

## انتخاب مدل بهینه تنظیم قیمت انگیزشی با در نظر گرفتن آثار خارجی برای توزیع برق ایران

دکتر جعفر عبادی\* و امیر دودابی نژاد\*\*

تاریخ پذیرش: ۳۰ آذر ۱۳۹۰

تاریخ دریافت: ۲۲ تیر ۱۳۹۰

تقریباً در سراسر قرن بیستم، صنعت برق در انحصار شرکت‌های یکپارچه عمودی و به‌طور معمول دولتی بود. در این شکل سنتی، این نگاه تنها ارائه‌کننده خدمات در محدوده ارائه خود که شامل تولید، انتقال، توزیع و خرده‌فروشی برق بود، می‌شد. ضرورت توسعه عملکرد کارا که نتیجه گسترش رقابت در اقتصاد است، حتی بخش‌های زیربنایی و عمومی را نیز از این قاعده مستثنی نکرده و بحث گسترده‌ای تحت عنوان اصلاحات در صنعت برق را که شامل تجدید ساختار، شرکتی‌سازی، جداسازی، تجدید مقررات، مقررات‌زدایی و خصوصی‌سازی می‌شود را پدید آورده است. تجدید ساختار صنعت برق به معنای شکست انحصار عمودی دولت بر صنعت از طریق جداسازی زنجیره یکپارچه عمودی و برهم تنیده تأمین برق و تفکیک آن در قالب بخش‌های رقابت‌پذیر و رقابت‌ناپذیر است. بخش توزیع برق دارای خصوصیات انحصار طبیعی و به دنبال آن رقابت‌ناپذیر است و باید تحت تنظیم فعالیت نماید. هدف از این تحقیق مقایسه دو مدل اساسی تنظیم قیمت انگیزشی و یافتن مدل بهینه تنظیم قیمت برای توزیع برق ایران است که تابع رفاه کل اجتماعی را حداکثر نماید. مدل‌های سقف قیمت و درآمد، پرکاربردترین الگوهای تنظیم انگیزشی هستند که نسبت به قیمت اولین راه حل برتر، با یکدیگر مقایسه شده‌اند. برای ایجاد این مدل‌ها، تابع هزینه ۳۸ شرکت توزیع برق ایران تخمین زده شده و سپس کارایی آن‌ها به روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه شده است. سپس دو الگوی یادشده برای سه سال ۱۳۸۸ الی ۱۳۹۰ مدل‌سازی شده‌اند. در نهایت تابع تقاضای برق خانگی به روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیع شده برآورد گردیده است. محاسبه تفاوت رفاه کل هر مدل با قیمت اولین راه حل برتر نشان می‌دهد که بدون در نظر گرفتن آثار خارجی آلودگی ناشی از

تولید برق، مدل سقف قیمت رفاه اجتماعی را حداکثر می‌نماید در حالی که در نظر گرفتن این آثار مدل سقف درآمد را به عنوان مدل بهینه معرفی می‌کند.

**واژه‌های کلیدی:** تنظیم مقررات، تنظیم قیمت، توزیع برق، تجدید ساختار، رفاه اجتماعی، آثار خارجی، کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده.  
طبقه‌بندی JEL: L51، K23، Q48، Q58.

### ۱. مقدمه

انرژی الکتریکی یکی از عوامل اصلی حرکت، رشد و شکوفایی بخش‌های صنعتی، اقتصادی و اجتماعی است. مزیت‌های انرژی الکتریکی از قبیل امکان تبدیل به انواع دیگر انرژی و سهولت مصرف بر اهمیت آن می‌افزاید. براین اساس، صنعت برق به عنوان یکی از صنایع زیربنایی شناخته شده و عملکرد مناسب آن یکی از پیش شرط‌های توسعه صنعتی کشورها دانسته می‌شود. از سوی دیگر، به دلیل آن که صنعت برق مانند صنایع مخابرات، گاز، ریلی و ... صنعتی شبکه‌ای است، تا پیش از دهه ۹۰ میلادی به عنوان صنایع یکپارچه و ادغام شده عمودی و انحصاری اداره می‌شد. پس از جنگ جهانی دوم نیز با روند ملی کردن صنایع و به‌ویژه صنایع زیربنایی، صنعت برق بیشتر به صورت دولتی اداره شده است. از ابتدای دهه ۹۰ تحولات عمیقی در صنعت برق کشورهای توسعه‌یافته و در حال توسعه به وقوع پیوسته است که محور اصلی این تحولات تجدید ساختار، خصوصی‌سازی، مقررات‌زدایی و تجدید مقررات با رویکرد استقرار نظام مبتنی بر بازار بوده است. مهم‌ترین اهداف اصلاحات در صنعت برق عبارتند از:

- ایجاد فضای رقابتی به منظور کاهش هزینه‌ها و افزایش کارایی
  - مشتری‌مداری و افزایش قدرت انتخاب مشتری
  - منطقی کردن اهداف و انتقال ریسک سرمایه‌گذاری از مصرف‌کننده به تولیدکننده
  - جذب سرمایه‌های داخلی و خارجی به صنعت برق
  - شفاف نمودن هزینه‌ها و مشخص شدن هزینه واقعی انرژی<sup>۱</sup>
- صنعت برق را می‌توان به سه بخش اصلی تولید، انتقال و توزیع نیرو تفکیک کرد (در برخی موارد بخش خدمات نیز از سه بخش گفته شده جدا می‌شود). در حالی که در دوران جدید فعالیت

1. Rothwell and Gómez (1993)

صنعت برق، تولید نیرو به طور کاملاً رقابتی و بر مبنای سازوکار بازار آزاد برق صورت می‌گیرد. دو بخش انتقال و توزیع به واسطه محدودیت‌های فنی و هزینه‌های غرق شده، ویژگی‌های انحصاری خود را حفظ کرده‌اند و به ناچار به صورت دولتی و یا به صورت خصوصی تحت تنظیم فعالیت می‌کنند. ضرورت تنظیم در بخش توزیع (به مانند دیگر صنایع شبکه‌ای)، ادبیات اقتصادی گسترده‌ای را پدید آورده که هدف اساسی همه آنها یافتن روش‌هایی برای حداکثر کردن رفاه اجتماعی همراه با تأمین پایدار و مطمئن خدماتی همچون توزیع برق بوده است. با این وجود به دلیل دولتی ماندن صنایع شبکه‌ای در ایران، مطالعات انگشت‌شماری حول موضوع تنظیم، انجام شده و مسئله‌ای جدید و ناشناخته محسوب می‌شود. براساس سیاست‌های کلی اصل ۴۴ قانون اساسی همه خدمات صنعت برق، به جز شبکه اصلی انتقال نیرو، به صورت خصوصی ارائه خواهد شد. اگرچه این اتفاق نسبت به بسیاری کشورهای در حال توسعه دیرنگام رخ می‌دهد اما ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. بنابراین توجه به مسئله تنظیم چه از بعد عملی و چه از لحاظ نظری، از مقدمات و الزامات خصوصی‌سازی صنعت برق خواهد بود. با وجود اهمیت قابل توجه این موضوع به دلیل اقتصاد دولتی کشور تاکنون موضوع تنظیم کمتر مورد توجه پژوهشگران کشور قرار گرفته و این مقاله یکی از اولین پژوهش‌ها در کشور محسوب می‌شود.

یکی از مواردی که در حوزه تنظیم مورد توجه صاحب‌نظران و سیاست‌گذاران قرار گرفته است، یافتن روش بهینه تنظیم قیمت خدمات است. در این تحقیق تلاش می‌شود با فرض تحقق خصوصی‌سازی، توزیع برق رفاه اجتماعی در دو مدل متعارف به کار گرفته شده انگیزی (سقف قیمت و سقف درآمد) با یکدیگر مقایسه گردد. همچنین تأثیر آثار خارجی مصرف برق که ناشی از آلودگی تولید برق در نیروگاه‌ها است نیز در تابع رفاه کل وارد شده که امکان مقایسه شیوه تنظیم از دیدگاه مدیریت مصرف را فراهم خواهد کرد. لازم به یادآوری است که در این پژوهش برای نخستین بار دو شیوه مهم و پرکاربرد سقف قیمت و سقف درآمد به طور کاربردی با یکدیگر مقایسه می‌شوند و محققان هیچ ارجاع یا تحقیق مشابهی در نشریات علمی پژوهشی معتبری<sup>۱</sup> که به موضوع اقتصاد تنظیم در صنایع شبکه‌ای و یا اقتصاد برق می‌پردازند، مشاهده نکرده‌اند.

برای این منظور، نخست تابع هزینه توزیع برق شرکت‌ها تخمین زده شده و بر این اساس هزینه نهایی توزیع هر کیلووات‌ساعت برق محاسبه خواهد شد. سپس هزینه نهایی توزیع هر

1. *Journal of Regulatory Economics, Energy Economics, Energy Policy, The Electricity Journal*

کیلووات ساعت برق به عنوان قیمت اولین بهینه در نظر گرفته می شود. در مرحله بعد سقف قیمت و درآمد براساس روابط استاندارد، برای یک دوره سه ساله تعیین خواهد شد. یکی از لوازم اصلی تعیین سقف قیمت و درآمد تعیین کارایی نسبی شرکت ها و پتانسیل بهبود آتی است. برای این منظور به وسیله روش تحلیل پوششی داده ها و شاخص مالم کوئیست پتانسیل بهبود بهره وری هر شرکت تعیین و در تعیین سقف قیمت و درآمد به کار برده می شود. در ادامه برای مقایسه اثر رفاهی هر روش قیمت گذاری، به محاسبه اضافه رفاه مصرف کننده نیاز است که به تبع آن تابع تقاضای سرانه برق خانگی ایران تخمین زده می شود. برای برآورد توابع تقاضا از روش خودرگرسیون برداری با وقفه های توزیع شده (ARDL) استفاده خواهد شد. همچنین در هر دو حالت با استفاده از تابع تقاضا، تابع سود بنگاه با قید تنظیم مشخص شده حداکثر می شود و در تابع رفاه کل لحاظ خواهد شد. در نهایت برای سنجش تأثیر آثار خارجی هر شیوه تنظیم، اثر آلاینده گی زیست محیطی ناشی از تولید برق تقاضا شده نیز به تابع رفاه کل افزوده شده و رفاه کل با لحاظ این شیوه نیز تعیین می شود. بر این اساس، رفاه کل ناشی از به کارگیری روش های تنظیم گفته شده نسبت به قیمت اولین راه حل برتر تعیین و مقایسه خواهند شد.

پس از مقدمه، در بخش دوم تئوری نظری و عملی تنظیم مقررات و به ویژه تنظیم قیمت بررسی می شود. بخش سوم به توضیح روش تحقیق پرداخته و روش محاسبه اجزای مدل مقایسه تابع رفاه اجتماعی مانند تابع هزینه بنگاه ها، مدل مقایسه کارایی فنی بنگاه ها، تابع تقاضای برق خانگی و تابع رفاه اجتماعی اختصاص پیدا کرده است. بخش چهارم نتایج محاسبات گفته شده را ارائه و تفسیر کرده و در نهایت بخش پنجم به تبیین نتایج تحقیق خواهد پرداخت.

## ۲. مروری بر نظریه انحصار طبیعی، ادبیات تنظیم و پیشنهاد تحقیق

پس از جنگ جهانی دوم در بسیاری از کشورها صنعت برق در یک شرکت واحد و ملی شده جمع شده بود، اما دهه ۹۰ همراه با تحول در مدیریت صنعت برق بیشتر کشورها بود. این مجموعه تحولات به طور کلی تحت عنوان تجدید ساختار<sup>۱</sup>، مقررات زدایی<sup>۲</sup> و تجدید مقررات<sup>۳</sup> شناخته

---

1. Restructuring  
2. Deregulation  
3. Reregulation

## انتخاب مدل بهینه تنظیم قیمت انگیزی با ... ۱۳۷

می‌شود. در این تحولات انگلستان و نروژ در اروپا و شیلی و آرژانتین در آمریکای لاتین از پیشگامان تلقی می‌شوند.<sup>۱</sup>

تجدید ساختار صنعت برق به معنای شکست انحصار عمودی دولت بر صنعت از طریق جداسازی<sup>۲</sup> زنجیره یکپارچه عمودی و برهم‌تنیده تأمین برق و تفکیک آن در قالب بخش‌های رقابت‌پذیر<sup>۳</sup> و رقابت‌ناپذیر است.<sup>۴</sup>

از این رهگذر امکان رقابت در بخش‌های رقابت‌پذیر که به‌طور عمده شامل دو بخش تولید و خرده‌فروشی می‌شود، فراهم می‌گردد. همچنین بخش‌های رقابت‌ناپذیر نیز تحت مالکیت دولت یا بخش خصوصی به صورت انحصاری اداره خواهد شد. بخش‌هایی که همچنان انحصاری خواهند بود، دو بخش انتقال و توزیع نیرو هستند. با انجام فرآیند تجدید ساختار و جداسازی، مقررات-زدایی از بخش‌های رقابتی ضرورت می‌یابد. در بخش‌هایی که همچنان انحصاری باقی می‌مانند تجدید مقررات انجام خواهد شد.

دو بخش انتقال و توزیع دارای ویژگی‌های انحصار طبیعی خواهند بود که به کاهش رفاه اجتماعی منجر می‌شوند. برای مقابله با مشکلات ناشی از انحصار، دو راه حل اساسی وجود دارد:

۱. مالکیت دولتی صنعت با وظیفه عرضه محصول کافی در قیمت‌های منطقی
۲. مالکیت خصوصی با تنظیم دولتی و اطمینان از عرضه کافی محصول و بازدهی سرمایه‌گذاری خصوصی<sup>۵</sup>

### ۲-۱. مروری بر نظریه انحصار و انحصار طبیعی

در نظریه اقتصاد خرد، بازار رقابتی به عنوان بهترین ساختار بازار معرفی می‌شود.<sup>۶</sup> در مقایسه بازارها سه معیار کارایی، انصاف و پیشرفت فنی مورد توجه اقتصاددانان است که در میان این سه معیار نیز کارایی بیش از همه مورد توجه است. کارایی تخصیصی را به لحاظ فنی می‌توان به کمک تساوی  $P = MC$  نشان داد. چنانچه در هر بازار قیمت برابر با هزینه نهایی باشد، تمامی اقتصاد کارا خواهد بود و در چنین وضعیتی، مازاد رفاه جامعه حداکثر خواهد شد. اما در بازارهای انحصاری

---

1. Marija (1998)  
2. Unbunding  
3. Competitive  
4. Kirschen and Goran (2004)

۵. راتول و گومز (۱۹۹۳)

6. Henderson

این شرط برقرار نیست و عدم برابری قیمت و هزینه نهایی به این معنی است که در سطح تولید انحصاری، آنچه که مصرف کنندگان حاضرند برای یک واحد از کالا بپردازند، بیش از هزینه نهایی تولید آن واحد است که این امر به معنی تخصیص غیربینه منابع است.

شارکی<sup>۱</sup> درباره سابقه تاریخی استفاده از مفهوم انحصار طبیعی، می نویسد: «جان استوارت میل نخستین کسی بود که در سال ۱۸۴۸ از این مفهوم سخن گفت»<sup>۲</sup> در تعریفی ساده می توان گفت وقتی انحصار طبیعی رخ می دهد که یک بنگاه بتواند هر میزان از کالایی همگن را با هزینه متوسطی کمتر از دو یا چند بنگاه تولید نماید.<sup>۳</sup> به طور مثال اگر فرض کنیم مقادیر  $q_i$  از کالایی توسط  $n$  بنگاه قابل تولید باشد که

$$Q = \sum_{i=1}^n q_i \quad (1)$$

اگر داشته باشیم

$$C(Q) \leq C(q_1) + C(q_2) + \dots + C(q_n) \quad (2)$$

آن گاه با تعریف تکنولوژیک یا مبتنی بر هزینه گفته شده با انحصار طبیعی روبه رو هستیم. توابع هزینه بنگاهی که دارای این مشخصات باشند زیرجمعی<sup>۴</sup> نامیده می شود.<sup>۵</sup> وقتی تابع هزینه ای برای تمامی مقادیر  $Q = D(P)$  واجد ویژگی گفته شده باشد به طور عمومی زیرجمعی<sup>۶</sup> نامیده می شود. یکی از مواردی که با توابع زیرجمعی مواجه هستیم، تابع هزینه ای است که هزینه متوسط<sup>۷</sup> مربوط به آن با افزایش تولید به طور پیوسته کاهش یابد. به این شرایط، بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس گفته می شود.<sup>۸</sup> بنابراین بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس، شرط کافی و نه شرط لازم تحقق توابع هزینه زیرجمعی و بالتبع انحصار طبیعی است.<sup>۹</sup>

1. Sharkey

۲. شارکی (۱۹۸۲)

3. Joskow (2007)

4. Subadditive

۵. شارکی (۱۹۸۲)

6. Globally Subadditive

7. Average Cost

8. Economies To Scale

9. Bonbright (1961)

افزون بر ویژگی‌های مبتنی بر تابع هزینه موارد زیر نیز به عنوان پارامترهای لازم برای شکل‌گیری انحصار طبیعی گفته شده است:

۱. کالا یا سرویسی که عرضه می‌شود باید اساسی<sup>۱</sup> باشد.
  ۲. کالا یا سرویس ذخیره‌ناپذیر باشد.
  ۳. عرضه‌کننده باید دارای موقعیت مکانی ویژه‌ای باشد.
  ۴. سهم هزینه‌های ثابت از کل هزینه‌ها به‌طور عمومی بالا باشد.
- مهم‌ترین جنبه تابع هزینه که در تعاریف انحصار طبیعی کمتر مورد توجه قرار گرفته است و از سویی به توابع هزینه زیرجمعی منجر می‌شود، حضور و اهمیت هزینه‌های غرق‌شده<sup>۲</sup> است. هزینه‌های غرق‌شده مربوط به سرمایه‌گذاری‌هایی است که برای دارایی‌های فیزیکی با عمر زیاد<sup>۳</sup> انجام می‌شود، در حالی که ارزش این دارایی‌ها برای استفاده‌های دیگر (به عنوان مثال تولید کالای دیگر و یا به‌کارگیری در مکانی متفاوت) از آن‌چه ابتدا در نظر گرفته شده بود پایین‌تر است. در حالت حدی ممکن است این سرمایه‌گذاری‌ها برای استفاده‌های دیگر کاملاً بی‌ارزش باشد.
- کان<sup>۴</sup> به وجود همزمان دو عامل بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس و هزینه‌های ثابت غرق‌شده زیاد که سهم قابل توجهی از هزینه‌ها را به خود اختصاص می‌دهد اشاره کرده و آن را عامل ایجاد انحصار طبیعی بیان می‌کند و می‌گوید هزینه‌های غرق‌شده باید با بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس قابل ملاحظه همراه شود تا انحصار به‌طور «طبیعی» بازار را فرا بگیرد.<sup>۵</sup>
- جوسکو معتقد است هزینه‌های غرق‌شده رابط بین هزینه‌های زیرجمعی، ویژگی‌های رفتاری انحصار طبیعی و مشکلات ناشی از انحصار طبیعی تنظیم‌نشده در عملکرد کارای اقتصادی است.<sup>۶</sup> از طرف دیگر پوزنر<sup>۷</sup> بیان می‌کند که آثار شبکه‌ای<sup>۸</sup> می‌تواند به توابع هزینه زیرجمعی بیانجامد. حتی اگر با اضافه شدن به تعداد مشتریان هزینه متوسط سرویس‌دهی به هر مشتری افزایش یابد.<sup>۹</sup>

---

1. Essential  
2. Sunk Cost  
3. Long Lived  
4. Kahn

۵. کان (۱۹۷۰)

۶. جوسکو (۲۰۰۷)

7. Posner  
8. Network Effects

۹. پوزنر (۱۹۶۹)

آثار شبکه‌ای به مشخصات خاص خدمات عمومی مانند صنایع ریلی (راه آهن)، صنعت برق، تلفن، خطوط لوله گاز، شبکه آب یا تلویزیون کابلی که نیازمند احداث خطوط گسترده و به هم پیوسته‌ای از تأسیسات و تجهیزات هستند، اشاره می‌کند. این صنایع با عنوان خدمات عمومی<sup>۱</sup> یا صنایع شبکه‌ای<sup>۲</sup> شناخته می‌شوند. بدیهی است که این صنایع به دلیل ضرورت ایجاد شبکه، دارای هزینه ثابت قابل توجه هستند که بیشتر از نوع هزینه غرق شده است.

## ۲-۲. مباحث نهادی درباره رویارویی با ناکارایی در انحصار طبیعی

برای حل مشکل ناکارایی اقتصادی صنایع شبکه‌ای که با مشکل انحصار طبیعی روبرو هستند چند راه حل پیشنهاد شده است که مهم‌ترین آن‌ها عبارتند از:

۱. مالکیت دولتی صنعت مربوط با تعهد به عرضه کافی محصول تولیدی در قیمت‌های معقول

۲. مالکیت خصوصی به شرط تنظیم دولتی جهت حصول اطمینان از عرضه کافی محصول و کسب بازده معقول بابت سرمایه‌گذاری خصوصی

نظریه اقتصادی تنظیم تلاش دارد تا پیش‌بینی کند کدامیک از ترتیبات نهادی انحصار دولتی، انحصار خصوصی بدون تنظیم و انحصار خصوصی با تنظیم (ملی، منطقه‌ای یا محلی) با توجه به هزینه‌ها و منافع اجتماعی نسبی، برتر است. هر کدام از راه‌حل‌ها هزینه دارد، از قبیل هزینه اجتماعی انحصار گر که از قدرت بازاری‌اش سوء استفاده می‌کند، هزینه حفظ و نگهداری نهاد تنظیمی و هزینه‌هایی که تنظیم گر بر انحصار گر تحمیل می‌کند. برای نمونه، در تمامی انواع انحصار، مدیران و کارکنان ممکن است به شدت شرایط رقابتی کار نکنند. افزون بر هزینه‌های اداری مرتبط با تنظیم، هزینه بالقوه دیگری وجود دارد که به تلاش برای تصحیح شکست بازار مربوط می‌شود. این هزینه، دخالت تنظیمی نادرست است که باعث کاهش رفاه اجتماعی می‌شود. بنابراین، تنظیم گر باید با دقت هزینه‌ها و فایده‌های هر گونه الزام تنظیمی بر نهاد تنظیمی و بنگاه عمومی تنظیم شده را در نظر بگیرد. از دیگر سو، اگر بنگاه بتواند نهاد تنظیم را تسخیر کرده و تمایلاتش را به آن القا کند، وضع از این هم بدتر خواهد شد.<sup>۳</sup>

---

1. Public Utilities  
2. Network Industries

۳. پوزنر (۱۹۷۹)



نظریه اقتصادی تنظیم ادعا می‌کند که در یک صنعت تنظیم شده آن نوع از ترتیبات نهادی در نهایت ترجیح داده می‌شود که از طریق کمینه ساختن هزینه‌های اجتماعی و پیشینه کردن منافع اجتماعی، رفاه اجتماعی را حداکثر سازد.

### ۲-۳. اهداف تنظیم

در بیشتر ادبیات اقتصادی تنظیم، فرض شده است که تنظیم‌کننده می‌خواهد تابع رفاه اجتماعی را با قید مشارکت یا نقطه سر به سر بنگاه را حداکثر کند که منعکس‌کننده هدف کاهش رانت منتقل شده از مصرف‌کننده‌ها یا مالیات‌دهندگان به صاحبان بنگاه است. آرمسترانگ و ساینگتون<sup>۱</sup> تابع

$$W = S + \alpha R \quad (۳)$$

را به عنوان تابع هدف فرض کرده‌اند

$W$ : تابع رفاه انتظاری<sup>۲</sup>

$S$ : اضافه رفاه مصرف‌کنندگان

$R$ : رانت نهایی است که به صاحبان بنگاه منتقل می‌شود<sup>۳</sup>

مقدار  $\alpha$  کوچکتر از یک فرض می‌شود. یعنی نهاد تنظیم اهمیت بیشتری به رضایت مصرف‌کنندگان می‌دهد تا به رانت منتقل شده به بنگاه. به عبارت دیگر رگولاتور تلاش می‌کند رانت بیشتری را (با قید مشارکت و یا نقطه سر به سر بنگاه) از بنگاه به مصرف‌کنندگان منتقل کند. به علاوه  $W$  با افزایش رانت بنگاه کاهش می‌یابد؛ چرا که این مستلزم قیمت‌های بالاتر و کارایی تخصیصی کمتر است.<sup>۴</sup>

لافونت و تریول<sup>۵</sup> تابع رفاه دیگری را براساس کاهش رانت باقی‌مانده برای بنگاه در نظر گرفته‌اند. در مدل اولیه آن‌ها رفاه مصرف‌کننده و مدیران و مالکان بنگاه وزن یکسانی دارد. اما آن‌ها پرداخت‌های انتقالی از طرف دولت به بنگاه را در نظر می‌گیرند که رانت بنگاه را تحت تأثیر قرار می‌دهد. این پرداخت‌های انتقالی ناشی از درآمدهای دولتی است و مستلزم هزینه اجتماعی

1. Armstrong  
2. Expected Social Welfare

۳.  $R$  عبارت است از مقداری که برای جبران همه هزینه‌های بنگاه و عدم رضایت ناشی از تلاش مدیریتی لازم است.

۴. آرمسترانگ (۲۰۰۳)

5. Laffont and Triol

ناشی از ناکارایی سیستم مالیاتی است که برای کسب این درآمدها به کار گرفته می‌شود. به این ترتیب به ازای هر دلار پرداخت انتقالی  $(\lambda + 1)$  دلار به مالیات‌ها افزوده می‌شود که  $\lambda$  بیانگر ناکارایی سیستم مالیاتی است.<sup>۱</sup>

این چینش ثنوریک به یک دوگانگی<sup>۲</sup> جالب بین مکانیزم‌های انگیزشی و برقراری قیمت دومین راه حل برتر خدماتی که توسط بنگاه ارائه می‌شود، منجر خواهد شد.<sup>۳</sup> رگولانور ابتدا ترتیبات جبرانی را مشخص می‌کند (یعنی مشخص کردن قیود بودجه و مقدار درآمدهای مجاز بنگاه) که به این وسیله می‌تواند به بهترین وجه با قید اطلاعات موجود با مشکلات مخاطره اخلاقی و انتخاب نامساعد مواجه شود. سپس به‌طور جداگانه قیمت دومین راه حل برتر را مشخص می‌کند تا با ملاحظات کارایی تخصیص مواجه شود. این قیمت‌ها ممکن است درآمد کافی برای پوشش دادن هزینه‌های بنگاه را تأمین نکند. افزون بر آن، لافونت تلاش مدیریتی ( $e$ ) را به عنوان عاملی که هزینه‌ها را تحت تأثیر قرار می‌دهد، معرفی می‌کند. مدیران از این تلاش عدم رضایتی ( $u$ ) کسب می‌کنند و بنابراین عدم رضایتشان باید جبران شود. این رضایت یا عدم رضایت مدیریتی باید در تابع رفاه اجتماعی منعکس شود.

با توجه به موارد گفته شده می‌توان گفت هدف اصلی کوتاه‌مدت تنظیم گر برق عبارت است از وضع ساختار تعرفه‌ای تا درآمدی را در اختیار بنگاه خدمات عمومی بگذارد که بتواند هزینه نهاده‌های تولید را پرداخته و جبران سرمایه‌گذاری‌های وی را نیز بنماید به گونه‌ای که رفاه مصرف‌کنندگان نیز حداکثر شود.

## ۲-۴. ابزارهای تنظیم گر

برای دستیابی به اهداف تنظیم برق، تنظیم‌گران چند متغیر سیاستی را به کار می‌برند:

۱. تعرفه‌های تنظیم شده که ساختار نرخ‌گذاری را تعیین می‌کند.
۲. سرمایه‌گذاری مجاز در تأسیسات تولید (اگر مقررات‌زدایی نشده باشد)، انتقال و توزیع
۳. قواعد دسترسی، شامل ورود تولیدکنندگان غیرعمومی به بازار، دسترسی مشتریان عمده‌فروشی به شبکه انتقال و دسترسی مشتریان خرده‌فروشی به شبکه توزیع

۱. لافونت (۱۹۹۳)

3. Dichotomy

۳. جوسکو (۲۰۰۷)

۴. الزامات کیفیت خدمت، شامل قابلیت اطمینان و اختلال‌های ولتاژ<sup>۱</sup>

اگر هدف عرضه‌کننده برق، حداکثرسازی سود باشد، تنظیم‌گر باید به دقت هر کدام از این متغیرهای سیاستی را مورد توجه قرار دهد. برای نمونه، تنظیم‌گر با تمرکز بر متغیرهای قیمت، مقدار و کیفیت این انگیزه را به عرضه‌کننده برق می‌دهد تا به مشترکین کم‌هزینه (برای نمونه آنهایی که در مناطق شهری متمرکز هستند) توجه نموده و از مشترکین با هزینه زیاد (مانند آنهایی که در روستا، در مناطق با تمرکز جمعیتی کم قرار دارند) صرف‌نظر نماید.

اگر عرضه‌کننده برق، نرخ بازگشت سرمایه بیشتر از صفر را به‌دست آورد، انگیزه خواهد داشت تا ظرفیتی بیش از ظرفیت ضروری احداث کند. به دلیل این مسئله، تنظیم‌گر معمولاً برخی از انواع مجوز را برای ساخت ظرفیت جدید الزامی می‌کند. این فرایند کسب مجوز می‌تواند شامل بازدید غیررسمی تأسیسات پیشنهادی باشد یا جلسه استماع رسمی، برای تصمیم‌گیری در مورد اینکه آیا ظرفیت جدید دوراندیشانه است. برخی اوقات این قضیه مستلزم تنظیم‌گری در حداقل هزینه یا برنامه‌ریزی منابع یکپارچه<sup>۲</sup> است تا مشخص شود آیا تکنولوژی یا سیستم پیشنهادی به کمترین درآمدهای الزامی منجر خواهد شد. مجموعه دیگری از ابزارهای سیاستی (قوانین دسترسی) شامل قوانین ورود و خروج است. در شرایط رقابت ورود بالفعل و بالقوه عرضه‌کنندگان رقیب، قدرت بازاری برای افزایش قیمت‌ها بالاتر از هزینه نهایی را کاهش می‌دهد. تنظیم برق شامل قراردادی می‌شود که به عرضه‌کننده برق، حق انحصاری توزیع برق را در قبال گردن نهادن به کنترل نظارتی اعطا می‌کند.

در رابطه با خروج، این مسئله به همان طریقی که بنگاه‌ها از بازارهای رقابتی خارج می‌شوند خود را نشان نمی‌دهد، مگر اینکه بنگاه اعلان ورشکستگی کند که در این شرایط تنظیم‌گر باید مالک جدیدی برای دارایی‌ها و حق امتیاز انحصارگر پیدا کند. در حالت کلی، خروج مستلزم تلاش بنگاه‌های عمومی برق برای رها کردن گروه‌های مشترک پرهزینه است. برای نمونه، آنهایی که در مناطق با جمعیت پراکنده زندگی می‌کنند. در نهایت، اگرچه اندازه‌گیری کیفیت در بسیاری از بازارها دشوار است، اما بیشتر در بازارهای برق کیفیت به این صورت تعریف می‌شود:

۱. قابلیت اطمینان

۲. کیفیت برق مرتبط با خاموشی‌ها و نوسان‌های ولتاژ

۱. راتول و گومز (۱۹۹۳)

۳. رضایتمندی مشترک از خدمت<sup>۱</sup>

## ۲-۵. اشکال عملی تنظیم انگیزشی یا تنظیم مبتنی بر عملکرد

### ۲-۵-۱. مدل تنظیم سقف قیمت

در اواسط دهه ۸۰ یک فرم مشخص تنظیم انگیزشی برای به کارگیری در بخش های گاز، برق، تلفن و آب انگلستان، نیوزیلند، استرالیا و آمریکای لاتین به کار گرفته شد. این مدل اولیه، مدل سقف قیمت بود.<sup>۲</sup>

تحت مدل تنظیم سقف قیمت، نهاد تنظیم یک قیمت اولیه ( $p_0$ ) را در نظر گیرد. این قیمت و یا میانگین وزنی قیمت هایی که برای مشتریان مختلف در نظر گرفته می شود، با توجه به نرخ تورم و شاخص تغییرات مطلوب بهره وری ( $X$ ) تعدیل می شود. به طور معمول، در این روش قیمت خدمات توزیع برای یک دوره سه تا پنج ساله ثابت در نظر گرفته می شود. ثابت نگهداشتن قیمت یا رابطه تعیین کننده آن در دوره تنظیمی چندساله ضروری است، زیرا در غیر این صورت طرح های سقف قیمت اثر کافی جهت تشویق رشد کارایی را ندارد. معادله (۴) چگونگی تنظیم سقف قیمت برای بنگاه  $i$  در زمان  $t$  را نشان می دهد.<sup>۳</sup>

$$d_{i,t} = d_{i,t-1}(1 + RPI - X_i) \pm Z \quad (4)$$

$d_{i,t}$  متوسط بهای متوسط هر کیلووات ساعت برق توزیع شده بنگاه  $i$ ام در دوره  $t$   
 $d_{i,t-i}$  متوسط بهای متوسط هر کیلووات ساعت برق توزیع شده بنگاه  $i$ ام در دوره  $t-1$   
 $RPI$  شاخص تورم سالیانه  
 $X$  شاخص تعدیل کیفی  
 $Z$  عامل نشان دهنده حوادث و اتفاقات غیر مترقبه

مالکوم و کوپین<sup>۴</sup> سه جزء اصلی طراحی سقف قیمت را به شرح ذیل احصا کرده اند:

۱. تصمیم در مورد چگونگی سنجش تورم
۲. تنظیم فاکتور  $X$

۱. جوسکو (۲۰۰۷)

2. Isaac (1991)

3. Jamasb (2001)

4. Malkhom and Quinn (2000)

۳. تصمیم این که چه هزینه‌هایی مجازند در قیمت‌ها دیده شوند.<sup>۱</sup>

سقف قیمت می‌تواند به کل مشتریان یا گروه خاصی از آنها اعمال شود. در روش‌های سقف قیمت منفرد، مجموعه خدمات به جای تعرفه‌های منفرد تنظیم می‌شدند، به این ترتیب امکان بیشترین انعطاف‌پذیری برای شرکت‌ها در مذاکرات قراردادها فراهم می‌شود. سقف قیمتی که به هر طبقه مشتری اعمال می‌شود به این معنی است که محدودیت‌ها براساس تعرفه‌های منفرد تنظیم می‌شوند. این رویکرد چند مزیت دارد. برای نمونه از جابجایی هزینه بین گروه‌های مشتری جلوگیری می‌کند. شاخص تورم باید تغییرات در قیمت ستانده اقتصادی و یا قیمت داده‌های صنعت را تعیین نماید. برای این منظور، می‌توان از شاخص قیمت خرده‌فروشی (RPI) یا شاخص قیمت تولیدکننده (PPI) استفاده کرد.

فاکتور  $X$  یا شاخص تغییرات مطلوب بهره‌وری، عاملی است که بهره‌وری مطلوب و قابل دستیابی بنگاه انحصاری را در غیاب رقابت تعیین کرده و تحقق سطح مشخصی از کارایی را تضمین می‌نماید. به عبارت دیگر فاکتور  $X$  پتانسیل بهبود بازده را محاسبه می‌کند. تعیین این فاکتور، بیشترین چالش در تنظیم سقف قیمت را دربر دارد، زیرا مکانیزمی است که بهره‌مندی مشتریان از افزایش کارایی را تضمین می‌کند. در تنظیم سقف قیمت، برای یک دوره از پیش تعیین شده، میانگین قیمت کالاها و خدمات نباید سریع‌تر از  $RPI-X$  افزایش یابد. اگر این عامل بزرگتر از نرخ تورم در نظر گرفته شود بنگاه مجبور خواهد بود نرخ خدماتش را کمتر از نرخ تورم افزایش داده و افزایش هزینه‌ها را با افزایش بهره‌وری جبران نماید. ممکن است قیمت کالاها و خدمات در طول دوره تنظیمی تغییر کند که یک سری آزادی عمل به شرکت‌ها در زمینه تجدید ساختار قیمت‌ها می‌دهد. از طرف دیگر، اگر شرکت‌ها بتوانند هزینه‌ها را بیش از آنچه ضریب بازدهی  $X$  ایجاد می‌کند، کاهش دهند، می‌توانند سود اضافی کسب کنند. در این وضعیت انگیزه لازم برای کاهش هزینه‌ها ایجاد می‌شود. بیسلی<sup>۲</sup> اشاره می‌کند که میزان توانایی تنظیم، سقف قیمت است که انگیزه، کارایی هزینه را ایجاد می‌کند و کمی انعطاف‌پذیری برای تنظیم ساختار قیمت به شرکت‌ها می‌دهد.<sup>۳</sup>

۱. مالکوم (۲۰۰۰)

2. Beesley

۳. بیسلی (۱۹۹۲)

افزون بر آن، تحت تنظیم سقف قیمت، شرکت‌ها انگیزه‌های قوی‌تر برای نوآوری و سرمایه‌گذاری روی روش‌های فنی جدید را دارند، زیرا در این صورت امکان حفظ سودهای به‌دست آمده از ریسک‌هایشان فراهم می‌شود.<sup>۱</sup> وظیفه تنظیم‌گر عبارت است از بررسی اینکه شرکت‌ها چقدر با روابط کلی قیمت‌گذاری تطابق دارند، در حالی که تصمیمات خاص قیمت‌گذاری بر عهده خود شرکت‌ها گذاشته می‌شود. یکی از اشکالات تنظیم سقف قیمت امکان کاهش کیفیت در اثر کاهش هزینه‌هاست. برای جلوگیری از این وضعیت، طرح‌های سقف قیمت می‌تواند شامل اقدامات کیفیتی آشکارا باشد. یکی از موارد خاص تنظیم سقف قیمت نرخ حالتی است که در آن فاکتور  $X$  معادل نرخ تورم و فاکتور  $Z$  معادل صفر است.<sup>۲</sup> قیمت‌ها در طول دوره تنظیم ثابت می‌مانند و این شرکت‌های تحت تنظیم را به رویارویی تنها در برابر ریسک ناشی از شوک‌های خارجی قیمت وادار می‌کند.

#### ۲-۵-۲. مدل تنظیم سقف درآمد

در حالت تنظیم سقف درآمدی، درآمد مجاز بنگاه عمومی برای یک دوره تنظیمی چندساله (معمولاً چهار یا پنج سال)، تعیین می‌شود. میزان درآمد مجاز در سال نخست، در سال‌های بعدی براساس مجموعه از پیش مشخص شده‌ای از شاخص‌ها و عوامل اقتصادی تعدیل می‌شوند. بنگاه عمومی با توجه به این سقف اجاره می‌یابد تا در دوره تنظیمی با کمینه کردن مجموع هزینه‌ها، سودش را بیشینه سازد. هنگامی که دوره تنظیمی سپری می‌شود یک شکل مرسوم از سقف درآمدی به شرح زیر است.<sup>۳</sup> رابطه‌ای که برای قیمت‌گذاری سقف درآمد مورد استفاده قرار می‌گیرد به صورت معادله (۵) است:

$$R_t = (R_{t-1} + CGA \times \Delta Cust) \times (1 + RPI - X) \pm Z \quad (5)$$

$R_t$  درآمد مجاز بنگاه در دوره  $t$

$R_{t-1}$  درآمد مجاز بنگاه در دوره  $t-1$

$CGA$  فاکتور تعدیل سقف قیمت براساس رشد مشترکین Rial/Customer

$\Delta Cust$  تغییر سالیانه تعداد مشتریان

1. Olson (2003)

2. Vogelsang (2002)

۳. کومنز، استافت، گرین و هیل (۱۹۹۵)

RPI شاخص تورم سالیانه

X شاخص تعدیل کیفی

Z عامل نشان‌دهنده حوادث و اتفاقات غیرمترقبه

پارامترهای RPI و X این مدل همانند مدل سقف قیمت برآورد می‌شود. R نیز عبارت است از  $R_t = P_t \times Q_t$  یعنی همان قیمت اولیه مدل سقف قیمت ضرب در درآمد مقدار فروش سال مینا.

برای تعیین پارامتر CGA (که سقف درآمد را متناسب با تغییرات تعداد مشترکان تعدیل می‌نماید) روش‌های متعددی پیشنهاد شده است اما به‌طور معمول درصدی از درآمد متوسط به ازای هر مصرف‌کننده به کار گرفته می‌شود. برای نمونه شرکت‌های برق آمریکا ۵۹ درصد از این شاخص را در نظر می‌گیرند:

$$CGA = 0.59 \times ARPC$$

متغیر  $\Delta Cust$  نیز عبارت است از رشد سالیانه مشتریان که در مدل این تحقیق بر اساس نرخ رشد متوسط پنج ساله گذشته محاسبه می‌شود.

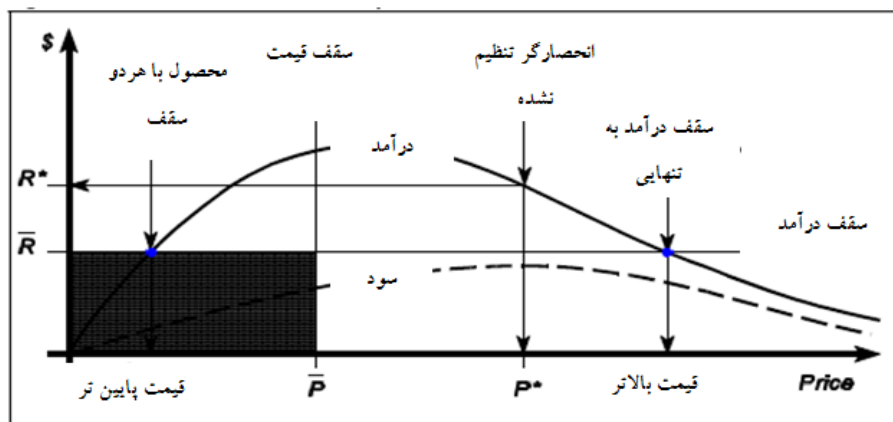
هدف از تعدیل‌های درآمدی سال به سال در معادله (۵)، شبیه‌سازی چگونگی تغییر هزینه‌های شرکت با تغییرات در ویژگی‌های سیستم است (مانند تعداد مشترکین یا قیمت نهاده‌ها). برای اندازه‌گیری تورم، استفاده از CPI یا RPI اختیاری است و از دیگر شاخص‌های قیمتی (برای نمونه شاخص‌های قیمت صنعتی در بخش خاص) نیز می‌توان استفاده کرد. مقادیر متفاوت عوامل تعدیل رشد مشترک (CGA) برای گروه‌های مختلف مشترکین را می‌توان مشخص کرد. برای نمونه، در مورد درآمدهای توزیع شبکه، مشترکین متصل به شبکه‌های ولتاژ متوسط را می‌توان با عامل تعدیل متفاوتی نسبت به مشترکینی که به شبکه‌های ولتاژ پایین متصل شده‌اند، در نظر گرفت.

## ۲-۵-۱. انتقاد کرو و کلیندورفر<sup>۱</sup> از مدل سقف درآمد

کرو و کلیندورفر انتقادی از مدل سقف درآمد ارائه کردند. کرو و کلیندورفر معتقدند که اگر مدل سقف قیمت بدون قید تنظیمی دیگر به کار گرفته شود، باعث اعمال قیمتی بیش از قیمت انحصاری توسط بنگاه خواهد شد. پس با توجه به مشکلات ناشی از ناکارایی اقتصادی باید این مسئله را به‌طور دقیق بررسی کرد. می‌دانیم اگر انحصارگری تحت تنظیم نباشد، قیمت

1. Crew and Kleindorfer

حداکثرکننده سود  $P^*$  را انتخاب می کند که به سطح تقاضای  $Q^*$  می انجامد و در نتیجه درآمد انحصاری برابر  $R^* = P^* Q^*$  خواهد شد. اگر نهاد تنظیم سقف درآمد  $\bar{R}$  را بالاتر از  $R^*$  انتخاب نماید، بنگاه آن را نادیده گرفته و همان قیمت  $P^*$  را اعمال می کند. بنابراین تنظیم کننده باید سطح درآمد را برابر  $\bar{R}$  کوچکتر از  $R^*$  انتخاب نماید. به این ترتیب بنگاه مجبور می شود سطح قیمت را کاهش یا افزایش دهد تا قید تنظیمی لحاظ شود. به طور کلی هر دو استراتژی امکان پذیر است چرا که اگر تقاضا کشش پذیر باشد با افزایش قیمت سطح تقاضا کاهش می یابد که به کاهش درآمد منجر می شود. همچنین وقتی تقاضا بی کشش باشد کاهش قیمت به کاهش سطح درآمد منجر خواهد شد. بنابراین می توان یک قیمت بالا و یا پایین را تصور کرد که برای هر دوی آنها درآمد برابر  $\bar{R}$  یعنی سقف مجاز باشد. بدیهی است که بنگاه با تولید بیشتر هزینه بیشتری می پردازد و بنابراین مقدار کمتر را انتخاب و تولید خواهد کرد. به عبارت دیگر بنگاه قیمت بالاتر که حتی بیش از قیمت انحصاری است را انتخاب می کند. نمودار ۱ این مسئله را نشان می دهد.



نمودار ۱. نمایش انتقاد کرو و کلیندورفر

لازم به یادآوری است که این موضوع مستلزم وجود دو فرض زیر است:

۱. قیمتی وجود دارد که با افزایش تا آن درآمد تا سطح  $\bar{R}$  کاهش می یابد.
۲. پویایی و مسیر رسیدن به تعادل اهمیت ندارد.



فرض اول در صورتی نادرست است که تقاضا به ازای جمیع مقادیر بی کشش باشد<sup>۱</sup> اما فرض دوم نکته مهم این انتقاد محسوب می شود. نمودار ۱، روش جلوگیری از ایراد کرو و کلیندورفر را نیز به خوبی ارائه می کند. کافی است افزون بر سقف درآمد، سقف قیمتی نیز برای بنگاه در نظر گرفته شود تا امکان تجاوز از قیمت انحصاری وجود نداشته باشد. سقف قیمتی  $\bar{P}$  به طور عمومی<sup>۲</sup> محدود کننده است در حالی که سقف درآمد به طور حاشیه ای<sup>۳</sup> قیمت بنگاه را محدود می کند.

پس با این روش می توان از مزیت مدیریت تقاضای روش سقف درآمد بدون نگرانی از اثر کرو و کلیندورفر بهره برد. اما باید توجه داشت که راه حل گفته شده فقط در صورتی مؤثر است که قیمت اولیه بنگاه در سمت چپ نقطه حداکثر درآمد واقع شده باشد. اگر بنگاه از سمت راست منحنی درآمد (بخشی که دارای شیب کاهنده است) آغاز نماید آن گاه برای رسیدن به سقف درآمد  $\bar{R}$  مجبور است یا به طور تدریجی قیمت را افزایش دهد و یا این که در یک جهش به سطح قیمت پایین تر برسد. چرا که در قسمت کشش پذیر تقاضا یک کاهش اندک قیمت به افزایش درآمد منجر خواهد شد. بنابراین با وجود یک سقف قیمتی محدود کننده بنگاه ناچار است که به یک جهش قیمتی کاهشی دست بزند که می تواند به شکست و بی ثباتی در سطح اقتصاد منجر گردد. همچنین این جهش قیمتی به افزایش قابل توجه تقاضا و هزینه های بنگاه منتهی می شود که اگر توسط نهاد تنظیم جبران نشود می تواند به زیان و ورشکستگی بنگاه ختم گردد. بنابراین استفاده از یک سقف قیمت کمکی برای حل مشکل انتقاد کرو و کلیندورفر می تواند آثار پیش بینی نشده ای در سطح اقتصاد و بنگاه در بر داشته باشد. پیشنهاد روش های ترکیبی<sup>۴</sup> تنظیم سقف قیمت- درآمد پاسخی برای حل این مشکل بوده است.

## ۲-۶. پیشینه تحقیق

امامی میبدی<sup>۵</sup> به منظور ارزیابی کارایی صنعت برق ایران، کارایی ۳۰ شرکت توزیع برق کشور در سال ۱۹۹۵ را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها بررسی کرده است. ستادهای به کار رفته در مطالعه یاد شده عبارتند از حجم الکتریسته تحویلی به مشترکان خانگی، حجم الکتریسته تحویلی به مشترکان صنعتی، تعداد مشترکان خانگی، تعداد مشترکان صنعتی و نهادهای شامل نیروی کار،

۱. نتیجه بسیاری از تحقیقات تجربی حاکی از این است که کشش قیمتی تقاضای برق در ایران کوچکتر از یک است.

2. Globally

3. Marginally

4. Hybrid Price-Revenue Cap

5. Emami Meibodi (1998)

ظرفیت ترانسفورماتورها و اندازه شبکه. نتایج به دست آمده از تحلیل کارایی شرکت های توزیع برق با استفاده از دو فرض بازدهی ثابت و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس، نشان داده است که عدم کارایی فنی و مقیاس، سهم یکسانی در عدم کارایی کل صنایع توزیع برق کشور داشته اند و بیشتر شرکت های توزیع در ناحیه بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس فعالیت می کنند.

فلاحی (۱۳۸۴) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده ها و با فرض انرژی تحویلی به مشترکین خانگی، انرژی تحویلی به مشترکین غیر خانگی، تعداد مشترکین خانگی و غیر خانگی به عنوان ستانده و طول خطوط، ظرفیت ترانسفورماتور و تعداد کارکنان و با فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس کارایی نسبی ۴۲ شرکت توزیع برق را در سال ۱۳۸۱ مورد محاسبه قرار داده است. زیبا (۱۳۸۷) ضمن معرفی مدل سقف قیمت، کارایی شرکت های توزیع برق در سال ۱۳۷۶ را با به کارگیری دو ستانده تعداد مشترکین نهایی و انرژی الکتریکی توزیع شده و سه نهاده طول شبکه، ظرفیت ترانسفورماتور و تعداد کارکنان با به کارگیری روش تحلیل پوششی داده ها محاسبه و بر این اساس رابطه عمومی نرخ گذاری برای شرکت ها را ارائه کرده است.

### ۳. تبیین مدل و روش تحقیق

این پژوهش در پنج گام به شرح زیر انجام خواهد گردید در ادامه این بخش مدل مورد استفاده و نحوه تعیین یا تخمین هر متغیر به طور گسترده شرح داده خواهد شد.

۱. با استفاده از داده های هزینه کل شرکت های توزیع برق، تابع هزینه تخمین زده می شود و از این تابع، مقادیر هزینه نهایی محاسبه می شود. این مقدار بیانگر قیمت اولین راه حل برتر خواهد بود.
۲. برای تعیین سقف قیمت و درآمد هر سال بنگاه ها لازم است کارایی نسبی فعلی و تغییرات متوسط بهره وری بنگاه ها محاسبه و براساس آن عامل تعدیل کیفی سالانه محاسبه شود.
۳. برای محاسبه رفاه کل نیاز به دانستن تابع تقاضای هر بنگاه است. به این منظور تابع تقاضای سرانه برق ایران تخمین زده می شود. تابع تقاضای کل نیز از جمع افقی توابع تقاضا محاسبه می شود.

۴. حال هر بنگاه با دانستن تابع تقاضای فردی و هر یک از قیود تنظیمی سود خود را حداکثر می‌کند و بر این اساس دو قیمت برای هر شکل تنظیم به دست می‌آید.
۵. در آخرین مرحله، اختلاف رفاه کل برای تمام مشترکین با قیمت اولین راه حل برتر مقایسه می‌شود. این مقایسه در دو حالت با در نظر گرفتن آثار خارجی و بدون آن انجام خواهد شد.

### ۳-۱. محاسبه تابع هزینه شرکت‌های توزیع

با توجه به ساختار هزینه‌های شرکت‌های توزیع و سهم عمده هزینه‌های ثابت باید به این نوع هزینه‌ها در تعیین تابع هزینه توجه خاصی معطوف شود. برنز و ویمن<sup>۱</sup> فهرستی از عواملی که ممکن است بر هزینه کل شرکت اثرگذار باشد، تهیه کرده‌اند. این عوامل عبارتند از:

۱. حداکثر تقاضای سیستم (اوج بار kw)
۲. حداکثر تعداد مشترکین
۳. نوع مشترکین (خانگی، صنعتی، تجاری و ...)
۴. پراکندگی مشترکین
۵. وسعت منطقه توزیع
۶. کل انرژی فروخته شده (kwh)
۷. پایداری و امنیت سیستم
۸. طول خطوط توزیع
۹. ظرفیت ترانسفورماتور

با توجه به این که دو عامل طول خطوط و ظرفیت ترانسفورماتور جزء داده‌های سیستم هستند، قاعدتاً نباید در تابع هزینه لحاظ شوند. انتظار می‌رود تابع هزینه متوسط شرکت‌های توزیع برق ایران در دامنه وسیعی از انرژی توزیع شده دارای ویژگی‌های بازده صعودی نسبت به مقیاس باشد و پس از این دامنه هزینه متوسط شروع به افزایش نماید. بر این مبنا انتظار می‌رود هزینه متوسط تابعی خطی و درجه دوم به صورت معادله (۶) در نظر گرفته شود و به عبارت دیگر به صورت سهمی باشد.

---

1. Burns and Weiman (1996)

$$C = C(Q, Q^2, Q^3, AREA, LF, CLR) \quad (۶)$$

که در آن متغیرها به صورت جدول ۱ تعریف شده‌اند.

جدول ۱. متغیرهای مورد استفاده در تخمین تابع هزینه کل شرکت‌های توزیع برق

متغیر	تعریف	واحد
C	هزینه متوسط بنگاه	ریال
Q	کل انرژی تحویلی	کیلووات ساعت
Q <sup>۲</sup>	توان دوم کل انرژی تحویلی	کیلووات ساعت به توان دو
AREA	مساحت حوزه تحت پوشش	کیلومتر مربع
LF	ضریب بار	عدد بی بعد بین صفر و یک
CLR	نسبت مشترکین به طول شبکه فشار ضعیف	واحد مشترک به کیلومتر

بدیهی است که هزینه بنگاه با الکتریسیته تحویلی رابطه داشته باشد. همچنین انتظار می‌رود با افزایش مساحت خدمات‌دهی شرکت، هزینه‌ها افزایش یابد. عامل مهم دیگری که در تصریح تابع به کار گرفته شده است ضریب بار (LF) عاملی است که در به‌کارگیری ظرفیت بهینه تأسیسات توزیع اهمیت پیدا می‌نماید. ضریب بار عبارت است از نسبت انرژی واقعی تحویلی در یک سال به حداکثر انرژی قابل تحویل در یک سال بر مبنای ظرفیت طراحی شده بر مبنای اوج بار. به این ترتیب انتظار می‌رود، ضریب بار عددی بین صفر و یک باشد و با هزینه‌های بنگاه رابطه معکوس داشته باشد. نسبت مشترکین به طول شبکه فشار ضعیف نیز تراکم مشترکین را در منطقه سرویس‌دهی بنگاه نشان می‌دهد و قاعدتاً باید با افزایش مقدار این متغیر هزینه بنگاه کاهش یابد. برای تخمین تابع هزینه از روش OLS استفاده شده و تخمین‌ها به وسیله نرم‌افزار EViews 6 انجام خواهد شد.

### ۲-۳. روش تعیین مدل سقف قیمت و سقف درآمد

همان‌گونه که اشاره شد، معادلات (۴) و (۵) مبنای محاسبه سقف قیمت و درآمد قرار خواهد گرفت. از آنجا که نرخ تورم به طور یکسان در هر چهار مدل تنظیم به‌طور یکسان وارد می‌شود، واجد تأثیر مشابهی خواهد بود و می‌تواند هر عددی و حتی صفر باشد. چون می‌خواهیم روند

تغییرات قیمت نزدیک به شرایط واقعی اقتصاد ایران باشد. در محاسبات هر چهار مدل تنظیم فرض می‌شود نرخ تورم برابر ۱۵ درصد باشد که بدیهی است تأثیری در هدف نهایی یعنی مقایسه آثار رفاهی مدل‌های تنظیم نخواهد داشت. همچنین  $Z$  که شاخص نشانگر حوادث غیرمترقبه است صفر در نظر گرفته می‌شود.  $d$  که قیمت هر کیلووات ساعت برق در سال ماقبل تنظیم است برابر با متوسط هزینه توزیع خواهد بود.  $M$  در رابطه سقف قیمت برابر درآمد ناشی از فروش برق توزیع شده در همان سال و به قیمت  $d$  در نظر گرفته می‌شود. فاکتور تعدیل رشد مصرف کننده  $CGA$  در هر سال نیز برابر درآمد فروش برق به هر مشترک بر مبنای مصرف متوسط و هزینه متوسط هر شرکت محاسبه شده که سالانه به وسیله نرخ تورم و عامل بهره‌وری تعدیل شده است. یعنی

$$CGAt = (M / Cust)(1 + 0.15 - X)t \quad (7)$$

عبارت  $\Delta Cust$  برابر رشد متوسط سه سال پیش از دوره تنظیم فرض می‌شود. یکی از اجزای این روابط عامل  $X$  یا عامل تعدیل کیفی است و از معادله (۸) قابل محاسبه است.

$$X = a \times \frac{1}{b} \times (1 - e_{i1}) + \overline{\Delta Pr} \quad (8)$$

$a$  بخشی از کارایی قابل حصول در دوره تنظیم (برابر نیم)

$b$  تعداد سال‌های دوره تنظیم (برابر سه)

$e_{i1}$  کارایی فنی بنگاه  $i$  م

$\overline{\Delta Pr}$  متوسط رشد سالانه بهره‌وری کل همه بنگاه‌ها

در این محاسبات فرض شده که هر شرکت در طول سه سال به نیمی از فاصله بهره‌وری خود تا کاراترین بنگاه دست یابد. به عبارت دیگر  $a$  برابر ۰/۵ فرض شده است. کارایی تمام بنگاه‌ها در سال ۱۳۸۷ به وسیله روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه شده است. انرژی الکتریکی توزیع شده و اوج بار تأمین شده به عنوان ستانده و طول شبکه، ظرفیت ترانسفورماتور و تعداد نیروی انسانی به عنوان نهاده در نظر گرفته شده است. همچنین از روش نهاده محور در تعیین کارایی بنگاه‌ها استفاده شده است و برای محاسبه کارایی از فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است تا در نهایت کارایی فنی خالص محاسبه گردد.

### ۳-۳. تصریح تابع تقاضای برق سرانه خانگی

در این تحقیق از فرم تبعی لگاریتمی با کشش ثابت مطابق با معادله (۹) برای تخمین تابع تقاضا استفاده می‌شود.

$$\ln E = \beta_0 + \beta_1 \ln EP + \beta_2 \ln I + \beta_3 \ln FP \quad (9)$$

E مصرف الکتریسیته سرانه به کیلووات ساعت

EP قیمت واقعی هر کیلووات ساعت الکتریسیته

I درآمد سرانه واقعی

تابع تقاضای برق سرانه خانگی تخمین زده می‌شود. تخمین تابع تقاضا به روش ARDL و با فرض حداکثر طول وقفه برابر با ۲ به وسیله نرم افزار Microfit انجام شده است. به عبارت دیگر در این مرحله فرض می‌شود تابع تقاضای سرانه برق خانگی در سراسر کشور یکسان است.

### ۴-۳. محاسبه رفاه اجتماعی و انتخاب مدل بهینه

برای محاسبه آثار رفاهی هر شیوه تنظیم، تغییرات رفاه کل را در دو حالت نسبت به قیمت گذاری اولین بهینه محاسبه خواهیم کرد. در حالت اول آثار نامطلوب خارجی ناشی از تولید برق که به شکل انواع آلاینده‌های زیست محیطی بروز می‌کند را در نظر نگرفته و براساس معادله (۱۰) رفاه کل را محاسبه خواهیم کرد.

$$W = \int_{pf}^{pp} q(p) dp + \Pi_{pp} - \Pi_{pf} \quad (10)$$

$\int_{pf}^{pp} q(p) dp$  تفاوت اضافه رفاه مصرف کننده از قیمت گذاری اولین راه حل برتر تا هر قیمت گذاری دیگر

$\Pi_{pf}$  سود بنگاه در قیمت گذاری اولین راه حل برتر

$\Pi_{pp}$  سود بنگاه در هر تنظیم قیمت دیگر

اگرچه مصرف بیشتر برق به افزایش رفاه اجتماعی می‌انجامد، اما از طرف دیگر با افزایش تولید آلاینده‌های زیست محیطی سبب افزایش آلودگی و آثار نامطلوب بر سلامت و رفاه اجتماعی نیز خواهد گردید. بنابراین لازم است تا ارزش این آثار خارجی نامطلوب نیز محاسبه گردد. به عبارت

دیگر می‌توان با انتخاب روش تنظیم قیمت از آن مانند یک سیاست قیمتی مدیریت مصرف انرژی استفاده و تأثیر آن بر رفاه اجتماعی را بررسی نمود. برای این منظور معادله (۱۰) را به صورت زیر بازنویسی می‌کنیم:

$$W = \int_{pf}^{pp} q(p)dp + \Pi_{pp} - \Pi_{pf} + \Delta Sc \quad (11)$$

$\Delta Sc$  هزینه اجتماعی تولید هر کیلووات ساعت انرژی الکتریکی

جدول ۲. هزینه‌های اجتماعی بخش انرژی به تفکیک گاز آلاینده / گلخانه‌ای براساس قیمت‌های

سال ۸۱ (هزار ریال بر تن)

نوع گاز	$CH_4$	$CO_2$	$SPM$	$CO$	$SO_2$	$SO_x$	$O_x$
هزینه مقدار	۱۶۸۰	۸۰	۳۴۴۰۰	۱۵۰۰	۴	۱۴۶۰۰	۴۸۰۰

مأخذ: مطالعه سازمان حفاظت محیط زیست و بانک جهانی<sup>۱</sup>

بر مبنای مطالعه انجام شده توسط بانک جهانی و سازمان محیط زیست، هزینه انتشار انواع گازهای آلاینده به شرح جدول ۲ است. همچنین متوسط انتشار انواع گازهای آلاینده / گلخانه‌ای برای تولید هر کیلووات ساعت برق در نیروگاه‌های کشور مطابق جدول ۳ برآورد شده است. بر این اساس می‌توان کل هزینه خارجی را محاسبه و براساس قیمت هر سال تعدیل کرد.

جدول ۳. میزان متوسط تولید گازهای آلاینده / گلخانه‌ای در نیروگاه‌های کشور (گرم به

کیلووات ساعت)

گاز نوع	$CH_4$	$CO_2$	$SPM$	$CO$	$SO_2$	$SO_x$	$NO_x$
تولید میزان	۰/۰۱۶	۶۷۷	۰/۰۹۵	۰/۰۹۶	۰/۰۲۱	۱/۸۷	۱/۱۰۶

مأخذ: ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۷

1. Environmental Energy Review (EER), Iran, World Bank Group

۴. نتایج محاسبات تحقیق

۴-۱. داده‌های مورد استفاده

در این تحقیق کلیه داده‌های مربوط به ۳۸ شرکت توزیع برق به جز اطلاعات هزینه‌ها از آمارنامه‌های صنعت برق کشور که توسط شرکت توانیر منتشر می‌شود استخراج شده است. هزینه کل شرکت‌ها از گزارش «محاسبه هزینه تمام شده هر کیلووات ساعت برق در سال ۱۳۸۷» که توسط دفتر بهبود بهره‌وری و اقتصاد برق و انرژی وزارت نیرو منتشر شده استخراج گردیده است. درآمد، جمعیت، قیمت برق در سال‌های گذشته و قیمت انواع سوخت‌های جایگزین از بانک داده‌های سری‌های زمانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران برداشت شده است.

۴-۲. نتیجه تخمین تابع هزینه شرکت‌های توزیع

برای تخمین تابع هزینه بنگاه‌ها از معادله (۶) استفاده شده که نتیجه تخمین در جدول ۴ نشان داده شده است.

$$\begin{aligned} \text{cost} &= C(Q, Q^2, \text{AREA}, \text{LF}, \text{CLR}) \\ &= c_1 + c_2 Q + c_3 Q^2 + c_4 \text{AREA} + c_5 \text{LF} + c_6 \text{CLR} \end{aligned}$$

جدول ۴. تخمین تابع هزینه بنگاه‌های توزیع برق

متغیر	تعریف	واحد	ضریب $C_i$	آماره $t$
Cost	هزینه متوسط	میلیارد ریال به کیلووات ساعت	۳۹۴	*۴/۷
عرض از مبدأ		میلیارد ریال به کیلووات ساعت		
Q	کل انرژی تحویلی	کیلووات ساعت	-۰/۰۰۰۰۰۰۰۵۷	*-۷/۰۹
$Q^2$	توان دوم کل انرژی تحویلی	کیلو وات ساعت به توان دو	۲/۵۵e-۱۸	*۵/۲
AREA	مساحت حوزه تحت پوشش	کیلومتر مربع	-۰/۰۷۲	۱/۵
LF	ضریب بار	عدد بی بعد بین صفر و یک	-۱۳۸	*-۱/۹
CLR	نسبت مشترکین به طول شبکه فشار ضعیف	واحد مشترک به کیلومتر	-۰/۱۲۵	-۰/۳۹
آماره F=۱۳/۴۲      آماره دوربین واتسون=۱/۸۲      ضریب تعیین تعدیل شده=۰/۶۸				

مأخذ: یافته‌های تحقیق



## انتخاب مدل بهینه تنظیم قیمت انگیزشی با ... ۱۵۷

در جدول ۴ مشاهده می‌شود که علامت تمام ضرایب به جز CLR و AREA معنادار و مطابق انتظار هستند. همچنین ضریب تعیین معادله ۹۵ درصد محاسبه شده است. پس با حذف این متغیرها معادله را دوباره برآزش می‌کنیم که به نتایج جدول ۵ می‌انجامد.

جدول ۵. تخمین تابع هزینه بنگاه‌های توزیع برق

متغیر	تعریف	واحد	ضریب $C_i$	آماره $t$
Cost	هزینه متوسط	میلیارد ریال به کیلووات ساعت		
عرض از مبدأ		میلیارد ریال به کیلووات ساعت	۴۰۷	*۴/۸
Q	کل انرژی تحویلی	کیلووات ساعت	-۰/۰۰۰۰۰۰۰۵۲۳	*۳/۵
Q'	توان دوم کل انرژی تحویلی	کیلووات ساعت به توان دو	۲/۶۶e-۱۸	*۴/۹
LF	ضریب بار	عدد بی بعد بین صفر و یک	-۱۵۱	*-۱/۸۶
آماره F=۲۱/۳۱      آماره دوربین واتسون=۱/۸۳      ضریب تعیین تعدیل شده = ۰/۶۵				

\* معنی دار در سطح ۵ درصد \*\* معنی دار در سطح ۱۰ درصد

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در این معادله تمام ضرایب معنادار بوده و علامت‌ها مطابق انتظار به دست آمده است. همچنین آماره F کاملاً بزرگ و معنادار است که نشانگر معنادار بودن کل ضرایب معادله است. ضریب تعیین تعدیل شده نیز برابر ۰/۶۵ محاسبه شده که برای داده‌های مقطعی عددی بزرگ و قابل قبول است که نشانگر خوبی برآزش است. با توجه به امکان وجود ناهمسانی واریانس در داده‌های مقطعی از آزمون وایت<sup>۱</sup> برای سنجش این موضوع استفاده می‌کنیم. آماره محاسباتی آزمون برابر ۱۰/۶۱ محاسبه می‌شود که دارای توزیع خی-دو با چهار درجه آزادی است. این مقدار کمتر از مقدار بحرانی (۱۹/۸) در سطح اطمینان ۹۰ درصد است. پس نمی‌توان فرض وجود واریانس همسانی را رد کرد.

برای محاسبه هزینه نهایی از تابع هزینه متوسط، ابتدا تابع هزینه کل را ایجاد کرده و نسبت به انرژی توزیع شده یک بار مشتق گیری می نماییم. هزینه نهایی بنگاه‌ها را به عنوان مبنای محاسبه قیمت اولین راه حل برتر فرض کرده و برای هر شرکت در جدول ۱۲ آمده است.

#### ۴-۳. تعیین روابط سقف قیمت و سقف درآمد

##### ۴-۳-۱. محاسبه کارایی فنی بنگاه‌ها در سال ۱۳۸۷

در این مرحله کارایی تمام بنگاه‌ها در سال ۱۳۸۷ به وسیله روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) محاسبه شده است. انرژی الکتریکی توزیع شده و اوج بار تأمین شده به عنوان ستانده و طول شبکه، ظرفیت ترانسفورماتور و تعداد نیروی انسانی به عنوان نهاده در نظر گرفته شده است. با توجه به این که برنامه ریزی بنگاه‌های توزیع برق بر مبنای پیش بینی اوج بار انجام می شود، لازم است این متغیر به همراه انرژی توزیع شده به عنوان ستانده بنگاه در نظر گرفته شود. دو عامل طول شبکه و ترانسفورماتور، اصلی ترین نهاده‌های سرمایه‌ای بنگاه‌ها هستند که به منظور توزیع انرژی الکتریکی به کار گرفته می شوند. تعداد نیروی انسانی نیز نهاده مهم دیگری است که می تواند بر بهره‌وری بنگاه‌ها مؤثر واقع شود. تحقیقات پیشین نیز تعدادی از همین نهاده‌ها و ستانده‌ها را در محاسبه کارایی و بهره‌وری لحاظ کرده‌اند. به عنوان نمونه بغدادی اغلو، وادامس پرایس و ریمن جونز<sup>۱</sup> در مطالعه خود برای ارزیابی کارایی شرکت‌های توزیع برق کشور ترکیه در سال ۱۹۹۱، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها از ستانده‌های حجم الکتریسته تحویلی به مشترکان، تعداد مشترکان، حداکثر تقاضا و اندازه منطقه و نهاده‌ها، تعداد کارکنان، ظرفیت ترانسفورماتورها، هزینه عمومی و تلفات شبکه استفاده کرده‌اند. امامی میبدی<sup>۲</sup> ستاده‌های به کار رفته در مطالعه مربوط را حجم الکتریسته تحویلی به مشترکان خانگی، حجم الکتریسته تحویلی به مشترکان صنعتی، تعداد مشترکان خانگی، تعداد مشترکان صنعتی در نظر گرفته و نیروی کار، ظرفیت ترانسفورماتورها و اندازه شبکه را نهاده‌های مدل فرض کرده است. فرسونده و کیتلسن<sup>۳</sup> نیز برای بررسی روند رشد بهره‌وری صنایع توزیع برق نروژ، رشد بهره‌وری شرکت‌های توزیع برق این کشور را با استفاده از شاخص بهره‌وری مالک کویست ارزیابی کرده‌اند. ستاده‌های این مطالعه عبارتند از تراکم مشترکان، تعداد مشترکان حجم الکتریسته تحویلی به مشترکان و نهاده‌ها شامل نیروی کار،

1. Bagdadioglu, et al (1996)

2. Emami Meibodi (1998)

3. Forsund (1998)

سرمایه، مواد خام و تلفات انرژی. همچنین در مطالعه حاضر از روش نهاده محور در تعیین کارایی بنگاه‌ها استفاده شده است. دلیل انتخاب روش نهاده محور توجه به این مسئله بوده که شرکت‌های توزیع بر میزان تقاضا و بالتبع آن محصول خود کنترل نداشته و تنها مقادیر نهاده‌ها را با عنایت به پیش‌بینی تقاضا تعیین می‌نمایند. همچنین برای محاسبه کارایی از فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس استفاده شده است تا در نهایت کارایی فنی خالص محاسبه گردد. نتایج به تفکیک در جدول ۱ پیوست آمده است.

#### ۴-۳-۲. محاسبه تغییرات بهره‌وری بنگاه‌ها با استفاده از شاخص مالم کوئیست

پس از محاسبه کارایی فنی، برای محاسبه پتانسیل افزایش کارایی بنگاه‌ها لازم است متوسط تغییرات بهره‌وری گذشته بنگاه‌ها محاسبه شود. برای این منظور با استفاده از شاخص مالم کوئیست تغییرات بهره‌وری شرکت‌ها در سال‌های ۸۴ تا ۸۷ محاسبه گردیده است. بر این اساس، در مرحله بعد متوسط تغییرات بهره‌وری هر سال همه شرکت‌ها مشخص و در جدول ۲ پیوست آمده است. با توجه به محاسبه به شیوه نهاده‌محور، وقتی شاخص بزرگ‌تر از یک باشد نشانگر کاهش بهره‌وری در طول زمان است.<sup>۱</sup> محاسبات نشان می‌دهد که شاخص متوسط تغییر فناوری که در طول پنج سال روندی رو به بهبود نشان می‌دهد، بقیه شاخص‌ها بدتر شده است.

#### ۴-۳-۳. محاسبه عامل X برای بنگاه‌ها

همان‌گونه که جدول ۶ نشان می‌دهد متوسط شاخص بهره‌وری کل تمام بنگاه‌ها در طول پنج سال بین ۱۳۸۳ تا ۱۳۸۷ به‌طور متوسط سالانه ۳/۶ درصد کاهش نشان می‌دهد. بنابراین عدد  $\Delta Pr$  در این دوره برابر صفر در نظر گرفته شده است. همچنین فرض شده که بنگاه‌ها در طول دوره تنظیم هر سال  $0/۳۳$  ( $b$  ثابت و برابر ۳) از هدف کارایی کل را محقق نمایند. بر این مبنا جدول ۱ پیوست شاخص X محاسباتی را نشان می‌دهد.

#### ۴-۴. نتیجه تخمین تابع تقاضای برق سرانه خانگی

با استفاده از آمار مصرف سرانه برق کشور در سال‌های ۱۳۵۳ تا ۱۳۸۷ این تابع به روش ARDL و با فرض حداکثر طول وقفه برابر با ۲ به وسیله نرم‌افزار Microfit تخمین زده شده است. در مرحله

۱. امامی میدی (۱۳۷۹)

بعد، این که رابطه بلندمدت حاصل از این روش کاذب نیست، آزمون می‌شود. برای این منظور فرضیه زیر مورد آزمون قرار می‌گیرد: فرضیه صفر بیانگر وجود نداشتن هم‌انباشتگی یا رابطه بلندمدت است. برای انجام آزمون مورد نظر باید عدد یک از مجموع ضرایب با وقفه متغیر وابسته کسر و بر مجموع انحراف معیار ضرایب مذکور تقسیم شود.

$$H_0: \sum_{i=1}^p \Phi_i - 1 \geq 0, \quad H_a: \sum_{i=1}^p \Phi_i - 1 < 0 \quad (12)$$

آماره t برابر ۴/۷۶- به دست می‌آید که قدرمطلق آن از مطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادوو مستر (۳/۸۵-) بزرگتر است. پس فرض صفر مبنی بر وجود نداشتن رابطه بلندمدت بین متغیرها رد می‌شود.

$$\frac{\sum_{i=1}^p \Phi_i - 1}{\sum_{i=1}^p S_{\hat{\Phi}_i}} \quad (13)$$

جدول ۶. محاسبه تابع تقاضای برق سرانه خانگی کشور به روش ARDL

متغیر توضیحی	ضریب	انحراف معیار	آماره t	سطح اطمینان
EC(-1) مصرف برق دوره قبل	۰/۹۰۸۱۴	۰/۰۲۱	۳۰/۳۵۹۵	[۰]
EP قیمت واقعی برق	-۰/۰۰۸۱	۰/۰۰۴۱	-۱/۹۷۵	[۰/۰۲۱]
I درآمد واقعی	۰/۱۹۹	۰/۰۵۵	۳/۵۸۹	[۰/۰۰۱]
I(-1) درآمد واقعی با وقفه	-۰/۰۰۸۷	۰/۰۲۷	-۰/۳۲۲	[۰/۷۵۰]
Fp قیمت واقعی انرژی جایگزین	۰/۰۲۴۶۶۴	۰/۰۳۴	۰/۷۲۴۶	[۰/۴۷۵]
INT عرض از مبدأ	۰/۱۹	۰/۱۰۲	-۱/۸۶	[۰/۰۳۵]

۱/۸ = آماره h دوربین      ۰/۹۹ = ضریب تعیین تعدیل شده

همبستگی سریالی <sup>۱</sup>	$F(1,26) = 2/98 [0/096]$	$CHSQ(1) = 3/396 [0/065]$
تصریح شکل درست <sup>۲</sup>	$F(1,26) = 0/38 [0/542]$	$CHSQ(1) = 0/477 [0/490]$
واریانس ناهمسانی <sup>۳</sup>	$F(1,31) = 1/15 [0/291]$	$CHSQ(1) = 1/18 [0/277]$

مأخذ: یافته‌های تحقیق

1. Lagrange Multiplier Test of Residual Serial Correlation
2. Ramsey's RESET Test Using the Square of the Fitted Values
3. Based on the Regression of Squared Residuals on Squared Fitted Values

انتخاب مدل بهینه تنظیم قیمت انگیزشی با ... ۱۶۱

بر این اساس می توان نتایج تخمین بلندمدت تابع تقاضای سرانه برق خانگی را مورد محاسبه قرار داد که نتایج آن در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷. نتایج تخمین بلندمدت تقاضای برق سرانه خانگی کشور به روش ARDL

متغیر توضیحی	ضریب	انحراف معیار	آماره t	[سطح اطمینان]
EP	-۰/۰۸۸	۰/۰۴۱	-۲/۱۴	[۰/۰۱۶]
I	۰/۵۸	۰/۲۱	۲/۷۴	[۰/۰۱۱]
FP	-۰/۰۹۵	۰/۲۹۹	-۳/۱۸	[۰/۷۵۳]
INT	-۲/۱۲	۳/۵	-۰/۶۰	[۰/۵۴]

مأخذ: یافته های تحقیق

همه ی ضرایب بلند مدت به جز ضریب قیمت انرژی های جانشین معنادار هستند (که این ضریب در کوتاه مدت هم بی معنا بود) که این نتیجه نیز بعید به نظر نمی رسد؛ چرا که موارد استفاده از انرژی برق خانگی همانند روشنایی، سرمایش، تهویه مطبوع و لوازم خانگی دیگر قابل جایگزینی با دیگر حامل های انرژی نیست. پس با حذف پارامتر قیمت انرژی جایگزین تابع تقاضا را دوباره تخمین زده و مشابه موارد گفته شده را طی می کنیم. نتایج این تخمین در جدول ۸ آورده شده است.

جدول ۸. محاسبه تابع تقاضای برق سرانه خانگی کشور به روش ARDL

متغیر توضیحی	ضریب	انحراف معیار	آماره t	[سطح اطمینان]
EC(-۱)	۰/۹۰۷۱	۰/۰۲۳	۳۰/۹۲	[۰]
EP	-۰/۰۱۴	۰/۰۰۷	-۲/۰۲	[۰/۰۵]
I	۰/۱۹۲	۰/۰۵۰	۳/۷۸	[۰/۰۰۱]
I(-۱)	-۰/۱۴۱	۰/۰۵۴	-۲/۶۰	[۰/۰۱۵]
INT	-۰/۱۵	۰/۰۷	-۲/۱۴	[۰]
-۱/۶۸ = آماره h دورین ۰/۹۹ = ضریب تعیین تعدیل شده				
همبستگی سریالی	$F(۱,۲۷) = ۲/۶۴ [۰/۱۱۵]$		$CHSQ(۱) = ۲/۹۴ [۰/۰۸۶]$	
تصریح شکل درست	$F(۱,۲۶) = ۰/۴۹ [۰/۴۸۸]$		$CHSQ(۱) = ۰/۵۹۴ [۰/۴۴۱]$	
واریانس ناهمسانی	$F(۱,۳۱) = ۱/۳۰ [۰/۲۶۳]$		$CHSQ(۱) = ۱/۳۲ [۰/۲۴۹]$	

مأخذ: یافته های تحقیق

جدول ۹. نتایج تخمین بلندمدت تقاضای برق سرانه خانگی کشور به روش ARDL

متغیر توضیحی	ضریب	انحراف معیار	آماره t	[سطح اطمینان]
EP	-۰/۱۶	۰/۰۷۹	-۲/۰۲	[۰/۰۵۰]
I	۰/۵۴	۰/۱۸	۳/۰۱	[۰/۰۰۵]
INT	-۱/۷۱	۰/۷۵	-۲/۲۸	[۰/۰۳۴]

مأخذ: یافته‌های تحقیق

آماره t برابر ۴/۰۲- به دست می‌آید که قدرمطلق آن باز هم از مطلق مقادیر بحرانی ارائه شده توسط بنرجی، دولادو و مستر (۳/۸۵-) بزرگتر است و فرض صفر مبنی بر وجود نداشتن رابطه بلندمدت بین متغیرها رد می‌شود. نتایج تخمین بلندمدت تابع تقاضای سرانه در جدول ۹ نشان داده شده است. بنابراین کشش بلندمدت قیمتی تقاضای برق برابر ۰/۱۶ و کشش درآمدی تقاضا برابر ۰/۵۴ به دست می‌آید که این نتیجه با تحقیقات پیش از این مبنی بر بی کشش بودن تقاضای برق در ایران سازگار است. تابع تقاضای برق هر بنگاه با فرض یکسان بودن تقاضای تمام افراد از جمع افقی توابع تقاضای سرانه به دست می‌آید.

#### ۴-۵. نتایج تنظیم قیمت برای دوره سه ساله ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰

در این مرحله می‌توان با توجه به محاسبه عامل تعدیل کیفی و تابع هزینه، نرخ گذاری بر مبنای سقف قیمت و سقف درآمد، به عنوان دو روش انگیزشی را انجام داد. طبق مبانی نظری ارائه شده می‌توان قیمت «اولین راه حل برتر» در هر سال را برابر با هزینه نهایی آن سال قرار داد. سقف درآمد و سقف قیمت نیز از معادلات (۴) و (۵) محاسبه می‌شود (عامل X هم از جدول ۱ پیوست در رابطه قرار می‌گیرد). در محاسبه سقف درآمد فرض شده است که تعداد مشترکین خانگی با متوسط نرخ رشد پنج سال پیش از آن افزایش یافته و بر این مبنا رابطه سقف درآمد تعدیل شده است. در نهایت قیمتی که هر بنگاه برای خدماتش در نظام تنظیم سقف درآمد مطالبه می‌کند از حداکثر شدن سود بنگاه با قید سقف درآمد از معادله (۱۴) اعمال شده به دست می‌آورد. به عبارت دیگر

$$\begin{aligned} \text{Max } \pi &= q(p).p - TC \\ \text{s.t. : } q(p).p &\leq R_t \end{aligned} \quad (14)$$

نتایج این روابط در جدول ۳ پیوست آورده شده است.

#### ۶-۴. بررسی آثار رفاهی شیوه‌های مختلف تنظیم

با معلوم شدن نرخ تنظیمی در سه شیوه سقف درآمد، سقف قیمت، تنظیم سستی و توابع تقاضا می‌توان آثار رفاهی هر یک را با نرخ اولین راه حل برتر و با استفاده از معادلات (۱۰) و (۱۱) محاسبه کرد. گفتنی است که به دلیل کم‌کشش بودن تقاضا در شیوه سقف قیمت هر بنگاه سقف قیمت تعیین شده را به عنوان نرخ در نظر می‌گیرد. ضمناً در ادامه، هزینه خرید برق از شبکه انتقال، صفر در نظر گرفته می‌شود که با قیمت‌های برق ایران که در محاسبه تابع تقاضا به کار گرفته شده سازگار بوده و در عین حال تأثیری در محاسبات نخواهد داشت.

#### ۶-۴-۱. بررسی آثار رفاهی شیوه‌های مختلف تنظیم بدون در نظر گرفتن آثار خارجی

در آخرین مرحله لازم است تفاوت رفاه کل در هر شیوه تنظیم قیمت با قیمت اولین راه حل برتر نشان داده شود. برای محاسبه این آثار رفاهی ابتدا تابع تقاضای کل برق از جمع افقی توابع تقاضای سرانه با توجه به رشد متوسط مصرف در هر سال به دست آمده است. تفاوت مازاد مصرف‌کننده  $\Delta CS$  به ترتیب برای مدل سقف قیمت و سقف درآمد نسبت به قیمت اولین راه حل برتر از معادله (۱۵) محاسبه شده است.

$$\Delta CS = \int_{pp}^{Pf} q(p) dp \quad (15)$$

$q(p)$ : تابع تقاضای کل

$pp$ : قیمت تنظیم در مدل نرخ بازگشت، سقف قیمت یا سقف درآمد

$Pf$ : قیمت اولین راه حل برتر

سپس سود بنگاه با توجه به قیمت اولین راه حل برتر محاسبه شده است. بدیهی است که طبق تعریف فرض می‌شود سود قابل مشاهده بنگاه در مدل سقف قیمت صفر شود. سود بنگاه در مدل سقف درآمد نیز با توجه به توابع درآمد و هزینه قابل محاسبه است. در نهایت تفاوت رفاه کل از معادله (۱۰) محاسبه و در ستون آخر هر یک از جدول‌ها نوشته می‌شود. جدول‌های ۱۰ و ۱۱ مازاد

۱۶۴ فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی سال اول شماره ۱

رفاهی کل هر شیوه تنظیم در کل کشور را براساس قیمت متوسط موزون برق در شیوه‌های مختلف تنظیم و در طول سه سال نشان می‌دهد.

جدول ۱۰. اجزای اختلاف رفاه کل در شیوه تنظیم سقف قیمت با اولین راه حل برتر (ارقام به میلیارد ریال)

سال تنظیم	مازاد مصرف کننده نسبت به قیمت اولین راه حل برتر	سود بنگاه در حالت اولین راه حل برتر	سود بنگاه در حالت تنظیم سقف قیمت	تفاوت رفاه کل نسبت به قیمت اولین راه حل برتر
۱۳۸۸	-۵۷۱۱	-۲۱۸۴	۰	-۳۵۲۶
۱۳۸۹	-۶۶۷۸	-۲۹۷۰	۰	-۳۷۰۸
۱۳۹۰	-۷۷۴۸	-۳۶۴۵	۰	-۴۱۰۲
جمع سه سال	-۲۰۱۳۷	-۸۷۹۹	۰	-۱۱۳۳۸

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۱. اجزای اختلاف رفاه کل در شیوه تنظیم سقف درآمد با اولین راه حل برتر (ارقام به میلیارد ریال)

سال تنظیم	مازاد مصرف کننده نسبت به قیمت اولین راه حل برتر	سود بنگاه در حالت اولین راه حل برتر	سود بنگاه در حالت تنظیم سقف درآمد	تفاوت رفاه کل نسبت به قیمت اولین راه حل برتر
۱۳۸۸	-۸۳۸۳	-۲۱۸۴	۲۲۸۹	-۳۹۰۹
۱۳۸۹	-۹۵۴۹	-۲۹۷۰	۲۲۷۰	-۴۳۰۸
۱۳۹۰	-۹۵۴۶	-۳۶۴۵	۲۲۶۳	-۳۶۳۷
جمع سه سال	-۲۷۴۸۷	-۸۷۹۹	۶۸۲۲	-۱۱۸۵۴

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۲. اجزای اختلاف رفاه کل در شیوه تنظیم سقف قیمت با اولین راه حل برتر با لحاظ آثار خارجی (ارقام به میلیارد ریال)

سال تنظیم	تقاضای برق*	تفاوت اثر خارجی نسبت به اولین راه حل برتر	تفاوت رفاه کل نسبت به قیمت اولین راه حل برتر با لحاظ آثار خارجی	تفاوت رفاه کل نسبت به قیمت اولین راه حل برتر
۱۳۸۸	۴۲۵۳۲	۹۲۶	-۲۶۰۰	-۳۵۲۶
۱۳۸۹	۴۳۵۹۲	۹۲۴	-۲۹۹۰	-۳۷۰۸
۱۳۹۰	۴۸۱۴۱	۱۱۸۳	-۳۱۵۹	-۴۱۰۲
جمع سه سال	۱۳۴۲۶۴	۳۰۳۳	-۸۹۲۸	-۱۱۳۳۸

\* میلیون کیلووات ساعت

مأخذ: یافته‌های تحقیق



انتخاب مدل بهینه تنظیم قیمت انگیزشی با ... ۱۶۵

جدول ۱۳. اجزای اختلاف رفاه کل در شیوهی تنظیم سقف درآمد با اولین راه حل برتر با لحاظ آثار خارجی (ارقام به میلیارد ریال)

سال تنظیم	تقاضای برق*	تفاوت اثر خارجی نسبت به اولین راه حل برتر	تفاوت رفاه کل نسبت به قیمت اولین راه حل برتر با لحاظ آثار خارجی	تفاوت رفاه کل نسبت به قیمت اولین راه حل برتر
۱۳۸۸	۴۰۸۱۳	۱۵۳۶	-۲۳۷۳	-۳۹۰۹
۱۳۸۹	۴۱۹۰۵	۱۵۵۶	-۲۷۵۲	-۴۳۰۸
۱۳۹۰	۴۷۲۴۰	۱۵۷۱	-۲۰۶۶	-۳۶۳۷
جمع سه سال	۱۲۹۹۵۸	۴۶۶۳	-۷۱۹۱	-۱۱۸۵۵

\* میلیون کیلووات ساعت

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۱۴. تفاوت رفاه کل نسبت به قیمت اولین راه حل برتر (ارقام به میلیارد ریال)

سال تنظیم	بدون لحاظ آثار خارجی		با لحاظ آثار خارجی	
	شیوه سقف قیمت	شیوه سقف درآمد	شیوه سقف قیمت	شیوه سقف درآمد
۱۳۸۸	-۳۵۲۶	-۳۹۰۹	-۲۶۰۰	-۲۳۷۳
۱۳۸۹	-۳۷۰۸	-۴۳۰۸	-۲۹۹۰	-۲۷۵۲
۱۳۹۰	-۴۱۰۲	-۳۶۳۷	-۳۱۵۹	-۲۰۶۶
جمع سه سال	-۱۱۳۳۸	-۱۱۸۵۴	-۸۹۲۸	-۷۱۹۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

#### ۴-۶-۲. بررسی آثار رفاهی شیوه‌های مختلف تنظیم با در نظر گرفتن آثار خارجی

بر اساس جدول‌های ۲ و ۳، آثار خارجی ناشی از انتشار گازهای آلاینده و گلخانه‌ای با توجه به شاخص قیمت‌ها برای سال‌های ۸۸ تا ۹۰ به ترتیب ۳۵۵/۲، ۳۷۴/۴ و ۴۳۰/۵ ریال به ازای هر کیلووات ساعت برق تولیدی به دست می‌آید. بدیهی است که مقدار تقاضا در قیمت اولین راه حل برتر بیش از دو نظام تنظیمی دیگر است. مقدار تقاضا در این حالت به ترتیب برای سه سال ۴۵۱۳۸، ۴۶۰۶۰ و ۵۰۸۹۹ میلیون کیلووات ساعت خواهد بود. بنابراین برای محاسبه تفاوت اثر خارجی هر نظام تنظیمی اختلاف مقادیر تقاضا در ارزش نامطلوب تولید هر کیلووات ساعت برق ضرب می‌شود. مازاد رفاهی هر شیوه تنظیم را می‌توان مطابق جدول‌های ۱۲ و ۱۳ نشان داد.

**۵. نتیجه گیری**

به علت ویژگی های فنی و هزینه های غرق شده بالا، بخش توزیع برق واجد ویژگی های انحصار طبیعی است. مطابق تئوری های اقتصادی، انحصار به عدم کارایی منجر می شود و در صورت خصوصی سازی باید تحت تنظیم فعالیت نماید. با این مقدمات می توان گفت تنظیم راه حلی برای حل مسائل موجود در بازار انحصار طبیعی است. در تنظیم دو هدف دنبال می شود: بیشینه سازی کارایی اقتصادی و حصول سطح بهینه کیفیت.

در مقایسه روش های تنظیم سقف قیمت و سقف درآمد، در نظر گرفتن آثار خارجی مصرف برق بسیار حائز اهمیت است. این دو روش به لحاظ مکانیزم اثرگذاری بر کارایی بنگاه ها، شبیه به هم عمل می نمایند، با این تفاوت که مکانیزم سقف درآمد حداکثر درآمد مجاز بنگاه را تعیین کرده و به بنگاه اجازه می دهد در سقف تعیین شده قیمت خدماتش را تعیین نماید. با توجه به بی کشش بودن تابع تقاضا و همچنین بزرگی سهم هزینه های ثابت بنگاه همان قیمت و درآمد سقف را انتخاب می کند. نتایج تحقیق نشان می دهد زمانی که بنگاه تابع سودش را با لحاظ سقف درآمد تعیین شده حداکثر می نماید، قیمتی بیش از سقف قیمت تعیین شده را برای خدماتش در نظر می گیرد و در عین حال به سودی بالاتر از سود صفر دست می یابد. با مراجعه به ارقام جدول ۱۴ مشاهده می شود که مطابق انتظار در سال اول و دوم و همچنین مجموع سه سال تنظیم شیوه سقف قیمت، کمترین کاهش رفاهی را داراست. البته این نتایج بدون توجه به آثار خارجی به دست آمده است. وقتی این آثار در نظر گرفته شود، در شیوه سقف درآمد با افزایش تعرفه مقدار تقاضا کاهش یافته و باعث کم شدن رفاه اجتماعی می گردد، اما از طرفی این کاهش تقاضا باعث کمتر شدن آلودگی و به عبارت دیگر آثار نامطلوب خارجی نیز می شود. در مجموع ارقام محاسبه شده حاکی از وجود بهترین آثار رفاهی در نظام سقف درآمد برای مجموع سه سال و همچنین سال اول و سوم است و تنها در سال دوم تنظیم، شیوه سقف قیمت بهتر عمل می نماید. به بیان دیگر به ویژه در مورد بخش خانگی که در این تحقیق مورد ارزیابی قرار گرفته است، شیوه تنظیم سقف درآمد مانند یک ابزار قیمتی مدیریت مصرف، عملکرد مطلوب و مناسبی دارد.

**۵-۱. پیشنهادهایی برای سیاستگذاری تنظیم در توزیع برق**

۱. افزایش رفاه کل اجتماعی هدف اصلی تنظیم گر بوده که مهم ترین ابزار آن تشویق بنگاه ها به فعالیت با کارایی هر چه بیشتر است. چنان که این تحقیق نشان می دهد کارایی

## انتخاب مدل بهینه تنظیم قیمت انگیزی با ... ۱۶۷

شرکت‌های توزیع در چند سال اخیر کاهش یافته و یا در خوش‌بینانه‌ترین حالت افزایش محسوسی نداشته است. بدیهی است که افزایش کارایی فرایندی تدریجی بوده و تحقق آن نیازمند برنامه‌ریزی میان‌مدت و بلندمدت است. در این شرایط، ناکارایی شرکت‌های توزیع برق زیان قابل توجهی را به اقتصاد ملی تحمیل می‌کند که با انجام فرایند خصوصی‌سازی این زیان مستقیماً به عموم مردم منتقل خواهد شد. لذا لازم است تا قبل از فرایند واگذاری با استفاده از ابزارهای تشویقی و تنبیهی سطح کارایی شرکت‌ها تا جای ممکن ارتقا یابد.

۲. این تحقیق نشان می‌دهد در نظر گرفتن آثار خارجی تا چه حد در تابع رفاه اجتماعی مؤثر است. چنان‌که مشاهده شد توجه یا عدم توجه به این موضوع می‌تواند انتخاب عمومی بهینه را کاملاً تغییر دهد. (لحاظ نکردن آثار خارجی به انتخاب روش سقف قیمت به جای روش سقف درآمد می‌انجامد). پس توجه به آثار خارجی تصمیم‌گیری‌ها به ویژه سیاست‌گذاری‌های حوزه انرژی اکیداً توصیه می‌گردد.

۳. نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد که ابزار قیمتی با وجود کم‌کشش بودن تابع تقاضای برق می‌تواند مانند یک روش مؤثر مدیریت مصرف عمل نماید. این نتیجه با مقایسه تغییرات تقاضای ناشی از تغییر قیمت برق که خود به دلیل نوع نظام تنظیم ایجاد شده بود حاصل می‌شود.

۴. در حالی که بحث اجرای سیاست‌های کلی اصل ۴۴ و به تبع آن واگذاری شرکت‌های توزیع برق قطعی است، تاکنون مطالعات اندکی درباره مبحث مهم تنظیم قیمت و مقررات انجام شده و همچنین اطلاعات موجود برای استقرار نهاد تنظیم در کشور بسیار ناچیز است. پس انجام مطالعات لازم و مرتبط با بحث تنظیم بنگاه‌های توزیع برق یکی از مهم‌ترین پیش‌شرط‌های تحقق خصوصی‌سازی این بخش اقتصادی است.

۵. بخش تولید در صنعت برق به صورت بالقوه دارای قابلیت فعالیت رقابتی است؛ چرا که امکان مشارکت تعداد زیادی بنگاه که در بازار برق کالای خود را عرضه می‌کنند وجود دارد. ضمن آنکه تولید رقابتی برق مقدمه افزایش کارایی صنعت، ایجاد بازار برق و در نهایت توزیع برق به صورت خصوصی است. پس پیشنهاد می‌گردد مطابق تجارب

جهانی، فرایند خصوصی سازی با واگذاری نیروگاه‌ها آغاز شده و در ادامه با کسب تجارب در این بخش، واگذاری شرکت‌های توزیع آغاز شود.

۶. تاکنون در کشور نهاد تنظیم مستقل ایجاد نشده است. تأسیس و اداره نهاد تنظیم مستقل از بنگاه‌ها - در حال حاضر مجموعه وزارت نیرو و توانیر - پیش شرط واگذاری فعالیت‌هاست که باید مد نظر قرار گیرد.

## منابع

### الف - فارسی

- امامی میدی، علی (۱۳۷۹)، *اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری*، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
- توانیر (۱۳۸۷)، ۴۲ سال صنعت برق ایران در آینه آمار.
- توانیر (۱۳۸۸)، آمارنامه تفصیلی صنعت برق، بخش توزیع ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۶.
- توانیر (۱۳۸۸)، آمارنامه تفصیلی صنعت برق، ویژه مدیران (۱۳۸۷).
- زیبا، فاطمه (۱۳۸۷)، «نظم بخشی و وضع مقررات اقتصادی و ارزیابی کارایی و بهره‌وری در شرکت‌های توزیع برق ایران»، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، شماره ۳۴.
- فلاحی، محمدعلی (۱۳۸۴)، «ارزیابی کارایی شرکت‌های توزیع برق در ایران»، *مجله تحقیقات اقتصادی ایران*، شماره ۷۱.
- وزارت نیرو (۱۳۸۸)، *ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۷*.

### ب - انگلیسی

- Armstrong, M. A. (2003), "Recent Developments in the Theory of Regulation", in *Handbook of Industrial Organization*, Vol. III, M. Armstrong and R. Porter (Eds), Elsevier.
- Bagdadioglu, Necimiddin, Waddams Price, Catherin M. and Thomas G.Weyman-Jones (1996), "Efficiency and Ownership in Electricity Distribution: A Non Parametric Model of Turkish Experience", *Energy Economics*, Vol. 8, No. 1-2.
- Beesley, M. (1992), *Privatization, Regulation and Deregulation*, London: Routledge.
- Bonbright, J. (1961), *Principles of Public Utility Rates*, New York: Columbia University Press.

- Crew, M. A. and P. R. Kleindorfer (1995), "Price Caps and Revenue Caps: Incentives and Disincentives for Efficiency", Proceedings: Eighth Annual Advanced Seminar on Public Utility Regulation (Western Conference), San Diego, CA, July.
- Emami Meibodi, Ali (1998), "Efficiency Consideration of Electricity Supply Industry: The Case of Iran", Department of Economics University of Surrey, Working Paper.
- Forsund, Finn and Sverre A. C. Kittelsen (1998), "Productivity Development of Norwegian Electricity Distribution", *Resource and Energy Economics*, Vol. 20, No. 3.
- Isaac, R. (1991), "Price Cap Regulation: A Case Study of Some Pitfalls of Implementation", *Journal of Regulatory Economics*, pp. 193-210.
- Jamasb, T. and M. Pollitt (2001), "Benchmarking and Regulation: International Electricity Experience", *Utilities Policy*, Vol. 9, No. 3, pp. 107-130.
- Joskow, P. L. (2007), "Regulation of Natural Monopolies", in *Handbook of Law and Economics*.
- Kahn, A. (1970), *The Economics of Regulation: Principles and Institutions* (Vol. I), New York: Wiley.
- Kirschen, D. and S. Goran (2004), *Fundamentals Of Power System Economics*.
- Laffont, J. and Triol (1993), *A Theory of Incentives in Regulation and Procurement*, Cambridge, MA: MIT Press.
- Makholm, J. and M. Quinn (2000), "Incentive Regulation Meets Electricity Transmission on a Grand Scale: FERC Order No. 2000 and PBR", *The Electricity Journal*, pp. 57-64.
- Marija, I. (1998), *Power Systems Restructuring: Engineering and Economic*, Kluwer Academic Publisher.
- Olson, W. and C. Richards (2003), "It's All in the Incentives: Lessons Learned in Implementing Incentive Ratemaking", *The Electricity Journal*, pp. 20-29.
- Posner, R. (1969), "Natural Monopoly and Regulation", *Stanford Law Review*, pp. 21-54.
- Rathwell, G. and T. Gómez (1993), *Electricity Economics: Regulation and Deregulation*, Wiley-IEEE Press .
- Sharkey, W. (1982), *The Theory of Natural Monopoly*, Cambridge: Cambridge University Press.
- Vogelsang, I. (2002), "Incentive Regulation and Competition in Public Utility Markets: A 20-year Perspective", *Journal of Regulatory Economics*, pp. 5-27.

جدول ۱. نتایج محاسبه کارایی فنی، کارایی فنی خالص و عامل X برای بنگاه‌ها

ردیف	شماره توزیع	کارایی فنی	کارایی فنی خالص	عامل X در دوره تنظیم	عامل X سالانه
۱	تبریز	۰/۹۵۹	۱	۰	۰
۲	آذربایجان شرقی	۰/۷۴۶	۰/۷۸۱	٪۱۱	٪۳/۶
۳	آذربایجان غربی	۰/۸۰۵	۰/۸۰۹	٪۹/۶	٪۳/۲
۴	اردبیل	۰/۶۲۷	۰/۷۵۶	٪۱۲/۲	٪۴
۵	شهرستان اصفهان	۱	۱	۰	۰
۶	استان اصفهان	۰/۸۴۷	۰/۸۹	٪۵/۵	٪۱/۸
۷	چهارمحال و بختیاری	۰/۷۱۸	۰/۹۲۲	٪۳/۹	٪۱/۳
۸	مرکزی	۰/۷۸۷	۰/۸۰۱	٪۱۰	٪۳/۳
۹	همدان	۰/۷۱۴	۰/۷۵۴	٪۱۲/۳	٪۴/۱
۱۰	لرستان	۰/۶۵۳	۰/۷۱۷	٪۱۴/۲	٪۴/۷
۱۱	غرب تهران	۰/۸۲۱	۰/۸۲۶	٪۸/۷	٪۲/۹
۱۲	تهران بزرگ	۱	۱	۰	۰
۱۳	نواحی تهران	۰/۵۱۹	۰/۵۱۳	٪۲۳/۵	٪۷/۷
۱۴	قم	۰/۸۰۷	۱	۰	۰
۱۵	مشهد	۱	۱	۰	۰
۱۶	خراسان رضوی	۱	۱	۰	۰
۱۷	شمال خراسان	۰/۸۰۱	۱	۰	۰
۱۸	جنوب خراسان	۰/۸۳۱	۰/۹۸۶	٪۰/۷	٪۰/۲
۱۹	اهواز	۱	۱	۰	۰
۲۰	خوزستان	۱	۱	۰	۰
۲۱	کهگیلویه و بویر احمد	۰/۵۶۸	۰/۹۰۲	٪۴/۹	٪۱/۶
۲۲	زنجان	۰/۹۳۶	۱	۰	۰
۲۳	قزوین	۱	۱	۰	۰
۲۴	سمنان	۰/۷۸۸	۰/۹۲۴	٪۳/۸	٪۱/۳
۲۵	کرمانشاه	۰/۶۵	۰/۷۱۲	٪۱۴/۴	٪۴/۸
۲۶	کردستان	۰/۶۶۲	۰/۷۴۶	٪۱۲/۷	٪۴/۲
۲۷	ایلام	۰/۵۹۵	۱	۰	۰
۲۸	شیراز	۰/۶۶۲	۰/۶۹۴	٪۱۵/۳	٪۵
۲۹	فارس	۰/۸۵۸	۰/۸۶۶	٪۶/۷	٪۲/۲
۳۰	بوشهر	۰/۸۴۱	۰/۸۹۵	٪۵/۳	٪۱/۷
۳۱	شمال کرمان	۰/۸۵۴	۰/۸۸۵	٪۷/۳	٪۲/۴
۳۲	جنوب کرمان	۰/۶۶۸	۰/۶۸۷	٪۱۵/۷	٪۵/۲
۳۳	گیلان	۰/۷۴۳	۰/۷۵۵	٪۱۲/۳	٪۴
۳۴	مازندران	۰/۶۶۷	۰/۶۷۹	٪۱۶/۱	٪۵/۳
۳۵	غرب مازندران	۰/۶۵۶	۰/۹۴۳	٪۲/۹	٪۰/۹
۳۶	گلستان	۰/۶۶۴	۰/۷۵۸	٪۱۲/۱	٪۴
۳۷	هرمزگان	۱	۱	۰	۰
۳۸	یزد	۱	۱	۰	۰
	میانگین / مجموع	۰/۸۰۱	۰/۸۷۳	٪۶/۴	٪۲/۱

مأخذ: یافته‌های تحقیق

انتخاب مدل بهینه تنظیم قیمت انگیزی با ... ۱۷۱

جدول ۲. محاسبه تغییرات بهره‌وری شرکت‌ها از سال ۸۴ تا ۸۷

ردیف	سال	تغییر کارایی فنی	تغییر فناوری	تغییر کارایی فنی محض	تغییر کارایی مقیاس	تغییر بهره‌وری کل عوامل
۱	۱۳۸۴ نسبت به ۱۳۸۳	۱/۰۳۸	۱/۰۶۴	۱/۰۶۵	۰/۹۴۷	۱/۱۰۴
۲	۱۳۸۵ نسبت به ۱۳۸۴	۱/۱۰۳	۰/۹۷۲	۱/۰۰۹	۱/۰۹۴	۱/۰۷۳
۳	۱۳۸۶ نسبت به ۱۳۸۵	۱/۰۰۵	۰/۹۸۶	۱/۰۰۵	۱/۰۰۱	۰/۹۹۱
۴	۱۳۸۷ نسبت به ۱۳۸۶	۱/۰۶۷	۰/۹۱۸	۱/۰۳۷	۱/۰۲۹	۰/۹۷۹
	متوسط پنج سال	۱/۰۵۳	۰/۹۸۴	۱/۰۲۹	۱/۰۲۳	۱/۰۳۶

مأخذ: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. نتایج تنظیم قیمت برای دوره سه ساله ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰

ردیف	شرکت توزیع	سال ۸۸			سال ۸۹			سال ۹۰		
		قیمت در اولین راه حل پرتو (ریال)	قیمت در سقف درآمد (ریال)	قیمت در اولین راه حل پرتو (ریال)	قیمت در سقف درآمد (ریال)	قیمت در اولین راه حل پرتو (ریال)	قیمت در سقف درآمد (ریال)	قیمت در اولین راه حل پرتو (ریال)	قیمت در سقف درآمد (ریال)	
۱	تبریز	۱۰۹/۶	۲۰۷/۸	۲۷۸/۳	۱۲۶/۱	۲۳۸/۹	۲۹۵/۱	۱۴۵	۲۷۴/۸	۳۲۱/۳
۲	آذربایجان شرقی	۱۱۸/۴	۳۰۶/۵	۴۳۱/۱	۱۳۶/۲	۳۴۱/۴	۴۷۴/۹	۱۵۶/۶	۳۸۰/۲	۴۷۸/۳
۳	آذربایجان غربی	۹۹/۶	۲۷۴/۱	۳۸۵/۸	۱۱۴/۵	۳۰۶/۶	۴۱۸/۱	۱۳۱/۷	۳۴۲/۹	۴۱۵/۶
۴	اردبیل	۱۴۰/۱	۳۵۳/۱	۵۱۸/۳	۱۶۱/۱	۳۹۱/۹	۵۶۰/۲	۱۸۵/۳	۴۴۴/۹	۵۵۴/۲
۵	شهرستان اصفهان	۸۴/۹	۱۷۳/۹	۲۲۶	۹۷/۶	۲۰۰	۲۵۲/۴	۱۱۲/۳	۲۳۰	۲۵۹/۵
۶	استان اصفهان	۵۲/۸	۱۷۵/۸	۲۲۶/۱	۶۰/۷	۱۹۸/۹	۲۵۰	۶۹/۹	۲۲۵/۲	۲۵۲/۹
۷	چهارمحال	۱۳۹/۸	۲۶۳/۷	۳۶۹/۱	۱۶۰/۸	۲۹۹/۸	۴۰۸/۳	۱۸۴/۹	۳۴۱	۴۱۳/۶
۸	مرکزی	۹۸	۱۴۶/۷	۱۸۱/۷	۱۱۲/۷	۱۶۳/۸	۱۹۸/۴	۱۲۹/۶	۱۸۳	۱۹۷/۹
۹	همدان	۱۱۳/۹	۲۳۶/۳	۳۱۹/۴	۱۳۰/۹	۲۶۲/۲	۳۴۶/۵	۱۵۰/۶	۲۹۰/۸	۳۴۳/۹
۱۰	لرستان	۱۲۵/۸	۲۸۲	۴۰۱/۵	۱۴۴/۷	۳۱۱/۱	۴۲۶/۳	۱۶۶/۴	۳۴۳/۳	۴۱۴/۴
۱۱	غرب تهران	۷۱/۴	۲۱۸/۶	۲۸۹/۲	۸۲/۱	۲۴۵/۲	۳۲۱/۹	۹۴/۴	۲۷۴/۹	۳۲۵/۱
۱۲	تهران بزرگ	۳۶/۵	۲۰۰/۷	۲۵۹/۳	۴۲	۲۳۰/۸	۲۹۷/۴	۴۸/۳	۲۶۵/۴	۳۰۹/۵
۱۳	نواحی تهران	۸۴/۱	۱۳۵/۶	۱۶۴	۹۶/۷	۱۴۵/۴	۱۷۳/۲	۱۱۱/۲	۱۵۶	۱۶۵/۹
۱۴	قم	۱۲۳/۸	۲۳۷	۳۲۸/۸	۱۴۲/۳	۲۷۲/۵	۳۶۵/۵	۱۶۳/۷	۳۱۳/۴	۳۷۳/۴
۱۵	مشهد	۸۰/۶	۱۵۲	۱۹۴	۹۲/۷	۱۷۴/۸	۲۱۵/۴	۱۰۶/۶	۲۰۱	۲۲۰/۳
۱۶	خراسان رضوی	۶۲/۸	۱۴۱/۶	۱۷۷/۱	۷۲/۳	۱۶۲/۹	۱۹۷/۳	۸۳/۱	۱۸۷/۳	۲۰۱/۴
۱۷	شمال خراسان	۱۴۴/۳	۳۱۷/۵	۴۶۳	۱۶۵/۹	۳۶۵/۲	۵۱۳/۶	۱۹۰/۸	۴۲۰	۵۲۲
۱۸	جنوب خراسان	۱۴۰	۳۳۳/۶	۴۶۶/۶	۱۶۱	۳۷۱/۴	۵۲۰	۱۸۵/۱	۴۲۶/۳	۵۲۹/۶
۱۹	اهواز	۷۷/۳	۱۶۶/۵	۲۱۲/۲	۸۸/۸	۱۹۱/۵	۲۳۸/۷	۱۰۲/۲	۲۲۰/۲	۲۴۵/۸
۲۰	خوزستان	۲۹/۹	۱۵۲	۱۸۹/۸	۳۴/۴	۱۷۴/۸	۲۱۲/۱	۳۹/۶	۲۰۱	۲۱۷
۲۱	کهگیلویه	۱۴۴/۷	۵۲۵/۸	۸۶۰/۹	۱۶۶/۵	۵۹۶/۲	۹۲۳/۴	۱۹۱/۴	۶۷۵/۹	۹۰۸/۳
۲۲	زنجان	۱۲۵/۲	۲۶۰	۳۶۰/۹	۱۴۴	۲۹۹	۴۰۷/۳	۱۶۵/۶	۳۴۳/۹	۴۲۱
۲۳	قزوین	۱۰۴/۴	۱۶۳	۲۰۸/۳	۱۲۰/۱	۱۸۷/۵	۲۳۴	۱۳۸/۱	۲۱۵/۶	۲۴۱/۲
۲۴	سمنان	۱۲۶/۱	۲۳۶/۵	۳۲۳/۱	۱۴۵	۲۶۹	۳۵۸/۶	۱۶۶/۸	۳۰۶	۳۶۵/۴

۱۷۲ فصلنامه اقتصاد محیط زیست و انرژی سال اول شماره ۱

ادامه جدول ۳. نتایج تنظیم قیمت برای دوره سه ساله ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۰

ردیف	شرکت توزیع	سال ۸۸			سال ۸۹			سال ۹۰		
		قیمت در اولین راه حل برتر (ریال)	قیمت در سقف (ریال)	قیمت در درآمد (ریال)	قیمت در اولین راه حل برتر (ریال)	قیمت در سقف (ریال)	قیمت در درآمد (ریال)	قیمت در اولین راه حل برتر (ریال)	قیمت در سقف (ریال)	قیمت در درآمد (ریال)
۲۵	کرمانشاه	۱۳۳/۴	۳۲۷/۹	۴۷۵/۸	۱۵۳/۴	۳۶۳/۳	۵۱۰/۷	۱۷۶/۴	۴۰۲/۶	۵۰۱/۱
۲۶	کردستان	۱۴۶/۶	۲۹۶/۴	۴۲۲/۶	۱۶۸/۶	۳۴۰/۹	۴۷۱/۷	۱۹۳/۹	۳۹۲/۱	۴۸۲
۲۷	ایلام	۹۴/۶	۱۴۸/۴	۱۸۶/۶	۱۰۸/۸	۱۶۳/۱	۱۹۷/۴	۱۲۵/۱	۱۹۷/۴	۱۹۱/۵
۲۸	شیراز	۷۴/۸	۱۶۰/۲	۲۰۱/۴	۸۶	۱۸۰/۷	۲۲۲/۱	۹۸/۹	۲۰۳/۸	۲۲۴/۲
۲۹	فارس	۱۰۲/۷	۱۹۱/۴	۲۵۷/۳	۱۱۸/۱	۲۱۶/۸	۲۷۶/۹	۱۳۵/۸	۲۴۵/۶	۲۷۴/۶
۳۰	بوشهر	۱۰۳	۱۳۳/۴	۱۶۱/۵	۱۱۸/۴	۱۵۰/۳	۱۷۸/۶	۱۳۶/۲	۱۶۹/۲	۱۸۰/۵
۳۱	شمال کرمان	۱۰۲/۸	۱۹۱/۳	۲۵۲/۷	۱۱۸/۳	۲۱۰/۱	۲۶۴/۲	۱۳۶	۲۳۰/۸	۲۵۲/۶
۳۲	جنوب کرمان	۱۰۴/۴	۲۳۸/۳	۳۲۵/۱	۱۱۶/۶	۲۶۴/۶	۳۵۰/۵	۱۳۴/۱	۲۹۳/۳	۳۷۴/۴
۳۳	گیلان	۹۷/۳	۲۰۱/۳	۲۶۸	۱۱۲	۲۲۰/۹	۲۸۲/۸	۱۲۸/۷	۲۴۲/۳	۲۷۴/۲
۳۴	مازندران	۱۳۹	۳۲۰/۱	۴۷۲/۴	۱۵۹/۸	۳۶۵/۱	۵۱۶/۴	۱۸۳/۸	۴۱۶/۴	۵۱۸/۷
۳۵	غرب مازندران	۱۲۴/۵	۳۲۴/۵	۴۷۴/۸	۱۴۳/۲	۳۶۰/۲	۵۰۶/۳	۱۶۴/۷	۳۹۹/۸	۴۹۵/۶
۳۶	گلستان	۸۰/۱	۱۹۶/۲	۲۵۷/۱	۹۲/۲	۲۲۵/۷	۲۸۹/۹	۱۰۶	۲۵۹/۵	۲۹۹/۷
۳۷	هرمزگان	۱۰۳/۵	۱۸۷/۹	۲۴۷/۹	۱۱۹/۱	۲۱۶	۲۷۶/۳	۱۳۶/۹	۲۴۸/۴	۲۸۳
۳۸	یزد	۸۳/۲	۲۰۰/۷	۲۶۷/۳	۹۵/۷	۲۲۷	۲۹۵/۱	۱۱۰/۱	۲۵۶/۹	۲۹۷/۷
	میانگین وزنی / مجموع									

مأخذ: یافته‌های تحقیق