

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده‌ی فنی و مهندسی
بخش مهندسی برق

پایان‌نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد
رشته مهندسی برق گرایش قدرت

بررسی اثرات تولیدات مجازی و تجدیدپذیر در تعیین قیمت حاشیه‌ای
محلی برق (LMP)

مؤلف:

امین شهسواری گوغری

استاد راهنما:

دکتر مسعود رشیدی نژاد

استاد مشاور:

دکتر امیر عبدالمهی

بهمن ۱۳۹۲



دانشگاه شهید باهنر کرمان

این پایان نامه به عنوان یکی از شرایط درجه کارشناسی ارشد به

بخش مهندسی برق

دانشکده فنی و مهندسی

دانشگاه شهید باهنر کرمان

تسلیم شده است و هیچ گونه مدرکی به عنوان فراغت از تحصیل دوره مزبور شناخته نمی شود.

دانشجو: امین شهبواری گوغری

استاد راهنما: دکتر مسعود رشیدی نژاد

استاد مشاور: دکتر امیر عبدالهی

استاد داور ۱: دکتر حسین هژبری

استاد داور ۲: دکتر علیرضا عسکرزاده

نماینده تحصیلات تکمیلی دانشکده در جلسه دفاع: دکتر سعید اسماعیلی

معاون آموزشی و پژوهشی دانشکده: دکتر مریم احتشام زاده

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان

تقدیم به:

پدر و مادر عزیز و همسر گرانقدرم

مهربان فرشتگانی که؛

لحظات نابِ باورِ بودن، لذت و غرورِ دانستن، جسارتِ خواستن، شکوهِ توانستن، عظمتِ رسیدن و تمام تجربه های یکتا و زیبای زندگیم، مدیون حضور سبز آنهاست.

قدردانی:

سپاس خداوندی را که انسان را آفرید و ابواب دانش را به روی او گشود.

سپاس پیامبران آسمانی را که پرتو علم خداوند را به انسان ها تابانیدند.

و سپاس معلمان و اساتید ارجمند را که ادامه دهنده راه انبیاء هستند.

استاد گرامی، آقای دکتر مسعود رشیدی نژاد ، اکنون که با عنایت و لطف ایزد منان و با مساعدت و

راهنمایی های دلسوزانه و نیز با تکیه بر علم و تجربه شما توانستم پا به عرصه تحقیق و پژوهش بگذارم، بر

خود لازم می دانم تا صمیمانه از زحمات بی دریغ شما در این مسیر تشکر و قدردانی نمایم. بی شک هر

گامی که در این راه برداشتم مدیون یاری و سعه صدر شما استاد بزرگوار هستم.

چکیده

تولید انرژی الکتریکی از منابع تجدیدپذیر یکی از مطلوبترین راهکارها برای مقابله با کمبود سوخت‌های فسیلی، جلوگیری از انتشار گازهای گلخانه‌ای است. یکی از مهمترین انرژی‌های تجدیدپذیر انرژی بادی می باشد که پتانسیل بالایی برای تولید انرژی الکتریکی در اکثر نقاط کره زمین داراست. واحدهای تجدید پذیر دارای نامنظمی و عدم قطعیت ذاتی می باشند که وارد کردن آنها را در برنامه ریزی ها دچار مشکل می کند. توربین بادی به دلیل تغییرات سریع سرعت باد دارای توان خروجی لحظه ای متغیری است که موجب می شود نتوان آن را در طراحی ها به صورت دقیق وارد کرد و اغلب برای تعیین میزان خروجی این توربینها باید بر اساس توابع چگالی احتمال و تخمین سرعت باد، مقدار متوسطی برای خروجی توربین بادی بدست آورد. در این پایان‌نامه نمونه‌برداری سرعت باد از طریق توزیع ویبال انجام گرفته و بوسیله منحنی توان تولیدی توربین بادی، توان خروجی حاصل از هر نمونه در هر مزرعه بادی بدست خواهد آمد. تاثیر در نظر گرفتن عدم قطعیت موجود در توان خروجی نیروگاه‌های بادی و همچنین توانایی مشارکت کنندگان سمت مصرف با در نظر گرفتن برنامه های پاسخ تقاضا بر شرایط بهره برداری و قیمت های حدی و نیاز به اقدامات پیشگیرانه جهت مقابله با نوسانات توان خروجی مدل سازی و نتایج آنها مورد تحلیل قرار گرفته است.

کلید واژه: انرژی تجدید پذیر، انرژی باد، عدم قطعیت، پاسخ تقاضا، سناریو، قیمت حدی ناحیه ای، تولید پراکنده.

صفحه	عنوان
۱	فصل اول : مقدمه.....
۲	۱-۱ مقدمه
۲	۲-۱ روند تغییر سیستم‌های قدرت
۴	۳-۱ آشنایی با مفهوم تجدید ساختار در صنعت برق.....
۴	۱-۳-۱ صنعت برق سنتی
۴	۲-۳-۱ انگیزه های تجدید ساختار صنعت برق.....
۵	۳-۳-۱ تاریخچه تجدید ساختار.....
۵	۴-۳-۱ عوامل مؤثر بر روند تجدید ساختار.....
۷	۵-۳-۱ مراحل هشتگانه اصلاحات در صنعت برق.....
۱۲	۴-۱ مروری بر مطالعات پیشین
۱۲	۱-۴-۱ مروری بر مسئله در مدار قرار گرفتن واحدها در فضای عدم قطعیت
۱۳	۵-۱ هدف پایان نامه
۱۳	۶-۱ ساختار پایان نامه
۱۴	۲ فصل دوم: پاسخ تقاضا
۱۵	۱-۲ مقدمه
۱۵	۲-۲ تعریف پاسخ تقاضا
۱۶	۳-۲ دسته بندی انواع پاسخ تقاضا.....
۱۹	۴-۲ فایده‌ها و هزینه‌های برنامه‌های پاسخ تقاضا
۱۹	۱-۴-۲ مزایای DR.....
۲۱	۲-۴-۲ هزینه‌های DR.....
۲۴	۳ فصل سوم: توان بادی
۲۵	۱-۳ مقدمه
۲۵	۲-۳ نگاهی به آینده نزدیک
۲۷	۳-۳ تاثیر باد بر امنیت سیستم

۲۸	۴-۳	تطبیق عدم قطعیت باد در بازارهای برق
۲۹	۵-۳	سناریوسازی توان تولیدی نیروگاه‌های بادی
۲۹	۱-۵-۳	مدل خودهمبستگی
۳۰	۲-۵-۳	مدل میانگین متحرک
۳۰	۳-۵-۳	مدل ARMA
۳۰	۴-۵-۳	روند تولید سناریوهای باد
۳۶	۴ فصل چهارم: مدل‌سازی	
۳۷	۱-۴	مقدمه
۳۷	۲-۴	مدل بازار
۴۲	۳-۴	محاسبه تقریبی تلفات اکتیو
۴۳	۴-۴	محاسبه قیمت‌های حدی ناحیه ای
۴۴	۵-۴	مدلسازی پاسخ تقاضا
۴۵	۱-۵-۴	جابجایی بار
۴۷	۶-۴	مدلسازی در فضای عدم قطعیت
۴۷	۱-۶-۴	برنامه‌ریزی تصادفی
۴۹	۲-۶-۴	متغیرهای تصادفی
۴۹	۳-۶-۴	پروسه تصادفی
۵۰	۴-۶-۴	سناریوسازی
۵۰	۷-۴	مسائل برنامه‌ریزی تصادفی
۵۱	۱-۷-۴	مسائل دو مرحله‌ای
۵۳	۲-۷-۴	تولید سناریو
۵۴	۳-۷-۴	کاهش سناریو
۵۴	۸-۴	مدلسازی عدم قطعیت واحدهای بادی
۵۵	۱-۸-۴	مدلسازی بازار با در نظر گرفتن عدم قطعیت
۵۹	۵ فصل پنجم: مطالعات عددی	
۶۰	۱-۵	مقدمه
۶۰	۲-۵	معرفی شبکه مورد مطالعه
۶۲	۳-۵	نتایج شبیه‌سازی

۶۲۱-۳-۵ بهره‌برداری بدون در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید واحدهای بادی
۶۶۲-۳-۵ بهره‌برداری با در نظر گرفتن عدم قطعیت تولید واحدهای بادی
۷۲۳-۳-۵ بهره‌برداری با در نظر گرفتن پاسخ تقاضا
۷۶ فصل ششم: نتیجه‌گیری و پیشنهادات
۷۷ ۱-۶ نتیجه‌گیری
۷۸ ۲-۶ پیشنهادات
۷۹ مراجع

فهرست اشکال:

- شکل ۱-۲: دسته بندی برنامه‌های پاسخ تقاضا..... ۱۷
- شکل ۲-۲: مزایای برنامه‌های پاسخ تقاضا..... ۲۰
- شکل ۳-۲: تاثیر DR بر قیمت‌های بازار برق..... ۲۱
- شکل ۴-۲: دسته بندی هزینه‌های DR..... ۲۲
- شکل ۱-۳: تبدیل مقادیر متغیر تصادفی سرعت باد از فضای ویال به نرمال و بالعکس..... ۳۳
- شکل ۲-۳: منحنی توان یک توربین بادی نمونه..... ۳۴
- شکل ۳-۳: فلوچارت تولید سناریوهای سرعت باد..... ۳۴
- شکل ۱-۴: درخت سناریو در مساله دو مرحله‌ای..... ۵۲
- شکل ۱-۵: شبکه ۲۴ باسه IEEE..... ۶۱
- شکل ۲-۵: میانگین توان تولیدی مزارع بادی..... ۶۲
- شکل ۳-۵: قیمت‌های حدی ناحیه‌ای در ساعت ۱۸ از دوره بهره‌برداری..... ۶۴
- شکل ۴-۵: هزینه متوسط بهره‌برداری روزانه..... ۶۵
- شکل ۵-۵: قیمت‌های حدی ناحیه‌ای با در نظر گرفتن عدم قطعیت مربوط به ساعت ۱۸..... ۶۶
- شکل ۶-۵: قیمت‌های حدی ناحیه‌ای در دو حالت بهره‌برداری قطعی و غیر قطعی..... ۶۹
- شکل ۷-۵: هزینه روزانه بهره‌برداری با و بدون لحاظ عدم قطعیت باد..... ۷۰
- شکل ۸-۵: منحنی روزانه بار مصرفی کل در حالات مختلف بهره‌برداری برای تابع هدف F2..... ۷۳
- شکل ۹-۵: مقایسه هزینه متوسط تامین انرژی با و بدون پاسخ تقاضا..... ۷۳
- شکل ۱۰-۵: قیمت‌های حدی ناحیه‌ای در باس ۱۸ در ساعت ۱۸ در حالات مختلف توان بادی و پاسخ تقاضا..... ۷۵

فهرست جداول

جدول ۵-۱: مشخصه‌های بهره‌برداری با لحاظ عدم قطعیت باد (مگاوات ساعت) ۷۱

فصل اول

مقدمه

در این فصل ابتدا در بخش ۱-۲ روند تغییرات در سیستم‌های قدرت بررسی شده و در ادامه در بخش ۱-۳ مطالعات صورت گرفته پیشین در مورد در مدار قرار گرفتن واحدهای تصادفی مرور خواهد شد. در بخش ۱-۴ هدف از انجام این پایان نامه و در نهایت در بخش ۱-۵ ساختار کلی پایان نامه ارائه می شود.

۱-۲ روند تغییر سیستم‌های قدرت

در سال‌های اخیر مفاهیم، الگوها و تجهیزات جدیدی در زمینه بهره‌برداری و برنامه‌ریزی سیستم‌های قدرت معرفی شده است. برخی از این مفاهیم، الگوها و تجهیزات عبارت از مشارکت تقاضا در بازار برق، خودروهای برقی، انرژی‌های نو، ادوات^۱ FACTS و تولیدات پراکنده می باشند. دلیل شکل گیری بسیاری از این موارد را می‌توان در تجدیدساختار در سیستم‌های قدرت و خصوصی سازی، مشکلات زیست محیطی و محدودیت در انرژی فسیلی جست‌وجو نمود.

بیش از یک قرن از تولد اولین سیستم‌های انرژی الکتریکی می‌گذرد. در طی این مدت، صنعت برق دچار تغییر و تحول بسیاری شده است. به طوری که امروزه این صنعت به یکی از پیچیده‌ترین و بزرگ‌ترین سیستم‌های ساخت بشر از نظر اقتصادی و تکنولوژی مبدل گردیده است.

با توجه به استفاده روز افزون از انرژی الکتریکی در فعالیت‌های مختلف اقتصادی و اجتماعی، شرایطی ایجاد شده که تصور زندگی و دستیابی به رفاه بدون استفاده از برق امکان‌پذیر نمی‌باشد. از این رو عرضه مداوم و با کیفیت انرژی الکتریکی نقش بسیار مهمی در حصول حرکت و پیشرفت در جنبه‌های مختلف دارد. از طرفی حفظ تداوم و افزایش قابلیت اطمینان عرضه برق، مستلزم سرمایه‌گذاری برای ظرفیت‌سازی و همچنین ارتقای کیفیت بهره‌برداری می‌باشد. برای دستیابی به این مهم، حرکت به سوی تجدید ساختار و ایجاد رقابت در صنعت برق، اجتناب ناپذیر است. تجدید ساختار و ایجاد رقابت در صنعت برق، موجب افزایش کارایی و شناسایی و استفاده از پتانسیل‌های نهفته در شبکه و بهره‌برداری بهینه از سیستم‌های قدرت می‌گردد. از حدود دو دهه قبل برخی کشورها به این نتیجه رسیدند که ایجاد رقابت در صنعت برق، بهترین روش برای ترغیب در استفاده از ظرفیت‌های بالقوه تولیدکنندگان و مصرف‌کنندگان و همچنین سرمایه‌گذاری و سودآوری‌های بیشتر می‌باشد.

استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر برای تولید برق در مقیاس گسترده به دلیل محدودیت در سوخت‌های فسیلی و محدودیت‌های زیست محیطی بسیار مورد توجه می‌باشد. استفاده از انرژی باد و نور خورشید

^۱ Flexible Alternative Current Transmission Systems

برای تولید برق متداولترین انواع انرژی می باشند که تحقیقات در مورد آنها در حال انجام بوده و به صورت موفقی در مقیاس بزرگ پیاده سازی شده اند. با توجه به این که در این پایان نامه تنها انرژی مورد بررسی انرژی باد می باشد، به خصوصیات و الزامات بهره برداری از سیستم در شرایط استفاده از دیگر انرژی های تجدید پذیر برای تولید برق پرداخته نخواهد شد. انرژی باد دارای خصوصیتی می باشد که به منظور استفاده مناسب و فراهم آوردن امکان گسترش تولید برق از آن نیاز به بازبینی در الگوی بهره برداری متداول سیستم های قدرت وجود دارد. به صورت متداول نیروگاه های حرارتی بخش قابل توجهی از تأمین برق را در دهه های گذشته بر عهده داشته و دارند. مقدار توان تولیدی این نیروگاه ها بر اساس مقدار توان درخواستی و بر اساس تصمیم بهره بردار سیستم تعیین می شود. بر خلاف نیروگاه های حرارتی، در مورد تولید توان از انرژی باد، باد به عنوان انرژی اولیه مورد استفاده برای تولید توان قابل توزیع نبوده و مقدار توان بادی تولید شده بر اساس سرعت وزش باد - که یک پارامتر و نه متغیر تصمیم می باشد - تعیین می شود. با این وجود می توان مقداری از توان بادی تولید شده را قطع نمود. در این حالت با توجه به هزینه بالای سرمایه گذاری برای ساخت نیروگاه های بادی، در صورت قطع زیاد توان تولیدی توسط این نیروگاه ها قیمت متوسط برق تولیدی توسط این نیروگاه ها بسیار گران تر از برق تولیدی توسط نیروگاه های حرارتی شده و در نتیجه رقابت پذیری و امکان گسترش آنها محدود خواهد شد. محدودیت دیگر در زمینه استفاده از نیروگاه های بادی برای تولید برق تفاوت در الگوی مصرف برق و سرعت باد می باشد. تغییرات زیاد سرعت باد و دقت کم روش های پیش بینی باد دیگر مشکلات موجود در زمینه بهره برداری سیستم قدرت با حضور نیروگاه های بادی می باشند. برای غلبه بر دو مشکل اخیر بهره بردار سیستم باید مقدار ذخیره های اولیه، ثانویه و ثالثیه بیشتری در مقایسه با حالتی که سیستم بدون حضور نیروگاه های بادی بهره برداری می شود به کار گیرد. علاوه بر این بهره بردار باید استفاده از هر دو نوع ذخیره کاهشی و افزایشی را نیز مدنظر داشته باشد. استفاده از ذخیره کاهشی برای حالتی که توان تولیدی بادی بیشتر از مقدار پیش بینی شده بوده و یا اینکه مقدار بار کمتر از مقدار پیش بینی شده است مورد استفاده قرار می گیرد. از دیگر راهکارهایی که برای مقابله با نوسانات تولید توان بادی مورد استفاده قرار می گیرد، می توان به برنامه های پاسخ تقاضا و مدیریت بار توسط مصرف کننده اشاره کرد که در بازارهای برق دنیا در حال گسترش است.

۱-۳ آشنایی با مفهوم تجدید ساختار در صنعت برق

۱-۳-۱- صنعت برق سنتی

تقریباً در تمام کشورها و در صدساله اخیر صنعت برق به صورت انحصاری بوده و تحت نظارت دولت قرار داشته است. این صنعت به صورت یک انحصار یکپارچه و با ساختار عمودی فعالیت می کرده که مالکیت کلیه تأسیسات تولید، انتقال و توزیع را در اختیار داشته است و فقط شرکت برق ملی و یا محلی مجاز به تولید، انتقال و توزیع و فروش برق تجاری در قلمرو خدماتی خود بود. شرکت برق مجبور بود نیاز تمام مصرف کنندگان منطقه خدماتی خود را تأمین نماید، نه الزاماً آن هایی را که سود آورند. شیوه های عملیاتی و کسب و کار شرکت برق می بایست مطابق با رهنمودها و قواعدی می بود که توسط ناظرین دولتی تأمین می گردید.

نرخ های شرکت برق مطابق با رهنمودها و قواعد تنظیمی دولت بود و دولت تضمین می کرد که این نرخ های تنظیمی یک حاشیه سود عادلانه و منطقی بالاتر از هزینه ها را برای شرکت برق به همراه داشته باشد.

۱-۳-۲ انگیزه های تجدید ساختار صنعت برق

از سال ۱۹۷۰، صنعت عرضه برق در حال تغییر و تحول و حرکت به سمتی است که با اجازه رقابت بین تولیدکننده ها و ایجاد شرایط بازار سعی در کاهش هزینه های تولید و توزیع برق، حذف ناکارآمدی های معین، جدا شدن وظایف و افزایش انتخاب مشتری داشته است. این تحول به سوی بازار رقابتی برق معمولاً مقررات زدایی یا تجدید ساختار نامیده می شود و از جمله مزایای آن می توان به موارد زیر اشاره کرد:

۱. فراهم آوردن حق انتخاب برای مصرف کنندگان.
۲. فراهم آوردن بستری مناسب در جهت ارائه خدمات بهتر.
۳. رقابتی نمودن عرضه کالای برق در سطوح مختلف و به تبع آن تعیین قیمت مناسب برای مصرف کننده
۴. جذب سرمایه های موجود در بخش خصوصی و هدایت آن در جهت انتفاع جمعی و عدم نیاز به سرمایه گذاری کلان دولتی.
۵. افزایش کیفیت کالای ارائه شده با توجه به رقابت موجود

۱-۳-۳ تاریخچه تجدید ساختار

سرآغاز اصلاحات اخیر در صنعت برق دنیا را می‌توان از سال ۱۹۷۰ دانست که در طی آن ابتدا فعالیت در بخش تولید برق، برای تولیدکنندگان کوچک و تازه‌وارد مجاز شمرده شد تا آن‌ها نیز بتوانند در این بخش فعالیت اقتصادی داشته باشند. در سال ۱۹۷۸ دولت ایالات متحده قوانین تصویب نمود که بر طبق آن شرکت‌های برق مجبور به خرید برق از این گونه تولیدکنندگان بودند. در سال ۱۹۸۲ در شیلی قانونی به تصویب رسید که بر اساس آن به مصرف‌کنندگان بزرگ حق انتخاب خرید از شرکت‌های مختلف را می‌داد که این انتخاب براساس یک توافق دو جانبه بر سر قیمت برق صورت می‌گرفت.

بازار برق انگلستان و ولز یا اصطلاحاً POOL در سال ۱۹۹۰ شکل گرفت که مکانیزم بهره‌برداری از آن بهترین مکانیزم بهره‌برداری در دنیا بود. به دنبال آن نروژ در سال ۱۹۹۱ یک بازار مشابه POOL به صورت رقابتی طراحی کرد که در سال ۱۹۹۶ با وارد شدن سوئد این بازار گسترش یافت و این بازار اکنون به نام NORD POOL معروف شده است. هم‌اکنون در این بازار کشورهای فنلاند و دانمارک نیز عضو شده‌اند. در سال ۱۹۹۸ بازار ملی برق استرالیا نیز راه‌اندازی شد. در همین راستا تبادل انرژی الکتریکی به شکل رقابتی در سال ۱۹۹۸ در اسپانیا و ایالت متحده آغاز گردید.

۱-۳-۴ عوامل مؤثر بر روند تجدید ساختار

۱- کارآیی

یکی از عوامل کلیدی اصلاحات صنعت برق افزایش کارآیی بود. دولت‌ها به دنبال بحران نفتی ۱۹۷۳ پی بردند که سرمایه‌گذاری آن‌ها در بخش برق جوابگوی تقاضای روزافزون الکتریسیته نخواهد بود. بنابراین تغییر ساختار صنعت برق با تأکید بر ایجاد بازارهای رقابتی می‌توانست منجر به استفاده بهینه تر از منابع و افزایش کارآیی شود.

۲- پیشرفت‌های جدید در فناوری

پیشرفت فناوری عامل مهم دیگر برای تغییر ساختار بود. دو نوآوری در بخش برق اثر عمده‌ای در خصوصی‌سازی این صنعت داشت: نخست دستیابی به فناوری ساخت نیروگاه‌های سیکل ترکیبی بود. بکارگیری نیروگاه‌های سیکل ترکیبی با سطح اطمینان بالاتر و ابعاد کوچکتر می‌تواند امکان عرضه برق را با توجه به افزایش تقاضا مهیا سازد. دومین نوآوری امکان بکارگیری اطلاعات در مدیریت صنعت برق بود. امکان دستیابی سریع به اطلاعات مربوط به هزینه‌های تولید برق نیروگاه‌های مختلف

از طریق شبکه‌های مخابراتی و کامپیوتری پرسرعت، ایجاد بازارهای عمده فروشی برق و اداره بازارهای یکپارچه برق (Power Pool) را میسر می‌سازد.

۳- رقابت جهانی

امروزه طیف وسیعی از کالاهای انرژی بر، در تجارت جهانی وارد شده اند. از این رو شرکت‌های عرضه کننده این کالاها سعی می‌نمایند هزینه تولید این کالاها را حداقل نمایند تا امکان رقابت در بازارهای جهانی میسر باشد که برای این کار قیمت برق مصرفی این شرکت‌ها از اهمیت خاصی برخوردار است. شرکت‌ها به دنبال آن هستند که برق را از واحدهایی خریداری نمایند که قیمت عرضه آن‌ها کمتر باشد. به همین دلیل تجارت جهانی عاملی مهم در تغییر ساختار صنعت می‌باشد.

۴- یکپارچگی سیستم انتقال

یکپارچگی سیستم انتقال می‌تواند موجب ایجاد فرصت پاسخگویی به تقاضاهای مختلف از طریق تشکیل بازار عمده برق فروشی شود.

۵- محدودیت های مالی

استفاده از تسهیلات بانک جهانی برای افزایش ظرفیت تولید برق و یا بهبود شبکه های انتقال و توزیع نیازمند آن است تا سیاست‌های تحمیلی از سوی این بانک اجرا شود، برخی از این سیاست‌ها عبارتند از:

۱- تجدید ساختار یکپارچه و خصوصی کردن تأسیسات

۲- تجدید ساختار مالی و اصلاح تعرفه ها

۳- ایجاد ناظر مستقل بر عملیات برق

۴- ایجاد بازار رقابتی برق

۶- شرایط خاص کشورها

علاوه بر موارد بالا، اهداف تجدید ساختار و خصوصی سازی صنعت برق در هر کشور متفاوت می‌باشد که می‌توان آن اهداف را با توجه به پیشرفته یا در حال توسعه بودن کشورها تقسیم بندی نمود.

۶-۱ کشورهای پیشرفته

علل تجدید ساختار صنعت برق در کشورهای پیشرفته عبارتند از:

۱- تأمین نظر مشتریان در رابطه با انتخاب تولیدکننده

۲- ایجاد فضای رقابتی و کاهش هزینه‌ها و به دنبال آن افزایش کارایی

۳- منطقی کردن اهداف و ایجاد سرمایه‌گذاری ریسکی

در فضای تجدید ساختار شده ریسک سرمایه‌گذاری از مصرف‌کننده به تولیدکننده منتقل می‌شود.

۲-۶ کشورهای در حال توسعه

۱- این کشورها با تقاضای روز افزون برق و عدم توانایی دولت‌ها در سرمایه‌گذاری و تأمین

عرضه متناسب با تقاضا مواجه هستند، لذا هدف از تجدید ساختار جذب سرمایه‌های

داخلی و خارجی برای افزایش عرضه می‌باشد.

۲- به علت وجود انحصار طبیعی در صنعت برق رقابت سالم در عرصه‌های تولید، انتقال و

توزیع وجود ندارد و تجدید ساختار می‌تواند ضمن ایجاد رقابت، کارایی را افزایش

دهد.

۳- شفاف نمودن روابط مالی و مشخص شدن هزینه واقعی انرژی

۱-۳-۵ مراحل هشت‌گانه اصلاحات در صنعت برق

کشورهای مختلفی در راه اصلاح ساختار برق و ایجاد یک ساختار رقابتی در صنعت برق قدم‌هایی را

برداشته‌اند. برای اصلاح ساختار برق هشت مرحله شناخته شده است که این مراحل را به علت

تفاوت‌های ذاتی کشورها و تفاوت شرایط صنعت و اقتصادی آن‌ها نمی‌توان جهان شمول دانست؛ اما

ممکن است از آن‌ها به عنوان راهنمایی در اجرای مراحل اصلاح صنعت برق استفاده نمود.

۱- جداسازی انحصارات عمودی

اولین مرحله از اصلاح ساختار برق جداسازی سیستم یکپارچه عمودی این صنعت در تولید، انتقال،

توزیع و خرده‌فروشی می‌باشد.

از نظر برنامه ریزان سنتی سیستم برق، صنعت برق باید به صورت یک انحصار عمودی باشد؛ چون با

توجه به عدم شباهت برق به هر کالای دیگری از جمله غیر قابل ذخیره بودن آن به طور گسترده و

وجود صرفه‌های مقیاس در نیروگاه‌های بزرگ برق، هزینه‌های قراردادی مربوط به مراحل مختلف

تولید، انتقال و توزیع برق به علت انجام شدن در یک سیستم انحصاری کاهش می‌یابد. اما با وجود

موارد فوق، نظریات جدید تصریح می‌کنند که کارایی اقتصادی در صنعت برق رقابتی به مراتب

بیشتر از کارایی اقتصادی در یک انحصار عمودی است و با حضور تولیدکنندگان مستقل برق و

استفاده از تکنولوژی اطلاعات و نیز تکنولوژی‌های پیشرفته می‌توان گام‌های بزرگی در استفاده

کارا تر از برق برداشت. در ضمن وجود رقابت در صنعت برق متصدیان برق را به جلب مشتری از طریق ارائه خدمات بهتر با قیمت‌های پایین‌تر تشویق می‌نماید.

۲- ایجاد بازار عمده فروشی برق

ایجاد بازار عمده فروشی نیازمند تجدیدساختار در تولید برق یعنی ایجاد شکاف در مالکیت نیروگاه‌ها، ایجاد بهره برداری مستقل و اعمال مقررات برای کنترل و نظارت بر تجارت رقابتی می‌باشد. بعد از تفکیک وظایف به تولید، انتقال و توزیع، باید انحصار افقی در تولید شکسته شده و قیمت‌ها بدون دخالت دولت توسط فشارهای رقابتی بین تولیدکنندگان و از طریق بازار عمده فروشی برق تعیین گردد. برای ایجاد بازار برق موارد اساسی زیر باید مورد توجه قرار گیرند.

الف - تفکیک انحصار تولید

برای حفظ قیمت‌ها در سطح پایین و کارآیی در سطح بالا، باید انحصار افقی در سطح تولید از بین برود و در ضمن قوانین رقابتی مؤثری وجود داشته باشد تا امکان سوء استفاده از قدرت بازار از طریق راکد کردن سطح رقابت و افزایش قیمت‌ها در دوره‌ای خاص، از تولیدکنندگان گرفته شود.

ب - انتخاب سیستم بهره‌برداری مستقل

در مرحله تفکیک افقی تولید، باید یک بهره‌بردار مستقل به عنوان هماهنگ‌کننده بین تولیدکنندگان برای تأمین برق مورد نیاز سیستم، مراقبت از امنیت، برنامه‌ریزی برای توسعه شبکه، توازن لحظه به لحظه عرضه و تقاضا و کنترل فرکانس و ولتاژ سیستم فعالیت کند. این بهره‌بردار مستقل باید از هرگونه مالکیت در سیستم انتقال مجزا باشد.

ج - طراحی بازار

خرید و فروش برق به دو صورت انجام می‌گیرد:

۱- قراردادهای دو جانبه بین مشارکت‌کنندگان منفرد

۲- توسط یک مکانیزم از قبل مشخص شده توسط بازار یکپارچه برق (Power pool) که لزوماً به عنوان یک قرارداد چند جانبه بین تمام شرکت‌کنندگان بازار می‌باشد. در معاملات دو جانبه عرضه‌کننده‌ها و مصرف‌کننده‌ها به طور مستقل معامله می‌کنند و میزان تولید و مصرف و شرایط مالی مربوط را بدون دخالت ISO¹ تعیین می‌کنند. وقتی مصرف‌کنندگان

¹ Independent System Operator

ارزانترین تولیدکننده‌ها را انتخاب می‌کنند، کارآیی اقتصادی ارتقا می‌یابد. اما ویژگی‌های یکسان شبکه‌های انتقال برق به کارگیری این مدل را مشکل می‌کند. مشکلات ایجاد شده به دلیل فقدان هماهنگی بین معاملات مستقل، به تجاوز و نقض محدودیت‌های شبکه از قبیل تراکم و تلفات سیستم انتقال منجر می‌شود.

در واقع برای مدیریت تراکم، بهره‌بردار سیستم می‌تواند یکی از اهداف مختلف را به کار برد. محدوده این اهداف از یک فرمولاسیون حداقل هزینه شروع شده و تا روشی که منجر به حداقل تغییرات ممکن زمانبندی‌ها می‌شود را در بر می‌گیرد.

معاملات چند جانبه حالت تعمیم یافته معامله دو جانبه است. این الگوی عملیاتی به مصرف‌کنندگان و عرضه‌کننده‌ها اجازه می‌دهد تا به دنبال سود خود باشند، ضمن این که بهره‌بردار مستقل سیستم ایمنی شبکه را تضمین می‌نماید. موضوع مسلم این است که هماهنگی نمودن معاملاتی که ۳ گروه یا بیشتر در آن درگیر باشند برای کاهش تراکم یا تضمین ایمنی عملیات، حیاتی است. در این مدل حداقل نقش به ISO داده می‌شود، زیرا هیچ اطلاعاتی در مورد هزینه‌ها یا ترتیبات مالی نخواهد داشت. وظایف ISO شامل تأیید امکان‌پذیری معاملات 24 ساعت بعد، دیسپاچینگ و پایش معاملات در زمان واقعی، حذف عدم تعادل‌ها و جریمه کردن بابت نقض تعهدات می‌باشد. در این مدل، معاملات توسط کارگزاران¹ ترتیب داده می‌شود. کارگزار می‌تواند یک تولیدکننده یا مصرف‌کننده درگیر در معامله باشد و حتی می‌تواند گروه سومی باشد که درگیر معامله نیست.

د- استقرار مقررات

بازار برق باید توسط یک قانون یا آیین‌نامه نشأت گرفته از قانون اساسی هر کشور کنترل شود.

ه- مدیریت بازار

بهره‌بردار مستقل سیستم باید مسئولیت مدیریت بازار که شامل جمع‌آوری مزایده‌ها و مناقصات از تولیدکنندگان و خریداران، تنظیم قیمت‌های کوتاه مدت و لحظه‌ای و انجام تسویه حساب مالی بین مشارکت‌کنندگان بازار می‌شود را انجام داده و به صورت غیرانتفاعی عمل کند و هزینه خود را به میزان استفاده شرکت‌کنندگان از خدمات این بهره‌بردار تأمین کند.

¹ Brokers