیک بهینه‌سازی شاخه وکران، با بازآرایی شبکه توزیع، پیشنهاد کردند. سیوانلار و گرینجر [4] استفاده از بهره برداری مبادله اکتشافی مبادله شاخه را برای کلید زنی به منظور کاهش تلفات خط در شبکه انجام داد. یک روش اکتشافی بر اساس ایده ارائه شده توسط شیر محمدی و هانگ [5] برای غلبه بر نقایص توصیف شده است. در [1]، کلیدهای اتصال (حالت عادی باز) در ابتدا برای تشکیل یک شبکه مش بسته شده‌اند. با توجه به اهداف مورد نظر، با استفاده از روش اکتشافی، برای حفظ ساختار شعاعی شبکه، سوئیچ‌های جداساز یک بار در یک زمان باز می‌شوند. باران و وو[6] رویکرد راه حل پیشنهاد شده توسط [4]را دنبال کرده‌اند. به تدریج، کار تحقیقاتی بر روی جایابی بهینه و اندازه‌گیری DGs در شبکه‌های توزیع متمرکز شده‌است، از دهه گذشته، منافع ایجاد کرده‌است. جایابی و اندازه گیری بهینه DGs با استفاده از PSO^2، GA^3 و پخش بهینه توان انجام شده‌است [7] - [8]. [9] یک روش تکاملی با الگوریتم بهینه‌سازی یادگیری مبتنی بر آموزش ($TLBO^4$) با تغییرات را برای حل مسئله جایابی DG بهینه و اندازه گیری در نظر گرفته‌اند. مدل‌های بهینه سازی چند منظوره نیز در مقاله [10] ارائه شده است. در سال‌های اخیر، یک مفهوم جدید از شینه P و PQV (نیاز به کنترل ولتاژ از راه دور) آمده است. PV و PQ انواع شین قراردادی هستند. کنترل ولتاژ از راه دور به شین PQV نیاز دارد که توسط شین تولید (P bus) کنترل می‌شود. مقادیر شناخته شده در شین PQV عبارتند از: توان حقیقی، توان راکتیو و دامنه ولتاژ. جایابی DG در حضور شین PQV & P در [2] گزارش شده-است. [2] با استفاده از روش تحلیلی، جایابی DG را با وجود و بدون حضور شین‌های P و PQV ارائه کرده‌اند. اما بازآرایی شبکه در [2] در نظر گرفته نشده‌است.

در این مقاله هدف جایابی و تعیین اندازه DG ها همراه با بازآرایی شبکه ارائه شده است. این روش ترکیبی برای کاهش تلفات توان واقعی و راکتیو ، بهبود مشخصات ولتاژ، افزایش قابلیت اطمینان و امنیت سیستم و به دست آوردن مزیت‌های فنی کلی، اتخاذ می‌شود. یک روش ساده بر اساس کاهش تلفات برای انتخاب شین نوع P و تزریق توان راکتیو در شین نوع P بعد از بررسی مطالعات پخش بار محاسبه می‌شود. اندازه مناسب خازن موازی در شین نوع P برای کنترل دامنه ولتاژ از شین PQV نیز محاسبه می‌شود. استفاده از شین‌های P و PQV در شبکه توزیع و ارائه روش انتخاب شین P برای کنترل دامنه ولتاژ در شین PQV واقع شده از راه دور. بازآرایی شبکه توزیع برای کاهش یا مینیمم کردن تلفات توان با و بدون در نظر گرفتن DGs با ضریب قدرت ۱ در حضور شین‌های P و PQV هستند.روش تجزیه و تحلیل حساسیت برای جایابی DG بر اساس شاخص حساسیت شامل توان ظاهری، پروفیل ولتاژ و تلفات توان است. رویکرد ترتیبی(متوالی) و غیرترتیبی (غیرمتوالی) جایابی DG در شبکه‌ی توزیع ۳۳ شینه با اندازه DG با الگوریتم بهینه سازی بازار بورس در شبکه‌های مذکور پیاده سازی و بهینه شده‌است. الگوریتم بازار بورس یک الگوریتم قوی و کارآمد جهت استخراج نقطه بهینه جهانی مسائل بهینه‌سازی می‌باشد. این الگوریتم بهینه‌سازی از هوش انسان و نحوه داد و ستد سهام در بازار بورس الهام گرفته شده‌است.

درادامه و در بخش دوم تابع هدف و همچنین قیود آن توضیح داده خواهد شد و نحوه ی فرمول بندی روش تحلیلی جایابی به طور کامل شرح داده خواهدشد. در ادامه روش استفاده از شین کنترل ولتاژ از راه دور در شبکه های توزیع شرح داده خواهد شد. در قسمت آخر به بیان بازآرایی شبکه توزیع و همچنین نحوه پیاده سازی بازآرایی و الگوریتم پیشنهادی بیان و شرح داده خواهد شد. در بخش سوم الگوریتم بازار بورس به عنوان یک الگوریتم هوشمند که از نحوه داد و ستد در بازاربورس الهام گرفته بیان می‌شود سپس نحوه پیاده‌سازی آن جهت یافتن پاسخ بهینه در اندازه منابع تولید پراکنده در شبکه توزیع و روش حل مسئله شرح داده می‌شود . در بخش چهارم نتایج شبیه سازی الگوریتم بازار بورس در حضور شین‌های کنترل ولتاژ از راه دور با بازآرایی شبکه در قالب جداول و نمودارهای شبیه سازی شده بیان و مورد مقایسه با دیگر روش‌ها قرار می‌گیرد. در بخش پنجم نتایج کلی که از این مقاله بدست آمده ارائه خواهد شد.

۲- فرمول بندی مسئله

۲-۱- تابع هدف

مسئله بهینه سازی مکان و اندازه‌ی منابع تولیدات پراکنده در سیستم-های توزیع شعاعی برای به حداقل رساندن کل تلفات توان اکتیو شبکه و به حداکثر رساندن صرفه-جویی می‌تواند به صورت زیر فرمول‌بندی شود [1]:

$$Fitness\ J = \min TP_{Loss} = \sum_{i=n}^{NB} TP_{Loss_i} \qquad (۱)$$

$$TP_{Loss_i} = \sum_{n=1}^{NB} r_n \left(\frac{TP_n^2 + TQ_n^2}{V_n^2} \right) \qquad (۲)$$

جاییکه، TP_{Loss_i} = کل تلفات توان حقیقی شبکه و NB = تعداد کل شین ها و TP = تلفات کل توان اکتیو ، TQ = تلفات توان راکتیو ، V_n^2 = دامنه ولتاژ شین ها.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

۲-۲- قیود مساوی و نامساوی

تابع هدف در حالیکه محدودیت‌های زیر رارعایت کند، به حداقل تلفات می‌رسد. مقدار ولتاژ در هر شین باید توسط معادله زیر محدود شود،ولتاژ در هر باس (Vi) باید در حد مجاز حداکثر و حداکثر آن باشد :

$$V_{min} \leq |V_i| \leq V_{max} \qquad (۳)$$

که V_{min} ، V_{max} به ترتیب pu ۰/۹۳، pu ۱/۰۵ در نظر گرفته شده است.

- محدودیت ظرفیت جریان هر شاخه

$$I_i \leq I_{ci} \qquad (۴)$$

۲-۳- شاخص حساسیت برای انتخاب شین جهت جایابیDG

برای جایابی DG ها با ضریب قدرت ۱، یک روش تحلیل حساسیت برای یافتن شین‌های بهینه در شبکه توزیع موجود در نظر گرفته می‌شود. اهداف برای قرار دادن DG با ضریب قدرت ۱ در یک شین خاص:

- شین‌هایی با مقادیر بار بالاتر باید ولتاژ بالاتر داشته باشند.
- کاهش تلفات توان واقعی در شبکه.

بر اساس این اهداف، یک شاخص حساسیتی تعریف شده است و در فرم معادله (۵) آمده است:

$$S_K = \sum_{i=2}^{NB} (KVA)_i \,.\, V_i^K + \frac{P_{loss} - P_{loss}^k}{P_{loss}} \qquad (۵)$$

در جایی که

KVA_i= توان ظاهری بار در شین i_{th} است.

V_i^K= ولتاژ در شین i_{th} با DG_{upf} در شین k.

P_{loss}= تلفات توان حقیقی شبکه بدون DG_s .

P_{loss}^k = تلفات توان حقیقی شبکه پس از جایابی

ضریب توان قدرت DG در شین k_{th} .

هنگامی که شاخص حساسیت Sk برای تمام شین‌ها محاسبه می‌شود، مقادیر Sk مرتب می‌شوند به ترتیب نزولی. از این رو:

$$S_{opt} = Max(S_k), \quad for\ k = 2, 3, \ldots . NB \qquad (۶)$$

شین با بالاترین ارزش شاخص حساسیت، حداکثر توانایی در دستیابی به اهداف پیشین را پس جایابی DG ضریب توان واحد دارد.

برای این مطالعه سی درصد کل بار توان حقیقی در هر باس با توجه به یک شین در یک زمان تزریق می شود. سپس مقدار Sk به عنوان معادله (۶) داده شده محاسبه و مرتب شده در جهت نزولی. در این مطالعه، سه شین سه‌گانه برای قرار دادن DG ها انتخاب می‌شوند در حالی که بهینه‌سازی اندازه DG با استفاده ازالگوریتم بازار بورس است. همانطور که مفهوم شین‌های P و PQV در این کار در نظر گرفته شده است، مقدار 'Qc' که توسط خازن موازی در شین 'P' برای کنترل ولتاژ در شین PQV عرضه می-شود، در تمام طول عمر باقی می‌ماند. مقدار 'Qc'در حالی که محاسبه شاخص حساسیت 'Sk' در هر شین خاص تغییر نمی‌کند.

۲-۴- رویکرد ترتیبی (متوالی)

برای رویکرد ترتیب، گره‌های بالا بدست آمده با استفاده از معادله (۶) برای جایابی، هنگامی که DG قرار می‌گیرد، فرآیند شاخص حساسیت برای انتخاب باس دوباره انجام می‌شود تا یک مکان بهینه دیگری برای DGرا پیدا کند [1].

۲-۵- رویکرد غیر ترتیبی (غیر متوالی)

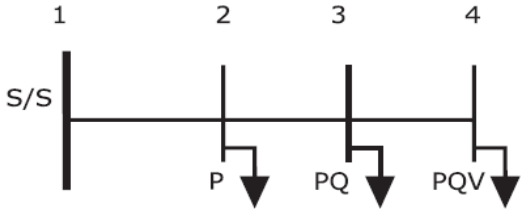
در این شکل از رویکرد، گره‌های بالای بدست آمده با استفاده از معادله (۶) با هم در یک زمان برای قرار دادن DG در نظر گرفته می‌شوند [1].

۲-۶- استفاده شین‌های P و PQV در الگوریتم پخش بار

در مدل سیستم قدرت متعارف، سه نوع شین مانند شین PQ، شین PV و شین اسلک وجود دارد. اما نیاز به یک نوع شین جدید دیگر وجود دارد که شین PQV را به مدل سیستم قدرت وارد می‌کند به دلیل قرار دادن واحدهای DG به شبکه سیستم قدرت. شین کنترل ولتاژ در شین کنترل از راه دور به عنوان شین P تعریف می‌شود و شین کنترل از راه دور به عنوان شین PQV تعریف می‌شود. در اینجا روش نیوتن-رافسون متصل شده برای حل مسئله پخش بار با استفاده از شین‌های P و PQV مورد استفاده قرار می‌گیرد. برای توان اکتیو شین PQV ، توان راکتیو و دامنه ولتاژ ثابت و شناخته شده است. فقط زاویه‌ی فاز ولتاژ در شین PQV ناشناخته است. برای شین P، تنها توان اکتیو شناخته شده است. ما باید توان راکتیو تزریق، دامنه ولتاژ و زاویه فاز ولتاژ در شین P را محاسبه کنیم [2] با تزریق توان راکتیو در شین P، مقدار دامنه ولتاژ شین PQV کنترل شده از راه دور می‌تواند در مقدار دلخواه حفظ شود. اجازه دهید یک نمونه چهار شینه شبکه توزیع را در نظر بگیریم که در شکل (۱) نشان داده شده است. اگرشین‌های P و PQV در سیستم توزیع نشان داده شده در بالا وجود نداشته باشد، معادله مربوط به تغییرات در توان به تغییرات در

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

مقادیردامنه ولتاژ و زوایای فاز برای روش نیوتن-رافسون به صورت زیر مطرح می‌شود:



شکل ۱ یک نمونه چهار شینه شبکه توزیع نشان دهنده شین‌های P و PQV است.

در شکل۱ فرض کنیم شین-۲ یک P شین است، شین-۳ فرض می‌شود که bus PQ وشین-۴ به عنوان یک شین PQV رفتار می‌شود. شین-۱ به عنوان یک باس اسلک رفتار می‌شود . برای این سیستم دارای یک P شین (شین- ۲) که ولتاژ را در یک شین PQV (شین-۴) کنترل می‌کند، مجموعه معادلات تکمیل شده با فرمول‌های (۷) و (۸)، یعنی:

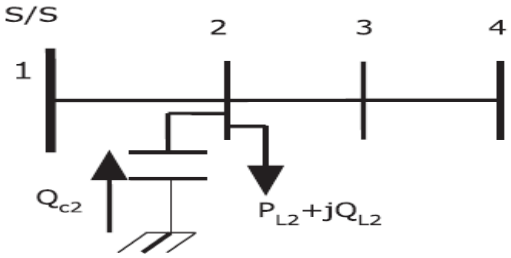
$$\Delta V = \begin{bmatrix} \Delta V_2 \\ \Delta V_3 \end{bmatrix} \quad (۷)$$

$$\Delta Q = \begin{bmatrix} \Delta Q_3 \\ \Delta Q_4 \end{bmatrix} \quad (۸)$$

بنابراین، معادله مربوط به تغییرات در قدرت به تغییرات در مقادیر دامنه ولتاژ و زاویه‌های فاز برای روش نیوتن - رافسون، با در نظر گرفتن شین‌های P و PQV به صورت زیر است:

$$\begin{bmatrix} \Delta P_2 \\ \Delta P_3 \\ \Delta P_4 \\ \Delta Q_3 \\ \Delta Q_4 \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} \partial P_2/\partial\delta_2 & \partial P_2/\partial\delta_3 & \partial P_2/\partial\delta_4 & \partial P_2/\partial V_2 & \partial P_2/\partial V_3 \\ \partial P_3/\partial\delta_2 & \partial P_3/\partial\delta_3 & \partial P_3/\partial\delta_4 & \partial P_3/\partial V_2 & \partial P_3/\partial V_3 \\ \partial P_4/\partial\delta_2 & \partial P_4/\partial\delta_3 & \partial P_4/\partial\delta_4 & \partial P_4/\partial V_2 & \partial P_4/\partial V_3 \\ \partial Q_3/\partial\delta_2 & \partial Q_3/\partial\delta_3 & \partial Q_3/\partial\delta_4 & \partial Q_3/\partial V_2 & \partial Q_3/\partial V_3 \\ \partial Q_4/\partial\delta_2 & \partial Q_4/\partial\delta_3 & \partial Q_4/\partial\delta_4 & \partial Q_4/\partial V_2 & \partial Q_4/\partial V_3 \end{bmatrix} \cdot \begin{bmatrix} \Delta\delta_2 \\ \Delta\delta_3 \\ \Delta\delta_4 \\ \Delta V_2 \\ \Delta V_3 \end{bmatrix} \quad (۹)$$

پس از پخش بار با توجه به معادله (۹)، Q_2' در شین- ۲ (به عنوان مثال در شین P) بدست می‌آید. ولتاژ در شین PQV برای سیستم توزیع ممکن است توسط خازن موازی کنترل شود و در این کار، خازن موازی برای کنترل ولتاژ شین PQV استفاده می‌شود. در شکل ۲ فرض کنید Q_{C2} توان راکتیو تزریق شده توسط خازن موازی در شین- ۲ است. برای این سیستم، مقدار تزریق توان راکتیو مورد نیاز در شین- ۲ (شین P)برای کنترل ولتاژ در شین- ۴ (شین PQV)توسط Q_{C2} داده می‌شود که می‌تواند با استفاده از حالتی که در معادله (۹) به دست می‌آید محاسبه شود، به عنوان مثال:



شکل ۲ توان راکتیو تزریقی توسط خازن موازی در شین P .

$$Q_2 = Q_{C2} - Q_{L2} \quad (۱۰)$$

جایی که:

Q_2 = توان راکتیو خالص تزریق شده در شین -۲.

Q_{C2} = توان راکتیو توسط خازن موازی تامین می‌شود .

Q_{L2} = توان بار راکتیو در شین- ۲.

$$Q_{C2} = Q_2 + Q_{L2} \quad (۱۱)$$

می‌توان مشاهده کرد که Q_{C2} مقدار توان راکتیو است که توسط خازن موازی در شین ۲ تامین می‌شود تا با شین- ۲ به عنوان شین P و شین- ۴ به عنوان شین PQV تامین شود.

۲-۷- معیارهای انتخاب شین‌ها

- **شین PQV**

شین انتخاب شده برای شین PQV منحصر به فرد است به طوری که دارای حداقل ولتاژ در شبکه توزیع باشد. ولتاژ شی PQV می‌تواند در یک سطح بهینه نگه داشته شود زیرا باید توسط شین P کنترل شود. بنابراین، ولتاژ شین PQV را می‌توان در سطح مورد نظر تنظیم کرد [1].

- **شین P**

این شین ولتاژ شین PQV را با نگه داشتن توان راکتیو تزریقی در شین P کنترل می‌کند. در عین حال، مشاهده می‌شود که تلفات توان اکتیو شبکه کاهش می‌یابد. بنابراین، شین P باید انتخاب شود . [1]

۲-۸- بازآرایی با مکانیزم چرخشی اصلاح شده[1] .

تغییر آرایش شبکه توزیع با استفاده از باز و بسته کردن کلیدها در سطح شبکه که می‌تواند بصورت دستی یا اتوماتیک انجام پذیرد اهداف متنوعی از جمله کاهش تلفات توان و بهبود سطح ولتاژ را دنبال می‌کند. استفاده از قابلیت‌های کنترلی شبکه، بازآرایی را با هدف بیشترین بار تغذیه شده و کمترین بار بی‌برق شده در شبکه توزیع تبدیل شده است. بازآرایی فرآیند تغییر ساختار موجود شبکه به یکی دیگر برای دستیابی به اهداف مورد نظر است. هدف از بازآرایی کاهش تلفات است و همانطور که در معادله (۱۲) داده شده است، نشان داده شده است [1] :

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

$$R = min(P_{loss})_{ij}$$

For i = 1,2,... ,NL;
j = 1,2,...,NT. (۱۲)

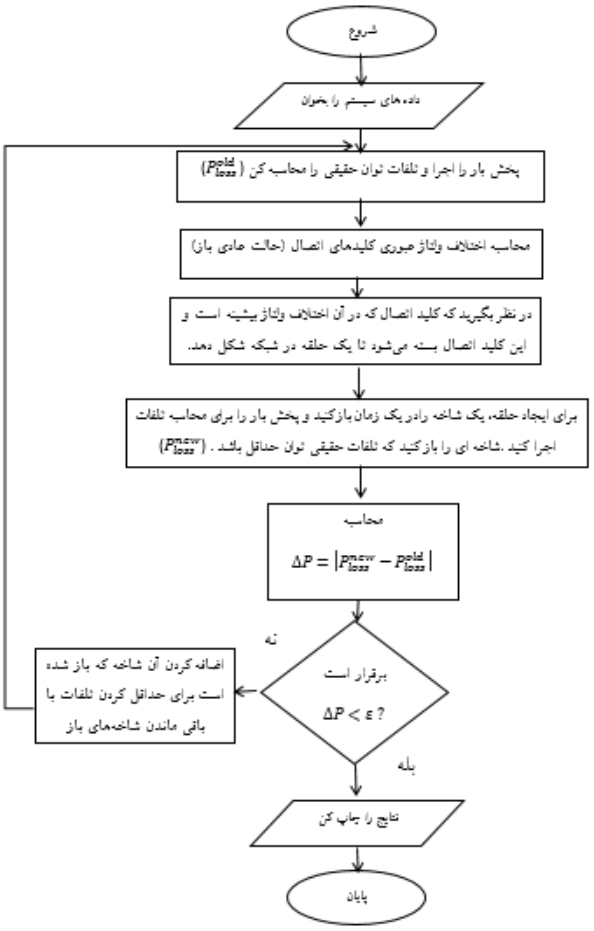
جایی که:
NL= تعداد شاخه‌ها در یک حلقه
NT = تعداد سوئیچ‌های اتصال (حالت عادی باز).

در این مقاله روش مکانیزیم بروز رسانی به صورت، سوئیچ باز که در آن اختلاف ولتاژ بیشینه است، ابتدا به شکل یک حلقه در نظر گرفته می‌شود. برای حداقل تلفات پیکربندی، هر شاخه در یک حلقه در یک زمان باز می-شود و بازشدن آن شاخه‌ای که تلفات آن حداقل است به عنوان حداقل تلفات پیکربندی برای این عملیات سوئیچ باز شناخته می‌شود. همین روش برای دیگر سوئیچ‌های باز در شبکه تکرار می‌شود. مراحل با کمک یک نمودار در شکل (۳) توضیح داده شده است.

۳-الگوریتم پیشنهادی

۳-۱- بررسی الگوریتم بهینه سازی بازار بورس

الگوریتم بازار بورس یا 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. تولید و ساماندهی اعداد تصادفی در این الگوریتم به دلیل داشتن دو اپراتور جستجوگر و دو اپراتور جذب‌کننده به بهترین شکل ممکن صورت می‌گیرد لذا این الگوریتم محدودیت‌ها و مشکلات سایر الگوریتم‌ها نظیر گیرکردن در بهینه‌های محلی و در نتیجه همگرایی زودرس(مسئله اکتشاف) یا توانایی ناکافی در یافتن نقاط مجاور نقطه بهینه (مسئله استخراج) و همگرا شدن به جواب‌های غیر یکسان در هر بار اجرای برنامه را تا حد قابل قبولی بهبود داده 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 (کلی) می‌شود [12].



شکل ۳مراحل برای بازآرایی با مکانیزم چرخشی اصلاح شده [1].

۳-۲- بازار بورس تحت شرایط متعادل

۳-۲-۱- بازار بورس تحت شرایط متعادل

در این بخش، بازار در حالت نرمال بدون هیچ نوسان قابل توجهی فرض می‌شود و سهامداران سعی می‌کنند 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. بنابراین، آنها با یکدیگر رقابت می‌کنند. در این بخش هر شخص با توجه به تعداد سهام‌های خود از هر نوع سهام و با

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

توجه به تابع برازندگی رتبه‌بندی می‌شوند و در سه گروه قرار می‌گیرند. این گروه‌ها به عنوان افراد اولیه، متوسط و نهایی سهامداران نامیده می‌شوند [12].

۳-۲-۲- 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. اعضای این گروه اعضای نخبه بازار بورس هستند و بهترین پاسخ‌ها را بدون نیاز به تغییرات لازم دارند.

۳-۲-۳- 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 بازار بورس 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. برای مقایسه سهام افراد در گروه اول، لازم است که مقایسه حداقل بین دو نفر انجام شود. به عنوان مثال، اگر یک شخص x در گروه اول یک مقدار را a واحد به اشتراک بگذارد و یک فرد دیگر در همان گروه دارای همان سهم متشابه با مقدارb است، فردj در گروه دوم از تفاوت دو سهامدار در گروه اول استفاده می‌کند و سهمx را با مقدار بین a و b انتخاب می‌کند.

$$pop_j^{group(2)} = r \times pop_{1,i}^{group(1)} + (1-r) \times pop_{2,i}^{group(1)} \quad i = 1,2,3,\dots,n_i \text{ and } = 1,2,3,\dots,n_j \qquad (۱۳)$$

که در آن n_i، nامین نفر از گروه اول است، n_j، nامین نفر از گروه دوم می‌باشد وr یک عدد تصادفی در فاصله [۰و۱] 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.

۳-۲-۴- گروه سوم: سهامداران با رتبه پایین

این گروه از افراد، نفرات انتهایی جمعیت سهامداران را تشکیل می‌دهند. افراد در این گروه نسبت به گروه دوم برازندگی کمتری دارند. سپس برای بدست‌آوردن مزایای بیشتر آنها سهام مشابه گروه اول را با ریسک بالاتر در مقایسه با گروه دوم انتخاب می‌کنند.

$$S_k = 2 \times r_1 \times \left(pop_{i,1}^{group(1)} - pop_k^{group(3)}\right) + 2 \times r_2 \times \left(pop_{i,2}^{group(1)} - pop_k^{group(3)}\right) \qquad (۱۴)$$

$$pop_k^{group(3),new} = pop_k^{group(3)} + 0.8 \times S_k \quad k = 1,2,3,\dots,n_k \qquad (۱۵)$$

که r_1 وr_2 اعداد تصادفی در بازه [۰و۱] 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.

۳-۳- بازار بورس در حالت نوسان

گاهی اوقات بازار سهام به دلیل رفتارهای سیاسی و اقتصادی سازمان‌های مالی ، 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.

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

این بخش از جمعیت، اعضای نخبه بازار بورس یا همان بهترین پاسخ‌های مسئله بهینه‌سازی را تشکیل می‌دهند که تمایلی به انجام داد و ستد سهام‌های خود نداشته و سعی در حفظ رتبه خود دارند.

۳-۳-۲- گروه اول: سهامداران با رتبه‌های متوسط

این اعضا سعی می‌کنند با تغییر مقدار سهام خود، بهترین هزینه را پیدا کنند. درصد ریسک این سهامداران متفاوت است و افزایش می‌یابد زیرا رتبه آنها کاهش می‌یابد. 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 نمی‌کند.

$$\Delta n_{t1} = n_{t1} - \delta + \left(2 \times r \times \mu \times \eta_1\right) \qquad (۱۶)$$

$$\mu = \frac{t_{pop}}{n_{pop}} \qquad (۱۷)$$

$$n_{t1} = \sum_{y=1}^{n} \left|s_{ty}\right|, \quad y = 1,2,3,\dots,n \qquad (۱۸)$$

$$\eta_1 = n_{t1} \times g_1 \qquad (۱۹)$$

$$g_1^k = g_{1,max} - \frac{g_{1,max} - g_{1,min}}{iter_{max}} \times k \qquad (۲۰)$$

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، □ اطلاعات بازار بورس است. r یک عدد تصادفی در بازه [۰و۱] می‌باشد. n_1 سطح

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

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، g_1 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 می‌دهد.

۳-۳-۳- گروه اول: سهامداران با رتبه‌های پایین

این اعضا سعی می‌کنند با تغییر مجموع مقدار سهام خود، هزینه‌های بهتر را پیدا کنند. درصد ریسک این افراد در این گروه متفاوت بوده و با کاهش رتبه آنها از لحاظ برازندگی مقدار این ریسک افزایش می‌یابد:

$$\Delta n_{t3} = (4 \times r_s \times \mu \times \eta_2) \quad (۲۱)$$

$$r_s = (0.5 - \text{rand}) \quad (۲۲)$$

$$\eta_2 = n_{t1} \times g_2 \quad (۲۳)$$

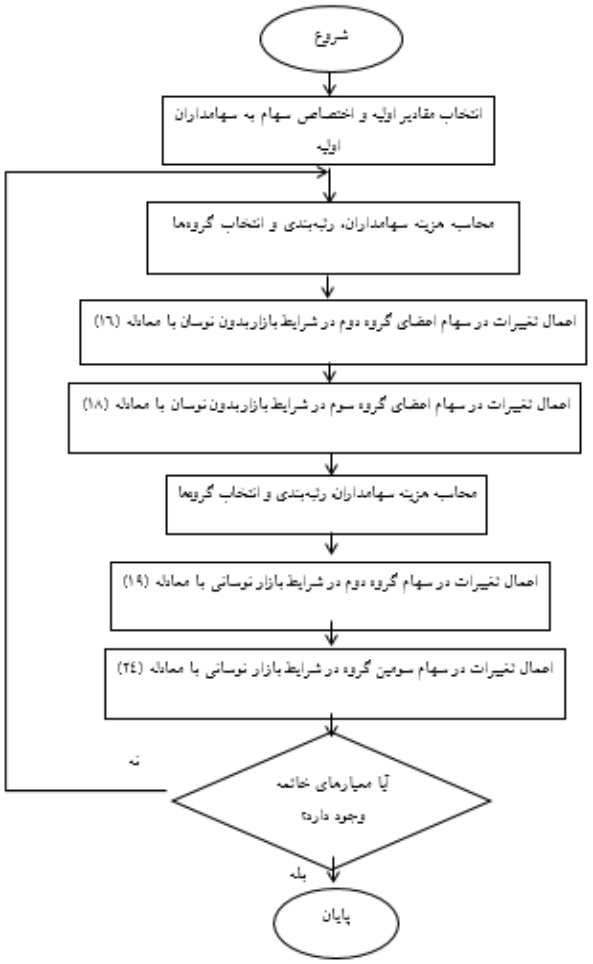
$$g_1^k = g_{1,max} - \frac{g_{1,max} - g_{1,min}}{iter_{max}} \times k \quad (۲۴)$$

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 [۰/۵و۰/۵-] 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 پ ایین از لحاظ تابع برازندگی ریسک بیشتری در مقایسه با رقبای موفق‌تر برای افزایش دارایی خود داشته باشند. (برای بدست‌آوردن سود بیشتر ریسک بیشتری را در مقایسه با رقبای خود انجام می‌دهند).

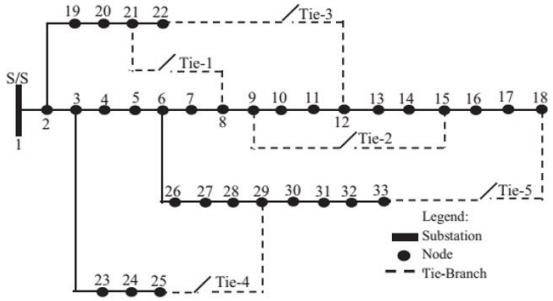
۴-نتایج شبیه سازی

۴-۱- شبکه مورد مطالعه

الگوریتم بازار بورس برای سیستم توزیع شعاعی ۳۳ شینه مورد بررسی قرار می‌گیرد، سیستم توزیع شعاعی ۳۳ شینه استاندارد IEEE می‌باشد. دیاگرام تک‌خطی این سیستم در شکل (۵) نشان داده شده‌است. مجموع بارهای اکتیو و راکتیو مصرفی در حالت نامی توسط این سیستم به‌ترتیب برابر با ۳۷۱۵ کیلووات و ۲۳۰۰ کیلووار بوده، و ولتاژ نامی این سیستم برابر با ۱۲/۶۶ کیلوولت می‌باشد.



شکل۴: بلوک دیاگرام الگوریتم بازار بورس [12].



شکل (۵) دیاگرام تک‌خطی سیستم توزیع ۳۳ شینه[1].

۴-۲-انتخاب شین‌های PQV وP

برای سیستم ۳۳ شینه ، حداقل ولتاژ شبکه ۰/۹۰۳۹پریونیت می‌باشد (که در باس ۱۸ اتفاق افتاده است) از این رو، شین ۱۸ به عنوان شین PQV انتخاب شده است. ولتاژ مطلوب بایستی در شین PQV مقدار ۰/۹۳ پریونیت باشد. برای انتخاب شین نوع P، شاخه جانبی مشخص شده است که آن در شین ۱۸ (حداقل ولتاژ شین) وجود دارد. سپس تمام این شین‌های جانبی برای شین‌های نوع P براساس کاهش تلفات توان اکتیو مورد آزمایش

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

قرار می‌گیرند. برای سیستم ۳۳ شین ، از جدول (۱) دیده می‌شود که اگر شین-۶ به عنوان شین P انتخاب شود، تلفات توان حداقل می‌شود.

۴-۳- رویکرد غیرترتیبی(غیرمتوالی)

در این شکل از رویکرد، سه شین بدست آمده با استفاده از معادله حساسیت با هم در یک زمان برای قرار دادن DG در نظر گرفته می-شوند.گره‌های به دست آمده با استفاده از این روش برای ۳۳ شینه در جدول (۲) ارائه شده است.

۴-۳-۱- نتایج شبیه‌سازی برای سیستم توزیع ۳۳ شینه

جدول (۳) نتیجه پخش بار شبکه توزیع ۳۳ شینه را برای مورد پایه نشان می‌دهد. می‌توان دید که تلفات توان اکتیو در این شبکه با توجه به شین‌های PQ فقط ۲۱۰/۸۳ کیلووات است. حداقل ولتاژ شبکه ۰/۹۰۳۹ پریونیت است که در باس ۱۸ رخ می‌دهد. با استفاده از اتصال شین P در شین- ۶ و شین PQV در شین ۱۸ به شبکه توزیع۳۳ شین موجود، همانطور که در جدول (۴) نشان داده شده است، میزان تلفات توان اکتیو به ۸۹/ ۱۵۳کیلووات کاهش می یابد. در این سناریو، حداقل ولتاژ شبکه در مقدار ۰/۹۳ پریونیت در باس ۱۸ حفظ می‌شود. این امر می‌تواند به دلیل تزریق ۱۷۱۷/۱ کیلووار در شین P (یعنی شین ۶) که به نوبه خود ولتاژ را در شین ۱۸ کنترل می‌کند.

جدول (۵) بازآرایی شبکه توزیع ۳۳ شینه با استفاده از شین P و PQV(بدون نصب DG ها) را نشان می دهد. قابل مشاهده است که برای شبکه توزیع ۳۳ شینه ، میزان تلفات توان اکتیو از ۲۱۰/۸۳ به ۱۴۰/۵۵ کیلووات پس از بازآرایی در شرایط مورد پایه کاهش می‌یابد. که یعنی تلفات مقدار ۳۳/۳۳٪ کاهش می یابد. حداقل ولتاژ شبکه به مقدار ۰/۹۴۱۶ پریونیت در شین ۳۲ افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، می‌توان دید که با تلفیق شین‌های P وPQV، تلفات توان اکتیو از ۱۵۳/۸۹ به ۱۱۷/۱۳ کیلووات می‌رسد که یعنی تلفات مقدار ۲۴/۸۸٪ کاهش می‌یابد. و حداقل ولتاژ شبکه تا۹۵۱۵۱/ ۰پریونیت در ۳۳ شینه بهبود یافته است.

DG ها در شبکه توزیع ۳۳ شینه با حضور شین P و PQV در سه شین بهینه (۱۳، ۲۴، ۳۰) نصب می‌شود ؛ DG ها به منظور کاهش تلفات توان اکتیو بهینه‌سازی شدند. از جدول (۶) دیده می‌شود که تلفات توان اکتیو از ۱۵۳/۸۹ به ۴۲/۱۱۶ کیلووات کاهش یافته است و در نتیجه کاهش تلفات۷۲/۹٪ کاهش یافته است. حداقل ولتاژ شبکه تا ۰/۹۸۶۹ پریونیت در شین ۱۸ بهبود یافته است.

مقدار بهبودی پروفیل ولتاژ در موارد ذکر شده در شکل (۴-۴) مقایسه و نشان داده شده است که در حالت بازآرایی با DG ، پروفیل ولتاژ در بهترین حالت بهبود سطح ولتاژ قرار گرفته است.

جدول (۱) انتخاب شین P برای شبکه توزیع ۳۳ شینه.

تلفات اکتیو (کیلووات)	مقدار تزریق توان راکتیو تزریق شده در شینP برای حفظ ولتاژ مشخص در شینPQV	شین P پیشنهادی
۱۷۲۷/۱	۵۴۷۱۹/۸۶	۲
۳۲۲/۰۶۱۴	۸۴۸۷/۳۹	۳
۲۳۳/۶۲۱۹	۵۱۸۱/۷۸	۴
۱۹۴/۳۶۴۶	۳۶۶۸/۴۵	۵
۱۵۴/۴۴	۱۷۵۳/۵۳	۶
۱۵۹/۳۷۴۱	۱۲۱۵/۳۶	۷
۱۶۲/۹۰۱۵	۱۰۹۰/۴۵	۸
۱۶۸/۸۶۲۹	۸۲۲/۱۹	۹

جدول (۲) انتخاب شین‌های (رویکرد غیرترتیبی)

شبکه ۳۳ شینه
۱۳و ۲۴و ۳۰

جدول (۳) نتایج شبکه ۳۳ شینه در حالت پایه (بدونDG)

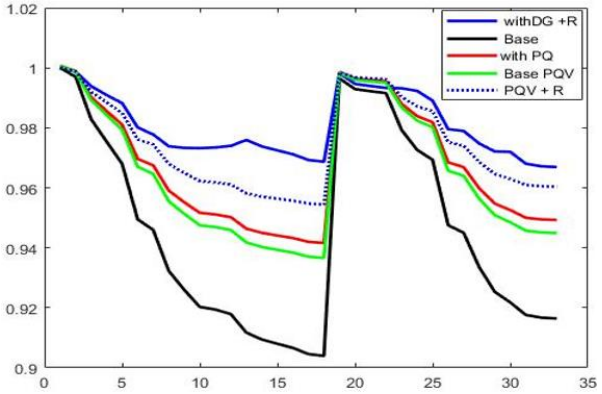
۳۷۱۵	کل بار توان اکتیو(کیلووات)
۲۳۰۰	کل بار توان راکتیو(کیلووار)
۲۱۰/۸۳	تلفات توان اکتیو(کیلووات)
۱۴۳/۰۹	تلفات توان راکتیو(کیلووار)
۰/۹۰۳۹ (۱۸)	حداقل ولتاژ (پریونیت)
۱ (۱)	حداکثر ولتاژ (پریونیت)
۸-۲۱ ,۹-۱۵ ,۱۲-۲۲ ,۱۸-۳۳ ,۲۵-۲۹	شاخه های باز
حالت پایه حفظ شده است	شاخه های بسته

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

جدول (۴) تحلیل مورد پایه شبکه توزیع ۳۳ شینه در حضور شین P وPQV (بدونDG)

شینP	۶
شین PQV	۱۸
توان راکتیو تزریق شده (Q_{C6})	۱۷۱۷/۱ (KVAr)
ولتاژی که باید در شین PQV حفظ شود(پریونیت)	۰/۹۳
تلفات توان اکتیو(کیلووات)	۱۵۳/۸۹
تلفات توان راکتیو(کیلووار)	۱۰۴
حداقل ولتاژ (پریونیت)	۰/۹۳
حداکثر ولتاژ (پریونیت)	۱



شکل (۶) پروفیل ولتاژ در شبکه ۳۳ شینه در حالت‌های مختلف

۴-۴- رویکرد ترتیبی (متوالی)

رویکرد ترتیبی بهینه‌سازی DGs در این بخش انجام شده است. در این حالت، موقعیت بهینه ابتدا با استفاده از شاخص حساسیت بدست می‌آید که گره ۲۹ برای شبکه ۳۳ شین و مقدار DG برای آن مکان با استفاده از الگوریتم EMA بهینه شده است. هنگامی که مقدار DG بهینه‌سازی شده و در آن قرار می‌گیرد، جستجوی مکان یابی دیگری با استفاده از شاخص حساسیت انجام می‌شود. این روند تا زمان جایابی سه DG تکرار می‌شود.

۴-۴-۱- نتایج شبیه‌سازی برای سیستم توزیع ۳۳ شینه

جدول (۷) نتایج شبکه توزیع ۳۳ شینه را در حضور شین‌های P و PQV با استفاده از رویکرد متوالی نشان می‌دهد.

جدول (۵) بازآرایی شبکه توزیع ۳۳ شینه با و بدون حضور شینه P وPQV

نوع شین	PQ	P-PQV
تلفات توان اکتیو پایه (کیلووات)	۲۱۰/۸۳	۱۵۳/۸۹
تلفات توان اکتیو(کیلو-وات)	۱۴۰/۵۵	۱۱۷/۱۳
تلفات توان راکتیو(کیلو-وار)	۱۰۲/۲۱	۸۲/۷۸
%کاهش تلفات توان اکتیو	%۳۳/۳۳۳	%۲۴/۸۸۹
حداقل ولتاژ (پریونیت)	(۳۲) ۰/۹۴۱۶	(۳۳) ۰/۹۵۱۵۱
حداکثر ولتاژ (پریونیت)	۱ (۱)	۱ (۱)
شاخه های باز	۷-۸و۹-۱۰و۱۴-۱۵و۳۲-۳۳	۷-۸و۹-۱۰و۱۴-۱۵و۳۲-۳۳
شاخه های بسته	۸-۲۱و۹-۱۵و۱۲-۱۸و۲۲-۳۳	۸-۲۱و۹-۱۵و۱۲-۱۸و۲۲-۳۳

به وضوح دیده می‌شود که در جدول (۷) که با جایابی متوالی DG ها، تلفات توان اکتیو در حال کاهش می‌باشد. برای سیستم ۳۳ شینه، جایابی اولین DG در شین ۲۹، تلفات توان اکتیو را ۶۱/۵۹۸ کیلو وات می‌دهد. جایابی DG دوم در شین ۱۲ باعث کاهش تلفات توان اکتیو به مقدار ۳۹/۳۳۱ کیلووات می‌شود و جایابی DG سوم در شین ۲۴ باعث تلفات توان اکتیو ۲۵/۱۲۸ کیلووات می‌شود. محل DG و اندازه بدست آمده در روش پیشنهادی، نتایج رضایت بخشی از کاهش تلفات را نشان می‌دهد. در جدول (۸) نتایج بازآرایی بعد از نصب DG به روش متوالی در شبکه توزیع ۳۳ شینه را نشان می‌دهد که بیان‌گر کاهش تلفات تا ۷۵٪ درصد می‌باشد.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

جدول (۶) نصب DG با استفاده از الگوریتم پیشنهادی در حضور شین P و PQV(شبکه۳۳ شینه)

۱۰۰۰ (۲۴)	
۹۹۶ (۳۰)	اندازهDG ها (کیلووات)
۸۲۲ (۱۳)	
۱۵۳/۸۹	تلفات توان اکتیو پایه (کیلووات)
۴۲/۱۶۶	تلفات توان اکتیو(کیلووات)
۳۱/۷۹۹	تلفات توان راکتیو(کیلووار)
%۷۲/۹	%کاهش تلفات توان اکتیو
۰/۹۸۶۹ (۱۸)	حداقل ولتاژ (پریونیت)
۱	حداکثر ولتاژ (پریونیت)
۸-۲۱و۹-۱۵و۱۲-۲۲و۱۸-۳۳و۲۵-۲۹	شاخه های باز
حالت پایه حفظ شده است	شاخه های بسته

جدول (۷) شبکه توزیع ۳۳ شینه با استفاده از شین P-PQV با استفاده از نصب DG به روش متوالی.

روش ارائه شده (GA) در [1]	روش پیشنهادی		تعداد واحد هایDG
۱۵۴/۴۴	۱۵۳/۸۹	تلفات توان اکتیو پایه (کیلووات)	-
۲۹	۲۹	محل نصب ۱	۱
۱۶۱۸	۱۰۰۰	اندازه (کیلووات)	
۷۲/۱۲	۶۱/۵۹۸	تلفات توان اکتیو(کیلو وات)	
۱۵	۱۲	محل نصب ۲	۲
۶۲۵	۹۰۹	اندازه (کیلو-وات)	
۴۸/۳۰	۳۹/۳۳۱	تلفات توان اکتیو(کیلووات)	
۲۵	۲۴	محل نصب ۳	۳
۷۷۳	۱۰۰۰	اندازه (کیلووات)	
۳۷/۱۵	۲۵/۱۲۸	تلفات توان اکتیو(کیلووات)	

جدول (۸) باز آرایی بعد از نصب DG به روش متوالی برای شبکه ۳۳ شینه

درصد کاهش تلفات توان اکتیو٪ (کیلووات)	تلفات توان اکتیو(کیلووات)	
٪۷۵	۳۱/۹۸	DG نصب شده در شین-های ۲۹، ۱۲، ۲۴

۵- نتیجه گیری

در این مقاله، مسئله بازآرایی شبکه توزیع الکتریکی شعاعی از طریق روش مکانیزم بروزرسانی در حضور منابع تولید پراکنده (DGs) با توجه به شین‌های کنترل ولتاژ از راه دور (شین P و شین PQV) مورد مطالعه قرار گرفته است. جایابی DG ها با استفاده از یک روش شاخص حساسیت بدست آمده و از دو روش ساده : ۱. روش ترتیبی (متوالی) و روش غیرترتیبی (نامتوالی) استفاده شده است. اندازه‌ی بهینه منابع تولید پراکنده با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی بازار بورس (EMA) که یک الگوریتم قوی، مقاوم و کارآمد جهت استخراج نقطه بهینه جهانی مسائل بهینه‌سازی می‌باشد انجام شده است. روش پیشنهادی بروی شبکه استاندارد ۳۳ شینه IEEE پیاده سازی شده است و نحوه-ی پیاده‌سازی در برنامه‌ی MATLAB مورد استفاده قرار گرفته است نتایج و تحلیل‌های بدست آمده ، نشان از کاهش تلفات توان در شبکه توزیع را نشان می‌دهد. تجزیه و تحلیل نشان می‌دهد که تزریق توان DGتوسط (EMA) بهینه سازی شده و با استفاده از روش غیرمتوالی و متوالی در کاهش تلفات قبل و بعد از بازآرایی شبکه در حضور شین Pو PQV موثر است. یافته شده است که رویکرد متوالی جایابی DG قادر به تولید نتایج کمی بهتر از لحاظ کاهش تلفات قبل و بعد از بازآرایی شبکه با P و PQV به روش غیرمتوالی می‌باشد.

مراجع

[1] Sangeeta Das, Debapriya Das, Amit Patra, 2017 "*Reconfiguration of distribution networks with optimal placement of distributed generations in the presence of remote voltage controlled bus*", ScienceDirect-Renewable and Sustainable Energy Reviews, Vol. 73, pp. 772–781.

[2] Avisha Tah, Debapriya Das, 2016 "*Novel analytical method for the placement and sizing of distributed generation unit on distribution networks with and without considering P and PQV buses*", ScienceDirect-Electrical Power and Energy Systems, Vol. 78, pp. 401–413.

[3] Merlin A, Back H. 1975. *Search for a minimal-loss operating spanning tree configuration in an urban power distribution system. In: Proceedings of the fifth power system computation conference (PSCC)*, Cambridge, UK; pp. 1–8.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

[4] Civanlar S, Grainger J, Yin H, Lee S. 1988. *Distribution feeder reconfiguration for loss reduction*. IEEE Trans Power Deliv;3(3):1217–23.

[5] Shirmohammadi D, Hong HW. 1989. *Reconfiguration of electric distribution networks for resistive line losses reduction*. IEEE Trans Power Deliv;4(2):1492–8.

[6] Baran ME, Wu FF. 1989. *Network reconfiguration in distribution systems for load reduction and load balancing*. IEEE Trans Power Deliv;4(2):1401–7.

[7] Carreno EM, Romero R, Feltrin AP. 2008. *An efficient codification to solve distribution network reconfiguration for loss reduction problem*. IEEE Trans Power Syst;23(4):1542–51.

[8] Carpaneto E, Chicco G.2008. *Distribution system minimum loss reconfiguration in the hyper-cube ant colony optimization framework*. Electr Power Syst Res;78(12):2037–45.

[9] Garcia JAM, Mena AJG. 2013. Optimal distributed generation location and sizing using a modified teaching-learning based optimization algorithm. Int J Electr Power Energy Syst;50:65–75.

[10] Cebrian JC, Kagan N. 2010. Reconfiguration of distribution networks to minimize loss and disruption costs using genetic algorithms. Electric Power Syst Research;80:53–62.

[12] Ghorbani. N, Babaei. E, 2014, "Exchange Market Algorithm", Applied Soft Computing, volume 19, pp. 177-187.

رزومه

پوریا درویشی در دزفول متولد شده است (۱۳۷۳). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کارشناسی مهندسی برق – قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول (۱۳۹۵)، کارشناسی ارشد مهندسی برق – قدرت از دانشگاه آزاد اسلامی واحد دزفول (۱۳۹۸)، سپری کرده است. فعالیت‌های پژوهشی و علاقه‌مندی ایشان در زمینه بهره‌برداری از سیستم های قدرت، شبکه های هوشمند، 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 و تحقیقات تهران (۱۳۸۷)، سپری کرده است. فعالیت‌های 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 می باشد.

زیرنویس‌ها

[1]- Distributed Generation

[2]- Particle swarm optimization

[3]- Genetic Algorithm

[4]- Teaching learning based optimization

[5]- Exchange Market Algorithm

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019

Reconfiguration and Optimal Placement of Distributed Generations in Distribution Networks in the presence of Remote Voltage Controlled Bus using Exchange Market Algorithm

Poriya Darvishi[1,*], Hassan Barati[2]

*1- MSc student, Department of Electrical Engineering, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran, poriya.dar@gmail.com

2-Assistant Professor - Department of Electrical Engineering, Dezful Branch, Islamic Azad University, Dezful, Iran, barati216@gmail.com

Abstract: Since distribution networks have a large share of the losses in power systems, reducing losses in these networks is one of the key issues in reducing the costs of global networks, including issues Which has always been considered. In this thesis, the reconfiguration of the distribution network in the presence of distributed generation sources (DGs) with respect to two types of bus, P bus and PQV (remote voltage control bus) is presented. The 'P' bus is only shown with active power specifications while the PQV bus is buss, while the voltage magnitude is remotely controlled by the P bus. A simple method for select the "P" bus in a distribution network to control the "PQV" bus voltage magnitude. A sensitivity analysis method has been used to select the bus to placement DGs with a unit power factor. The location of the DGs are in two ways: a) sequential placement b) non-sequential placement of DG in a distribution network. The objective function for network reconfiguration in this paper is to reduce power losses. The exchange Market Optimization (EMA) algorithm is used to determining the optimal size (DGs) of distribution systems following network reconfiguration. The exchange market algorithm is a robust, efficient, and Resistant algorithm for solving optimization problems. This algorithm is inspired by the optimization of human intelligence and the way exchange trading in the exchange market. The EMA algorithm has been simulated on a radial distribution system IEEE 33 using MATLAB software.

Keywords: distributed generators, Network reconfiguration, P and PQV Busses, exchange Market Algorithm, Reduce Power Loss.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2025-04-09]

[DOR: 20.1001.1.23222468.1397.7.2.2.8]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 7-No. 2- Autumn 2018 & Winter 2019