تخصیص بهینه واحدهای تولید پراکنده در شبکه‌های توزیع به کمک الگوریتم بهینه‌سازی بهبود یافته کلونی مورچگان

محمد معین[1*]

*۱- دانش آموخته کارشناسی ارشد برق، موسسه آموزش عالی کارون، اهواز، ایران، elec.moein@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۰۴/۰۸ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۰۶/۲۰

چکیده: توسعه واحدهای تولید پراکنده در چند سال اخیر، چالش‌هایی را در بهره‌برداری شبکه‌های قدرت به خصوص شبکه‌های توزیع به وجود آورده است. یکی از این موضوعات، تخصیص (تعیین مکان و ظرفیت) بهینه این واحدها در شبکه‌های توزیع می‌باشد. در این مقاله روشی مبتنی بر الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچگان بهبود یافته برای حل مساله تخصیص بهینه واحدهای تولید پراکنده ارائه شده است. این الگوریتم نمونه تکامل یافته الگوریتم کلونی مورچگان است که تغییراتی در آن داده شده است تا عملکرد آن بهبود یابد. تابع هدف در نظر گرفته شده در مساله مورد مطالعه، تلفات توان اکتیو شبکه می‌باشد. روش پیشنهادی بر روی شبکه استاندارد ۳۳ شین IEEE اجرا شده است و نتایج بدست آمده از آن با نتایج بدست آمده از روش‌های دیگر مقایسه شده است. در این شبکه ۳ شین به عنوان باس های کاندید در نظر گرفته شده است و ظرفیت بهینه واحدها به کمک الگوریتم بهینه‌سازی پیشنهادی بدست آمده است. روش پیشنهادی به کمک نرم‌افزار MATLAB کدنویسی شده است. نتایج بدست آمده نشان می‌دهد که روش پیشنهادی توانسته است در نهایت به جواب بهتری دست پیدا کند.

واژه‌های کلیدی: واحدهای تولید پراکنده، کلونی مورچگان، تلفات توان اکتیو، شبکه توزیع

۱- مقدمه

منابع تولید پراکنده را می‌توان به عنوان منابع تولید توان الکتریکی که به شبکه‌های فوق توزیع، توزیع و یا به مصرف‌کننده‌های محلی متصل می‌شوند، تعریف نمود. در سال‌های اخیر اقدامات قابل توجهی جهت بهینه‌سازی و تغییر سیستم قدرت از ساختار سنتی به ساختاری جدید با مالکیت‌های خصوصی، صورت گرفته است. در نتیجه این تغییر و تحول چشمگیر در زمینه فن‌آوری‌های تولیدات پراکنده نیز تاثیر گذارده و انتظار می‌رود که تولیدات پراکنده نقش مهم و اساسی را درصنعت برق ایفا کنند. اما نکته مهم در این زمینه تعیین مکان مناسب و ظرفیت بهینه واحدهای تولید پراکنده می‌باشد که بایستی به درستی انتخاب و تعیین شوند. در صورتیکه این واحدها به درستی برنامه‌ریزی نشوند، می‌توانند اثرات نامطلوبی بر شبکه توزیع تحمیل کنند. به عنوان مثال در صورتی که توان تولیدی این واحدها در محل بیش از اندازه زیاد باشد، می‌تواند منجر به اضافه ولتاژ در باس های آن ناحیه شود. و یا یکی از فواید این واحدها آن است که بار مصرفی مشترکین به صورت محلی تأمین می‌شود، در این صورت نیازی نیست که توان مورد نیاز بارها از باس اصلی شبکه دریافت شود و تلفات شبکه افزایش یابد. اگر مکان و ظرفیت بهینه واحدها به درستی انتخاب نشود، همین مورد می‌تواند منجر به بدتر شدن وضعیت شبکه نماید و یا در حالت بهتر منجر به کاهش مطلوب تلفات نخواهد شد. بنابراین لازم است که این مکان‌یابی طی یک از آنجا که در مساله مکان‌یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019

لازم است که معادلات پخش بار سیستم در نظر گرفته شود تا پارامترهای بهره‌برداری به دست آید و این معادلات غیرخطی هستند، مساله مورد مطالعه به یک مساله غیرخطی و غیرمحدب تبدیل می‌شود که حل آن به کمک روش‌های ریاضی موجود سخت و در مواقعی ناممکن خواهد بود و در صورت حل غالباً به جواب بهینه نخواهند رسید. برای این منظور می‌توان از الگوریتم‌های فراابتکاری استفاده نمود که مبتنی بر جمعیت و یک فرآیند تکرار شونده هستند.

مساله جایابی و تعیین مقدار توان خروجی واحدهای تولید پراکنده در سطح شبکه توزیع فعال جزئی از مسائل غیرخطی سیستم قدرت می‌باشد که در آن پیدا کردن نقطه بهینه برای محل نصب و مقدار توان تولیدی، در شرایط ارضای قیود حاکم بر مسئله، با مشکلاتی همراه است. در مرجع [۱] به بررسی روش‌های تحلیلی ارائه شده در زمینه جایابی و تعیین توان خروجی واحد تولید پراکنده پرداخته شده است. در این روش‌ها اگر تنها بحث اتصال به شبکه یک منبع تولید پراکنده مطرح باشد، با استفاده از قیود و معادلات مداری می‌توان مقدار بهینه ظرفیت تولیدی واحد را محاسبه نمود. مشکل اصلی این روش این است که تنها یک DG را در محاسبات در نظر گرفته و تاثیر منابع دیگر را با استفاده از این روش نمی‌توان بررسی نمود.

یکی دیگر از روش‌های که در مرجع [۱] مورد بررسی قرار گرفته است روش پخش بار بهینه AC است که یک روش برنامه‌ریزی غیرخطی است و در مکان‌یابی بهینه و تعیین مقدار توان تولیدی واحدهای تولید پراکنده استفاده شده است. این روشی است که در آن تعداد قیدهای سیستم می‌تواند افزایش یابد و تابع هدف نیز متشکل از چندین معیار باشد. اما این روش برای حالتی که در سیستم چند بازه زمانی برای مطالعه در نظر گرفته می‌شود، زمانبر می‌شود و خیلی در بهره‌برداری تاخیر به وجود می‌آورد.

در مرجع [۲] همه اثرات منابع تولید پراکنده در مسئله جایابی بهینه اعم از تلفات توان و انرژی، افزایش ولتاژ، سطوح اتصال کوتاه در یک تابع هدف چندمعیاری با ضرایب وزنی در نظر گرفته شده است. در مرجع [۳] با استفاده از روش سعی و خطا به یافتن نقطه بهینه مکان و توان تولیدی واحد تولید پراکنده در سطح شبکه پرداخته شده است که تابع هدف ترکیبی از اثرات زیست محیطی و هزینه اقتصادی طرح بوده است. از جمله معایب روش سعی خطا در مساله جایابی و تعیین توان خروجی واحد تولید پراکنده می‌توان به زمان بالای محاسبات این روش اشاره نمود.

در مرجع [۴]، به تعیین مکان واحد تولید پراکنده به منظور افزایش انرژی دریافتی بخشی از شبکه بدون توجه به قیود ولتاژ پرداخته شده است. به‌طور کلی روش (LP) دارای مزایای بسیار خوبی است اما دقت محاسبات پایینی دارد.

در برخی دیگر از مراجع، مدل اینورتری منابع تولید پراکنده استفاده قرار گرفته و اثر این منابع بر روی میزان هارمونیک موجود در شبکه بررسی شده است. در مرجع [۵] مساله مکان و مقدار توان خروجی منابع تولید پراکنده با استفاده از مدل مبتنی بر الکترونیک قدرت در نظر گرفته شده است. در واقع در این مرجع، یک تابع هدف مشتمل بر معیار مجموع اغتشاشات هارمونیکی یا (THD) ، کاهش تلفات توان اکتیو و بهبود پروفیل ولتاژ تعریف شده است.

با توجه به غیرخطی بودن مساله جایابی و تعیین توان خروجی واحدهای تولید پراکنده در سطح شبکه توزیع و داشتن چندین جواب بهینه محلی، پیداکردن بهینه‌ترین جواب در مساله مکان‌یابی و تعیین اندازه واحدهای تولید پراکنده در توابع هدف مختلف، با مشکلاتی همراه بوده است. لذا روش‌های ریاضی خیلی نتوانسته‌اند در حل این مسائل توانمند عمل نمایند. لذا در تحقیقات نوین از روش‌های اکتشافی تصادفی برای این مساله استفاده شده است. از جمله روش‌هایی که می‌توان در حل مسئله جایابی و تعیین توان خروجی DG ها در شبکه مورد استفاده قرار گیرد می‌توان به : روش الگوریتم ژنتیک (GA)، روش جستجوی تابو ، روش الگوریتم بهینه‌سازی تجمع ذرات، روش الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچه (ACO) و الگوریتم شبیه‌سازی حرارتی (SA) اشاره نمود.

در این مقاله هدف آن است که بتوان در شبکه‌های توزیع، مکان و ظرفیت بهینه واحدهای تولید پراکنده را تعیین کرد به گونه‌ای که تلفات توان اکتیو شبکه کمینه شود. برای این منظور یک شبکه توزیع شبکه ۳۳ باس IEEE را در نظر گرفته و مطالعات بر روی آن انجام گرفته است. در این شبکه ۳ باس به عنوان باس های کاندید که حساسیت بیشتری به نصب واحد تولید پراکنده داشته‌اند، در نظر گرفته شده و ظرفیت بهینه برای نصب واحدها بر روی آنها، به کمک الگوریتم بهینه‌سازی بهبود یافته کلونی مورچگان (EACO) تعیین شده است.

در مرجع [۶] تاثیر واحدهای تولید پراکنده بر روی حاشیه پایداری ولتاژ سیستم در نظر گرفته شده است. هدف اصلی این مطالعه جایابی و تعیین اندازه واحدهای تولید پراکنده می‌باشد با این هدف که حاشیه پایداری ولتاژ افزایش یابد. در این مطالعه بار و تولید واحدهای تولید پراکنده انرژی نو به صورت متغیر در نظر گرفته شده است. روش پیشنهادی در این مقاله با انتخاب باس هایی که کاندید نصب واحدهای تولید پراکنده هستند، آغاز می‌گردد. این مکان‌ها در سیستم باس هایی می‌باشند که در پروفیل ولتاژ حساس به نظر می‌رسند. در این مقاله جهت جایابی و تعیین مقدار توان خروجی واحدهای تولیدی از روش برنامه‌ریزی غیرخطی عدد صحیح مختلط بهره برده شده است. محدودیت‌های ولتاژ، ظرفیت فیدر و سطح نفوذ واحدهای تولید پراکنده از جمله قیودی می‌باشند که در این مقاله مورد توجه قرار گرفته‌اند.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019

۲- شرایط بهینه سازی

مساله جایابی تولیدات پراکنده در سیستم قدرت، مشابه تمامی مسائل بهینه‌سازی به دنبال برگزیدن بهترین عضو از یک مجموعه از اعضای دست یافتنی (با توجه به محدودیت‌ها و قیود مساله) است که به ازای آنها، تابع هدف مورد نظر کمینه می‌شود[۱]. بنابراین می‌توان این مساله را به صورت زیر نشان داد:

$$\begin{aligned} &\min f(x.y).s.t\, h(x.y) = 0 \\ &g(x.y) \geq 0.\ x \leq x \leq \bar{x} \\ &y_i \in D_{y_i}.i = 1.2 \ldots . n_y \end{aligned} \qquad (۱)$$

که در رابطه فوق (x,y) متغیرهای تصمیم گیری و D_{y_i} مجموعه مقادیر گسسته برای متغیر y_i هستند.توابع f (x,y) و g (x,y) و h (x,y) غیرخطی هستند.

۲-۱- تابع هدف

تابع هدف در مساله جایابی بهینه تولیدات پراکنده، کمینه کردن مقدار تلفات توان اکتیو است که به صورت زیر [۲] بیان می‌شود:

$$\text{Minimize } P_{Loss} = \sum_{k \in N_E} g_k(V_i^2 + V_j^2 - 2V_iV_j \cos\theta_{ij}) \qquad (۲)$$

در رابطه فوق، N_E تعداد شاخه‌های سیستم (تعداد خطوط)، gk کنداکتانس خط k بین خط i ام و j ام، V_i و V_j ولتاژ باس i ام و j ام و θ_{ij} اختلاف فاز بین باس های i ام و j ام است.

۲-۲- قیود مسئله

قیود (۱) به دو دسته قیود تساوی و قیود نامساوی تقسیم‌بندی می‌شود، که قیود تساوی همان قیود بار هستند و قیود نامساوی قیود مربوط به تولیدات پراکنده و قیود عملیاتی که شامل ولتاژ شین بارها و بارگذاری خطوط است، می‌باشند.

۲-۲-۱- قیود تساوی

قیود تساوی یا قیود بار معادلات پخش بار می‌باشند که می‌توان آن‌ها را به صورت زیر بیان نمود :

$$P_{D_i} = V_i \sum_{j=1}^{N_t} V_j (G_{ij} \cos\theta_{ij} + B_{ij} \sin\theta_{ij}) \qquad (۳)$$

$$Q_{G_i} - Q_{D_i} = V_i \sum_{j=1}^{N_t} V_j (B_{ij} \cos\theta_{ij} + G_{ij} \sin\theta_{ij}) \qquad (۴)$$

قیود نامساوی قیود مربوط به ژنراتورها، تولیدات پراکنده و قیود عملیاتی که هر یک به شرح زیر می‌باشند.

$$\begin{aligned} &Q_{DG_{imin}} \leq Q_{DG_i} \leq Q_{DG_{Jmax}} \quad i = 1, \ldots, N_{DG} \\ &P_{DG_{imin}} \leq P_{DG_i} \leq P_{DG_{Jmax}} \quad i = 1, \ldots, N_{DG} \\ &V_{DG_{imin}} \leq V_{DG_i} \leq V_{DG_{Jmax}} \quad i = 1, \ldots, N_{DG} \end{aligned} \qquad (۵)$$

که N_{DG} تعداد واحدهای تولید پراکنده می‌باشد.

۲-۲-۳- قیود عملیاتی

که شامل ولتاژ شین بارها و بارگذاری خطوط است به صورت زیر می‌باشد:

$$V_{L_{imin}} \leq V_{L_i} \leq V_{L_{imax}} \quad i = 1, \ldots, N_L \qquad (۶)$$

$$S_{L_i} \leq S_{L_i}^{max}$$

شرح مقاله که N_L تعداد شین بارها می‌باشد.

۳- روش حل مساله

مساله جایابی و تعیین مقدار توان خروجی واحدهای تولید پراکنده در سطح شبکه توزیع فعال جزئی از مسائل غیرخطی سیستم قدرت می‌باشد که در آن پیدا کردن نقطه بهینه برای محل نصب و مقدار توان تولیدی، در شرایط ارضای قیود حاکم بر مسئله، با مشکلاتی همراه است.

از آنجا که در مساله مکان‌یابی بهینه واحدهای تولید پراکنده لازم است که معادلات پخش بار سیستم در نظر گرفته شود تا پارامترهای بهره‌برداری بدست آید و این معادلات غیرخطی هستند، مساله مورد مطالعه به یک مساله غیرخطی غیرمحدب تبدیل می‌شود که حل آن به کمک روش‌های ریاضی موجود سخت و در مواقعی ناممکن خواهد بود و در صورت حل غالباً به جواب بهینه نخواهند رسید. برای این منظور می‌توان از الگوریتم‌های فراابتکاری استفاده نمود که مبتنی بر جمعیت و یک فرایند تکرار شونده هستند. الگوریتم کلونی مورچگان ACO به صورت موفقیت‌آمیزی روی بسیاری از مسائل بهینه‌سازی اعمال شده است. الگوریتم مورچه برای پیاده‌سازی آسان بوده و بازه وسیعی از کاربردها را پوشش می‌دهد[۹].

استراتژی جدید در این الگوریتم شامل، ارائه، پیاده‌سازی و طراحی موثر و جدید روش‌های ابتکاری نه تنها برای کمک به ACO برای اعمال در مقیاس‌های بزرگ (TSP) بلکه برای افزایش کارایی شامل سرعت و کیفیت راه‌حل‌های تولید شده است.

[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]
[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019

۳-۱- گام اول: مقدار دهی اولیه

در این مرحلـه مقدار دهی اولیه متغیرها و پارامترها انجام خواهد گرفـت. پارامترهای مربوط به الگوریتم مورچگان بهبودیافته و همچنین مقدار متغیرهای مسـاله. در این مسـاله مقدار متغیرهای هر عضـو از جمعیـت مورچه‌ها، ظرفیت واحدهای تولید پراکنده می‌باشـد. در این مقاله، برای شـبکه سـه واحد تولیدی در نظر گرفته شـده اسـت که ظرفیت آنها در این مرحله به صورت تصادفی تعیین می‌شوند.

۳-۲- گام دوم: محاسبه تابع هدف

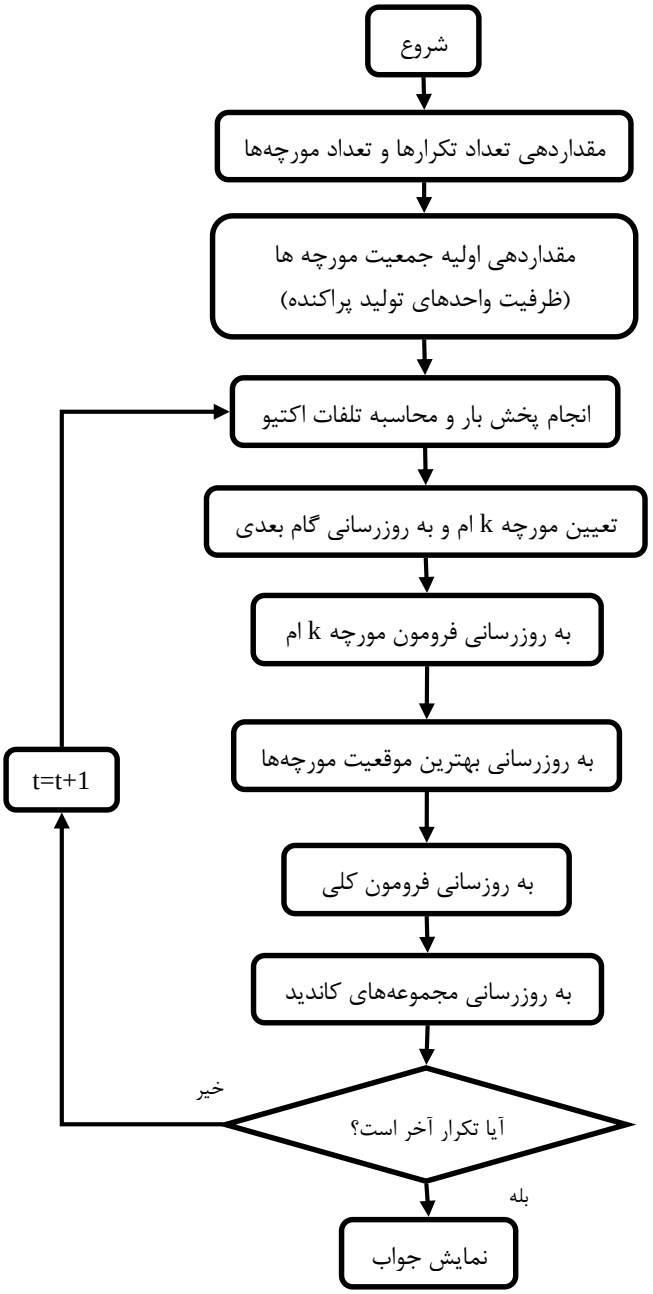
در این مرحله تابع هدف هر عضو محاسبه می‌شود. در این تحقیق تابع هدف در نظر گرفته شـده، همان تلفات توان اکتیو شبکه می‌باشد. بنابراین با در نظر گرفتن واحدهای تولیدی در نظر گرفته شـده، تلفات توان اکتیو محاسبه شده و به عنوان تابع هدف مساله لحاظ خواهد شد.

۳-۳- گام سوم: به روزرسانی

هر عضـو از جمعیت مورچه با توجه به روابط گفته شده در بالا به روزرسـانی می‌شـوند. این به روزرسـانی مربوط به موقعیت هر مورچه و همچنین فرومون مربوطه می‌باشـد. بنابراین ظرفیت سـه واحد تولیدی در نظر گرفته شـده برای شـبکه طی این مرحله دسـتخوش تغییر می‌شود و مقدار جدید آن بدست خواهد آمد.

۳-۴- گام چهارم: بررسی شرط خاتمه

در این مرحله بررسـی می‌شود که آیا تکرار آخر الگوریتم هست یا خیر. در صـورتیکه تکرار آخر باشد الگوریتم تمام شده و بهترین جواب به دسـت آمده (ذخیره شـده) نمایش داده خواهد شـد. در غیر این صورت، الگوریتم به گام دوم برخواهد گشت.



شکل (۱): فلوچارت حل مسله الگوریتم پیشنهادی

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

۴- شبیه‌سازی و نتایج

تابع هدف در نظر گرفته شده برای این مقاله، تلفات توان اکتیو شبکه می‌باشد. روش پیشنهادی بر روی شبکه استاندارد ۳۳باس IEEE اجرا شده است و نتایج آن مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفته است. روش بهینه-سازی اجرایی در این مقاله روش بهبود یافته کلونی مورچگان است و نتایج بدست امده در این مقاله با نتایج روش‌های دیگر مقایسه شده است[۸].

۴-۱- شبکه استاندارد ۳۳ باس IEEE

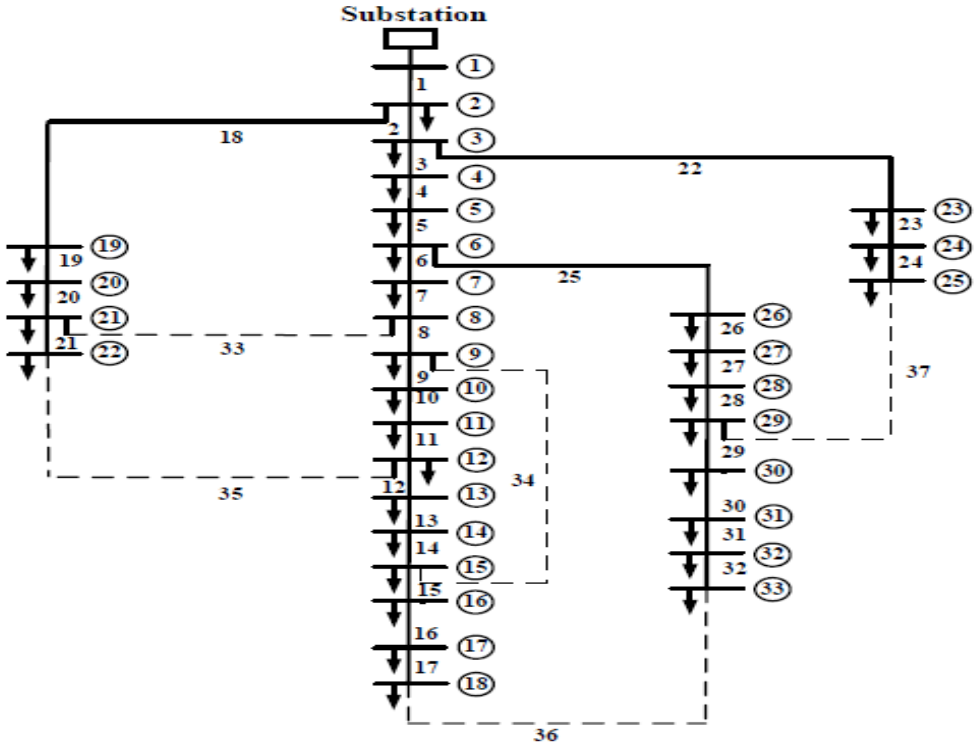
دیاگرام خطی شبکه مورد مطالعه در شکل (۲) نمایش داده شده است که این شبکه شامل ۳۳ باس اصلی می‌باشد. باس شماره ۱ به شبکه اصلی متصل شده است و توان لازم بارها از طریق این باس از شبکه اصلی دریافت می‌شود. همچنین، بار اکتیو و راکتیو کل شبکه به ترتیب ۳/۷۱۵ مگاوات و ۱/۸ مگاوار و مجموع تلفات توان اکتیو ۲۰۲/۶۷۷۱ کیلووات می‌باشد. ولتاژ عملکردی این شبکه ۱۲/۶۶ کیلوولت می‌باشد[۸].

برای تخصـــیص بهینه واحدهای تولید پراکنده تعدادی باس کاندید با توجه به روش آنالیز حساسیت انتخاب شده است[۸].که باس های ۱۴، ۲۴ و ۳۰ می‌باشد. بنابراین بعد از بهینه‌سازی، ظرفیت بهینه واحدهای تولید پراکنده نصـب شـده در این باس به دسـت آمد. در هر قسـمت، ظرفیـت واحـدهای تولید پراکنده، میزان توان راکتیو و اکتیو جاری در فیدرهای شـبکه و هم چنین تلفات توان اکتیو شـبکه و دیگر پارامترها نشان داده شده‌اند.

۴-۲- نتایج به دست آمده از الگوریتم پیشنهادی برای شبکه ۳۳ باس

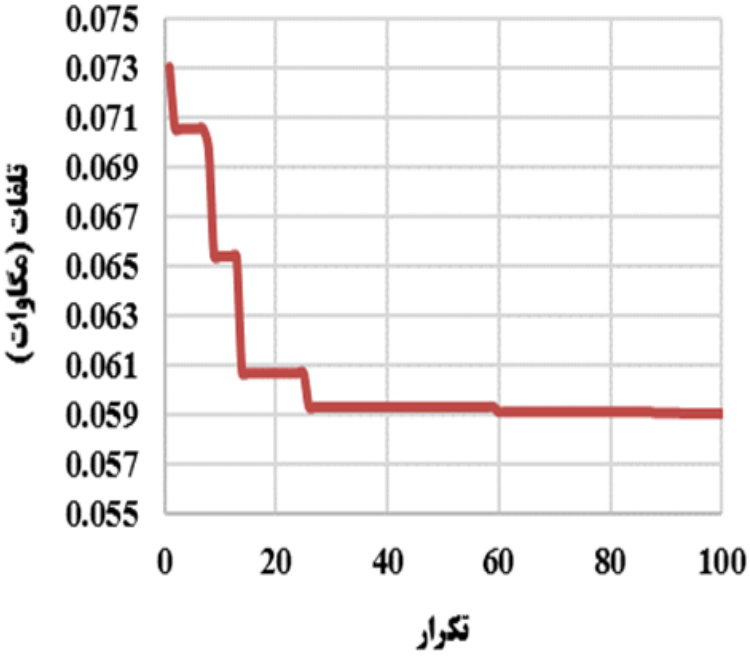
در این قسـمت نتایج بدسـت آمده از الگوریتم پیشـنهادی آورده شـده است. برای این الگوریتم تعداد تکرارها و ذرات هر تکرار به ترتیب ۱۰۰ و ۵۰ فرض شده است.

در این روش سعی در پیدا کردن حالتی است که تلفات توان اکتیو شـبکه کمترین مقدار باشـد. شـبیه‌سـازی‌های انجام شـده نتایج زیر را بدست داده‌اند. در شکل (۳) نحوه همگرایی الگوریتم و تابع هدف نشان داده شـده اسـت. در شـکل (۴) نیز نحوه همگرایی ظرفیت واحدهای تولید پراکنده در تکرارهای مختلف نشان داده شده است.

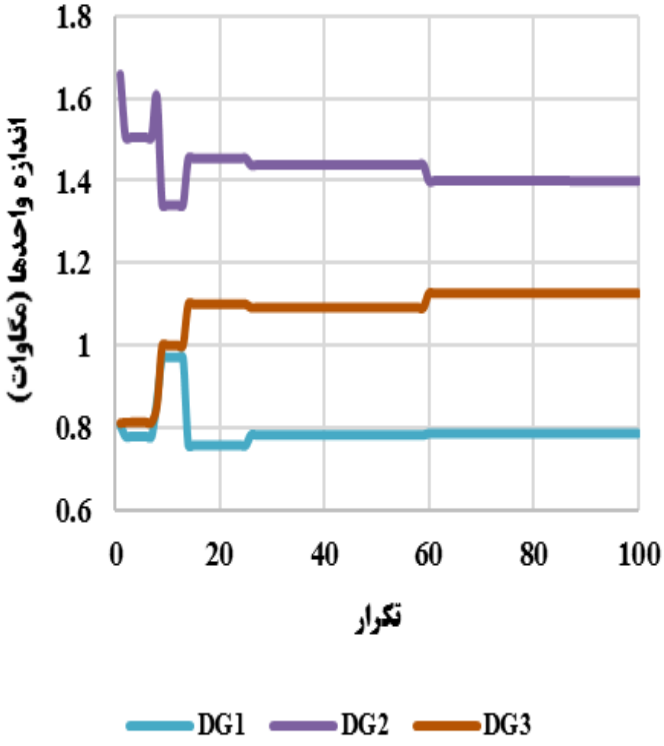


شکل (۲): شبکه ۳۳ باس IEEE

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]



شکل (۳): تعداد تکرار و همگرایی الگوریتم پیشنهادی



شکل (۴): ظرفیت بهینه سه واحد تولید پراکنده

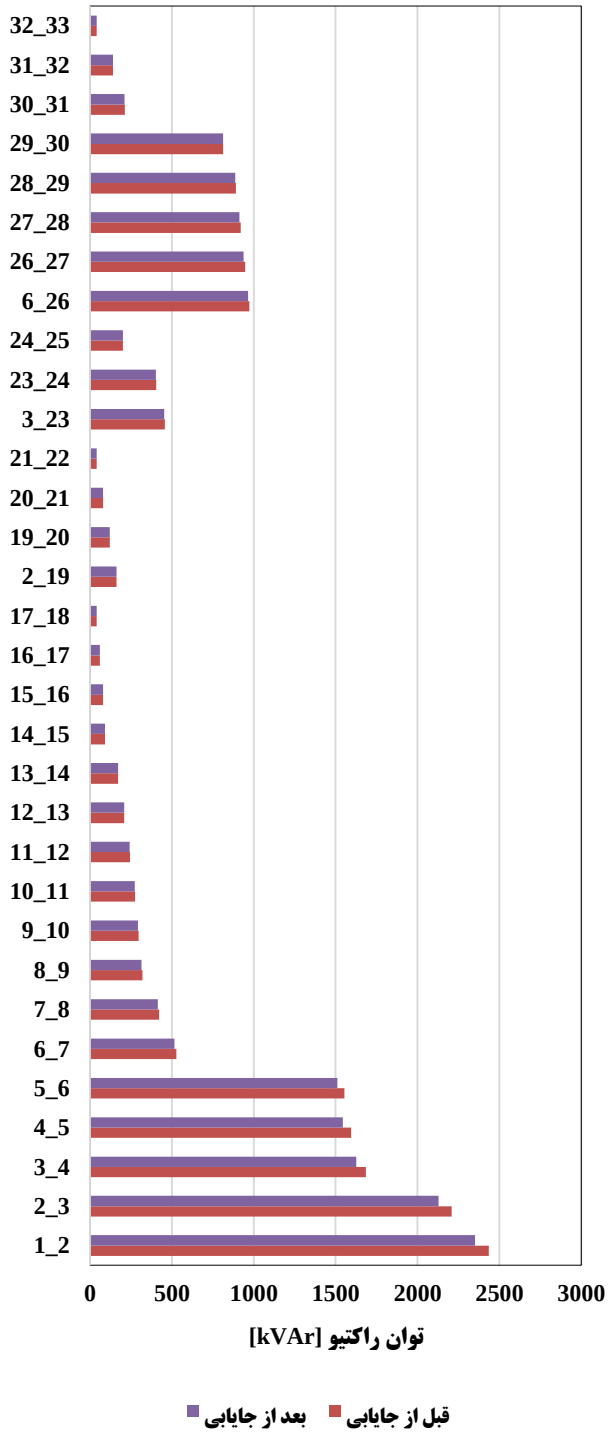
در شکل (۵) مقدار توان اکتیو، توان راکتیو و تلفات توان اکتیو در خطوط مختلف شبکه ۳۳ باس قبل و بعد از بهینه‌سازی نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، مقدار توان اکتیو جاری در اکثر خطوط شبکه کاهش پیدا کرده است. این بدان علت است که بخشی از توان مورد نیاز بارها توسط واحدهای تولید پراکنده تامین شده و دیگر نیازی به جذب توان از شبکه بالادست نبوده است.

بنابراین توان جاری در خطوط کاهش پیدا کرده است. این کاهش توان جاری در خطوط برای فیدرهای ابتدایی شبکه به وضوح دیده می‌شود.
در شکل (۶) مقدار توان راکتیو در خطوط مختلف شبکه ۳۳ باس قبل و بعد از بهینه‌سازی نشان داده شده است. همانطور که ملاحظه می‌شود، مقدار توان راکتیو در بعضی خطوط شبکه کاهش پیدا کرده است.

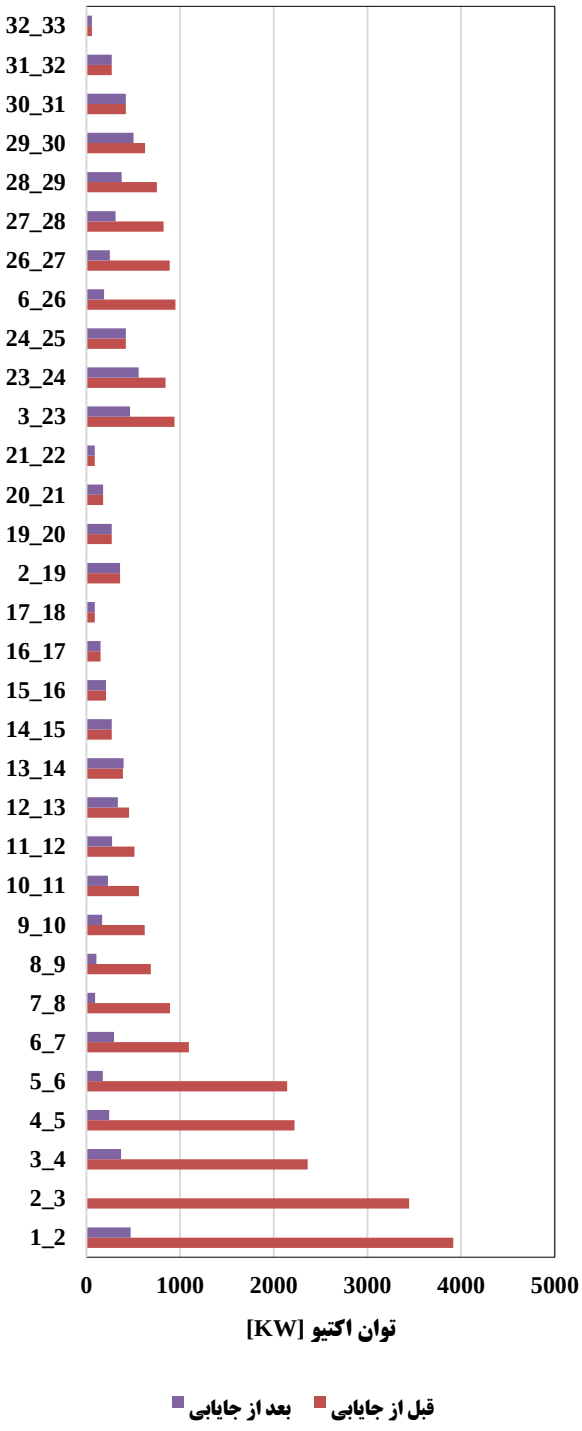
درشکل (۷) همانطور که مشاهده می‌شود، روش پیشنهادی منجر به کاهش تلفات توان اکتیو شده است و این نشان می‌دهد که عملکرد و توانایی این الگوریتم در پیدا کردن جواب‌های بهینه بهتر از سایر الگوریتم‌ها بوده است.

در شکل (۸) پروفیل ولتاژ شبکه مورد مطالعه نشان داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، نصب واحدها تولید پراکنده منجر به بهبود پروفیل ولتاژ شده است. چرا که با نصب این واحدها توان کمتری در خطوط جاری شده و بخشی از توان مورد نیاز بارها به صورت محلی تأمین می‌شوند. بنابراین توان کمتری جاری در خطوط منجر به افت ولتاژ کمتری در شبکه خواهد شد و این موضوع سبب مسطح‌تر شدن پروفیل ولتاژ می‌شود.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]



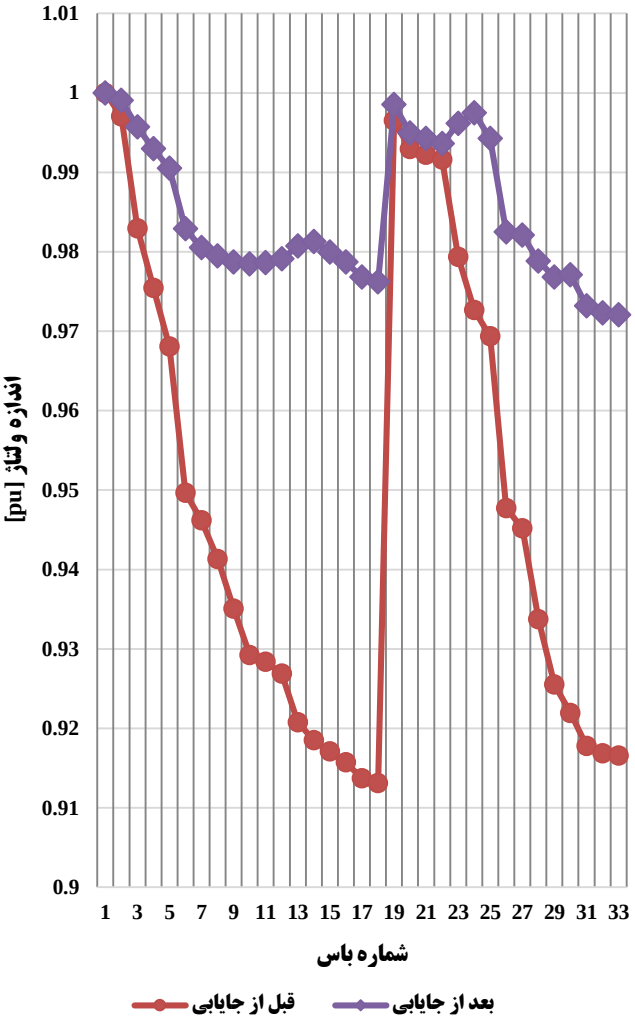
شکل (۶): توان راکتیو جاری شده در فیدرهای شبکه قبل و بعد از تعیین ظرفیت



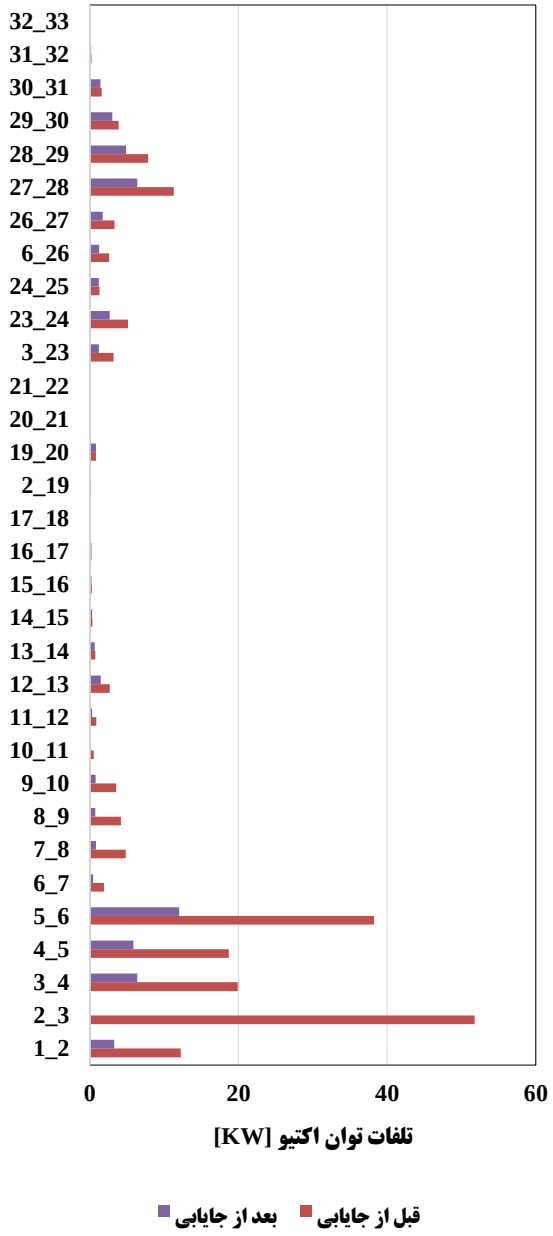
شکل (۵): توان اکتیو جاری شده در فیدرهای شبکه قبل و بعد از تعیین ظرفیت

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019



شکل (۸): بهبود پروفیل ولتاژ در فیدرهای شبکه قبل و بعد از تعیین ظرفیت



شکل (۷): کاهش تلفات توان اکتیو در فیدرهای شبکه قبل وبعد از تعیین ظرفیت

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]

در جدول (۱) مقدار ظرفیت واحدهای تولید پراکنده به دست آمده از روش پیشنهادی و روش‌های دیگر به همراه مقدار تلفات توان اکتیو شبکه آورده شده است.

جدول (۱) مقدار ظرفیت واحدهای تولید پراکنده

الگوریتم حل مسله	ظرفیتDG کیلووات	ظرفیتDG کیلووات	ظرفیتDG کیلووات	تلفات کیلووات	زمان ثانیه
	باس ۳۰	باس ۲۴	باس ۱۴		
[۸] PSO	۱۰۷۱	۱۰۹۹	۷۵۳	۷۱/۴۵	۲۱/۹
[۸] TLBO	۱۰۷۱	۱۰۹۹	۷۵۳	۷۱/۴۵	۱۴
[۸] CS	۱۰۷۱	۱۰۹۹	۷۵۳	۷۱/۴۵	۱۳
[۸] ABC	۱۰۶۵	۱۱۱۰	۷۶۳	۷۱/۴۶	۳۳
[۸] GSA	۱۰۷۱	۱۰۹۹	۷۵۳	۷۱/۴۵	۱۴
[۸] SFS	۱۰۷۱	۱۰۹۹	۷۵۳	۷۱/۴۵	۱۵
[۸] SOS	۱۰۷۱	۱۰۹۹	۷۵۳	۷۱/۴۵	۱۳
ACO	**۱۱۲۸**	**۱۴۰۰**	**۷۸۷**	**۵۹/۰۱**	**۱۳**

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019

۵- نتیجه‌گیری

در این مقاله تخصیص بهینه واحدهای DG در شبکه توزیع مورد مطالعه قرار گرفت. از آنجا که مسئله جایابی بهینه منابع تولید پراکنده یک مسئله غیرخطی با تعداد بسیار زیادی قید است، از الگوریتم‌های بهینه‌سازی فرااکتشافی جهت پیدا کردن جواب‌ها استفاده شده است. در این مقاله ظرفیت واحدها به عنوان متغیر کنترلی در نظر گرفته شد و مسئله برای کمینه کردن تلفات توان اکتیو شبکه اجرا شده است. در این مقاله از یک روش بهینه‌سازی کلونی مورچگان بهبود یافته EACO برای حل مساله استفاده شده است[۹].

برای این منظور شبکه نمونه ۳۳ باس IEEE در نظرگرفته شده است. برای پیدا کردن مکان نصب ، از یک روش حساسیت استفاده شد[۸]. در مرحله بعد تعیین ظرفیت بهینه واحدهای تولید پراکنده در نظر گرفته شد و برای نصب در این محل‌ها به کمک الگوریتم بهینه‌سازی کلونی مورچگان بهبود یافته بدست آمد. نصب واحدهای DG در شبکه سبب شد که تمام ولتاژهای سیستم در محدوده مجاز قرار گرفته و پروفیل ولتاژ از۰,۹۱به بالای ۰,۹۷پریونیت بهبود پیدا کند و در شبکه دیگر افت ولتاژ غیراستانداری مشاهده نشود. بنابراین می‌توان گفت که یکی از فواید نصب DG ها در شبکه، بهبود پروفیل ولتاژ شبکه و افزایش ولتاژها به خصوص در باس‌های انتهایی شبکه است.در مورد تلفات نیز از ۲۰۲ کیلووات به ۵۹ کیلووات کاهش، هدف مورد نظر محقق شد.

مراجع

[1] Keane, A.; Ochoa, L.F.; Borges, C.L.T.; Ault, G.W.; Alarcon-Rodriguez, A.D.; Currie, R.A.F.; Pilo, F.; Dent, C.; Harrison, G.P., "State-of-the-Art Techniques and Challenges Ahead for Distributed Generation Planning and Optimization," *Power Systems, IEEE Transactions on* , vol.28, no.2, pp.1493,1502, May 2013

[2]L. F. Ochoa, A. Padilha-Feltrin, and G. P. Harrison, "Evaluating distributed generation impacts with a multiobjective index," *IEEE Trans. Power Del.*, vol. 21, no. 3, pp. 1452–1458, Jul. 2006.

[3]P. Chiradeja and R. Ramakumar, "An approach to quantify the technical benefits of distributed generation," IEEE Trans. Energy Convers., vol. 19, no. 4, pp. 764–773, Dec. 2004

[4]A. Keane and M. O'Malley, "Optimal utilization of distribution networks for energy harvesting," IEEE Trans. Power Syst., vol. 22, no. 1, pp. 467–475, Feb. 2007

[5]Amanifar, O., "Optimal distributed generation placement and sizing for loss and thd reduction and voltage profile improvement in distribution systems using particle swarm optimization and sensitivity analysis," *Electrical Power Distribution Networks (EPDC), 2011 16th Conference on* , vol., no., pp.1,1, 19-20 April 2011

[6]Al Abri, R.S.; El-Saadany, E.F.; Atwa, Y.M., "Optimal Placement and Sizing Method to Improve the Voltage Stability Margin in a Distribution System Using Distributed Generation," *Power Systems, IEEE Transactions on* , vol.28, no.1, pp.326,334, Feb. 2013

[7] P. Chiradeja and R. Ramakumar, "An approach to quantify the technical benefits of distributed generation," IEEE Trans. Energy Convers., vol. 19, no. 4, pp. 764–773, Dec. 2004

[8] Das, Bikash, V. Mukherjee, and Debapriya Das. "DG placement in radial distribution network by symbiotic organisms search algorithm for real power loss minimization." *Applied Soft Computing*49 (2016): 920-936.

[9] H. Ismkhan, Effective heuristics for ant colony optimization to handle large-scale problems, Swarm andEvolutionary Computation (2016), http://dx.doi.org/10.1016/j.swevo.2016.06.006i

رزومه



محمد معین در اهواز متولد شده است (۱۳۶۱). تحصیلات دانشگاهی خود را در مقطع کاردانی برق قدرت از دانشگاه دزفول(۱۳۸۲) و در مقطع کارشناسی مهندسی برق- قدرت از دانشکده آموزش علمی کاربردی آب و برق اهواز (۱۳۹۲)، کارشناسی ارشد مهندسی برق- قدرت از دانشکده آموزش عالی کارون(۱۳۹۸) سپری کرده است.فعالیت های پژوهشی و علاقه مندی ایشان در زمینه توزیع انرژی الکتریکی، کیفیت توان، و بهره برداری از سیستم های قدرت است و در حال حاضر کارشناس برق در شرکت نفت وگاز اروندان می باشد

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

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019

Optimal Distributed Generation (DG) Allocation in Distribution Networks using an Improved Ant Colony Optimization (ACO) Algorithm

Mohammad moein[1]*

*1- MSc Graduated, Karoon institute of higher education, Ahwaz, Iran, elec.moein@gmail.com

Abstract: The development of distributed generation (DGs) units in recent years have created challenges in the operation of power grids, especially distribution networks. One of these issues is the optimal allocation (location and capacity) of these units in distribution networks. In this thesis, a method based on the improved ant colony optimization algorithm is presented to solve the problem of optimal allocation of DG units. It is an evolved version algorithm of the ant colony algorithm that has been modified to improve its performance. The considered objective function is the active power losses of the network. The proposed method has been implemented on the standard IEEE 33-bus networks, and the obtained results have been compared with the results from other techniques. In system, three buses are considered as the candidate buses, and optimal capacity of the DG units is obtained with the proposed optimization algorithm. The proposed method is programmed with MATLAB software. The results show that the proposed method has ultimately achieved a better solution.

Keywords: Distributed Generation (DGs) units, Ant colony, Active power losses, Distribution Network.

[DOR: 20.1001.1.23222468.1398.8.2.1.4]
Journal of Novel Researches on Electrical Power - Vol. 8-No. 2- Summer 2019
[Downloaded from jeps.dezful.iau.ir on 2026-11-14]