بازآرایی شبکه های توزیع با توابع هدف چندمنظوره فازی

آرمین ابراهیمی میلانی
دانشگاه آزاداسلامی, واحد تهران جنوب
a_e_milani@yahoo.com

محمودرضا حقی فام
دانشگاه تربیت مدرس، بخش مهندسی برق
haghifam@modares.ac.ir

واژه های کلیدی : شبکه توزیع- بازآرایی- مجموعه های فازی- الگوریتم ژنتیک

چکیده:

تجدید آرایش شبکه های توزیع را می توان از جمله عملیات بهره برداری دانست که بمنظور بهینه سازی این شبکه ها با اهداف خاصی توسط تغییر در وضعیت کلیدهای مانور موجود در شبکه انجام میگیرد.

در این مقاله بازآرایی شبکه توزیع در قالب یک مسئله بهینه سازی چندمنظوره فرمول بندی شده است که در آن کاهش تلفات, انحراف ولتاژ گره ها, تخطی از جریان مجاز شاخه ها و عدم تعادل بار بین فیدر های شبکه به عنوان اهداف مسئله مطرح شده اند، بطوریکه هر یک از این اهداف بطور جداگانه با الهام از مجموعه های فازی نرمالسازی شده و در نهایت در قالب یک تابع هدف چندمنظوره در کنار هم جای گرفته اند. با در نظر گرفتن تابع هدف نهایی فوق از الگوریتم ژنتیک برای حل مدل پیشنهادی استفاده کرده و نتایج حاصل از اعمال الگوریتم پیشنهادی روی یک شبکه نمونه ارائه شده و مورد بررسی قرار گرفته است.

۱- مقدمه:

در شبکه های توزیع ادوات کلیدزنی موسوم به نقاط مانور وجود دارد بطوریکه در آرایش اولیه شبکه تعدادی از این کلیدها در حالت بسته[۱] و تعدادی از آنها در حالت باز[۲] قرار گرفته اند. بدیهی است برای رسیدن به اهدافی خاص جهت بهینه سازی شبکه مورد نظر می توان با بستن تعدادی از کلیدهای N.O و بستن کلیدهای متناظر N.C در شبکه اولیه به آرایش جدید بهینه ای دست یافت. بدین ترتیب به مجموعه عملیات فوق جهت رسیدن به یک آرایش بهینه جدید "بازآرایی شبکه های توزیع" گفته می شود.

تا کنون روشهای مختلفی در زمینه تجدید آرایش شبکه های توزیع با استفاده از ادوات کلیدزنی سیستم ارائه شده است [۱و۲و۳و۴] ،که بطور کلی میتوان آنها را به دو روش کلی خاص و عام تقسیم کرد ، بطوریکه در روش های خاص یک جواب اولیه ایجاد شده و بکمک الگوریتمی خاص جواب های بعدی تا رسیدن به نقطه بهینه با رعایت قیود مسئله بدست می آیند.

در روش های عام الگوریتمی کلی برای حل مسئله ارائه می شود و بکمک آن مجموعه وسیعی از جواب ها ایجاد شده و جواب بهینه، با انجام عملیاتی ، از میان آنها به عنوان جواب نهایی انتخاب می شود[۴] (مانند روش های مبتنی بر الگوریتم ژنتیک). از آنجایی که اینگونه روش ها دارای حجم محاسبات بالایی می باشند می توان از روش هایی چون منطق فازی برای افزایش سرعت محاسبات در ترکیب با آنها بهره جست.

در اکثر روش های ارائه شده تابع هدف تک منظوره ای برای مسئله در نظر گرفته شده و با توجه به اهمیت موضوع تلفات بیشتر به تجدید آرایش با هدف کاهش تلفات توجه

[۱]- Normally Close (N.C) switch
[۲]- Normally Open (N.O) switch

شده است. در این مقاله برای مسئله بهینه سازی چهار هدف بصورت زیر در قالب یک تابع هدف چند منظوره با ضرایب وزنی مربوط به هر یک از اهداف در نظر گرفته شده است:

۱-کاهش تلفات سیستم قدرت.

۲-کاهش انحراف ولتاژ گره ها.

۳-کاهش تخطی از جریان مجاز شاخه ها (بمنظور جلوگیری از اضافه جریان).

۴- کاهش عدم تعادل بار بین فیدر های شبکه.

برای نرمالسازی هر یک از توابع از مجموعه های فازی الهام گرفته شده است تا عملیات تجدید آرایش با انعطاف بیشتری انجام گیرد. در ضمن در حل مسئله بهینه سازی چندمنظوره حاصل از روش حل مبتنی بر الگوریتم ژنتیک, که در آن نگرانی از غیر خطی بودن توابع هدف و قیود وجود ندارد, بهره گرفته ایم. در انتها نیز نتایج عددی حاصل از اجرای روش پیشنهادی بر روی یک شبکه نمونه ارائه شده است.

۲- فرمول بندی مسئله:

همانطور که ذکر شد بازآرایی فیدرهای توزیع توسط تغییر در وضعیت نقاط مانور به منظور ارضاء اهداف خاصی قابل حصول خواهد بود.

در ادامه به مدلسازی هر یک از این توابع هدف می پردازیم و هر یک از آنها را برای تشکیل یک تابع هدف چندمنظوره با الهام از مجموعه های فازی نرمال سازی می کنیم.

بدین ترتیب به هر هدف یک تابع عضویت نسبت داده می شود که این تابع عضویت میزان رضایت بخشی هدف را نشان می دهد. بدیهی است از آنجایی که هر یک از این توابع مقادیر بین صفر و واحد (و نه تنها ۰ و ۱) را در منطق فازی کسب می نمایند مسئله بهینه سازی چندمنظوره فوق از انعطاف پذیری بالاتری برخوردار خواهد شد.

۲-۱- تابع عضویت برای کاهش تلفات توان (μ_{L_i}):

هدف اصلی این تابع عضویت کاهش تلفات سیستم می باشد و می توان آن را بصورت زیر تعریف کرد:

$$P_i = \frac{Ploss\ (i)}{Ploss\ o},\ For\ i = ۱،۲،\ldots,N_k \qquad (۱)$$

که در آن,

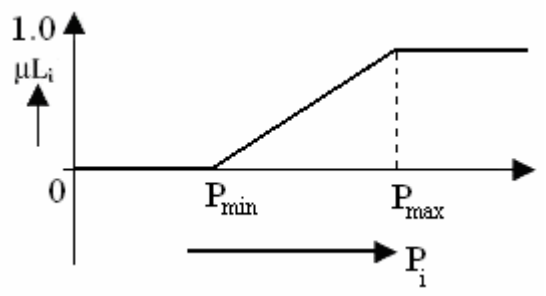
N_k : مجموع تعداد شاخه های موجود در حلقه ای که شامل کلیدهای N.O می باشداست هنگامی که k امین کلید بسته شود

Ploss (i) : مجموع تلفات کل ساختار شعاعی شبکه وقتی iامین شاخه در حلقه باز است

Ploss ۰ : مجموع تلفات کل شبکه قبل از عمل بازآرایی می باشد.

با توجه به رابطه فوق در صورتی که Pi مقدار بالایی داشته باشد, میزان کاهش تلفات به نسبت کم بوده و از این رو یک مقدار بالا برای عضویت در نظر گرفته می شود.

تابع عضویت برای کاهش تلفات در شکل (۱) رسم شده است. با توجه به این نمودار تابع μ_{Li} بصورت زیر بدست می آید:



شکل(۱)- تابع عضویت برای کاهش تلفات

$$\mu_{Li} = \frac{(P\max - Pi)}{P\max - P\min} \quad P_{min} < P_i < P_{max} \qquad (۲)$$

,For

$$\mu_{Li} = ۰ \ , \ For\ P_i \le P_{min}$$

$$\mu_{Li} = ۱ \ , \ For\ P_i \ge P_{max}$$

این بدین معنی است که اگر x_{min}=۰,۵ و x_{max}=۱,۰ فرض شود در اینصورت کاهش ۵۰ درصدی (و یا کمتر) در تلفات ،مقدار عضویت واحد و در صورت کاهش ۱۰۰ درصدی آن ، مقدار صفر را برای تابع عضویت تلفات در نظر گرفته می شود.

۲-۲- تابع عضویت برای بیشترین انحراف ولتاژ گره (μ_{V_i}):

هدف اصلی این تابع کمینه کردن انحراف ولتاژ گره می باشد و می توان آن را بصورت زیر تعریف کرد:

$$y_i = \max | V_{i,j} - V_s | \ , \qquad (۳)$$
$$\text{for } i=۱،۲،\ldots,N_k \ , j=۱،۲،\ldots,N_B$$

که در آن,

N_k :مجموع تعداد شاخه های موجود در حلقه ای که شامل کلیدهای N.O می باشد است هنگامی که k امین کلید بسته شود

N_B : تعداد کل گره های سیستم

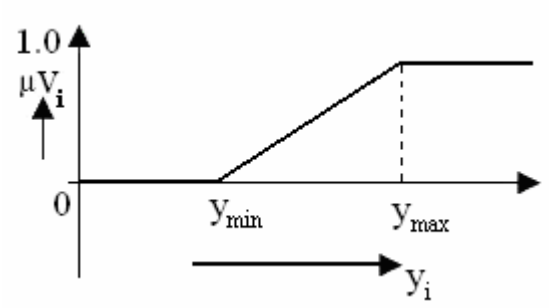
V_s : ولتاژ گره به پریونیت

$V_{i,j}$: ولتاژ گره j متناظر با باز شدن iامین شاخه در حلقه به پریونیت

است.

در این صورت اگر بیشترین انحراف ولتاژ گره ها مقدار کمی داشته باشند, یک مقدار عضویت پایین و اگر این بیشترین انحراف مقدار بالاتری داشته باشد برای عضویت یک مقدار بالا تعریف می شود.

با توجه به شکل (۲) که نشان دهنده تابع عضویت برای بیشترین انحراف ولتاژ است می توان نوشت:



شکل(۲) تابع عضویت برای بیشینه انحراف ولتاژ گره

, (۴)

$$\mu\ V_i = \frac{(y\max - yi)}{(y\max - y\min)} \text{ for } y_{min}<y_i<y_{max}$$

$$\mu\ V_i = ۰ \text{ , for } y_i \le y_{min}$$

$$\mu\ V_i = ۱ \text{ , for } y_i \ge y_{max}$$

در اینصورت با فرض y_{min}=۰،۰۵ اگر ولتاژ گره برابر با یک پریونیت باشد, کمترین ولتاژ سیستم ۰/۹۵ پریونیت خواهد بود و اگر کمترین ولتاژ سیستم برابر با (یا بیشتر از) ۰/۹۵ پریونیت باشد مقدار صفر برای عضویت در نظر گرفته شده و بطور مشابه اگر y_{max}=۰،۱۰ فرض شود, کمترین ولتاژ شبکه برابر با ۰/۹ پریونیت خواهد بود و در صورتی که کمترین ولتاژ شبکه کمتر از (یا برابر با) ۰/۹ پریونیت باشد مقدار واحد برای عضویت تعریف می شود.

۲-۳- تابع عضویت برای بیشینه جریان بار شاخه($\mu\ A_i$):

هدف اصلی این تابع عضویت کمینه کردن میزان تخطی از قید جریان شاخه می باشد و می توان آن را بصورت زیر تعریف کرد:

$$Z_i = \max \left[\frac{I(i,m)}{Ic(m)} \right] \ , \quad \text{for } i=۱،۲،\ldots,N_k \quad (۵)$$
$$m = ۱،۲،\ldots,N_B-۱$$

که در آن,

N_k : تعداد کل شاخه های موجود در حلقه شامل شاخه هایی با کلید N.O وقتی K امین کلید بسته می شود

$|I(i,m)|$: اندازه جریان شاخه m وقتی i امین شاخه در حلقه باز شود.

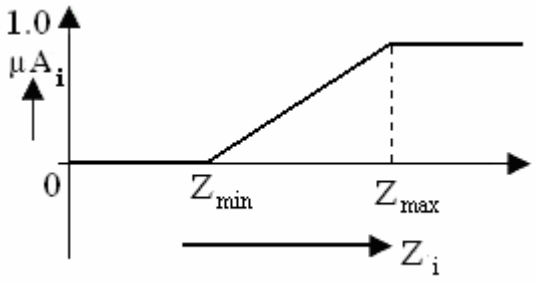
$Ic(m)$: ظرفیت جریانی خط برای شاخه m

N_B : تعداد کل گره های سیستم

می باشد.

با توجه به این رابطه هنگامی که بیشترین مقدار شاخص جریان بار شاخه از مقدار واحد بیشتر شود یک مقدار بالا عضویت درنظر گرفته می شود وتا زمانی که این شاخص کمتر یا برابر با واحد باشد مقدار کمینه عضویت تعریف می گردد.

تابع عضویت برای بیشترین شاخص جریان بار شاخه در شکل (۳) رسم شده است. با توجه به این نمودار می توان نوشت:



شکل(۳)- تابع عضویت برای بیشترین شاخص جریان بار شاخه

, (۶)

$$\mu\ V_i = \frac{(Z\max - Zi)}{(Z\max - Z\min)} \text{ for } Z_{min}<Z_i<Z_{max}$$

$$\mu\ A_i = ۰ \text{ , for } Z_i \le Z_{min}$$

$$\mu\ A_i = ۱ \text{ , for } Z_i \ge Z_{max}$$

در اینصورت اگر Z_{min}=۱ و Z_{max}=۱,۱۵ در نظر گرفته شود ، تا زمانی که جریان شاخه های سیستم کمتر و یا برابر ظرفیت خط مجاز خود باشند مقدار صفر عضویت تعیین خواهد شد و با توجه به Z_{max} میزان ۱۵٪ اضافه بار برای هر شاخه مجاز بوده و اگر در هر یک از شاخه ها جریان ۱/۱۵ بار بزرگتر نسبت به ظرفیت خط (و یا برابر با آن) باشد ، یک مقدار واحد برای عضویت تعیین می شود.

۲-۴ - تابع عضویت برای توزیع یکنواخت بار فیدر ها (μB_i):

توزیع یکنواخت بار یکی از پر اهمیت ترین اهداف تجدید آرایش فیدر می باشد, بطوریکه یک استراتژی مؤثر برای کاهش بار فیدرهای پربار[۳] جابجایی بارهای آن ها به فیدرهایی با بار کم می باشد [۵].

برای تعدیل بار در فیدر ها می توان شاخص توزیع یکنواخت بار فیدر را بصورت زیر مدلسازی نمود:

$$FLB_{i,j} = \frac{IFFi\max - IFi,j}{IFFi\max} \quad (۷)$$

$$j = ۱,۲,\ldots,NF \quad , \text{for } i=۱,۲,\ldots,N_k$$

که در آن,

N_k : تعداد کل شاخه ها در حلقه شامل شاخه N.O وقتی K امین کلید N.O بسته می شود

NF : تعداد کل فیدرهای سیستم

$IF_{i,j}$: جریان فیدر j متناظر با باز شدن i امین شاخه در حلقه

IFF_i max : بیشترین جریان فیدرها متناظر با باز شدن i امین شاخه در حلقه می باشد.

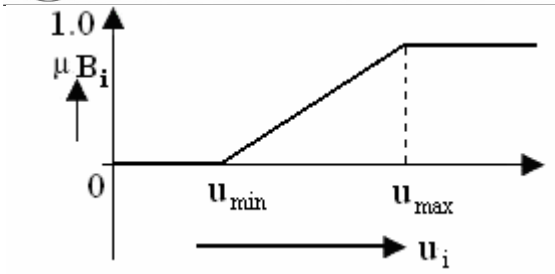
با این تعریف و با در نظر گرفتن :

$$U_i = \max(FLB_{i,j}) \quad (۸)$$

بدیهی است هرچه U_i مقدار پایین تری داشته باشد به یک تعادل بار بهتری در شبکه دست خواهیم یافت.

از اینرو برای U_i پایین, یک درجه عضویت پایین و برای U_i بالا, یک درجه عضویت بالا درنظر گرفته می شود.

با توجه به شکل (۴) که بیانگر تابع عضویت برای U_i می باشد, می توان نوشت:



شکل(۴)- تابع عضویت برای شاخص تعدیل بار (U_i)

$$\mu B_i = \frac{(U\max - Ui)}{(U\max - U\min)} \quad u_{min}<u_i<u_{max} \quad , \text{for} \quad (۹)$$

$$\mu B_i = ۰ \quad , \text{for } u_i \le u_{min}$$

$$\mu B_i = ۱ \quad , \text{for } u_i \ge u_{max}$$

در اینصورت اگر u_{min}=۰,۱ و u_{max}=۰,۵ در نظر گرفته شده باشد ، u_{min} بیان می دارد که بیشترین انحراف جریان های فیدر ۱۰٪ نسبت به بیشترین مقدار جریان مجاز فیدر خواهد بود و اگر این انحراف کمتر از (و یا برابر با) ۱۰٪ باشد،یک مقدار عضویت صفر و با توجه به u_{max} اگر این انحراف بیشتر از ۵۰٪ باشد، یک مقدار عضویت واحد در نظر گرفته می شود.

۳- مدل چند منظوره تابع هدف:

در این بخش به ترکیب چهار تابع هدف معرفی شده در قسمت قبل توسط فاکتور های وزنی می پردازیم بطوریکه برای هر یک از اهداف نام برده یک فاکتور وزنی در نظر می گیریم و چهار تابع هدف را که توسط روش ارائه شده نرمالسازی شده اند در قالب یک تابع هدف چند منظوره بصورت زیر مدلسازی می کنیم:

$$F_{Multi} = \sum_{x=1}^{4} W_x . F_x \quad (۱۰)$$

در این رابطه F_x برای x=۱،۲،۳،۴ به ترتیب توابع هدف کاهش تلفات, کاهش انحراف ولتاژ گره, کاهش تخطی از قید جریان شاخه وتعادل بار فیدر می باشند و ثابتهای w_1 تا w_4 به ترتیب وزن های متناظر با هر یک از این توابع هدف را به آنها نسبت می دهد.ازاینرو می توان با توجه به شرایط سیستم قدرت و اهداف مورد نظر با تغییر و تنظیم ضرایب وزنی w_1 تا w_4 حل مسئله چند منظوره را به سمت معیارهای مورد نظر

[۳]- Heavily Loaded

سوق داد. درضمن در کنار این تابع هدف چند منظوره باید قیودی چون باقی ماندن ساختار شبکه به فرم شعاعی نیز مورد توجه قرار گیرد.

۴- حل مسئله بهینه سازی بکمک الگوریتم ژنتیک:

الگوریتم ژنتیک یکی از روش های بهینه سازی می باشد که بر پایه توارث و تکامل پیاده سازی شده است. این الگوریتم یکی از روش های آماری جستجو می باشد و از آنجایی که مدل پیشنهادی تجدید آرایش سیستم توزیع یک مسئله غیر خطی با متغیر های باینری است می توان این الگوریتم را روشی مناسب برای یافتن آرایشی بهینه با توابع هدف درنظر گرفته شده دانست [۶].

در این الگوریتم ابتدا وضعیت کلید های مانور شبکه بصورت رشته ای از اعداد بصورت باینری کدگذاری می شود. سپس با توجه به تابع هدف ، برای هر یک از این رشته ها یک تابع برآزندگی درنظر گرفته شده تا در مرحله بعد جمعیت اولیه بطور تصادفی انتخاب گردد. برای این انتخاب می توان از احتمال چرخ رولت بهره جست.

تابع برآزندگی پیشنهادی بمنظور ایجاد جمعیت اولیه تصادفی را می توان بشکل زیر درنظر گرفت:

$$F_{Fitness}= \frac{1}{1+\sum_{x}^{4}(Wx.Fx)+\sum_{y\in SC}Ai.Bi} \qquad (۱۱)$$

که در آن،

$\sum_{x}^{4}(Wx.Fx)$ مجموع وزن دار توابع هدف بوده و بیانگر تابع هدف چندمنظوره نهایی می باشد و $F_{Fitness}$ تابع برآزندگی است. در ضمن $\sum_{y\in SC}Ai.Bi$ بمنظور در نظرگرفتن قیود حاکم بر مسئله بصورت یک تابع جریمه در تابع برآزندگی لحاظ شده است ، بطوریکه A_i ضریب جریمه متناظر با قید i ام ، B_i میزان تخطی از محدودیت متناظر و SC مجموعه قیود مسئله می باشد.

بدین ترتیب چرخ رولت با توجه به مقادیر توابع برآزندگی هریک از رشته ها تقسیم بندی شده و با هر بار چرخش آن ، یک رشته برای ایجاد نسلی جدید بطور تصادفی انتخاب می شود[۷]. عمل ایجاد نسل جدید از رشته های اولیه توسط اپراتورهای ژنتیک تقاطع و جهش صورت میگیرد بطوریکه در عملگر تقاطع اطلاعات باینری کد شده دو رشته منتخب با هم مبادله شده و در عملگر جهش یک یا چند بیت در هر یک از این رشته ها تغیر وضعیت می دهند(تبدیل ۱ به ۰ و بلعکس).

بعد از این مرحله مقدار برآزندگی برای هر یک از این رشته های جدید ایجاد شده توسط رابطه پیشنهادی فوق محاسبه شده و رشته هایی با برآزندگی بیشتر بعنوان نسل بعد انتخاب می شوند. بدیهی است رشته هایی با مقدار برآزندگی بیشتر احتمال بیشتری برای انتقال به نسل بعد خواهند داشت. این روند تا جایی که بهترین پاسخ بدست آمده در چند تکرار متوالی بهبود پیدا نکند ادامه می یابد و رشته باینری حاصل بیانگراطلاعات آرایش بهینه نهایی خواهد بود.

۵- نتایج عددی:

برای بررسی کارایی و بهینگی, مدل پیشنهادی توسط رایانه و بکمک محیط برنامه نویسی نرم افزار MATLAB شبیه سازی شده و بر روی یک شبکه نمونه, مربوط به مرجع[۸], اجرا شده است. این شبکه ۳ فیدری دارای ساختاری بصورت شکل (۵) بوده واطلاعات مربوط به آن در جدول (۱) نمایش داده شده است:

شین	(Pu) R	(Pu) X	P(Mw)	Q(Mvar)	V(Pu)
۴-۱	۰,۰۷۵	۰,۱	۲,۰	۱,۶	۰,۹۹۱
۵-۴	۰,۰۸	۰,۱۱	۳,۰	۱,۵	۰,۹۸۸
۶-۴	۰,۰۹	۰,۱۸	۲,۰	۰,۸	۰,۹۸۸
۷-۶	۰,۰۴	۰,۰۴	۱,۵	۱,۲	۰,۹۸۵
۸-۲	۰,۱۱	۰,۱۱	۴,۰	۲,۷	۰,۹۷۹
۹-۸	۰,۰۸	۰,۱۲	۵,۰	۳,۰	۰,۹۷۱
۱۰-۹	۰,۱۱	۰,۱۱	۱,۰	۰,۹	۰,۹۷۷
۱۱-۹	۰,۱۱	۰,۱۱	۰,۶	۰,۱	۰,۹۷۱
۱۲-۹	۰,۰۸	۰,۱۱	۴,۵	۲,۰	۰,۹۶۹
۱۳-۳	۰,۱۱	۰,۱۱	۱,۰	۰,۹	۰,۹۹۴
۱۴-۱۳	۰,۰۹	۰,۱۲	۱,۰	۰,۷	۰,۹۹۵
۱۵-۱۳	۰,۰۸	۰,۱۱	۱,۰	۰,۹	۰,۹۹۲
۱۶-۱۵	۰,۰۴	۰,۰۴	۲,۱	۱,۰	۰,۹۹۱
۱۱-۵	۰,۰۴	۰,۰۴			
۱۴-۱۰	۰,۰۴	۰,۰۴			
۱۶-۷	۰,۰۹	۰,۱۲			

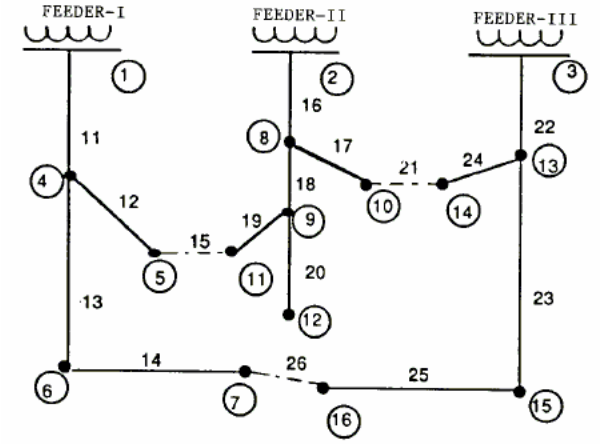
جدول(۱)- اطلاعات شبکه مورد آزمایش

حالت دوم , دو هدف اصلی یعنی کاهش تلفات و کاهش انحراف ولتاژ, در نظر گرفته شده است. جدول (۲) نتایج عددی حاصل از این دو آزمایش را نشان می دهد:

جدول (۲)- نتایج عددی حاصل از دو آزمایش

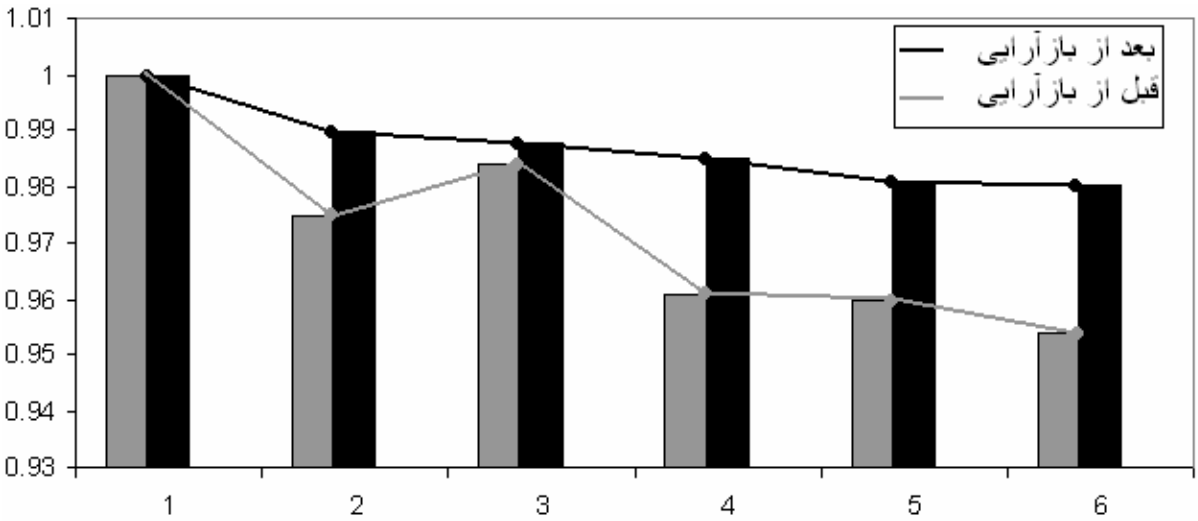
حالت آزمایش	تلفات (Kw)	میانگین درصد شاخص انحراف ولتاژ
قبل از بازآرایی	۴۸۸,۴۶	۳,۵۴
با هدف کاهش تلفات	۲۵۲,۵۳	۲,۶۳
با هدف کاهش تلفات و با درنظر گرفتن شاخص انحراف ولتاژ	۲۵۱,۳۳	۱,۵۳

برای نشان دادن بهینگی روش بهینه سازی چندمنظوره ارائه شده نمودار شکل (۶) که بیانگر انحراف ولتاژ فیدرهای شبکه در دو حالت قبل و بعد از انجام تجدید آرایش برای شبکه مورد آزمایش می باشد ترسیم شده است.همانطور که از نمودار مربوطه مشخص است انحراف و پروفیل ولتاژ برای شبکه بعد از انجام عمل تجدید آرایش با تابع هدف چند منظوره ارائه شده بهبود قابل ملاحظه خواهد داشت.



شکل(۵)- آرایش شبکه مورد آزمایش

برای بررسی کارآمدی تابع هدف چندمنظوره ارائه شده آزمایشی در دو حالت بر روی شبکه نمونه مذکور انجام گرفته است, بطوریکه در حالت اول تنها هدف کاهش تلفات و در



شکل(۶) - انحراف ولتاژ فیدرهای شبکه (قبل و بعد از بازآرایی)

۶-نتیجه گیری:

در این مقاله یک الگوریتم جدید برای تجدید آرایش شبکه های توزیع با اهداف چندگانه ارائه شد. در این مدل سازی چهار تابع هدف کاهش تلفات سیستم قدرت, کاهش انحراف ولتاژ گره ها, کاهش تخطی از جریان مجاز شاخه ها و کاهش عدم تعادل بار بین فیدر های شبکه پس از نرمالسازی به روشی مبتنی بر مجموعه های فازی ، جهت ایجاد یک تابع هدف چندمنظوره به کمک رابطه ای در کنار هم قرار گرفتند و با توجه به غیرخطی بودن مدل پیشنهادی از الگوریتم ژنتیک که در آن نگرانی از غیرخطی بودن توابع هدف و محدودیت های حاکم بر آنها وجود ندارد جهت حل مسئله بهینه سازی استفاده شد.

نتایج حاصل ازاجرای الگوریتم ارائه شده در این مقاله بر روی یک شبکه نمونه بیانگر کارآمدی و بهینگی آن در تجدید آرایش چندمنظوره شبکه های توزیع بود بطوریکه بهره بردار بکمک این روش می تواند با توجه به شرایط موجود شبکه ، تجدید آرایش را در راستای کاهش تلفات ، کاهش انحراف ولتاژ گره ها, کاهش تخطی از جریان مجاز شاخه ها و کاهش عدم تعادل بار بین فیدر ها, سوق داده و تعاملی بهینه میان این اهداف برقرار سازد.

۷- مراجع:

[۱] R. E. Brown, "Network reconfiguration for improving reliability in distribution systems", IEEE Power Engineering Society General Meeting, Volume۴, July ۲۰۰۳.

[۲] J. Mendoza, R. Lopez, D. Morales, E. Lopez, P. Dessante, R. Moraga, "Minimal loss reconfiguration using genetic algorithms with restricted population and addressed operators: real application", IEEE Transactions on Power System, Volume ۲۱, Issue ۲, May ۲۰۰۶
Page(s):۹۴۸ - ۹۵۴

[۳] W. M. Lin, F. S. Cheng, M. T. Tsay, "Distribution feeder reconfiguration with refined genetic algorithm", IEE Proc Gener Transm Distrib, Vol.۱۴۷, No. ۶, ۲۰۰۰, pp. ۳۴۹–۳۵۴

[۴] علی سوادپور, "بازآرایی بهینه شبکه های توزیع به روش الگوریتم ژنتیک جهت کاهش تلفات", نهمین کنفرانس شبکه های توزیع نیروی برق, زنجان, اردیبهشت ۱۳۸۳, صفحه ۶۲.

[۵] Debapriya Das., "A Fuzzy Multiobjective Approach for Network Reconfiguration of Distribution Systems" , IEEE Transactions on power Delivery, vol. ۲۱, no.۱, page(s):۲۰۲-۲۰۹, January ۲۰۰۶

[۶] محمودرضا حقی فام ،مریم رضایی ، حمید فلقی، محمدصادق وجدانی ،حامد خاکباز، "بازآرایی چندمنظوره در شبکه های توزیع نا متعادل" , یازدهمین کنفرانس شبکه های توزیع برق, مازندران اردیبهشت ۱۳۸۵, صفحه۶۷.

[۷] K. Nara, A. Shiose, M. Kitagawa, and T. Ishihara, "Implementation of genetic algorithm for distribution system loss minimum reconfiguration" ,IEEE Transactions on Power Sys.,vol ۷,no۳,page(s):۱۰۴۴-۱۰۵۱,Aug۱۹۹۲

[۸] S. Civanlar, J. Grainger, H. Yin, and S. Lee, "Distribution feeder reconfiguration for loss reduction,"
Trans Power Del.,vol. ۳,no۳,pp.۲۱۷-۱۲۲۳,Jul .۱۹۸۸.

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.