جایابی وتعیین ظرفیت خازن موازی در شبکه توزیع بکمک الگوریتم ژنتیک با هدف کاهش تلف توان اهمی شبکه

ناصرحکیم فر دکتر سعیداله مرتضوی دکتر رحمت اله هوشمند
دانشگاه شهید چمران اهواز دانشگاه شهید چمران اهواز دانشگاه شهید چمران اهواز
nhakimfar@yahoo.com Hooshmand_r@yahoo.com

چکیده : این تحقیق در راستای کا هش تلفات اهمی توان در شبکه های توزیع انجام شده است. حل مسئله استفاده از خازن موازی و ثابت در شبکه توزیع شعاعی بکمک الگوریتم ژنتیک وروش پخش بارمستقیم انجام شده است.به اینصورت که در این روش موقعیت نصب خازن ونیز اندازه ظرفیت خازن موازی تعیین می شود.برای این کار. ابتدا جهت تعیین موقعیت خازنها در محل بارهای شبکه تعدادی از شین ها یی که تلف اهمی بیشتری را در شبکه ایجاد می کنند. بعنوان موقعیت های نامزد نصب خازن موازی انتخاب شده اند وسرانجام بکمک الگوریتم ژنتیک و برنامه پخش بار مستقیم نوشته شده توسط نگارندان . ظرفیت کیلو وار هر خازن با توجه به مقادیراستاندارد بصورت بهینه تعیین گردیده است.در نهایت روش پیشنهادی برای یک شبکه چهل شینه استفاده شده ونتایج در خوری عاید شده است.

کلمات کلیدی :خازن موازی .الگوریتم ژنتیک .پخش بارمستقیم شبکه توزیع الکتریکی ،تلفات توان اهمی

1-مقدمه:

سیستم توزیع الکتریکی به همراه مصرف کننده های عمده وجزئی از طریق سیستم انتقال به ولتاژفشارقوی متصل است.سطح ولتاژ در سیستم توزیع پایین است ودر نتیجه اندازه جریانها زیادمی باشد،بهمین دلیل تلفات اهمی در سیستم های توزیع در مقایسه با سیستم های انتقال از اهمیت بیشتری برخوردار است. مسئله کاهش تلفات وبهبود کار آیی تحویل انرژی الکتریکی سیستم قدرت عمدتاً به بخش های توزیع الکتریکی بر میگردد.
اغلب تجهیزات قدرت از قبیل موتورهاوترانسفورماتورهابعنوان بارهای سلفی واندوکتیو هستند که در نتیجه سبب پس فاز شدن ضریب قدرت می شوندوموجبات کاهش ظرفیت سیستم ،افزایش تلفات سیستم ودر نهایت کاهش ولتاژ را فراهم می سازند.برای رفع این مشکلات ازعملکرد نصب خازن موازی استفاده می شود.کاربرد خازن موازی فوائدازقبیل امکان کنترل توان راکتیو،افزایش ظرفیت سیستم،کاهش تلف توان سیستم وکاهش هزینه توزیع وانتقال را بدنبال دارد. افزودن خازنهای موازی وجبران توان غیر فعال مورد نیاز سیستم سبب کاهش تلفات اهمی توان می شود.خازنهای موازی نه تنها باعث کاهش تلفات می شوند بلکه منحنی ولتاژ ، ضریب توان و پایدای ولتاژ را در سیستم بهبود می بخشند.برخی روشهای کاهش تلفات در سیستم های توزیع بوسیله افزودن خازن موازی در سالهای اخیر پیشنهاد گردیده است[و5].مرجع [4]روشی مناسب برای یافتن اندازه بهینه وموقعیت مناسب خازنهای موازی را ارائه داده است.درمرجع[2]روش حلی بر اساس شبیه سازی ذوب فلزات[1] برای مسئله جایابی وقرار دادن خازن موازی پیشنهاد شده است.همینطور درمرجع [3]روشی مبنی بر الگوریتم ژنتیک وشبیه سازی ذوب فلزات تواماً ارائه شده است.
در این تحقیق برای قرار دادن خازن موازی بکمک الگوریتم ژنتیک در شبکه های توزیع شعاعی ارائه شده است . اغلب راه حل ها ی ارائه شده تنها بصورت محلی و موضعی عنوان شده اند در حالیکه الگوریتم ژنتیک یک راه حل بهینه سازی مطلق است که برای حل هر مسئله ای کاربرد دارد.به این صورت که مقدار ظرفیت و موقعیت مناسب نصب خازن با بهره از این الگوریتم وبرنامه پخش بار الکتریکی مورد جستجوو ارزیابی قرار می دهد. ابتدائاً موقعیت های قرار گرفتن خازنها شناسایی می شودسپس اندازه هر خازن برای هر انتخاب بهینه می شود.روش پیشنهادی روی سیستم توزیع شعاعی 40شینه مورد آزمایش قرار گرفته ونتایج مناسب ومطلوبی عاید شده است.

2-برنامه پخش بار مستقیم شبکه توزیع

برای حل مسئله پخش بار در شبکه توزیع الکتریکی شعاعی از روش حل پخش بار مستقیم . مبنی بر بکارگیری قاعده LU استفاده شده است .یک برنامه براساس روش پخش بار مستقیم به کمک نرم افزار MATLAB توسط نویسندگان مقاله تهیه شده است. نتایج حاصل ازکاربرد برنامه نوشته شده . نشان می دهد که این روش درحل شبکه های توزیع شعاعی بصورت بیان تکفاز متعادل،حلقوی ضعیف وسه فاز نامتعادل که مرکب از خطوط

تکفاز ،دوفاز و سه فازمی باشدموفق وکارآمد است.این برنامه برای تکمیل وانجام برنامه خازن گذاری در شبکه های توزیع به خدمت گرفته شده است.وتوسط الگوریتم ژنتیک بصورت یک زیر برنامه به تعدادزیاد فراخوانی واجرا شده است.سرعت عمل این برنامه در حل مسئله پخش بار . منجر به تسریع درحل. روش پیشنهادی شده است.

3-الگوریتم ژنتیک(GA^2)[4]

درالگوریتم های ژنتیک که بر پایه تحقیقات تولیدمثل طبیعی حیوانات هوشمند استوار اند . نتایج حاصل از تحقیق در رویه تولید مثل موجودات طبیعی برای شرکت دادن ومطابقت آن با طراحی سیستم های هوشمند بکار گرفته شده است.GA بطو ر محاسباتی ساده است ویک تحقیق و جستجویی کارآمددر فضای ممکن ومتفاوت حل مسئله انجام می دهد.رویه معقول به اینصورت است که بطورِ متقابل یک مجموعه از گروههای نمونه (جمعیت) با توجه به دامنه مسئله، انتخاب ونگهداری می شوند .مثلاً در مسائل بهینه سازی برخی از این جمعیت ها بااستفاده از قضیه ارزیابی اتفاقی بنام عملگرهای ژنتیک، دستکاری وارزیابی می شوند.در طول هر تکرار با توجه به تولیدات جمعیت اول در جمعیت ونسل جدیدبدنبال دامنه مناسب حل مسئله بوده و عمل ارزیابی برمبنای مقایسه مقادیر مناسب وبرتر جمعیت جدید که از حل گروه های قبلی حاصل شده است انجام می شود. با استفاده از اپراتور ژنتیک تولید مثل انجام می شودتا نتیجه درخور عاید شود.

از ارزیابی سیستم طبیعی تولید موجودات زنده نتیجه می شود که آغاز حیات بر اساس آرایش ساختار کروموزم های آنها است.ارتباط بین کروموزم ها و عملکرد ساختا ر ترکیبی آنها یک انتخاب طبیعی است. متعیر های طراحی GA یا بعبارتی خصوصیاتی که بطور منحصر به فرد بیان شده اند دریک رشته منظم وگردآوری می شوند. متعیرهای هر طرح یا همان مجموعه ژن(Gene)ها بصورت یک رشته متعیر با مفهوم کروموزم در سیستم حیات طبیعی مطابقت دارند. یعنی ژن ها کوچکترین عناصر تشکیل دهنده کروموزم ها هستند وهر کروموزم نماینده یک فرد در جمعیت است .حال در دنیای اعداد ومحاسبات هر عدد یک عضو از حمعیت است و کوچکترین اعضایی که میتوانندیک عدد را تشکیل دهند.دسته های صفر ویک (بیت ها)هستند. رشته های صفر ویک طوری پیدا می شوند که بیانگر پهنای تغییرات اطلاعات دردامنه حل مسئله وابزار ارزیابی توسط تابع بهینه سازی باشند.

پیدا می شوند که بیانگر پهنای تغییرات اطلاعات دردامنه حل مسئله وابزار ارزیابی توسط تابع بهینه سازی باشند.

-تابع ارزیابی

تابع ارزیابی، رویه ای برای تعیین بهترین ها در هر رشته یا جمعیت است که در عملکرد منظم کردن رشته ها کاربرد فراوان دارد. زمانیکه که GA برای ارزیابی مقادیر برتردرهررشته (Fitness) پیش می رود، اطلا عات ، فقط برای GA قابل دسترسی هستندو عملکرد الگوریتم بر اساس حساسیت روی مقادیر مناسب تروبرتر استوار است.زمانی الگوریتم بهینه سازی به ثمر می رسدکه مقدار تابع هدف برای بهینه سازی همان مقدار مطلوب باشد.هر قیدی در ارتباط با مسئله بهینه سا زی می تواند در تابع هدف گنجانده شود.

-عملگر های ژنتیک

قضایای تحول اتفاقی که به وسیله الگوریتم ژنتیک به خدمت گرفته می شوند را عملگر های ژنتیک می گویند. این عملگرها در حین انجام تولید نسلی جدید از نسل های گذشته در هر رشته بکار می آیند.

-عملگرتولید مثل(Reproduction)

تولید مثل یک برنامه تولید احتمالی است که در رشته ها برای زاد وولد مبنی بر مقادیر مناسب وبرترشان انتخاب شده است.این روش تضمین میکند که دفعات مورد انتظار انتخاب هر رشته بطور نسبی وابسته به مقادیر برتر رشته نسبت به سایر جمعیت باشد.رشته های با مقادیر برترویا اندازه بزرگتر دارای سهمِ احتمال بیشتری در تکثیر هستند وبطور ساده در تولید بعدی سهیم هستند. در الگوریتم ژنتیک . تولید مثل معمولاً سه عملگر زیر را شامل می شود:

1-انتخاب 2 -عملگر ضربدری(Cross over) 3- عملگرتغییر ناگهانی(Mutation)

-انتخاب

درGA با مجموعه ای ازرشته ها بجای یک رشته کار می شود.این مجموعه یا جمعیت ازرشته ها از طریق انجام ارزیابی جهت تولید رشته های منحصر به فرد جدید ساخته می شود.برای شروع،جمعیت ابتدایی با انتخاب رشته ها بطور ابتکاری یا تصادفی در پهنای تغییرات دامنه مسئله تولید می شود.به عبارتی رشته های برای تولید مثل انتخاب می شوند که نقش موثرتری در بهبود جمعیت تولید شده ونهایی را دارا باشند.

-عملگرضربدری

عملگر ضربدری برنامه انتخاب وضعیت اتفاقی در یک رشته است وتعدادی از بیتهای چپ یا راست این رشته را از یک محل مشخص با رشته دیگر معاوضه می کند. بعنوان مثال اگر X1وX2 دو رشته باشند .

X1=0100:00
X2=1001:10

1-Simulated Annealing
2-Genetic Algorithm

واگرمحل عملگر ضربدری بصورت نشان داده شده باشد و عملکرد تعویض از سمت راست این محل انجـام شـود آنگاه نتیجه تولید بصورت زیر خواهدشد.

Y1=0100:10
Y2=1001:00

-تغییر ناگهانی

تغییر ناگهانی، برنامه ای از اصلاح اتفاقی مقادیر در وضعیت هر رشته با احتمال حد اقل است.این عملگربعنوان نخستین عملگر نمی باشد ولی احتمال تحقیق وجستجو در تمام فضای غیر صفر مسئله راتضمین میکندواز طریق عملگر تولید مثل وضربدری بطورکامل از ضایعات مواد ژنتیک جلوگیری می کند.

-مولفه های ژنتیک

مولفه های ژنتیک ،موجودیت های هستند که به تنظیم عملکرد GA وانجـام بهتروحسـاب شـده آن کمـک مـی کنند.وعبارتند از : تعداد جمعیت،نرخ عملگر ضربدری ونرخ عملگرجهش ناگهانی.

-جمعیت(N):

اندازه جمعیت درکار آیی الگوریتم موثراست.اگریک جمعیت کوچک داشته باشیم دریک عملکردضـعیف نمـی توان تمام نتایچ فضای ممکن یک مسئله راپوشش دادوبررسی کرد.انتخاب یک جمعیـت بـزرک سـبب پوشـش فضای بیشتری شده واز حل و همگرایی زود هنگام در نقاط محدود ومحلی جلـو گیـری مـی کنـد ضـمن اینکـه جمعیت بزرک نیاز به ارزیابی بیشتری در هر تولید دارد و به طبع سرعت نرخ همگرایی را آهسته تر میکند.

-نرخ عملگر ضربدری(C):

نرخ عملگر ضربدری جزء تعیین کننده ای در عملکرد ضربدری است.در هرتولید جمعیـت جدید،تعـداد C*N رشته در عملکرد ضربدری دستخوش تغییر می شوند. نرخ بالا تر عملگر ضربدری به این معناست که رشته هـای جدیدی با سرعت بیشتر وارد جمعیت می شوند.اگر نرخ عملگر ضربدری خیلی زیاد باشد،حذف رشته ها سـریعتراز گزینش آنها برای بهبودی انجام می پذیرد.وبرعکس کم بودن این مقدار سبب یک حالت سـکون مـی شـود کـه مسبب کاهش نرخ شناسایی است.

-نرخ جهش نا گهانی(M):

نرخ جهش ناگهانی عبارت از احتمال تغییر اتفاقی است که وضعیت هـر بیـت از هررشـته در یـک جمعیـت جدید پس از انجام هر مرحله انتخاب ممکن است به خود بگیرد.اساساً این مرحله دوم عملگر جستجو است کـه تنوع در جمعیت را افزایش می دهد.تقریباً جهش های ناگهانی به مقدار M*N*L درهر تولید وجـوددارد کـه L طول رشته است.مقدار کم M برای جلوگیری ازاینکه هر وضعیت بیت در مقدار مشخصی باقی بمانـد کمـک مـی کند در حالیکه افزایش آن سبب جستجوی اتفاقی بطور موثرتری خواهد شد.

4-روش حل مسئله خازن گذاری

در ادامه کار حل مسئله پخش بار در شبکه های توزیع الکتریکی در این تحقیق روشی برای محاسبه ظرفیت خازن موازی وتعیین موقعیت نصب آن ارائه شده است .با این هدف که این خازنها بطور ثابت وبا کلید زنی دستی در زمانهای پیک با ر شبکه مورد بهر برداری قرار گیرند.در حالیکه کار نصب خازنهای موازی رادر پستهای توزیع یا در محل بار می توان انجام داد.ولی مزایای حاصل از نصب خازنها با نزدیکتر شدن محل نصب به محل مصرف کننده افزایش می یابد، چون باعث کاهش تلفات و آزاد شدن ظرفیت سیستم از محل نصب به سمت منبع می شودوسطح ولتاژ را نیز بشکل موثرتری بهبود می بخشد.بر این اساس در این تحقیق بر آن شدیم تا خازنهای موازی را برای نصب در محل مصرف کننده وبار دنبال کنیم .

مراحل حل مسئله خازن گذاری در شبکه توزیع با هدف کاهش تلفات توان اهمی در شبکه . بصورت زیرانجام پذیرفته است. ابتدا موقعیت هایی از شبکه بعنوان محل کاندید نصب خازن انتخاب گردیده است .سپس مقدار ظرفیت خازن برای محلهای مشخص شده با یاری از الگوریتم ژنتیک وانجام پخش بار مستقیم جستجو شده است.

-تعیین موقعیت های کاندید نصب خازن

نخست با توجه به اطلاعات ماتریس امپدانس شبکه آزمون قبل از نصب خازن با اجراء برنامه پخش بار مستقیم .مقادیر ولتاژ وجریانها در تمام شاخه ها محاسبه میشود، سپس امپدانس ($Z_L(i$ مربوط به به هر شین بار که شامل مجموع تک تک امپدانسهای از منبع تا محل شین بار می شودکه جریان شین بار i ام از آنها عبور مـی کنـد، نیـز محاسبه می گردد.با استفاده از رابطه زیر مقدار توان اهمی تلف شده (P_{loss}) ناشی ازعبورجریان هر شین در شبکه محاسبه شده است.

$$P_{loss}(i) = \mathrm{Re}\,al(I\ (i) * Z_L(i)) \qquad (1)$$

مقادیرتلفات اهمی شبکه ناشی از هرشین بار با کاربرد رابطه فوق بر حسب پر یونیت قابل محاسبه است.پس از محاسبه توانهای تلف شده در تک تک شین های بارشبکه ،این مقادیر بصورت نزولی منظم شده وسپس نیمی از شین های باری که بیشترین تلف توان اهمی را در شبکه توزیع ایجاد می کنند به عنوان موقعیت های نصب خازن انتخاب می گردند.به این ترتیب موقعیت های کاندید مشخص می شوند.

-تابع هدف

برای تعیین اندازه ظرفیت خازنها در نقاط کاندید ، تابع هدف مؤثر از مجموع کل تلفات توان اهمی شبکه منظور شده است که رابطه زیر برای محاسبه این توان تلف شده پس از انجام هر دفعه . پخش بار در شبکه بکار رفته است.

$$P_{loss}(i) = \mathrm{Re}\,al\,(\sum_{i=1}^{m} I_b(i) * Z_l(i)) \qquad (2)$$

که $P_{loss}(i)$ کل توان تلف شده بر حسب پریونیت پس از حل هر دفعه پخش باروbI جریان شاخه وZ_l امپدانس شاخه وm تعداد کل شاخه های شبکه است.چون GA حداکثر مقدار عددی تابع هدف را دنبال می کند وتابع هدف را در رویه بهینه سازی بسوی بیشینه شدن سوق میدهد ما مقدار عکس تلفات توان اهمی کل شبکه را بعنوان تابع هدف منظور کرده ایم با این دانش که مقدارعددی تلفات بر حسب پر یونیت . قطعاً کمتر از یک می باشد.وهدفمان حداقل کردن تلفات است.

$$F = \frac{1}{P_{losst}} \qquad (3)$$

5- الگوریتم حل مسئله خازن گذاری

باتوجه به مطالب مذکور در مورد الگوریتم ژنتیک وشیوه خازن گذاری در شبکه توزیع .روال حل این مسئله بصورت زیر است.

1-شکل گیری جمعیت آغازین وتعیین مقادیراولیه کیلو وار هر خازن برای تعداد موقعیت های کاندیدبر اساس اطلاعات پخش بار انجام شده.

2- ارزیابی مقادیر برتر برای هر رشته ونیز ارزیابی تابع هدف ، که روال انجام ارزیابی بشرح زیر است:

2-1- انجام پخش بار براساس مقادیر ظرفیت هر خازن بکمک پخش بار مستقیم برای هر رشته

2-2-محاسبه مقدار توان تلف شده کل شبکه برای هرنوع آرایش خازنها در هر رشته

2-3- تعیین مقادیر برتر در رشته ها

3- مرتب سازی رشته ها در هر تولید بر اساس مقادیر برترشان وانتخاب رشته هایی با برترین مقادیر برای انجام تولید مثل وعملگر ضربدری

4-تکرار مراحل دوم و سوم تا رسیدن به حداکثر تعداد تولیدمثل تعیین شده در برنامه الگوریتم ژنتیک

5-تعیین مقدار ظرفیت خازنی ثابتی که برای هر موقعیت کاندید نیاز می با شد.

6-نتایج کاربردروش خازن گذاری در شبکه توزیع شعاعی

نتایج حاصل ازیافتن محل مناسب نصب خازنهای ثابت در شبکه توزیع شعاعی 40 شینه با استفاده از الگوریتم ژنتیک با هدف به حداقل رساندن تلفات کل شبکه درچهارحالت مورد ارزیابی قرار گرفته است . شبکه شعاعی آزمون ، همان شبکه شکل دو است که یک شبکه 40 شینه با 20 گره بار می باشد. مشخصات این شبکه از مرجع[1] اقتباس گردیده است. ولتاژ مبنای این شبکه23 کیلو ولت وتوان مبنا 15 مگا ولت آمپر منظور شده است.

مشخصات الگوریتم ژنتیک:

در این روش طول هر کروموزم برابر 100بیت منظور شده است که باتوجه به 10 گره کاندیدی که برای خازن گذاری انتخاب شده اند.حد اکثر مقدار کیلووار هر خازن می تواند بصورت دودویی تاعدد 1024تغییر کند.این در حالی است که مقادیر استاندارد خازن در محدوده ولتاژ شبکه آزمون از مقدار 600کیلووارتجاوزنمی کنند،اندازه جمعیت 30 ، حداکثرتعداد تولیدات نسل جدید 400،احتمال جهش ناگهانی 0/01واحتمال عملکرد ضربدری در الگوریتم ژنتیک 0/8منظور شده است.

در هرچهارحالت مورد آزمایش که ذیلاً شرح داده می شود. آزمایش روی 10 شین اولی که بیشترین تلف توان اکتیو در شبکه را دارا می باشند، انجام شده است.بر این اساس شینهای نامزد برای خازن گذاری براساس پخش

بـــار مســـتقیم انجـــام شـــده درشـــبکه توزیـــع انتخـــاب شـــده انـــد کـــه عبارتنـــد از گـــره هـــای 20و15و7و13و5و17و6و19و16و3 ازشبکه آزمون میباشند.در جدول یک مقدارتوان اهمی تلف شـده ناشـی ازجریان هر گره . قبل از خازن گذاری گردآوری شده است که این اطلاعات به ترتیب نزولی بر اساس مقدار تلـف توان هر گره مرتب شده اند.

همانطور یکه از جدول یک دیده می شود بیشترین تلف توان در گره20با 9/0212کیلو وات و کمترین مقدارتلف در گره 10 به مقدار 1/0369کیلو وات محاسبه شده است. در نهایت از خازنهای استفاده شده است که با مقادیر عملی ومطابق با استانداردتعیین شده توسط کارشناسان IEEE از مرجع [8]مطابقت دارد. همچنین با توجـه بـه استاندارد وزارت نیروی برق ایران ،یعنی استفاده از خازنهای 150،100و 200کیلـو واری در ولتاژهـای توزیـع 20،11و33کیلوولت در شبکه های توزیع از مرجع[7] مطابقت کامل دارد.ارزیابی انجام شده بوسـیله الگـوریتم ژنتیک در چهار حالت مختلف (الف ،ب ،ج ، د) انجام شده است.

الف)یافتن مقدار ظرفیت کیلووار خازنها بصورت سه فاز که اندازه آنها پیوسته تغییر می کنـدیعنی مقـادیر بصـورت سه فاز جستجو شده اند.

ب) یافتن مقدار ظرفیت کیلووار خازنها بصورت سه فاز که اندازه آنهاگسسته تغییر می کندیعنی مقادیر بـر اسـاس کیلو وار استاندارد سه فاز جستجو شده اند.

ج) یافتن مقدار ظرفیت کیلووار خازنها بصورت تکفاز که اندازه آنها پیوسته تغییر می کندیعنی مقادیر بصورت تکفاز جستجو شده ودر برنامه پخش بار نتایج بصورت سه فازبکارگرفته می شود.

د) یافتن مقدار ظرفیت کیلووار خازنها بصورت تکفاز که اندازه آنها گسسته تغییر می کندیعنی مقادیر بر اساس کیلو وار استاندارد تکفاز جستجو شده در برنامه پخش بار نتایج بصورت سه فازبکاربرده می شود.

نحوه انجام شبیه سازی به اینصورت است که در هر حالت پس از تعیین مقادیر کیلو وار خازنها،پخش بار بااین مقادیر انجام شده است. با این هدف که ضمن محاسبه میزان تلفات اهمی شبکه،ولتاژها وضریب توان جدید شبکه نیز مشخص ومعین گردیده است.

چنانچه از جدول دو پیداست . در حالت (ج) که جستجوی الگوریتم ژنتیک بر اساس مقادیر تکفاز وپیوسته انجـام گرفته است کمترین افت توان در شبکه پس از خازن گذاری عاید شده اسـت،البته فقـط حالتهـای (ب) و(د) کـه بصورت گسسته تعیین شده اند بطور عملی کاربرد خواهند داشت چون مقادیرشان با اندازهای استاندارد سـازگارمی باشد.

پس از انجام الگوریتم پیشنهادی وتعیین خازنها . پخش بار با وجود نصب خازنها انجام شده است. مقادیرکیلو وار خازنهای یافته شده در حالات ارزیابی شده بروش GA در جدول سه گرد آمده است ضـمن اینکـه درایـن جـدول مقادیر تکفاز یافته شده در ضریب سه برای کاربرد بصورت سه فاز ضرب شده اند.

چنانچه از جدول فوق پیداست،مقدار تکفازخازن در حالت (د) برای گره های بار6و16برابـر50 کیلـو وار بدسـت آمده است که این مقدار استاندارد نمی باشد وبه همین دلیل در محاسبات پخش بـار فقـط بـرای گـره 6 کـه بـار راکتیو بیشتری دارد از یک خازن 100کیلو واری استفاده شده است وبرای گره 16 . خازنی در نظر گرفتـه نشـده است.که با انجام پخش بار پس از خازن گذاری اضافه ولتاژ در گره 6 بررسی شده است ونگرانی از نظـر محـدوده ولتار وجود ندارد.از طرفی چون از خازنهای ثابت استفاده شده است و کلید زنی این خازنها بصـورت دسـتی انجـام می شود احتمال افت بار وایجاد اضافه ولتاژ پیش بینی نشده است ولی می توان از خازنهای با کلید اتوماتیک کـه به سطح ولتاژ حساس می باشند . استفاده کرد.

7-نتیجه گیری :

در این تحقیق با یاری از برنامه حل مسئله پخش بار در شبکه های توزیع ،مسئله خازن گذاری موازی در شبکه توزیع با هدف کاهش تلفات توان اهمی پرداخته شد. روشی بدین منظور برای یافتن محل نصب واندازه بهینه خازنهای ثابت واستاندارد ، ارائه گردیده است.این روش با توجه به میزان ولتاژ هر شبکه آزمون ومقادیر استاندارد ظرفیت های خازنی معادل وپیشنهادی وزارت نیرو به انجام رسیده است. بر روی یک شبکه شعاعی 40 شینه انجام گرفته است.بطوریکه ، نصب خازنها در نقاط تعیین شده سبب کاهش مناسب افت توان اهمی در کل شبکه ودر نتیجه بهبود ضریب قدرت آن شده است.

جدول(1):اندازه توانهای راکتیو هر گره بار از شبکه آزمون

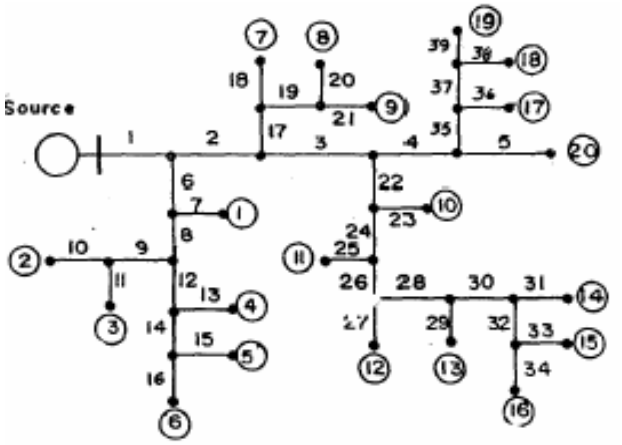
شماره کره بار	تو ا ن راکتیو (پریونیت)	شماره کره بار	تو ا ن راکتیو (پریونیت)	شماره گره بار	توان راکتیو (پریونیت)
1	0/0116	8	0/012	15	0/015
2	0/008	9	0/015	16	0/0116
3	0/014	10	0/01	17	0/019
4	0/01	11	0/012	18	0/012
5	0/015	12	0/014	19	0/016
6	0/014	13	0/017	20	0/04
7	0/024	14	0/012		

جدول (2): میزان تلف توان اکتیو ناشی از هر گره به ترتیب بیشترین به کمترین

الویت نامزد	گره	افت توان (kw)	الویت نامزد	گره	افت توان (kw)	الویت نامزد	گره	افت توان (kw)
1	20	9/0212	8	19	4/1879	15	8	1/9997
2	15	6/3122	9	16	3/7710	16	4	1/8768
3	7	5/7443	10	3	3/5570	17	11	1/8189
4	13	5/6096	11	14	3/4538	18	1	1/4745
5	5	5/0301	12	9	3/1273	19	2	1/1731
6	17	4/4622	13	12	2/9247	20	10	1/0369
7	6	4/3292	14	18	2/3529	–	–	–

جدول (3): میزان کیلو وار خازنهای محاسبه شده با روش پیشنهادی در هر چهار حالت

شماره گره	حالت(الف) kvar	حالت(ب) Kvar	حالت(ج) Kvar	حالت (د) kvar
3	227	300	3×72	3×100
5	230	300	3×89	3×100
6	225	300	3×70	3×50
7	371	450	3×147	3×150
13	247	300	3×99	3×100
15	252	300	3×99	3×100
16	300	300	3×57	3×50
17	356	300	3×116	3×100
19	367	450	3×101	3×100
20	506	600	3×235	3×200



شکل (2): شبکه توزیع شعاعی آزمون برای نصب خازن ثابت[1]

منابع :

[1]S.K.Goswami S.k.Bau"Direct solution of distribution systems",IEE Proceedings-C,Vol.138,No.1,Jan.1991,pp78-88.

[2]H.D.Chians,J.C.Wang O.Cockings,H.D.Shin,'Optimal Capacitor Placement in Distribution Systems:Part I,Part II',IEEE Trans.PWRD,April 1990,PP –634-649

[3]T.Ghose,S.K.Basu,S.K.Goswami,' Enregy loss reduction in distribution system by capacitor placement through combined GA-SA technique'IEEE Trans.Sep.1998,PP-502-505

[4]S.Sundhararajan,A.Pahwa,'Optimal selection of capacitors for radial distribution system using a genetic algorithm',IEEE trans.on power systeme,Vol.9,No.3,August 1994,pp1409-1504.

[5]H.D.Chiang,J.C.Wang,G.Darling,'Optimal capacitors placement,replacement and control in large-scale unbalanced distribution systems:System modeling and a new formulation',IEEE1994,0-7803-1883,pp173-179.

[6]M.Y.Cho,Y.W.Chen,'Fixed/switched type shunt capacitor planning of distribution systems by considering customer load patterns and simplified feeder model',IEEProc.-Gener.Transm.Distrib.,Vol.144,No.6,November 1997,pp533-540.

7-"استاندارد خازنهای مورد استفاده در شبکه های توزیع" وزارت نیرو،شرکت سهامی تولید وانتقال نیروی برق ایران،محقق :مر کز تحقیقات نیرو.

[8]'IEEE Guide for application of shunt power capacitors',Transmission and distribution committee of the IEEE power Engineering society,Approved sep.17,1992