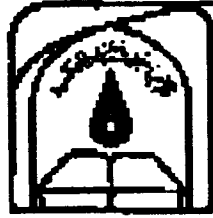
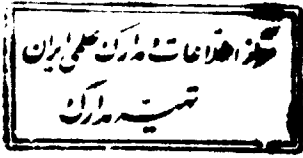


بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ

۱۳۸۰ / ۱۹۱ / ۲۰



دانشگاه تربیت مدرس

دانشکده فنی و مهندسی

127611

پایان نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق - قدرت

## جایابی بهینه پستهای فوق توزیع

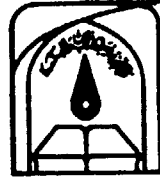
مجید شهابی

استاد راهنما

دکتر محمود رضا حقی فام

زمستان ۷۹

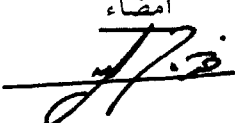
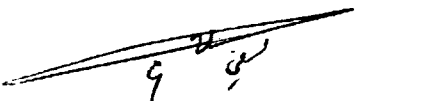

۳۹.۸۹



دانشگاه تربیت مدرس

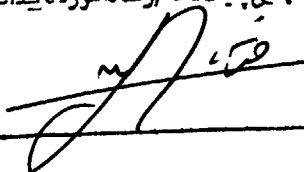
## تاییدیه هیات داوران

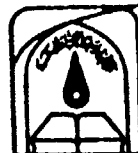
آقای مجید شهبانی پایان نامه ۶ واحدی خود را با عنوان جایابی بهینه پستهای فوق توزیع در تاریخ ۷۹/۱۲/۲۳ ارائه کردند. اعضای هیات داوران نسخه نهائی این پایان نامه را از نظر فرم و محتوی تایید و پذیرش آنرا برای تکمیل درجه کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق با گرایش قدرت پیشنهاد می کنند.

امضاء	نام و نام خانوادگی	اعضای هیات داوران
	آقای دکتر حقی فام	۱- استاد راهنما:
	—	۲- استاد مشاور:
	آقای دکتر سیفی	۳- استادان امتحن:
	آقای دکتر آقامحمدی	
	آقای دکتر پارسامقدم	۴- مدیر گروه:
		(یا نماینده گروه تخصصی)

این نسخه به عنوان نسخه نهایی پایان نامه / رساله مورد تایید است.

امضای استاد راهنما:





بسمه تعالی

## آیین‌نامه چاپ پایان‌نامه (رساله) های دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس

نظر به اینکه چاپ و انتشار پایان‌نامه (رساله) های تحصیلی دانشجویان دانشگاه تربیت مدرس، مبین بخشی از فعالیت‌های علمی - پژوهشی دانشگاه است بنابراین به منظور آگاهی و رعایت حقوق دانشگاه، دانش‌آموختگان این دانشگاه نسبت به رعایت موارد ذیل متعهد می‌شوند:

- ماده ۱ در صورت اقدام به چاپ پایان‌نامه (رساله) ی خود، مراتب را قبلاً به طور کتبی به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اطلاع دهد.
- ماده ۲ در صفحه سوم کتاب (پس از برگ شناسنامه)، عبارت ذیل را چاپ کند:  
«کتاب حاضر، حاصل پایان‌نامه کارشناسی ارشد / رساله دکتری نگارنده در رشته *مهندسی برق قدرت* است که در سال ۷۹ در دانشکده *فنی و مهندسی* دانشگاه تربیت مدرس به راهنمایی *سرکار خانم/جناب آقای دکتر محمد رضا حسینی*، مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر — و مشاوره سرکار خانم/جناب آقای دکتر — از آن دفاع شده است.»
- ماده ۳ به منظور جبران بخشی از هزینه‌های انتشارات دانشگاه، تعداد یک درصد شمارگان کتاب (در هر نوبت چاپ) را به «دفتر نشر آثار علمی» دانشگاه اهدا کند. دانشگاه می‌تواند مازاد نیاز خود را به نفع مرکز نشر در معرض فروش قرار دهد.
- ماده ۴ در صورت عدم رعایت ماده ۳، ۵۰٪ بهای شمارگان چاپ شده را به عنوان خسارت به دانشگاه تربیت مدرس، تأديه کند.
- ماده ۵ دانشجو تعهد و قبول می‌کند در صورت خودداری از پرداخت بهای خسارت، دانشگاه می‌تواند خسارت مذکور را از طریق مراجع قضایی مطالبه و وصول کند؛ به علاوه به دانشگاه حق می‌دهد به منظور استیفای حقوق خود، از طریق دادگاه، معادل وجه مذکور در ماده ۴ را از محل توقیف کتابهای عرضه شده نگارنده برای فروش، تأمین نماید.
- ماده ۶ اینجانب مجید شهبازی دانشجوی رشته *مهندسی برق قدرت* مقطع *کارشناسی ارشد* تعهد فوق و ضمانت اجرایی آن را قبول کرده، به آن ملتزم می‌شوم.

نام و نام خانوادگی: *مجید شهبازی*

تاریخ و امضا: *۱۳۸۰/۲/۲۴*

تقديم به

**پدر و مادر گرانقدر و عزیزم**

## تقدیر و تشکر

بر خود لازم می دانم تا از زحمات بی دریغ و دلسوزانه استاد بزرگوار، جناب دکتر مقی فام که کار راهنمایی و هدایت این پایان نامه را بر عهده داشتند، تشکر و قدردانی کنم. همچنین از سایر اساتید که در این دوره تمصیلی از وجودشان بهره مند شدیم تشکر می نمایم.

با سپاس فراوان از پدر و مادر بزرگوارم که همواره در زندگی و تمصیل، یار و یاور من بوده اند.

## چکیده

طراحی و توسعه سیستم های توزیع انرژی الکتریکی از آن جهت ضروری به نظر می رسد که رشد مصرف انرژی بایستی همواره توسط سیستم بصورت فنی و اقتصادی تامین گردد. مسأله برنامه ریزی بلند مدت طرح توسعه شبکه توزیع از ابعاد مختلف دارای پیچیدگی های فراوانی بوده چرا که این مسأله دارای تعداد بسیار زیادی متغیر تصمیم گیری است.

جایابی بهینه پستهای فوق توزیع و تعیین ظرفیت و حوزه سرویس دهی بهینه آنها یکی از مسائل عمده در طراحی توسعه می باشد. در این تحقیق یک روش پیشنهادی برای مسأله یافتن تعداد، مکان، تعیین ظرفیت و حوزه سرویس دهی بهینه پستهای فوق توزیع از میان مکانهای کاندید برای احداث پست، ارائه گردیده است. با در نظر گرفتن نادقیق بودن پیش بینی بار نواحی، روش پیشنهادی بر اساس الگوریتم ژنتیک و مدل فازی برای میزان توان نواحی برقی مدلسازی شده و همراه با سه روش استاتیکی، پی در پی و شبه پویا طرح توسعه پستهای فوق توزیع برای دوره های مختلف زمانی پیشنهاد می گردد. با انجام آزمایشات گوناگون بر روی یک مثال پایه ای، کارایی روش ارائه شده نشان داده شده است.

کلید واژه : پستهای فوق توزیع، جایابی بهینه، حوزه سرویس دهی، مدل فازی، الگوریتم ژنتیک

# فهرست مطالب

صفحه	عنوان
۱	فصل ۱: مقدمه .....
	فصل ۲: برنامه ریزی در شبکه های توزیع و فوق توزیع
۷	۱-۲- مقدمه .....
۷	۲-۲- معرفی سیستم توزیع .....
۸	۱-۲-۲- ساختار سیستم توزیع .....
۹	۲-۲-۲- سیستم توزیع شعاعی .....
۹	۳-۲-۲- پستهای فوق توزیع .....
۱۰	۴-۲-۲- فیدر های اولیه .....
۱۰	۵-۲-۲- پستهای توزیع و شبکه ثانویه .....
۱۱	۳-۲- برنامه ریزی سیستم توزیع .....
۱۳	۴-۲- عوامل مؤثر در برنامه ریزی سیستم توزیع .....
۱۳	۱-۴-۲- پیش بینی بار .....
۱۴	۲-۴-۲- گسترش پستها .....
۱۵	۳-۴-۲- گزینش مکان پست .....
۱۷	۴-۴-۲- عوامل دیگر .....
۱۸	۵-۲- شیوه های برنامه ریزی سیستم توزیع .....
۱۹	۶-۲- اهمیت مدلسازی ریاضی در برنامه ریزی سیستم توزیع .....



۲۲ ..... ۷-۲ ابزار های برنامه ریزی سیستم توزیع

۲۴ ..... ۸-۲ نتیجه گیری

### فصل ۳: روشهای مختلف طراحی و توسعه بهینه شبکه توزیع

۲۶ ..... ۱-۳ مقدمه

۲۸ ..... ۲-۳ بررسی روشها و مدل‌های ارائه شده در طراحی سیستم توزیع اولیه

۴۹ ..... ۳-۳ نتیجه گیری

### فصل ۴: الگوریتم پیشنهادی

۵۱ ..... ۱-۴ مقدمه

۵۱ ..... ۲-۴ مدلسازی مسأله

۵۲ ..... ۱-۲-۴ تابع هدف و قیود

۵۶ ..... ۲-۲-۴ مدل فازی برای نقاط بار

۵۷ ..... ۳-۲-۴ مدل فازی برای ضریب  $K_{max}$

۵۸ ..... ۳-۴ روش بهینه سازی

۶۰ ..... ۱-۳-۴ ساختار کروموزوم

۶۱ ..... ۲-۳-۴ تقاطع

۶۲ ..... ۳-۳-۴ جهش

۶۲ ..... ۱-۳-۳-۴ اصلاح جهش ساده در روش پیشنهادی

۶۳ ..... ۴-۳-۴ انتخاب

۶۴ ..... ۵-۳-۴ تابع برازندگی

۶۵ ..... ۶-۳-۴ نحوه پیاده سازی الگوریتم ژنتیک برای مسأله مورد تحقیق

۶۷ ..... ۴-۴ برنامه ریزی بلند مدت

۶۹ ..... ۵-۴- نتیجه گیری

### فصل ۵: مطالعات عددی

۷۱ ..... ۱-۵- مقدمه

۷۱ ..... ۲-۵- خصوصیات نرم افزار جایابی بهینه پستهای فوق توزیع

۷۲ ..... ۳-۵- نتایج عددی

۷۴ ..... ۱-۳-۵- آزمایش اول

۷۵ ..... ۲-۳-۵- آزمایش دوم

۸۱ ..... ۳-۳-۵- آزمایش سوم

۸۶ ..... ۴-۳-۵- آزمایش چهارم

۹۱ ..... ۴-۵- نتیجه گیری

### فصل ۶: نتیجه گیری و پیشنهادات

۹۳ ..... نتیجه گیری

۹۴ ..... پیشنهادات

۹۵ ..... فهرست منابع

۱۰۰ ..... واژه نامه

۱۰۳ ..... پیوست ۱

۱۱۶ ..... پیوست ۲

۱۲۴ ..... پیوست ۳

# فصل اول

مقدمه

یک شبکه توزیع توان الکتریکی شامل تعدادی از پست ها است که بوسیله فیدرها<sup>۱</sup> بهم متصل هستند. یک هادی الکتریکی توان را از یک پست بسوی بار و در امتداد مسیرش حمل می کند. طراحی و توسعه سیستم های توزیع انرژی الکتریکی از آن جهت ضروری به نظر می رسد که رشد مصرف انرژی بایستی همواره توسط سیستم بصورت فنی و اقتصادی تامین گردد. از این رو طراحان سیستم توزیع باید مطمئن شوند که ظرفیت پست و ظرفیت فیدر ( ظرفیت توزیع ) برای تغذیه بارهای پیش بینی شده تا افق طراحی، مناسب و کافی است [۱].

با توجه به افزایش بهای انرژی، تجهیزات و دستمزدها، بکارگیری روشهای پیشرفته طراحی و توسعه سیستم های توزیع امری ضروری است.

مسئله یک سیستم توزیع را می توان در طراحی، تجهیز، بهره برداری و نگهداری آن بطوریکه بتواند سرویس دهی مناسبی را در ناحیه بار، هم در حال و هم در آینده در کمترین هزینه ممکن انجام دهد خلاصه نمود. نوع بخصوصی از سیستم توزیع را نمی توان یافت که بصورت اقتصادی برای تمام ناحیه های بار با شرایط متفاوت قابل اعمال باشد و این مطلب به خاطر تفاوت در چگالی بارها، وضعیت سیستم توزیع موجود، توپولوژی و شرایط حاکم بر یک ناحیه بخصوص است. برای نواحی گوناگون بار یا حتی قسمتهای مختلف از همان ناحیه بار می توان سیستم های توزیع کارآمدی را به شکل های متفاوتی پیدا کرد و این در حالی است که مبانی مشترکی بر طراحی اغلب این حالتها حاکم است.

سیستم توزیع می بایست سرویس دهی را با کمترین تغییرات ولتاژ و کمترین وقفه انجام دهد. این وقفه ها تا حد ممکن باید کوتاه باشد و بر تعداد کمی از مصرف کنندگان تأثیر بگذارد.

---

<sup>۱</sup> . Feeder

انعطاف پذیری سیستم طرح شده از آن جهت مطرح می شود که بتواند با کمترین اصلاح و هزینه، با تغییرات مشخصه های زمانی و مکانی بار هماهنگ شود. این انعطاف پذیری اجازه می دهد تا ظرفیت سیستم به مقدار واقعی بار مورد نیاز نزدیک باشد و در نتیجه بهترین استفاده از سرمایه گذاری را باعث گردد.

هزینه سرمایه گذاری زیاد سیستم های توزیع الکتریکی و افزایش هزینه انرژی، تجهیزات و نیروی کار سبب شده است تا مهندسين طراح به جستجوی روشها و تکنیک های طراحی مناسب تری برای کاهش هزینه ها بپردازند. بیشتر توجهات بر روی تعیین مکان بهینه برای جایابی پستها (فوق توزیع و توزیع)، یافتن بهترین طرح فیدرکشی و کاهش هزینه از طریق بهینه سازی سطح مقطع هادی متمرکز شده است.

مکان یابی و تعیین ظرفیت پست ها برای توسعه در آینده بطور قاطع از نقطه نظر طراحی و برنامه ریزی بلند مدت سیستمهای توزیع توان الکتریکی به منظور تامین بار آینده، موثر خواهد بود. هنگامی که مسأله برق رسانی به مناطق مطرح می شود؛ یکی از مسائل مشکل، انتخاب مکان، ظرفیت و بالاخره حوزه سرویس دهی بهینه است. معمولاً می توان زمینهایی را یافت که بالقوه برای احداث پست مناسب باشد. اینکه آیا در هر مکان احتمالی باید پست احداث شود و یا نه و اینکه ظرفیت و حوزه سرویس دهی آن در صورت احداث چقدر باید باشد مسأله بسیار حجیم و بزرگ است.

احداث پست در هر محل از یک سو هزینه سرمایه گذاری اولیه را افزایش می دهد و از سوی دیگر می تواند با کم کردن هزینه کابل کشی و برق رسانی راحت تر به نقاط تمرکز بار، هزینه کلی سیستم را کم کند. بنابراین هزینه کلی سیستم تابعی چند متغیره از تعداد و ظرفیت پستها و حجم و پراکنندگی بارهاست [۲].

طراحی دقیق و بهینه سیستم های بزرگ توزیع جزء مسائل بسیار مشکل با تابع پیچیدگی زمانی است. همچنین مدل های دقیق این مسائل مدل های غیر خطی همراه با متغیرهای گسسته می باشند.

مراحل و روش های طراحی سیستم توزیع بسته به دیدگاه حل مسأله، همچنین پراکندگی و نوع بارها بسیار متنوع هستند. حتی پارامترهای غیر اقتصادی نیز ممکن است در تابع هدف دیده شود و یا بهینه سازی از دید تولید کنندگان انرژی الکتریکی صورت گیرد که مسأله ارتباط با شبکه های انتقال نیز مطرح می باشد.

مسأله مکان یابی و تعیین ظرفیت پست های فوق توزیع از مسایل عمده شبکه های توزیع بشمار می رود. برای ایجاد یک سیستم توزیع قابل اطمینان و اقتصادی، ظرفیت پست های فوق توزیع با توجه به ناحیه بار متفاوت خواهد شد و انتخاب نامناسب ظرفیت و مکان این پست ها تأثیر نامطلوبی بر هزینه این سیستمها خواهد گذاشت.

ظرفیت بهینه پست های فوق توزیع به چگالی بار، آرایش خطوط فوق توزیع، هزینه واحد طول خطوط فوق توزیع و فیدرهای اولیه، قیمت زمین و سایر عوامل منجمله استانداردهای معمول بستگی دارد. به همین دلیل عوامل زیادی بر طراحی اقتصادی این پست ها اثر دارند. همچنین به دلیل سیستم توزیع موجود و شرایط محلی و نیازهایی که می بایست برآورده گردد، طرح های متفاوتی برای آنها وجود دارد.

در این پایان نامه روشی برای مدلسازی مسأله جایابی، تعیین ظرفیت و حوزه سرویس دهی بهینه پست های فوق توزیع معرفی و اجرا می گردد. در این روش به منظور در نظر گرفتن بحث عدم قطعیت در پیش بینی بار از یک مدل فازی مناسبی برای بیان میزان توان نواحی بار استفاده شده

است. برای حل مسأله از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است که روش نوینی در بهینه سازی می باشد. به منظور طراحی بلند مدت، از سه روش استاتیکی، پی در پی و شبه پویا استفاده گردیده است. با اصلاح عملگر جهش و معرفی عملگری جدید و زیر برنامه اصلاحی در الگوریتم ژنتیک سرعت الگوریتم بصورت قابل ملاحظه ای افزایش یافته است. برای اجرای روش پیشنهادی، نرم افزاری تحت ویندوز و بصورت ویژوال تهیه شده است.

در فصل دوم در زمینه برنامه ریزی در شبکه های توزیع و فوق توزیع و عوامل مؤثر در آن بحث خواهد شد. فصل سوم به معرفی روشهای مختلفی که در طراحی شبکه های توزیع بکار رفته می پردازد و مروری بر کار های انجام شده در این زمینه خواهد داشت. در فصل چهارم روش پیشنهادی برای مدلسازی مسأله جایابی پستهای فوق توزیع معرفی می شود. در فصل پنجم با انجام آزمایشهای گوناگونی بر روی یک مثال پایه ای، کارایی روش پیشنهادی به نمایش گذاشته خواهد شد. در فصل ششم به نتیجه گیری و پیشنهادات پرداخته می شود.