هشتمین کنفرانس ملی مهندسی برق و الکترونیک ایران
دانشگاه آزاد اسلامی کتاباد
۲۷ و ۲۸ مردادماه ۹۵

جایابی بهینه منابع تولید پراکنده در سیستم توزیع شعاعی به منظورکاهش تلفات وپروفیل ولتاژ با استفاده از الگوریتم قطره آب هوشمند

[1]محمد علی علی نژاد
گروه فنی مهندسی ، دانشکده برق
دانشگاه فنی و حرفه ای امیرکبیر اراک
اراک ، ایران
nejatalialinezhad@yahoo.com

[2]علی اصغر قدیمی
گروه فنی مهندسی ، دانشکده برق
دانشگاه اراک
اراک ، ایران
aa.ghadimi@gmail.com

[3]فربد ستوده
گروه فنی مهندسی ، دانشکده برق
دانشگاه علم و صنعت اراک
اراک ، ایران
farbodsetoudeh@yahoo.com

چکیده — در این مقاله با استفاده از سیستم بهینه سازی الگوریتم قطره آب هوشمند جایابی بهینه «DG» در شبکه های توزیع شعاعی با هدف کاهش تلفات و پروفیل ولتاژ مورد بررسی قرار گرفته است. در این مقاله شبکه شعاعی «03» باسه مورد بررسی قرار گرفت و نتایج خوبی حاصل شد به طوری که کاهش ولتاژ باس ها خیلی کم و جریان خطوط و تلفات خیلی کاهش یافت.

واژه های کلیدی- الگوریتم قطره آب هوشمند، پروفیل ولتاژ، کاهش تلفات.

۱. مقدمه

رشد اقتصادی کشورها، باعث افزایش میزان مصرف انرژی برق در این کشورها شد. لذا این افزایش میزان مصرف توجه به مساله کیفیت توان و قابلیت اطمینان را در شبکه های تولید و توزیع بیشتر نمود. به همین منظور شرکت های تو لید، انتقال و توزیع، به فکر تغییر در ساختار سیستم های خود افتاده و برای ایجاد رضایت مصرف کنندگان به دنبال حل مشکلات با روشهای مختلف افتادند. که یکی از این روشها استفاده از منابع تولید پراکنده برای کیفیت بخشی در شبکه های توزیع بود [۱].

لنین و ساریا از اساتید دانشگاه دهلی نو اولین کسانی بودند که از الگوریتم قطره آب هوشمند برای حل مشکلات شبکه انتقال قدرت در یک سیستم توزیع استفاده نمودند. هدف آنها در این مقاله ایجاد پایداری ولتاژ خط انتقال بود. آنها حد اقل و حد اکثر ولتاژ را به عنوان حاشیه امنیت تابع هدف خود در نظر گرفتند. و همچنین ولتاژخروجی ژنراتور و توان راکتیو بانک های خازنی به عنوان متغییرهای بهینه سازی در نظر گرفته شده است. [۲].

2. مرور الگوریتم

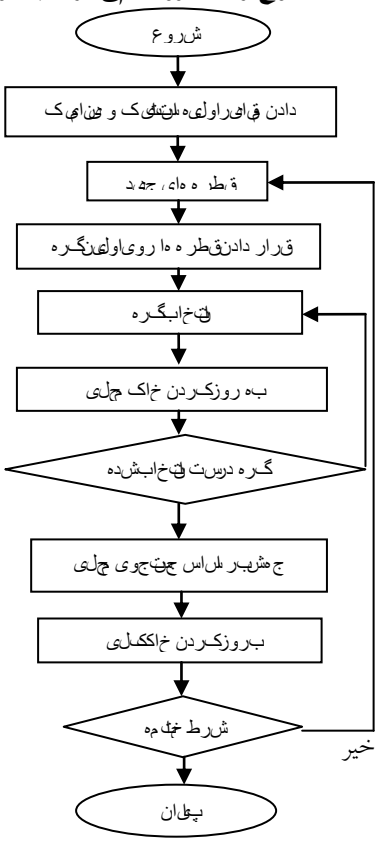
2.2 آشنایی با الگوریتم قطره آب هوشمند

با عبور آب از مسیر رودخانه آن مسیر دستخوش تغییراتی می‌شود. یکی از ویژگی‌های قطرات آب سرعت آنها می‌باشد که باعث حمل و جابجایی مقداری خاک از یک مکان به مکانی دیگر می‌شوند. این خاک معمولاً از بخش‌های با سرعت بیشتر به مکان‌های با سرعت کمتر در مسیر رودخانه انتقال پیدا می‌کنند. در جاهایی که سرعت رودخانه بیشتر است، عمق

رودخانه بدلیل برداشته شدن خاک از آنجا بیشتر شده و ما می‌توانیم آب بیشتری را در آنجا نگهداری کنیم. مکانیزم ما در اینجا شامل سیستم رودخانه می‌شود اما ما تمامی مسائلی را که در بالا بیان کردیم در نظر نمی گیریم بطور خلاصه، قطره آب در رودخانه یک مقدار سرعت غیر صفری را دارد. معمولاً مقداری خاک را با خود حمل می‌کند. قطره معمولاً مقداری خاک را از جاهایی که سرعت زیاد است برداشته و در جاهایی که سرعت کم است تخلیه می‌کند. واضح است که قطره آب از بین مسیرهای قابل انتخاب از مبدا به مقصد مسیری که ساده‌تر است را به مسیر دشوارتر ترجیح می‌دهد[۳].

الگوریتم قطره های هوشمند آب «Intelligent Water Drops»، یک الگوریتم برای بهینه‌سازی مبتنی بر هوش دسته جمعی می باشد، این الگوریتم به صورت گروهی کار می‌کند و تابع شرایط محیط می‌باشد. از این الگوریتم برای کارهای پیچیده استفاده می شود. همچنین می‌توان آن را برای بهینه‌سازی پیوسته «Continuous optimization» نیز استفاده نمود. این الگوریتم نخستین بار در سال «۲۰۰۷» میلادی، برابر «۱۳۸۶» خورشیدی برای حل مساله فروشنده دوره‌گرد پیشنهاد شد [۳].

2.2 فلوچارت الگوریتم قطره آب هوشمند



شکل ۱ : فلوچارت قطره آب هوشمند

0. اعمال روش الگوریتم قطره آب هوشمند برای مساله جایابی بهینه

جهت اعمال روش الگوریتم قطره آب هوشمند در جایابی نیروگاههای محلی ذکر چند نکته ضروری می باشد، از جمله: تابع هدف مساله، تلفات و ولتاژ شبکه، تلفات از رابطه زیر محاسبه می شود [٤]:

$$P_{LOSS} = \sum_{i=1}^{n} P_{Gi} - \sum_{i=1}^{n} P_{Di} \qquad (۱)$$

که در آن :

n= تعدادشینهای شبکه — PG i = توان تولیدی شین i ام

PD i= توان مصرفی شین i ام — PLOSS = تلفات اکتیو شبکه

1.3 قیود مساله :

۱) محدودیت توان تولیدی نیروگاهها یعنی

$$PG_{i\,min} < PG_i < PG_{i\,max}$$

۲)محدودیت توان راکتیو تولیدی نیروگاهها یعنی

$$QG_{i\,min} < QG_i < QG_{i\,max}$$

3) محدویت ولتاژ شین ها یعنی

$$V_{i\,min} < V_i < V_{i\,max}$$

تابع هدف مساله(تلفات) باید با در نظر گرفتن قیود فنی ، حداقل گردد و پروفیل ولتاژ نیز حداکثر گردد [٤].

4. تابع هدف و روابط مربوط به مساله :

هدف از این کار به حد اقل رساندن ترکیب تابع هدف برای کاهش تلفات وبهبود مشخصات ولتاژ وهمچنین افزایش قابلیت اطمینان با توزیع بهینه نسل های «DG» در شبکه تابع هدف اصلی به صورت زیر تعریف می شود:

$$BI = ((BW_{vpi}).(VPII) + (\frac{BW_{LLR}}{LLRI}) + (BW_{LTAP}).(LTAPII)) \qquad (۲)$$

«BI» شاخص پیچیده ای است جهت تعیین برخی از مزایای «DG» در شبکه.

$$BW_{vpi} + BW_{LLR} + BW_{LTAP} = 1 \qquad (۳)$$

BW_{vpi}، BW_{LLR}، BW_{LTA} عوامل وزنی شاخص کاهش تلفات هستند [٤].

الف) شاخص کاهش تلفات خط– «LLRI»

شاخص کاهش تلفا ت خطوط « LLRI» به صورت کل تلفات با و بدون «DG» تعریف می شود که بصورت زیر بیان می شود.

$$LLRI = \frac{LL_{W/DG}}{LL_{WO/DG}} \qquad (٤)$$

که در آن «LL» کل تلفات خطوط انتقال بدون «DG» به صورت زیر می باشد [٤].

$$LL_{Wo/DG} = \sum_{i=1}^{M} I_{Li}^2 R_i D_i \qquad (٥)$$

که در آن « I_{Li}» اندازه پریونیتی جریان خط انتقال، « R_i» مقدار مقاومت خط انتقال بر حسب «P.U/Km» و «Di» طول خط انتقال «i ام» بر حسب کیلومتر و «M» تعداد کل خطوط در سیستم توزیع می باشند.

کل تلفات خط با «DG» :

$$LL_{W/DG} = \sum_{i=1}^{M} I_i^2 R_i D_i \qquad (٦)$$

ب) شاخص بهبود پروفیل ولتاژ_ «VPII»

بهبود در پروفیل ولتاژ « VP» را به روش ساده ای به صورت کمی با در نظر گرفتن «DG» از نسبت شاخص پروفیل ولتاژ قبل و بعد از «DG» گذاری به دست می آید و به صورت زیر بیان می شود[٤] .

$$VPII = \frac{VP_{W/DG}}{VP_{WO/DG}} \qquad (٧)$$

که در آن « $VP_{W/DG}$» و « $VP_{WO/DG}$» به ترتیب پروفیل ولتاژ سیستم با و بدون «DG» با بارهای یکسان در شین ها می باشند. بیان کلی برای آن به صورت زیر می باشد:

$$VP = \sum_{i=1}^{N} V_i L_i K_i \qquad (٨)$$

که در آن «Vi» دامنه ولتاژ شین «i ام»، «Li» مقدار بار «Ki» ضریب وزنی برای شین «i ام» و «N» تعداد کل بارها در سیستم توزیع می باشد .

ج) شاخص بهبود توان ظاهری خط انتقال _ «LTAPII»

شاخص بهبود توان ظاهری خطوط انتقال «LTAPII» به صورت نسبت کل توان ظاهری انتقالی از خطوط انتقال بدون و با «DG» تعریف می شود که به صورت رابطه زیر تعریف می شود[٤].

$$LTAPII = \frac{LTAP_{W/DG}}{LTAP_{WO/DG}} \qquad (٩)$$

که در آن«LTAP» کل توان ظاهری پریونیتی خطوط بوده ، و به صورت :

که در آن «Vi» ولتاژ پریونیتی شین «i ام» در خط «i ام» و «Ii» جریان پریونیتی خط «i ام» می باشند.

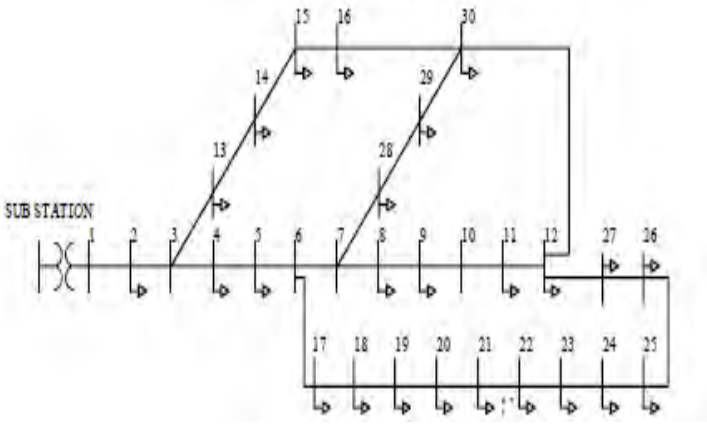
$$LTAP = \sum_{i=1}^{M} I_i V_i \qquad (١٠)$$

5-نتایج شبیه سازی روی شبکه 03 باس IEEE

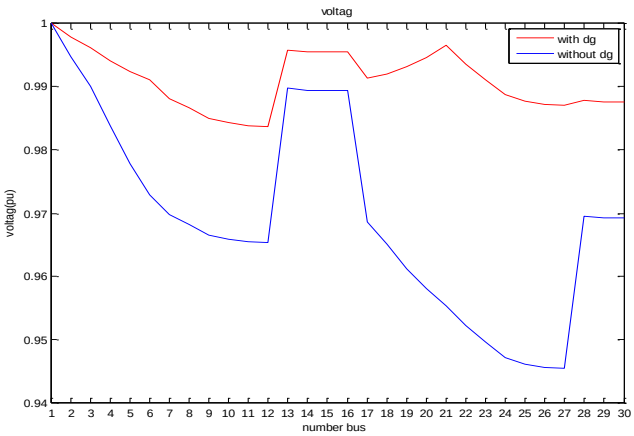
همانطور که پیش ازاین ذکرشد، شبکه «۳۰» باسه «IEEE» را به عنوان نمونه ای ازشبکه واقعی متوسط در نظرمی گیریم و مشخصه های شبکه را به عنوان ورودی به برنامه اعمال می کنیم.

این شبکه دارای «۱» فیدر اصلی است. ولتاژ شین اصلی را «۱ (پریونیت) » در نظر میگیریم. ولتاژ مبنا را «٦.٥ (کیلوولت) » وتوان ظاهری مبنا را «۱۰ (مگا ولت آمپر) » در نظر می گیریم.

«شکل۲» شبکه «۳۰» باسه مورد تست را نشان می دهد[٤].



شکل 2 :شبکه 33باس.



شکل 0 : مقایسه ولتاژباس های شبکه 33باس بدون وبا DG برحسب (pu)

سایر مشخصات شبکه از قبیل: بارهای اکتیو و راکتیو موجود در هر باس« p,q» ، مقاومت واندوکتانس خطوط «r,x»، و فاصله بین باسها «Length» بر حسب « km » در نظر گرفته شده است.

اطلاعات کل موجود درشبکه :

توان مصرفی کل «٤٣٣٤(کیلووات)« و توان راکتیوکل «٢٦٨٧.٥ (کیلو وار)»

مقاومت کل مسیر«(Ω) ٢٥٤٣» و راکتانس کل مسیر « (Ω) ١٢٩٧٥» طول کل مسیر «١٢.٢٥ (کیلومتر)»

6.جایابی بهینه یک عدد DG با هدف کاهش تلفات و حجم و پروفیل ولتاژ

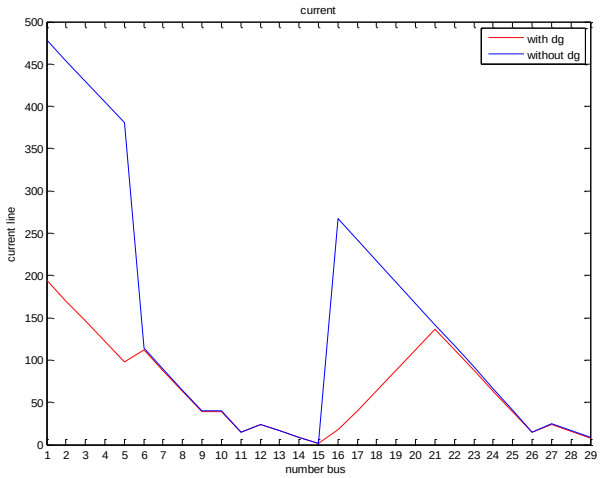
پس از اجرای الگوریتم بهترین محل برای جایابی یک عدد «DG» باس «٢١» بوده که «شکل ٣» منحنی ولتاژ تک تک باس های شبکه «٣٠» با سه را با و بدون «DG» نشان می دهد همانطور که در شکل مشخص است ولتاژ باس ها نسبت به حالت بدون منبع تولید پراکنده بهبود یافته است. که این بدان معنی است که در شبکه افت ولتاژ وجود دارد وبرای بهبود یا بعبارتی کاهش افت ولتاژبایستی از «DG» استفاده کرد. در این حالت از یک عدد «DG» با ظرفیت توان «٢.٦٥ (مگا وات)» و «١.٥ (مگاوار)» استفاده شده است، که منجر به نتیجه زیر شده است.

جدول زیر مقایسه بین جریان های خطوط مختلف شبکه و تلفات توان های اکتیو وراکتیو کلی شبکه و رگولاسیون ولتاژ را در صورت استفاده از یک منبع پراکنده نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود با وجود منبع تولید پراکنده در باس «٢١» جریان برخی از خطوط کاهش قابل توجهی داشته، تلفات توان و رگولاسیون ولتاژ نیز کاهش یافته است.

جدول١ : نتایج استفاده از ١عدد DG درباس ٢١با ظرفیت٢.٦٥ مگاوات و١.٥ مگاوار.

کمیت مورد بررسی	با استفاده از ١عدد DG	بدون استفاده از DG	درصد کاهش ٪
تلفات اکتیو(Mw)	3.30. 0	3.0. 2. 0	٨٠.٢
تلفات راکتیو(Mvar)	3.33. 8580	3.38080	٨٣
جریان خط ١(A)	0. . .20	. 05.00	٥٩.٣٧
جریان خط ٢(A)	003.22	. 80.. 8	٦٢.٥
جریان خط ٣(A)	0. 8.00	. 2. .00	٦٦.٢
رگولاسیون ولتاژ	0.0808	8.0032	٧١.٣

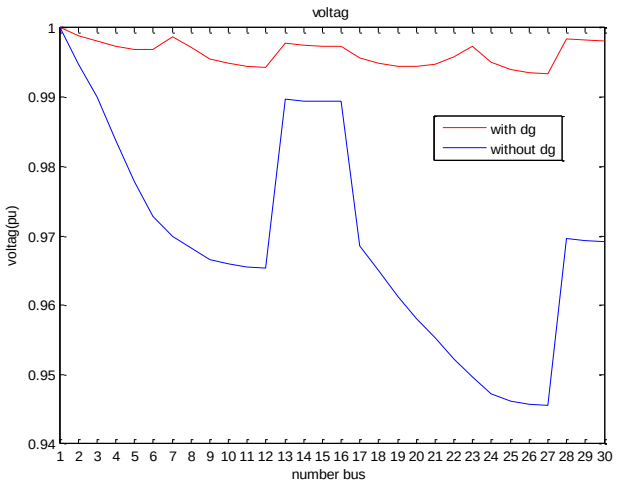
«شکل ٤» جریان هر یک از خطوط «١» تا «٢٩» شبکه را نشان می دهد همانطور که مشاهده می شود تغییرات جریان در خطوط ابتدایی خیلی بیشتر و کاهش جریان در برخی از خطوط بیشتر از «٦٠ (درصد) » می باشد.



شکل4 : جریان هر یک از خطوط 0 تا 00 درصورت استفاده از DG

7. جایابی بهینه دو عدد DG با هدف کاهش تلفات و حفظ و پروفیل ولتاژ

پس از اجرای الگوریتم بهترین محل برای جایابی دو عدد «DG» باس های «۲۳ و ۷» بوده که «شکل ۵» منحنی ولتاژ تک تک باس های شبکه «۳۰» با سه را با و بدون «DG» نشان می دهد همانطور که در شکل مشخص است ولتاژ باس ها نسبت به حالت بدون منبع تولید پراکنده بهبود یافته است. در این حالت از یک عدد «DG» با ظرفیت توان «۱.۷۵ (مگا وات)» و «۱ (مگاوار)» استفاده شده است، که منجر به نتیجه زیر شده است.



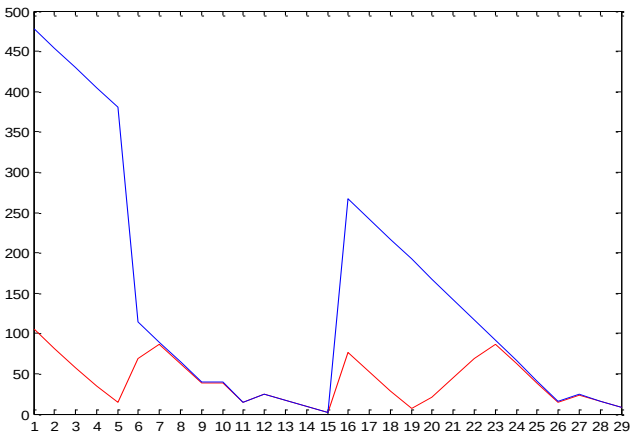
شکل 5 : پروفیل ولتاژ باس های شبکه 30 باس بدون و با 2 عدد DG بر حسب (pu)

«جدول ۲» مقایسه بین جریان های خطوط مختلف شبکه و تلفات توان های اکتیو وراکتیو کلی شبکه را در صورت استفاده از یک منبع پراکنده نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود با وجود منبع تولید پراکنده در باس «۲۳ و۷» جریان برخی از خطوط کاهش قابل توجهی داشته و تلفات توان نیز کاهش یافته است، رگولاسیون ولتاژ نسبت به حالتی که از یک منبع استفاده شده بود بهتر شده است.

جدول ۲ : نتایج در صورت استفاده از ۲عدد DG درباس ۲۳ و ۷ با ظرفیت۱.۷۵ (مگاوات) و ۱ (مگاوار).

کمیت مورد بررسی	با استفاده از۲ عدد DG	بدون استفاده از DG	درصد کاهش ٪
تلفات اکتیو(Mw)	3.30. 500	3.0. 2. 0	۹۲.۳
تلفات راکتیو(Mvar)	3.3302505	3.38080	۹٤.۲
جریان خط ۱(A)	038.30	. 05.00	۷۸
جریان خط ۲(A)	50.200	. 80.. 8	۸۲.۱
جریان خط ۳(A)	80.8. 2	.2. .00	۸٦.٦
رگولاسیون ولتاژ	3.00000	8.0032	۸۸.۵

«شکل ٦» جریان هر یک از خطوط «۱ تا ۲۹» شبکه را که در جدول بالا نیز آمده است نشان می دهد همانطور که مشاهده می شود تغییرات جریان در خطوط ابتدایی خیلی بیشتر و کاهش جریان در برخی خطوط بیشتر از «۸۰ (درصد) » می باشد. تلفات کاهش یافته است.

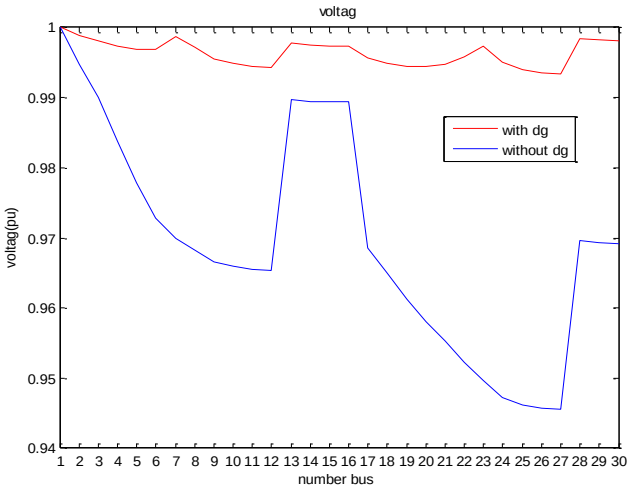


کمیت مورد بررسی	با استفاده از۳ عدد DG	بدون استفاده از DG	درصد کاهش ٪
تلفات اکتیو(Mw)	3.33000. 0	3.0. 2. 0	۹۲.۳
تلفات‌راکتیو(Mvar)	3.3305008	3.38080	۹٤.۲
جریان خط ۱(A)	030.22	. 05.00	۷۸.٤۱
جریان خط ۲(A)	0. .0. 0	. 80.. 8	۸۲.۵
جریان خط ۳(A)	88.000	. 2. .00	۸۷.۰۲
رگولاسیون ولتاژ	3.00500	8.0032	۸۸.۵

شکل6: جریان خطوط 0تا 2. درصورت استفاده ازDGبدون استفاده از 2 عدد DG

8.جایابی بهینه سه عدد DGبا هدف کاهش تلفات و جریان و پروفیل ولتاژ

پس از اجرای الگوریتم بهترین محل برای جایابی دو عدد «DG» باس های «۹ و ۲۰ و ۲۵» بوده که «شکل ۷» منحنی ولتاژ تک تک باس های شبکه ۳۰ با سه را با و بدون «DG» نشان می دهد همانطور که در شکل مشخص است ولتاژ باس ها نسبت به حالت بدون منبع تولید پراکنده بهبود یافته است. که این بدان معنی است که در شبکه افت ولتاژ وجود دارد و برای بهبود یا بعبارتی کاهش افت ولتاژبایستی از «DG» استفاده کرد. در این حالت از یک عدد «DG» با ظرفیت توان «۱.۱۷ (مگا وات)» و «۰.٦۷ (مگاوار)» استفاده شده است، که منجر به نتیجه زیر شده است.

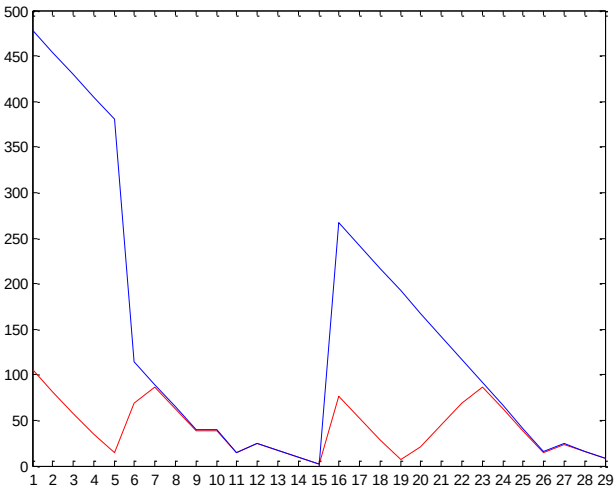


شکل 0 : منحنی ولتاژباس های شبکه 03باس بدون وبا 0عدد DGبرحسب (pu)

«جدول ۳» مقایسه بین جریان های خطوط مختلف شبکه و تلفات توان های اکتیو وراکتیو کلی شبکه را در صورت استفاده از یک منبع پراکنده نشان می دهد. همانطور که ملاحظه می شود با وجود منبع تولید پراکنده در باس های «۹ و۲۰ و۲۵» جریان برخی از خطوط کاهش قابل توجهی داشته و تلفات توان نیز کاهش یافته است، رگولاسیون ولتاژ نسبت به حالتی که از یک و دو منبع استفاده شده بود بهتر شده است.

جدول ۳ : نتایج در صورت استفاده از ۳ عدد DG درباس های ۹ و ۲۰ و ۲۵ با ظرفیت۱.۱۷ مگاوات و۰.٦۷ مگاوار.

«شکل ۸» جریان هر یک خطوط «۱تا ۲۹ » شبکه را که در جدول بالا نیز آمده است نشان می دهد همانطور که مشاهده می شود تغییرات جریان در خطوط ابتدایی خیلی بیشتر و کاهش جریان برخی خطئط نسبت به حالتی که از یک و دو عدد «DG» استفاده شده است بهتر شده، ولی نسبت به استفاده از دو عدد منبع تغییرات خیلی زیاد نیست. کاهش جریان خطوط کاهش تلفات خط را به دنبال خواهد داشت.



شکل5: جریان خطوط 0تا 2. درصورت استفاده ازDGبدون استفاده از 0 عدد DG

9.مقایسه نتایج بدست آمده از سه آزمایش با الگوریتم شبکه 03باس

همانطور که جداول و منحنی ها نشان می دهد در صورت به کار بردن منابع تولید پراکنده با جایابی دقیق و مقدار ظرفیت مناسب باعث خواهد شد که پروفیل ولتاژ به حد مطلوبی رسیده و جریان خطوط کاهش و در نتیجه

توان تلفاتی شبکه کاهش یابد. به طوری که در مقایسه سه تست انجام شده نشان می دهد که استفاده از «۳» عدد منبع تولید پراکنده با جایابی بهینه باعث بهبود پارامترهای شبکه به حد مطلوبی گردیده است.

جدول ٤ : مقایسه سه حالت مختلف شبکه ۳۰ باسه.

کمیت مورد بررسی	استفاده از۳ عدد DG	استفاده از۲ عدد DG	استفاده از ۱عدد DG	بدون استفاده از DG
تلفات اکتیو(Mw)	3.33000. 0	3.30. 500	3.30. 0	3.0. 2. 0
تلفات راکتیو(Mvar)	3.3305008	3.3302505	3.33. 8580	3.38080
جریان خط ۱(A)	030.22	038.30	0. . .20	. 05.00
جریان خط ۲(A)	0. .0. 0	50.200	003.22	. 80.. 8
جریان خط ۳(A)	88.000	80.8. 2	0. 8.00	. 2. .00
ولتاژ گولاسیون	3.00500	3.00000	0.0808	8.0032

23. صحت سنجی و مقایسه نتایج بدست آمده با الگوریتم

همیشه هر کاری که انجام می شود باید یک ملاک و آزمونی برای سنجش آن وجود داشته باشد. در این تحقیق چون از این الگوریتم اولین بار در خصوص جایابی بهینه استفاده می شد لذا برای تست عملکرد خود الگوریتم این الگوریتم به وسیله چند تابع یک و چند متغیره مورد آزمایش قرار گرفت که خوشبختانه نتایج آن مثبت بود و نشان از دقیق بودن عملکرد الگوریتم می داد. در ادامه این قسمت نتایج بدست آمده با نتایج مقاله مرجع مقایسه شده که نتایج حاصل در جدول زیر آمده است.

جدول ۵ : مقایسه درصد تغییرات در صورت استفاده از ۲ عدد DG با مقاله مرجع.

کمیت مورد بررسی	درصد کاهش در صورت استفاده از۲ عدد DG در باس ۷و۲۳ الگوریتم ژنتیک.	درصد کاهش در صورت استفاده از۲ عدد DG در باس ۷و۲۳ الگوریتم قطره آب هوشمند.
تلفات اکتیو	۸۱.۳	۹۲.۳
تلفات راکتیو	۸۹.٤	۹٤.۲
جریان خط ۱	۷۸.۸	۷۸
جریان خط ۲	۸۱.٤	۸۲.۱
جریان خط ۳	۹۷.۷	۸٦.٦
ولتاژ گولاسیون	۹۲.۳	۸۸.۵

با توجه به مقایسه نتایج بدست آمده از دو روش الگوریتم قطره آب هوشمند و الگوریتم ژنتیک مشخص شد که نتایج بدست آمده برای هر دو الگوریتم بهم نزدیک بوده، که این خود نشان از صحت عملکرد الگوریتم دارد، ولی نوآوری این کار استفاده از الگوریتم قطره های آب هوشمند بوده وتفاوت دیگر کمتر شدن سرعت اجرای برنامه است، و همچنین امکان بدست آوردن مقادیر بهینه محلی نیز وجود دارد.

22. نتیجه گیری

۱- با توجه به تحقیقاتی که در طی این پایان نامه صورت گرفت کاربرد الگوریتم بهینه سازی قطره آب نسبت به الگوریتم های دیگر دارای قدرت مانور بیشتر بر روی شبکه های مختلف را دارا بوده و نتایج بدست آمده در مقایسه با دیگر الگوریتم ها از دقت بالاتری بر خوردار می باشد.

۲- نتیجه دیگر اینکه در این الگوریتم نقطه شروع به صورت رندم انتخاب شده و از قبل تعیین نمی شود.

۳- نکته قابل توجه دیگر این الگوریتم این است که نقاط مینیمم محلی را نیز قادر است، به ما نشان دهد.

٤- این الگوریتم قادر است هر مساله ای را با هر ابعادی حل کند.

٥- همچنین این الگوریتم قادر است مسائل گسسته و پیوسته را حل کند.

البته هدف اولیه از انجام این تحقیق در خصوص امکان به کار گیری این الگوریتم برای حل مساله جایابی بوده است زیرا تا کنون در این خصوص کاری صورت نگرفته است. و نگرانی که در خصوص عدم کار آیی این الگوریتم در زمینه جایابی وجود داشت برطرف گردید.

20. منابع و مآخذ

[1] H. Zareipour, et al, , "Distributed Generation: Current Status and Challenges," *in proc,* 2004.

[2] H.-. K. Lenin and M. Surya Kalavathi Department of electrical & electronics engineering Jawaharlal Nehru Technological University Hyderabad Kukatpally, Andhra Pradesh, India "An Intelligent Water Drop Algorithm for Solving Optimal Reactive Power Dispatch Problem " *International Journal on Electrical Engineering and Informatics,* vol. 4, 2012.

[0] S. B. U. Hamed Shah-Hosseini Faculty of Electrical and Computer Engineering, G.C., Tehran, Iran, "The intelligent water drops algorithm:a nature-inspired swarm-based optimization algorithm," *Procedia – Social and Behavioral Sciences* 2009.

[.] M. B. M. Mojtaba Nouri1, Sohrab Mirsaeidi2, Mohammad Reza Miveh3 Department of Electrical Engineering, Saveh Branch, Islamic Azad University, Saveh, "IMPROVEMENT OF LOADABILITY IN DISTRIBUTION SYSTEM USING GENETIC ALGORITHM " ACIJ, vol. 3, 2012.

تشکر و قدردانی:

در اینجا برخود لازم میدانم از تمامی عزیزانی که مرا در تهیه این مقاله یاری نمودند تشکر و قدردانی نمایم به خصوص اساتید ارجمندم آقایان دکتر قدیمی و دکتر ستوده و خانواده عزیزم که زحمات مرا تحمل نمودند.

با تشکر فراوان محمد علی علی نژاد مدرس دانشگاه فنی و حرفه ای اراک.