

برآورد قدرت بازار در بازار برق عمده فروشی ایران

علی ناظمی^۱ رحمان خوش اخلاق^۲ مصطفی عمادزاده^۳ علیمراد شریفی^۴

تاریخ دریافت: ۱۳۹۰/۰۱/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۰۶/۳۰

چکیده

بازار برق ایران در سال‌های پایانی دهه‌ی اول فعالیت خود قرار دارد و ارزیابی عملکرد این بازار، با توجه به اهداف موجود در تشکیل بازارهای برق، قابل برآورد و مطالعه خواهد بود. در این راستا، افزایش سطح رقابت به عنوان یکی از مهم‌ترین جنبه‌های موفقیت در تجدید ساختار صنعت برق شناخته می‌شود. مقاله‌ی حاضر میزان رقابت در بازار برق عمده فروشی کشور را ارزیابی می‌کند. در ارزیابی رقابت، با استفاده از شاخص‌های ساختاری، پتانسیل بروز رفتار غیر رقابتی در بازار برق عمده فروشی کشور در سال ۱۳۸۸ بررسی خواهد شد. افزون بر این، با استفاده از شبیه سازی رفتار رقابتی بازیگران، تقاطع منحنی عرضه‌ی رقابتی با مقدار تقاضای لحظه‌ای در حد فاصل فروردین و شهریور ماه سال ۱۳۸۸ محاسبه شده است. نتایج با تعادل به دست آمده از رفتار راهبردی بنگاه‌ها در دادن پیشنهاد به بازار برق کشور مقایسه شده و اعمال قدرت بازار ارزیابی می‌شود. در برآورد منحنی عرضه‌ی رقابتی در هر ساعت، از حداقل سازی هزینه‌ی نهایی تولیدکنندگان استفاده شده است. نتایج نشان می‌دهد بازار برق کشور پتانسیل بالایی در اعمال قدرت بازار دارد و بررسی عملکرد بازار در دوره‌ی اشاره شده نیز بیانگر انحراف از رفتار رقابتی از سوی بنگاه‌های عرضه کننده است.

واژگان کلیدی: بازار برق، قدرت بازار، هزینه نهایی، رقابت.

JEL: C61, D49, L94

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه اصفهان، Email: a_nazemi78@yahoo.com

۲- استاد گروه اقتصاد Email: Rahmankh44@yahoo.com

۳- استاد گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان Email: emazin@yahoo.com

۴- استادیار گروه اقتصاد دانشگاه اصفهان Email: asharifi@istt.org

۱- مقدمه

بدون شک یکی از مهم ترین ویژگی هایی که از منظر اقتصادی برای هر بازار بررسی می شود، عملکرد رقابتی بازار یا سطح رقابت در بازار است. تجربه ی کشورهای مختلف که اقدام به آزاد سازی صنعت برق کرده اند بیانگر این است که فقط ایجاد بازار برق نمی تواند همواره نتایج رقابتی مورد انتظار را به همراه داشته باشد. بخشی از مشکل به واسطه ی ماهیت برق به عنوان یک کالا بروز می کند و بخشی از آن به تعریف بازار برق بازمی گردد. برق به عنوان یک کالای غیر قابل ذخیره سازی شناخته می شود که مصرف و تولید آن به صورت هم زمان رخ می دهد و به واسطه ی تفاوت های موجود میان برق به عنوان کالا و دیگر کالاها، ارزیابی رفتار رقابتی در بازار برق با پیچیدگی هایی روبه رو است.

ساختار، قوانین و معماری یک بازار می تواند پتانسیل انحراف از رفتار رقابتی را برای بازیگران و فعالان بازار فراهم آورد. در این راستا، ابزارهای شناخته شده و متداولی برای ارزیابی قدرت بازار وجود دارد که عموماً بر پتانسیل یک بازار در انحراف از رفتار رقابتی تأکید دارد. به عبارت دیگر، شاخص های ساختاری که برای ارزیابی رقابت در بازارها استفاده می شود، مبتنی بر ارزیابی امکان و پتانسیل رفتار غیر رقابتی در بازار است و ارزیابی واقعی رقابت در بازار نیازمند استفاده از نتایج واقعی به دست آمده از عملکرد بازار است.

مقاله ی حاضر به بازار برق کشور از دو منظر توجه می کند. در بخش اول، به پتانسیل اعمال قدرت بازار یا امکان بروز رفتار غیر رقابتی توجه دارد. در این بخش این پرسش که آیا ساختار بازار برق کشور پتانسیل و امکان اعمال قدرت بازار را برای شرکت کنندگان فراهم می آورد، ارزیابی شده است. در بخش دوم به رفتار واقعی شرکت کنندگان توجه می شود. در این حالت برای هر بازه ی اجرای بازار یک معیار رقابتی استخراج می شود. در اینجا معیار رقابت هزینه ی نهایی تولید کنندگان است. آنگاه نتایج به دست آمده از اجرای بازار که بر اساس میزان تولید شرکت کنندگان با توجه به محدودیت های فنی و عملیاتی شکل گرفته است، نیز ترسیم می شود. این منحنی که بیانگر رفتار راهبردی بنگاه ها است، با الگوی رقابتی مقایسه شده و نتایج برای فروردین تا شهریور ماه سال ۸۸ استخراج شده است. در این بخش به این پرسش که آیا بنگاه ها در دادن پیشنهادهای مقدار و قیمت خود به بازار برق به صورت بنگاه قیمت پذیر رفتار می کنند؟ توجه می شود.

بخش دوم این مقاله مدل ها و روش های ارزیابی قدرت بازار، مفهوم قدرت بازار و مطالعات انجام شده در این حوزه را پوشش می دهد. بخش سوم به صورت اجمالی به بازار برق ایران و ویژگی های اصلی آن اشاره می کند و پتانسیل رفتار غیر رقابتی در این بازار را ارزیابی می کند. بخش چهارم مدل استفاده شده، محدودیت ها و فروض را نشان می دهد. بخش پنجم به نتایج به دست آمده از اجرای مدل را بیان می کند و در نهایت، نتیجه ی به دست آمده از پژوهش حاضر بیان می شود.

۲- ادبیات تحقیق

ارزیابی قدرت بازار در بازارهای برق یکی از مهم‌ترین زمینه‌های مطالعاتی در برآورد عملکرد بازار است و از این رو، طیف وسیعی از مطالعات در این زمینه دیده می‌شود. وجود محدودیت‌های فنی بالا در عرضه‌ی برق امکان تحلیل نادرست از طریق شاخص‌ها و مدل‌های ساده شده را به وجود می‌آورد. با توجه به این واقعیت که هر بازار بر اساس ویژگی‌های ساختاری، روش اجرایی و معماری خود نیازمند طراحی مدل متناسب است، استفاده از مدل‌های مطالعاتی مناسب و شناخت دقیق از بازار برق اهمیتی قابل توجه دارد.

قدرت بازار به مفهوم توانایی در انحراف قیمت از قیمت رقابتی در راستای افزایش سود است (Stoft, 2002). فرایند اعمال قدرت بازار در بازارهای مختلف متفاوت و به ساختار بازار باز می‌گردد. تئوری روش‌های اعمال قدرت بازار عبارتست از:

- انصراف فیزیکی^۱ که را کاهش سطح تولید در بازار برق روی می‌دهد.
- انصراف اقتصادی و مالی^۲ که با پیشنهاد قیمت در سطح بالاتر از قیمت رقابتی رخ می‌دهد.
- استفاده از راهبردهای انتقال که با استفاده از افزایش ازدحام منطقه‌ای در خطوط انتقال و در نتیجه، افزایش قیمت بروز می‌کند.

از منظر اقتصادی تفاوت قابل توجهی میان روش‌های مختلف وجود ندارد. چراکه نتیجه تمامی راهبردهای اعمال قدرت بازار، انتقال منحنی عرضه‌ی کل به سمت بالا یا چپ خواهد بود (Stoft, 2002). لیکن، نکته‌ی قابل توجه در اینجاست که در یک بازار رقابتی اعمال روش‌های مورد اشاره در بالا امکان ایجاد تغییر در بازار را به وجود نمی‌آورد و رفتار سودآورانه از طرف بنگاه به شمار نمی‌آید.

ویژگی‌های موجود در برق به عنوان یک کالا برآورد قدرت بازار را با مشکلاتی روبه‌رو می‌کند؛ اما وجود یک بازار برق ساعتی مزیت‌هایی نیز برای برآورد نتایج بازار به همراه دارد. یکی از مهم‌ترین این مزیت‌ها امکان برآورد هزینه‌های تولید در صنعت برق است که به واسطه‌ی ساختار فناوریانه‌ی این صنعت به وجود می‌آید. در دسته‌بندی‌های موجود از روش‌های برآورد قدرت بازار، می‌توان روش‌ها ارزیابی را به دو دسته زیر تقسیم‌بندی کرد (Paul et al, 2004).

- مدل‌های ارزیابی پتانسیل^۳ اعمال قدرت بازار
- مدل‌های ارزیابی اعمال قدرت بازار به شکل واقعی^۴ در بازار برق

1-Physical Withholding

2-Financial Withholding

3-Ex-Ante

4-Ex-Post

در ادامه، ادبیات تحقیق و مطالعات انجام شده بر اساس دسته بندی گفته شده در بالا بیان می شود.

۱-۲- پتانسیل قدرت بازار

یکی از روش های متداول در ارزیابی قدرت بازار یا سطح رقابت در بازارهای مختلف استفاده از شاخص های ساختاری است. مزیت عمده ای استفاده از این شاخص ها، سادگی و عدم نیاز به اطلاعات پیچیده در ارزیابی وضعیت بازار است. لیکن، شاخص های ساختاری نیازمند اطلاعات تحلیلی و تکمیلی در راستای افزایش قابلیت اطمینان نتایج استخراج شده است. در ادامه، این شاخص ها به صورت دقیق تر ارزیابی می شود.

۱-۱-۲- شاخص سهم بازار

این شاخص سهم بازار بزرگ ترین تولیدکننده در بازار برق را اندازه گیری می کند. بر این اساس، می توان نشان داد که سهم بازار یک تولید کننده نسبت مستقیمی از تفاوت قیمت و هزینه ی نهایی و نسبت معکوسی از کشش قیمتی تقاضای بازار است (Shapiro et al, 1989). کمیته ی قانون گذاری انرژی امریکا^۱ حد نهایی برای سهم بازار را ۲۰ درصد معرفی می کند و اتحادیه ی اروپا مبنای ۲۵ درصد را به عنوان معیار قدرت بازار نشان می دهد. نکته ی مهم درباره ی استفاده از این شاخص لحاظ محدودیت های موجود در استفاده از نتایج به دست آمده است؛ هر چند برای نشان دادن وضعیت عمومی بازار مفید است.

۲-۱-۲- شاخص تمرکز هرفیندال - هریشمن^۲

یکی از انتقادهای به شاخص سهم بازار عدم توجه به دیگر بنگاه های فعال در بازار برق است. شاخص تمرکز به دلیل در نظر گرفتن سهم بازار کل بازیگران، امکان ارائه نتایج بهتری را به وجود می آورد. این شاخص مجموع مربعات سهم بازار بنگاه های فعال در بازار برق را محاسبه می کند:

$$HHI = s_1^2 + s_2^2 + \dots + s_N^2 \quad (1)$$

در رابطه ی بالا s_i سهم بازار تولید کننده ی i ام است. شاخص تمرکز برای مدت طولانی در بازار برق ایالات متحده به عنوان مبنای ارزیابی رقابت استفاده می شد. بر این اساس، آستانه ی ۱۰۰۰ به عنوان عدم تمرکز، ۱۰۰۰ تا ۱۸۰۰ تا حدودی متمرکز و بالاتر از ۱۸۰۰ به عنوان بازارهای متمرکز شناخته می شدند. انتقاد اصلی به شاخص تمرکز نادیده گرفتن دیگر پارامترهای دخیل در ارزیابی وضعیت و رقابت در بازار برق است. چرا که یک بنگاه با سهم بسیار پایین هم می تواند در حالت های زیادی اعمال قدرت بازار کرده و بازار را از وضعیت رقابتی دور کند.

1-Federal Energy Regulatory Commission

2- Herfindahl-Hirschman Index

۳-۱-۲- تولید کننده محوری^۱

شاخص تولید کننده محوری بر این ایده استوار است که سمت تقاضای بازار نیز تحلیل می شود تا شاخص استفاده شده بتواند بیشتر واقعیت بازار برق را منعکس کند. این شاخص بر این اساس است که آیا در هر بازه زمانی اجرای بازار وجود یک تولید کننده مشخص الزام آور است؟ در حقیقت، آستانه‌ی ذخیره و بازار در پوشش تقاضای موجود در هر بازه زمانی ارزیابی می شود. در صورتی که یک بازار با تعداد تولید کننده گان محوری قابل توجهی روبه‌رو باشد، در عمل صرف نظر از شاخص سهم بازار یا تمرکز، تعداد تولید کننده گانی که امکان اعمال قدرت بازار را دارند، افزایش یافته و بازار پتانسیل بالایی در انحراف از رفتار رقابتی دارد. شاخص تولید کننده‌ی محوری به وسیله‌ی کمیته‌ی انرژی ایالات متحده نیز در سال ۲۰۰۱، به عنوان شاخص ارزیابی قدرت بازار^۲ جایگزین سهم بازار و تمرکز شد. مهم ترین انتقاد به شاخص اشاره شده باینری بودن این شاخص‌ها در ارزیابی قدرت بازار است. بر این اساس یک تولید کننده یا محوری است و رفتار غیر رقابتی دارد و یا این که یک بنگاه رقابتی شناخته می شود. این مسأله به عنوان نقطه ضعف این شاخص‌ها مطرح است (Sheffrin, 2001). افزون بر آن که حجم خرید و فروش در بازار را نیز نمی توان بر اساس این شاخص مدل سازی کرد.

۳-۱-۲-۴- شاخص عرضه باقیمانده^۳

این شاخص به همان ایده‌ی شاخص تولید کننده‌ی محوری به صورت یک متغیر پیوسته توجه می کند. این شاخص برای اولین بار در بازار برق کالیفرنیا استفاده شد (Sheffrin, 2001). شاخص عرضه‌ی باقی مانده برابر است با:

$$RSI = \frac{AS-C}{AD} \quad (2)$$

که در این رابطه‌ی AS عرضه کل، C بیشترین ظرفیت در بازار و AD تقاضای کل است. در این رابطه عرضه‌ی کل برابر با مجموع خالص واردات و ظرفیت تولید در هر بازه زمانی است. برای جایگذاری عرضه‌ی کل از حداکثر انرژی پیشنهاد شده در بازار یا مقدار تولید در هر زمان استفاده می شود. تقاضا نیز در هر بازه زمانی برابر با کل تقاضای موجود از انرژی خواهد بود. بر اساس این، شاخص عرضه‌ی باقی مانده نباید برای بیش از پنج درصد از ساعت‌های سال کمتر از ۱۱۵ باشد. شاخص عرضه‌ی باقی مانده و تولید کننده‌ی محوری تنها به واسطه‌ی امکان پذیر کردن مقایسه‌ی بازارها با یکدیگر، از سال ۲۰۰۴ به عنوان شاخص ارزیابی وضعیت بازار استفاده شده‌ی بازارهای برق آمریکا قرار می گیرد (Sheffrin, 2001).

1-Pivotal Producer

2-Supply Margin Assessment

3-Residual Supply Index

۵-۱-۲- تحلیل تقاضای باقی‌مانده^۱

شاخص تقاضای باقی‌مانده بر اساس تحلیل کشش تقاضای باقی‌مانده برای تولید کننده است. بر این اساس، هر چه تابع تقاضای باقی‌مانده‌ای که تولید کننده با آن رو به رو است، بی‌کشش‌تر باشد؛ پتانسیل رفتار غیررقابتی بالاتر خواهد بود. (Baker *et al*, 1992) مهم‌ترین انتقادی که به این شاخص مطرح است عدم لحاظ محدودیت‌های انتقال در محاسبه تابع تقاضای باقی‌مانده است (Newbery *et al*, 2004). محدودیت‌های انتقال تأثیر قابل توجهی بر کاهش کشش تابع تقاضای باقی‌مانده خواهد داشت و به این ترتیب، پتانسیل اعمال قدرت بازار را نیز افزایش خواهد داد.

۲-۲- تحلیل رفتاری^۲

شاخص‌های رفتاریه ارزیابی قدرت بازار اعمال شده و مشاهده شده در بازار می‌پردازد. شاخص‌های ساختاریکه در قسمت پیش بیان شد، فقط پتانسیل قدرت بازار را تحلیل می‌کند. این رویکرد در ادامه دقیق‌تر بررسی می‌شود.

۱-۲-۲- مقایسه‌ی پیشنهاد- هزینه^۳

مبنای این تحلیل استفاده از شاخص لرنر^۴ در ارزیابی سطح رقابت است. در این حالت، می‌توان با مقایسه‌ی قیمت و هزینه‌ی نهایی تولیدکننده میزان انحراف از قیمت رقابتی را ارزیابی کرد. اولین مطالعه با استفاده از این شاخص در بازار برق انگلستان و ولز در سال ۹۳ انجام شد (von der Fehr *et al*, 1993). مطالعات دیگری نیز با استفاده از این شاخص انجام گرفته و شاخص لرنر به عنوان یک مبنای ارزیابی بازار شناخته می‌شود. (Fabra *et al* Green, 2003)، (2003).

۲-۲-۲- تحلیل سود

در یک بازار رقابتی سود بلندمدت وجود ندارد. بر این اساس روش تحلیل سود، مقدار درآمد بنگاه‌های فعال در بازار را محاسبه و سطح رقابت را ارزیابی می‌کند. جاسکو با تحلیل رفتاری بازار برق امریکا به بررسی این مسأله پرداخت که آیا بازار برق امکان پوشش هزینه‌های ثابت تولیدکنندگان را فراهم می‌کند؟ وی معتقد است که با وضعیت حاکم بر بازار برق لحظه‌ای و ذخیره در بازارهای برق انگیزه‌ای برای سرمایه‌گذاری و افزایش ظرفیت وجود نخواهد داشت. (Joskow, 2005).

1-Residual Demand Analysis

2- Behavioral Analysis

3-Bid-Cost Margins

4-Lerner Index

۳-۲- مدل‌های شبیه سازی^۱

شاخص‌های ساختاری و رفتاری بر مبنای نسبت‌های ساده شده به ارزیابی بخشی از یک بازار می‌پردازد. لیکن، برای بررسی دقیق مسأله و ارزیابی کامل وضعیت حاکم بر بازار برق باید از مدل‌هایی استفاده شود که امکان برآورد دقیقی از بازار را به وجود آورد. مدل‌های شبیه‌سازی بر مبنای مقایسه‌ی آنچه در بازار رخ می‌دهد و آنچه می‌توانسته رخ دهد یا رفتار بهینه است که بازار را تحلیل می‌کند.

۳-۲-۱- آنالیز معیار رقابتی^۲

مبنای این مدل شبیه‌سازی بازار برق با فرض رفتار رقابتی (قیمت‌پذیر) بازیگران و مقایسه با وضعیت حاکم بر بازار است. به عبارت دیگر، حالتی که هیچ کس از خود رفتار راهبردی (اعمال قدرت بازار) بروز نمی‌دهد، به عنوان مبنای رفتاری در نظر گرفته می‌شود. آنگاه رفتار مشاهده شده‌ی بازیگران نیز ارزیابی و با مقایسه حالت بهینه با عملکرد می‌توان درباره‌ی بازار اظهار نظر کرد.

مهم‌ترین چالش مورد توجه در این رویکرد برآورد رفتار رقابتی تولیدکنندگان است. بر این اساس نادیده گرفتن بعضی از محدودیت‌های تولید امکان برآورد پایین در هزینه نهایی را به وجود می‌آورد. این مسأله در عمل مدل سازی رفتار رقابتی را با محدودیت‌هایی مواجه می‌سازد.

۳-۲-۲- مدل‌های شبیه سازی انحصار چند جانبه^۳

متداول‌ترین ابزار ارزیابی قدرت بازار استفاده از مدل‌های انحصار چند جانبه در بازار برق است. تعادل کورنو یکی از مدل‌های متداول در این زمینه است. مهم‌ترین مشکل موجود در تعادل کورنو عدم امکان کاربرد آن برای بازارهای پرداخت بر اساس پیشنهاد^۴ است. همین مسأله کاربرد آن را به بازارهای یکنواخت^۵ محدود کرده است.

مهم‌ترین مدل‌هایی که به تحلیل وضعیت بازار برق پرداخته است، مدل‌های تعادل تابع عرضه^۶ است. این مدل‌ها بر مبنای مدل گفته شده وضعیت کلمپر و میر در شرایط اطمینان و نا اطمینانی عملکرد بازار برق را تحلیل می‌کند. (Klemperer et al, 1989) گرین و نیوبری شکل ساده‌ی آن را برای بازار برق انگلستان در یک انحصار دو جانبه اجرا کرده و نشان دادند قیمت بین قیمت رقابتی و تعادل کورنو در نوسان خواهد بود. (Green et al, 1992) مدل تعادل تابع عرضه از سوی هولمبری را گسترش و برای بازارهای پرداخت بر اساس پیشنهاد وی به شکل ساده شده‌ای مطرح شد. (Holmberg, 2009)

1-Simulation Models

2-Competitive Benchmark Analysis

3-Oligopoly Simulation Models

4-Pay-as-Bid (Discriminatory)

5-Uniform Design

6-Supply Function Equilibrium

در حال حاضر، بیش از هر چیز از توسعه روش های کمی در استفاده از مدل های موجود متداول و الگوریتم های شبیه سازی در راستای اجرای مدل های واقعی بطور گسترده استفاده می شود.

۲- پیشینه تحقیق

ولفرام^۱ (۱۹۹۹) از رویکرد آنالیز معیار رقابتی برای اولین بار در بازار برق انگلستان و ولز استفاده کرد. (Wolfram, 1999) وی به نوعی تصحیح شده از شاخص لرنر برای دو تولید کننده عمده بازار برق انگلستان در مقاله ای به نام "اندازه گیری انحصار دو جانبه در بازار برق لحظه ای انگلستان و ولز" در سال ۹۹ استفاده کرده و وضعیت بازار را تحلیل کرد. نتایج به دست آمده از مطالعه ولفرام متوسط تفاوت ۲۵ درصد بین قیمت و هزینه نهایی را برای دو تولید کننده عمده بازار برق انگلستان و ولز نشان می دهد. او همچنین معتقد است که با کاهش قراردادهای و تعهدات تولید کنندگان باید توانایی اعمال قدرت بازار افزایش یابد؛ اما، مشاهدات نتایج متفاوتی را نشان می دهد. بر این اساس، وی نتیجه می گیرد که تولید کنندگان از همه ی منافع به دست آمده از وضعیت بازار نیز استفاده نکرده و همچنان امکان بیشتری برای اعمال قدرت بازار وجود دارد. برونستین و همکاران^۲ (۱۹۹۹) با استفاده از روش بازار آنالیز معیار رقابتی بازار برق کالیفرنیا را ارزیابی کردند. آنها برای تعیین معیار رقابتی در بازار برق از هزینه نهایی با استفاده از هزینه های سوخت و متغیر تعمیر و نگهداری استفاده کردند. جاسکو و همکاران^۳ (۲۰۰۱)، با استفاده از همین رویکرد بازار کالیفرنیا را مورد ارزیابی کردند. نتایج مدل جاسکو تفاوت ۹۰ درصدی در قیمت رقابتی و قیمت بازار را نشان می دهد.

منصور^۴ (۲۰۰۸) در مقاله ای با عنوان "اندازه گیری رفاه در بازار برق تجدید ساختار شده" کارایی و رفاه از دست رفته در بازار منطقه ای آمریکا را با مقایسه رفتار رقابتی و رفتار راهبردی بررسی می کند. (Mansur, 2008) در این مقاله وی رفتار مشاهده شده ی بنگاه ها در تولید را که حاصل ارائه ی قیمت و مقدار پیشنهادی از سوی آنها به بازار است را رفتار راهبردی معرفی می کند. آنگاه رفتار بهینه ی بنگاه ها را بر مبنای هزینه نهایی تولید به عنوان مبنای مقایسه در نظر می گیرد و از این طریق رفاه از دست رفته و کارایی بازار را محاسبه می کند. در این مدل برای برآورد هزینه نهایی از داده های گذشته بازار با فرض دوره های رقابتی استفاده می شود.

عسگری و منصف (۲۰۱۰)، در مقاله ی خود با عنوان "تحلیل قدرت بازار برای بازار برق ایران" از دو شاخص تمرکز بازار و شاخص هریشمن - هرفیندال برای مطالعه ی قدرت بازار در بازار برق ایران مبتنی بر دو سناریو استفاده می کنند. (Asgari et al, 2008) آنها در سناریوی اول وضعیت جاری بازار برق را در نظر

1-Wolfram

2-Borenstein et al

3-Joskow et al

4-Mansur

دارند و در سناریوی دوم چشم‌انداز آینده‌ی بازار ایران مبتنی بر استقلال تولیدکنندگان در بازار را بررسی می‌کند. افزون بر این، از شاخص عرضه‌ی باقی‌مانده نیز به منظور افزایش دقت محاسبات استفاده می‌شود. نتایج نشان می‌دهد به دلیل کمیابی سمت عرضه‌ی بازار، تولیدکنندگان در زمان‌های پرباری، با وجود سهم بازار کمی که دارند، از رفتار رقابتی منحرف و قدرت بازار اعمال می‌کنند. در این مقاله روند قیمت موزون بازار ایران و منحنی بار برای مارس ۲۰۰۷ تا مارس ۲۰۰۸، تحلیل شده‌است. در پایان مقاله با ارائه راه کارهایی در راستای کاهش بر انصراف تولیدکنندگان از تولید و وجود قدرت بازار تأکید شده است.

۴- مبانی نظری تحقیق

در تحقیق حاضر به منظور ارزیابی قدرت بازار در بازار برق ایران از دو روش استفاده می‌شود. در بخش اول شاخص تمرکز بازار و سهم بازار تولیدکنندگان در بازار برق کشور مورد توجه است. استفاده از این شاخص‌ها صرفاً پتانسیل بروز رفتار غیررقابتی در این بازار را ارزیابی می‌کند و برآورد قدرت بازار به شکل واقعی که حاصل از نتایج اجرای بازار است، با استفاده از روش آنالیز معیار رقابتی که در قسمت قبل معرفی شد، انجام خواهد شد. در آنالیز معیار رقابتی رفتار رقابتی بازیگران با رفتار واقعی آنها مقایسه و تفاوت موجود بین معیار رقابتی و رفتار واقعی به عنوان انحراف از وضعیت رقابت در نظر گرفته خواهد شد.

۴-۱- مدل شبیه سازی بازار برق ایران

پس از تجدید ساختار در صنعت برق و ایجاد بازارهای برق، مکانیسم بازار جایگزین برنامه‌ریزی متمرکز در تعیین فهرست تولیدکنندگان و قیمت نهایی بازار شد. بر این اساس، منحنی عرضه‌ی بازار حاصل از پیشنهادها مطرح شده از سوی تولیدکنندگان و منحنی تقاضای حاصل از پیش‌بینی تقاضای ساعتی تشکیل و قیمت نهایی تعیین خواهد شد. تولیدکنندگانی که قیمت آنها پایین‌تر از قیمت حاصل از تقاطع عرضه و تقاضای بازار باشد، وارد مدار شده و نیاز بازار را پوشش خواهند داد. مدل استفاده شده در این تحقیق منحنی عرضه‌ی بازار را با فرض وجود یک بازار رقابتی تعیین و آنگاه با توجه به تقاضای موجود در بازار برای روز و ساعت مشخص^۱، نقطه‌ی تعادل را محاسبه خواهد کرد. از سوی دیگر، با توجه به آنچه به صورت واقعی در بازار اتفاق افتاده است، منحنی هزینه‌ی نهایی راهبردی بنگاه‌ها تعیین خواهد شد. نقطه‌ی تسویه بازار در این حالت به عنوان هزینه‌ی نهایی راهبردی^۲ در نظر گرفته می‌شود. در یک بازار رقابتی که بازیگران بصورت

۱- بازار برق ایران حراج یک طرفه است و سمت تقاضا بر اساس پیش‌بینی مصرف کنندگان بازار عمده فروشی برق تعیین خواهد شد. بر این اساس، تقاضا در کوتاه مدت (بازه‌ی اجرای بازار ۱ ساعته است) بی کشش در نظر گرفته می‌شود.

2-Strategic Marginal Cost

بنگاه‌های قیمت‌پذیر رفتار می‌کنند، انحرافی بین رفتار مشاهده شده در بازار و معیار رقابتی^۱ وجود نخواهد داشت.

تعیین معیار رقابت بر اساس تعیین هزینه‌ی نهایی تولیدکنندگان است. در گام اول به منظور محاسبه‌ی هزینه‌ی نهایی تولید در کوتاه مدت از نرخ حرارتی^۲ استفاده می‌شود. رابطه‌ی زیر برای این منظور استفاده شده است:

$$C_{it}(Q_{it}, W_{it})(\text{Rial}) = [MO_i(\text{Rial}/\text{kwh}) + HR_{it}(\text{kcal}/\text{kwh}) * w_{it}^{fuel}(\text{Rial}/\text{kcal})] * Q_{it}(\text{kwh}) \quad (3)$$

که در این رابطه MO_i هزینه‌ی تعمیر و نگهداری، HR_{it} نرخ حرارتی، w_{it}^{fuel} هزینه‌ی سوخت در زمان‌های مختلف را برای نیروگاه i نشان می‌دهد. افزون بر این، در اینجا با توجه به ویژگی‌های بازار برق ایران که تولیدکنندگان در بیان پیشنهاد قیمتی خود با بازار برق به هزینه‌های اجتماعی توجه نمی‌کنند، این هزینه‌ها در محاسبات وارد نشده است^۳. علیرغم این که استفاده از نرخ حرارتی^۴ متداول‌ترین روش در برآورد هزینه‌ی نهایی سوخت است؛ اما محدودیت‌هایی نیز به مدل افزوده می‌شود. (Borenstein et al, 1900) (Puller, 2007)، (Wolfram, 2000)، (Mansur, 2008)

یکی از مهم‌ترین محدودیت‌هایی که استفاده از این روش در محاسبه‌ی هزینه‌ی نهایی به همراه دارد، دربارہ‌ی عدم لحاظ محدودیت‌های فنی تولید است. به عبارت دیگر، وجود محدودیت‌های بین زمانی تولید^۵ در نیروگاه‌ها باعث می‌شود که استفاده از نرخ حرارتی با خطای برآورد پایین روبه‌رو باشد. به همین منظور، در این پژوهش نیز برای افزایش دقت محاسبات، بررسی‌ها به زمان پیک محدود شده است. (Joskow et al, 2002)، (Harvey et al, 2001)، (al)

این نکته نیز اهمیت دارد که در بازار برق ایران راهبرد ورود و خروج تولیدکننده از مدار، در مجموعه‌ی گزینه‌های پیش روی تولیدکننده قرار ندارد. زیرا، تولیدکنندگان زیر نظر مدیریت سیستم فعالیت داشته و تصمیم‌گیری دربارہ‌ی خروج از مدار بر عهده‌ی مدیر شبکه است. این محدودیت مهم‌ترین مانعی است که استفاده از نرخ حرارتی با آن روبه‌رو است. حال آن‌که در بازار برق ایران این محدودیت وجود ندارد و استفاده از نرخ حرارتی در برآورد هزینه‌ی نهایی مشکل قابل توجهی را به همراه نخواهد داشت. بر این اساس،

1-Competitive Benchmark

2-Heat Rate

۳- در این تحقیق بازار برق ایران شبیه سازی و نتایج بر اساس فرایند اجرای بازار استخراج شده است. بدیهی است در شبیه سازی اجرای بازار تنها وضعیت واقعی اجرای بازار مد نظر قرار گیرد. بر این اساس، هزینه‌های آلودگی و... مطابق با وضعیت اجرایی در پیشنهاد دهی بازار برق کشور مورد توجه نیست.

۴- نرخ حرارتی مقدار انرژی ورودی به خروجی را نشان می‌دهد. بر این اساس، نرخ حرارتی برابر با ۲۲۰۰ نشان دهنده‌ی اینست که واحد حرارتی در ازای مصرف ۲۲۰۰ واحد انرژی ورودی ۱ واحد انرژی الکتریکی تولید خواهد کرد.

5-Inter-temporal Constraints

تابع عرضه‌ی بازار و تعادل بازار رقابتی که حاصل از جمع افقی توابع عرضه‌ی واحدهای فعال در شبکه‌ی برق کشور و حداقل سازی آن با توجه به قید تعادل است، با استفاده از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$\text{Min} \sum_{it}^N C_{it}(Q_{it}, W_{it}) \quad (۴)$$

$$S.t: Q_{it}^{\text{Min}} \leq Q_{it} \leq Q_{it}^{\text{Max}}$$

$$\sum_{i=1}^N Q_{it} = D_t \quad i = 1, 2, \dots, N$$

که در این رابطه $C_{it}(Q_{it}, W_{it})$ تابع هزینه‌ی متغیر کوتاه مدت، Q_{it}^{Max} و Q_{it}^{Min} به ترتیب حداکثر تولید، حداقل تولید و مقدار تولید واحد i و D_t تقاضای بازار زمان t است.

۴-۲-۴. فروض و داده‌های مورد استفاده شده

اطلاعات استفاده شده در این مطالعه بر اساس اطلاعات منتشر شده از سوی شرکت مدیریت شبکه‌ی برق ایران و معاونت راهبردی شبکه‌ی برق کشور است. به منظور انجام محاسبات، محدودیت هر واحد در زمان اجرای بازار، قدرت قابل تولید و مقدار تولید برای ۴۷۱ واحد تولید برق در محدوده‌ی فروردین و شهریور سال ۱۳۸۸، استخراج شده و برای هر زمان تابع عرضه‌ی رقابتی و تابع عرضه‌ی واقعی بازار به دست آمده است. بنابراین، محدوده‌ی مطالعات ساعت‌های پرباری در شش ماهه‌ی اول سال ۸۸ است. در محاسبه‌ی هزینه‌ی نهایی تولید برق که مبنای در مدار قرار گرفتن نیروگاه‌ها و تابع عرضه‌ی رقابتی در بازار برق کشور است، از اطلاعات بخش تولید شرکت توانیر و دفتر برنامه‌ریزی تولید وزارت نیرو استفاده شده است.

با توجه به این که تولید کنندگان برق آبی و دیزل از وضعیت خاصی پیروی می‌کنند و گهگاه تولید آن‌ها بر اساس پارامترهای اقتصادی نیست، در این مدل تولید انجام شده از سوی این بنگاه‌ها معادل تولید بهینه لحاظ شده و تأثیر آن‌ها از محاسبات حذف شده است.^۱ محدوده‌ی بازار شبکه‌ی برق پیوسته‌ی کشور در نظر گرفته می‌شود و مقدار واردات نیز از کل مصرف کشور کاسته و محاسبات بر اساس تولید داخل انجام می‌شود. نرخ حرارتی برای نیروگاه‌های بخاری برای سوخت مازوت و گاز طبیعی برآورد شده است. همچنین، برای واحدهای گازی سوخت گازوییل و گاز طبیعی با توجه به عملکرد واحد در سال ۸۸ وارد محاسبات می‌شود. قیمت سوخت مصرفی نیروگاه‌های کشور بر اساس پیش‌بینی هزینه‌های سوخت یارانه‌ای نیروگاه‌های کشور در بودجه‌ی سال ۱۳۸۸ که شامل هزینه‌ی انواع سوخت، هزینه‌ی حمل و نقل و عوارض است، وارد مدل می‌شود. این هزینه‌ها از سوی شرکت توانیر منتشر و منبع استفاده شده در این تحقیق آمار تفصیلی صنعت

۱- به طور نمونه مطابق با آیین‌نامه‌ی خرید و فروش در بازار برق کشور، در وضعیتی که امکان ذخیره‌ی منبع وجود ندارد، بازار برق متعهد به خرید انرژی این تولید کنندگان خواهد بود.

برق ایران، تولید نیروی برق در سال ۱۳۸۸ است. افزون بر این، برای انجام محاسبات در تعیین هزینه ی انرژی ورودی از ارزش حرارتی استفاده می شود. اطلاعات مربوط در جدول زیر مشخص است.

جدول ۱: اطلاعات مربوط به ارزش حرارتی و قیمت سوخت

نوع سوخت	ارزش حرارتی	قیمت سوخت
گاز طبیعی	8763 Kcal/m^3	49 Rial/m^3
نفت کوره (مازوت)	9200 Kcal/lit	32 Rial/lit
گازوئیل	8600 Kcal/lit	64 Rial/lit

منبع: آمار تفصیلی صنعت برق ایران، تولید نیروی برق در سال ۱۳۸۸

لازم به یادآوری است با توجه به این که تولیدکنندگان در طرح پیشنهاد قیمتی خود به بازار برق به هزینه های آلودگی توجه نمی کنند، در این پژوهش نیز فقط هزینه های متغیر تولید؛ شامل هزینه ی سوخت و هزینه های متغیر تعمیر و نگهداری در نظر می باشد. هزینه های تعمیر و نگهداری نیز بر اساس پیش بینی دفتر برنامه ریزی و تولید شرکت توانیر با توجه به نوع فناوری تولید نیروگاه وارد مدل می شود. بر این اساس، این مقدار برای همه ی تولیدکنندگان با فناوری مشابه یکنواخت خواهد بود.

در تعیین محدودیت های واحدها برای تولید، وضعیت ویژه واحدهای گازی و بخاری در نیروگاه های سیکل حرارتی در نظر گرفته شده و همچنین، برای دقت محاسبات، محدودیت انتقال که به عنوان عامل خروج واحد از مدار تلقی می شود نیز وارد محاسبات شده است. بر این اساس، واحدهایی که در عمل مشکلی برای تولید ندارند؛ لیکن، محدودیت های انتقال عامل خروج آن ها از مدار است، در مدل رقابتی شبیه سازی شده در این مطالعه نیز از تولید خارج و در فهرست عرضه قرار ندارند. لازم به گفتن است حداقل تولید نیروگاه های بخاری به عنوان تولید قطعی وارد مدار شده و برنامه ریزی درباره ی دیگر تولیدکنندگان است^۱.

۵- اجرای مدل و یافته های تحقیق

در بخش حاضر به محدوده ی مطالعاتی، فروض و داده های استفاده شده در اجرای مدل می پردازد و در ادامه نتایج به دست آمده از شبیه سازی بازار برق ایران ارائه خواهد شد.

۱- نیروگاه های بخاری به دلیل هزینه های راه اندازی بالا و زمان زیاد در ورود و خروج به مدار، از سوی مدیر سیستم از شبکه خارج نمی شوند بلکه حتی زمانی که قیمت داده شده از سوی آنها پذیرفته نمی شود نیز با حداقل تولید و ۰.۹ حداقل قیمت کل بازار در بازه ی مورد نظر متعهد به تولید خواهند بود. بر این اساس، حداقل تولید آنها در اینجا به عنوان تولید اجباری در نظر گرفته شده است.

۱-۵- بازار برق ایران

با توجه به این که محدوده‌ی مطالعاتی در این تحقیق بازار برق ایران است، در این بخش مروری بر مهم‌ترین ویژگی‌های این بازار انجام شده است.

بازار برق ایران آبان‌ماه سال ۸۲ تشکیل و مهم‌ترین دلایل و اهداف تجدید ساختار و ایجاد بازار برق به شرح زیر عنوان شده است (معاونت بازار برق، ۱۳۸۵):

- اولویت ایجاد محیط رقابتی به تغییر ساختار مالکیت
- ایجاد فضای رقابتی در بخش‌های تولید و توزیع برق
- تأمین منابع مورد نیاز از با حضور بخش غیر دولتی در سرمایه‌گذاری
- افزایش بهره‌وری اقتصادی

شرکت مدیریت شبکه‌ی برق ایران به عنوان بهره‌بردار مستقل سیستم^۱ شناخته می‌شود که دو مسئولیت اصلی بهره‌برداری سیستم و مدیریت مالی و اطلاعاتی معاملات در بازار را بر عهده دارد. برابر با آیین‌نامه‌ی تعیین وضعیت خرید و فروش بازار برق ایران، این شرکت به عنوان مدیر بازار و مرکز راهبردی شناخته می‌شود. لازم به یادآوری است، مسئولیت هدایت و کنترل بر بازار برق کشور بر عهده‌ی هیأت تنظیم بازار برق است. این هیأت به عنوان مرجع مستقل مسئولیت نظارت بر بازار را بر عهده داشته و اعضای آن از سوی وزیر نیرو تعیین می‌شوند.

سمت عرضه‌ی بازار برق ایران شامل شرکت‌های برق منطقه‌ای به عنوان مهم‌ترین بازیگران بازار است. شرکت‌های خصوصی یا به صورت مستقل در بازار حاضر می‌شوند و یا با توجه به قراردادهای بلند مدتی که با توانیر دارند، شرکت توانیر به عنوان نماینده این شرکت‌ها در بازار برق شرکت می‌کند. سمت تقاضای بازار عمده فروشی کشور متشکل از ۴۲ شرکت توزیع برق و شرکت‌های برق منطقه‌ای به عنوان نماینده‌ی صنایع کشور است. شرکت‌های توزیع برق بر اساس مصوبه‌ی سال ۸۴ مجلس شورای اسلامی مستقل و میزان نیاز خود را برای هر بازه‌ی اجرایی بازار پیش‌بینی می‌کنند.

ساختار بازار برق ایران مدل آژانس خرید است و همه‌ی تولیدکنندگان و متقاضیان موظف به حضور در بازار برق^۲ هستند. بازار برق کشور، بازار روز قبل^۳، حراج یک طرفه^۴ و به صورت پرداخت بر اساس پیشنهاد^۵ است. هر تولیدکننده موظف است ۳ روز قبل از اجرای بازار قیمت و مقدار پیشنهادی خود را در ده پله‌ی

1-Independent System Operator

2-Mandatory Pool

3-Day Ahead Market

4-One Side Auction

5-Pay as Bid Auction

صعودی به بازار برق کشور بدهد. خریداران نیز مقدار نیاز خود را به بازار برق ایران داده و بر اساس برابری عرضه و پیش بینی مصرف، قیمت نهایی بازار تعیین می شود.

قیمتی که از سوی بازار به صورت رسمی اعلام می شود، قیمت موزون^۱ در هر بازار زمانی اجرای بازار است. نرخ خرید از بازار برق ایران یکنواخت است. پرداخت به تولید کنندگان نیز از دو قسمت تشکیل می شود. بخش اول بهای انرژی است که بر مبنای پیشنهاد داده شده از سوی تولید کننده پرداخت خواهد شد و بخش دوم به بهای آمادگی (ظرفیت) تعلق می گیرد. بهای آمادگی به منظور تشویق سرمایه گذاری در بخش تولید و بر اساس اعلام آمادگی واحد و ظرفیت قابل تولید پرداخت خواهد شد. (Ghazizadeh et al, 2007).

پرداخت برای ظرفیت ثابت است و با توجه به ضرایب مختلف زمانی، صرف نظر از تولید یا عدم تولید، به نرخ ثابتی برای همه تولید کنندگان و با توجه به مگاوات ساعت آماده ی تولید پرداخت خواهد شد. پرداخت برای خدمات انتقال نیز بر مبنای آمادگی است.

هرچند بازار برق ایران در دهه ی اول فعالیت خود قرار دارد و همچنان از حیث اجرا و زیر ساخت با مشکلات متعددی روبه رو است؛ لیکن، استقرار بازار برق و ساختار کنونی بازار نکات مثبت و قابل توجهی دارد. پیش از ارزیابی سطح رقابت در بازار برق کشور، به مهم ترین ویژگی های صنعت برق کشور به صورت اجمالی اشاره می شود. بر این اساس، کل قدرت نامی^۲ کشور در سال ۸۸، ۵۶۱۸۱ مگاوات، قدرت عملی^۳ کشور ۴۹۵۱۵ مگاوات و حداکثر تقاضا برابر با ۳۷۸۷۸ مگاوات است. جدول زیر وضعیت صنعت برق کشور در سال ۱۳۸۸ را نشان می دهد.

نکته ی مهم درباره ی وضعیت صنعت برق تأثیر قابل توجه نیروگاه های بخاری در تولید برق است. با این که از نظر ظرفیت نصب شده، توازن در فناوری تولید دیده می شود؛ لیکن، با توجه به مشکلات موجود در صنعت، عمده ی توان تولید کشور از سوی نیروگاه های بخاری تأمین می شود. لازم به یادآوری است دلایل اقتصادی نیز در این باره مؤثر است و بخشی از افزایش نقش نیروگاه های بخاری بواسطه ی هزینه های نهایی پایین و هزینه ی ورود و خروج بالا توجه پذیر است؛ اما، در هر حال بر سطح رقابت موجود بی تأثیر نخواهد بود.

۱- قیمت موزون برابر با متوسط وزنی پیشنهادهای پذیرفته شده از سوی بازار در هر بازه ی زمانی است.

۲- قدرت نامی یک دستگاه توربین یا دستگاه تولیدی نیروی محرکه از طرف سازنده بر پلاک مشخصات آن برای وضعیت معینی بر حسب اسب بخار یا مگاوات نوشته شده است. در ماشین های کوچک قدرت نامی بر حسب کیلووات مشخص می شد (آمار تفصیلی صنعت برق کشور، ۱۳۸۸).

۳- بیشترین توان قابل تولید مولد در محل نصب با در نظر گرفتن وضعیت محیطی (ارتفاع از سطح دریا، دمای محیط و رطوبت نسبی) است. (آمار تفصیلی صنعت برق کشور، ۱۳۸۸)

جدول ۲: سهم انواع نیروگاه‌ها در صنعت برق، سال ۱۳۸۸ (درصد)

نیروگاه	نرخ خروج اضطراری ^۱ (درصد)	تولید (درصد)	ظرفیت نصب شده (نامی) (درصد)
بخاری	۱۲/۴	۴۳/۲	۲۸
سیکل ترکیبی	۲۴/۳	۲۹	۳۳
گازی	۲۷/۷	۲۴/۳	۲۴/۳
دیزل	-	۰/۲	۰/۹
برفایی	۴۹/۱	۳/۳	۱۳/۷

منبع: آمار تفصیلی صنعت برق ایران، تولید نیروی برق سال ۱۳۸۸

۲-۵- شاخص تمرکز و سهم بازار در بازار برق ایران

برای ارزیابی پتانسیل قدرت بازار در بازار برق کشور می‌توان از شاخص‌های متفاوتی استفاده کرد. در این قسمت ابتدا شاخص تمرکز و سهم بازار ارزیابی می‌شود. جدول زیر سهم تولیدکنندگان در بازار برق کشور در سال ۸۸ را نشان می‌دهد. همان‌گونه که مشخص است، با لحاظ تولید برق آبی شرکت آب و برق خوزستان با در اختیار داشتن ۲۱ درصد از سهم کل بازار بزرگ‌ترین شرکت تولید کننده به‌شمار می‌آید. پس از آن، شرکت برق منطقه‌ای تهران با ۱۸ درصد سهم بازار قرار دارد و بر این اساس، بیش از ۵۰ درصد سهم بازار برق کشور در اختیار دو تولیدکننده‌ی اشاره شده و برق منطقه‌ای فارس است. جدول ۳ محاسبات را بر مبنای عدم لحاظ تولید برق آبی^۲ نیز انجام و در این حالت برق منطقه‌ای تهران با دارا بودن بیش از بیست درصد از سهم بازار، در رتبه‌ی نخست قرار دارد. و با توجه به این‌که این شرکت سهمی بیش از بیست درصد دارد، می‌توان ادعا کرد که در وضعیت کنونی بازار برق کشور از پتانسیل قدرت بازار برخوردار است. برای بررسی دقیق‌تر نمودار ۱ روند سهم بازار برق منطقه‌ای تهران در سال ۸۸ به‌صورت روزانه را نشان می‌دهد.

۱- نرخ خروج اضطراری برابر است با: خروجی‌ها و محدودیت‌های اضطراری تقسیم بر مجموع توان تولید شده، ذخیره‌گردان و خروجی‌ها و

محدودیت‌های اضطراری ضربدر ۱۰۰

۲- با توجه به این مسأله که تولید برق آبی به دلیل وابستگی به منابع آبی در وضعیت خاصی قرار دارد و مقاله‌ی حاضر در راستای ارزیابی اعمال قدرت بازار و رفتار غیر رقابتی در بازار برق کشور است، محاسبات بدون در نظر گرفتن سهم برق آبی نیز انجام شده است.

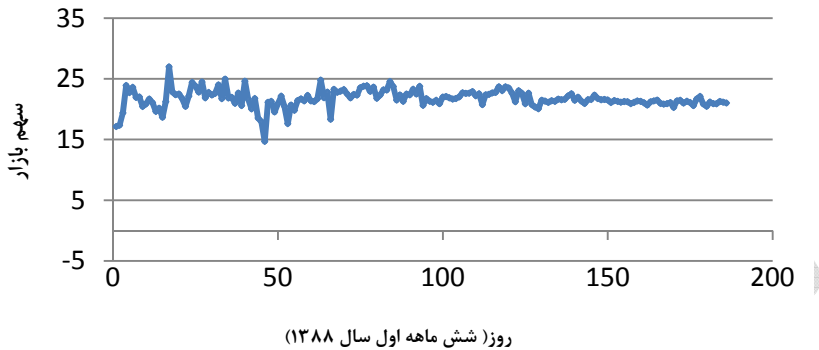
جدول ۳: سهم بازار تولید کنندگان در بازار برق ایران، سال ۱۳۸۸

شرکت های برق منطقه ای و آب و برق خوزستان	با تولید برق آبی سهم (درصد)	بدون تولید برق آبی سهم (درصد)
آذربایجان	۶/۵	۷/۶
اصفهان	۷/۹	۹/۲
باختر	۵	۶
تهران	۱۸/۷	۲۱/۶
خراسان	۸/۸	۱۰/۵
خوزستان	۲۱	۷/۱
سیستان	۱/۹	۲/۲
غرب	۲/۶	۳/۱
فارس	۹/۵	۱۱/۱
کرمان	۳/۷	۴/۴
گیلان	۳/۶	۴/۱
مازندران	۴/۶	۵/۵
هرمزگان	۴/۸	۵/۸
یزد	۱/۴	۱/۷

منبع: آمار تفصیلی صنعت برق ایران، تولید نیروی برق سال ۸۸ - محاسبات تحقیق

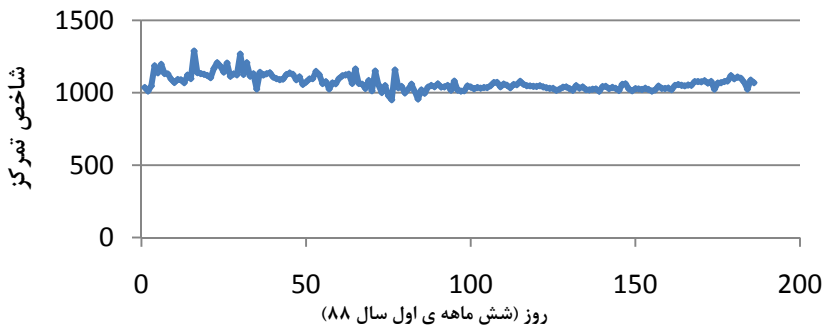
همان گونه که برآورد سهم بازار برق منطقه ای تهران به صورت روزانه در سال ۸۸ نشان می دهد، سهم بازار این تولیدکننده در سه ماهه ی اول سال (اعداد ۰ تا ۹۰ در محور افقی نمودار ۱) نوسان بالاتری دارد. در حالی که در سه ماهه دوم یک روند با ثبات قابل مشاهده است. تغییرات مشاهده شده به واسطه وضعیت و تفاوت تقاضای بازار در دوره ی مورد اشاره است.

آنچه مسلم است شرکت برق منطقه ای تهران با توجه به سهمی که از تولید در اختیار دارد، پتانسیل اعمال قدرت بازار را دارد. برای بررسی دقیق تر موضوع از شاخص تمرکز هرفیندال استفاده می شود. نمودار شماره ۲، تغییرات روزانه ی شاخص را با توجه به سطح تولید انجام شده در بازار برق کشور در سال ۸۸ نشان می دهد.



نمودار ۱: سهم بازار روزانه برق تهران، سال ۸۸

منبع: محاسبات تحقیق



نمودار ۲: شاخص تمرکز روزانه، سال ۸۸

منبع: محاسبات تحقیق

با توجه به اینکه مقدار شاخص در عمده‌ی دوره‌ی مورد مطالعه بالاتر از ۱۰۰۰ است، این شاخص نیز وجود پتانسیل رفتار غیر رقابتی در بازار برق کشور را تأیید می‌کند. مقادیر محاسبه شده نشان می‌دهد در دوره‌هایی که سطح تولید در بازار برق کشور پایین‌تر است (فروردین و اردیبهشت)، نوسان در شاخص بالاتر و مقدار تمرکز نیز بیشتر است. با نتایج به‌دست آمده از سهم بازار منطبق و بیانگر وجود رفتار غیر رقابتی در دوره‌هایی است که سطح تولید و تقاضا در کشور پایین‌تر است. جدول ۴ ضرایب همبستگی متغیرهای روزانه بازار برق کشور را در دوره‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد.

جدول ۴: ضریب همبستگی شاخص های روزانه بازار برق ایران، سال ۸۸

همبستگی	شاخص تمرکز	سهم بازار تهران	تولید در کشور	ذخیره بازار	درصد ذخیره
شاخص تمرکز	۱	۰/۰۶	-۰/۰۶	۰/۰۷	۰/۱۵
سهم بازار تهران	۰/۰۶	۱	۰/۰۳	۰/۱۲	۰/۰۴
تولید در کشور	-۰/۰۶	۰/۰۳۲	۱	-۰/۰۶۵	-۰/۰۷۶
ذخیره بازار	۰/۰۷	۰/۱۲	-۰/۰۶۵	۱	۰/۰۹۵
درصد ذخیره	۰/۱۵	۰/۰۴	-۰/۰۷۶	۰/۰۹۵	۱

منبع: محاسبات تحقیق

نکته‌ی قابل توجه در این باره همبستگی شاخص تمرکز و سطح تولید در کشور است. افزون بر این که ضریب همبستگی دو متغیر روند تغییرات را نشان می‌دهد، نمودار شماره ۲ نشانگر بالاتر بودن شاخص در دوره‌های غیر پیک بازار نسبت به دوره‌های پیک است. این مسأله نشان می‌دهد احتمال رفتار راهبردی و غیر رقابتی بازیگران در بازار بسیار بالا است. چراکه افزایش پتانسیل غیر رقابتی در دوره‌هایی بروز یافته که تولیدکننده برای افزایش قیمت در بازار دارای انگیزه‌ی مضاعف است. افزون بر این نکته، نتایج جدول ۴ نشانگر عدم همبستگی شاخص تمرکز با ذخیره‌ی بازار^۱ است. به این مفهوم که پایین بودن ذخیره‌ی بازار (کمایی منابع) در زمان اجرای بازار عامل افزایش تمرکز و تغییر سهم نبوده است و با وجود منابع کافی برای تولید، نحوه‌ی تعیین جدول تولید^۲ (حاصل از تقاطع عرضه و تقاضای بازار) به نحوی بوده است که تمرکز در بازار برق (پتانسیل رفتار غیر رقابتی) افزایش و این مسأله فرضیه‌ی رفتار راهبردی بنگاه‌ها را تقویت می‌کند.

همان گونه که در بخش دوم این مطالعه آورده شد، شاخص‌های ساختاری فقط پتانسیل قدرت بازار را تعیین می‌کند و برای ارزیابی دقیق رفتار غیر رقابتی تولیدکنندگان در بازار، مدل‌های شبیه‌سازی مورد استفاده خواهد بود. در ادامه، نتایج به‌دست آمده از اجرای مدل شبیه‌سازی بازار برق ایران آورده شده است.

۳-۵- نتایج تجربی شبیه‌سازی بازار برق ایران

با استفاده از رابطه‌ی (۳-۱) هزینه‌ی نهایی کوتاه مدت واحدهای تولیدی در کشور محاسبه و در پیوست یک آورده شده است. بر این اساس، با توجه به محدودیت‌های فنی^۳ واحدهای تولیدی، تابع عرضه‌ی رقابتی در هر

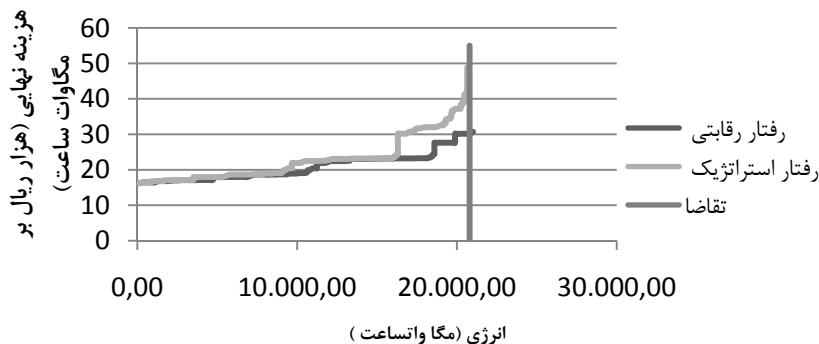
۱- مقدار ذخیره‌ی بازار در هر ساعت تفاوت بین مقدار تولید شده و مقدار قابل تولید در همان زمان است.

2-Dispatching Schedule

۳- با توجه به شدت عمل، جرایم و قوانین موجود در آیین‌نامه‌ی خرید و فروش بازار برق کشور، در اینجا فرض می‌شود که تولیدکنندگان امکان اظهار خلاف واقع درباره‌ی عدم تولید ندارند و تمامی حالت‌هایی که واحد تولیدی به دلیل مشکل فنی خارج از مدار بوده است، در مدل شبیه‌سازی نیز با فرض رفتار واقعی بنگاه خارج از مدار در نظر گرفته شده است.

زمان استخراج می‌شود. نمودار زیر مقایسه برای روز اول فروردین سال ۸۸ را نشان می‌دهد. منحنی رفتار راهبردی نشانگر رفتار واقعی بازیگران در ساعت پیک بار روز یک فروردین سال ۸۸ است. نمودار رفتار رقابتی حالت بهینه‌ای را معرفی می‌کند که در صورت بروز رفتار رقابتی در بازار برق و تولید بنگاه‌ها بر مبنای بهره‌وری^۱ باید محقق می‌شد.

همان گونه که در شکل ۳ مشخص است، تولید با فرض قیمت‌پذیر بودن بنگاه‌ها وضعیت کاراتری در قیاس با الگوی مشاهده شده در بازار به وجود می‌آورد. برای بررسی دقیق، محاسبات برای بازه‌ی شش ماهه‌ی سال ۸۸ انجام و میزان اختلاف موجود در تعادل رقابتی با هزینه‌ی نهایی تعادلی به‌دست‌آمده از رفتار راهبردی بنگاه‌ها محاسبه شده است. جدول ۴ نتایج به‌دست‌آمده برای دوره‌ی شش ماهه را نشان می‌دهد.



نمودار ۳: مقایسه‌ی رفتار واقعی عرضه در بازار برق و رفتار رقابتی

منبع: محاسبات تحقیق

فروردین (روز)	قنات (درصد)	اردیبهشت (روز)	قنات (درصد)	خرداد (روز)	قنات (درصد)	تیر (روز)	قنات (درصد)	مرداد (روز)	قنات (درصد)	شهریور (روز)	قنات (درصد)	فروردین (روز)
۱	۳۷/۶۸	۱	۲۸/۴۰	۱	۴۵/۵۳	۱	۴۴/۵۹	۱	۳۳/۹۱	۱	۱۲/۰۲	۱
۲	۳۵/۳۰	۲	۲۸/۴۰	۲	۲۱/۲۵	۲	۴۱/۸۲	۲	۳۵/۵۹	۲	۸/۷۶	۲
۳	۳۳/۹۹	۳	۲۸/۴۰	۳	۱۹/۰۳	۳	۴۳/۵۹	۳	۳۳/۹۱	۳	۵/۳۰	۳
۴	۳۰/۱۷	۴	۳۸/۵۴	۴	۲۰/۰۲	۴	۴۵/۴۱	۴	۳۵/۵۹	۴	۴/۶۰	۴
۵	۳۰/۱۷	۵	۲۷/۶۱	۵	۲۴/۹۲	۵	۴۶/۱۳	۵	۳۳/۹۱	۵	۹/۵۸	۵
۶	۳۰/۱۷	۶	۲۷/۶۱	۶	۳۰/۲۱	۶	۳۰/۹۸	۶	۳۳/۹۱	۶	۱۵/۶۰	۶
۷	۳۰/۱۷	۷	۲۷/۶۱	۷	۲۶/۴۸	۷	۳۴/۸۷	۷	۳۲/۷۵	۷	۶/۵۵	۷
۸	۲۸/۴۰	۸	۲۸/۴۰	۸	۲۳/۸۱	۸	۳۳/۷۸	۸	۳۳/۹۱	۸	۵/۴۴	۸
۹	۲۸/۴۰	۹	۲۸/۴۰	۹	۱۵/۳۶	۹	۳۲/۱۳	۹	۳۵/۵۹	۹	۶/۲۳	۹
۱۰	۲۹/۷۶	۱۰	۲۵/۳۷	۱۰	۴۶/۱۸	۱۰	۳۲/۱۳	۱۰	۳۲/۷۵	۱۰	۹/۵۸	۱۰
۱۱	۳۰/۱۷	۱۱	۲۹/۷۷	۱۱	۳۵/۸۱	۱۱	۳۳/۷۸	۱۱	۳۵/۵۹	۱۱	۸/۸۴	۱۱
۱۲	۳۰/۱۷	۱۲	۲۷/۶۱	۱۲	۴۷/۳۸	۱۲	۴۳/۵۹	۱۲	۳۶/۶۹	۱۲	۸/۷۶	۱۲
۱۳	۳۱/۲۲	۱۳	۲۵/۳۸	۱۳	۵۲/۵۳	۱۳	۳۲/۱۳	۱۳	۲۵/۴۵	۱۳	۱۷/۸۹	۱۳
۱۴	۲۸/۴۰	۱۴	۳۶/۳۶	۱۴	۵۲/۵۳	۱۴	۳۴/۸۷	۱۴	۲۱/۵۴	۱۴	۲/۱۹	۱۴
۱۵	۲۸/۴۰	۱۵	۲۳/۸۱	۱۵	۵۰/۰۰	۱۵	۳۴/۸۷	۱۵	۱۷/۸۷	۱۵	۲/۱۹	۱۵
۱۶	۲۳/۸۱	۱۶	۲۵/۳۸	۱۶	۵۰/۰۰	۱۶	۳۷/۸۴	۱۶	۲۵/۴۵	۱۶	۷/۹۰	۱۶
۱۷	۲۵/۳۸	۱۷	۲۸/۴۰	۱۷	۵۰/۹۳	۱۷	۳۰/۹۸	۱۷	۲۳/۹۱	۱۷	۸/۷۶	۱۷
۱۸	۲۸/۴۰	۱۸	۲۸/۴۰	۱۸	۵۲/۵۳	۱۸	۳۲/۱۳	۱۸	۲۳/۹۱	۱۸	۲۱/۶۴	۱۸
۱۹	۲۸/۴۰	۱۹	۴۱/۱۳	۱۹	۵۰/۰۰	۱۹	۳۸/۰۷	۱۹	۲۵/۴۵	۱۹	۲۷/۶۶	۱۹
۲۰	۴۱/۱۳	۲۰	۲۱/۲۵	۲۰	۴۵/۵۳	۲۰	۳۰/۹۸	۲۰	۲۳/۹۱	۲۰	۲۶/۲۸	۲۰
۲۱	۲۸/۴۰	۲۱	۱۵/۳۵	۲۱	۵۰/۹۳	۲۱	۳۳/۶۳	۲۱	۲۳/۹۱	۲۱	۱۲/۳۸	۲۱
۲۲	۲۵/۳۸	۲۲	۸/۴۰	۲۲	۵۳/۰۱	۲۲	۳۲/۱۳	۲۲	۲۵/۴۵	۲۲	۹/۸۰	۲۲
۲۳	۲۷/۶۱	۲۳	۳۰/۵۳	۲۳	۴۱/۰۸	۲۳	۳۲/۱۳	۲۳	۳۶/۶۹	۲۳	۱۸/۴۳	۲۳
۲۴	۲۵/۳۸	۲۴	۳۰/۵۳	۲۴	۴۷/۳۸	۲۴	۳۴/۸۷	۲۴	۳۵/۴۴	۲۴	۱۷/۵۴	۲۴
۲۵	۲۸/۴۰	۲۵	۳۱/۴۵	۲۵	۴۷/۳۸	۲۵	۳۶/۱۳	۲۵	۲۵/۴۵	۲۵	۲۴/۹۴	۲۵
۲۶	۲۸/۴۰	۲۶	۳۴/۶۶	۲۶	۳۷/۹۷	۲۶	۳۷/۸۴	۲۶	۲۳/۹۱	۲۶	۱۸/۴۳	۲۶
۲۷	۲۰/۸۶	۲۷	۲۳/۸۱	۲۷	۴۱/۰۸	۲۷	۳۴/۸۷	۲۷				

منبع: محاسبات تحقیق

نتایج به دست آمده از اجرای مدل بیانگر تفاوت قابل توجه در مقدار بهینه و نتایج مشاهده شده در بازار برق است. تفاوت از آن جهت قابل توجه است که بازار برق مبتنی بر یک حراج قیمتی و با نظارت کامل قانون گذار انجام می شود. در این وضعیت انتظار بروز رفتار غیر رقابتی و جابه جایی تولید بنگاه های بهره ورتر با بنگاه های غیر بهره ور تا این حد وجود ندارد. در تحلیل نتایج به دست آمده دونکته قابل توجه است^۱ که در ادامه به آن توجه خواهد شد.

۳-۱- محدودیت های فنی

یکی از مهم ترین دلایلی که به عنوان توجیه وجود اختلاف بین نتایج واقعی و رقابتی در بازار برق بیان می شود، وجود دلایل فنی و محدودیت های انتقال در بازار برق است. در این تحقیق تمامی زمان هایی که به واسطه ی محدودیت انتقال یا هر مشکل فنی دیگر، تولید با محدودیت روبه رو شده است، در نظر گرفته و در مدل وارد شده است. بر این اساس، حداکثر تلاش ممکن در راستای حذف اثرات ناشی از محدودیت انتقال انجام گرفته است. لیکن، تمامی نتایج بر مبنای اطلاعات منتشر شده است و بر این اساس، نمی توان با قطعیت درباره ی عدم دخالت مشکلات فنی در تصمیمات مرکز کنترل اظهار نظر کرد. بنابراین، دلیل اشاره شده قابل رد نیست و احتمال تأثیر محدودیت ها و شاخص های غیر اقتصادی در تصمیم مرکز کنترل برای تولید بنگاه هایی غیر بهره ور وجود دارد.

۳-۲- قدرت بازار

توجیه دوم درباره ی تفاوت موجود در نتایج رقابتی و واقعی به موضوع پژوهش حاضر باز می گردد. برای بررسی دقیق تر این مسأله می توان از تحلیل روند مشاهده شده در جدول ۴ و ۳، استفاده کرد. مطابق با جدول ۳ ضریب همبستگی مقدار ذخیره بازار با تفاوت رفتار بهینه و رفتار واقعی (۰/۶۲) نشانگر این است که در زمان هایی که ذخیره ی بازار افزایش می یابد، انحراف نیز بیشتر می شود و بالعکس. به عبارت دیگر، با توجه به این که به طور عمده ذخیره ی بازار با مقدار تقاضا ارتباط معکوس دارد^۲، بنگاه ها در زمان های غیر پیک رفتار غیر رقابتی بیشتری بروز داده اند. این ارتباط با توجه به ساختار بازار برق ایران نشان می دهد که اعمال قدرت بازار به وسیله ی بعضی از تولید کنندگان در بازار برق کشور قابل رد نیست.

۱- گزینه های مطرح شده بر مبنای فرض رفتار عقلایی بنگاه ها و عملکرد بهینه ی مدیر سیستم برق کشور است. و الگوریتم اجرای مدیر سیستم دچار خطای عملکرد نیست.

۲- این مسأله یک قاعده ی کلی نیست. ولی، رفتار منطقی بازارها به گونه ای است که با توجه به آستانه ی ذخیره ی بازار که برای زمان های پیک پیش بینی شده است، همبستگی منفی بین مقدار ذخیره و سطح تقاضا وجود دارد.

در بازار برق ایران قیمت سقف^۱ برای پیشنهاد به بازار برق وجود دارد. این قیمت سقف و نبود ذخیره‌ی کافی در بخش تولید باعث می‌شود در فصل‌های پر مصرف سال و در زمان پیک مصرف بار قیمت کمایش برابر با قیمت سقف در بازار برق باشد. بررسی روند قیمت موزون در زمان‌های پیک بازار مؤید این ادعا است. بر این اساس، دلیلی برای افزایش قیمت یا کاهش تولید برای افزایش سود بنگاه باقی نخواهد ماند و تولید کننده می‌تواند با اطمینان کامل قیمت‌های بالا به بازار پیشنهاد دهد. این در حالیست که در زمان‌های غیر پیک به واسطه‌ی کاهش سطح تقاضا، قیمت موزون بازار از قیمت سقف فاصله گرفته و بنگاه‌ها می‌توانند با رفتار راهبردی سود خود را افزایش دهند. این نتایج با نتایج به‌دست‌آمده از شاخص تمرکز و سهم بازار که در قسمت قبل بررسی شد نیز انطباق دارد و مجموع موارد بیانگر این است که رفتار غیر رقابتی در بازار برق کشور وجود دارد و تولید کنندگان در طرح پیشنهادهای قیمتی به بازار مشابه با بنگاه قیمت‌پذیر رفتار نمی‌کنند.

۶- نتیجه‌گیری

مقاله‌ی حاضر در تلاش برای بررسی قدرت بازار و سطح رقابت در بازار برق ایران از ۲ رویکرد شاخص‌های ساختاری و مدل شبیه‌سازی استفاده کرد. شاخص‌های ساختاری ابزاری برای تحلیل پتانسیل قدرت بازار در بازار برق است، لیکن امکان قضاوت در این باره که آیا رفتار واقعی بازیگران نیز غیر رقابتی است؟ را نخواهد داشت. برای بررسی دقیق‌تر موضوع از شبیه‌سازی و استفاده از یک معیار رقابتی استفاده شد. که بر این اساس نتایج زیر به‌دست می‌آید:

- ۱- بازار برق کشور به لحاظ ساختاری پتانسیل بروز رفتار غیر رقابتی را دارد.
- ۲- تفاوت بین بزرگ‌ترین تولید کننده (برق منطقه‌ای تهران) و تولید کننده‌ی دوم در بازار برق کشور قابل توجه است. (بدون لحاظ تولید برق آبی)
- ۳- سه تولید کننده‌ی اول کشور ۵۰ درصد از کل سهم بازار را در اختیار دارند.
- ۴- نتایج به‌دست‌آمده از سهم بازار، شاخص تمرکز و مقدار تولید در دوره‌ی مورد مطالعه نشان می‌دهد که پتانسیل رفتار غیر رقابتی در دوره‌هایی که تولید و به‌پیروان تقاضا کم‌تر بوده است، بالاتر می‌باشد.
- ۵- مقایسه‌ی معیار رقابتی با رفتار بروز یافته در بازار برق بیانگر این است که فرضیه‌ی اعمال قدرت بازار از سوی تولید کنندگان در بازار برق کشور را نمی‌توان رد کرد.
- ۶- نتایج نشان می‌دهد بنگاه‌ها در دوره‌هایی که از وجود قیمت‌های بالا در بازار برق اطمینان ندارند، رفتار راهبردی از خود بروز داده و به عنوان بنگاه قیمت‌پذیر رفتار نمی‌کنند.

منابع و مأخذ

- شرکت ملی شبکه‌ی برق ایران، (۱۳۸۹)، سیستم دیسپاچینگ ملی معاونت راهبردی شبکه برق ایران- گزارش‌های مرکز کنترل
- شرکت مادر تخصصی توانیر، (۱۳۸۹)، آمار تفصیلی صنعت برق ایران، تولید نیروی برق در سال ۸۸.
- شرکت مادر تخصصی توانیر - دفتر فناوری آمار و اطلاعات.
- معاونت بازار برق، (۱۳۸۵)، شرکت مدیریت شبکه‌ی برق ایران، www.IGMCO.ir
- Asgari M., Monsef H. (2010), Market Power Analysis for Iranian Electricity Market, Energy Policy, 38, 5582-5599.
- Baker J. B., Bresnahan T. F. (1992), Empirical methods of identifying and measuring market power, Antitrust Law Journal, 61(1), 16-3.
- Borenstein S., Bushnell J. (1999), An Empirical Analysis of Potential for Market Power in California's Electricity Market, Journal of Industrial Economics, 322-285.
- Borenstein S., Bushnell J. (1999), An empirical analysis of the potential for market power in California's electricity industry, The Journal of Industrial Economics, 47(3), 323-285.
- Borenstein S., Bushnell J., Wolak F. (2000), Diagnosing market power in California's restructured wholesale electricity market, NBER working paper.
- Fabra N., Toro J. (2003), The Fall in British Electricity Prices: Market Rules, Market Structure, or Both, IEEE Power and Energy Magazine, 33-47.
- Ghazizadeh M. S., Sheikh-El-Eslami M. K., Seifi H. (2007), Electricity Restructuring: compromise between competition and stability, IEEE Power and Energy Magazine, 20-16.
- Green R. J., Newbery D. M. (1992), Competition in the British electricity spot market, Journal of political economy, 100(5), 953-929.
- Harvey S., Hogan W. (2001), Identifying the exercise of market power in California, LECG Research Paper.
- Hogan W. (1997), A Market Power Model with Strategic Interaction in Electricity Networks, The Energy Journal, 141-107.
- Holmberg P. (2009), Supply function equilibria of pay-as-bid auctions, Journal of Regulatory Economics, 36(2), 177-154.
- Joskow P. L. (2005), The difficult transition to competitive electricity markets in the United States, Electricity Deregulation: Choices and Challenges, 97-31.

- Joskow P. L., Kahn E.(2002), A quantitative analysis of predicting behavior in California's wholesale electricity market during summer, *The Energy Journal*, 2 –۱35.
- Klemperer P. D., Meyer M. A.(1989), Supply function equilibria in oligopoly under uncertainty, *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 57(6), 1277-1243.
- Mansur E. T.(2008), Measuring welfare in restructured electricity markets, *The Review of Economics and Statistics*, 90(2), 386-369.
- Newbery D., Green R., Neuhoff K., Twomey P.(2004), A review of the Monitoring of Market Power, Report at the request of ETSO.
- Paul. T, Green. R, Neuhoff. K, Newbery.D(2004), "A Review of the Monitoring of Market Power" Cambridge University Working Paper.
- Puller S. L.(2007), Pricing and firm conduct in California's deregulated electricity market, *The Review of Economics and Statistics*, 89(1), 87-75.
- Schmalensee R., Golub B. W.(1984), Estimating Effective Concentration in Deregulated Wholesale Electricity Market, *RAND Journal of Economics* Vol 15.
- Sheffrin A.(2001), Critical Actions Necessary for Effective Market Monitoring California, Department of Market Analysis, California ISO.
- Stoft S.(2002), *Power System Economics: Designing Markets for Electricity*, 1st Edition, New York: IEEE Press.
- VonderFehr N. H. M., Harbord D.(1993), Spot market competition in the UK electricity industry, *The Economic Journal*, 103(418), 546-531.
- Wolfram C. D.(1999), Measuring duopoly power in the British electricity spot market", *American Economic Review*, 89(4), 826-805.

پیوست:

هزینه نهایی کوتاه مدت نیروگاه‌های کشور (ریال بر کیلو وات ساعت) - سال ۱۳۸۸

کود تاییدیه مدیریت نیروی انسانی	نام نیروگاه	کود تاییدیه مدیریت نیروی انسانی	نام نیروگاه	کود تاییدیه مدیریت نیروی انسانی	نام نیروگاه	کود تاییدیه مدیریت نیروی انسانی	نام نیروگاه
۲۳/۱۰۳	سلیمی سیکل گازی	۴۰/۴۸۴	زاهدان	۱۷/۹۶۲	منتظری	۳۲/۰۸۲	بعثت
۱۹/۸۶۲	مد حج بخاری	۱۶/۷۴۲	ایرانشهر	۱۶/۲۱۲	ذوب آهن بخاری	۳۲/۳۶۴	سیکل پرند گازی
۳۴/۶۶۴	مد حج بخاری	۲۳/۰۴۳	سیکل نیشابور بخار	۳۴/۹۹۴	ذوب آهن گازی	۲۷/۶۴۳	سیکل دماوند گازی
۱۸/۶۶۲	رامین	۲۳/۰۴۳	سیکل نیشابور گاز	۲۳/۴۲۲	فولاد مبارکه بخاری	۳۰/۱۸۴	جمع رودشور
۳۴/۶۲۴	سیکل حزمشهر	۳۳/۹۸۴	سیکل قاینات	۳۱/۰۳۴	فولاد مبارکه گازی	۱۸/۹۱۲	جمع منتظر قایم
۳۰/۱۴۴	سیکل آبادان گازی	۲۰/۳۸۲	توس	۳۴/۹۵۴	هسا	۲۳/۲۱۳	سیکل منتظر قایم بخاری
۳۶/۰۸۴	پتروشیمی فجر	۲۴/۳۴۲	مشهد بخاری	۳۳/۵۶۴	سیکل سیلان	۲۳/۲۱۳	جمع سیکل قایم گازی
۳۶/۰۸۴	پتروشیمی رازی	۳۳/۸۹۴	مشهد گازی	۳۸/۷۵۴	ارومیه	۳۲/۹۸۲	جمع فیروزی
۱۷/۹۳۲	اصفهان	۳۱/۰۱۴	سیکل شیروان	۳۳/۱۴۴	سیکل ارومیه	۳۷/۲۶۴	جمع ری
۳۱/۶۷۴	جنوب اصفهان	۳۲/۵۶۴	سیکل فردوسی	۳۹/۷۵۴	صوفیان	۱۶/۴۱۲	جمع رجایی
۲۲/۸۱۲	مس سرچشمه بخاری	۳۴/۳۸۳	شریعتی بخاری	۱۶/۸۱۲	سهند	۲۳/۱۷۳	سیکل رجایی بخاری
۱۸/۶۷۲	بندر عباس بخاری	۳۷/۳۸۳	شریعتی گاز	۱۹/۱۰۲	تبریز بخاری	۲۳/۱۷۳	جمع سیکل رجایی گازی
۳۹/۴۹۴	بندر عباس گازی	۳۹/۱۴۴	قاین	۳۹/۲۷۴	تبریز گازی	۲۳/۰۹۳	سیکل قم بخاری
۳۰/۷۱۴	سیکل هرمزگان	۱۷/۰۵۲	مفتح	۲۳/۰۳۳	سیکل خوی بخاری	۲۳/۰۹۳	سیکل قم گازی
۴۴/۱۲۴	کهنوج	۱۶/۹۶۲	بیستون	۲۳/۰۳۳	سیکل خوی گازی	۴۷/۷۷۴	سمان
۳۶/۱۱۴	یزد	۴۱/۸۲۴	درود	۳۲/۱۱۴	تراکتور	۲۲/۵۴۲	بهشتی بخار
۲۳/۴۷۳	سیکل یزد بخاری	۱۷/۱۱۲	شازند	۳۵/۴۰۴	سیکل چابهار	۳۳/۸۳۴	بهشتی گاز
۲۳/۴۷۳	سیکل یزد گازی	۳۱/۱۱۴	سیکل سندج گاز	۱۸/۶۹۲	زرنند	۲۳/۲۳۳	سیکل گیلان بخار
۳۳/۷۸۴	چادرملو	۳۲/۰۲۴	علویه	۲۳/۲۲۳	سیکل کرمان بخاری	۲۳/۲۳۳	سیکل گیلان گاز
۳۵/۴۰۴	چابهار گازی	۳۱/۹۲۴	سیکل جهرم	۲۳/۲۲۳	سیکل کرمان گازی	۱۸/۶۲۲	سلیمی بخار (نکا)
۴۳/۱۵۴	بوشهر	۲۱/۹۰۳	سیکل فارس بخار	۳۵/۷۲۴	سرچشمه گازی	۲۳/۱۰۳	سلیمی سیکل بخاری
۲۲/۴۶۳	سیکل کازرون بخاری	۲۱/۹۰۳	سیکل فارس گاز	۲۲/۴۶۳	سیکل کازرون گاز	۳۱/۳۸۴	پارس جنوبی
		۳۸/۰۲۴	شیراز	۳۳/۰۸۴	پتروشیمی مبین	۴۰/۱۷۴	گنگان