

# Certificate

بنام خدا

تاریخ : ۹۳/۶/۱۰  
شماره : ۱۰۰۱/۱۳۸۴

## کنفرانس ملی بهینه سازی مصرف انرژی در علوم و مهندسی

National Conference on Energy Consumption Optimization in Science and Engineering

### گواهی ارائه مقاله

بدینویسیله گواهی می گردد ، اصل مقاله با عنوان :

بهینه سازی تلفات در شبکه های توزیع شعاعی به وسیله بازآرایی همزمان با نصب منبع تولید پراکنده

کد مقاله : BME - 1196

محمد محمدی ندوشن، علی اصغر قدیمی، حمیدرضا علیرضایی

ارائه شده توسط :

مورد پذیرش کامل و تایید هیات داوران و کمیته علمی جهت ارائه در کنفرانس ملی بهینه سازی مصرف انرژی در علوم و مهندسی  
قرار گرفته است . امید است این گواهی در بیشتر عملکردهای ایشان در راستای افزایش بهره وری و تحقق توسعه پایدار در  
بخش های بهینه سازی مصرف انرژی موثر واقع شده و در ارتقاء علمی ایشان مد نظر قرار گیرد .

دکتر سید علی حسینی متی کلامی

رئیس کمیته اجرایی کنفرانس

سرپرست موسسه علمی تحقیقاتی کومهعلم آوران دانش



ظاهره ابوی

رئیس پروگرامی کنفرانس

ریاست دانشکده فنی و حرفه ای دختران بابل





## بهینه سازی تلفات در شبکه های توزیع شعاعی به وسیله بازآرایی همزمان با نصب منبع تولید پراکنده

محمد محمدی ندوشن<sup>۱</sup>، علی اصغر قدیمی<sup>۲</sup>، حمیدرضا علیرضایی<sup>۳</sup>

<sup>۱</sup>دانشگاه علوم و تحقیقات، [mohammadinodoshan@gmail.com](mailto:mohammadinodoshan@gmail.com)

<sup>۲</sup>آستادیار گروه مهندسی برق، دانشگاه اراک، [a-ghadimi@araku.ac.ir](mailto:a-ghadimi@araku.ac.ir)

<sup>۳</sup>دانشگاه علوم و تحقیقات، [hamid.alirezaei@gmail.com](mailto:hamid.alirezaei@gmail.com)

### چکیده

یکی از موارد بهینه سازی در مهندسی، کاهش تلفات شبکه های توزیع است. بازآرایی و نصب منبع تولید پراکنده (DG) از روش های کاهش تلفات هستند. انجام این دو روش، نیازمند استفاده از الگوریتم بهینه سازی قوی است. در گذشته از الگوریتم های بهینه سازی متفاوتی به این منظور استفاده گردیده است. در این مقاله، کاهش تلفات به وسیله بازآرایی و نصب منبع DG انجام شده است. همچنین مقایسه ای بین کارایی الگوریتم بهینه سازی تجمعی ذرات (BPSO) و الگوریتم رقابت استعماری (ICA) در انجام این کار صورت گرفته است. تاثیر DG و بازآرایی در کاهش تلفات به طور جداگانه مورد بررسی و مقایسه قرار گرفته اند. برای در نظر گرفتن تاثیر همزمان این دو، DG در یکی از بسیاری شبکه های قرار گرفته و سپس با انجام بازآرایی در شبکه نمونه، سعی در کاهش تلفات می کنیم. شبکه مورد بررسی در این مقاله یکی از شبکه های تست در اکثر مقالاتی است که بازآرایی را به نحوی انجام داده اند. نتایج نشان دهنده کارایی بیشتر بازآرایی نسبت به نصب منبع DG است. همچنین نتایج الگوریتم BPSO نسبت به الگوریتم ICA کمی بهتر است.

کلمات کلیدی: کاهش تلفات، تولید پراکنده، بازآرایی، بهینه سازی، شبکه توزیع

National Conference

4/Sep/2014

Kome elmavararan danesh

R.S. Institute



## ۱. مقدمه

رقابتی شدن قیمت انرژی و تلفات زیاد سیستم توزیع در شبکه های برق، باعث توجه بیشتر به موضوع تلفات شده است. تاکنون روش‌های متعددی جهت کاهش تلفات نظیر خازن‌گذاری، بهبود سطح مقطع هادی‌ها، بازارآبی و اتصال منابع DG ارائه شده است. باز یا بسته بودن کلیدهای شبکه‌های توزیعیک آرایش را تشکیل می‌دهد. به دلیل گسترش سیستم توزیع در طول زمان، ممکن است این آرایش، کمترین تلفات را نداشته نباشد که باید آنرا تغییر داد. به تغییر آرایش شبکه از طریق تغییر وضعیت کلیدها، بازارآبی گفته می‌شود. تمایلروز افزون به اتوماسیون سیستم توزیع، امکان بازارآبی، را آسانتر کرده است. کاهش تلفات، بهبود پروفیل ولتاژ، تامین توان در ساعت‌های پیک و بهبود کیفیت توان و قابلیت اطمینان از مزایای منابع DG است [1]. کاهش تلفات در استفاده از این منابع به دلیل آوردن منبع توان به نزدیکی مشترکین می‌باشد.

همانطور که بیان شد نصب منابع DG و بازارآبی، دو روش کاهش تلفات هستند. اما برای استفاده بردن از مزایای منابع DG بایدمکان و اندازه آن به بهترین نحو مشخص گردد در غیر اینصورت نه تنها مشکل حل نخواهد شد بلکه بیشتر شدن تلفات را در پی دارد. بازارآبیکی دیگر از روش‌های کاهش تلفات است. اما مشکل این جا است که هرگونه تغییر در توپولوژی شبکه، لزوماً به بهتر شدن نمی‌انجامد و همچنین محدودیت‌های دیگر شبکه، امکان پیاده‌سازی هر توپولوژی دلخواه در شبکه را از ما می‌گیرد. ضمن آنکه بازارآبی یک مسئله بهینه سازی بسیار پیچیده است که انجامش نیازمند استفاده از یک الگوریتم بهینه سازی قوی است. در نتیجه نصب منابع DG و بازارآبی تا حدی در کاهش تلفات موثر است اما در استفاده از این دو روش با محدودیت‌های عملی زیادی روبرو هستیم.

انتخاب مکان و سایز DG، یک مسئله بهینه‌سازی پیچیده است که در گذشته برای حل آن از روش‌های متعددی استفاده شده است. ویرال و خاتود [1]، مروری جامع بر روش‌های مختلف از جمله روش‌های محاسباتی، فوق ابتکاری، هوشمند و روش‌های ترکیبی با الگوریتم ژنتیک که تا به حال مورد استفاده قرار گرفته، انجام داده‌اند. در [2]، مکان‌یابی منبع DG و خازن بطور همزمان‌نجام شده است، هدف، کاهش تلفات اکتیو و راکتیو و بهبود پروفیل ولتاژ است. برای بهینه‌سازی از الگوریتم ممتیک استفاده شده که ترکیبی از الگوریتم ژنتیک و جستجوی محلی می‌باشد. استفاده از این الگوریتم باعث می‌شود سبب بهره بردن از مزایای هر دو الگوریتم و حذف معایب آنها می‌شود از معایب این کار می‌توان به استفاده نکردن از بازارآبی اشاره کرد. در [3]، تعداد، مکان و ظرفیت بهینه DG به منظور کاهش تلفات، بهبود فرورفتگی ولتاژ و کاهش هزینه‌های نصب و نگهداری DG انجام شده است. عیب این مرجع عدم استفاده از بازارآبی و الگوریتم‌های متفاوت بهینه سازی و مقایسه آنها در کاهش تلفات است. مرجع [4]، قابلیت اطمینان، کیفیت توان و تلفات یک شبکه توزیع را در حضور DG مورد بررسی قرار داده است. برای بهبود پارامترهای مطرح شده، به مکان‌یابی منابع DG پرداخته‌اند. عیب این مرجع، استفاده نکردن از الگوریتم‌های هوشمند است. در [5] هدف از نصب DG، بهبود پایداری ولتاژ و همچنین کاهش تلفات است. ابتدا بهترین مکان‌ها برای نصب DG، انتخاب و سپس تعداد منابع DG طوری انتخاب می‌شود که پروفیل ولتاژ در محدوده مجاز قرار گیرد. در انتهای سایز منابع DG با استفاده از برنامه ریزی پویا انتخاب می‌شود. این مقاله نشان داده است که تعداد زیادتر منابع DG همیشه باعث کاهش تلفات نخواهد شد. مانند مرجع قبل این مرجع نیز از الگوریتم‌های هوشمند استفاده نکرده است. اگرچه، استفاده از منابع DG در کاهش تلفات موثر است، اما در بارهای زیاد استفاده بردن از این منابع به تنهایی جوابگو نمی‌باشد. در نتیجه بهتر است همزمان با استفاده از منابع DG از روش‌های دیگر نظیر بازارآبی هم سود برد. عیب دیگر این مراجع عدم استفاده از الگوریتم‌های متفاوت بهینه سازی و مقایسه آنها است.

مجموعه کارهایی که در زمینه بازارآبی و با هدف کاهش تلفات تا سال ۱۹۹۴ انجام شده‌اند در [6] مرور شده‌اند. در مرجع [7]، هدف بازارآبی کاهش تلفات است در حالیکهیک سری قیود ساختاری و عملیاتی باید ارضاء شود. در این



مقاله، آرایش فعلی شبکه در نظر گرفته شده و با استفاده از قوانین روش کلونی مورچگان سعی در بهتر کردن اینارایش می‌شود. روشناین مقاله ساده است و تنها نیاز به تنظیم چند پارامتر دارد اما منابع DG که سهمشان در سیستم توزیع کنونی و تاثیر ثابت شده‌شان در کاهش تلفات، غیر قابل چشم پوشی است را در نظر نگرفته‌اند. نیکنام [8] از ترکیب PSO با روش جفت‌گیری زنجورهای عسل استفاده کرده است. اهداف بازاری از این مرجع مینیمم کردن تلفات، تجاوز ولتاژها از حد مجاز، تعداد کلیدزنی و همچنین توازن بار است. برای بازاری از روشی بر مبنای نرم ۲، استفاده شده است. تابع هدف به عنوان یک بردار در نظر گرفته شده است و هدف ماکریم کردن فاصله بین بردار تابع هدف و بردار خطأ است. عیب کار این مقاله برنامه‌نویسی پیچیده و وقتگیر بودن آن است. مرجع [9] از روش بهینه‌سازی کلونی مورچگان به منظور کاهش تلفات در سیستم‌های توزیع با بار متوازن و غیر متوازن استفاده کرده است. همانطور که ذکر شد یکی از مشکلات کار در بازاری شبکه‌های توزیع بوسیله الگوریتم‌های تکاملی این است که بدلیل ماهیت تصادفی این شبکه‌ها، ساختارهای تولید شده در هر مرحله غیر شعاعی می‌شوند. در این مقاله به منظور ایجاد شدن شبکه شعاعی در هر مرحله، روش قدیمی کلونی Mورچگان بوسیله تئوری گراف اصلاح شده است. در [10] بازاری شبکه توزیع به منظور حداکثرسازی ظرفیت منبع DG که می‌خواهد در سیستم نصب شود مورد استفاده قرار گرفته است. البته این مرجع کارهای دیگری هم انجام داده است از جمله اینکه برای حداکثر سازی ظرفیت منابع تولید پراکنده از کنترل ولتاژ هم استفاده نموده است. برای بهینه سازی از PSO استفاده شده است. نشان داده شده است بازاری می‌تواند بعضی از اضافه ولتاژهایی که به دلیل نصب منابع DG رخ می‌دهد را بهبود ببخشد. از معایب کار این مقاله می‌توان به استفاده از یک الگوریتم بهینه‌سازی و عدم حل مشکل تولید ساختارهای غیر شعاعی در روند بهینه‌سازی اشاره کرد.

در این مقاله، قصد داریم تلفات را در شبکه توزیع نمونه با استفاده از ایجاد هماهنگی بین ظرفیت DG و آرایش شبکه کاهش دهیم و بهترین ظرفیت DG و ساختار شبکه را به منظور داشتن کمترین تلفات بیابیم. به منظور بهینه سازی از دو الگوریتم متفاوت بهینه سازی تجمعی ذرات (PSO) و رقابت استعماری (ICA) استفاده شده است. لازم به ذکر است که کلیت کار در این دو قسمت یکسان است و در واقع یک کار یکسان با دو الگوریتم متفاوت انجام شده است تا مقایسه‌ای بین نحوه عملکرد این دو الگوریتم انجام شود. مقایسه نحوه عملکرد این دو الگوریتم، ایده اصلی این مقاله را تشکیل می‌دهد.

## ۲. اثر نصب منابع DG روی شبکه توزیع

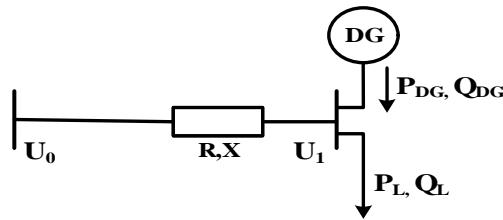
در قسمت زیر اثر نصب منابع DG روی تلفات و ولتاژ شبکه بحث می‌شود.

### ۲.۱. اثر نصب DG روی تلفات

نصب DG در سیستم توزیع معادل با آوردن منبع توان به نزدیکی مشترکین می‌باشد، لذا تلفات خطوط که با خاطر انتقال انرژی می‌باشد تا حد بسیار زیادی کاهش می‌یابد. البته کاهش تلفات که یکی از محاسن عمدی و فنی DG در سیستم توزیع محسوب می‌شود وقتی محقق می‌گردد که منبع DG با ظرفیت بهینه در شبکه نصب شده باشد و اگر همین منابع با ظرفیت نامناسب نصب شوند می‌توانند تلفات سیستم توزیع را افزایش نیز بدنهند. تعیین پارامترهایی نظیر مکان و سایز منابع DG جهت بدست آوردن بیشترین سودمندی از DG ضروری می‌باشد.

### ۲.۲. اثر نصب DG بر روی ولتاژ شبکه

نصب DG می‌تواند تاثیرات مثبتی بر روی ولتاژ سیستم توزیع داشته باشد. این اثر مثبت به دلیل جبرانسازی توان راکتیو است. به همین دلیل اگر تعداد زیاد DG در یک خط به شبکه متصل گردد باعث افزایش ولتاژ می‌گردد. می‌تواند به شبکه، توان راکتیو تزریقیا دریافت کند و یا در ضربی توان یک کار کند. برایک سیستم با بار و منبع DG مطابق آنچه در شکل (1) نشان داده شده است. افت ولتاژ در یک فیدر از رابطه (1) محاسبه می‌شود.



شکل (۱) خط با یک بار و DG در انتهای آن

$$\Delta U = U_0 - U_1 = \frac{R(P_L - P_{DG}) + X(Q_L - (\pm Q_{DG}))}{U_1} \quad (1)$$

در این رابطه  $U_0$  ولتاژ بasesهای نشان داده در شکل (۱)،  $P_L, Q_L$ ، مقادیر توان اکتیو و راکتیو مصرفی بار و  $P_{DG}, Q_{DG}$  است. رابطه (۱) نشان می‌دهد که اگر منبع DG، توان راکتیو تولید کند یا اینکه توان راکتیو شبکه را تغییر ندهد، مسلم است ولتاژ شبکه کاهش پیدا می‌کند.

### ۳. روش‌های بهینه سازی

در این مقاله از الگوریتم های PSO و ICA استفاده شده است که در ادامه توضیح داده می‌شود.

#### ۳.۱. الگوریتم بهینه سازی تجمعی ذرات

در الگوریتم BPSO مکان و سرعت ذره  $\lambda$ م به صورت  $(x_{ij} = (x_{i1}, \dots, x_{id})$  و  $V_i = (v_{i1}, \dots, v_{id})$  که  $x_{ij}$  بسته یا باز بودن کلید را نشان می‌دهد و  $D$  تعداد کلیدهای شبکه است. سرعت ذرات مطابق رابطه (۲) به روز رسانی می‌شود.

*ford = 1:D*

$$vid = \omega \times vid + c_1 \times randNO_1 \times (p_{id} - x_{id}) + randNO_2 \times (p_{gd} - x_{id}) \quad (2)$$

$$rid = S(vid) - randNO_1$$

*end*

اکثر الگوریتم‌های هوشمند به دلیل ماهیت تصادفی، تولید جمعیت‌هایی می‌کنند که غیرشعاعی هستند که این موضوع باعث زمانگیر بودن روند بهینه‌سازی می‌شود. در [11]، مطابق رابطه (۳)، الگوریتم BPSO اصلاح شده است تا این مشکل حل شود.

*ford = 1:D*

if (rid < the qth lowest value of all ri)

then  $xid = 0$  (3)

Else  $xid = 1$

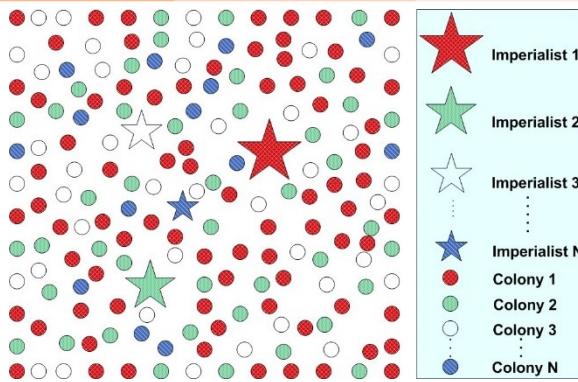
End

*end*

در روابط بالا  $C_1$  و  $C_2$  پارامترهای یادگیری هستند  $randNO$  عددی تصادفی در محدوده  $[0, 1]$  است

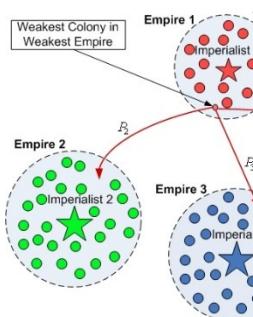
#### ۳.۲. الگوریتم رقابت استعماری

در این الگوریتم، هر عنصر جمعیت یک کشور نامیده می‌شود. کشورهای مطابق شکل (۲) به دو دسته کلونی و استعمارگر تقسیم می‌شوند.

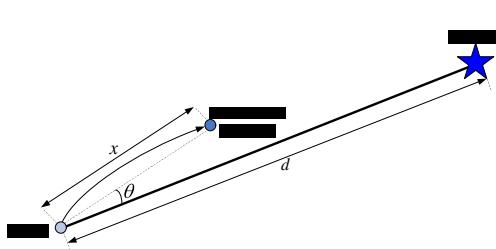


شکل (۲) چگونگی شکل‌گیری امپراتوری‌های اولیه [11]

پس از تقسیم مستعمرات میان استعمارگرها و ایجاد امپراتوری‌های اولیه، مستعمرات شروع به حرکت به سمت استعمارگر خود می‌کنند (سیاست جذب). شکل (۳) حرکت یک کلونی به سمت امپراتوری را نشان می‌دهد. اگر در هین حرکت، یک کلونی، نسبت به استعمارگر، به موقعیت بهتری برسد، جای آن دو با هم عوض می‌شوند. قدرت کل یک امپراتوری نیز به صورت مجموع قدرت کشور استعمارگر به اضافه درصدی از قدرت میانگین مستعمرات آن تعریف می‌شود. در رقابت استعماری، کل امپراتوری‌ها تلاش می‌کنند تا مستعمرات سایر امپراتوری‌ها را تصرف کنند. این رقابت بتدریج موجب کاهش قدرت امپراتوری‌های ضعیف می‌شود و بر قدرت امپراتوری‌ها یقینی می‌افزاید. شکل (۴) رقابت استعماری را نشان می‌دهد. هر چه قدرت یک امپراتوری بیشتر باشد، احتمال تصرف مستعمرات سایر امپراتوری‌ها توسط آن افزایش می‌یابد. هر امپراتوری که در این رقابت قادر به افزایش قدرت خود (یا حداقل جلوگیری از کاهش قدرت خود) نباشد، حذف می‌شود. رقابت استعماری بتدریج منجر به افزایش قدرت قوی‌ترین امپراتوری‌ها و کاهش قدرت ضعیفترین آنها می‌شود. کاهش قدرت امپراتوری‌های ضعیف، باعث نابودی آنها می‌گردد. پس از مدتی همه امپراتوریها سقوط کرده و تنها یک امپراتوری خواهیم داشت و بقیه کشورها تحت کنترل این امپراتوری واحد قرار می‌گیرند و در آن امپراتوری، همه مستعمرات سعی دارند به سمت استعمارگر خود حرکت کنند [11].



شکل (۴) شمای کلی رقابت استعماری [11]



شکل (۳) حرکت یک کلونی به سمت استعمارگر مربوط به خود [11]

#### ۴. روش ارائه شده

در این قسمت فرمولاسیون روش ارائه و روند انجام کار توضیح داده می‌شود.

##### ۴.۱. انتخاب تابع هدف

تابع هدف انتخاب شده در این مقاله در رابطه (۴) نشان داده شده است.



Minimize  $P_{loss}$

Subject to :

$$\begin{aligned} \det(A) &= 1 \text{ or } -1 \\ S_{k,k+1} &< S_{k,k+1} \max \\ V_{min} &\leq |V_k| \leq V_{max} \end{aligned} \quad (4)$$

که در آن،  $A$  ماتریس تلاقي راسها در گراف متناظر با شبکه،  $S_{k,k+1}$  مقدار توان عبوری از شاخه بین بس  $K$  و  $K+1$  است.  $S_{k,k+1} \max$  حداکثر توان قابل عبور از شاخه ها،  $V_k$  ولتاژ بسهاي شبکه و  $V_{Max}$  و  $V_{Min}$  محدوده ولتاژ قابل قبول برای بسهاي شبکه است.

#### ۴.۲. فلوچارت ها و نحوه انجام کار

به منظور تحلیل جداگانه اثر نصب DG و بازارایی در کاهش تلفات، دو حالت زیر مورد بررسی قرار داده شده است.

حالت اول: اثر نصب DG روی شبکه بازارایی نشده.

حالت دوم: اثر نصب DG همزمان با بازارایی شبکه.

##### ۴.۲.۱. حالت اول

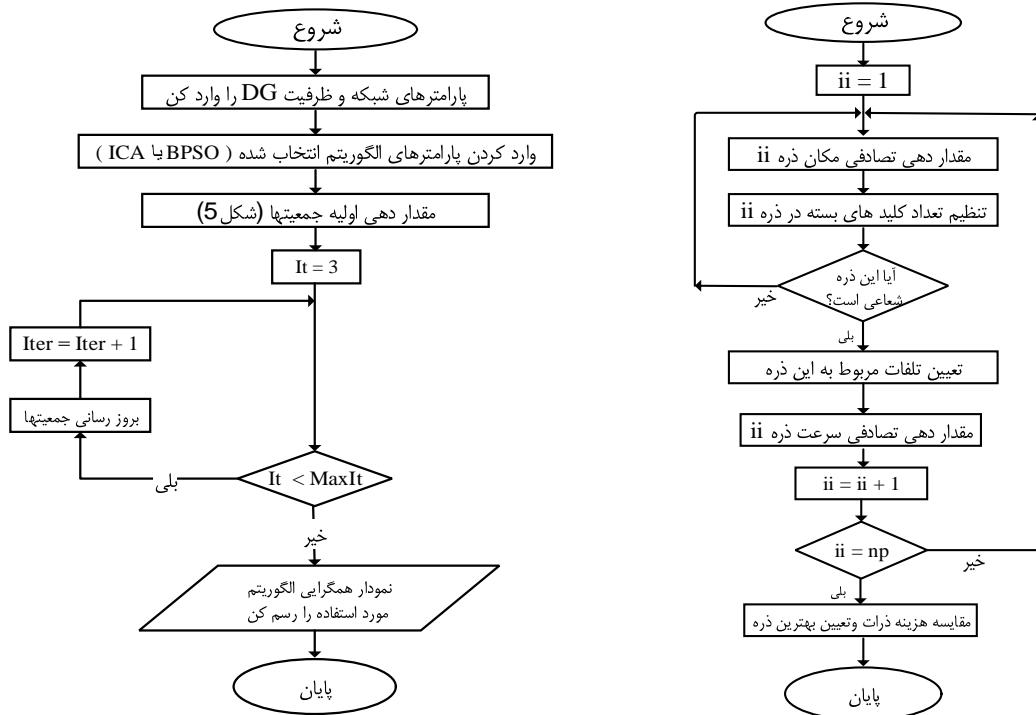
در حالت اول مطابقشکل (۸)، DG در بس ۱۷ شبکه قرار داده شده است. دلیل قرار دادن DG در بس ۱۷ این است که این بس در انتهای شبکه قرار داشته و در حالت عادی کمترین میزان ولتاژ را دارد. هدف در این حالت یافتن ظرفیتی از DG است که در آن تلفات شبکه مینیمم باشد. به همین منظور تلفات شبکه را به ازای مقادیر مختلف ظرفیت DG محاسبه می کنیم.

##### ۴.۲.۲. حالت دوم

در حالت دوم در ابتدا ظرفیت DG را صفر قرار می دهیم و بازارایی را برای شبکه نمونه انجام می دهیم و پس از آن قصد کاهش تلفات در اثر نصب DG همزمان با بازارایی شبکه را داریم. برای شبیه سازی این حالت از دو الگوریتم متفاوت PSO و ICA استفاده شده است تا مقایسه ای بین نحوه عملکرد این دو الگوریتم نیز انجام شود.

شکل (۵) مقداردهی اولیه ذرات را نشان می دهد. در الگوریتم های مورد استفاده، هر عنصر جمعیت، وضعیت کلیدهایی است که قابلیت باز و بسته شدن دارد. در مقداردهی تصادفی، معمولاً تعداد کلیدهای باز با تعداد کلیدهای بسته برابر است. اما می دانیم در یک شبکه ساعی، تعداد یال ها در گراف متناظر شبکه یکی کمتر از تعداد راس هاست. از آنجایی که تعداد شین ها در شبکه نمونه، ۳۳ است برای داشتن شرط لازم، می بایست تعداد کلیدهای بسته ۳۲ و تعداد کلیدهای باز ۵ باشد. در نتیجه بعد از مقداردهی تصادفی مکان ذرات، تعداد کلیدهای بسته تنظیم می شود. برای بررسی شرط کافی ساعی بودن دترمینان ماتریس تلاقي راسها در گراف متناظر شبکه باید ۱ یا ۱-باشد. در انتهای سرعت ذرات نیز مقدار دهی تصادفی می شوند. در آخر تلفات ذرات با هم مقایسه و بهترین ذره تعیین می گردد.

فلوچارت کامل در شکل (۶) آورده شده است. در این حالت در صورتیکه بخواهیم بدون حضور DG و تنها با بازارایی تلفات را کاهش دهیم، مقدار DG را صفر وارد می کنیم. سپس پارامترهای الگوریتم مورد استفاده هوارد می شوند. در آخر بروزرسانی مکان و سرعت ذرات انجام می شود تا تعداد الگوریتم ها به آخر برسد. در حالتی که بخواهیم تلفات را به وسیله DG و بازارایی به طور همزمان کاهش دهیم. مقدار ظرفیت DG را وارد می کنیم. ظرفیت DG ای که وارد می کنیم همان ظرفیتی هست که می خواهیم در آن با بازارایی تلفات را کاهش دهیم.



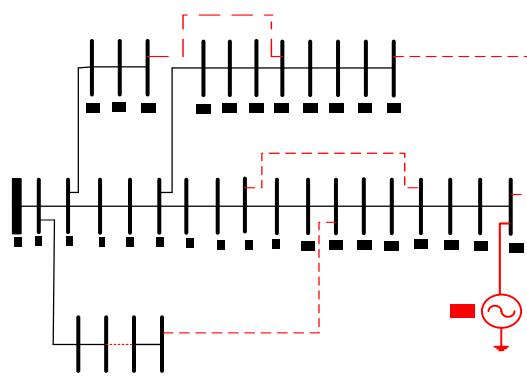
شکل(۶) فلوچارت مقداردهی اولیه ذرات

## ۵. شبیه سازی

اطلاعات شبکه در قالب یک ام فایل مشابه برنامه های مت پاور تعریفو تمام شبیه سازی ها در متلب انجام شده است.

### ۵.۱. معرفی سیستم مورد مطالعه و پارامترهای آن

شکل (۸) ساختار اولیه شبکه مورد مطالعه که یک شبکه با ولتاژ  $12/66\text{KV}$  و مجموع بار اکتیو و راکتیو  $50.84/26\text{KVar}$   $2547/32\text{Kw}$  است را نشان میدهد. این شبکه یکی از نخستین شبکه هایی است که برای بازار آرایی مورد استفاده قرار گرفته است. شبکه فوق، ۳۳ بس، ۳۲ کلید در حالت عادی بسته و ۵ کلید در حالت عادی باز دارد. مقدار تلفات برای آرایش اولیه شبکه مورد بررسی برابر  $20.3\text{KW}$  است. سایر اطلاعات شبکه مورد نظر در مرجع [12] آمده است.



شکل (۸) شبکه مورد مطالعه



## ۵. ۲. شبیه‌سازی روش پیشنهادی

مقادیر پارامترهای الگوریتم ICA در جدول (۱) آورده شده است. مقادیر پایین تعداد اعضای جمعیت و تکرار، سرعت را بالا برده اما دقت را کاهش می‌دهد و مقادیر بالای آنها، اثر بر عکس دارد.  $\beta$  و Prevelution پارامترهای تعیین کننده عملکرد الگوریتم ICA هستند. این پارامترها با سعی و خطاب طوری انتخاب شده اند که جوابها شبیه بهینه باشند.

جدول (۱) پارامترهای الگوریتم ICA

Zeta	MaxIt	Mu	Prevelution	Beta	nEmp	Npop	پارامتر
ضریب میانگین هزینه مستعمرات	تعداد تکرار	میزان تاثیر انقلاب	احتمال انقلاب در کشور	ضریب جذب	تعداد امپریالیست	تعداد کشور	توضیح
۰.۱	۱۵۰	۰.۰۵	۰.۲	۱	۵	۱۵۰	مقدار

در الگوریتم BPSO تعداد اعضای جمعیت،  $۵۰$  و تعداد تکرار،  $۱۵۰$  در نظر گرفته شده است.  $C_1$  و  $C_2$  اگر پایین انتخاب شوند باعث می‌شود ذرات در فضای دور از هدف، پرسه زده و مقادیر بالای آنها باعث گذشتگی از ناحیه هدف می‌شود و معمولاً انتخاب  $۲$  برای آنها مناسب است.  $\omega$  پارامتری است که تأثیر سرعت فعلی را بر سرعت بعدی کنترل می‌کند و یک حالت تعادل بین توانایی الگوریتم در جستجو به صورت محلی و جستجو به صورت سراسری ایجاد می‌نماید تا به طور میانگین در زمان کمتری به جواب برسیم. از آنجاییکهیکی از انتخاب‌های مناسب برای  $\omega$  میرا کردن آن از  $۱/۲$  تا  $۰/۲$  است [13]، از تابع زیر برای بدست آوردن نسبت میرایی ضریب اینرسی  $\omega$  در هر تکرار از الگوریتم استفاده شده است. شبیه‌سازی‌ها نشان داد که استفاده از این تابع برای به دست آوردن نسبت میرایی ضریب اینرسی، نتایج بهتری را به دنبال دارد.

$$w( \text{MaxIt} ) = w( 1 ) \times w_{damp}^{MaxIt} \rightarrow 1.2 = 0.2 \times w_{damp}^{MaxIt} \rightarrow w_{damp} = \frac{1}{6}^{(1/\text{max it})} \quad (5)$$

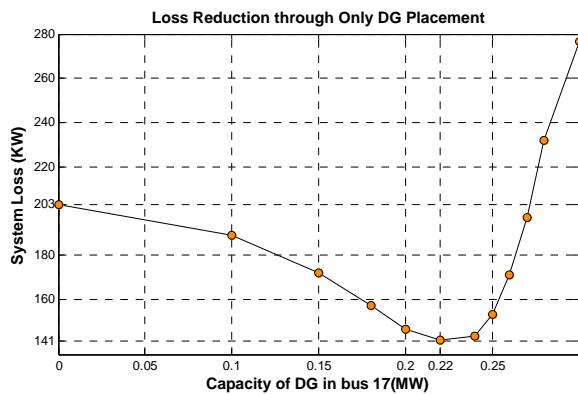
که  $w_{MaxIt}$  و  $w_{damp}$  به ترتیب مقادیر اولیه و نهایی  $\omega$ ،  $iter_{\text{max}}$ ، ماکریمم تعداد تکرار و  $w_{damp}$  نسبت میرایی ضریب‌باینرسی  $\omega$  می‌باشد.

## ۶. نتایج و تحلیل

در این قسمت نتایج شبیه‌سازی به همراه تحلیل آنها آورده شده است.

### ۶.۱. تحلیل نتایج حالت اول

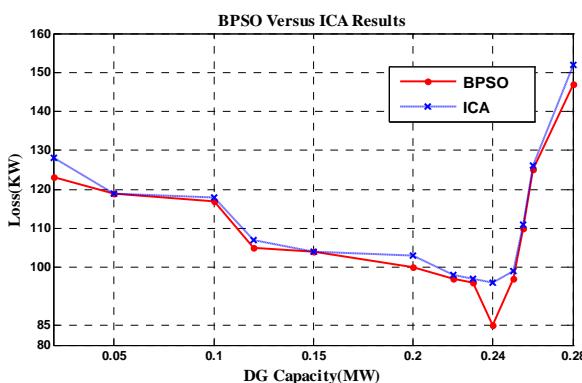
در این حالت تنها قصد بهینه‌سازی ظرفیت منبع DG را داریم. هدف در این حالت یافتن ظرفیتی از DG است که در آن تلفات شبکه مینیمم باشد. به همین منظور تلفات شبکه را به ازای مقادیر مختلف ظرفیت DG محاسبه می‌کنیم. نمودار میزان تلفات بر حسب ظرفیت منبع DG در شکل (۹) رسم شده است. مشاهده می‌شود که بهترین مقدار تلفات در این حالت  $141\text{KW}$  است که این درحالی است که منبع DG با ظرفیت  $22\text{MW}$  را در باس هفده شبکه قرار داده‌ایم. در این حالت نسبت به حالت اولیه شبکه (شبکه بدون نصب DG) توانسته‌ایم تلفات را به میزان  $۳۱$  درصد کاهش دهیم.



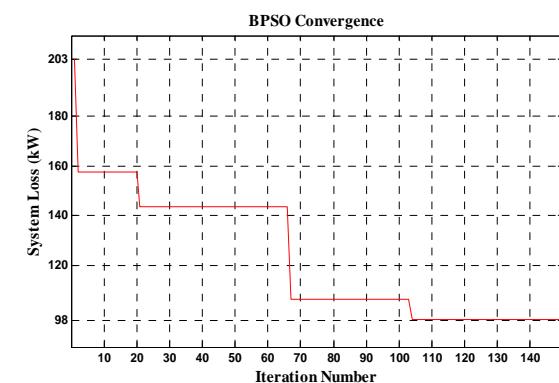
شکل (۹) میزان تلفات بر حسب ظرفیت منبع DG

## ۶.۲. حالت دوم شبیه‌سازی

در این حالت ابتدا ظرفیت DG را صفر قرار داده و تنها قصد انجام بازارایی را داریم. نتیجه همگرایی BPSO در شکل (۱۰) نمایش داده شده است. که نشان می‌دهد بازارایی توانسته است تلفات را از مقدار ۲۰۳ kW به مقدار ۹۸ kW برساند. در این حالت نسبت به حالت اولیه (شبکه بدون نصب DG و بازارایی) توانسته‌ایم تلفات را به میزان ۵۵٪ درصد کاهش دهیم. در استفاده از الگوریتم JCA بازارایی در این شبکه توانست تلفات را از مقدار ۲۰۳ kW به مقدار ۱۰۵ kW برساند. برای اینکه اثر DG و بازارایی را همزمان در کاهش تلفات بررسی کنیم، منبع DG را در بس ۱۷ شبکه قرار داده‌ایم و سپس در هر ظرفیت از DG. با بازارایی، تلفات را کاهش می‌دهیم. شکل (۱۱) نتایج اخذ شده را در هر دو الگوریتم به صورت مقایسه‌ای نشان می‌دهد. گرچه برای اکثر ظرفیت‌های DG، نتایج الگوریتم BPSO است. اجرای شبیه‌سازی با هر دو الگوریتم تقریباً نتایج مشابهی در بر دارد و در هر دو الگوریتم، ظرفیت بهینه DG، مقدار ۰.۲۴ MW است.



شکل (۱۱) مقایسه نتایج ICA و BPSO



شکل (۱۰) همگرایی الگوریتم BPSO

مقایسه نتایج در جدول (۳) آمده است. شبیه سازی ها در این مقاله همانطور که از جدول (۳) مشخص است نشان داد در حالت استفاده از بازارایی همزمان با نصب منبع DG به کمک الگوریتم BPSO توانسته‌ایم تلفات را به میزان ۵۹٪ کاهش دهیم.



جدول(۳) نتایج بدست آمده از شبیه‌سازی‌ها

حالت	جواب‌های شبیه‌سازی	
پایه	کلیدهای باز	۳۳, ۳۴, ۳۵, ۳۶, ۳۷
	تلفات (KW)	۲۰۳
	ولتاژ مینیمم (pu)	۰/۹۱۳۱
تنها نصب DG	کلیدهای باز	۳۳, ۳۴, ۳۵, ۳۶, ۳۷
	تلفات (KW)	۱۴۱
	% کاهش تلفات	۳۱
	اندازه DG (MW)	۰/۲۲
	ولتاژ مینیمم (pu)	۰/۹۵۵۳
تنها بازآرایی	کلیدهای باز	۴, ۷, ۹, ۲۴, ۳۷
	تلفات (KW)	۹۸
	% کاهش تلفات	۵۲
	ولتاژ مینیمم (pu)	۰/۹۶۷۱
بازآرایی همزمان با نصب DG	کلیدهای باز	۷, ۱۴, ۹, ۳۲, ۳۷
	تلفات (KW)	۸۵
	% کاهش تلفات	۵۹
	اندازه DG (MW)	۰.۲۴
	ولتاژ مینیمم (pu)	۰/۹۷۸۳

## ۷. نتیجه‌گیری

این مقاله سعی در مقایسه کارایی الگوریتم‌های PSO و ICA به منظور کاهش تلفات به وسیله بازآرایی همزمان با نصب DG کرده است. نتایج نشان داد که تلفات از مقدار ۲۰۳KW در حالت پایه به مقدار ۱۴۱KW در حالت استفاده از DG در استفاده از بازآرایی و ۸۵KW در استفاده همزمان از بازآرایی و DG رسیده است. درصد کاهش تلفات در این حالات به ترتیب عبارتست از ۳۱، ۵۲ و ۵۹. نتایج همچنین نشان دهنده کارایی بیشتر الگوریتم BPSO نسبت به الگوریتم ICA است. با توجه به اینکه انجام بازآرایی و سایزیابی منبع DG نیازمند الگوریتم بهینه‌سازی کارا است، پیشنهاد می‌شود کارهای این مقاله با الگوریتم‌های دیگر انجام شود و مقایسه نتایج انجام گردد. شبکه مورد استفاده در این مقاله یکی از شبکه‌های مورد استفاده در مقالات با موضوع بازآرایی است اما این شبکه اجازه افزایش ظرفیت DG را نمی‌دهد و پیشنهاد می‌شود کارهای این مقاله روی شبکه دیگری نیز انجام شود.



-مراجع-

1. R. Viral and D. K. Khatod, "Optimal planning of distributed generation systems in distribution system: A review," *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, vol. 16, pp. 5146-5165, 2012.
2. S. M. Sajjadi, M.-R. Haghifam, and J. Salehi, "Simultaneous placement of distributed generation and capacitors in distribution networks considering voltage stability index," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 46, pp. 366-375, 2013.
3. S. Biswas, S. K. Goswami, and A. Chatterjee, "Optimum distributed generation placement with voltage sag effect minimization," *Energy Conversion and Management*, vol. 53, pp. 163-174, 2012.
4. H. Hamedi and M. Gandomkar, "A straightforward approach to minimizing unsupplied energy and power loss through DG placement and evaluating power quality in relation to load variations over time," *International Journal of Electrical Power & Energy Systems*, vol. 35, pp. 93-96, 2012.
5. Masoud Esmaili, Esmail Chaktan Firozjaee, Heidar Ali Shayanfar, "Optimal placement of distributed generations considering voltage stability and power losses with observing voltage-related constraints," *Applied Energy*, vol. 113, pp. 1252-1260, 2014.
6. R. J. Sarfi, M. M. A. Salama, and A. Y. Chikhani, "A survey of the state of the art in distribution system reconfiguration for system loss reduction," *Electric Power Systems Research*, vol. 31, pp. 61-70, 1994.
7. E. Carpaneto and G. Chicco, "Distribution system minimum loss reconfiguration in the Hyper-Cube Ant Colony Optimization framework," *Electric Power Systems Research*, vol. 78, pp. 2037-2045, 2008.
8. T. Niknam, "An efficient hybrid evolutionary algorithm based on PSO and HBMO algorithms for multi-objective Distribution Feeder Reconfiguration," *Energy Conversion and Management*, vol. 50, pp. 2074-2082, 2009.
9. A. Swarnkar, N. Gupta, and K. R. Niazi, "Adapted ant colony optimization for efficient reconfiguration of balanced and unbalanced distribution systems for loss minimization," *Swarm and Evolutionary Computation*, vol. 1, pp. 129-137, 2011.
10. S. Sheng-Yi, L. Chan-Nan, C. Rung-Fang, Gutie, x, and G. rrez-Alcaraz, "Distributed Generation Interconnection Planning: A Wind Power Case Study," *Smart Grid, IEEE Transactions on*, vol. 2, pp. 181-189, 2011.
11. E. Atashpaz-Gargari and C. Lucas, "Imperialist competitive algorithm: An algorithm for optimization inspired by imperialistic competition," in *Evolutionary Computation, 2007. CEC 2007. IEEE Congress on*, 2007, pp. 4661-4667.
12. M. E. Baran and F. F. Wu, "Network reconfiguration in distribution systems for loss reduction and load balancing," *Power Delivery, IEEE Transactions on*, vol. 4, pp. 1401-1407, 1989.
13. Y. Shih-An and L. Chan-Nan, "Distribution Feeder Scheduling Considering Variable Load Profile and Outage Costs," *Power Systems, IEEE Transactions on*, vol. 24, pp. 652-660, 2009.

This document was created with Win2PDF available at <http://www.daneprairie.com>.  
The unregistered version of Win2PDF is for evaluation or non-commercial use only.