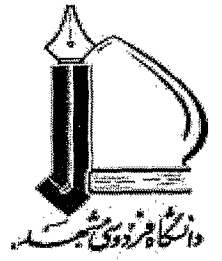
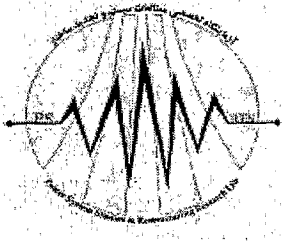


الله أكبر

۸۷/۱۱/۲۹۷۱
۸۷/۱۱/۱۴



دانشکده مهندسی

آزمایشگاه تخصصی مطالعات سیستم و تجدید ساختار

پایان نامه کارشناسی ارشد برق - قدرت

عنوان:

توسعه شبکه انتقال در محیط تجدید ساختار یافته

برای افق چند ساله

نگارش:

مهدی صمدی

استاد راهنما:

دکتر محمدحسین جاویدی

تیر ماه ۱۳۸۷

۱۰ ۱۴ ۹ ۵

دفتر اساتید دانشکده مهندسی
شیراز

۱۳۸۷ / ۱۱ / ۱۵

تعهد نامه

اینجانب مهدی صمدی بی نیازی دانشجوی دوره دکترا / کارشناسی ارشد رشته مهندسی برق - قدرت دانشکده مهندسی دانشگاه فردوسی مشهد نویسنده پایان نامه توسعه شبکه انتقال در محیط تجدید ساختار یافته برای افق چند ساله تحت راهنمایی دکتر محمد حسین جاویدی متعهد می شوم:

- تحقیقات در این پایان نامه توسط اینجانب انجام شده است و از صحت و اصالت برخوردار است.
- در استفاده از نتایج پژوهش های محققان دیگر به مرجع مورد استفاده استناد شده است.
- مطالب مندرج در پایان نامه تاکنون توسط خود یا فرد دیگری برای دریافت هیچ نوع مدرک یا امتیازی در هیچ جا ارائه نشده است.
- کلیه حقوق معنوی این اثر متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد و مقالات مستخرج با نام « دانشگاه فردوسی مشهد » و یا « Ferdowsi University of Mashhad » به چاپ خواهد رسید.
- حقوق معنوی تمام افرادی که در به دست آمدن نتایج اصلی پایان نامه تأثیرگذار بوده اند در مقالات مستخرج از رساله رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که از موجود زنده (یا بافت های آن ها) استفاده شده است ضوابط و اصول اخلاقی رعایت شده است.
- در کلیه مراحل انجام این پایان نامه، در مواردی که به حوزه اطلاعات شخصی افراد دسترسی یافته یا استفاده شده است، اصل رازداری، ضوابط و اصول اخلاقی انسانی رعایت شده است.

تاریخ ۱۳۹۰/۰۱/۰۱

امضای دانشجوی

مالکیت نتایج و حق نشر

- کلیه حقوق معنوی این اثر و محصولات آن (مقالات مستخرج، کتاب، برنامه های رایانه ای، نرم افزارها و تجهیزات ساخته شده) متعلق به دانشگاه فردوسی مشهد می باشد. این مطلب باید به نحو مقتضی در تولیدات علمی مربوطه ذکر شود.
- استفاده از اطلاعات و نتایج موجود در پایان نامه بدون ذکر مرجع مجاز نمی باشد.

• متن این صفحه نیز باید در ابتدای نسخه های تکثیر شده وجود داشته باشد.

تقدیم بہ

پدر و مادر نزر کوار

و، مہسر مہربانم

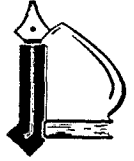
تقدیر و تشکر

اکنون که با یاری خداوند توفیق یافته ام نگارش این پایان نامه را به اتمام برسانم، بر خود لازم می دانم از تمام کسانی که در به ثمر رسیدن این تحقیق مرا یاری رساندند تشکر و قدردانی کنم.

ابتدا از استاد بزرگوارم جناب آقای دکتر جاویدی که در طول این دوره تحصیلی و به خصوص در طول این پروژه راهنمایی و شکیبایی ایشان راهگشای کارم بود سپاسگزارم.

از اساتید محترم جناب آقای دکتر رجبی مهدی و جناب آقای دکتر ساده که زحمت نقد این پایان نامه را بر عهده داشتند متشکرم.

از تمامی اساتیدی که در این دوره تحصیلی افتخار شاگردی آنها را داشته ام نیز نهایت امتنان را دارم. همچنین از حمایت‌های بی دریغ دبیرخانه هیأت تنظیم بازار برق کشور، شرکت مدیریت شبکه برق ایران و شرکت برق منطقه ای خراسان تقدیر و تشکر می کنم.



فرم چکیده پایان نامه تحصیلی دوره تحصیلات تکمیلی

دفتر مدیریت تحصیلات تکمیلی

نام: مهدی

نام خانوادگی دانشجو: صمدی بی نیازی

استاد یا اساتید مشاور: -

استاد یا اساتید راهنما: دکتر محمدحسین جاویدی

دانشکده: مهندسی رشته: مهندسی برق گرایش: قدرت مقطع: کارشناسی ارشد

تعداد صفحات: ۸۱

تاریخ دفاع: ۱۳۸۷/۴/۱۵

عنوان پایان نامه: توسعه شبکه انتقال در محیط تجدید ساختار یافته برای افق چند ساله

کلید واژه‌ها: برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال - بازار برق - رفاه اجتماعی

چکیده:

شبکه انتقال جزء مهمترین بخشهای یک سیستم قدرت تجدید ساختار یافته است. بهره برداری و برنامه ریزی مؤثر بری توسعه شبکه انتقال برای عملکرد مناسب بازارهای برق رقابتی حائز اهمیت است. با توجه به تجدید ساختار در صنعت برق و افزایش عدم قطعیت ها و تغییر اهداف توسعه انتقال ارائه روشهای جدید مناسب برای توسعه انتقال در محیط های مقررات زدایی شده ضروری به نظر می رسد. تأثیر ددن وزن دهی واحدهای تولیدی مطابق نظر طراح در برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال و حل مسئله در محیط رقابتی و بری افقی چند ساله موضوعی است که تا به حال به آن پرداخته نشده است. روش پیشنهادی تلاش دارد برای مسئله دینامیک توسعه شبکه انتقال با در نظر گرفتن رفاه اجتماعی کل و همچنین جهت دهی توسعه شبکه به سمت مورد نظر طراح مثلاً واحدهای تولیدی دارای راندمان بالاتر مدل مناسبی ارائه دهد. در نهایت با استفاده از آنالیز ریسک بهترین طرح انتخاب می شود. انتظار می رود با استفاده از روش پیشنهادی، توسعه جهت داری از شبکه انتقال داشته باشیم که در آن؛ علاوه بر حداکثر شدن رفاه اجتماعی کل، رفاه نسبی (رفاه تقسیم بر رفاه کل واحدها) واحدی که وزن بیشتری دارد، افزایش یابد. روش پیشنهادی روی سیستم ۱۴ باسه IEEE تست شده، و نتایج آن ارائه شده است.

امضاء استاد یا اساتید راهنما

فهرست مطالب

فصل اول - پیشگفتار

- ۱-۱) مقدمه ۱
- ۲-۱) اهداف تمقیق ۳
- ۳-۱) مروری بر فصل های پایان نامه ۴

فصل دوم - توسعه شبکه انتقال

- ۱-۲) مقدمه ۵
- ۲-۲) بازیگران بازار ۶
- ۳-۲) انحصار سیستم انتقال ۷
- ۴-۲) تلفات در شبکه های انتقال ۷
- ۵-۲) هزینه انتقال ۸
- ۶-۲) ضرورت توسعه شبکه انتقال ۸
- ۷-۲) ویژگی های سرمایه گذاری در انتقال ۹
- ۸-۲) تأثیر ساختار سیستم قدرت بر توسعه شبکه انتقال ۹
- ۱-۸-۲) مثالی برای نشان دادن انگیزه توسعه در محیط رقابتی ۱۱
- ۲-۸-۲) مقایسه اجمالی TEP در محیط سنتی و رقابتی ۱۲
- ۹-۲) اهداف گروه های مختلف از توسعه شبکه انتقال ۱۳
- ۱۰-۲) انواع برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال ۱۳
- ۱۰-۲-۱) توسعه استاتیک شبکه انتقال ۱۳
- ۱۰-۲-۲) توسعه دینامیک شبکه انتقال ۱۴
- ۱۱-۲) نتیجه گیری ۱۶

فصل سوم - معرفی بعضی مفاهیم

- ۱-۳) مقدمه ۱۷
- ۲-۳) تئوری LMP (قیمت ماشیه ای محلی) ۱۸
- ۳-۲-۱) تعریف LMP ۱۸
- ۳-۲-۲) محاسبه LMP ۱۸

۲۰	..... تراکم (۳-۳)
۲۰	..... اثرات تراکم (۱-۳-۳)
۲۰	..... راههای رفع تراکم (۲-۳-۳)
۲۱	..... معیارهای سنجش تراکم (۳-۳-۳)
۲۱	..... عدم قطعیت (۴-۳)
۲۲	..... تقسیم بندی عدم قطعیت ها (۱-۴-۳)
۲۲	..... تصادفی (۱-۱-۴-۳)
۲۲	..... غیر تصادفی (۲-۱-۴-۳)
۲۳	..... نتیجه گیری (۵-۳)

فصل چهارم - مروری بر مدل‌های ارائه شده

۲۴	..... مقدمه (۱-۴)
۲۶	..... مدل‌های بهینه سازی (۲-۴)
۲۶	..... مدل‌های بهینه سازی ریاضی (۱-۲-۴)
۲۷	..... مدل‌های ابتکاری (۲-۲-۴)
۲۸	..... روشهای بکار رفته برای حل مسئله TEP (۳-۴)
۲۸	..... معرفی بعضی از توابع هدف مسئله توسعه شبکه انتقال (۴-۴)
۲۹	..... مدل‌های اولیه TEP (۱-۴-۴)
۳۱	..... مدل‌های چند هدفی TEP (۲-۴-۴)
۳۵	..... مدل‌های دینامیک TEP (۳-۴-۴)
۳۹	..... مدل‌های دیگر TEP (۴-۴-۴)
۴۱	..... نتیجه گیری (۵-۴)

فصل پنجم - توسعه متوازن شبکه انتقال در محیط رقابتی برای افق چند ساله

۴۲	..... مقدمه (۱-۵)
۴۳	..... تاریخچه موضوع (۲-۵)
۴۵	..... روش پیشنهادی (۳-۵)
۴۶	..... مدل‌سازی مسئله (۴-۵)
۴۶	..... مدل در نظر گرفته شده برای بازار (۱-۴-۵)

۴۷	.....	۲-۴-۵	تعریف رفاه اجتماعی در مسئله توسعه شبکه انتقال
۴۷	.....	۳-۴-۵	مدلسازی رفاه اجتماعی برای هر بازیگر
۵۳	.....	۵-۵	سیستم تست مورد استفاده
۵۴	.....	۶-۵	مدلسازی شرایط دینامیک
۵۴	.....	۷-۵	روش بهینه سازی به کار رفته
۵۵	.....	۸-۵	بخش اول نتایج-نمایش کارایی تابع هدف پیشنهادی
۵۶	.....	۵-۸-۱	نتایج شبیه سازی حالت اول
۶۲	.....	۵-۸-۲	نتایج شبیه سازی حالت دوم
۶۴	.....	۵-۸-۳	کاربرد دیگر الگوریتم پیشنهادی
۶۷	.....	۵-۹-۹	بخش دوم نتایج- به کارگیری آنالیز ریسک
۶۷	.....	۵-۹-۱	سناریوهای در نظر گرفته شده
۶۹	.....	۵-۹-۲	تکمیل روش
۷۱	.....	۵-۱۰	تضخیرات متوسط LMP باسهای شبکه
۷۲	.....	۵-۱۱	مزایای روش پیشنهادی
۷۳	.....	۵-۱۲	نتیجه گیری

فصل ششم- نتیجه گیری و پیشنهادات

۷۴	.....	۶-۱	جمع بندی
۷۶	.....	۶-۲	نتیجه گیری
۷۷	.....	۶-۳	پیشنهادات
۷۸	.....		مراجع

فهرست اشکال

- شکل ۱-۲ دیاگرام تک خطی شبکه دو باسه ۱۱
- شکل ۱-۴ نتایج تحلیل روی شبکه نمونه Garver ۳۱
- شکل ۲-۴ نتایج مطالعات انعطاف پذیری طرحهای توسعه شبکه انتقال ۳۲
- شکل ۳-۴ مقدار ظرفیت مورد نیاز برای تقویت خط ۳۶
- شکل ۱-۵ منحنی لورنتز ۴۳
- شکل ۲-۵ منحنی لورنتز و شاخص جینی برای بازیگران بازار برق در مرجع [۲۲] ۴۴
- شکل ۳-۵ مدل بازار با ISO و Transco یکپارچه ۴۶
- شکل ۴-۵ نمایش قیمت دهی تولید و مصرف ۴۸
- شکل ۵-۵ دیاگرام تک خطی شبکه با قیمت دهی دوطرفه ۵۰
- شکل ۶-۵ نمودار نشان دهنده SS، CS و NR در شبکه ای با قیمت دهی دوطرفه خطی ۵۰
- شکل ۷-۵ منحنی پیشنهادی برای محاسبه شاخص وزن دهی ۵۲
- شکل ۸-۵ دیاگرام تک خطی شبکه ۱۴ باسه استاندارد IEEE ۵۳
- شکل ۹-۵ نمایش کروموزوم به کار رفته برای کدینگ ۵۴
- شکل ۱۰-۵ توزان هر بازیگر در طول افق ۸ ساله ۵۷
- شکل ۱۱-۵ رفاه هر بازیگر در طول افق ۸ ساله ۵۷
- شکل ۱۲-۵ رفاه واحدهای تولیدی در طول افق ۸ ساله ۵۸
- شکل ۱۳-۵ LMP در هر باس در طول افق ۸ ساله ۵۸
- شکل ۱۴-۵ تغییرات تابع هدف در طول تغییرات نسل GA ۵۹
- شکل ۱۵-۵ رفاه نسبی واحدهای تولیدی به ازای دو مقدار a ۶۰
- شکل ۱۶-۵ روند تغییرات رفاه کل در طول ۸ سال ۶۱
- شکل ۱۷-۵ رفاه نسبی واحدهای تولیدی نسبت به تغییرات a ۶۱
- شکل ۱۸-۵ رفاه نسبی واحدهای تولیدی نسبت به تغییرات پارامتر a در حالت دوم راندمان ها ۶۳
- شکل ۱۹-۵ رفاه نسبی واحدها نسبت به تغییرات a در حالت وزن دهی واحدها ۶۵
- شکل ۲۰-۵ منحنی متناظر شاخص وزن دهی طرح توسعه پیشنهادی ۶۶
- شکل ۲۱-۵ تغییرات تابع هدف در طول تغییرات نسل GA ۷۰
- شکل ۲۲-۵ تغییرات متوسط LMP ها در طول افق برنامه ریزی ۷۱
- شکل ۲۳-۵ تغییرات متوسط وزن دار LMP ها در طول افق برنامه ریزی ۷۱

فهرست جداول

- جدول ۴-۱ ارزیابی سه طرح پیشنهادی از دیدگاه هر تابع هدف ۳۲
- جدول ۵-۱ رندمان واحدهای تولیدی در حالت اول ۵۶
- جدول ۵-۲ خطوط جدید پیشنهادی ۵۶
- جدول ۵-۳ رفاه واحدهای تولیدی ۵۹
- جدول ۵-۴ رندمان واحدهای تولیدی در حالت دوم ۶۲
- جدول ۵-۵ خطوط پیشنهادی حالت دوم ۶۳
- جدول ۵-۶ امتیاز دهی واحدهای تولیدی مطابق نظر طراح ۶۴
- جدول ۵-۷ مقدار رفاه اجتماعی در دو حالت $a=0$ و $a=1$ ۶۵
- جدول ۵-۸ مقدار تابع هدف ITE ۶۸
- جدول ۵-۹ پشیمانی هر طرح در هر سناریو ۶۹
- جدول ۵-۱۰ خطوط جدید پیشنهادی طرح C ۶۹
- جدول ۵-۱۱ امکان رخداد سناریوها در آینده ۷۰
- جدول ۵-۱۲ پشیمانی وزن دار هر طرح در هر سناریو ۷۰

فصل اول

پیشگفتار

۱-۱) مقدمه

صنعت برق، قلب تپنده صنایع مختلف در هر کشور بوده و بر وضعیت اقتصادی، اجتماعی، سیاسی، فرهنگی و رفاهی جامعه اثر گذار است. در سالهای اخیر به دلایلی همچون جبران کمبودهای سرمایه‌گذاری، افزایش بازدهی، ایجاد حق انتخاب برای مشترکین، ایجاد رقابت و غیره، صنعت برق اکثر کشورها روند تحولی بزرگ را طی کرده اند که از این تحول به سوی بازار رقابتی، به عنوان مقررات زدایی و تجدید ساختار صنعت برق نام برده می شود.

در ساختار جدید، انرژی الکتریکی به عنوان یک کالا و انتقال به عنوان یک خدمت قابل دسترس همگان و سایر خدمات لازم برای سیستم قدرت به عنوان خدمات جانبی مطرح شده است. با تجدید ساختار در صنعت برق و جداسازی شرکت های مرتبط با آن، نگاه به موضوعات و مسائل مربوط به بهره برداری و برنامه ریزی سیستم نیز متحول شد.

شبکه انتقال، به دلیل اینکه فراهم کننده بستر مورد نیاز برای رقابت شرکت کنندگان در بازار برق می باشد، جزء مهمترین بخشهای یک سیستم قدرت تجدید ساختار شده است. با توجه با افزایش تقاضا برای مصرف برق، اگر شبکه انتقال به موقع و به اندازه کافی توسعه پیدا نکند، رقابت را که از اصلی ترین شاخصه های بازار برق محسوب می شود خدشه دار می کند. لذا به همان اندازه که توسعه بخش تولید اهمیت دارد، توسعه سیستم انتقال هم مهم و قابل توجه است.

با تأسیس چارچوب های تنظیمی جدید در محیط رقابتی، نیاز به بازبینی برنامه ریزی شبکه انتقال احساس شد. این بازبینی باید مدل ها، الگوریتم ها و همچنین مسائل به وجود آمده، بخاطر ویژگی های خاص فعالیت شبکه انتقال توان، در یک محیط تجدید ساختار یافته را شامل شود. پس از تجدید ساختار در برق عدم قطعیت ها افزایش یافته و اهداف توسعه انتقال دستخوش تغییر شده است. لذا، ارائه روشهای جدید مناسب برای توسعه انتقال در محیط های مقررات زدایی شده ضروری به نظر می رسد.

در محیط رقابتی، تنوع زیاد الگوهای مبادله انرژی و تأثیر گذاری توسعه انتقال بر بسیاری از شرکت کنندگان بازار. موضوعات جدیدی در مسئله توسعه شبکه انتقال ایجاد کرده است. این مسئله از نظر گروه های مختلف اجتماعی نظیر تولید کننده، مصرف کننده، سرمایه گذار و رگولاتور با اهداف متفاوتی دنبال می شود که این امر برنامه ریزی را دشوارتر می سازد.

تبیین رابطه متقابل بین برنامه ریزی توسعه انتقال و توسعه تولید، سطح عدم قطعیت زیاد، نیاز به بازبینی معیارهای قابلیت اطمینان، امنیت، و مفهوم اقتصادی آنها، انعطاف پذیری طرحها، نیازهای دینامیکی فرایند طراحی توسعه انتقال و تعریف تابع هدف مناسب برای مسئله، از عمده ترین چالش های موجود در این موضوع می باشند.

تعدادی از کشورها قوانین و راهبردهایی برای توسعه متوازن سیستم انتقال تنظیم کرده اند. جستجوی مدل های خاص برای برنامه ریزی انتقال در یک محیط مقررات زدایی شده هنوز ادامه دارد. ولی می توان گفت تئوری و ابزارهای موجود مسئله برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال، هنوز کمتر از نیازهای عملی بازار برق است.

برنامه ریزی برای توسعه شبکه طی افقی چند ساله، مبحث مهمی است که کمتر به آن پرداخته شده است. چون در این برنامه ریزی، علاوه بر مقدار و محل توسعه مورد نظر، زمان احداث تجهیزات جدید هم باید مشخص شود؛ این مسئله منجر به تعداد زیادی از متغیرها و قیود می گردد که نیاز به تلاش محاسباتی وافری برای یافتن طرح مناسب دارد.

۱-۲) اهداف تحقیق

تأثیر دادن وزن دهی واحدها مطابق نظر طراح در برنامه ریزی توسعه شبکه انتقال و حل مسئله در محیط رقابتی و برای افقی چند ساله موضوعی است که تا به حال به آن پرداخته نشده است.

روش پیشنهادی تلاش دارد برای مسئله دینامیک توسعه شبکه انتقال با در نظر گرفتن رفاه اجتماعی کل و همچنین جهت دهی توسعه شبکه به سمت مورد نظر طراح مدل مناسبی ارائه دهد. در نهایت با استفاده از آنالیز ریسک بهترین طرح معرفی می شود.

انتظار می رود با استفاده از روش پیشنهادی، توسعه جهت داری از شبکه انتقال داشته باشیم که در آن؛ علاوه بر حداکثر شدن رفاه اجتماعی کل، رفاه نسبی (رفاه تقسیم بر رفاه کل واحدها) واحدی که وزن بیشتری دارد، بیشتر از رفاه نسبی در حالتی که این شاخص در نظر گرفته نمی شود باشد. مثلاً اگر وزن دهی واحدها مطابق با راندمان آنها انجام شود با برنامه ریزی توسعه شبکه به صورت روش پیشنهادی، واحدهای با راندمان بالاتر از رفاه نسبی بیشتری برخوردار خواهند شد.

برای در نظر گرفتن عدم قطعیت ها در آینده، چند سناریوی مختلف برای افق برنامه ریزی سیستم در نظر گرفته شده و با استفاده از تکنیک حداقل کردن حداکثر پشیمانی، بهترین طرح توسعه انتقال با لحاظ کردن بعضی موارد غیر قطعی در برنامه ریزی آینده به دست خواهد آمد.

روش پیشنهادی روی سیستم ۱۴ باسه IEEE تست شده و برای نشان دادن کارایی روش پیشنهادی، نتایج آن ارائه شده است.

۳-۱) مروری بر فصل های پایان نامه

پس از این پیشگفتار و در فصل دوم، موضوع توسعه شبکه انتقال و ضرورت برنامه ریزی برای آن بیان می شود. ویژگی ها و چالش های این مسئله به خاطر تجدید ساختار در صنعت برق نیز در این فصل مورد بررسی قرار می گیرد. در فصل سوم برخی اصطلاحات و مفاهیم مرتبط با موضوع که در این رساله به کار رفته اند؛ معرفی و مختصراً توضیح داده می شوند. فصل چهارم به مرور مدلهای ارائه شده برای توسعه شبکه انتقال می پردازد. در فصل پنجم روش پیشنهادی و نتایج شبیه سازی ها ارائه می گردد. فصل ششم نتیجه گیری و پیشنهادات را شامل می شود. در پیوست نیز مروری کوتاه بر ویژگی های الگوریتم ژنتیک داشته و سپس مشخصات سیستم تست به کار رفته برای آزمایش مدل پیشنهادی، ارائه شده است.

فصل دوم

توسعه شبکه انتقال

۱-۲ مقدمه

صنعت برق به عنوان زیربنا در زیر ساخت اساسی فعالیت های صنعتی، اقتصادی، اجتماعی، و کشاورزی هر کشوری نقش بسزایی را ایفا می کند. در سالهای اخیر اکثر کشورها ساختار صنعت برق خود را متحول کرده اند که از این تحول به سوی ساختار رقابتی، به عنوان مقررات زدایی و تجدید ساختار صنعت برق نام برده می شود. در ساختار جدید انرژی الکتریکی به عنوان یک کالا و انتقال به عنوان یک خدمت قابل دسترس همگان و سایر خدمات لازم به عنوان خدمات جانبی مطرح می شود. فرایند تجدید ساختار نشان داد که با رقابتی کردن صنعت برق می توان، بهره وری سیستم را افزایش داد، و قیمت انرژی الکتریکی تحویلی به مصرف کنندگان را کاهش داد. در طی تجدید ساختار، مجزا سازی^۱ بخشهای تولید و انتقال و توزیع صورت می گیرد.

شبکه انتقال به دلیل اینکه فراهم کننده بستر مورد نیاز برای رقابت شرکت کنندگان در بازار برق می باشد، جزء مهمترین بخشهای یک سیستم قدرت تجدید ساختار شده است. با توجه با افزایش تقاضا برای مصرف برق، اگر شبکه انتقال به موقع و به اندازه کافی توسعه پیدا نکند، رقابت را که از اصلی ترین شاخصه های بازار برق محسوب می شود، خدشه دار می کند. لذا به همان اندازه که توسعه بخش تولید اهمیت دارد، توسعه سیستم

^۱ unbundling

انتقال هم مهم و قابل توجه است [۱]. مهمترین هدف برنامه ریزی انتقال در بازار رقابتی برق، تحویل دادن انرژی مطمئن^۲ از ژنراتورها به بارها، کاهش قدرت بازار^۳ ناشی از سیستم انتقال و فراهم کردن یک محیط عادلانه برای همه شرکت کنندگان در بازار است [۳].

در ابتدا، بهتر است انواع سازمان ها و شرکت های موجود در بازار برق معرفی شوند. البته ممکن است در همه بازارها، تمام این نهادها وجود نداشته باشند. گاهی یک شرکت یا سازمان چندین نقش را بر عهده دارد.

۲-۲) بازیگران بازار

شرکت تولیدی^۴ (genco) فروشنده انرژی الکتریکی تولیدی خود می باشد. شرکت تولیدی خدمات دیگری را نیز که بهره بردار سیستم برای حفظ امنیت شبکه و همچنین تأمین برق با کیفیت مطلوب به آنها نیاز دارد، مانند کنترل ولتاژ، کنترل فرکانس، و ذخیره ارائه می کند.

شرکت توزیع^۵ (disco) مالک و بهره بردار شبکه توزیع می باشد.

خرده فروش^۶ انرژی الکتریکی را از بازار عمده فروشی می خرد و آن را به مصرف کنندگانی که تمایل یا مجوز حضور در بازار عمده فروشی ندارند، می فروشد.

بهره بردار بازار^۷ (MO) پیشنهادهای خرید^۸ و فروش^۹ انرژی را دریافت می کند، و تسویه پیشنهادهای پذیرفته شده را بر عهده دارد.

بهره بردار مستقل سیستم^{۱۰} (ISO) مسئول اصلی حفظ امنیت سیستم قدرت می باشد. وجود چنین نهادی برای اطمینان از دسترسی آزاد و منصفانه به سیستمهای انتقال و نیز اطمینان از بهره برداری کارا و ایمن ضروری است.

^۲ reliable

^۳ market power

^۴ Generating company

^۵ Distribution company

^۶ Retailer

^۷ Market Operator

^۸ Bid

^۹ Offer

^{۱۰} Independent System Operator

شرکت انتقال^{۱۱} (transco) دارایی های انتقال نظیر خطوط هوایی، کابلها، ترانسفورماتورها و جبران سازه های توان راکتیو را در اختیار دارد.

نهاد تنظیم کننده^{۱۲} نهاد قانون گذار بازار برق است.

مصرف کنندگان کوچک انرژی برق را از یک خرده فروش می خرند.

مصرف کنندگان بزرگ که غالباً به واسطه خرید مستقیم برق از بازار، نقش مهمی در بازار برق دارند-[۲].

۲-۳) انحصار سیستم انتقال

ساختار جدید طوری طراحی می شود که شرکت ها به صورتی رقابتی عمل کنند و هیچ شرکتی نمی تواند دارای حق انحصاری در تولید یا توزیع باشد. با این حال سیستم انتقال همچنان ماهیتی انحصاری دارد. البته این سیستم ویژگی ها و وظایف متناسب با ساختار جدید را باید دارا باشد. طبیعت انتقال ذاتاً انحصاری است و اینکه سرمایه گذاران تصمیم بگیرند شبکه انتقال جدیدی طراحی کرده و از آن برای رقابت با شبکه انتقال موجود بهره برداری کنند؛ هیچ گاه قابل تصور نیست. به خاطر این انحصار، باید به شکل مناسبی بر روی انتقال برق نظارت باشد تا سیستم از حالت بهینه دور نشود. دست یابی به این هدف چندان ساده نیست [۴].

۲-۴) تلفات در شبکه های انتقال

انتقال توان الکتریکی در یک شبکه با تلفات همراه است. چون انرژی تلف شده باید به وسیله مولدها جبران شود، باید احتساب تلفات و هزینه های آن در بازار برق را در نظر گرفت. تلفات تابعی خطی از توان عبوری در شبکه انتقال نیست؛ لذا به سادگی نمی توان ارتباط بین تلفات ناشی از یک معامله را بر اساس مکان طرفین مبادله و مقدار توان انتقالی مشخص نمود. در واقع ممکن است این تلفات به تمام مبادلاتی که در شبکه صورت می پذیرند، بستگی داشته باشد [۵].

^{۱۱} Transmission company

^{۱۲} Regulator

۲-۵) هزینه انتقال

در یک سیستم رقابتی، شرکت مدیریت شبکه هزینه انتقال انرژی الکتریکی را محاسبه کرده و در قیمت تمام شده برق لحاظ می‌کند. هزینه انتقال باید طوری محاسبه گردد که انگیزه لازم برای سرمایه‌گذاری را توسط سیگنال‌های مناسب ایجاد کند. این محاسبه هزینه باید به صورتی ساده قابل انجام بوده و همچنین روشن و شفاف برای همه بازیگران بازار باشد. عمده‌ترین موارد هزینه‌های انتقال، هزینه‌های بهره‌برداری مثل هزینه‌های نگهداری و تعمیر، هزینه‌های حفظ قابلیت اطمینان و هزینه‌های سرمایه‌گذاری برای توسعه می‌باشد. هزینه انتقال توسط هر دو سمت انتقال برق، یعنی تولید و مصرف پرداخت می‌شود و این علاوه بر بهایی است که شرکتها بابت اتصال به شبکه پرداخت می‌کنند.

روشهای متنوعی برای تخصیص هزینه انتقال پیشنهاد شده است. مرجع [۵] به طور مفصل به این روشها پرداخته است. روشهایی مانند تمبر پستی، مگاوات-مایل و مسیر قرارداد سابقه بیشتری دارند. از روشهای دیگر که اخیراً مطرح شده اند، می‌توان روشهای ردیابی و روشهای مبتنی بر پخش بار را نام برد.

۲-۶) ضرورت توسعه شبکه انتقال

با توجه به اینکه شبکه انتقال واسطه‌ای برای قراردادهای بین خریداران و فروشندگان است، هر تنگنا و محدودیتی در انتقال از رقابت کامل بین شرکت کنندگان بازار جلوگیری می‌کند. این مسأله معمولاً منجر به ایجاد قدرت بازار و بالا رفتن قیمتها می‌شود. بنابراین، توسعه و بهره‌برداری مؤثر از سیستم انتقال برای عملکرد مناسب بازارهای برق رقابتی بسیار مهم است [۶].

در واقع تجدید ساختار در برق بر این پایه است که سیستم انتقالی مطمئن، با ظرفیت مناسب و انعطاف پذیر در دسترس باشد به طوری که در حالت ایده آل، همه مبادلات، صرف نظر از مکان تغذیه کننده و مصرف کننده (مشتری)، قابل انجام باشد [۷].

۷-۲) ویژگی های سرمایه گذاری در انتقال

- ۱- برگشت ناپذیری سرمایه گذاری در انتقال: جابجایی خط انتقال به منطقه دیگری که سود دهی بیشتری دارد، پس از احداث آن امکان پذیر نیست.
- ۲- عمر طولانی دارایی های انتقال: اکثر تجهیزات انتقال برای دوره کاری ۲۰ تا ۴۰ سال یا حتی بیشتر طراحی شده اند. در طول چنین بازه زمانی طولانی، پارامترهای زیادی ممکن است تغییر کنند. مثلاً، ممکن است توزیع جغرافیایی تقاضا جابجا شود. در این حالت، فقط کسری از ظرفیت خط انتقالی که بر اساس پیش بینی نادرست ساخته شده، مورد استفاده قرار می گیرد [۸].
- ۳- گسسته بودن سرمایه گذاری های انتقال: تجهیزات انتقال فقط در محدوده خاصی از ولتاژ و MVA نامی استاندارد شده، ساخته می شوند. لذا ساختن یک تجهیز انتقال با مقادیر نامی مطابق نیاز آن، غالباً امکان پذیر نیست [۲].

۸-۲) تأثیر ساختار سیستم قدرت بر توسعه شبکه انتقال

تجدید ساختار و در نتیجه پیدایش قیود بازار و افزایش عدم قطعیت ها، چالش های جدیدی در برنامه ریزی توسعه سیستم ایجاد نموده و طراحان توسعه انتقال را در معرض اهداف جدیدی قرار داده است [۹]. هدف از توسعه انتقال در محیط سستی تأمین مصرف مورد نیاز، البته با حفظ قابلیت اطمینان سیستم بوده است. ولی مهمترین هدف از این توسعه در محیط تجدید ساختار یافته، تحویل دادن انرژی الکتریکی با کیفیت مناسب به مصرف کنندگان و فراهم کردن محیطی عادلانه برای رقابت آزاد بین همه شرکت کنندگان در بازار است [۱۰]. در محیط های سستی که عدم قطعیت در آن کمتر از محیط های رقابتی است، توسعه انتقال به صورت متمرکز و هماهنگ با توسعه تولید صورت می گیرد [۱۱]. ولی در محیط رقابتی بنحاطر دسترسی آزاد و پخش بار بر پایه قیمت دهی^{۱۳}، الگوهای تولید و مصرف مرتباً تغییر می کنند و عدم قطعیت در مکان یابی و زمان بندی نصب

^{۱۳} bid-based