

بِسْمِ اللَّهِ الرَّحْمَنِ الرَّحِيمِ



دانشکده مدیریت و اقتصاد

بخش اقتصاد

پایان نامه تحصیلی برای دریافت درجه کارشناسی ارشد رشته اقتصاد

گرایش انرژی

قیمت گذاری نهایی مکانی در شبکه انتقال برق استان کرمان

مؤلف:

امین قاسمی نژاد

استاد راهنما:

دکتر زین العابدین صادقی

استاد مشاور:

دکتر سید عبدالمجید جلالی

شهریور ۱۳۹۲



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

بخش اقتصاد

دانشکده اقتصاد و مدیریت

دانشگاه شهید باهنر کرمان

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

دانشجو: امین قاسمی نژاد

استاد راهنما: دکتر زین العابدین صادقی

استاد مشاور: دکتر سید عبدالمجید جلائی

دوره ۱: دکتر حسین اکبری فرد

دوره ۲: دکتر نور الله صالحی

نماینده تحصیلات تکمیلی: دکتر اسد الله خواهنده کارنما

حق چاپ محفوظ و مخصوص به دانشگاه شهید باهنر کرمان است.

به پاس تعبیر عظیم و انسانی شان از کلمه ایثار و از خود گذشتگی، به پاس عاطفه سرشار و گرمای امیدبخش وجودشان که در این سردترین روزگاران بهترین پشتیبان است، به پاس قلب های بزرگشان که فریاد رس 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.

تقدیر و تشکر

الهی در جلال رحمانی، در کمال سبحانی، نه محتاج زمانی و نه آرزومند مکانی، نه کس به تو ماند و نه به کسی مانی، پیداست که در میان جانی، بلکه جان زنده به چیزی است که تو آنی. الهی ادای شکر تو را هیچ زبانی نیست و دریای فضل تو را هیچ کران نیست و سر حقیقت تو بر هیچکس عیان نیست، هدایت کن بر ما رهی که بهتر از آن نیست.

یارب زره راست نشانی خواهم از باده آب و خاک جانی خواهم
از نعمت خود چو بهره‌مندم کردی در شکر گزاریت زبانی خواهم

پس از شکر به درگاه احدیت، شاکر و شاگرد همیشگی و سپاسگزار استاد معظم جناب آقای دکتر صادقی هستم که در به انجام رسیدن این تحقیق سهم و صفا ناپذیری داشته اند. از جناب آقای دکتر جلایی، که با حمایت بی‌قیدشان به کار این حقیر جلوه بخشیدند، سپاسگزارم. بر دستان گرم و پرمحبت تمامی استادانم در دو سال تحصیل در این دانشکده، بوسه میزنم و به فرموده مولی الموحدین (ع) بنده و دانشجوی آنان خواهم بود. قدردان زحمات همه کارکنان و پرسنل دانشکده مدیریت و اقتصاد هستم.

چکیده

در فضای رقابتی صنعت برق و با شکل‌گیری بازارهای مختلف برای انرژی، یکی از مسائل با اهمیت که نقش کلیدی را در برنامه‌ریزی شرکت‌های تولیدی، خریداران و بهره‌بردار سیستم ایفا می‌کند، مسئله قیمت انرژی برق و نحوه تعیین آن می‌باشد. یکی از سیستم‌های قیمت‌گذاری انرژی در بازارهای برق که در طی چند سال اخیر بسیار مورد توجه بازارهای برق بزرگ و پیشرو در جهان بوده است روش قیمت‌گذاری نهایی مکانی می‌باشد. در این مطالعه به پیاده‌سازی روش قیمت‌گذاری نهایی مکانی بر روی شبکه انتقال برق استان کرمان در سال ۱۳۹۱ پرداخته می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که - اعمال قیمت‌گذاری نهایی مکانی بر اثر تراکم در شبکه انتقال، موجب پدیدار شدن قیمت‌های متفاوت در باس‌های مختلف سیستم می‌گردد و قیمت‌های جدید از قیمت‌های فعلی مورد استفاده در شبکه انتقال استان کرمان بیشتر است و سود تولیدکننده افزایش می‌یابد. افزایش مداوم کشش قیمت نسبت به فاصله نشان دهنده‌ی این است که تغییرات بیشتر قیمت‌ها نسبت به متغیر فاصله قدرت بازار و قدرت انحصار را افزایش می‌دهد.

کلید واژه: قیمت نهایی مکانی، شبکه انتقال، تجدید ساختار، بازار رقابتی

طبقه‌بندی JEL: D43, C63, P22, C61

فهرست مطالب

عنوان	شماره صفحه
فصل ۱ - کلیات تحقیق	۱
۱-۱- مقدمه	۲
۲-۱- سوال اساسی تحقیق	۳
۳-۱- ضرورت انجام تحقیق	۴
۴-۱- هدف اساسی تحقیق	۴
۵-۱- روش تحقیق	۴
۱-۵-۱- روش و ابزار گردآوری اطلاعات	۴
۶-۱- قلمرو تحقیق	۴
۷-۱- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات	۵
۸-۱- تعاریف مفاهیم و واژه‌ها	۵
فصل ۲ - ادبیات تحقیق	۶
۱-۲- مقدمه	۷
۲-۲- اجزای تشکیل دهنده بازارهای برق	۸
۳-۲- عناصر کلیدی بازار برق	۱۰
۱-۳-۲- سایر عناصر بازار	۱۱
۴-۲- اصول قیمت گذاری انرژی در بازارهای برق	۱۳
۵-۲- معرفی سیستم های قیمت گذاری در بازارهای برق جهان	۱۵
۱-۵-۲- بازار داخلی PJM	۱۶
۲-۵-۲- بازار New England	۱۷
۳-۵-۲- بازار برق Nordic	۱۸
۶-۲- معرفی سیستم قیمت گذاری در بازار برق ایران	۱۸

۱۹	پیشینه تحقیق.....	۷-۲
فصل ۳- فرمول بندی روش قیمت گذاری نهایی مکانی Error! Bookmark not defined.		
۲۴	مقدمه.....	۱-۳
۲۴	معرفی مسئله ی پخش بار بهینه (OPF).....	۲-۳
۲۵	فرمول بندی مسئله LMP با استفاده از ACOPF.....	۳-۳
۲۶	شبکه تک شینه (در نظر نگرفتن تلفات و تراکم).....	۱-۳-۳
۲۷	شبکه با ظرفیت نامحدود و دارای تلفات.....	۲-۳-۳
۳۰	شبکه با ظرفیت محدود و دارای تلفات.....	۳-۳-۳
۳۲	فرمول بندی مسئله LMP با استفاده از DCOPF.....	۴-۳
۳۳	فرمول بندی مسئله بدون در نظر گرفتن تلفات.....	۱-۴-۳
۳۴	فاکتور تلفات و فاکتور تحویل.....	۲-۴-۳
۳۶	فرمول بندی مسئله با در نظر گرفتن تلفات.....	۳-۴-۳
فصل ۴- پیاده سازی و تحلیل نتایج		
۴۰	مقدمه.....	۱-۴
۴۰	بررسی تعیین قیمت نهایی مکانی با استفاده از روش های ACOPF ,DCOPF.....	۲-۴
۴۱	معرفی شبکه انتقال برق استان کرمان.....	۳-۴
۴۲	پیاده سازی روش قیمت گذاری نهایی مکانی.....	۴-۴
۴۶	نتایج حاصل از پیاده سازی روش DCOPF.....	۵-۴
فصل ۵- نتایج و پیشنهادها		
۵۱	مقدمه.....	۱-۵
۵۱	جمع بندی.....	۲-۵
۵۲	نتیجه گیری.....	۳-۵
۵۳	پیشنهادها.....	۴-۵

فصل ١- کلیات تحقیق

صنعت برق در اغلب کشورها تا اواخر قرن بیستم با یک ساختار یکپارچه^۱ و اصطلاحاً عمودی^۲ که وظیفه ی تولید، توزیع، انتقال و خدمات مشترکین را بر عهده داشت اداره می شد. در این ساختار سنتی، سیستم های تولید، توزیع و انتقال به صورت تنظیم شده تحت قوانین دولتی به فعالیت می پرداختند. عوامل زیادی از قبیل: کمبود منابع کافی برای سرمایه گذاری، انتظارات مصرف کنندگان، کاهش هزینه های تولید، توزیع انرژی، نارسایی برخی قوانین نظارتی و عدم تخصیص صحیح هزینه ها سبب گرایش به سمت تجدیدساختار^۳ و مقرارت زدایی^۴ در صنعت برق گردید. با راه اندازی بازار برق، ساختار عمودی (سنتی) بین بخش های تولید، انتقال و توزیع (انحصار طبیعی) به ساختار افقی (رقابتی) تبدیل گردید. ایجاد بازارهای رقابتی برق بین تولیدکنندگان در راستای تأمین انرژی مورد نیاز مصرف کنندگان از پیامدهای این تجدیدساختار می باشد. در بازار برق بوجود آمده، قیمت انرژی الکتریکی به عنوان یک عامل تاثیرگذار در تعیین نحوه عملکرد فروشندگان و خریداران انرژی در بازارهای رقابتی برق از اهمیت خاصی برخوردار است.

با آغاز به کار بازارهای برق در دهه ۹۰ میلادی شیوه های جدیدی از مبادلات انرژی بین تولیدکنندگان و مصرف کنندگان پدید آمد که از جمله آنها می توان به بورس برق، معاملات دوجانبه، و معاملات چندجانبه، اشاره داشت. در این دوره روش های قیمت گذاری متفاوتی چون روش پرداخت بر مبنای پیشنهاد^۵ و پرداخت بر مبنای قیمت تسویه کننده بازار^۶ سیستم با هدف تضمین عدالت و تأمین بار با کمترین هزینه، پدید آمدند. همچنین در این رهگذر نهادهای جدیدی با عنوان بهره بردار مستقل سیستم^۷ نیز به منظور هدایت و کنترل بازارهای برق آغاز به کار نمودند. در روش پرداخت بر مبنای پیشنهاد، میزان قیمت ارائه شده توسط خریدار یا فروشنده معیار تسویه خواهد بود در حالیکه در روش پرداخت بر مبنای قیمت نهایی سیستم، قیمت نهایی تعیین شده توسط بهره بردار

^۱ - Vertically Integrated

^۲ - Monopoly

^۳ - Deregulation

^۴ - Restructuring

^۵ - pay as bid

^۶ - Market Clearing Price (MCP)

^۷ - Independent System Operator (ISO)

مستقل سیستم (با تلاقی منحنی‌های پیشنهاد خرید و فروش انرژی)، معیار تسویه در کل سیستم خواهد بود.

روش‌های مختلفی نظیر روش‌های پرداخت بر مبنای قیمت پیشنهادی و پرداخت بر مبنای هزینه نهایی، در تعیین قیمت برق در بازارهای برق مورد استفاده قرار می‌گیرد که هر یک از روش‌های فوق دارای محاسن و معایب مخصوص به خود هستند. در روش پرداخت بر مبنای هزینه نهایی، قیمت می‌تواند به صورت یکسان برای کل سیستم (MCP)^۱ و یا قیمت نهایی در هر باس^۲ در نظر گرفته شود که اصطلاحاً به آن قیمت نهایی مکانی^۳ می‌گویند. این روش تاکنون در بسیاری از بازارهای برق مطرح در جهان همچون بازار برق New England، PJM^۴ و Nordic به کار گرفته شده است. نکته بسیار مهم در انتخاب روش‌های قیمت‌گذاری توجه به وضعیت شبکه و بازار برق و همچنین شرکت‌کنندگان در آن می‌باشد که بر مبنای آن سیستم‌های قیمت‌گذاری متفاوت و منحصر به فردی در طول زمان پدید آمده است.

لذا در این پژوهش با پیاده سازی و اجرای روش قیمت‌گذاری نهایی مکانی بر روی شبکه انتقال برق استان کرمان به بررسی نتایج و اثرات این روش می‌پردازیم.

۲-۱- سوال اساسی تحقیق

سوال اساسی که در این تحقیق به آنها پاسخ داده خواهد شد عبارت است از:

آیا اجرای قیمت‌گذاری نهایی مکانی برق در شبکه انتقال قدرت استان کرمان ممکن است؟

^۱ Market Clearing Price

^۲ تمام ژنراتورها و ترانسفورماتورها و سیم‌ها و کابل‌های یک نیروگاه یا یک تبدیل‌گاه که ولتاژ مساوی دارند بایک شمش یا رسانا به نام شین یا باس بار در هرفاز به هم وصل می‌شوند در شین تمام انرژی ژنراتورها و ترانسفورماتورها و یا هر دو به هم می‌پیوندند. و از آنجابه طور مستقیم با همان ولتاژ و یا به کمک ترانسفورماتور افزاینده یا کاهنده بولتاژ دیگر به مصرف‌کننده‌ها یا شین‌های دیگر هدایت می‌گردند. به بیانی ساده تر شین وسیله جمع و پخش انرژی در آن واحداست.

^۳ - Locational Marginal Price (LMP)

^۴ - Pennsylvania-Maryland-Jersey (PJM)

۳-۱- ضرورت انجام تحقیق

یکی از اصول اساسی قیمت‌گذاری برق تخصیص هزینه بین مصرف‌کنندگان براساس هزینه تحمیل شده توسط آنها به سیستم می‌باشد. یکی از سیستم‌های قیمت‌گذاری انرژی در بازارهای برق که در طی چند سال اخیر بسیار مورد توجه بازارهای برق بزرگ و پیشرو در جهان (همچون بازارهای برق آمریکا) بوده است، روش قیمت‌گذاری نهایی مکانی می‌باشد. در این روش برخلاف سایر روش‌های قیمت‌گذاری، با توجه به سیستم قدرت و محدودیت‌های موجود در آن، قیمت انرژی در هر باس تعیین می‌گردد که از این لحاظ می‌تواند موجب افزایش عدالت در قیمت‌گذاری انرژی الکتریکی نسبت به سایر روش‌ها گردد.

۴-۱- هدف اساسی تحقیق

هدف اصلی این تحقیق پیاده‌سازی قیمت‌گذاری نهایی مکانی برق در شبکه انتقال برق استان کرمان می‌باشد.

۵-۱- روش تحقیق

روش تحقیق این مطالعه بر اساس هدف از نوع کاربردی است و بر اساس ماهیت از نوع توصیفی می‌باشد. در این تحقیق با پیاده‌سازی اطلاعات موجود در شبکه انتقال برق استان کرمان بر اساس روش قیمت‌گذاری نهایی مکانی اقدام به تعیین قیمت برق در هر باس شبکه شده است. سپس با استفاده از قیمت‌های به دست آمده به تحلیل افزایش قیمت در باس نیروگاه‌ها، سود نیروگاه‌ها، موقعیت مکانی نیروگاه‌ها و در انتها به بررسی کشش قیمت نسبت به فاصله با حرکت از باس به باس دیگر پرداخته می‌شود.

۱-۵-۱- روش و ابزار گردآوری اطلاعات

در بخش نظری تحقیق از شیوه کتابخانه‌ای استفاده شده است و در بخش عملی تحقیق اطلاعات از آمارنامه‌ها و بانک اطلاعات اداره ی برق منطقه ای استان کرمان گردآوری شده‌است.

۶-۱- قلمرو تحقیق

قلمرو زمانی سال ۱۳۹۱ و قلمرو مکانی استان کرمان می‌باشد.

۷-۱- روش تجزیه و تحلیل اطلاعات

در این پژوهش در ابتدا به طراحی شبکه انتقال برق استان کرمان در نرم افزار DigSilent پرداخته می شود و سپس با پیاده سازی اطلاعات شبکه در نرم افزار ذکر شده و اجرای روش قیمت گذاری نهایی مکانی بر روی شبکه انتقال برق استان کرمان نتایج به دست آمده ارائه و تحلیل می گردد.

۸-۱- تعاریف مفاهیم و واژه‌ها

قیمت نهایی مکانی: استافت^۱ در مطالعه ای اشاره کرده است که قیمت نهایی مکانی از سه پارامتر اصلی تشکیل می شود که عبارتند از: هزینه نهایی تامین انرژی، هزینه نهایی تراکم در شبکه انتقال و هزینه نهایی تلفات. (استافت ۲۰۰۲)

شبکه انتقال: هدف شبکه انتقال این است که انرژی الکتریکی را از واحد های تولید در نواحی مختلف به سیستم توزیع که در نهایت بار را تامین می نماید انتقال دهد.

تجدید ساختار: تغییر ساختار شرکت ها یا اجزا تشکیل دهنده به منظور ایجاد رقابت بیشتر بین آن ها، یا مجزا سازی آن ها از یکدیگر (آشنایی بورس انرژی ۱۳۹۱)

بازار رقابت کامل: بازاری است که تعداد زیادی تولیدکننده و مصرف کننده در بازار حضور دارند و بدون لحاظ نحوه ی رفتار سایر عوامل اقتصادی، از طریق بهینه یابی اقدام به تصمیم گیری می کنند و تنها به علامت دهی قیمت بازار توجه دارند. (شاگری ۱۳۸۹)

^۱ -Stoft

فصل ۲- پیشینه تحقیق

صنعت برق از شاخص های اثر گذار بر وضعیت اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی و رفاهی جامعه به شمار می رود. روند تجدیدساختار در صنایع مختلفی همچون راه آهن، هوایمایی، مخابرات و گاز طبیعی و نتایج مثبت حاصل از آن، تحلیل گران و سیاست گذاران عرصه صنعت برق را به اندیشه استفاده از تجارب بدست آمده، ترغیب نموده است. اکنون ساختار صنعت برق در بسیاری از کشورهای جهان در حال گذار از فضای انحصاری به فضای رقابتی است. در این فرآیند که تحت عنوان کلی تجدیدساختار در صنعت برق پیگیری می شود، کشورهای مختلف با مدل های متفاوتی به منظور خصوصی سازی و رقابتی کردن این صنعت در حال حرکتند. عواملی مانند عدم امکان ذخیره سازی انرژی الکتریکی در مقیاس بزرگ، انتقال انرژی الکتریکی براساس قوانین فیزیکی حاکم بر خطوط انتقال، حساسیت کم تقاضا به تغییرات قیمت به ویژه در افق زمانی کوتاه مدت، روند تجدیدساختار و طراحی بازارهای انرژی الکتریکی را با پیچیدگی های زیادی روبرو کرده است. تجدیدساختار در صنعت برق مسائل مختلف بهره برداری و برنامه ریزی این صنعت را تحت تأثیر قرار داده و مسائل جدیدی نیز در این حوزه ها متولد شده است.

در سالهای اخیر، در اکثر کشورهای دنیا بازار برق راه اندازی شده و یا اینکه در حال مطالعه و راه اندازی است. هدف از این مطالعات ایجاد محیط رقابتی برای دادوستد برق، افزایش رفاه اجتماعی، پایین آمدن قیمت برق و ... است. در یک بازار رقابتی برق، واحدهای نیروگاهی نمی توانند قیمت بازار را تحت تأثیر قرار دهند و به بیان دیگر آنها قیمت را از بازار دریافت خواهند کرد. در چنین حالتی آنها تلاش خواهند کرد تا مقدار تولید خود را با توجه به قیمت بازار تعیین کنند. ایده اصلی در فرایند رقابتی کردن صنعت برق در نظر گرفتن انرژی الکتریکی بعنوان یک کالا است که توسط قراردادهای مختلف می تواند خریداری یا به فروش رسانده شود. در ساختار جدید صنعت برق، انرژی الکتریکی در بازارهای مختلفی مانند بازارهای پیش فروش، بازارهای ساعتی و غیره و در الگوهای متفاوتی براساس مدل هایی چون مدل حوضچه ای^۱ یا قراردادهای دو- طرفه^۲ به فروش می رسد. تحت این شرایط نهادی بعنوان بهره بردار سیستم یا بهره بردار مستقل سیستم (SO/ISO)^۳ مسئولیت حفظ امنیت شبکه و راهبری سیستم را به عهده دارد. این نهاد می-

^۱- Pool Co.

^۲- Bilateral Transactions

^۳- System Operator / Independent System Operator

تواند بصورت حداقل^۱ (Min ISO) به مفهوم عدم مداخله در امور اقتصادی و یا حداکثر^۲ (Max ISO) به مفهوم انجام توأم امور فنی و اقتصادی طراحی شود.

در این شرایط قیمت برق بعنوان یک پارامتر مهم و تأثیرگذار مطرح می‌شود، که نقش مهمی را در فرایند تجدیدساختار صنعت برق ایفا می‌کند. به عبارت دیگر نحوه تعیین قیمت انرژی برق در سیستم قدرت با توجه به اهمیت کلیدی آن، می‌تواند از اهمیت خاصی برخوردار باشد. به همین دلیل روش‌های متنوعی برای تعیین قیمت برق پدید آمده است که در بازارهای برق در جهان به کار گرفته می‌شوند. هر یک از روش‌های مذکور دارای نقاط ضعف و قوت مختص به خود می‌باشند که در این بخش به طور خلاصه مورد بررسی قرار می‌گیرند. بدین ترتیب در این فصل ابتدا مقدماتی در مورد تشکیل بازارهای برق در جهان و نهادهای فعال در آنها مطرح می‌گردد و سپس تاریخچه‌ای از نحوه قیمت‌گذاری در بازارهای برق و سیستم قیمت‌گذاری در هر دوره معرفی می‌گردد. در ادامه نحوه تکامل روش قیمت‌گذاری نهایی مکانی، در قالب مروری بر مطالعات انجام گرفته در این زمینه، معرفی خواهد شد.

۲-۲- اجزای تشکیل‌دهنده بازارهای برق

بازار برق از عناصر زیادی تشکیل شده است، که این عناصر به صورت کنترل شده‌ای در کنار یکدیگر ساختار یکپارچه بازار را می‌سازند. انواع مختلف بازار برق برای برآورده کردن اهداف بهره‌برداری وجود دارد که فروشندگان و خریداران انرژی با توجه به نقطه نظرات اقتصادی خود، یکی از بازارهای انرژی را برای داد و ستد انتخاب می‌کنند.

دو هدف «اطمینان از بهره‌برداری ایمن» و «تسهیل بهره‌برداری اقتصادی»، از راه‌اندازی بازار برق متصور است. چه سیستم قدرت به صورت سنتی و چه به صورت تجدیدساختار شده اداره شود، مهمترین ویژگی بهره‌برداری از آن، ایمنی است. در محیط تجدیدساختار یافته، می‌توان با استفاده از خدمات گوناگونی که در اختیار بازار است، ایمنی را تسهیل کرد. بهره‌برداری اقتصادی از بازار برق، هزینه مصرف را کاهش می‌دهد. این موضوع، انگیزه اصلی برای تجدیدساختار و راهی برای تقویت ایمنی سیستم قدرت از طریق اقتصاد آن است و برای نیل به آن لازم است، راهبردهای صحیح و منطبق با نیازهای سیستم قدرت، طراحی شود.

^۱ Min ISO

^۲ Max ISO

به منظور رسیدن به اهداف بازار برق، چندین مدل برای ساختار بازار در نظر گرفته شده است. در ادامه سه مدل اصلی بازار برق به اختصار تشریح می‌گردد.

مدل حوضچه‌ای یا PoolCo: بازار حوضچه‌ای، یک بازار متمرکز است که بازار را برای خریداران و فروشندگان، تسویه^۱ می‌کند. فروشندگان و خریداران برق، پیشنهادات خود را برای توان مورد معامله به بازار ارائه می‌کنند. فروشندگان، نه برای مشتری‌های خاص، بلکه برای کسب حق تأمین انرژی شبکه، با یکدیگر به رقابت می‌پردازند. اگر پیشنهاد شرکت‌کننده‌ای در بازار، بیش از حد، بالا باشد، ممکن است نتواند در فروش، موفق باشد. از طرف دیگر، خریداران نیز برای خرید توان به رقابت می‌پردازند و اگر پیشنهادات آن‌ها بیش از حد، پایین باشد، ممکن است موفق به خرید نشوند. در این بازار، تولیدکنندگان کم‌هزینه، برندگان عمده خواهند بود. بهره‌بردار مستقل سیستم (ISO) در این بازار، توزیع اقتصادی بار را انجام خواهد داد و قیمت لحظه‌ای^۲ را برای برق که نشانه شفافیت برای شرکت‌کنندگان از نظر تصمیمات مصرف و سرمایه‌گذاری است، ارائه می‌کند. تغییرات در بازار برق، قیمت لحظه‌ای را به سطح رقابتی که مساوی با هزینه نهایی^۳ با راندمان‌ترین پیشنهاد دهندگان قیمت است، سوق می‌دهد. در این بازار، به پیشنهاد دهندگان برنده، قیمتی لحظه‌ای پرداخت می‌شود که برابر با بالاترین پیشنهاد قیمت برندگان است.

مدل قراردادهای دوجانبه^۴: قراردادهای دوجانبه، توافق‌های مذاکره‌ای بین دو معامله‌گر برای دریافت و تحویل برق است. شرایط مورد توافق، مستقل از ISO است، اما ISO باید تأیید کند که ظرفیت انتقال کافی برای اجرای قرارداد و حفظ ایمنی شبکه انتقال را دارد. از این دیدگاه که طرفین می‌توانند شرایط مطلوب خود را تأمین کنند. مدل قراردادهای دوجانبه، قابلیت انعطاف زیادی دارد، اما عیوب آن به هزینه بالای مذاکرات و تهیه قراردادها و ریسک خوش‌اعتباری^۵ طرفین قرارداد، باز می‌گردد. (شاهیده پور ۲۰۰۲).

مدل ترکیبی^۶: در این مدل، ویژگی‌های گوناگون دو مدل قبلی، حفظ می‌شود. در مدل ترکیبی، استفاده از PoolCo اجباری نیست و هر مشتری مجاز است تا بر سر تأمین توان خود، به توافق مستقیم با عرضه‌کنندگان رسیده یا توان را به قیمت لحظه‌ای بازار، خریداری کند. در این مدل، PoolCo به تمام شرکت‌کنندگان (خریداران و فروشندگان) که قراردادهای دوجانبه را

¹- Clear

²- Spot

³- Marginal cost

⁴- Bilateral contracts model

⁵- Credit worthiness

⁶- Hybrid model

امضا نکرده‌اند، خدمات لازم را ارائه می‌دهد. اما، اجازه به مشتریان برای مذاکره خرید توان با عرضه‌کنندگان، امکان انتخاب حقیقی را برای آنها فراهم آورده و انگیزه‌ای برای خدمات متنوع و گزینه‌های قیمت به منظور بهترین امکان تأمین نیازهای آن‌ها، خواهد بود (شاهیده پور ۲۰۰۲).

۲-۳- عناصر کلیدی بازار برق

تجدیدساختار برق، نقش عناصر سنتی در ساختار یکپارچه عمودی را تغییر داده است و عناصر جدیدی را با امکان عملکرد مستقل، ایجاد کرده است. در اینجا، عناصر بازار را به اپراتور مستقل شبکه (ISO) و شرکت‌کنندگان در بازار، طبقه‌بندی می‌کنیم. ISO، عنصر راهبردی در یک بازار برق است و اعمال آن تعیین‌کننده قواعد بازار است. سایر عناصر کلیدی بازار که در اینجا مورد بحث واقع می‌شوند، شامل شرکت‌های تولید انرژی^۱، شرکت ارائه‌دهنده خدمات انتقال^۲، شرکت‌های توزیع^۳، شرکت‌های خرده‌فروشی^۴، جمع‌کننده‌ها^۵، کارگزارها^۶، بازاریاب‌ها^۷ و مشتریان^۸ می‌باشد.

بهره‌بردار مستقل سیستم: لازمه یک بازار رقابتی برق، وجود کنترل بهره‌بردار مستقل شبکه است. کنترل شبکه بدون ISO، قابل تضمین نیست. ISO، بهای انتقال را تعیین نموده، ایمنی سیستم را حفظ کرده، برنامه‌ریزی تعمیر را هماهنگ کرده و نقشی را در برنامه‌ریزی بلندمدت بازی می‌کند. ISO، مستقل از هر شرکت‌کننده‌ی بازار، اعم از مالکین انتقال، تولیدکنندگان، شرکت‌های توزیع و مصرف‌کنندگان نهایی، عمل می‌کند و باید امکان دسترسی آزاد را برای تمام استفاده‌کنندگان از سیستم انتقال فراهم آورد.

ISO، باید قدرت لازم برای در مدار قرار دادن و توزیع بار در برخی یا تمام واحدهای تولیدی سیستم را داشته باشد و همچنین، ISO این اطمینان را ایجاد می‌کند که علایم صحیح اقتصادی به همه شرکت‌کنندگان در بازار ارسال شود که این موضوع، به نوبه خود، باعث تشویق استفاده مؤثر از امکانات موجود و انگیزه مناسب برای سرمایه‌گذاری در منابع لازم می‌شود.

-
- 1- Generation Companies (GENCOs)
 - 2- Transmission Companies (TRANSCOs)
 - 3- Distribution Companies (DISCOs)
 - 4- Retailer companies (RETAILCOs)
 - 5- Aggregators
 - 6- Brokers
 - 7- Marketers
 - 8- Customers

بطور کلی، دو ساختار ممکن برای ISO وجود دارد که انتخاب نوع، به اهداف و اقتدار آن بستگی دارد. اولین ساختار (MinISO)، بر پایه حفظ ایمنی سیستم انتقال در بهره‌برداری از بازار برق است، بطوری که تبادلات برنامه‌ریزی شده در عین حفظ قیود سیستم، عملی شود. این ساختار ISO بر مبنای مدل معامله چندگانه هماهنگ^۱ است، که در آن، ISO هیچ نقشی در بازار ندارد و هدف آن به حفظ ایمنی محدود شده و اقتدار آن کم است. ISO کالیفرنیا، مثالی از این نوع ساختار است که در آن، ISO اقتداری بر بازار آتی انرژی^۲ نداشته و کنترل بسیار محدودی بر برنامه‌ریزی واقعی واحدهای تولید دارد.

ساختار دومی که برای ISO وجود دارد (MaxISO)، شامل یک مرکز مبادله برق^۳ (PX) است که با بهره‌برداری ISO مجتمع شده است. PX، نهاد مستقل، غیردولتی و غیرانتفاعی است که با اجرای حراج مبادلات برق، بازاری رقابتی را تضمین می‌کند. PX، قیمت تسویه بازار^۴ (MCP) را براساس بالاترین پیشنهاد قیمت بازار محاسبه می‌کند. در برخی ساختارهای بازار، ISO و PX، نهادهای مستقلی هستند هر چند که PX در همان سازمان ISO انجام وظیفه می‌کند. ساختار دوم ISO بر مبنای مدل پخش بار بهینه^۵ است به نحوی که شرکت کنندگان در بازار باید داده‌های وسیعی از قبیل داده‌های هزینه هر واحد تولید و تقاضای روزانه برای هر مشتری یا بار را به ISO ارائه کنند. با این داده‌های وسیع، ISO، برنامه مشارکت واحدها و توزیع بار با هدف حداکثرسازی رفاه اجتماعی^۶ را تعیین کرده و قیمت‌های تراکم انتقال را مشخص می‌کند (به صورت متغیرهای لاگرانژ یا دوگان منطبق با قید ظرفیت انتقال در برنامه پخش بار بهینه). ISO مربوط به PJM مثالی از این نوع ساختار می‌باشد که محدودده کنترلی و اقتدار وسیعی دارد. (شاهیده پور ۲۰۰۲)

۲-۳-۱- سایر عناصر بازار:

شرکت‌های تولید انرژی: این شرکت‌ها واحدهای موجود تولید را بهره‌برداری، تعمیر و نگهداری می‌کنند. یک شرکت تولید انرژی ممکن است خود مالک واحد تولیدی بوده یا از

1- Coordinated Multilateral Trade Model

2- Forward Energy Markets

3- Power Exchange

4- Market Clearing Price

5- Optimal Power Flow

6- Social Welfare

طرف مالکین واحدها با بازار کوتاه‌مدت^۱ (مبادله توان، حوضچه توان^۲، یا بازار لحظه‌ای^۳)، تماس داشته باشد.

شرکت های خدمات انتقال: حیاتی‌ترین عنصر در بازارهای برق، سیستم انتقال است. بهره‌برداری مؤثر و ایمن از سیستم انتقال، کلید بازدهی بازارهای فوق است. یک شرکت ارائه دهنده‌ی خدمات انتقال، برق را با استفاده از ولتاژ فشار قوی به صورت یک سیستم عمده انتقال، به مشتریان (از تولیدکنندگان به شرکت‌های توزیع) تحویل می‌دهد. این سیستم، از شبکه بهم پیوسته‌ای که همه شرکت کنندگان در آن سهم بوده و ارتباطات شعاعی که واحدهای تولید بزرگ و مشتریان عمده به آن وصل هستند، تشکیل شده است. استفاده از امکانات شرکت‌های انتقال، تحت کنترل ISO منطقه‌ای است، هر چند که مالکیت، متعلق به مالکین اولیه در ساختار یکپارچه عمودی است.

شرکت توزیع: شرکت های توزیع، مالکیت و بهره‌برداری شبکه توزیع را بر عهده دارند. این شرکت ها از طریق امکانات خود، برق را در یک ناحیه جغرافیایی مشخص بین مشتریان خود توزیع می‌کنند.

خرده‌فروش: یک عنصر جدید است که اجازه حقوقی را برای خرده‌فروشی کسب می‌کند. یک خرده‌فروش، توان الکتریکی و دیگر خدمات لازم برای تأمین نیازهای مشتریان خود را خریداری کرده و ممکن است تولیدات و خدمات برقی را به صورت‌های مختلف با هم ترکیب کرده و برای فروش عرضه نماید.

جمع‌کننده: عنصر یا شرکتی است که مشتریان را به صورت یک گروه خریدار با هم ترکیب می‌کند و گروه مزبور، می‌تواند توان الکتریکی و خدمات دیگر را به صورت عمده و با قیمت پایین‌تری خریداری نماید. زمانی که جمع‌کننده برق را خریداری کرده و آن را مجدداً به مشتریان می‌فروشد در نقش یک خرده‌فروش عمل می‌کند.

کارگزار خدمات انرژی الکتریکی: عنصر یا شرکتی است که به صورت یک واسط در بازاری که خدمات، قیمت‌گذاری، خریداری و معامله می‌شوند، عمل می‌کند.

^۱- Short-term Market

^۲- Power Pool

^۳- Spot Market