

تعیین تعرفه‌های مشترکین مختلف شرکت‌های توزیع با توجه به راه‌اندازی بازار برق ایران

یاسر محمدیان روشن هانی رئوف شیبانی جعفر عبادی علی کریمپور
شرکت مهندسی خدمات نیرو و مخابرات شرق (مهام شرق)
دانشگاه فردوسی مشهد، دانشکده مهندسی، گروه برق

واژه‌های کلیدی: تعرفه انرژی مصرفی، نرخ آمادگی، بازار برق

چکیده

در این مقاله با توجه به محدودیتهای موجود در کشور، روشی برای تعیین تعرفه‌های مشترکین مختلف شرکت‌های توزیع پیشنهاد شده است. در این روش حداقل تغییرات ساختاری در راستای رسیدن به اهداف شرکت بخش توزیع برق در بازار، بکار می‌رود. در این روش ارتباطات مالی شرکت توزیع و همچنین تعرفه‌های مشترکین مختلف، به طوری تنظیم می‌شوند که این شرکت توانایی ورود به بازار را داشته باشد. پیش بینی می‌شود، اعمال این روش کاهش تلفات، کاهش خاموشی‌های بدون برنامه و جابجایی بار را بدنبال داشته باشد.

۱. مقدمه

در چند دهه اخیر، صنعت برق در جهان دچار تغییرات فراوانی شده است. عملکرد این صنعت در کشورهای مختلف به طور تدریجی جای خود را از ساختار انحصاری به رقابتی واگذار می‌کند. این تجدید ساختار در برخی از کشورها از

رقابتی کردن بخش تولید و در برخی دیگر نظیر هندوستان از رقابتی کردن بخش توزیع آغاز شده و به تدریج سایر بخشهای صنعت برق نیز به صورت رقابتی در آمده است [۱]. در ایران نیز از آبان ۱۳۸۲ بخش تولید در بازار برق به شکل رقابتی درآمد و استراتژی آینده در بخش خرده فروشی نیز رقابتی شدن آن است [۲].

بررسی بازارهای خرده فروشی برق در جهان و ساختار شبکه برق ایران نشان می‌دهد که کشور ایران به دلیل ساختار انحصاری و دولتی خود و همچنین وجود مقررات عرضه برق و نظام تعرفه، با محدودیت‌های فراوانی در راه اندازی بازار خرده فروشی روبروست [۳،۴].

هدف از این مقاله بررسی وضعیت حال حاضر شرکت‌های توزیع و امکان سنجی حضور این شرکتها در بازار برق کشور می‌باشد. در حال حاضر، شرکت‌های برق منطقه ای به عنوان خریدار برق در بازار شرکت می‌کنند و برق مورد نیاز خود را به قیمت بازار خریداری می‌نمایند. قیمت برق در بازار، در حال حاضر برای کلیه خریداران ثابت و از نوع Uniform می

بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق

- آزادی در انتخاب تامین کننده انرژی و دستیابی به سرویسهای بهتر
- تمایل عرضه کنندگان به تهیه سرویسهای مناسب برای مصرف کنندگان
- مدیریت مصرف
- توسعه سیستمهای سنجش پیشرفته

۳. محدودیت های بخش توزیع

اشاره به این نکته حائز اهمیت است که وجود یک بازار رقابتی برق به صورت کامل نیازمند تغییر ساختار از انحصاری به رقابتی بوده و دارای پیچیدگی بسیار زیادی است. در این راستا به طور کلی محدودیتهای موجود در کشور را می توان در موارد زیر خلاصه کرد:

- ۱- نظام تعرفه (مستقل از قیمت های بازار عمده فروشی برق): با توجه به انحصاری بودن برق در کشور، قیمت برق برای کلیه مصرف کنندگان براساس نظام تعرفه می باشد. این در حالی است که در بازار عمده فروشی این قیمت برای مصرف کنندگان مختلف با توجه به انتخاب خرده فروش برق متفاوت می باشد. از اینرو به نظر می رسد که این ساختار در حال حاضر در کشور قابل پیاده سازی نیست و نیازمند تغییر قوانین و مقررات ملی است.
- ۲- عدم تغییر در ساختار بازار عمده فروشی برق کشور: در یک بازار خرده فروشی، خرده فروشان برق می توانند در بازار عمده فروشی شرکت کرده و برق خود را به صورت رقابتی خریداری نمایند، که این عمل با اجرایی شدن آیین نامه جدید، بند ب ماده ۲۰ و تغییر ساختار کلی بازار عمده فروشی قابل پیاده سازی خواهد بود. لیکن هم اکنون قابل اجرا نیست [۵].

- ۳- عدم وجود حق انتخاب برای مصرف کنندگان: با توجه به اینکه شرکت های توزیع در ساختار فعلی، باید به ایفای نقش خرده فروش بپردازند، لذا حق انتخاب فروشنده برای مصرف کنندگان بوجود نمی آید و هر مصرف کننده ناگزیر به خرید برق از شرکت توزیع محلی خود خواهد بود.

باشد. برق خریداری شده از بازار به شرکت های توزیع و نهایتاً به مشترکین انتهایی تحویل داده می شود. در صورتیکه شرکت های توزیع بخواهند مستقلاً در بازار شرکت کنند، باید توانایی خرید برق از بازار و فروش آن به مشترکین خود را دارا باشند. لذا در اولین گام اصلاح مسیر مالی مبالغ پرداختی مشترکین ضروری به نظر می رسد. در حال حاضر امکان این تغییر وجود ندارد. علیرغم این مشکل، لازم است از نظر محاسباتی مسیر مالی مشخصی پیشنهاد گردد تا زمینه مناسب برای ایجاد بازار توزیع فراهم گردد. لازمه این امر آن است که بین مبلغ دریافتی شرکت توزیع از مشترکین و پرداختی به بازار تناسب خاصی بوجود آید، البته با عنایت به اینکه مبلغ دریافتی از مشترکین بصورت ماهیانه و پرداختی به بازار روزانه است. تلاش این پروژه در راستای وضوح این مسیر مالی و پیشنهاد اولیه برای امکان این امر می باشد. در صورت تکمیل این کار، زمینه برای وارد شدن خرده فروشان به بازار نیز مهیا می شود. در آینده خرده فروشان فعالیت رقابتی در مسائل مالی را به عهده میگیرند و شرکت توزیع به فعالیت های سیم داری اختصاص خواهد یافت. با توجه به ساختار شبکه، تعداد مشترکین هر شرکت توزیع ثابت می باشند و شرکت های توزیع انگیزه ای در رقابت با دیگران در جلب مشترک (و نهایتاً بالا بردن راندمان شبکه برق) نخواهد داشت، لذا راهکار پیشنهادی باید انگیزه مناسب برای هر شرکت توزیع در راستای مدیریت بار و مدیریت تلفات را ایجاد کند. بخش دوم مقاله به بررسی مزایای بازار توزیع اختصاص یافته است. در بخش سوم محدودیت های موجود بخش توزیع شناسایی شده و در بخش چهارم مدلی متناسب با محدودیت ها ارائه شده است. در بخش پنجم نیز جمع بندی مطالب و نتیجه گیری آورده شده است.

۲. مزایای راه اندازی بازار توزیع

مهمترین مزایای عرضه برق به صورت رقابتی برای مصرف کنندگان نهایی برق به شرح زیر است:

- حداقل نمودن افزایش قیمت ها با توجه به ایجاد فضای رقابتی در بازار عمده فروشی

بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق

ب) برنده شدن در مناقصه: که به صورت Pay as Bid به فروشندگان برق پرداخت می‌شود.

ج) هزینه خدمات انتقال

د) هزینه های مالی شرکت در بازار: که مبلغ بسیار کمی را به خود اختصاص می‌دهد (در مقایسه با دیگر هزینه ها).

۲) هزینه خدمات توزیع: شامل پرسنلی و سیم داری

درآمد های شرکت توزیع

شرکت توزیع در قبال فروش برق به مشترکین مبالغ زیر را دریافت می‌کند:

۱) مبالغ دریافتی مربوط به حق انشعاب

۲) دریافت قبوض:

الف) آبونمان و هزینه دیماند

ب) هزینه انرژی

با توجه به پیچیدگی مسئله، در این مقاله سعی بر متعادل کردن هزینه های پرداختی به بازار برق و مبالغ دریافتی از قبوض است.

متعادل سازی هزینه های پرداختی به بازار برق و مبالغ

دریافتی از قبوض

متعادل کردن دو پارامتر ذکر شده در دو مرحله صورت می‌گیرد. در مرحله اول هزینه پرداختی به بازار برق بابت خرید انرژی و هزینه انرژی دریافتی از مشترکین مورد بررسی قرار می‌گیرند و تعرفه انرژی مصرفی مشترکین از دید شرکت توزیع محاسبه می‌شود. و در مرحله بعد نحوه تقسیم اعلام آمادگی نیروگاهها بین شرکت‌های توزیع و نهایتاً بین مصرف کنندگان مختلف بررسی می‌گردد.

تعیین تعرفه انرژی مصرفی از دید شرکت توزیع

هزینه پرداختی شرکت توزیع به بازار برق بابت خرید انرژی به سادگی به کمک منحنی بار مصرفی شرکت توزیع و منحنی قیمت بازار قابل محاسبه است. به عنوان مثال اگر P_{ik} انرژی خریداری شده از بازار در ساعت i ام روز k ام و Q_{ik} قیمت

۴- عدم پذیرش برق به عنوان یک کالا: در حال حاضر نگاه به کالای برق به عنوان یک خدمات است و دولت مکلف به تولید برق مشتریان می‌باشد. از اینرو این محدودیت برای راه اندازی بازار خرده فروشی در همه سطوح مشترکین برق وجود دارد.

با در نظر گرفتن محدودیتهای ساختاری فوق، مهمترین اهداف طرح پیشنهادی را می‌توان به صورت زیر خلاصه نمود:

- امکان مبادلات اقتصادی منطقی بین شرکت توزیع و بازار برق: این مسئله در واقع، اصلاح مسیر مالی حال حاضر را حکایت می‌کند.
- امنیت اقتصادی لازم برای شرکت توزیع بعنوان یک بخش خصوصی
- انگیزه لازم برای شرکت‌های توزیع بمنظور شرکت در بورس برق
- ایجاد انگیزه در شرکت‌های توزیع جهت مدیریت مصرف بار
- ایجاد انگیزه در شرکت‌های توزیع برای کاهش تلفات
- ارائه راهکار مناسب برای پرداخت مستقیم سوبسید

۴. ارائه طرح پیشنهادی

در راستای رسیدن به اهداف ذکر شده در بازار توزیع و با توجه به ثابت بودن تعرفه برق مشترکین مختلف (با توجه به نوع مشترک)، تعیین تعرفه برق به نحوی که هزینه ها و درآمدهای یک شرکت توزیع در هنگام ورود به بازار متعادل شود می‌تواند گامی موثر در راه اندازی بازار توزیع باشد. لذا برای تعیین این تعرفه ابتدا باید هزینه ها و درآمدهای شرکت توزیع را بشناسیم.

هزینه های شرکت توزیع

به طور کلی هزینه هایی که شرکت توزیع با آنها روبروست به چند دسته تقسیم می‌شوند:

۱) هزینه های پرداختی به بازار برق:

الف) اعلام آمادگی نیروگاهها

بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق

$$K_k = \frac{\sum_{i=1}^{24} P_{ik}}{\sum_{k=1}^{60} \sum_{i=1}^{24} P_{ik}} \quad (2)$$

K_k : ضریب مصرف روزانه مشترکین در طول دوره
 P_{ik} : بار مصرف شده در ساعت i ام روز k ام (با توجه به منحنی بار پست)

تخمین مصرف به تفکیک ساعت:

در این مرحله، ابتدا به کمک انرژی مصرفی روزانه مشترکین دیماندی در ۳ بازه (پرباری، عادی و کم باری) و با فرض ثابت بودن مصرف انرژی در هر بازه، بار مصرفی این مشترکین در طول روز تخمین زده می‌شود. سپس بار مصرفی مشترکین عادی به کمک تفاضل منحنی بار پست و منحنی مجموع بار مصرفی مشترکین دیماندی و با استفاده از رابطه (۳) بدست می‌آید.

$$P'_{ik} = \frac{P_{ik}}{\sum_{i=1}^{24} P_{ik}} \times W_k \quad (3)$$

P'_{ik} : بار مصرفی مشترک در ساعت i ام روز k ام
 W_k : انرژی مصرفی مشترک در روز k ام
 P_{ik} : بار مصرف شده در ساعت i ام روز k ام (با توجه به منحنی بار پست)

پس از تخمین مصرف ساعتی مشترکین مختلف مرحله بعد محاسبه قیمت یک کیلووات ساعت برای یک ساعت خاص از روز بازار است. فرض کنید قیمت برق در ساعت i ام روز، Q_i و میزان خرید برق شرکت توزیع از بازار P_i باشد. بار مصرفی تخمین زده شده مشترکین در همان ساعت به ترتیب برابر $P_{i1}, P_{i2}, P_{i3}, \dots$ باشد (a, h, p و i بیانگر انواع مختلف مشترکین می‌باشند). قیمت یک کیلووات ساعت در ساعت i ام را a_i می‌نامیم. a_i را طوری می‌یابیم که رابطه (۴) برقرار باشد.

$$a_i \times (P_{i1} + P_{i2} + \dots + P_{i1i} + \dots + P_{i2i} + \dots) = P_i Q_i \quad (4)$$

بازار در ساعت i ام روز k ام باشد، هزینه خرید انرژی در روز k ام به کمک رابطه (۱) محاسبه می‌شود:

$$\sum_{i=1}^{24} P_{ik} Q_{ik} \quad (1)$$

در بررسی هزینه دریافتی از مشترکین مشکلاتی وجود دارد که از بین آنها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد:

- اندازه‌گیری میزان انرژی مصرفی در طول یک دوره توسط کنتورها
- تفاوت تاریخ قرائت کنتورهای مشترکین مختلف
- چند تعرفه بودن برخی از کنتورها
- مبادله انرژی نا مشخص مابین شرکت‌های توزیع
- وجود انرژیهای غیر دقیق (مانند روشنایی معابر) در شبکه
- نامشخص بودن میزان تلفات

همانطور که می‌دانیم مشترکین شرکت‌های توزیع به دو دسته تقسیم می‌شوند:

دسته اول: مشترکین عادی

دسته دوم: مشترکین دیماندی

که هر دو دسته شامل مشترکین خانگی، تجاری، صنعتی، روشنایی، معابر، کشاورزی و عمومی می‌شوند.

تنها پارامترهای قابل دسترسی به کمک صورتحسابهای صادر شده برای مشترکین مختلف عبارت است از میزان انرژی مصرفی مشترک در طول دوره دوماهه برای مشترکین عادی و میزان انرژی مصرفی در سه بازه پرباری، عادی و کم باری در دوره یک ماهه برای مشترکین دیماندی.

حال به کمک اطلاعات در دسترس میزان مصرف هر مشترک به ترتیب به تفکیک روز و سپس به تفکیک ساعت تخمین زده می‌شود.

تخمین مصرف به تفکیک روز:

برای محاسبه انرژی مصرفی مشترکین در هر روز، نسبت بار پست در آن روز به مجموع بار دوره محاسبه می‌شود. ضریب محاسبه شده در انرژی کل هر نوع از مشترکین ضرب می‌گردد.

بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق

$$K \times \frac{P_{\max}}{\sum_{i=1}^n P_{\max_i}} \quad (6)$$

K: هزینه آمادگی

Pmax: پیک بار شرکت توزیع

Pmax i: پیک بار شرکت توزیع iام

n: تعداد شرکت‌های توزیع

در مورد تقسیم هزینه آمادگی بین مشترکین مختلف یک شرکت توزیع، عدد بدست آمده را بر مجموع مصرف مشترک در طول روز تقسیم کرده تا هزینه پرداختی به ازای مصرف هر ساعت در طول یک دوره بدست آید.

مهمترین مزیت استفاده از این روش، ایجاد انگیزه برای کاهش توان مصرفی مشترکین (یا شرکت‌های توزیع) در ساعات پیک بار است، که منجر به کاهش سرمایه‌گذاری‌های طولانی مدت در بخش تولید خواهد شد. به عنوان مثال اگر شرکت توزیعی مقدار بار مصرفی خود در ساعات پیک بار را به میزان ۱ مگاوات کاهش دهد، تقریباً ۷۵ میلیون تومان در هزینه سالانه وی صرفه‌جویی خواهد شد.

۵. نتایج عملی

به منظور شفاف سازی قابلیت های طرح ذکر شده، مراحل فوق بر اطلاعات مربوط به شهرستان اسفراین پیاده سازی شده اند. شهرستان اسفراین یکی از شهرستانهای استان خراسان شمالی می باشد و دلیل انتخاب آن به عنوان پایلوت مطالعات انجام شده از طرف شرکت برق منطقه ای استان خراسان می باشد. لذا اطلاعات این شهرستان به صورت منسجم تر و قابل اطمینان در اختیار بود. پس از پیاده سازی الگوریتم "تعیین تعرفه انرژی مصرفی از دید شرکت توزیع" نتایج بدست آمده در شکل‌های (۱) و (۲) و (۳) مشاهده می شود. شکل‌های (۱) و (۲) منحنی مصرف تخمین زده شده مشترکین عادی و دیماندی (به ترتیب) را نشان می دهد. شکل (۳) نیز مجموع مصرف مشترکین را در مقایسه با منحنی بار پست نمایش می دهد. اختلاف دو منحنی می تواند ناشی

نکته قابل ذکر اینست که به علت وجود تلفات در شبکه توزیع، ai از Qi بیشتر است.

همانطور که می دانیم تعرفه برق در طول یک دوره برای مشترکین ثابت می باشد. هدف یافتن مقدار این تعرفه است. این تعرفه به گونه ای محاسبه می شود که مبلغ پرداختی مشترکین به شرکت توزیع با هزینه تامین برق مشترکین برابر شود.

به عنوان مثال برای مشترکین خانگی رابطه (۵) را خواهیم داشت.

$$Ah \times \left(\sum_{k=1}^{60} \sum_{i=1}^{24} Phki \right) = \sum_{k=1}^{60} \sum_{i=1}^{24} aki \times Phki \quad (5)$$

Ah: تعرفه برق مشترکین خانگی

aki: نرخ تعرفه برق در ساعت i ام روز k ام

Phki: بار مصرفی مشترکین خانگی در ساعت i ام روز k ام

و در نهایت، پس از بدست آوردن تعرفه هر یک از انواع مشترکین برای هر شرکت توزیع، عمل یکسان سازی تعرفه بین شرکت‌های توزیع به کمک میانگین گیری وزنی انجام می شود.

تقسیم اعلام آمادگی نیروگاهها بین مصرف کنندگان مختلف

همانطور که می دانیم، در حال حاضر در کشور، هزینه اعلام آمادگی در طی روز سه نرخ دارد:

عادی: ۷۲۰۰۰ ریال به ازای هر مگاوات ساعت (۱۲ ساعت)

پرباری: ۱۸۰۰۰۰ ریال به ازای هر مگاوات ساعت (۴ ساعت)

کم باری: ۱۸۰۰۰ ریال به ازای هر مگاوات ساعت (۸ ساعت)

در ادامه مراحل فرض می کنیم که هزینه اعلام آمادگی نیروگاهها در طول روز تقریباً ثابت است، که فرض معقولی می باشد. حال سوال اینجاست که این هزینه چگونه بین شرکت‌های توزیع مختلف تقسیم شود؟ و هر شرکت توزیع چگونه این هزینه را از مشترکین مختلف خود اخذ کند؟

به طور کلی، بهترین روشی که می توان برای تقسیم این هزینه بین چند مشترک پیشنهاد کرد، تقسیم بر مبنای پیک بار است. به عنوان مثال هزینه اعلام آمادگی یک شرکت توزیع در طول یک روز می تواند از رابطه (۶) محاسبه شود.

بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق

میانگین قیمت برق روزانه مشترکین خانگی: ۵۲,۳۰۷ ریال به ازای هر مگاوات ساعت

میانگین قیمت برق روزانه مشترکین کشاورزی دیماندی:

۵۵,۱۴۰ ریال به ازای هر مگاوات ساعت در ساعات پرباری

۵۱,۷۸۹ ریال به ازای هر مگاوات ساعت در ساعات عادی

۴۶,۶۰۷ ریال به ازای هر مگاوات ساعت در ساعات کم باری در بخش تقسیم هزینه اعلام آمادگی نیز نمونه تعرفه‌های محاسبه شده از قرار زیر است:

نمونه تعرفه اعلام آمادگی برای مشترکین خانگی: ۲۷۹,۲۳۲ ریال به ازای هر مگاوات ساعت

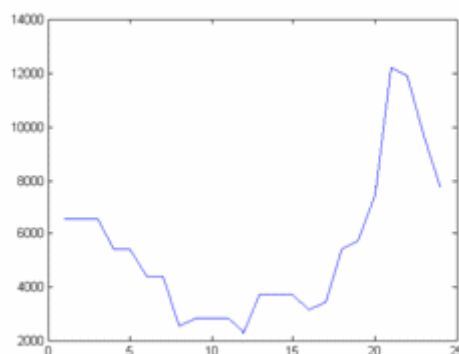
نمونه تعرفه اعلام آمادگی برای مشترکین کشاورزی دیماندی: ۱۲۰,۴۸۹ ریال به ازای هر مگاوات ساعت در تمام ساعات

این در حالی است که میانگین قیمت بازار در همین روز ۴۹,۳۷۸ ریال به ازای هر مگاوات ساعت بوده است. حداقل قیمت بازار در این روز ۴۰,۷۶۸ و حداکثر آن ۵۲,۹۸۸ ریال به ازای هر مگاوات ساعت بوده است.

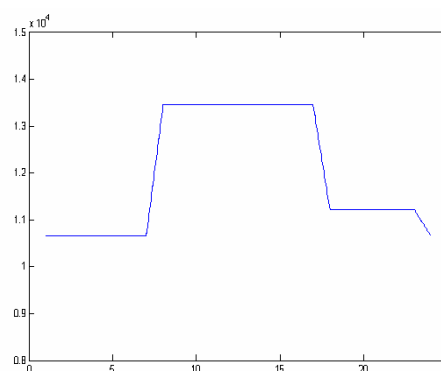
۶. نتیجه گیری

همانطور که اشاره شد، کامل شدن بازار برق با راه‌اندازی بازار خرده‌فروشی امری لازم و ضروری است. علت این امر این است که راه‌اندازی بازار خرده‌فروشی منجر به مدیریت بار و کاهش تلفات شده و این امر به کاهش سرمایه‌گذاری در بخش تولید و کاهش هزینه‌های سرمایه‌گذاری در بخش توزیع می‌انجامد. با توجه به اینکه دفتر بازار برق خراسان راه‌اندازی بازار خرده‌فروشی را برای برخی از پستهای سه استان خراسان رضوی، شمالی و جنوبی آغاز کرده است، لذا مقدمات اجرای طرح ارائه شده مهیا است. در این مقاله مکانیزمی برای عقد قراردادهای بین شرکت توزیع و برق منطقه ای ارائه شده است که نیازی به تغییرات ساختاری نداشته و نتایج استفاده از آن می‌تواند زمینه را برای راه‌اندازی بازار خرده‌فروشی آماده کند.

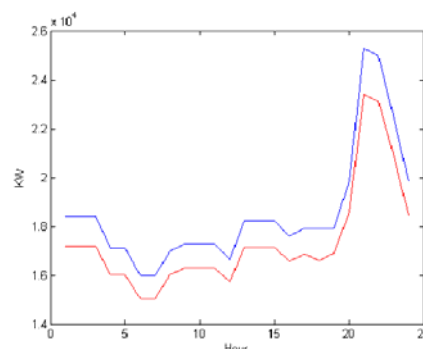
از تلفات و یا عدم قطعیت‌های موجود در اطلاعات در دسترس (نظیر خطاهای کتورخوانی) باشد.



شکل ۱: منحنی مجموع مصرف مشترکین عادی (تخمین زده شده)



شکل ۲: منحنی مجموع مصرف مشترکین دیماندی (تخمین زده شده)



شکل ۳: منحنی مجموع مصرف مشترکین (تخمین زده شده) در مقایسه با منحنی بار پست

نمونه تعرفه‌های محاسبه شده برای مشترکین خانگی و مشترکین کشاورزی دیماندی از قرار زیر است.

بیست و یکمین کنفرانس بین‌المللی برق

مراجع

1- International Energy Agency, "Electricity in India", OECD, 2001.

۲- "اصلاحیه آیین‌نامه تعیین روش، نرخ و شرایط خرید و فروش برق در شبکه برق کشور"، وزارت نیرو، بازار برق، ۱۳۸۳/۱۰/۲۱.

3- International Energy Agency, "Competition in Electricity Markets", OECD, 2001.

4- "Retail Competition in Electricity Supply", New South Wales, Electricity Reform Taskforce, 1995

۵- "آیین‌نامه اجرایی بند ب ماده ۲۰، قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی و اجتماعی و فرهنگی کشور"، تصویب‌نامه هیئت وزیران، ۱۳۸۴/۴/۸.