



دانشکده مهندسی برق
گروه مهندسی برق-قدرت

پایان نامه دوره کارشناسی ارشد مهندسی برق قدرت

عنوان

تشخیص تبانی شرکت‌های تولیدی در بازارهای برق

استاد راهنما

دکتر مجید علومی

پژوهشگر

پیمان رزمی

آبان ۹۴

تقدیم با بوسه بر دستان پدرم:

به او که نمی‌دانم از بزرگی‌اش بگویم یا مردانگی، سخاوت، سکوت، مهربانی و

پدرم راه تمام زندگیست

پدرم دلخوشی همیشگیست

و

مقدس‌ترین واژه‌ها در لغت‌نامه دلم

مادر مهربانم

که زندگی را مدیون مهر و عطوفت آن می‌دانم.

پروردگارا:

نه می‌توانم موهایشان را که در راه عزت من سفید شد، سیاه کنم و نه برای دست‌های پینه بسته‌شان که ثمره تلاش برای افتخار من است، مرهمی دارم. پس توفیقم ده که هر لحظه شکر گزارشان باشم و ثانیه‌های عمرم را در عصای دست بودنشان بگذرانم.

تشکر و قدردانی

سپاس ایزدمنان را که به بنده این توانایی را بخشید که بتوانم این پایان‌نامه را به اتمام برسانم. از استاد ارجمندم جناب آقای دکتر مجید علومی به خاطر راهنمایی‌ها و زحماتی که در طول دوران تحصیل در دانشگاه فردوسی مشهد متحمل شدند، کمال تشکر را دارم.

همچنین از خانواده عزیزم که در طول دوران تحصیل همواره مشوق، دلسوز و حامی بنده بودند سپاسگزاری می
کنم.

پیمان رزمی

آبان ۹۴

بنام او

دانشگاه فردوسی مشهد

گروه مهندسی برق قدرت

پایانامه کارشناسی ارشد

عنوان پایان نامه : تشخیص تبانی شرکت‌ها در بازارهای برق

نگارش : پیمان رزمی

کمیته داوران

استاد راهنما : دکتر مجید علومی

داور اول : دکتر محمدحسین جاویدی

داور دوم : دکتر حبیب رجبی مشهدی

تشخیص تبانی شرکت‌ها در بازارهای برق

چکیده:

بدون تردید یکی از مهمترین شاخص‌هایی که از منظر اقتصادی برای هر بازار مورد بررسی و ارزیابی قرار می‌گیرد، عملکرد رقابتی و یا سطح رقابت در بازار است. تجربه کشورهای مختلف که صنعت برق خود را از حالت انحصاری به سمت ساختار جدید با هدف انحصار شکنی و رویکردهای مبتنی بر رقابت، سوق داده‌اند بیانگر این نکته می‌باشد که فقط با ایجاد بازار به دور از انحصار نمی‌توان نتایج رقابتی مورد انتظار را در پی داشت. برخی مشکلات به واسطه ماهیت برق به عنوان یک کالای غیر قابل ذخیره و برخی دیگر به شکل‌گیری، تعریف و شرایط بازار برق باز می‌گردد. از این‌رو بازار برق، به دلیل داشتن ویژگی‌های خاص و شرایط حاکم بر آن نمی‌تواند به صورت یک بازار رقابت کامل در نظر گرفت. به دلیل محدود بودن تعداد تولیدکنندگان و وجود قیود انتقال بازارهای برق بازارهای دارای انحصار چند جانبه می‌باشند. در بازارهای دارای انحصار چند جانبه می‌توانند با تبانی قیمت بازار را دستکاری کرده و به مدت طولانی آن را بالاتر از مقدار رقابتی نگه دارند. این عمل به شکست فضای رقابتی محیط تجدید ساختار یافته منجر می‌گردد. برای حفظ فضای رقابتی لازم است که بهره‌بردار سیستم، داده‌های سیستم را به صورت پیوسته بررسی نموده و در صورت مشاهده هرگونه تبانی از ادامه آن جلوگیری کند.

هدف این پایان نامه ارائه یک ابزار مناسب برای تشخیص و کلاسه بندی تبانی است بگونه‌ای که بهره‌بردار با تحلیل داده‌های بازار روز بعد بتواند تبانی را تشخیص داده و کلاسه بندی نماید. برای این منظور از ماشین‌های یادگیرنده و آموزش پذیر استفاده شده است. یکی از مشکلات در تشخیص و کلاسه بندی تبانی عدم وجود داده‌های مربوط به تبانی‌های مختلف است. برای رفع این مشکل نقاط تعادل برای بارهای مختلف و تبانی‌های مختلف محاسبه شده است. با توجه به آنکه سیستم در نزدیکی نقطه تعادل کار می‌کند، نقاط حول نقطه تعادل به عنوان نقاط کار سیستم در نظر گرفته شده است. نقاط کار ایجاد شده برای حالت بدون تبانی و وجود تبانی‌های مختلف برای آموزش، اعتبار سنجی، آزمون و نهایتاً تشخیص و کلاسه بندی تبانی استفاده شده است. دو الگوریتم ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم برای این منظور استفاده شده است. روش پیشنهادی به یک بازار برق دارای چهار شرکت و ده ژنراتور اعمال شده است. شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد که ماشین یادگیرنده با دقت مناسب تبانی را تشخیص و کلاسه بندی می‌نماید.

کلیدواژه‌ها: قدرت بازار، تبانی، یادگیری ماشین، ماشین بردار پشتیبان، درخت تصمیم

فهرست مطالب

فصل اول

۱	۱- پیشگفتار.....
۲	۱-۱ انگیزه پژوهش.....
۲	۲-۱ طرح مسئله.....
۳	۳-۱ ساختار پایانامه.....

فصل دوم

۴	۲- مفاهیم بازار برق.....
۴	۱-۲ مقدمه.....
۵	۲-۲ شرایط بازار برق.....
۶	۳-۲ قدرت بازار.....
۶	۴-۲ شیوه‌های اعمال قدرت بازار.....
۷	۱-۴-۲ قدرت بازار افقی.....
۷	۲-۴-۲ قدرت بازار عمودی.....
۷	۵-۲ قدرت بازار در سمت تقاضا.....
۸	۶-۲ شیوه‌های تشخیص پتانسیل قدرت بازار.....
۸	۷-۲ تبانی.....

فصل سوم

۱۰	۳- نقطه تعادل بازار برق.....
۱۰	۱-۳ مقدمه.....
۱۱	۲-۳ مدلسازی بازار روز بعد.....
۱۲	۳-۳ نقطه تعادل.....
۱۵	۱-۳-۳ حل مسئله EPEC بدون در نظر گرفتن قیود تولید (Unconstraint Case).....
۱۷	۲-۳-۳ حل مسئله EPEC با در نظر گرفتن قیود تولید (Constraint Case).....

فصل چهارم

۲۰	۴- یادگیری ماشینی.....
----	------------------------

۲۰	 ۱-۴ مقدمه
۲۲	 ۲-۴ الگوریتم ماشین‌های بردار پشتیبان
۲۳	 ۳-۴ روش کلی ماشین بردار پشتیبان
۲۸	 ۴-۴ ماشین بردار پشتیبان برای طبقه بندی چند کلاسه
۲۹	 ۱-۴-۴ روش یکی در مقابل همه
۲۹	 ۲-۴-۴ روش یکی در برابر یکی
۳۰	 ۵-۴ درخت تصمیم
	فصل پنجم
۳۴	 ۵- تحلیل و بررسی نتایج
۳۶	 ۱-۵ شبیه سازی برای حالت بدون مقید
۳۶	 ۱-۱-۵ تشخیص تبانی با در نظر گرفتن نقطه تعادل به عنوان داده های واقعی
۴۵	 ۲-۱-۵ تشخیص تبانی با در نظر گرفتن نقاط حول نقاط تعادل به عنوان داده های واقعی
۴۷	 ۲-۵ شبیه سازی برای حالت مقید
۴۸	 ۱-۲-۵ تشخیص تبانی با در نظر گرفتن نقطه تعادل به عنوان داده های شبه واقعی
۵۵	 ۲-۲-۵ تشخیص تبانی با در نظر گرفتن نقاط حول نقاط تعادل به عنوان داده های واقعی
	فصل ششم
۶۱	 ۶- نتیجه گیری و پیشنهادات
۶۱	 ۱-۶ نتیجه گیری
۶۲	 ۲-۶ پیشنهادات
۶۳	 مراجع

فهرست جدول‌ها

صفحه	عنوان
۳۳	جدول ۴-۱ ماتریس در هم ریختگی دو کلاسه.....
۳۴	جدول ۵-۱ واحدهای متعلق به هر شرکت.....
۳۴	جدول ۵-۲ مشخصات هر واحد نیروگاهی.....
۳۶	جدول ۵-۳ نقطه تعادل حالت بدون تبانی برای بار ۳۰۰۰ مگاوات.....
۳۷	جدول ۵-۴ معیارهای تشخیص تبانی در نقطه تعادل در حالت بدون تبانی و بار ۳۰۰۰ مگاوات.....
۳۸	جدول ۵-۵ سناریوهای مختلف تبانی و برچسب‌های آنها.....
۳۸	جدول ۵-۶ نقطه تعادل برای حالت تبانی شرکت ۱ و ۲ در بار ۳۰۰۰ مگاوات.....
۳۹	جدول ۵-۷ شاخص‌های تشخیص تبانی در حالت تبانی شرکت ۱ و ۲ در بار ۳۰۰۰ مگاوات.....
۴۲	جدول ۵-۸ فرایند اعتبارسنجی در تشخیص تبانی ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم‌گیری در نقطه تعادل.....
۴۳	جدول ۵-۹ دقت تشخیص تبانی برای فرایند اعتبارسنجی ۱۰ مرحله‌ای.....
۴۳	جدول ۵-۱۰ دقت تشخیص و کلاسه‌بندی تبانی طی فرایند اعتبارسنجی ۱۰ باره در نقطه تعادل.....
۴۴	جدول ۵-۱۱ فرایند اعتبارسنجی داده‌ها برای کلاسه‌بندی تبانی در نقطه تعادل توسط ماشین بردار پشتیبان.....
۴۴	جدول ۵-۱۲ فرایند اعتبارسنجی درخت تصمیم برای کلاسه‌بندی تبانی در نقطه تعادل.....
۴۶	جدول ۵-۱۳ دقت تشخیص وجود تبانی طی فرایند اعتبارسنجی در نقطه کار مختلف.....
۴۷	جدول ۵-۱۴ دقت کلاسه‌بندی تبانی طی فرایند اعتبارسنجی در نقطه کار برای درصد انحراف مختلف.....
۴۸	جدول ۵-۱۵ نقطه تعادل حالت بدون تبانی برای بار ۳۰۰۰ مگاوات.....
۴۹	جدول ۵-۱۶ نقطه تعادل حالت بدون تبانی برای انتهای دوره.....
۵۲	جدول ۵-۱۷ نقطه تعادل در حالت تبانی بین شرکت ۱ و ۲ در بار ۳۰۰۰ مگاوات.....
۵۲	جدول ۵-۱۸ معیارها و ویژگی‌ها در نقطه تعادل برای حالت تبانی بین شرکت ۱ و ۲.....
۵۳	جدول ۵-۱۹ فرایند اعتبارسنجی ماشین بردار پشتیبان و درخت تصمیم جهت تشخیص تبانی در نقطه تعادل.....
۵۳	جدول ۵-۲۰ دقت تشخیص وجود تبانی طی فرایند اعتبارسنجی در نقطه تعادل.....
۵۵	جدول ۵-۲۱ فرایند اعتبارسنجی داده‌ها برای کلاسه‌بندی تبانی در نقطه تعادل توسط ماشین بردار پشتیبان.....
۵۵	جدول ۵-۲۲ فرایند اعتبارسنجی در کلاسه‌بندی حالت‌های مختلف تبانی با درخت تصمیم در نقطه

.....	تبادل
۵۵	جدول ۵-۲۳ دقت کلاسه‌بندی حالت‌های مختلف تبانی در نقطه تبادل.....
۵۶	جدول ۵-۲۴ دقت تشخیص وجود تبانی برای همه تغییرات.....
۵۷	جدول ۵-۲۵ دقت دسته‌بندی تبانی در نقطه کار و برای همه تغییرات.....
۵۹	جدول ۵-۲۶ دقت اعتبارسنجی میانگین در تشخیص وجود تبانی برای همه نقاط کار.....
۵۹	جدول ۵-۲۷ دقت اعتبارسنجی میانگین برای دسته‌بندی تبانی در همه نقاط کار.....

فهرست شکل‌ها

صفحه	عنوان
۲۳	شکل ۴-۱ بردارهای پشتیبان و نزدیکترین نمونه‌ها به صفحه.....
۲۷	شکل ۴-۲ تفکیک غیر خطی دو کلاس.....
۳۰	شکل ۴-۳ نمونه‌ای از روش یکی در مقابل یکی برای ۶ کلاس.....
۴۰	شکل ۵-۱ فرایند اعمال ورودی‌ها و دریافت خروجی‌ها از ماشین یادگیرنده.....
۴۹	شکل ۵-۲ نمودار سود شرکت یک براساس مقدار بید واحد اول.....
۵۰	شکل ۵-۳ نمودار سود شرکت چهارم براساس بید اولین واحدش.....
۵۱	شکل ۵-۴ نمودار سود شرکت چهارم براساس مقدار پیشنهادی واحد سوم.....

فصل اول

پیشگفتار

صنعت برق تا چند دهه اخیر اکثراً ساختاری به شکل ساختار یکپارچه و انحصاری^۱ داشت که همزمان با مالکیت سه بخش عمده آن کنترل و مدیریت آن نیز تحت اختیار دولت بود. اما به علت مشکلات و ناکارآمدی‌هایی از سوی دولت، در چند دهه اخیر این ساختار، تحولات اساسی را تجربه کرد و چرخه ساختار به ظاهر عمودی و یکپارچه که حول محور انحصار می‌چرخید کم‌کم منسوخ گشته و این ساختار به یک ساختار افقی تغییر شکل داد. این تغییر شکل که مستلزم تفکیک سه بخش اصلی صنعت برق است، با هدف انحصار شکنی و ایجاد بازارهای رقابتی و ارائه خدمات متنوع بوسیله سازمان‌ها و شرکت‌های خصوصی انجام شده است. به عبارت دیگر هدف اصلی تجدید ساختار کاهش قیمت برق به سطح هزینه‌های حدى تولید انرژی الکتریکی بوده است. اما وجود مشکلاتی در ساختار تجدید یافته صنعت برق مانع از اجرای کامل قواعد رقابتی^۲ در فضای بازار شده است. از سوی دیگر با استناد به تجربیات کشورهای که صنعت برق خود را آزاد کرده‌اند می‌توان دریافت که بازارهای برق امروزی را نمی‌توان به شکل یک بازار رقابت کامل در نظر گرفت. شماری از مشکلات بخاطر ماهیت برق به عنوان کالایی غیر قابل ذخیره سازی و شماری دیگر ناشی از ویژگی‌هایی است که بر فضای بازار برق حاکم است. مهمترین این ویژگی‌ها شمار کم تولیدکنندگان، محدودیت ظرفیت انتقال و همگن بودن کالای تولیدی برق می‌باشد که محیط بازارهای برق را به یک محیط چند قطبی یا چند انحصاری^۳ تبدیل کرده است. با توجه به این ویژگی‌ها این بازار فضایی مناسب خواهد بود تا این که تولیدکنندگان به شکل غیر مجاز به فکر افزایش سود خود باشند. تبانی^۴ شرکت‌های تولید کننده انرژی الکتریکی می‌تواند به افزایش طولانی مدت قیمت، دور نمودن بازار از فضای رقابتی و نهایتاً باعث ناکارآمدی بازار شود. برای حفظ فضای رقابتی لازم است که بهره بردار

۱-Monopoly

۲-Competitive Rule

۳-Oligopoly

۴-Collusion

سیستم^۱، داده‌های سیستم را به صورت پیوسته بررسی نموده و در صورت مشاهده هرگونه تبانی از ادامه آن جلوگیری کند.

انگیزه پژوهش

صنعت برق و بازارهای برق ایجاد شده امروزی به شکل انحصار چند جانبه می‌باشد. در این بازار قیمت پیشنهادی یک مگاوات انرژی تولیدی توسط تولیدکنندگان بیشتر از هزینه حدی تولید می‌باشد. علاوه بر این ویژگی‌هایی خاص حاکم بر بازار برق سبب شده است که برخی از تولیدکنندگان به فکر افزایش قیمت‌ها و افزایش غیرمجاز سود خود باشند. از این‌رو قدرت بازار واحدهای غالب در بازار و تبانی تولیدکنندگان می‌تواند کارایی بازار را از بین ببرد و فضای رقابتی آن را تخریب کند. برای حفظ فضای رقابتی لازم است که بهره‌بردار سیستم، داده‌های بازار روز بعد را به منظور تشخیص تبانی به صورت پیوسته بررسی نموده و در صورت مشاهده هرگونه تبانی از ادامه آن جلوگیری کند. از این رو بهره‌بردار مستقل سیستم نیازمند ابزاری است تا به کمک این ابزار تبانی را تشخیص دهد. عدم وجود ابزار مناسب برای این منظور انگیزه‌ای برای انجام این پایان نامه شده است. هدف این پایان نامه ارائه یک ابزار مناسب برای تشخیص و کلاسه بندی تبانی است.

طرح مسئله

الف) فرضیات مسئله

- در این پایان نامه یک بازار برق با فرضیات ذیل در نظر گرفته می‌شود.
- ۱- بازار دارای ساختار حوضچه با قیمت گذاری یکنواخت^۲ می‌باشد.
 - ۲- تولید کنندگان جهت شرکت در بازار روز بعد تابع عرضه^۳ هر واحد خود را به بهره‌بردار سیستم ارائه می‌کنند.
 - ۳- تولید کنندگان فقط با عرض از مبدا تابع عرضه واحد های خود بازی می‌کنند و شیب تابع عرضه هر واحد برابر با شیب تابع هزینه حدی آن می‌باشد.
 - ۴- از قیود انتقال صرف نظر می‌شود.
 - ۵- بهره‌بردار سیستم با حداکثر سازی رفاه اجتماعی^۴ قیمت برق و توان تولیدی هر واحد در روز بعد را

۱-Independent System Operator

۲-Uniform

۳-Supply Function

۴-Social Welfare

مشخص می‌کند.

۶- فرض می‌شود که بهره بردار از تابع هزینه حدی واحد های مختلف سیستم آگاه است و مجاز است از آنها جهت تشخیص تبانی استفاده کند.

(ب) تعریف مسئله

در بازار تعریف شده در بخش ۱-۲ الف در نظر بگیرید. بهره بردار سیستم پس از دریافت توابع عرضه پیشنهادی، به بررسی وجود تبانی در داده ها می‌پردازد. مسئله این پایان نامه ارائه یک ابزار برای بهره بردار است تا با استفاده از آن بتواند از روی داده‌های روز بعد وجود تبانی و شرکت‌های مشارکت کننده در آن را تشخیص دهد. ماشین های آموزش پذیر برای این منظور بکار گرفته خواهند شد.

ساختار پایان‌نامه

در فصل دوم مفاهیم پایه مورد نیاز در این پایان نامه تشریح داده شده است. در این فصل موضوع تبانی و شرایط برقراری آن مورد مطالعه قرار گرفته است. در این فصل ویژگی‌های ذاتی بازار برق را که سبب شده است این محیط فضایی مناسب برای اعمال رفتارهای غیرقانونی از سوی تولیدکنندگان باشد بررسی و اشاره شد است در فصل سوم مدلسازی نقطه تعادل برای بازار روز بعد ارائه شده است. در فصل چهارم، ابزار ماشین یاد گیرنده، و فرایندهای آموزش، اعتبار سنجی و آزمون های تشریح شده است. در فصل پنجم ماشین یادگیرنده برای تشخیص تبانی در بازار برق بکار رفته است. نتایج و پیشنهادات برای ادامه پژوهش در فصل ششم ارائه شده است.

مفاهیم بازار برق

۱-۲ مقدمه

تجدید ساختار در صنعت برق موجب ظهور رویکردهایی مبتنی بر بازار رقابتی، با هدف انحصار شکنی و ارائه خدمات متنوع به وسیله سازمان‌های انتفاعی^۱ شده است. این سازمان‌ها شامل تولیدکنندگان، ارائه دهندگان خدمات انتقال، شرکت‌های توزیع و سایر شرکاء بازار هستند. با حرکت این اجزا به سمت عملکرد مبتنی بر بازار تجدید ساختار شده، لازم است ابزارهای تصمیم‌گیری مناسبی برای ارزیابی اثر رقابت این اجزا توسعه یابند. رقابت در بازار، چالش‌های جدیدی برای شرکت‌های برق در انتخاب شیوه‌های عملکرد صحیح برنامه‌ریزی به منظور بهینه‌گی عملکرد اجزای صنعت برق ایجاد کرده است. تجدید ساختار^۲ سیستم‌های قدرت، فضای مناسبی برای اعمال تکنیک‌های تجزیه^۳ به وسیله نهادهای مختلف بازار، به منظور هماهنگ کردن فرآیندهای بهینه سازی دارای اهداف متنوع فراهم خواهد آورد. از سوی دیگر با ورود عناصر و بازیگران جدید به سیستم، نقش و استراتژی‌های متنوع‌تری در قبال برنامه ریزی عملکرد بهینه ایجاد می‌گردد. این مسایل سبب ایجاد مشکلات زیادی در حوزه برنامه ریزی عملکرد محیط تجدید ساختار یافته شده است. یکی از مهمترین مشکلات موجود در بازارهای برق، تعیین قیمت بازار توسط عناصر و اجزایی که دارای قدرت هستند می‌باشد. تجربه کشورهای که بازار برق را خصوصی‌سازی کرده‌اند، نشان داده است فرض رقابت ایجاد یک بازار برق رقابتی به صورت طبیعی و خودکار همیشه صادق نیست. یکی از مهم‌ترین نگرانی‌های تنظیم کنندگان بازار، افزایش و نوسانات قیمت مبادله شده‌ی برق است که ریشه در سوءاستفاده از قدرت بازار توسط بازیگران دارد. علاوه بر آن بازار برق به دلیل داشتن ویژگی‌هایی از جمله شمار کم تولیدکنندگان و محدودیت شبکه‌های انتقال بیشتر همانند محیط

۱- Self-Interested Entities

۲- Power Systems Restructuring

۳- Decomposition

چند قطبی هست تا محیط رقابتی کامل. در عمل بازار واقعی بازاری نیست که همه، توانایی تولید داشته باشند و عناصر و بازیگران زیادی جهت عرضه تولید وارد بازار شوند و از آنجایی که جهت انتقال انرژی از یک ناحیه به ناحیه دیگر همواره شبکه انتقال دارای محدودیت می‌باشد از این رو امکان برگزاری یک رقابت کامل^۱ در محیط تجدید ساختار یافته امکان‌پذیر نخواهد بود. همچنین بازارهای انرژی الکتریکی برخلاف دیگر بازارها امکان ذخیره سازی انرژی وجود نداشته و باید در هر لحظه میزان تولید و مصرف برابر باشند. از این رو چنین بازاری، محیطی مناسب برای کسب سود غیر قانونی برای بعضی سودجویان می‌باشد و در صورتی که شرکت‌کنندگان در بازار بتوانند با همکاری و تبادل اطلاعات و ائتلاف سهم بزرگی از تولید را به خود اختصاص دهد و با بهره‌گیری از قدرت بازار بتواند عملکرد بازار را تحت تاثیر قرار دهد و باعث افزایش قیمت بالاتر از قیمت رقابتی گردد به شکست بازار منجر خواهد شد که باعث از بین رفتن فضای سالم و فضای رقابتی شده و عملکرد کل بازار را تحت تاثیر قرار خواهد داد.

یکی از روش‌ها و شیوه‌های تشخیص تبانی^۲، قدرت بازار را می‌توان نام برد. قدرت بازار عموماً به صورت توانایی یک یا چند شرکت و یا تولیدکننده برای افزایش قیمت بازار به قیمتی بالاتر از قیمت رقابتی^۳ تعریف می‌شود. باید به این نکته نیز توجه داشت که قدرت بازار تنها مختص تولید کنندگان نبوده و مصرف کنندگان بزرگ نیز می‌توانند قدرت بازار داشته و باعث تغییراتی غیرمجاز در قیمت‌ها گردند.

۲-۲ شرایط بازار برق

بازار برق از بسیاری از جهات یک بازار ویژه به شمار رفته و بدلیل شمار اندک بازیگران و تولید کنندگان و همچنین به خاطر یکسان و همگن بودن کالای تولیدی محلی مناسب برای انجام تبانی بشمار می‌رود. تبانی و ائتلاف به شکل گیری قدرت بازار به صورت گروهی برای گروه خاصی منتهی می‌گردد که می‌تواند باعث انحراف بیشتر حتی شکست بازار گردد. از معایب تبانی در بازار، افزایش فساد در سیستم، از بین رفتن منافع مالی و تخریب فضای رقابتی در بازار را می‌توان نام برد.

یکی از عواملی که می‌تواند عرصه را برای انجام تبانی برای بازیگران محدود کند کشش تقاضا می‌باشد چنانچه مقدار تقاضا در بازار کاهش یابد بازیگران با کاهش قیمت در صدد افزایش سود خود از بازار خواهند بود در

۱- Perfect Competition

۲- Collusion Detection

۳- Competitive Price

این صورت تبانی با کاهش قیمت‌ها نمی‌تواند برای بازیگران که قصد تبانی دارند سودآور باشد و با این روند پایداری تبانی در بازار به مخاطر خواهد افتاد. ولی از آنجایی که حساسیت تقاضا در بازار برای انواع تقاضا چه مصرف کنندگان خانگی و چه مصرف کنندگان صنعتی متفاوت است اما به هرحال مقدار آن در بازار برق در کوتاه مدت کم بوده و قابل توجه نمی‌باشد. در این صورت بازیگران و تولیدکنندگان این انتظار را خواهند داشت که افزایش قیمت‌ها تاثیر چندانی از لحاظ کاهش تقاضا نخواهد گذاشت به همین خاطر امکان افزایش قیمت‌ها توسط تولید کنندگان وجود دارد. در چنین بازاری به خاطر عدم امکان ذخیره محصول تولیدی شاهد نواسانات قیمتی شدیدی از سوی بازار خواهیم بود. در چنین حالتی رقابت کردن بر سر مقدار قیمت پیشنهادی برای تولید کنندگان مخاطره آمیز بوده و همین مسئله امکان همکاری بین شرکت‌ها جهت تبادل اطلاعات را افزایش داده و با هماهنگی که برسر مقدار قیمت کالا باهم خواهند داشت موجب افزایش قیمت خواهند شد.

۲-۳ قدرت بازار

پس از خصوصی سازی و تجدید ساختار در صنعت برق معمولاً پدیده ای مشاهده می‌گردد که در آن فروشنده‌ای می‌تواند قیمت‌ها را از سطح رقابتی آن باهدف کسب سود بیشتر بالا ببرد. این رخداد تحت عنوان قدرت بازار یاد می‌شود. به عبارت دیگر توانایی کسب سود از راه دور کردن قیمت‌های بازار از سطح رقابتی که در علم اقتصاد هرگونه توانایی انجام این کار هر قدر هم کم باشد باز هم قدرت بازار محسوب خواهد شد. بیشتر شرکت‌ها تا حدودی قدرت بازار دارند و این موضوع هیچ مشکلی قابل توجهی ایجاد نمی‌کند البته به شرط آن که مقدار آن کم باشد.

۲-۴ شیوه‌های اعمال قدرت بازار

قدرت بازار معمولاً از طریق تقاضای قیمتی بالاتر از هزینه نهایی یا با امتناع از عرضه ظرفیتی به بازار که می‌توانست برای عرضه کننده در قیمت بازار سودآور باشد اعمال گردد. زمانی که هریک از این راهبردها موفقیت‌آمیز باشد نتیجه بالا رفتن قیمت در بازار و ظرفیت امتناع شده است این دو مسیر متفاوت با نتیجه یکسان خواهد بود. بطور کلی می‌توان شیوه‌های اعمال قدرت بازار را به صورت زیر بیان کرد :

۲-۴-۱ قدرت بازار افقی

- ممانعت فیزیکی^۱ یا کمیتی که مستلزم کاهش عمدی خروجی واحد نیروگاهی پیشنهاد دهنده در بازار است. این ممانعت می‌تواند از طریق پیشنهاد ندادن و کاهش سطح خروجی و اعلام خروج واحد صورت پذیرد.
- ممانعت مالی یا اقتصادی^۲ که مستلزم پیشنهاد قیمت‌هایی بیشتر از قیمت رقابتی است [۱].

۲-۴-۲ قدرت بازار عمودی

- راهبردهای سیستم انتقال که از جمله آن ایجاد و حادث کردن تراکم^۳ و انباشتگی انتقال که این کار باعث افزایش قیمت‌ها بازار در نواحی شین‌های خاص خواهد بود.
- قدرت بازار در صنعت برق به عنوان توانایی ممانعت تولید روی بعضی واحدها به منظور افزایش قیمت‌های بازار و کسب سود بیشتر از باقی واحدها توصیف می‌گردد. اما این تعریف وقتی به قیود شبکه برمی‌خوریم یا در موقعیت کمبود تولید قرار می‌گیریم نیازمند بازبینی است.

۲-۵ قدرت بازار در سمت تقاضا

- قدرت انحصار خرید همان قدرت بازار است که در سمت تقاضا با هدف پایین آوردن قیمت بازار اعمال می‌گردد. بهره بردار مستقل سیستم می‌تواند با قطع بار وقتی هزینه تامین آن بیشتر از قیمت بازار است و یا با محدود کردن صادرات اقدام به اعمال قدرت انحصار خرید کند. قدرت انحصار خرید روشی سودمند برای مبارزه با قدرت انحصار فروش به شمار می‌رود اما از این قدرت نیز ممکن است سوءاستفاده شود [۱].

۱- Physical Withholding

۲- Economic Withholding

۳- Congestion

۶-۲ شیوه‌های تشخیص پتانسیل قدرت بازار

قدرت بازار واحدهای نیروگاهی به عنوان یک معضل شناخته می‌شود. اقتصاددان‌ها معتقدند که حذف تمام موارد قدرت بازار بسیار پرهزینه است و منطقی است که تا حد معقولی اعمال قدرت بازار را کاهش داد. اشکارسازی پتانسیل قدرت بازار کار سختی است که با این وجود جهت تعیین قدرت بازار ابزارها و اندیس‌هایی وجود دارد. اندیس‌ها و آنالیزهای تشخیص پتانسیل قدرت بازار به سه دسته زیر تقسیم بندی می‌شود:

- آنالیز و اندیس‌های ساختاری^۱ شامل سهم بازار، اندیس هیرفندال هایشمن^۲ (HHI)، شاخص تولید کننده محوری^۳، اندیس تولید باقی مانده^۴ و اندیس بار باقیمانده^۵

- آنالیزها و اندیس‌های رفتاری^۶ که مهمترین آنها شاخص لرنر^۷ می‌باشد.

به منظور شناسایی توانایی بازیگران و آگاهی از میزان قدرت بالقوه و یا بالفعل آنها در بازار، شاخص‌های فوق تعریف گردیده که بوسیله آنها می‌توان پایش بازار را به صورت کارآمدتری به انجام رساند. از این رو تحلیل شاخص‌های فوق و رصد نمودن آنها برای آزاد سازی برق و هر چه رقابتی بودن آن ضروری می‌باشد. هریک از این اندیس‌ها به طور کامل در مراجع [۲]، [۳] و [۴] به طور مفصل توضیح داده شده است و از بیان آنها صرف نظر می‌شود.

۷-۲ تبانی

افزایش قیمت‌های بازار علاوه بر سوءاستفاده از قدرت بازار ممکن است از تصمیم هماهنگ شده و مشترک برخی واحدها ناشی گردد. در چنین حالتی تبانی انجام گرفته است. تبانی ممکن است به صورت ضمنی و یا صریح انجام گیرد. در یک تبانی ضمنی واحدهای متخلف هیچ گونه ارتباطی باهم ندارند و این واحدها براساس اطلاع از سابقه‌ای که از نحوه قیمت دهی همدیگر دارند قیمت‌های خود را در جهت افزایش سود تنظیم می‌کنند. در یک تبانی صریح واحدها برای افزایش سود باهم ارتباط خواهند داشت.

تبانی می‌تواند برسر مقدار تولید و یا مقدار قیمت شکل بگیرد. در این دو نوع تبانی هدف رسیدن به سود بیشتر به صورت مستقیم و غیرمستقیم خواهد بود. در بیشتر مواقع تبانی جهت بالا بردن قیمت‌ها صورت می‌گیرد. در برخی موارد واحدها تصمیم می‌گیرند که به صورت مشترک قیمت‌ها را با نوسانات کمتری کاهش داده و یا حتی

۱- Structural Index

۵- Residual Dimand Index

۲- Herfindahl - Hirschmann Index

۶- Behavioral Index

۳- Pivotal Supplier Indicator

7-Lerner Index

۴- Residual Supply Index

ثابت نگه دارند که هدف این نوع تبانی به حداقل رساندن ریسک در بازار مالی می‌باشد. در تبانی هایی که بر سرمقدار تولیدی انجام می‌گیرد کارتل^۱ نقش تعیین کننده‌ای را در تعیین سهم هریک از واحدها خواهد داشت. زمانی که بتوان اقدامات و استراتژی‌های شرکت‌ها را تشخیص داد همکاری‌ها و تصمیم‌گیری‌های مشترک بین واحدها بیشتر و بیشتر خواهد شد. بنابراین در بازارهایی که تعداد شرکت‌های محدودی در آن وجود دارد و میزان ورود رقبای جدید به آن کمتر باشد احتمال تبانی بیشتر خواهد بود. بنابراین تعداد واحدهای تولیدی، مشابهت توابع تولید و همگن بودن محصول تولیدی همگی از خصوصیات بازار می‌باشند که می‌تواند به سهولت انجام تبانی کمک کند [۵].

از این رو طبق گفته‌های مذکور می‌توان به این نتیجه رسید که بازیگران می‌توانند با سوء استفاده از شرایط خاص بازار برق قیمت‌های بیشتر از هزینه‌های حدی خود پیشنهاد دهند. بنابراین برای پیشگیری از سود غیرمجاز شرکت کنندگان بازار باید تبانی را تشخیص داد و با متخلفین برخورد کرد. لذا تشخیص تبانی را می‌توان امری مهم و ضروری در جهت کمک به رقابتی‌تر شدن و سالم بودن فضای رقابتی بازار برشمرد. از این رو در تحقیق حاضر با پردازش داده‌های روز بعد و آنالیز شاخص‌ها و با مدلسازی عملکرد تبانی، تشخیص تبانی در محیط بازار بررسی و مورد بحث قرار می‌گیرد.

۱- Cartel

نقطه تعادل بازار برق

۱-۳ مقدمه

شاید به دلیل پیچیدگی مسئله تشخیص تبانی با تمام اهمیت خود چندان مورد توجه نبوده است و تحقیقات چندانی در این زمینه انجام نشده است. مسئله‌ای که به نظر می‌رسد، بتواند بیشترین ضربه و تاثیر منفی را به فضای رقابتی و رقابت سالم وارد سازد. محیطی که با هدف انحصار شکنی و با رویکردهای مبتنی بر رقابت آزاد جهت رقابت به سمت بالابردن سود اجتماعی طراحی گردیده بود، اکنون می‌تواند محلی برای کسب سود عده زیادی باشد. به ویژه بازار برق را می‌توان محلی مناسب جهت چنین پیش‌آمدی دانست. از این‌رو مقالات کمی به تشخیص، بررسی و کشف تبانی پرداخته‌اند و اکثر مقالاتی که تاکنون در این زمینه کار شده است بیشتر به تعریف و مفهوم تبانی، عملکرد تبانی توسط بازیگران، شرایط برقراری آن در بازار، پایدار بودن و چگونگی شکست آن بین بازیگران و همچنین اثرات منفی که می‌تواند برای یک محیط رقابتی بر جای بگذارد بحث شده است [۶]. در کل پژوهش‌های انجام شده در زمینه تبانی در بازارهای برق را می‌توان به دو رویکرد کلی تقسیم کرد برخی از مقالات به شکل تئوری به بررسی شرایط بازار پرداخته‌اند همچنین در ادامه به بررسی شاخص‌های نظارتی و چگونگی بهبود فضای رقابتی بازار اشاره شده است [۷]، [۸] و [۹]. مرجع [۱۰] شرایط موفقیت آمیز بودن و پایداری تبانی در یک بازار را مطرح کرده و اشاره می‌کند که تحت چه شرایطی تبانی می‌تواند برای بازیگران سودآور باشد. مراجع [۱۱] و [۱۲] اشاره کرده است که موانع ورود و خروج بازیگران به بازار می‌تواند در اتخاذ تصمیمات در تبانی موثر باشد. مرجع [۱۳] محدودیت‌های تولیدی را یکی از انگیزه‌های بازیگران برای حضور در تبانی معرفی کرده و اشاره می‌کند که وجود محدودیت تولیدی باعث محدود شدن سهم هریک از تولیدکنندگان شده که در این صورت بالا بردن سود از طریق فروش بیشتر منتفی و موجب خواهد شد بازیگران به فکر این باشند که به صورت غیر مجاز به فکر بالابردن سود خود باشند. مرجع [۱۴] اشاره دارد که اگر بازار در دوره‌های متعددی تکرار گردد این امکان برای واحدهای تولیدی وجود دارد که با شناخت شرایط بازار و استراتژی‌های رقبا دست به تبانی بزنند. برای تشخیص تبانی چندین رویکرد وجود دارد. یک روش رایج استفاده از روش‌های یادگیری نظارت شده