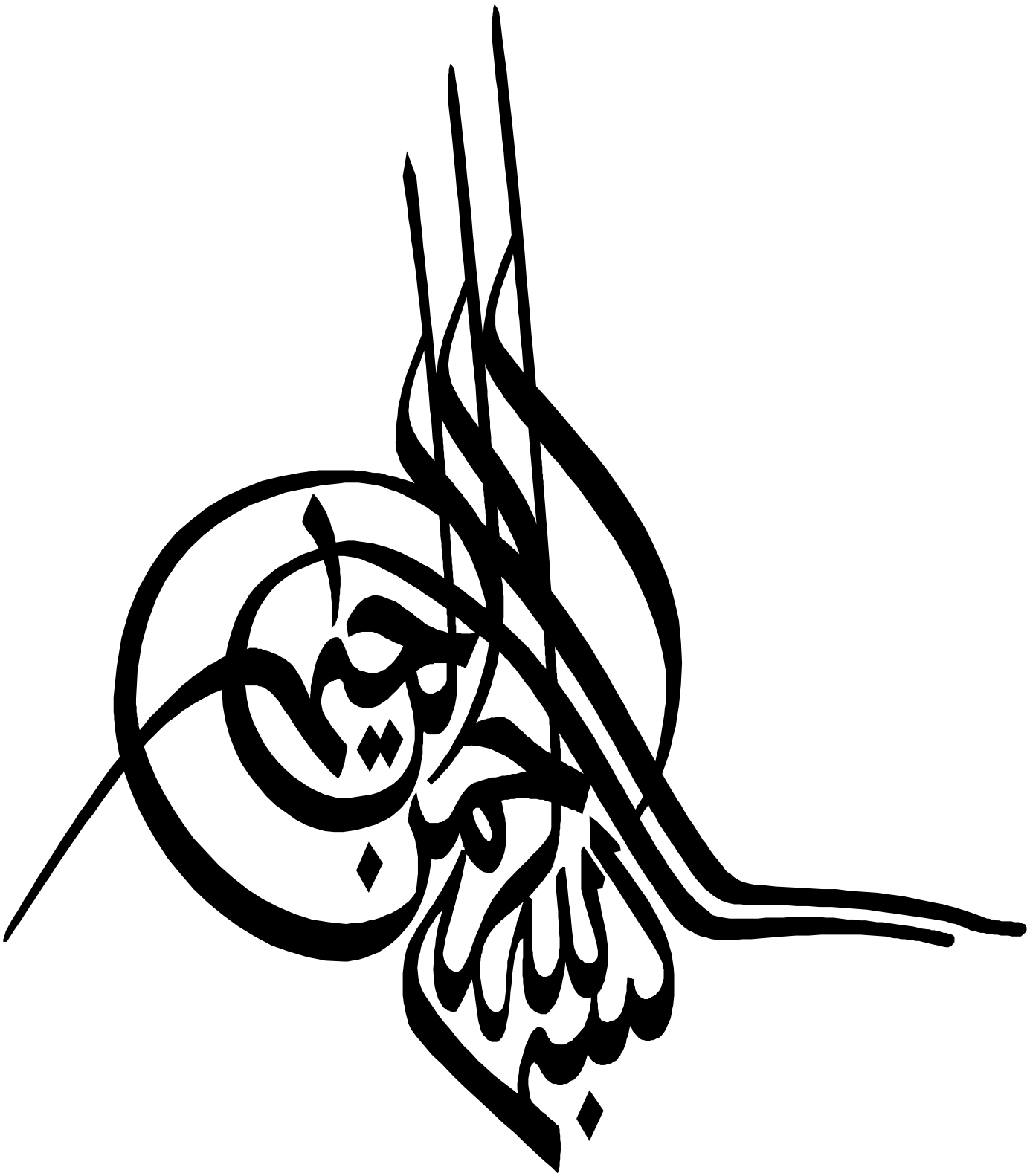
بسم الله الرحمن الرحيم

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

پایان‌نامه کارشناسی ارشد مهندسی برق شماره پایان‌نامه :۹۲٤۰۲۰۱۹٤

گرایش: قدرت

عنوان :

برنامه‌ریزی بهینه توسعه شبکه انتقال در حضور مزارع بادی بزرگ در محیط تجدید ساختار یافته

استاد راهنما:

دکتر محسن صنیعی

استاد مشاور:

دکترالهه مشهور

نگارنده :

هومان همراهی بور بور

دی ماه سال ۱۳۹۲

باسمه تعالی

دانشگاه شهید چمران اهواز

دانشکده مهندسی

(نتیجه ارزشیابی پایان نامه کارشناسی ارشد)

پایان‌نامه آقای هومان همراهی بوربور دانشجوی رشته: برق..گرایش: قدرت

دانشکده مهندسی به شماره دانشجویی ۹۰۴۰۲۱۹

با عنوان :

برنامه‌ریزی بهینه توسعه شبکه انتقال در حضور مزارع بادی بزرگ در محیط تجدید ساختار یافته

جهت اخذ مدرک :کارشناسی ارشد در تاریخ :۱۳۹۲/۱۰/۴ توسط هیأت داوران مورد ارزشیابی قرار گرفت و با درجه..... تصویب گردید.

۱.	**اعضای هیأت داوران :**	**رتبه علمی**	**امضاء**
	استاد راهنما:.....	.....	.....
	استاد مشاور :	.....	.....
	استاد داور :.....	.....	.....
	استاد داور :.....	.....	.....
	نماینده تحصیلات تکمیلی :.....	.....	.....
۲.	**مدیرگروه :**	.....	.....
۳.	**معاون پژوهشی و تحصیلات تکمیلی دانشکده :**	.....	.....
۴.	**مدیرتحصیلات تکمیلی دانشگاه :**	.....	.....

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خودگذشتن ،

به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است.

به پاس قلب های بزرگشان که فریادرس است و سرگردانی و ترس در پناهشان به شجاعت می گراید و به پاس محبت های بی دریغشان که هرگز فروکش نمی کند،

این مجموعه را به پدر و مادر عزیزم تقدیم می کنم.

سپاس نامه

خدا را سپاس می دارم که مرا در این زمان قدردان عزیزان یاور و دوستان مهربانم قرار داد، کسانی که حامی ام بودند و خالصانه یاری ام کردند.

از استادان راهنمای گرانقدر، جناب آقای دکتر محسن صنیعی، استاد مشاور گرامی خانم دکتر الهه مشهور، همچنین جناب آقای دکتر محمد صادق جوادی به خاطر تلاش ها و زحمات بی دریغشان، راهنمایی های ارزشمند و دقیقشان، و کلام پر مهر و خالصانشان که مرا همواره در راستای انجام این تحقیق راهگشا و سهل کننده ی سختی ها بودند، کمال تشکر را دارم.

هومان همراهی

دی ماه ۱۳۹۲

فهرست:

فصل اول:مقدمه

۱-۲-برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال ۴

۱-۳-اهمیت برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال ۴

۱-۴-علل استفاده از باد ۵

۱-۵-مشکلات استفاده از انرژی باد در صنعت برق ۷

۱-۶-پیشرفت استفاده از انرژی باد در تولید انرژی الکتریکی ۸

۱-۷-مقایسه باد با سایر منابع تولیدکننده انرژی الکتریکی ۹

۱-۸-انرژی باد در ایران..... ۱۰

۱-۹-هدف ۱۱

۱-۱۰-ساختار پایان‌نامه ۱۲

فصل دوم:مروری بر پژوهش‌های پیشین

۲-۱-مقدمه ۱۶

۲-۲-بررسی‌های موردی ۱۶

۲-۳-بررسی‌های موضوعی ۱۹

۲-۳-۱-مدل‌سازی عدم قطعیت‌ها..... ۱۹

۲-۳-۲-ساختار تابع هدف..... ۲۰

۲-۳-۳-پخش بار احتمالاتی ۲۰

۲-۳-۴-مدیریت تراکم ۲۱

۲-۴-سایر روش‌ها..... ۲۲

۲-۵-نیروگاه بادی..... ۲۳

فصل سوم:برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال در حضور مزارع بادی

۳-۱-مقدمه ۲۶

۳-۲-انواع رویکردهای برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال ۲۹
۳-۲-۱-نحوه انجام مطالعات برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال از دید زمانی ۲۹
۳-۲-۲- از منظر ساختار سیستم قدرت ۳۰
۳-۳-برنامه‌ریزی شبکه انتقال در محیط‌های سنتی..... ۳۳
۳-۴-برنامه‌ریزی شبکه انتقال در محیط‌های تجدید ساختار شده ۳۷
۳-۴-۱-عدم قطعیت و ابهام در اطلاعات ورودی ۴۱
۳-۴-۲-عدم قطعیت طرح توسعه بخش تولید ۴۳
۳-۴-۳-برنامه‌ریزی در محیط غیر دقیق ۴۴
۳-۵-مروری بر روش‌های برنامه‌ریزی شبکه انتقال در محیط‌های انحصاری و رقابتی ۴۸
۳-۶-تفاوت‌های TEP در محیط‌های انحصاری و رقابتی ۴۸
۳-۷-روش‌های بهینه‌سازی مسئله برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال در محیط‌های انحصاری ۵۰
۳-۷-۱-روش‌های بهینه‌سازی ریاضی ۵۱
۳-۷-۳-روش‌های بهینه‌سازی ابتکاری- ریاضی ۵۵
۳-۸-روش‌های حل TEP در محیط‌های رقابتی ۵۶
۳-۹-رویکردهای غیرقطعی ۵۷
۳-۱۰-مدل‌سازی عدم قطعیت‌ها ۵۹
۳-۱۰-۱-تئوری انتخاب سبد سهام ۶۰
۳-۱۰-۲-برنامه‌ریزی تصادفی..... ۶۱
۳-۱۰-۳-حداقل- حداکثر پشیمانی ۶۱
۳-۱۰-۴-برنامه‌ریزی دینامیکی تصادفی ۶۱
۳-۱۰-۵-تئوری فازی..... ۶۲
۳-۱۰-۶-تئوری اعداد بازه‌ای ۶۲
۳-۱۱-تأثیر تولید مزارع بادی بزرگ بر مطالعات برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال..... ۶۲

۳-۱۲-مدل مناسب نیروگاه‌های بادی ۶۴
۳-۱۳-مدل توان نیروگاه بادی و بار شبکه ۶۶
فصل چهارم:مدل‌سازی روش پیشنهادی
۴-۱-مقدمه ۶۹
۴-۲-روند نمای کلی برنامه‌ریزی..... ۷۰
۴-۳-فرضیات و اهداف برنامه‌ریزی ۷۱
۴-۴-ورودی‌های برنامه..... ۷۱
۴-۵-تابع هدف ۷۳
۴-۶-الگوریتم پخش بار بهینه با استفاده از روش تخمین نقطه ۷۷
۴-۷-الگوریتم بهینه‌سازی..... ۸۰
۴-۸-الگوریتم ژنتیک ۸۰
۴-۸-۱-کد سازی..... ۸۱
۴-۸-۲-جمعیت اولیه ۸۲
۴-۸-۳-برازش افراد ۸۳
۴-۸-۴-عملگر انتخاب ۸۴
۴-۸-۵-عملگر ترکیب..... ۸۴
۴-۸-۶-عملگر جهش ۸۵
۴-۸-۷-جایگزینی مجدد ۸۶
۴-۸-۸-شرط توقف ۸۶
۴-۹-مرحله تصمیم‌گیری در ارزیابی طرح‌های توسعه ۸۸
۴-۹-۱-هزینه گرفتگی خطوط ۸۸
۴-۹-۲-مقاوم‌سازی طرح ۸۹
۴-۹-۳-هزینه بهره‌برداری نیروگاه‌ها ۹۰

۴-۱۰-انتخاب بهترین طرح از بین طرح‌های اولیه بدست آمده ۹۱
۴-۱۰-۱-مقادیر بدست آمده را نرمالیزه می‌کنیم ۹۱
۴-۱۰-۲-بهترین و بدترین مقدار را بدست می‌آوریم ۹۱
۴-۱۰-۳-تعیین وزن معیارها که با توجه به اهمیت آن معیار انتخاب می‌شود ۹۲
۴-۱۰-۴-محاسبه Ri,Si : ۹۲
۴-۱۰-۵-محاسبه مقدارQi ۹۲
۴-۱۰-۶-انتخاب بهترین طرح ۹۲
فصل پنجم: نتایج شبیه‌سازی
۵-۱-مقدمه ۹۵
۵-۲-شبکه ۶ شینه گارور ۹۶
۵-۴-انتخاب بهترین طرح از بین طرح‌های اولیه بدست آمده ۱۰۲
۵-۴-۱-مقادیر نرمالیزه ۱۰۲
۵-۴-۲-بهترین و بدترین مقدار ۱۰۳
۵-۴-۳-تعیین وزن معیارها ۱۰۴
۵-۴-۴-محاسبه Ri,Si : ۱۰۴
۵-۴-۵-محاسبه مقدارQi ۱۰۵
۵-۴-۶-انتخاب بهترین طرح ۱۰۵
۵-۵-اجرای مدل پیشنهادی بر روی شبکه ۲۴ شینه IEEE ۱۰۶
۵-۷-انتخاب طرح بهینه از بین طرح‌های اولیه ۱۱۴
فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۶-۱-نتیجه‌گیری ۱۲۰
۶-۲-پیشنهادات ۱۲۱

فهرست شکل‌ها:

شکل ۳-۱: فرآیند برنامه‌ریزی سیستم قدرت ۲۷

شکل ۳-۲: روند برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال در محیط‌های سنتی ۳۵

شکل ۳-۳: روند برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال در محیط تجدید ساختار شده ٤۰

شکل ۳-٤ : نمودار زمانی برای توسعه بلندمدت ٤۷

شکل ۳-۵: منحنی تغییرات سرعت باد ٦٤

شکل ٤-۱ : مدل فرموله‌بندی مسئله شبکه انتقال به صورت یک مسئله بهینه‌سازی اصلی و فرعی ۷۵

شکل ٤-۲ : روند نمای اجرای برنامه در مرحله اول ۷٦

شکل ٤-۳ : کدگذاری کروموزوم‌ها ۸۲

شکل ٤-٤ : نمونه‌ای از ترکیب دونقطه‌ای ۸۵

شکل ٤-۵ : عملگر جهش ۸۵

شکل٤-٦:روند نمایه برنامه بهینه‌سازی ۸۷

شکل (٤-۷):روند نمای کلی مدل پیشنهادی ۹۳

شکل۵-۱ : دیاگرام تک خطی شبکه گارور ۸۷

شکل ۵-۲ :نتایج محاسبه معیارهای انتخاب طرح‌های شبکه گارور ۹۳

شکل ۵-۳: نمودارLMP شین‌ها قبل و بعد از برنامه‌ریزی ۱۰۷

شکل ۵-٤: دیاگرام تک خطی شبکه ۲٤-IEEE ۱۰۸

شکل ۵-۵ :نتایج محاسبه معیارهای انتخاب طرح‌های شبکه ۲٤-IEEE ۱۱۷

شکل۵-٦: نمودارLMP شین‌های شبکه ۲٤-IEEE قبل و بعد از برنامه‌ریزی ۱۱۸

فهرست جداول

جدول(۱-۱):ظرفیت نصب شده انرژی باد در کشورهای مختلف ۷

جدول ۳-۱ :مقایسه روش بهینه‌سازی ابتکاری و ریاضی ٥٦

جدول ٥-۱: اطلاعات خط‌های شبکه گارور ۹۸

جدول ٥-۲ : اطلاعات فنی- اقتصادی نقاط تولید ۹۹

جدول ٥-۳ : خط‌های کاندید در نظر گرفته شده برای شبکه گارور ۱۰۰

جدول ٥-٤ : طرح شماره (۱) ۱۰۱

جدول ٥-٦ : طرح شماره (۲) ۱۰۱

جدول ٥-۷ : طرح شماره (۳) ۱۰۱

جدول ٥-۷ : هزینه‌های سرمایه‌گذاری و گرفتگی خط‌ها به همراه β٪ ۱۰۲

جدول ٥-۸ : مقادیر نرمال شده ۱۰۳

جدول ٥-۹ : ضرایب وزنی معیارهای مختلف ۱۰٤

جدول ٥-۱۰ : مقادیر Si وRi برای شبکه گارور ۱۰٤

جدول ٥-۱۱:مقادیر Qi ۱۰٤

جدول ٥-۱۲:خطوط شبکه ۲٤-IEEE ۱۰۸

جدول ٥-۱۳:خطوط کاندید شبکه ۲٤-IEEE ۱۰۹

جدول ٥-۱٤: اطلاعات فنی-اقتصادی سیستم تولید شبکه ۲٤ شینه **IEEE** ۱۱۰

جدول ٥-۱٥ :طرح شماره ۱ ۱۱۱

جدول ٥-۱٦ : طرح شماره ۲ ۱۱۱

جدول ٥-۱۷: طرح شماره ۳ ۱۱۲

جدول ٥-۱۸:طرح شماره ٤ ۱۱۲

جدول ٥-۱۹ : طرح شماره ٥ ۱۱۲

جدول ٥-۲۰ : طرح شماره ٦ ۱۱۳

جدول ۵-۲۱ : طرح شماره ۷ ۱۱۳

جدول۵-۲۲: هزینه سرمایه‌گذاری،هزینه گرفتگی خطوط و β٪ برای شبکه ۲٤-IEEE ۱۱۳

جدول۵-۲۳: مقادیر نرمال شده برای شبکه ۲٤-IEEE ۱۱٤

جدول۵-۲۳: مقادیر نرمال شده برای شبکه ۲٤-IEEE ۱۱٤

جدول ۵-۲٤ :تعیین ضرایب وزنی برای شبکه ۲٤-IEEE ۱۱۵

جدول ۵-۲۵ :مقادیر Si وRi ۱۱٦

جدول ۵-۲٦ : مقادیر Qiبرای شبکه ۲٤-IEEE ۱۱٦

جدول ۵-۲۷:بهترین طرح توسعه شبکه ۲٤-IEEE ۱۱۷

جدول ۵-۲۸: مقایسه با مرجع [۵۲] ۱۱۸

فهرست اختصارات

CC	**Congestion Cost**
DisCos	**Distribution Companies**
DP	**Dynamic Programming**
FACTS	**Flexible AC Transmission Systems**
FTR	**Financial Transmission Right**
GA	**Genetic Algorithm**
GEP	**Generation Expansion Planning**
GenCos	**Generator Companies**
IC	**Investment Cost**
ISO	**Independent System Operator**
LMP	**Locational Marginal Price**
MADM	**Multiple Attribute Decision Making**
TEP	**Transmission Expansion Planning**
TransCos	**Transmission Companies**

چکیده

نام خانوادگی : همراهی بور بور	نام: هومان	شماره دانشجویی: ۹۰٤۰۲۱۹
عنوان پایان‌نامه : برنامه‌ریزی بهینه توسعه شبکه انتقال در حضور مزارع بادی بزرگ در محیط تجدید ساختار یافته		
استاد/ اساتیدراهنما: دکتر محسن صنیعی		
استاد/ اساتید مشاور: دکتر الهه مشهور		
درجه تحصیلی: کارشناسی ارشد	رشته: مهندسی برق	گرایش: قدرت
دانشگاه : شهید چمران اهواز	دانشکده: مهندسی	گروه : برق
تاریخ فارغ التحصیلی : ۱۳۹۲/۱۰/٤		تعداد صفحه:۱۳۰
کلید واژه‌ها : برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال،مزارع بادی، روش تخمین نقطه، تصمیم‌گیری چند معیاری، عدم قطعیت		

در این پایان‌نامه برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال در حضور مزارع بادی بزرگ انجام می‌شود که تابع هدف از هزینه‌های سرمایه‌گذاری و هزینه بار تامین نشده تشکیل شده است. در فرایند بهینه‌سازی، قیود حداکثر توان انتقالی از خطوط و همچنین حداکثر و حداقل توان قابل تولید نیروگاه‌ها نیز لحاظ گردیده است. برای انجام پخش بار بهینه از پخش بار **DC** استفاده شده است که هزینه تلفات لحاظ نگردیده است. با توجه به ماهیت تصادفی بودن باد، برای مدل کردن عدم قطعیت در تولید مزارع بادی از روش تخمین نقطه با تابع توزیع ویبول استفاده شده است. همچنین برای در نظر گرفتن عدم قطعیت در بار شبکه از روش تخمین نقطه با تابع توزیع نرمال استفاده شده است. برای بدست آوردن طرح بهینه، از بهینه‌سازی تک هدفه با استفاده از الگوریتم ژنتیک استفاده شده است. با انجام بهینه‌سازی چندین طرح با هزینه حداقل بدست می‌آید. برای بدست آوردن طرح بهینه از بین طرح‌های اولیه، از معیار هزینه گرفتگی خطوط، هزینه بهره‌برداری و همچنین معیار مقاوم بودن طرح در برابر سناریوهای مختلف استفاده شده است. برای انتخاب طرح بهینه نهایی از بین طرح‌های اولیه از روش ویکور استفاده شده است. همچنین برای شبیه‌سازی مدل پیشنهادی از دو شبکه تست نمونه، شبکه ٦ شینه گارور و شبکه ٢٤ شینه **IEEE** استفاده شده است.

فصل اول

مقدمه

۱-۱-مقدمه

سیستم انتقال یکی از مهم‌ترین بخش‌های صنعت برق می‌باشد. شبکه انتقال تنها مسیری برای برقراری ارتباط بین بخش تولید و توزیع نیست؛ بلکه محیطی امن و اقتصادی برای مبادله کالای انرژی می‌باشد. از این‌رو طراحی مناسب شبکه انتقال توان لازم و ضروری به نظر می‌رسد.

سیستم انتقال در تداوم مطمئن تامین مصارف مختلف، که فراهم نمودن رضایت آن‌ها اساسی است، اهمیت انکار ناپذیری دارد. با افزایش مصرف بار، برنامه‌ریزی توسعه انتقال باید به گونه‌ای انجام شود که این شبکه قادر باشد در زمان لازم و به روشی اقتصادی که ملزومات فنی را نیز برآورده می‌نماید، توان تولید را به مراکز بار انتقال دهد[۱].

بعد از تحول تجدید ساختار در سیستم‌های قدرت، جنبه‌های اقتصادی سیستم‌های قدرت موضوع بسیاری از تحقیقات در زمینه مهندسی قدرت بوده است؛ زیرا تغییرات مختلف و سریع در ساختار اجتماعی اقتصادی این سیستم‌ها منجر به تحولات شگفت‌انگیزی در جنبه‌های فنی بهره‌برداری و کنترل و مدیریت آن‌ها شده است.

استراتژی‌های گوناگونی برای حداقل کردن هزینه واحدهای تولید انرژی الکتریکی پیشنهاد شده است که برنامه‌ریزی مشارکت واحدها و پخش بار اقتصادی جزو بهترین راه‌ها برای تامین برق باکیفیت، برای مشتری در یک حالت اقتصادی و امن می‌باشد.

هدف از برنامه‌ریزی در سیستم قدرت تعیین نوع، زمان و محل احداث تجهیزات جدید (مانند نیروگاه‌ها، خطوط، پست‌ها و جبران‌سازها) بر اساس پیش‌بینی‌های انجام شده درباره رشد بار و توزیع جغرافیایی آن است.

با توجه به گستردگی مسئله برنامه‌ریزی برای تقلیل حجم محاسبات و ساده‌تر کردن آن، مسئله برنامه‌ریزی به بخش‌های مختلفی تقسیم می‌شود که متناسب با تجهیزات مورد بحث است. برخی از مهم‌ترین بخش‌های مسئله برنامه‌ریزی عبارت‌اند از :

۱-برنامه‌ریزی توسعه تولید[۱]: که هدف آن تعیین میزان ظرفیت تولید مورد نیاز، نوع(ترکیب) و زمان بهره‌برداری از واحدهای جدید نیروگاهی است[۲].

۲-برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال[۲]: که در آن نوع خطوط جدید، مسیرهای احداث و زمان احداث آن تعیین می‌شود[۴،۳].

۳-برنامه‌ریزی توان راکتیو: در این بخش از برنامه‌ریزی نیز نوع، ظرفیت و محل نصب جبران-سازهای راکتیو مشخص می‌گردد.

در کلیه بخش‌های برنامه‌ریزی در سیستم قدرت چند معیار بسیار مهم وجود دارد که برنامه‌ریزان باید بر اساس این معیارها اقدام به انتخاب تجهیزات لازم نمایند که مهم‌ترین این معیارها حداقل هزینه، قابلیت اطمینان بالا و حداقل آسیب به محیط زیست می‌باشند.

مشخص است که برنامه‌ریزی سیستم قدرت یک مسئله بهینه‌سازی است که هدف آن تعیین نوع، مکان و برنامه زمانی نصب تجهیزات جدید به صورت بهینه تحت یک دسته قیود خاص است و با توجه به گستردگی سیستم قدرت و پیچیدگی روابط حاکم بر آن معمولاً این کار به سادگی امکان‌پذیر نمی‌باشد و نیاز به استفاده از روش‌های بهینه‌سازی مناسبی وجود دارد.

---

۱ -Generation Expansion Planning(GEP)

۲- Transmision Expansion Planning(TEP)

۱-۲-برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال

یکی از مهم‌ترین بخش‌های برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت، برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال است. در بازارهای برق کنونی، توسعه و بهره‌برداری مناسب از سیستم انتقال از ایجاد قدرت بازار و بالا رفتن قیمت‌ها جلوگیری می‌کند. در برنامه‌ریزی برای توسعه شبکه انتقال، هدف بدست آوردن طرح بهینه برای گسترش و یا تقویت خطوط موجود، به منظور تأمین بار آینده به صورت مطلوب، با انجام یک فرایند بهینه‌سازی تعیین می‌گردد. در این روند روابط پخش بار سیستم و محدودیت‌های شبکه نیز، باید رعایت شوند. برنامه‌ریزی توسعه شبکه انتقال، عبارتست از انتخاب مسئله یک سری خطوط از بین خطوط انتقال کاندیدا، بگونه‌ای که اولا میزان بار پیش‌بینی شده در بازه زمانی مورد نظر تامین شود و ثانیا هزینه‌های سرمایه‌گذاری و عملیاتی حداقل شوند. تعیین خطوط کاندیدا نیز مسئله مهمی است که در رسیدن به جواب بهینه، تأثیر بسزایی دارد.

۱-۳-اهمیت برنامه‌ریزی توسعه خطوط انتقال

خطوط انتقال یکی از مهم‌ترین اجزای صنعت برق می‌باشد. بنابراین برنامه‌ریزی انتقال یک بخش مهم از برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت بوده که وظیفه آن مشخص کردن ساختار بهینه شبکه انتقال بر مبنای رشد بار و درنظرگیری طرح آینده تولید سیستم برای یک دوره زمانی مشخص می‌باشد. تا بتوان انرژی الکتریکی را به صورت امن[۱] و مطلوب از نظر اقتصادی تحویل مشتری داد[۵]. به صورت کلی مسئله برنامه‌ریزی انتقال می‌بایستی به سوالات زیر پاسخ دهد:

۱) کجا می‌بایستی خطوط انتقال جدید نصب نمود؟

۲) چه زمان این خطوط نصب شوند؟

۳) چه نوعی از خط انتقال نصب شود؟

پروسه برنامه‌ریزی انتقال تا حد بسیار زیادی به نتایج برنامه‌ریزی در بخش تولید وابسته است. اما این وابستگی یک طرفه نبوده و نتایج مسئله برنامه‌ریزی انتقال بر طرح‌های تولید تأثیر می‌گذارد. علت این امر را این‌گونه می‌توان بیان نمود که اصولاً در بخش تولید مسائل جغرافیایی و هزینه انتقال انرژی

۱- Safety

الکتریکی لحاظ نمی‌گردد. در نتیجه برنامه‌ریزی انتقال بکار گرفته می‌شود تا طرح‌های بخش تولید اصلاح گردد. بنابراین با وجود اینکه این دو بخش برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت به صورت مجزا انجام می‌گیرند، اما می‌بایستی این دو در هماهنگی کامل با هم بوده تا بتوان یک برنامه‌ریزی بهینه برای سیستم قدرت بدست آورد.

برنامه‌ریزی در بخش انتقال در مقایسه با تولید، بسیار پیچیده‌تر می‌باشد. زیرا اولاً، در مسئله برنامه-ریزی خطوط انتقال لازم است که توپولوژی عملی شبکه را در نظر گرفته و حق نصب[1] خطوط به عنوان متغّیرهای تصمیم‌گیری لحاظ گردند. در نتیجه تعداد متغّیرهای تصمیم‌گیری بسیار زیاد می‌شود. ثانیاً، قیود مسئله برنامه‌ریزی انتقال شامل قیود سطح ولتاژ (قیود غیر خطی) و معادلات پایداری شبکه، بر پیچیدگی این مسئله می‌افزاید. بنابراین بدست آوردن یک مدل ریاضی برای این مسئله و حل آن بسیار مشکل می‌باشد.

۱-٤-علل استفاده از باد

نگرانی‌های زیست محیطی جهانی و نیاز روزافزون به استفاده از انرژی از یک سو و افزایش بهای سوخت‌های فسیلی در چند سال اخیر و کاهش این منابع در سطح جهان از سوی دیگر، باعث افزایش استفاده از منابع تجدیدپذیر در تولید انرژی الکتریکی گردیده است. انرژی باد، امروزه به عنوان یکی از اصلی‌ترین منابع تولید انرژی الکتریکی در خیلی از کشورها جایگزین نیروگاه‌های مرسوم فسیلی شده است و درنتیجه نفوذ[2] انرژی باد در بخش تولید انرژی الکتریکی به شدت افزایش یافته است.

تکنولوژی‌های ساخت توربین‌های بادی در چند سال اخیر پیشرفت قابل ملاحظه‌ای داشته است. به گونه‌ای که در حال حاضر توانایی ساخت توربین‌های بادی با ظرفیت ۵ مگاوات نیز وجود دارد. بنابراین نیروگاه‌های بادی که مجموعه‌ای از این توربین‌ها می‌باشند، به ظرفیت‌هایی حدود ۵۰۰ مگاوات نیز رسیده‌اند که قابل قیاس با نیروگاه‌های بزرگ سنتی می‌باشند و پیش‌بینی می‌گردد که نسل بعد نیروگاه‌های سیستم قدرت نیروگاه‌های بادی باشند.

۱- Right of Way
۲- penetration