بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه صنعتی شیراز

دانشکده مهندسی برق و الکترونیک گروه قدرت

پایان نامه کارشناسی ارشد

در رشته مهندسی برق گرایش قدرت

جایابی ادوات FACTS به منظور مدیریت تراکم و بهبود پایداری ولتاژ

نگارش:

مهدی زارعی

استاد راهنما:

دکتر جمشید آقائی

استاد مشاور:

دکتر محسن گیتی زاده حقیقی

مهر ۱۳۹۲

بسمه تعالی

جایابی ادوات FACTS به منظور مدیریت تراکم و بهبود پایداری ولتاژ

پایان نامه ارائه شده به عنوان بخشی از فعالیتهای تحصیلی

نگارش:

مهدی زارعی

برای اخذ درجه کارشناسی ارشد

گروه قدرت دانشکده مهندسی برق و الکترونیک
دانشگاه صنعتی شیراز

ارزیابی پایان نامه توسط هیات داوران با درجه: خیلی خوب

دکتر جمشید آقائی	استادیار در رشته مهندسی برق- قدرت (استاد راهنما)
دکتر محسن گیتی‌زاده حقیقی	استادیار در رشته مهندسی برق- قدرت (استاد مشاور)
دکتر طاهر نیکنام	دانشیار در رشته مهندسی برق- قدرت (داور)
دکتر مجید نیری‌پور	دانشیار در رشته مهندسی برق- قدرت (داور)

مدیر امور آموزشی و تحصیلات تکمیلی دانشگاه:

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تأییدیه‌ی صحت و اصالت نتایج

اینجانب مهدی زارعی دانشجوی رشته برق قدرت مقطع تحصیلی کارشناسی ارشد به شماره دانشجویی ۹۰۱۱۴۰۲۹ تأیید می نماید کلیه نتایج این پایان نامه/رساله، بدون هیچگونه دخل و تصرف ، حاصل مستقیم پژوهش صورت گرفته توسط اینجانب است. در مورد اقتباس مستقیم و غیر مستقیم از سایر آثار علمی، اعم از کتاب، مقاله، پایان نامه با رعایت امانت و اخلاق علمی، مشخصات کامل منبع مذکور درج شده است.

در صورت اثبات خلاف مندرجات فوق، به تشخیص مقامات ذی صلاح دانشگاه صنعتی شیراز، مطابق قوانین و مقررات مربوط و آئین نامه های آموزشی، پژوهشی و انضباطی عمل خواهد شد و اینجانب حق هرگونه اعتراض و تجدیدنظر را، نسبت به رأی صادره، از خود ساقط می کند. همچنین، هرگونه مسئولیت ناشی از تخلف نسبت به صحت و اصالت نتایج مندرج در پایان نامه/رساله در برابر اشخاص ذی نفع (اعم از حقیقی و حقوقی) و مراجع ذی صلاح (اعم از اداری و قضایی) متوجه اینجانب خواهد بود و دانشگاه صنعتی شیراز هیچ گونه مسئولیتی دراین زمینه نخواهند داشت.

تبصره ۱- کلیه حقوق مادی این اثر متعلق به دانشگاه صنعتی شیراز است.

تبصره ۲- اینجانب تعهد می نماید بدون اخذ مجوز از دانشگاه صنعتی شیراز دستاوردهای این پایان نامه/ رساله را منتشر نکند و یا در اختیار دیگران قرار ندهد.

نام و نام خانوادگی دانشجو: مهدی زارعی

تاریخ و امضاء

مجوز بهره‌برداری از پایان‌نامه

کلیه حقوق مادی و معنوی مترتب بر نتایج پایان نامه متعلق به دانشگاه و انتشار نتایج نیز تابع مقرارت دانشگاهی است و با موافقت استاد راهنما به شرح زیر، بلامانع است:

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله برای همگان بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله با اخذ مجوز از استاد راهنما، بلامانع است.

☐ بهره‌برداری از این پایان‌نامه/ رساله تا تاریخ ..... ممنوع است.

نام استاد راهنما: دکتر جمشید آقائی

تاریخ:

امضا:

زندگی، فهم نفهمیدن‌هاست

زندگی، پنجره‌ای باز، به دنیای وجود

تا که این پنجره باز است، جهانی با ماست

آسمان، نور، خدا، عشق، سعادت با ماست

فرصت بازی این پنجره را دریابیم

در بندیم به نور، در بندیم به آرامش پر مهر نسیم

زندگی، شاید شعر پدرم بود که خواند

چای مادر، که مرا گرم نمود

نان خواهر، که به ماهی‌ها داد

زندگی شاید آن لبخندی ست، که در یغش کردیم

تقدیم به:

پدر و مادر عزیزم و خواهران مهربانم

اکنون که به لطف پروردگار یکتا این رساله به پایان رسیده است بر خود فرض می دانم که از زحمات بزرگوارانه استاد عزیزم جناب آقای دکتر آقائی و اساتید گرامی جناب دکتر گیتی زاده، دکتر نیری پور، دکتر نیکنام، دکتر مردانه و دکتر رهیده که در طول مدت تحصیلی مرا راهنمایی نمودند، کمال تشکر و قدردانی را داشته باشم و همچنین از تمامی دوستان عزیزم که مرا یاری کرده و همیشه در کنارم بودند، سپاسگزارم.

چکیده

جایابی ادوات FACTS به منظور مدیریت تراکم و بهبود پایداری ولتاژ

نگارش:

مهدی زارعی

هدف از مسأله جایابی ادوات FACTS، بدست آوردن مکان و ظرفیت مناسب برای این ادوات (SVC، TCSC و UPFC) می‌باشد، تا حضور آنها در محل مناسب با ظرفیت مناسب باعث بهبود بیشتر پارامترهای شبکه باشد. این مکان‌یابی با در نظر گرفتن توابع هدف پایداری ولتاژ، پایداری گذرا و مدیریت تراکم انجام می‌گیرد. پایداری ولتاژ در شبکه به صورت شاخص ظرفیت بار، پایداری گذرا به صورت حاشیه انرژی گذرای اصلاح شده و مدیریت تراکم به صورت هزینه پرداختی به ژنراتورها و بارها توسط اپراتور مستقل شبکه در هنگام وقوع پیشامدی در نظر گرفته می‌شوند. در این پایان‌نامه جهت مکان‌یابی ادوات FACTS از روش‌هایی چون، روش محدودیت اپسیلون، روش فازی پرتو و الگوریتم PSO استفاده شده است، روش محدودیت اپسیلون ذکر شده در دو حالت سنتی و تکمیل شده استفاده و با هم مقایسه شده‌اند. برای فرایند تصمیم‌گیری و نرمالیزه کردن توابع هدف روش فازی پرتو استفاده شده است. نتایج مطالعات انجام شده در شبکه ۳۹ شینه IEEE نشان‌دهنده بهبود توابع هدف در حضور ادوات FACTS می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: مکان‌یابی ادوات FACTS، پایداری ولتاژ، حاشیه انرژی گذرای اصلاح شده، مدیریت تراکم، روش محدودیت اپسیلون

فهرست مطالب

۱.فصل اول: مقدمه ۱

۱-۱- مقدمه ۲

۱-۲- ضرورت و انگیزه انجام تحقیق ۳

۱-۳- هدف تحقیق و اهمیت آن ۴

۱-۴- بخش‌های پایان نامه ۴

۲.فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده ٦

۲-۱- مقدمه ۷

۲-۲- ادوات FACTS ۸

۲-۲-۱- جبرانساز توان راکتیو استاتیکی ۹

۲-۲-۲- خازن سری کنترل تریستوری ۱۲

۲-۲-۳- کنترل کننده یکپارچه پخش توان ۱۳

۲-۳- پایداری سیستم‌های قدرت ۱۶

۲-۳-۱- پایداری ولتاژ ۱۷

۲-۳-۲- پایداری گذرا ۱۷

۲-۴- مدیریت تراکم ۲۵

۲-۵- خلاصه فصل ۲۶

۳.فصل سوم: مکان‌یابی ادوات FACTS با استفاده از الگوریتم PSO و روش فازی پَرِتو ۲۷

۳-۱- مقدمه ۲۸

۳-۲- فرمولبندی مساله ۲۹

۳-۳- توابع هدف ۲۹

۳-۳-۱- به حداقل رساندن هزینه تراکم ۳۰

۳-۳-۲- به حداکثر رساندن شاخص پایداری ولتاژ ۳۱

۳-۳-۳- به حداکثر رساندن حاشیه انرژی گذرای اصلاح شده ۳۴

۳-۴- محدودیت‌ها ۳۹

۳-۵- روش حل مسأله ۴۲

۳-۵-۱- الگوریتم PSO ۴۳

۳-۵-۲- تصمیم‌گیرنده فازی ۴۴

۳-۶- مطالعه عددی ۴۸

۳-۷- خلاصه فصل ۶۰

٤.فصل چهارم: مکان‌یابی ادوات FACTS به روش محدودیت اپسیلون ٦١
۴-۱- مقدمه ۶۲
۴-۲- فرمولبندی مسأله ۶۲
۴-۲-۱- توابع هدف ۶۳
۴-۲-۲- محدودیت‌ها ۶۴
۴-۳- روش حل مسأله ۶۴
۴-۳-۱- روش محدودیت اپسیلون ۶۵
۴-۳-۲- روش فازی پرتو ۶۸
۴-۴- تحلیل نحوه اثرگذاری ادوات FACTS بر CTEM ۶۹
۴-۵- مطالعه عددی ۷۶
۴-۶- خلاصه فصل ۸۵

۵.فصل پنجم: جمع‌بندی و پیشنهادها ۸۷
۵-۱- نتیجه‌گیری ۸۸
۵-۲- نوآوری ۸۹
۵-۳- ارائه پیشنهادها ۹۰
۵-۴- خلاصه فصل ۹۰

مراجع ۹۱

پیوست‌ها ۹۷

فهرست شکل‌ها

شکل ۲-۱ تأثیر ادوات FACTS بر روی توان انتقالی ۹
شکل ۲-۲ مدار معادل SVC برای مطالعات پخش بار ۱۰
شکل ۲-۳ مدار معادل TCSC ۱۳
شکل ۲-۴ مدار معادل UPFC ۱۴
شکل ۲-۵ طبقه‌بندی پایداری سیستم‌های قدرت ۱۶
شکل ۲-۶ زاویه روتور ماشین‌های بحرانی هنگام وقوع خطا ۲۰
شکل ۲-۷ زاویه روتور ماشین‌های غیر بحرانی در هنگام خطا ۲۱
شکل ۲-۸ مسیرهای مختلف برای پایداری گذرا در فضای زاویه ژنراتورها ۲۳
شکل ۲-۹ CTKE در اولین نوسان و مقدار TSM ۲۳
شکل ۳-۱ منحنی P-V مورد استفاده برای شاخص پایداری ولتاژ ۳۳
شکل ۳-۲ مسیرهای مختلف برای پایداری گذرا جهت محاسبه CTEM ۳۶
شکل ۳-۳ منحنی سرعت زاویه‌ای ماشین‌ها جهت تشخیص پایداری سیستم ۳۸
شکل ۳-۴ فلوچارت روش حل مسأله مکان‌یابی ادوات FACTS ۴۷
شکل ۳-۵ نمودار تک خطی شبکه ۳۹ شینه IEEE ۴۸
شکل ۳-۶ بررسی VSM با تغییرات توانی در مصرف‌کننده شین ۱۲ ..... ۵۳
شکل ۳-۷ بررسی CTEM با تغییرات توانی در ژنراتور شین ۳۸ ..... ۵۴
شکل ۳-۸ تغییرات توانی ایجاد شده به وسیله تراکم در شین ژنراتورها ۵۸
شکل ۳-۹ تغییرات نوسان ماشین ۵ام با تغییرات ایجاد شده در ثابت اینرسی ۵۹
شکل ۴-۱ فلوچارت روش حل مسأله چندهدفه با استفاده از روش محدودیت اپسیلون ۶۸
شکل ۴-۲ مثال کاسه و توپ برای بررسی تاثیر ادوات FACTS بر پایداری گذرا ۷۰
شکل ۴-۳ مدل توان تزریقی UPFC ۷۲
شکل ۴-۴ مسیرهای مختلف جهت محاسبه CTEM با حضور ادوات FACTS ۷۶
شکل ۴-۵ تابع عضویت کلی در نقاط امکان‌پذیر روش محدودیت اپسیلون در حالت اول ۸۰
شکل ۴-۶ تابع عضویت کلی در نقاط امکان‌پذیر روش محدودیت اپسیلون در حالت دوم ۸۳
شکل ۴-۷ تابع عضویت کلی در نقاط امکان‌پذیر روش محدودیت اپسیلون در حالت سوم ۸۴
شکل ۴-۸ تغییرات توانی ژنراتورها با روش محدودیت اپسیلون سنتی ۸۵
شکل ۴-۹ تغییرات توانی ژنراتورها با روش محدودیت اپسیلون تکمیل شده ۸۵

فهرست جدول‌ها

جدول ۲-۱SVC های نصب شده در ایران ۱۱

جدول ۳-۱ مکان ادوات FACTS در نوع اول ضرایب وزنی با $\alpha=\beta=0$ ۵۰

جدول ۳-۲ مکان ادوات FACTS در نوع اول ضرایب وزنی با $\alpha = \beta = 2$ ۵۰

جدول ۳-۳ اندازه CTEM و تغییرات CTEM برای همه ژنراتورها در نوع اول ضرایب وزنی.... ۵۲

جدول ۳-۴ اندازه VSM و تغییرات VSM برای همه ژنراتورها در نوع اول ضرایب وزنی ۵۴

جدول ۳-۵ اندازه VSM و تغییرات VSM برای همه مصرف‌کننده‌ها در نوع اول ضرایب وزنی با $\alpha = \beta = 2$ ۵۵

جدول ۳-۶ جدول نتیجه برای همه توابع هدف ۵۶

جدول ۳-۷ توابع هدف بدون حضور ادوات FACTS در نوع اول ضرایب وزنی..... ۵۶

جدول ۳-۸ توابع هدف در حالت اول در نوع اول ضرایب وزنی..... ۵۷

جدول ۳-۹ توابع هدف در حالت دوم در نوع اول ضرایب وزنی ۵۷

جدول ۳-۱۰ توابع هدف در حالت سوم در نوع اول ضرایب وزنی ۵۸

جدول ۳-۱۱ مکان‌یابی ادوات FACTS در نوع دوم ضرایب وزنی ۵۹

جدول ۳-۱۲ توابع هدف در نوع دوم ضرایب وزنی..... ۵۹

جدول ۴-۱ جدول نتیجه با استفاده از روش Lexicographic..... ۷۸

جدول ۴-۲ مکان نصب ادوات FACTS در حالت اول ۷۹

جدول ۴-۳ مقادیر توابع هدف و تابع عضویت در حالت اول..... ۸۰

جدول ۴-۴ مکان نصب ادوات FACTS در حالت دوم..... ۸۱

جدول ۴-۵ مقادیر توابع هدف و تابع عضویت در حالت دوم ۸۱

جدول ۴-۶ مکان نصب ادوات FACTS در حالت سوم..... ۸۲

جدول ۴-۷ مقادیر توابع هدف و تابع عضویت در حالت سوم..... ۸۳

جدول ۴-۸ مکان بهینه ادوات FACTS و مقادیر توابع هدف ۸۴

فهرست نشانه‌های اختصاری

بردار زاویه‌ای نقطه تعادل پایدار	θ^{SP}
پارامتر ظرفیت بار	λ
تابع عضویت تابع هدف i در kامین راه حل بهینه پرتو	μ_i^k
توان اکتیو تزریقی به شین i	P_{inj-i}
توان الکتریکی خروجی ماشین i	P_{ei}
توان باری قطع شده	ΔP_{DK}^{LS}
توان راکتیو تزریقی به شین i	Q_{inj-i}
توان مکانیکی ورودی ماشین i	P_{mi}
ثابت اینرسی ماشین i	M_i
دامنه ولتاژ تزریقی از مبدل سری UPFC به خط انتقال	V_{SE}
زاویه روتور ماشین i نسبت به COI	α_i
سرعت زاویه‌ای ماشین i	ω_i
ضریب تأثیر TCSC	k_{TCSC}
مجموعه ژنراتورهای متصل شده به باس n	SG_n
مجموعه مصرف کننده‌های متصل شده به باس n	SD_n
محاسبه شده ژنراتور j قبل از خطا با استفاده از روش قیمت‌گذاری بازاری (MC)	P_{Gj}^{MC}
مقدار تابع هدف i در kامین راه حل بهینه پرتو	f_i^k
منبع جریان راکتیو مبدل موازی UPFC	I_{SH}
واحد تغییرات توان ژنراتور j	ΔP_{Gj}^{up}
واحد هزینه‌های تغییرات توان ناشی از تراکم در ژنراتور j	B_{Gj}^{up}
هزینه واحدی توان باری قطع شده	$VOLL_{DK}$

فهرست کلمات اختصاری

CCS	Controlled Current Source
COI	Center of Inertia
CPEBS	Corrected Potential Energy Boundary Surface
CPF	Continous Power Flow
CTEF	Corrected Transient Energy Function
CTEM	Corrected Transient Kinetic Energy
CTKE	Corrected Transient Kinetic Energy
CTPE	Corrected Transient Potential Energy
CVS	Controlled Voltage Source
FACTS	Flexible AC Transmission Systems
FF	Fitness Function
ISO	Independent System Operator
LS	Load Shedding
MC	Market Clearing
OPF	Optimal Power Flow
PF	Power Factor
PFDM	Pareto Fuzzy Decision Maker
PSO	Particle Swarm Optimization
SVC	Static VAr Compensator
SVS	Synchronous Voltage Source
TCSC	Thyristor Controlled Series Capacitor
TDS	Time Domain Simulation
TSM	Transient Stability Margin
UPFC	Unified Power Flow Controller
VSC	Voltage Source Converters

فصل اول: مقدمه

۱-۱-مقدمه

امروزه افزایش جهانی تقاضای مصرف انرژی به دلیل رشد جمعیت و تنوع استفاده از انرژی در کشورهای صنعتی محدودیت‌هایی را در توان انتقالی از خطوط فراهم آورده است. لذا با توجه به اینکه ساخت یک سیستم انتقال جدید محدودیت‌هایی را دارد، در نتیجه برای انتقال توان بیشتر با کیفیت توان بالا و قابلیت اطمینان بالا و عواملی دیگر، دچار مشکلات و محدودیت‌هایی می‌شویم. برای غلبه بر این مشکلات و محدودیت‌های منابع مالی جهت ساخت واحدهای تولیدی جدید، بهره‌برداری مفید و بهینه از ظرفیت تجهیزات شبکه به عنوان یک راه حل مفید و اقتصادی مطرح می‌باشد. ادوات الکترونیک قدرت با توجه به سرعت بالا و نیز قیمت پایین در سال های اخیر به جای ادوات مکانیکی در شبکه قدرت به خصوص جبران سازی خطوط انتقال و در مواردی خطوط توزیع به کار می روند. گرایش خریداران توان الکتریکی به استفاده از ادوات الکترونیک قدرت به دلیل بازده بالای آن ها افزایش یافته است. سیستم‌های انتقال جریان متناوب انعطاف‌پذیر[1] (FACTS) که به منظور افزایش کنترل‌پذیری سیستم و افزایش قابلیت انتقال توان در اواخر دهه ۱۹۷۰ میلادی توسط EPRI به دنیا معرفی گردید و قادر به حل مشکلات بی‌باری و نوسانات توان- زاویه در شبکه‌های قدرت می‌باشد همچنین این ادوات همراه با سیستم کنترل مناسب، می توانند بهبود قابل ملاحظه‌ای در عملکرد سیستم‌های انتقال توان و پایداری ایجاد کنند. این ادوات بر خلاف جبران‌سازهای متداول، جبران‌سازی اکتیو و راکتیو را به صورت لحظه‌ای انجام داده و قابلیت انعطاف بیشتری فراهم می‌کنند. از جمله ادوات FACTS می‌توان به SVC، STATCOM، TCSC، UPFC و... به عنوان اعضای کم‌هزینه و موثر ادوات اشاره نمود. با توجه به اینکه، در شبکه‌های انتقال مسائلی چون مدیریت تراکم[2]، پایداری ولتاژ[3]، پایداری گذرا[4] و ... از اهمیت بسیار بالایی برخوردار هستند به همین دلیل بهبود آنها نیز بسیار مهم می‌باشد. یکی از روش‌های نوین جهت بهبود اهداف مطرح شده استفاده از ادوات کنترلی FACTS می‌باشد. پایداری سیستم های قدرت،

[1] Flexible AC Transmission Systems

[2] Congestion Management

[3] Voltage Stability

[4] Transient Stability

به معنای توانایی یک سیتم قدرت (با بسیاری از متغیرهای کران دار سیستمی) برای بازگشت به حالت تعادل بعد از یک اختلال فیزیکی می‌باشد. سیستم قدرت یک سیستم بسیار غیر خطی است که متغیرهای آن همواره در حال تغییر است مانند: بارها، خروجی ژنراتورها و پارامترهای عملیاتی به طور مداوم در حال تغییر است. به همین دلیل هنگامی که سیستم در معرض اختلال قرار می‌گیرد، پایداری سیستم را علاوه بر ماهیت اختلال باید به متغیرهای سیستم نیز وابسته دانست. که پایداری ولتاژ و پایداری گذرا نیز از زیر مجموعه‌های پایداری سیستم‌های قدرت می‌باشند. نصب ادوات FACTS در سیستم‌های قدرت باعث بهبود پایداری ولتاژ و پایداری گذرا خواهد بود. از بین بردن تراکم از طریق توسعه شبکه انتقال امکانپذیر است، اما با مشکلات اقتصادی و زیست محیطی بسیاری روبروست. راهکاری دیگر برای حل این معضل استفاده از ادوات FACTS در مدیریت تراکم است. نصب این ادوات به عنوان راهکاری مقرون به صرفه در کاهش تراکم شبکه انتقال و قیمت برق در شین‌های آن مطرح است.

۱-۲-ضرورت و انگیزه انجام تحقیق

مکان‌یابی ادوات FACTS از مهمترین موضوعات مورد مطالعه در زمینه سیستم‌های قدرت می‌باشد، که مکان‌یابی بهینه این ادوات با در نظر گرفتن توابع هدفی که به مقدار بهینه خود باید برسند اهمیت بالایی دارد. این توابع هدف باید در همه حالت‌های سیستمی به مقدار بهینه خود برسند. به عبارتی هم در حالتی که در سیستم هیچ خطایی و یا پیشامدی رخ نمی‌دهدو هم زمانی که پیشامدی در سیستم اتفاق افتاده است. یکی از روش‌های بهبود مشخصه‌های سیستم استفاده از ادوات FACTS می‌باشد که حضور این ادوات علاوه بر بهبود توابع هدف در حالت عادی شبکه از جمله بهبود پایداری ولتاژ، تنظیم مشخصه ولتاژ، کاهش تلفات خطوط انتقال، بهبود پایداری گذرا، کاهش تراکم ایجاد شده در شبکه و ... باعث بهتر شدن همین توابع در حالت وقوع پیشامدی نیز می‌باشد. در شبکه‌ای که پیشامدی رخ می‌دهد که این پیشامد ممکن است از نوع خطای اتصال کوتاه در شینی، یا کاهش آنی توان مصرف کننده، یا افزایش آنی توان مصرف‌کننده، کاهش یا افزایش آنی توان تولیدکننده و موارد دیگری باشد که باعث بهم ریختن بعضی از مشخصه‌های سیستم قدرت می‌شود، به همین دلیل برای جلوگیری از این مشکل راه‌حل‌هایی باید مطرح شود تا بتواند در هنگام وقوع پیشامدی، سیستم را هر چه سریعتر به حالت تعادل

برساند تا مصرف‌کننده و تولیدکننده توان الکتریکی دچار آسیب و ضرر نشود. ادوات FACTS یکی از بهترین روش‌هایی می‌باشد که برای این منظور کاربرد بالایی دارد و به‌عبارتی حضور ادوات FACTS در شبکه باعث افزایش امنیت شبکه در همه حالت‌های عادی و پیشامدی می‌باشد. یعنی با حضور ادوات FACTS در شبکه، مشخصه‌های پایداری ولتاژ، پایداری گذرا، تلفات، تراکم و مشخصه‌های دیگری بهبود یافته و در هنگام وقوع پیشامدی همه این مشخصه‌ها سریعتر به حالت تعادل می‌رسند و آسیب‌های وارد شده به همه مشارکت‌کننده‌های شبکه کاهش می‌یابد.

۱-۳-هدف تحقیق و اهمیت آن

هدف اصلی تحقیق، مکان‌یابی و ظرفیت‌یابی ادوات FACTS می‌باشد که برای حل این مسأله مهم در بهترین حالت نیاز به در نظر گرفتن توابع هدف و همه پارامترهای خطی و غیرخطی سیستم می‌باشد. در هنگام وقوع خطا در شبکه علاوه بر تغییرات ایجاد شده در سیستم، ماهیت فیزیکی خطا یعنی زمان وارد شدن خطا، زمان پاک شدن خطا، شدت خطا و ... نیز برای بررسی توابع هدف و در نهایت بدست آوردن مکان و ظرفیت نصب ادوات FACTS اهمیت بالایی دارد. به همین دلیل برای بدست آوردن بهترین مکان برای نصب ادوات FACTS نیاز به حل روابط غیرخطی سیستم می‌باشد. در این پایان‌نامه توابع هدف به صورت یک مسأله چند هدفه در نظر گرفته‌شده که این توابع عبارتند از به حداکثر رساندن پایداری ولتاژ، به حداکثر رساندن پایداری گذرا یا به عبارتی به حداکثر رساندن حاشیه انرژی گذرا و به حداقل رساندن هزینه ناشی از تراکم در شبکه که همان هزینه پرداختی به ژنراتورها و بارها به دلیل تغییرات توانی ایجاد شده توسط خطای رخ داده در شبکه می‌باشد. علاوه براین، روش‌های حل بهینه‌سازی چند هدفه برای حل مدل‌های ارائه شده از دیگر اهداف است. روش‌های ارائه شده بر اساس تکنیک‌های تصمیم‌گیری چند معیاری ریاضی است.

۱-۴-بخش‌های پایان نامه

با توجه به موضوع مورد مطالعه در این پایان‌نامه، که به صورت مکان‌یابی ادوات FACTS جهت

بهبود توابع هدف پایداری ولتاژ، پایداری گذرا و کاهش تراکم در شبکه‌های قدرت با استفاده از روش‌های حل بهینه‌سازی چندهدفه تعریف می‌شود. بنابراین در فصل دوم، تعاریف کلی از ادوات FACTS، تعاریف پایداری ولتاژ، پایداری گذرا و مدیریت تراکم همراه با روابط آنها و مطالعات صورت گرفته در مقالات و مراجع مختلف بطور خلاصه ذکر شده است. در فصل سوم، مکان‌یابی SVC و TCSC به منظور بهبود توابع هدف پایداری ولتاژ، حاشیه انرژی گذرای اصلاح شده و مدیریت تراکم با استفاده از الگوریتم PSO و روش فازی پرتو انجام شده است، که در این فصل توابع هدف، قیود و نتایج کاملاً شرح داده شده است. در فصل چهارم، مکان‌یابی سه نوع ادوات FACTS به منظور بهبود توابع هدف ذکر شده با استفاده از روش محدودیت اپسیلون، الگوریتم PSO و روش فازی پرتو انجام شده است، بخشی از این فصل در مورد چگونگی تأثیر ادوات FACTS بر حاشیه انرژی گذرای اصلاح شده می‌باشد که این بخش صرفاً اثبات نحوه این اثرگذاری را نشان می‌دهد. در نهایت، خلاصه و نتیجه‌گیری کلی پایان‌نامه و مقایسه‌ای از نتایج بدست آمده، همچنین چندین پیشنهاد برای ادامه فعالیت در این زمینه، در فصل پنجم ذکر شده است.

فصل دوم: مروری بر تحقیقات انجام شده