



دانشگاه زنجان

دانشکده فنی و مهندسی

کنترل ولتاژ و توان راکتیو در سیستم‌های توزیع

در حضور تولیدات پراکنده

پایان نامه دوره کارشناسی رشته برق - قدرت

بهزاد امانلو

جواد محمودی

استاد راهنما :

دکتر امیر باقری

*سپاس مخصوص خدایی است که رحمت بی‌دریغش را زوالی نیست. هم او که هرچه است از اوست و

هرچه نیست مدیون و مأذون اذن او. آهنگ رفتن و برخاستن به هر قدم، گفتن و شنیدن، نگاشتن، همه

مرهون مهربانی و مهرپروری اوست .

*صمیمانه سپاسگزاریم ...

از استاد گرانقدر، آقای دکتر باقری که در طول مدت تهیه و تنظیم پروژه تجربیات فنی و اطلاعات علمی

و عملی خود را در اختیار اینجانبان قرار داده و با صبر و حوصله به سؤالات و ابهامات پاسخ دادند.

فهرست مطالب

فصل ۱: مقدمه

۱-۱- مقدمه ۲

فصل ۲: تولید پراکنده

۱-۲- مقدمه ۷

۲-۲- بررسی اقتصادی تولید پراکنده ۸

۳-۲- مزایای اقتصادی تولید پراکنده ۸

فصل ۳: فرمول بندی مسأله

۱-۳- مقدمه ۱۲

۲-۳- توابع هدف ۱۲

۱-۲-۳- حداقل سازی تلفات ۱۲

۲-۲-۳- حداقل سازی انحراف ولتاژ ۱۲

۳-۲-۳- تعداد عملکرد تجهیزات کنترلی ۱۳

۳-۳- محدودیت‌های مسأله ۱۳

۱-۳-۳- محدوده دامنه ولتاژ ۱۴

۲-۳-۳- محدوده موقعیت تپ چنجر ۱۴

۳-۳-۳- تعداد عملکرد تجهیزات کنترلی ۱۴

۴-۳- مدل سازی منابع تولید پراکنده ۱۵

۵-۳- معرفی الگوریتم پخش بار برای شبکه شعاعی ۱۶

۶-۳- در نظر گرفتن تولیدات پراکنده در الگوریتم پخش بار ۱۹

فصل ۴: معرفی روش بهینه سازی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک

- ۴-۱-۱- مقدمه ۲۱
- ۴-۲- عملگرهای الگوریتم ژنتیک و مفاهیم اولیه آن ۲۴
- ۴-۲-۱- کد کردن ۲۴
- ۴-۲-۱-۱- کدینگ باینری ۲۵
- ۴-۲-۱-۲- کدینگ جایگشتی ۲۶
- ۴-۲-۱-۳- کد گذاری مقدار ۲۶
- ۴-۲-۱-۴- کدینگ درخت ۲۷
- ۴-۲-۲- کروموزوم ۲۷
- ۴-۲-۳- جمعیت ۲۸
- ۴-۲-۴- مقدار برازندگی ۲۸
- ۴-۲-۵- عملگر تقاطع ۳۰
- ۴-۲-۶- عملگر جهش ۳۱
- ۴-۲-۷- عملگر انتخاب ۳۱
- ۴-۳- محک اختتام اجرای الگوریتم ۳۲
- ۴-۴- چارت الگوریتم ژنتیک ۳۳

فصل ۵: استفاده از الگوریتم ژنتیک جهت بهینه سازی

- ۵-۱- مقدمه ۳۶
- ۵-۲- کد کردن و فلوچارت روند کلی حل مسأله ۳۶

فصل ۶: مطالعات عددی و تحلیل نتایج

- ۶-۱- سیستم نمونه ۴۱

- ۴۳-۲-۶- آزمایش ها ۴۳
- ۴۳-۱-۲-۶- آزمایش ۱: حالت پایه ای سیستم ۴۳
- ۴۸-۲-۲-۶- آزمایش ۲: تأثیر ظرفیت واحد تولید پراکنده ۴۸
- ۵۱-۳-۲-۶- آزمایش ۳: تأثیر مکان واحد تولید پراکنده ۵۱

فصل ۷: نتیجه گیری

- ۵۵-۱-۷- نتیجه گیری ۵۵

- ۵۶- مراجع ۵۶

مبانی نامرئی کارشناسی



فهرست شکل‌ها

فصل ۴

معرفی روش بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک

- شکل ۴-۱: نمایش چگونگی کدینگ درختی..... ۲۷
- شکل ۴-۲: نمایش یک کروموزوم دارای n بیت و کدگذاری شده در پایه عدد m ۲۸
- شکل ۴-۳: جابجایی در کروموزومهایی که از شکل کد شده چهار متغیر بوجود آمده است..... ۳۰
- شکل ۴-۴: اعمال عملگر جهش برای ایجاد کروموزوم جدید..... ۳۱
- شکل ۴-۵: چارت الگوریتم ژنتیک..... ۳۴

فصل ۵

استفاده از الگوریتم ژنتیک جهت بهینه‌سازی

- شکل ۵-۱: کروموزوم در نظر گرفته شده در مسأله..... ۳۸
- شکل ۵-۲: یک کروموزوم نمونه استفاده شده در مسأله..... ۳۸
- شکل ۵-۳: فلوچارت روند کلی حل مسأله..... ۳۹

فصل ۶

مطالعات عددی و تحلیل نتایج

- شکل ۶-۱: نمایش تک خطی سیستم مورد مطالعه..... ۴۱
- شکل ۶-۲: پروفیل بار روزانه سیستم مورد مطالعه..... ۴۲
- شکل ۶-۳: تلفات سیستم در آزمایش ۱ با هدف کاهش تلفات..... ۴۴
- شکل ۶-۴: افت ولتاژ سیستم در آزمایش ۱ با هدف کاهش افت ولتاژ..... ۴۴

شکل ۶-۵: نمایش موقعیت تپ چنجر در آزمایش ۱ در حالت ۱ با هدف کاهش

انحراف ولتاژ..... ۴۵

شکل ۶-۶: تلفات سیستم در آزمایش در حالت حداقل سازی تلفات در طی

۲۴ ساعت..... ۴۶

شکل ۶-۷: بیشترین انحراف ولتاژ باس ها در آزمایش ۱ در حالت حداقل سازی

انحراف ولتاژ در طی ۲۴ ساعت..... ۴۷

شکل ۶-۸: نمایش پروفیل ولتاژ در آزمایش ۱ در حداقل سازی انحراف ولتاژ

در حضور DG با ضریب توان ۰/۹۷ در طی ۲۴ ساعت..... ۴۷

شکل ۶-۹: مقایسه تلفات سیستم برای آزمایش ۲ در حالت حداقل سازی

تلفات..... ۴۹

شکل ۶-۱۰: مقایسه تلفات سیستم برای آزمایش ۲ در حالت حداقل سازی

تلفات طی ۲۴ ساعت..... ۴۹

شکل ۶-۱۱: مقایسه بیشترین انحراف ولتاژ باس ها برای آزمایش ۲ در

حالت حداقل سازی انحراف ولتاژ..... ۵۰

شکل ۶-۱۲: مقایسه بیشترین انحراف ولتاژ باس ها برای آزمایش ۲ در

حالت حداقل سازی انحراف ولتاژ در طی ۲۴ ساعت..... ۵۰

شکل ۶-۱۳: مقایسه تلفات سیستم برای آزمایش ۳ در حالت حداقل سازی تلفات

در طی ۲۴ ساعت..... ۵۲

شکل ۶-۱۴: مقایسه بیشترین انحراف ولتاژ باس ها برای آزمایش ۳ در حالت حداقل سازی

انحراف ولتاژ در طی ۲۴ ساعت..... ۵۲

شکل ۶-۱۵: سیر نزولی مقدار عکس برآزندگی وقتی DG در باس ۸ واقع شده..... ۵۳

شکل ۶-۱۶: سیر نزولی مقدار عکس برآزندگی وقتی DG در باس ۴ واقع شده..... ۵۳

فهرست جداول

فصل ۶

مطالعات عددی و تحلیل نتایج

- جدول ۶-۱: اطلاعات عددی شبکه نمونه..... ۴۲
- جدول ۶-۲: نتایج حاصل از آزمایش ۱..... ۴۳
- جدول ۶-۳: برنامه ریزی تپ چنجر و خازن ها برای بار پیش بینی شده..... ۴۵
- در آزمایش ۱ در حالت ۱ با هدف کاهش انحراف ولتاژ..... ۴۵
- جدول ۶-۴: نتایج حاصل از آزمایش ۲..... ۴۸
- جدول ۶-۵: نتایج حاصل از آزمایش ۳..... ۵۱

چکیده

یکی از مباحث مهم در بهره برداری بهینه از سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی، با توجه به توسعه وسایل اندازه‌گیری هوشمند و سیستم مدیریت و اتوماسیون شبکه توزیع، کاهش تلفات و بهبود پروفیل ولتاژ می باشد، که این مساله از جمله مسائلی است که تاثیر زیادی از حضور تولیدات پراکنده می‌پذیرد. دلیل این موضوع ساختار شعاعی شبکه های توزیع و کوچک بودن نسبت X/R در خطوط توزیع است. [۱]

در این پروژه با کنترل متمرکز ولتاژ و توان راکتیو در سیستم‌های توزیع، که شامل تعیین موقعیت تجهیزات کنترلی از قبیل تپ چنجر قابل تغییر زیر بار و بانکهای خازنی قابل کلید زنی می‌باشد، قصد داریم روشی برای حل مسئله کنترل ولتاژ و توان راکتیو در حضور تولیدات پراکنده ارائه دهیم. در این تحقیق، جهت ارزیابی تاثیر حالت بهره برداری، مکان و ظرفیت واحدهای تولید پراکنده بر بهره برداری از سیستم، کنترل متمرکز در حضور این منابع مورد توجه قرار گرفته است.

توابع هدف شامل کاهش تلفات، کاهش انحرافات ولتاژ و کاهش تعداد عملکرد تجهیزات کنترلی بخصوص تپ چنجر می‌باشد. از آنجا که مسئله کنترل ولتاژ و توان راکتیو در شبکه‌های توزیع یک مسئله بهینه‌سازی غیر خطی با پارامترها و متغیرهای گسسته و پیوسته است، لذا از الگوریتم ژنتیک برای حل این مسئله استفاده شده است. در نهایت به منظور اطمینان از عملکرد صحیح و قابل قبول الگوریتم پیشنهادی، یک شبکه توزیع ۳۰ باسه مورد آزمایش قرار می‌گیرد. در این آزمایش‌ها تاثیر ظرفیت‌های مختلف تولید پراکنده، مکان نصب تولید پراکنده، حالت عملکرد تولید پراکنده و ... بر مقادیر توابع هدف مورد بررسی و تجزیه و تحلیل قرار گرفته و نتایج آن با هم مقایسه شده است.

واژه‌های کلیدی: سیستم توزیع، کنترل متمرکز ولتاژ و توان راکتیو، تولید پراکنده، بهینه سازی

۱-۱- مقدمه

یکی از مباحث مهم در بهره برداری بهینه از سیستم‌های توزیع انرژی الکتریکی، کاهش تلفات و بهبود پروفیل ولتاژ می باشد. با توجه به حضور ادوات کنترلی نظیر خازن ها و تپ چنجرهای قابل قطع زیر بار (ULTC)^۱ در سیستم‌های توزیع، کنترل ولتاژ و توان راکتیو از اهمیت قابل توجهی در کاهش تلفات و بهبود پروفیل ولتاژ برخوردار می باشد. هدف اصلی از کنترل ولتاژ و توان راکتیو، تنظیم و هماهنگی صحیح این ادوات کنترلی موجود در پست فوق توزیع و فیدرهای توزیع است. در سیستم‌های توزیع سنتی، کنترل بهینه تجهیزات به دلیل عدم وجود امکانات سیستم اتوماسیون، به طور کامل میسر نبوده و به صورت محلی انجام می‌شود. به این صورت که هر یک از تجهیزات براساس تنظیمات از پیش تعیین شده و در یک بازه مشخص کنترل می‌شوند. ULTC ولتاژ باس ثانویه ترانسفورماتور پست فوق توزیع را در یک محدوده مشخص، با تغییر تپ، تنظیم می نماید. خازن های قابل کلید زنی نصب شده در پست و روی فیدرها نیز به ترتیب توان راکتیو عبوری از پست فوق توزیع و فیدر را با کلیدزنی کنترل می کنند.

امروزه منابع تولید پراکنده (DG)^۲ بدلیل اهمیت بالا در بحث تولید انرژی بطور گسترده در سیستم‌های الکتریکی بکار گرفته می شوند. تولیدات پراکنده منابع کوچک انرژی هستند که انرژی را در محل مصرف، تولید کرده و به مصرف کننده تحویل می دهند. این تولیدات به راحتی در نقاط مختلف شبکه‌های توزیع نصب می‌شوند و مشکل نیروگاه‌های بزرگ در زمینه پیدا کردن محل نصب را ندارند [۲]. نزدیکی این تولیدات به محل مصرف نیاز به احداث خطوط انتقال جدید را مرتفع می کند. ژنراتورهای سنکرون یکی از انواع پرکاربرد در تولیدات پراکنده می باشند که در سیستم‌های توزیع فشارممتوسط نصب می گردند. از آنجاکه DG های نوع ژنراتور سنکرون قابلیت عملکرد در حالت‌های مختلف کاری از قبیل کنترل ضریب

^۱-Under Load Tap Changer

^۲- Distributed Generation

توان و کنترل ولتاژ و نیز قابلیت نصب در مکانهای مختلف را دارند، می‌توانند در عملکرد تجهیزات کنترل ولتاژ و توان راکتیو بخصوص ULTC نیز تأثیر بگذارند. لذا برای اطمینان از عدم تنظیم ولتاژ مناسب در سیستم، اتصال واحدهای DG باید همراه با هماهنگی دیگر تجهیزات سیستم انجام شود [۳]. همچنین به دلیل ساختار شعاعی شبکه‌های توزیع و کوچک بودن نسبت X/R در خطوط توزیع، تأثیر تولیدات پراکنده بر روری این شبکه‌ها بیشتر خواهد بود. مسأله کنترل ولتاژ و توان راکتیو در شبکه‌های توزیع با هدف حداقل نمودن توابع هدف تعریف شده و اصلاح پروفیل ولتاژ روی تمامی فیدرها و اصلاح ضریب توان روی تمام شرکت‌های توزیع با استفاده از تپ ترانسفورماتورهای دارای تپ چنجر ULTC و خازن‌ها صورت می‌گیرد [۴]. تاکنون مطالعات متنوعی در زمینه کنترل ولتاژ و توان راکتیو در سیستم‌های توزیع بدون در نظر گرفتن اثر واحدهای تولید پراکنده ارائه و مطرح شده است. با توجه به گستردگی فضای مسأله، اکثر تحقیقات به دنبال روشی برای دستیابی به بهترین پاسخ در کمترین زمان بوده‌اند. در [۵]، یک سیستم خبره با استفاده از شبکه عصبی دو مرحله‌ای، برای کنترل زمان حقیقی خازن‌های پله‌ای نصب شده در سیستم توزیع با منحنی بار غیریکنواخت جهت کاهش تلفات استفاده شده است. اطلاعات ورودی بطور مستقیم از اندازه گیری‌های آنلاین شامل توانهای اکتیو و راکتیو خطوط، اندازه گیری‌های ولتاژ و موقعیت کنونی تپ خازن‌ها فراهم می‌شوند. در [۶]، کنترل خازن‌های نصب شده روی یک فیدر توزیع در عملکرد روزانه بررسی شده است. هدف دستیابی به یک استراتژی بهینه خازن‌ها بر پایه پیش بینی ساعتی بار برای روز بعد می‌باشد بطوری که تلفات کل فیدر در طی یک روز حداقل گردد. محدودیت‌هایی که باید برآورده شوند عبارتند از: حداکثر تعداد عملیات کلیدزنی هر خازن در طول یک روز و محدودیت افت ولتاژ در طول فیدر می‌باشد. برای رسیدن به این استراتژی بهینه، روشی مبتنی بر برنامه ریزی دینامیکی پیشنهاد شده است. در [۷]، برنامه ریزی دینامیکی - فازی برای حل مسأله کنترل ولتاژ و توان راکتیو در یک پست فوق توزیع استفاده شده است. هدف اصلی بهبود پروفیل ولتاژ در باس ثانویه و محدود کردن عبور توان به داخل ترانسفورماتور می‌باشد. برای رسیدن به این هدف، تپ چنجر بار نصب شده در ترانسفورماتور برای تنظیم ولتاژ ثانویه بکار می‌رود و خازن نصب شده در باس ثانویه

برای جبران توان راکتیو بار بکار می رود. ابتدا توان اکتیو و راکتیو ترانسفورماتور و ولتاژ اولیه آن برای روز بعد پیش بینی می شود. با در دست داشتن این اطلاعات، یک روش برای تخمین سریع موقعیت تپ که مدل بار را در نظر می گیرد، برای کاهش بار محاسباتی روش پیشنهادی بکار می رود. محدودیتهای در نظر گرفته شده عبارتند از: محدودیت ولتاژ باس، حداکثر تعداد عملیات کلیدزنی خازن و تپ چنجر در یک روز و بدترین ضریب توان قابل تحمل برای ترانسفورماتور.

مراجع [۸ و ۹] همین مسأله را با در نظر گرفتن تلفات فیدر و محدودیت افت ولتاژ فیدر به کمک الگوریتم فازی و برنامه ریزی دینامیکی حل کرده اند. در [۲ و ۳] تنها خازن های فیدر در کنترل بهینه ولتاژ و توان راکتیو بکار گرفته شده اند، در حالیکه خازن های پست و ULTC در نظر گرفته نشده اند. در مرجع [۴]، از روش برنامه ریزی پویای فازی برای تعیین نقاط بهینه خازن و تپ چنجر فوق توزیع استفاده شده است و خازن های فیدر در مسأله گنجانده نشده اند. در مرجع [۵]، جهت حل مسأله چند هدفه کنترل ولتاژ و توان راکتیو از فازی سازی توابع هدف و قیود و همچنین الگوریتم سخت کاری فلزات^۱ برای تعیین جواب نهایی استفاده شده است. در مرجع [۱۰]، جهت کاهش فضای جستجو از روشی مبتنی بر بازه زمانی، برای پیش بینی بار ۲۴ ساعته جهت تعیین موقعیت تپ در هر فاصله زمانی و همچنین الگوریتم ژنتیک برای تعیین جواب بهینه استفاده شده است. در [۱۱]، الگوریتمی ترکیبی برای بهینه سازی توان راکتیو با در نظر گرفتن تغییرات بار در سیستم های توزیع بیان شده است.

کنترل ولتاژ و توان راکتیو در حضور منابع تولید پراکنده در مراجع [۱] و [۱۲] مطرح شده است. در مرجع [۱] مسأله کنترل ولتاژ و توان راکتیو در حضور منابع تولید پراکنده نوع ماشین القایی (توربین بادی) و با استفاده از کنترل محلی و متمرکز تجهیزات انجام شده است. خازن های فیدر از طریق کنترل کننده محلی نوع ولتاژ کنترل می شوند. ولی خازن های پست و تپ چنجر قابلیت کنترل از راه دور را داشته و از این طریق بر اساس پیش بینی بار روزانه کنترل می شوند. همچنین تأثیر DG در هر دو

^۱-Simulated annealing

کنترل محلی و پیشنهادی بررسی شده و چگونگی تغییر در عملکرد کنترل نیز ارائه شده است. در مرجع [۱۲]، کنترل ولتاژ و توان راکتیو در حضور منابع تولید پراکنده مبتنی بر ژنراتور سنکرون صورت گرفته و فرض بر این است که تمام تجهیزات تنها قابلیت کنترل محلی را دارا می باشند.

در این پروژه با فرض مجهز بودن سیستم توزیع به اتوماسیون، کنترل متمرکز تجهیزات کنترلی در هر ساعت از شبانه روز و با رعایت قیود حاکم و با اهدافی مانند کاهش تلفات، بهبود پروفیل ولتاژ و حداقل سازی تعداد عملکرد تجهیزات کنترلی انجام می شود. این کنترل در دو حالت با حضور منبع تولید پراکنده وبدون آن و همچنین کنترل ضریب توان و تاثیر مکان و ظرفیت DG نیز در مسئله در نظر گرفته شده است. با توجه به فضای گسسته‌ی مسأله بهینه سازی، از الگوریتم ژنتیک برای بهینه سازی و تعیین موقعیت تجهیزات در ۲۴ ساعت از شبانه روز، استفاده شده است.

در فصل دوم به معرفی مزایای تولید پراکنده پرداخته شده و در فصل سوم این مقاله پایه ریاضی مسأله، شامل توابع هدف، محدودیت‌ها، مدل سازی منابع تولید پراکنده و همچنین الگوریتم پخش بار برای شبکه شعاعی ارائه شده است. در فصل ۴، به معرفی روش بهینه‌سازی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک پرداخته شده است. در فصل ۵، روش پژوهش و نحوه‌ی کد بندی متغیرها بیان شده است. در فصل ۶، مطالعات عددی شامل ۳ آزمایش متفاوت جهت تحلیل و بررسی تاثیر منابع تولیدات پراکنده بر کنترل ولتاژ و توان راکتیو بر روی یک سیستم نمونه ارائه و نتایج آزمایش‌ها با یکدیگر مقایسه شده است. در فصل ۷، نیز نتیجه‌گیری آمده است.

۲-۱- مقدمه

در اکثر کشورهای پیشرفته در زمینه صنعت برق، تحول عظیمی در سیستم‌های تولید و انتقال انرژی بوجود آمده است که تمام نیازها و مزایای پایه تولید و انتقال در موارد فنی، آکادمیک و بازرگانی را برآورده می‌کند. این سیستم نوین تولید صنعت انرژی را اصطلاحاً تولید پراکنده انرژی می‌گویند. در آمریکا و اروپا تولید پراکنده به یک راه حل ممکن فنی و مالی، برای مصرف کنندگان و تولیدکنندگان تبدیل شده است. این روش اعتبار و اطمینان تهیه برق را بسیار بهبود بخشیده است. در اکثر کشورها، DG حدود ۱۰ درصد ظرفیت نصب شده تولید را تشکیل می‌دهد، اما در کشورهای نظیر هلند و دانمارک این روش بیش از ۳۰ تا ۴۰ درصد ظرفیت نصب شده را شامل می‌شود. برخی کشورها نیز مانند استرالیا، پیش‌بینی می‌گردد تا سال ۲۰۱۰ حدود ۷۸ درصد برق این کشور بر اساس انرژی تولیدی توسط این سیستم نوین باشد. این در صورتی است که تولید پراکنده انرژی اصطلاح جدیدی نیست. از آغازین روزهایی که بشر برای رفع نیاز خود به انواع مختلف انرژی نیاز داشت، تولید پراکنده شکل گرفته است، چرا که این انرژی عملاً در نزدیک محل مصرف آن‌ها تولید می‌شد. سیستم تولید پراکنده نیروگاه‌هایی کوچک با ظرفیت‌های بین ۱۵ کیلووات تا ۲۵ مگاوات برای شارژ نمودن ایستگاه‌های نزدیک به محل مصرف و تأمین نیازمندی‌های شبکه و بار می‌باشند. از انواع نیروگاه‌های با ظرفیت تولیدی کم نیروگاه‌های بادی، نیروگاه‌های خورشیدی، پیل‌های سوختی و ... می‌باشند. مشکلات طراحی، بهره برداری اقتصادی و زیست محیطی، پایین بودن راندمان نیروگاه‌های بزرگ، بالا بودن هزینه نصب و تعمیر و نگهداری نیروگاه‌های متمرکز، تقاضای روزافزون مصرف کنندگان در کشور و استعداد و پتانسیل و توانایی مهندسی ایرانی در بکارگیری این فناوری در ایران به عنوان یک سیستم نوین تولید صنعت انرژی، از جمله دلایل استفاده تولید پراکنده در شبکه سراسری ایران می‌باشد، که همان گونه که اشاره

دانشجویان محترم:

جهت دسترسی به متن کامل پایان نامه‌ها به کتابخانه دانشکده مهندسی و یا آزمایشگاه پروژه گروه برق مراجعه فرمایید.

فصل ۷

نتیجه گیری

این فصل به بررسی نتایج حاصل از پژوهش‌ها می‌پردازد و به تحلیل و تفسیر داده‌ها می‌پردازد. در این بخش، نتایج حاصل از روش‌های مختلف تحقیق را به صورت خلاصه و مفید ارائه می‌دهیم. همچنین، به بررسی دلایل و علل هر یک از یافته‌ها می‌پردازیم و سعی می‌کنیم تا حد امکان، دلایل هر یک از نتایج را توضیح دهیم. در نهایت، به ارائه پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی می‌پردازیم.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که روش‌های مختلف تحقیق می‌تواند به دست آوردن نتایج دقیق و قابل اعتمادی منجر شود. همچنین، به نظر می‌رسد که روش‌های مبتنی بر داده‌ها می‌تواند به دست آوردن نتایج دقیق‌تری منجر شود. در نهایت، به نظر می‌رسد که روش‌های مبتنی بر داده‌ها می‌تواند به دست آوردن نتایج دقیق‌تری منجر شود.

این فصل به بررسی نتایج حاصل از پژوهش‌ها می‌پردازد و به تحلیل و تفسیر داده‌ها می‌پردازد. در این بخش، نتایج حاصل از روش‌های مختلف تحقیق را به صورت خلاصه و مفید ارائه می‌دهیم. همچنین، به بررسی دلایل و علل هر یک از یافته‌ها می‌پردازیم و سعی می‌کنیم تا حد امکان، دلایل هر یک از نتایج را توضیح دهیم. در نهایت، به ارائه پیشنهاداتی برای تحقیقات آتی می‌پردازیم.

نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد که روش‌های مختلف تحقیق می‌تواند به دست آوردن نتایج دقیق و قابل اعتمادی منجر شود. همچنین، به نظر می‌رسد که روش‌های مبتنی بر داده‌ها می‌تواند به دست آوردن نتایج دقیق‌تری منجر شود. در نهایت، به نظر می‌رسد که روش‌های مبتنی بر داده‌ها می‌تواند به دست آوردن نتایج دقیق‌تری منجر شود.

۷-۱- نتیجه‌گیری

در این تحقیق مسأله کنترل ولتاژ و توان راکتیو در حضور منابع تولید پراکنده از نوع ژنراتور سنکرون مورد بررسی و تحلیل قرار گرفت. کوچک بودن نسبت X/R در شبکه‌های توزیع و ساختار شعاعی این شبکه‌ها باعث شده که مسأله کنترل ولتاژ و توان راکتیو تاثیر زیادی را از منابع تولید پراکنده بپذیرد. با توجه به ماهیت غیر خطی مسأله و با توجه به اینکه گستردگی فضای مسأله زیاد می باشد، لذا روشی مبتنی بر الگوریتم ژنتیک برای کدبندی خازن های سیستم ارائه شد که علاوه بر کاهش فضای جستجو، منجر به حذف قید تعداد کلیدزنی خازن ها در مسأله بهینه سازی نیز می شود. علاوه بر این به بررسی و تحلیل تاثیر حضور تولید پراکنده از نوع ژنراتور سنکرون روی بهره برداری از سیستم و تجهیزات کنترلی به خصوص تپ چنجر ترانسفورماتور پست فوق توزیع پرداخته شد. نتایج شبیه سازی بیانگر تاثیر عملکرد واحد تولیدی در حالت های مختلف بهره برداری بر تعداد عملکرد تپ چنجر برای دستیابی به تلفات و انحراف ولتاژ مینیمم می باشد. این تاثیر تولید پراکنده شامل اندازه ظرفیت و مکان نصب آن از لحاظ نزدیکی یا دوری به پست فوق توزیع نیز می شود. در نهایت می توان گفت که مکان و ظرفیت DG و همچنین حالت عملکرد آن می تواند در بهره برداری بهینه از تجهیزات کنترلی تاثیرگذار باشد و لذا طراحان و بهره برداران سیستم توزیع می توانند این مسأله را نیز مد نظر قرار دهند. علاوه بر این نتایج شبیه سازی نشان می دهد که حضور منابع تولید پراکنده روی مدیریت توان راکتیو و ولتاژ در سیستم می تواند تاثیرات مثبتی را در پی داشته باشد و در نظر گرفتن این امر در مطالعات جابجایی و ظرفیت یابی این منابع می تواند طراحان را در دستیابی به پاسخ دقیق تریاری نماید. بنابراین روش ارائه شده در این پروژه علاوه بر مقاصد بهره برداری می تواند در جهت مطالعات طراحی و امکان سنجی اقتصادی احداث منابع تولید پراکنده نیز بکار گرفته شود و به عنوان ابزاری کارآمد در این راستا استفاده گردد.

- [1] Wu Ouyang, Haozhong Cheng, Xiubin Zang, Liangzhong Yao, Distributed network planning method considering distributed generation for peak cutting, Energy Conversion and Management, 2010.51.No.12, pp.2394-2401
- [2] T. Niknam, and B. Bahmani Firuzi, "A practical algorithm for distribution state estimation including renewable energy sources," Renewable Energy, Vol.34.No.11, pp.2369-2316.2009
- [3] F. Viawan and D. Karlsson, "Voltage and Reactive Power Control in Systems with Synchronous Machine-Based Distributed Generation," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 23, no. 2, pp. 1079-1087, 2008.
- [4] M. E. Baron, and M. Y. Hsu, "Volt/Var Control at Distribution Substations," IEEE Transaction on Power Systems, vol.14, No.1, pp. 312-318, 1999.
- [5] N. I. Santosa and O. T. Tan, "Neural-net Based Real-time Control of Capacitors on Distribution Systems," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 5, no. 1, pp. 266-272, 1990.
- [6] Y. Y. Hsu and H. C. Kuo, "Dispatch of Capacitors on Distribution System Using Dynamic Programming", IEE proceedings Generation Transmission & Distribution, vol. 140, no. 6, pp. 433-438, 1993.
- [7] F. C. Lu and Y. Y. Hsu, "Fuzzy Dynamic Programming Approach to Reactive Power/Voltage Control in a Distribution Substation," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 12, no. 2, pp. 681-688, 1997.
- [8] R. H. Liang and Y. S. Wang, "Fuzzy-Based Reactive Power and Voltage Control in a Distribution System," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 18, no. 2, pp. 610-618, 2003.
- [9] R. H. Liang and C. K. Cheng, "Dispatch of Main Transformer ULTC and Capacitors in a Distribution Systems," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 16, no. 4, pp. 625-630, 2001.
- [10] Z. H. Wang, H. Chen, and G. A. Taylor, "Volt/Var Control in Distribution Systems Using a Time-Interval Based Approach," IEE proceedings Generation Transmission & Distribution, vol. 150, no. 5, pp. 548-554, 2003.

- [11] I. Roytelman, and V. Ganesan, "Coordinated Local and Centralized Control in Distribution Management Systems," IEEE Transaction on Power Delivery, vol.15No.2,,pp. 718-724 , 2000.
- [12] F. Viawan and D. Karlsson, "Combined Local and Remote Voltage and Reactive Power Control in the Presence of Induction Machine Distributed Generation," IEEE Transactions on Power Systems, vol. 22, no. 4, pp. 2003-2012, 2007.
- [13] A. Losi and M. Russo, "Dispersed Generation Modeling for Object-Oriented Distribution Load Flow," IEEE Transactions on Power Delivery, vol. 20, no. 2, pp. 1532-1540, 2005.
- [14] H. Chen, J. Chen, D. Shi, and X. Duan, "Power Flow Study and Voltage Stability Analysis for Distribution Systems With Distributed Generation," IEEE Power Engineering Society General Meeting, 2006, 8 pp.
- [15] S. M. Moghaddas-Tafreshi and E. Mashhour, "Distributed Generation Modeling for Power Flow Studies and a Tree-Phase Unbalanced Power Flow Solution for Distribution Systems Considering Distributed Generation," Electric Power System Research, vol. 79, pp. 680–686, 2009.
- [۱۶] حمید فلقی، محمودرضا حق‌ی فام و محسن پارسا مقدم، "امکان سنجی اقتصادی احداث واحدهای تولید پراکنده در پست های فوق توزیع"، نشریه دانشکده فنی دانشگاه تربیت مدرس، جلد ۴۰، شماره ۱، صص ۳۴۷ تا ۳۶۰، شهریور ۱۳۸۵.
- [17] S. Chapman, Electric Machinery Fundamentals, Mc Graw-Hill Pub. Co., New York, 1985.
- [18] G. X. Luo and A. Semlyen, "Efficient Load Flow for Large Weakly Meshed Networks "IEEE Transactions on Power Systems, Vol.5, pp.1309-1316, Nov. 1990.
- [19] D. Shirmohammadi, H. W. Hong, A. Semlyen, and G. X. Luo, "A Compensation-based Power Flow Method for Weakly Distribution and Transmission Networks" IEEE Transactions on Power Systems ,Vol. 3, pp.753-756, May 1988.
- [20] Carol S. Cheng, D. Shirmohammadi, "A Three-Phase Power Flow Method for Real-Time Distribution System Analysis", IEEE Transactions on Power Systems, Vol.10, No. 2, pp.671-679, May. 1995.

- [21] H. Hamouda, K. Zehar, "Efficient Load Flow Method for Radial Distribution Feeders", Journal of Applied Sciences, 6(13), 2741-2748, 2006.
- [22] Mitchell M. An Introduction to Genetic Algorithms, Cambridge, MA: MIT press, 1998.
- [23] L. Davis, Handbook of Genetic Algorithms, Van Nostrand Reinhold, 1991.
- [24] D. E. Goldberg, Genetic Algorithm in Search, Optimization and Machine Learning, Addison- Wsley, 1989.
- [25] V. Rashtch, A. Shabani, A. Bagheri, "Optimal design of measurement-type current transformer using genetic algorithm", 2nd International IEEE Power and Energy Conference, PECON2008,1-3 Dec. 2008.
- [26] Shayeghi H, Jalilzadeh S, Mahdavi M, Haddadian H. Studying influence of two effective parameters on network losses in transmission expansion planning using DCGA. 2008; 49 (11): 3017-3024.