بسم الله
الرحمن الرحيم

دانشگاه کاشان

دانشکده مهندسی

گروه مهندسی برق

پایان نامه

جهت اخذ درجه کارشناسی ارشد در رشته:

مهندسی برق- قدرت

عنوان

جایابی بهینه منابع تولید پراکنده به همراه SSVR در سیستم‌های توزیع با استفاده از Immune Algorithm

استاد راهنما:

دکتر سید عباس طاهر

به وسیله:

اکرم شاهقلیان

شهریور ماه ۱۳۸۹

تقدیم به:

پدر و مادر عزیز و همسر مهربانم

تشکر و قدردانی:

حمد و سپاس خدای را که توفیق کسب دانش و معرفت را به ما عطا فرمود. در اینجا بر خود لازم می‌دانم از تمامی اساتید بزرگوار بویژه اساتید دوره کارشناسی ارشد که مرا در تحصیل عمل و فضائل اخلاقی یاری نمودند، تقدیر و تشکر نمایم.

بر خود لازم می‌دانم از استاد گرامی و بزرگوار جناب آقای دکتر سید عباس طاهر که راهنمایی اینجانب را در انجام تحقیق، پژوهش و نگارش این پایان نامه تقبل نمودند، نهایت تشکر و سپاسگزاری را انجام دهم.

همچنین از تشریک مساعی آقایان دکتر محمدی و دکتر کتابی به عنوان اساتید داور داخل دانشگاه که این پایان نامه را مورد مطالعه قرار داده و در جلسه دفاعیه شرکت نموده‌اند تشکر می‌نمایم.

در پایان از جناب آقای دکتر نیکوفرد که به عنوان نماینده تحصیلات تکمیلی دانشگاه قبول زحمت نموده‌اند سپاسگزاری می‌نمایم.

چکیده:

استفاده از واحدهای تولید پراکنده که به منظور تامین توان در شبکه‌های توزیع به کار می‌روند می‌تواند تاثیر بسیار زیادی بر روی شبکه‌های توزیع داشته باشد. امروزه از جمله مشکلات عمده شبکه‌های توزیع بالا بودن تلفات و مناسب نبودن پروفیل ولتاژ در آن‌ها می‌باشد، با جایابی بهینه منابع تولید پراکنده (DG) و جبران کننده استاتیکی سری ولتاژ (SSVR)، می‌توان تا حد ممکن این مشکلات را برطرف نمود و کیفیت توان را بهبود داد. اما مسئله مهم در این بحث انتخاب درست الگوریتم جایابی می‌باشد. در این پایان نامه سعی بر آن شده تا با استفاده از الگوریتم تکاملی سیستم ایمنی (Immune Algorithm) مکان و سایز بهینه DG و SSVR در شبکه‌های توزیع محاسبه شود. به این منظور دو شبکه توزیع نمونه استاندارد ۳۳ و ۶۹ باسه IEEE در نظر گرفته شده است و مطالعات بر روی این دو شبکه انجام می‌گیرد.

به علت رشد بار و افزایش تعداد مصرف‌کنندگان به مرور زمان، بار شبکه توزیع به صورت پنج پله بار که به ترتیب مقادیر ۰/۸ ، ۰/۹ ، ۱ ، ۱/۱ ، ۱/۲ بار اصلی شبکه را در طی ۱۰ سال اختیار می‌کند، در نظر گرفته شده است. از طرفی استفاده از DG و SSVR در شبکه‌های توزیع علاوه بر داشتن مزایایی چون کاهش تلفات، بهبود پروفیل ولتاژ و کاهش جریان، بایستی توجیه اقتصادی نیز داشته باشد. به همین جهت تابع هدف در نظر گرفته شده جهت این جایابی بهینه هم شامل هزینه‌های سرمایه‌گذاری شده و سود ناشی از کاهش تلفات می‌باشد و هم شامل شاخص‌های کیفیت توان که نشان دهنده وضعیت ولتاژ، جریان، تلفات توان اکتیو و راکتیو هستند. از آنجایی که تمامی هزینه‌ها در سال آخر هر پله بار محاسبه می‌شوند، نرخ بهره نیز برای انتقال هزینه‌ها به سال آخر در نظر گرفته می‌شود. همچنین هزینه تعمیر و نگه‌داری DG و SSVR به عنوان درصدی از هزینه اولیه هر ساله به قیمت آن‌ها افزوده می‌شود.

کلمات کلیدی: تولید پراکنده، جبران کننده استاتیکی سری ولتاژ، الگوریتم سیستم ایمنی

فهرست مطالب

عنوان **صفحه**

فصل ۱: مقدمه ۲

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- تاریخچه ۴

۱-۳- هدف ۵

۱-۴- ساختار مطالب پایان نامه ۵

فصل ۲: تولیدات پراکنده در مقابل تولید متمرکز انرژی الکتریکی ۷

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- دیزل ژنراتور ۱۰

۲-۳- اهمیت هیدروژن و پیل سوختی ۱۱

۲-۳-۱- پیل سوختی ۱۲

۲-۴- توربین‌های بادی ۱۵

۲-۴-۲- توربین‌های بادی کوچک ۱۶

۲-۴-۳- توربین‌های بادی متوسط ۱۶

۲-۴-۴- توربین‌های بادی بزرگ (مزارع بادی) ۱۶

۲-۵- بیو گاز و بیوماس ۱۶

۲-۶- انرژی خورشیدی ۱۹

۲-۶-۵- کاربردهای انرژی خورشیدی ۲۰

۲-۶-۶- استفاده از انرژی حرارتی خورشید ۲۰

۲-۶-۶-۱- کاربردهای نیروگاهی ۲۰

۲-۶-۶-۲- کاربردهای غیر نیروگاهی ۲۱

۲-۷- تولید با استفاده از میکروتوربین‌ها ۲۳

فصل ۳: الگوریتم تکاملی ایمنی ۲۸

۳-۱- مقدمه ۲۸

۳-۲- تاریخچه الگوریتم ایمنی ۲۹
۳-۳- آشنایی با ایمونولوژی ۳۰
۳-۳-۱- سیستم‌های ایمنی ۳۱
۳-۳-۲- سیستم‌های ایمنی بیولوژیکی ۳۲
۳-۳-۲-۱- تشخیص الگو در سیستم ایمنی ۳۳
۳-۳-۲-۲- انتخاب کلونی ۳۵
۳-۳-۲-۳- انتخاب منفی ۳۶
۳-۳-۳- سیستم‌های ایمنی مصنوعی ۳۷
۳-۳-۳-۱- ارائه مدل ۳۷
۳-۳-۳-۲- ارزیابی ۳۸
۳-۳-۳-۳- انطباق ۳۹
۳-۴- برنامه نویسی با الگوریتم ایمنی ۴۱
۳-۴-۴- برنامه نویسی ایمنی ۴۱
۳-۴-۴-۱- تعیین مقادیر اولیه ۴۲
۳-۴-۴-۲- ارزیابی ۴۲
۳-۴-۴-۳- جایگذاری ۴۳
۳-۴-۴-۴- کلون کردن ۴۵
۳-۴-۴-۵- ابرجهش ۴۵
۳-۴-۴-۶- تکرار-مجموعه ۴۶
فصل ۴: محاسبات پخش بار در حضور SSVR ۵۰
۴-۱- مقدمه ۵۰
۴-۲- پخش بار شبکه توزیع ۵۱
۴-۲-۱- فرمول بندی مسئله ۵۲
۴-۲-۱-۱- جریان تزریقی معادل ۵۳
۴-۲-۱-۲- ساختار الگوریتم برای توسعه ماتریس‌ها ۵۳
۴-۲-۱-۲-۱- ماتریس تبدیل جریان تزریقی باس به جریان شاخه‌ها ۵۳
۴-۲-۱-۲-۲- ماتریس تبدیل جریان شاخه‌ها به ولتاژ باس‌ها ۵۴
۴-۲-۲- روش حل پخش بار ۵۶

۴-۲-۳- محاسبه تلفات توان اکتیو و راکتیو ۵۶
۴-۲-۴- نتایج محاسبات پخش بار ۵۷
۴-۲-۴-۱- پخش بار شبکه استاندارد ۳۳ باسه IEEE ۵۷
۴-۲-۴-۲- پخش بار شبکه استاندارد ۶۹ باسه IEEE ۵۸
۴-۳- مدلسازی SSVR در شبکه توزیع ۶۱
۴-۳-۵- معرفی SSVR ۶۲
۴-۳-۵-۱- مدل حالت ماندگار SSVR ۶۵
۴-۳-۵-۲- مدل SSVR در ماکزیمم ظرفیت تزریق توان راکتیو آن ۶۹
۴-۳-۶- تأثیر SSVR در محاسبات پخش بار ۷۰
۴-۳-۶-۱- پخش بار شبکه استاندارد ۳۳ باسه IEEE با حضور SSVR ۷۰
۴-۳-۶-۲- پخش بار شبکه استاندارد ۶۹ باسه IEEE با حضور SSVR ۷۴
فصل ۵: جایابی بهینه منابع تولید پراکنده و SSVR با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی سیستم ایمنی و ژنتیک ۸۲
۵-۱- مقدمه ۸۲
۵-۲- شاخص‌های کیفیت توان ۸۴
۵-۲-۱- شاخص‌های کاهش تلفات توان اکتیو و راکتیو ۸۴
۵-۲-۲- شاخص بهبود پروفیل ولتاژ ۸۵
۵-۲-۳- شاخص بهبود پروفیل جریان ۸۵
۵-۲-۴- تاثیرنصب SSVR و DG بر شاخص‌های کیفیت توان ۸۶
۵-۳- لیست نقاط پیشنهادی جهت نصب SSVR و DG ۸۶
۵-۳-۵- لیست نقاط پیشنهادی جهت نصب SSVR و DG برای شبکه استاندارد ۳۳ باسه IEEE ۸۷
۵-۳-۶- لیست نقاط پیشنهادی جهت نصب SSVR و DG برای شبکه استاندارد ۶۹ باسه IEEE ۸۹
۵-۴- ساختارجمعیت اولیه ۹۲
۵-۵- تابع هدف ۹۳
۵-۶- جایابی بهینه DG و SSVR در شبکه‌های ۳۳ و ۶۹ باسه IEEE توسط الگوریتم‌های تکاملی سیستم ایمنی و ژنتیک ۹۵
۵-۶-۱- جایابی بهینه DG و SSVR در شبکه ۳۳ باسه با پنج سطح بار ۹۶
۵-۶-۲- جایابی بهینه DG و SSVR در شبکه۶۹ باسه با پنج سطح بار ۱۰۳

فصل ۶: نتیجه‌گیری ۱۱۲

۶-۱- نتیجه‌گیری ۱۱۲

۶-۲- پیشنهادات ۱۱۲

فهرست مراجع ۱۱۴

پیوست الف: ۱۲۰

مشخصات شبکه استاندارد ۳۳ باسه IEEE ۱۲۰

پیوست ب: ۱۲۱

مشخصات شبکه استاندارد ۶۹ باسه IEEE ۱۲۱

فهرست جدول‌ها

عنوان **صفحه**

فصل ۱: مقدمه ۲

فصل ۲: تولیدات پراکنده در مقابل تولید متمرکز انرژی الکتریکی ۷

جدول۲-۱- میزان آلاینده‌های تولیدی در واحدهای مختلف(PPM) ۲۵

فصل ۳: الگوریتم تکاملی ایمنی ۲۸

فصل ۴: محاسبات پخش بار در حضور SSVR ۵۰

جدول۴-۱- نتایج محاسبات پخش بار شبکه ۳۳ باسه ۵۷

جدول۴-۲- نتایج محاسبات پخش بار شبکه ۶۹ باسه ۵۹

جدول۴-۳- نتایج محاسبات پخش بار شبکه ۳۳ باسه در حضور SSVR ۷۰

جدول۴-۴- توان راکتیو تزریقی توسط SSVR به شبکه و میزان تلفات شبکه ۳۳ باسه در حضور آن ۷۱

جدول۴-۵- نتایج محاسبات پخش بار شبکه ۳۳ باسه در حضور SSVR با حداکثر توان راکتیو تزریقی ۱۰۰ kVAr ۷۲

جدول۴-۶- توان راکتیو تزریقی و میزان تلفات شبکه ۳۳ باسه در حضور SSVR با حداکثر توان راکتیو تزریقی ۱۰۰kVAr ۷۳

جدول۴-۷- نتایج محاسبات پخش بار شبکه ۶۹ باسه در حضور SSVR ۷۴

جدول۴-۸- توان راکتیو تزریقی و میزان تلفات شبکه ۶۹ باسه در حضور SSVR ۷۷

جدول۴-۹- نتایج محاسبات پخش بار شبکه ۶۹ باسه در حضور SSVR با حداکثر توان راکتیو تزریقی ۱۰۰ kVAr ۷۷

جدول۴-۱۰- توان راکتیو تزریقی و میزان تلفات شبکه ۶۹ باسه در حضور SSVR با حداکثر توان راکتیو تزریقی ۱۰۰ kVAr ۸۰

فصل ۵: جایابی بهینه منابع تولید پراکنده و SSVR با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی سیستم ایمنی و ژنتیک ۸۲

جدول۵-۱- ضریب وزنی مربوط به هریک از شاخص‌ها ۸۶

جدول۵-۲- مقدار شاخص چند هدفه متناظر با هر یک از باس‌های شبکه ۳۳ باسه به همراه نصب DG بر روی آن ۸۷

جدول۵-۳- مقدار شاخص چند هدفه متناظر با هر یک از باس‌های شبکه ۳۳ باسه به همراه نصب SSVR بر روی آن ۸۸
جدول۵-۴- لیست نقاط پیشنهادی جهت نصب DG برای شبکه ۳۳ باسه ۸۸
جدول۵-۵- لیست نقاط پیشنهادی جهت نصب SSVR برای شبکه ۳۳ باسه ۸۹
جدول۵-۶- مقدار شاخص چند هدفه متناظر با هر یک از باس‌های شبکه ۶۹ باسه به همراه نصب DG بر روی آن ۸۹
جدول۵-۷- مقدار شاخص چند هدفه متناظر با هر یک از باس‌های شبکه ۶۹ باسه به همراه نصب SSVR بر روی آن ۹۱
جدول۵-۸- لیست نقاط پیشنهادی جهت نصب DG برای شبکه ۶۹ باسه ۹۲
جدول۵-۹- لیست نقاط پیشنهادی جهت نصب SSVR برای شبکه ۶۹ باسه ۹۲
جدول۵-۱۰- لیست مقادیر فرض شده جهت محاسبه تابع هدف ۹۵
جدول۵-۱۱- مقایسه نتایج و زمان اجرای الگوریتم‌های سیستم ایمنی و ژنتیک در شبکه ۳۳ باسه ۹۷
جدول۵-۱۲- محل نصب DG و SSVR در شبکه ۳۳ باسه در هر پله توسط الگوریتم سیستم ایمنی ۱۰۰
جدول۵-۱۳- ولتاژ باس‌های شبکه ۳۳ باسه در هر پله بر حسب پریونیت ۱۰۰
جدول۵-۱۴- پارامترهای اندازه‌گیری شده شبکه ۳۳ باسه قبل و پس از جایابی بهینه DG و SSVR در طی ۵ مرحله ۱۰۲
جدول۵-۱۵- مقایسه نتایج و زمان اجرای الگوریتم‌های سیستم ایمنی و ژنتیک در شبکه ۶۹ باسه ۱۰۳
جدول۵-۱۶- محل نصب DG و SSVR در شبکه ۶۹ باسه در هر پله توسط الگوریتم سیستم ایمنی ۱۰۶
جدول۵-۱۷- ولتاژ باس‌های شبکه ۶۹ باسه در هر پله بر حسب پریونیت ۱۰۶
جدول۵-۱۸- پارامترهای اندازه‌گیری شده شبکه ۶۹ باسه قبل و پس از جایابی بهینه DG و SSVR در طی ۵ مرحله ۱۰۹
فصل ۶: نتیجه‌گیری ۱۱۲
مراجع ۱۱۴
پیوست الف: ۱۲۰
پیوست ب: ۱۲۱

فهرست شکل‌ها

عنوان **صفحه**

فصل ۱: مقدمه ۲

فصل ۲: تولیدات پراکنده در مقابل تولید متمرکز انرژی الکتریکی ۷

شکل۲-۱- شمایی از یک پیل سوختی کربنات گداخته شده..... ۱۴

فصل ۳: الگوریتم تکاملی ایمنی ۲۸

شکل۳-۱- عملکرد گلبول‌های سفید..... ۲۹

شکل۳-۲- عملکرد پذیرنده‌های B-cell و T-cell..... ۳۵

شکل۳-۳- شناسایی آنتی ژن در L قسمت مدل شکل-فضا..... ۳۸

شکل۳-۴- فلوچارت الگوریتم ایمنی..... ۴۸

فصل ۴: محاسبات پخش بار در حضور SSVR ۵۰

شکل۴-۱- شمایی از یک سیستم توزیع ساده..... ۵۴

شکل۴-۲- دیاگرام تک خطی شبکه توزیع ۳۳ باسه IEEE..... ۵۸

شکل۴-۳- دیاگرام تک خطی شبکه توزیع ۶۹ باسه IEEE..... ۶۰

شکل۴-۴- یک شماتیک کلی از DVR..... ۶۲

شکل۴-۵- شماتیک کلی یک SSVR به همراه دیاگرام فازوری عملکرد..... ۶۳

شکل۴-۶- مدار داخلی یک SSVR..... ۶۴

شکل۴-۷- دیاگرام تک خطی یک سیستم توزیع ۲ باسه..... ۶۵

شکل۴-۸- دیاگرام فازوری ولتاژ و جریان سیستم توزیع فوق..... ۶۵

شکل۴-۹- دیاگرام تک خطی سیستم توزیع ۲ باسه با در نظر گرفتن SSVR..... ۶۶

شکل۴-۱۰- دیاگرام فازوری ولتاژ و جریان سیستم توزیع فوق..... ۶۶

فصل ۵: جایابی بهینه منابع تولید پراکنده و SSVR با استفاده از الگوریتم‌های تکاملی سیستم ایمنی و ژنتیک ۸۲

شکل۵-۱- ساختار هر رشته کروموزوم یا آنتی بادی..... ۹۳

شکل۵-۲- تعداد تکرار و نحوه رسیدن به پاسخ نهایی طی ۵ مرحله توسط الگوریتم سیستم ایمنی در شبکه ۳۳ باسه..... ۹۸

شکل۵-۳- تعداد تکرار و نحوه رسیدن به پاسخ نهایی طی ۵ مرحله توسط الگوریتم ژنتیک در شبکه ۳۳ باسه..... ۹۹
شکل۵-۴- منحنی بازگشت سرمایه شبکه ۳۳ باسه برای ۵ پله بار در طی ۱۰ سال..... ۱۰۲
شکل۵-۵- تعداد تکرار و نحوه رسیدن به پاسخ نهایی طی ۵ مرحله توسط الگوریتم سیستم ایمنی در شبکه ۶۹ باسه..... ۱۰۴
شکل۵-۶- تعداد تکرار و نحوه رسیدن به پاسخ نهایی طی ۵ مرحله توسط الگوریتم ژنتیک در شبکه ۶۹ باسه..... ۱۰۵
شکل۵-۷- منحنی بازگشت سرمایه شبکه ۶۹ باسه برای ۵ پله بار در طی ۱۰ سال..... ۱۱۰
فصل ۶: نتیجه‌گیری ۱۱۲

فهرست علائم و اختصارات (Abrevations)

DG	Distributed Generation
SSVR	Static Series Voltage Regulator
IA	Immune Algorithm
GA	Genetic Algorithm
CHP	combined Heat and Power
MVA	Mega Volt Ampere
KVA	Kilo Volt Ampere
MW	Mega Watt
KW	Kilo Watt
TCR	T-Cell Receptors
AB	Anti Body
DAS	Distribution Automation System
DMS	Distribution Management System
BIBC	Bus Injection to Branch Current
BCBV	Branch Current to Bus Voltage
VSI	Voltage Source Inverter

فصل اول:

مقدمه

فصل اول

مقدمه

۱-۱- مقدمه

تأمین انرژی یکی از مهمترین چالش‌های پیش روی بشر از ابتدای تاریخ تا حال بوده است. رفته رفته و با پیشرفت‌های بیشتر در زمینه‌های مختلف زندگی افراد بشر این نیاز بارزتر شده است و اکنون به یکی از دغدغه‌های مهم جوامع بشری بدل شده است.

در دو سه قرن اخیر، دقیقاً پس از انقلاب صنعتی اروپا، روند پیشرفت تکنولوژی به سرعت رو به افزایش نهاد و بدین ترتیب دسترسی بشر به مواهب دنیوی و برخورداری از منابع طبیعی به شدت افزایش یافت. سوخت‌های فسیلی همچون نفت، زغال سنگ و از همه مهمتر گاز طبیعی به عنوان منابع سرشار و لایزال انرژی به شمار می‌رفتند و از این بابت بشر هیچ حد و مرزی در مورد برداشت از این منابع برای خود قائل نبود[۱و۲].

با آغاز قرن بیستم و افزایش بی‌رویه جمعیت جهان نیاز به انرژی بیش از پیش خودنمایی کرد و تأمین‌کنندگان انرژی را به تلاش بیشتر برای پاسخ به نیاز روز افزون بشر سوق داد[۲]. پیشرفت‌های تکنولوژی توانستند از طریق بالا بردن بازده انرژی سیستم‌ها و بالا بردن سطح برداشت انرژی از منابع سوخت فسیلی مقداری از این مشکلات را بکاهند، ولی این راه حل همیشگی نبود. زیرا این منابع پایان پذیر بودند و از سوی دیگر باعث آلودگی محیط زیست و

بخصوص هوای شهرها می‌شدند. دهه ۷۰ میلادی، یک دهه بسیار سخت برای تأمین‌کنندگان انرژی بود. بحران انرژی در این سال‌ها همه را به این فکر واداشت که برای رفع این مشکل چه کار می‌توان کرد؟

در سال ۱۹۹۷ میلادی کنوانسیون تغییرات آب و هوایی با هدف تثبیت غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر، پروتکل کیوتو را مطرح نمود که به موجب این پروتکل کشورهای صنعتی ملزم به کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای شده‌اند و هدف اصلی از این کنوانسیون دستیابی به تثبیت غلظت گازهای گلخانه‌ای در اتمسفر تا سطحی است که مانع تداخل خطرناک فعالیت‌های بشری با سیستم آب و هوایی گردد و چنین سطحی در چهارچوب زمانی مناسب قابل اجرا خواهد بود تا اکوسیستم‌ها بطور طبیعی خود را با تغییر آب و هوایی تطبیق دهند و اطمینان حاصل شود که امنیت غذایی تهدید نمی‌شود و توسعه اقتصادی بطور پایدار ایجاد می‌گردد. از سوی دیگر مجموعه انرژی‌های تجدیدپذیر روز به روز سهم بیشتری را در سیستم تامین انرژی جهان بعهده می‌گیرد، لذا در برنامه‌ها و سیاست‌های بین المللی، نقش مهمی به منابع تجدیدپذیر انرژی محول گردیده است[۳].

در سال ۲۰۰۸ مصرف انرژی در سرتاسر جهان ۴۷۴ اگزاژول[1] (۴۷۴×۱۰^{۱۸} J) بوده که ۸۰ تا ۹۰ درصد آن ناشی از احتراق سوخت‌های فسیلی بوده است که این میزان مصرف انرژی به طور متوسط برابر مصرف ۱۵ تراوات (۱.۵۰۴×۱۰^{۱۳} W) می‌باشد[۲].

هر چند استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر محدود به سال‌های بعد از دهه ۷۰ نمی‌شود، ولی نگاه جوامع به این منابع لایزال انرژی بسیار جدی‌تر شد. امروزه تنها راه غلبه بر مشکلات انرژی جوامع و کاهش مسایل زیست محیطی، استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر است. این راهی است که اغلب کشورهای دنیا آن را به شدت دنبال می‌کنند و در این راه به پیشرفت‌های مؤثری نایل شده‌اند.

[1] exajules

۱-۲- تاریخچه

به طور کلی منابع تولید پراکنده در سطح توزیع و در نزدیکی مراکز مصرف نصب می‌گردند. در مطالعات صورت گرفته تاکنون جهت جایابی بهینه این منابع از روش‌های مختلفی استفاده شده است. به عنوان مثال در [۴] از "روش ۲/۳" که معمولاً برای جایابی خازن موازی در شبکه توزیع استفاده می‌شود جهت جایابی منابع تولید پراکنده استفاده شده است. از این روش برای جایابی DG در فیدرهای شعاعی که بار آن‌ها به صورت یکنواخت در طول فیدر پخش شده استفاده شده است و پیشنهاد شده که DG در تقریباً ۲/۳ طول خط قرار داده شود. این روش بسیار ساده بوده ولی در فیدرهایی که نوع بار آن‌ها متفاوت است قابل استفاده نمی‌باشد. در [۵-۸] جایابی بهینه منابع تولید پراکنده بر استراتژی کاهش تلفات توان استوار است. در [۹و۱۰] الگوریتم‌هایی جهت یافتن مکان و سایز بهینه DG در شبکه توزیع با فرض آنکه بر روی هر کدام از باس‌های شبکه می‌توان یک DG قرار داد، به کار گرفته شده است. در [۱۱] جایابی بهینه و سایز مناسب DG توسط الگوریتم حرکت جمعی ذرات (Particle Swarm Optimization) به گونه‌ای صورت می‌گیرد که توان DG نصب شده در هر باس کوچکتر یا مساوی توان مصرفی آن باشد. در [۱۲] جایابی بهینه DG بر اساس آنالیز حساسیت معادلات پخش بار صورت می‌گیرد. در [۱۳و۱۴] از شاخص‌های کیفیت توان جهت جایابی مناسب DG در شبکه بهره گرفته شده است. در [۱۵-۱۷] از الگوریتم‌های مختلف همچون الگوریتم ژنتیک جهت بهبود قابلیت اطمینان و پروفیل ولتاژ و کاهش تلفات شبکه استفاده شده است. روش‌های تحلیلی برای مشخص کردن مکان بهینه DG مینیمم کردن تلفات توان در مرجع [۱۸] ارائه شده است. روشی جهت جایابی بهینه DG به منظور مینیمم کردن تلفات اکتیو در شبکه توزیع با استفاده از الگوریتم ژنتیک در مرجع [۱۹] ارائه شده است. یک روش بهینه سازی با استفاده از الگوریتم ژنتیک جهت مینیمم کردن هزینه سرمایه گذاری و تلفات برای سال افق در [۲۰] ارائه شده است.

۱-۳- هدف

در این مطالعه هدف جایابی بهینه و همزمان DG و SSVR در شبکه توزیع با استفاده از الگوریتم سیستم ایمنی (Immune Algorithm) می‌باشد و فرض بر این گردیده که جایابی این ادوات در نقاط از پیش تعیین شده‌ای قابل انجام می‌باشد. همچنین سعی شده جهت این جایابی بهینه تابع هدف جامعی در نظر گرفته شود، به طوری که علاوه بر مینیمم کردن تلفات شبکه و بهبود پروفیل ولتاژ و جریان عبوری شاخه‌ها، هزینه نصب DG و SSVR و ملاحظات اقتصادی ناشی از نرخ بهره و هزینه تعمیر و نگه‌داری این ادوات هم جهت محاسبه دوره بازگشت سرمایه در نظر گرفته شود.

۱-۴- ساختار مطالب پایان نامه

در ادامه و در فصل دوم مختصری در مورد منابع و مولدهای تولید پراکنده، مزایای استفاده و ضرورت جایگزینی آن‌ها با منابع تولید متمرکز نیرو توضیح داده خواهد شد. در فصل سوم نحوه عملکرد جبران کننده استاتیکی سری ولتاژ (SSVR) در شبکه‌های توزیع بررسی شده و یک مدل ریاضی جهت استفاده در محاسبات پخش بار برای آن ارائه می‌شود. اصول اولیه و نحوه عملکرد الگوریتم تکاملی سیستم ایمنی (Immune Algorithm) به عنوان تکنیک اصلی در جایابی بهینه منابع تولید پراکنده و SSVR در این مطالعه در فصل چهارم به تفصیل شرح داده شده است. در فصل پنجم روش Forward-Backward به عنوان روش انتخابی جهت انجام محاسبات پخش بار به تفصیل توضیح داده شده است. در فصل ششم ۲ شبکه استاندارد ۳۳ و ۶۹ باسه IEEE به عنوان دو شبکه نمونه که مطالعات بر روی آن‌ها انجام خواهد شد معرفی شده و در ابتدا و پیش از جایابی منابع تولید پراکنده و SSVR محاسبات پخش بار بر روی آن‌ها انجام خواهد شد، سپس با قرار دادن SSVR در برخی باس‌های شبکه تاثیر نصب SSVR در نقاط مختلف شبکه بر پروفیل ولتاژ و مقدار تلفات بررسی خواهد شد. جایابی بهینه منابع تولید پراکنده به همراه SSVR توسط الگوریتم سیستم ایمنی و مقایسه نتایج آن با نتایج حاصل از جایابی بهینه این ادوات توسط الگوریتم ژنتیک در شبکه‌های ۳۳ و ۶۹ باسه IEEE برای ۵ سطح بار در فصل هفتم انجام خواهد شد. و نهایتاً در فصل هشتم جمع بندی و نتیجه گیری از نتایج این مطالعه انجام خواهد شد.

فصل دوم:

تولیدات پراکنده در مقابل

تولید متمرکز انرژی الکتریکی