فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال سیزدهم / شماره ۵۵/ زمستان ۱۳۹۶/ صفحات ۱۵۹-۱۳۳

پویایی کارایی در تنظیم شرکت‌های توزیع برق ایران (رویکرد بیزین)

فرهاد خدادادکاشی
عضو هیأت علمی گروه اقتصاد دانشگاه پیام نور، khodadad@pnu.ac.ir

محمد صادق قاضی زاده
عضو هیأت علمی گروه برق دانشگاه شهید بهشتی، ghazizadeh.ms@gmail.com

کیومرث حیدری
دکتری اقتصاد و عضو هیأت علمی پژوهشگاه نیرو، Kheydari@nri.ac.ir

محمد اوشنی[1]
دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه پیام نور، Oshani.ff@gmail.com
تاریخ دریافت: ۹۶/۰۲/۳۱ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۵/۰۹

چکیده

برای تنظیم، روش‌های مختلفی مانند تنظیم نرخ بازده و مقررات انگیزشی وجود دارد که در بسیاری از این روش‌ها به عنصر بهره‌وری و کارایی بنگاه‌ها توجه می‌شود. هدف از این مقاله کاربرد مفهوم کارایی پویا در تنظیم شرکت‌های توزیع برق در ایران می‌باشد. برای این منظور تابع فاصله با رویکرد بیزین تخمین زده می‌شود و از داده‌های پانل متوازن ۳۹ شرکت توزیع برق ایران طی دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۶ استفاده می‌گردد. جهت برآورد توزیع پسین پارامترهای مدل، از شبیه‌سازی بر اساس زنجیره مارکوف مونت کارلو (MCMC) استفاده می‌شود. یافته‌های این تحقیق نشان می‌دهد که عوامل محیطی و آب و هوایی بر کارایی شرکت‌ها تأثیر دارند. کارایی متوسط صنعت از ۶۷ درصد به ۷۰ درصد افزایش یافته و میل به تداوم ناکارایی در طی دوره ۹۲ درصد بوده است. از آنجا که این تحقیق در صدد محاسبه کارایی پویای شرکت‌های توزیع برق ایران است، روش تحقیق توصیفی تحلیلی است.

طبقه‌بندی JEL: L43, L51, L94, D21, D23, D24

کلید واژه‌ها: کارایی پویا، تنظیم انگیزشی، حداکثر راستنمایی بیزین، توزیع برق

---

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

با پیشرفت کشور نیاز به زیرساخت‌های مطمئن مانند برق هر روز بیش از پیش احساس می‌شود. بخش انتقال و توزیع برق به‌عنوان حلقه اتصال میان تولیدکننده و مصرف‌کننده نقش مهمی در عرضه برق با کیفیت به مصرف‌کننده نهایی بازی کرده و در زمره صنایع انحصار طبیعی قرار گرفته است. این انحصارها طبق نظریه اقتصاد باید از جنبه مقدار و عرضه، قیمت و کیفیت تحت نظم قرار گیرند و اگر شرکت‌های فعال در این بازارها به حال خود رها شوند، آنگاه تحت تأثیر راه‌حل شخصی و بدون توجه به منافع اجتماعی، مقدار، کیفیت و قیمت را تعیین می‌کنند و رفاه اجتماعی، آسیب می‌بیند. تنظیم به منظور هدایت بنگاه به سمت رقابت در بخش‌های انحصاری که در آن رقابت واقعی وجود ندارد، ایجاد شده است. از تنظیم انتظار می‌رود با تعیین قیمت و کیفیت مناسب خدمات انحصاری، از حقوق مشتریان حمایت کند. برای تنظیم، روش‌های مختلفی مانند تنظیم نرخ بازده و انگیزشی وجود دارد، در بسیاری از این روش‌ها به عنصر بهره‌وری و کارایی بنگاه‌ها توجه می‌شود. در واقع تنظیم‌کننده بازار با هدف‌گذاری در زمینه بهره‌وری و اعمال این هدف دربرنامه تنظیمی؛ این انگیزه را در بنگاه به‌وجود می‌آورد که با افزایش کارایی بتواند از منافع بیشتری برخوردار شود و در غیراین صورت از طرف تنظیم‌کننده به‌صورت کاهش درآمد مجاز قابل کسب، تنبیه می‌شود. یکی از اهداف اساسی در طراحی تنظیم، ارتقا کارایی در شرکت‌های توزیع بوده و بنابراین محاسبه دقیق کارایی شرکت‌ها و هدف‌گذاری آن در تنظیم با اهمیت است. از تنظیم‌کننده انتظار می‌رود به دنبال سه سطح کارایی در شرکت‌های تحت نظارت باشد: در مرحله اول، شرکت‌های تحت تنظیم باید با در نظر گرفتن هزینه فرصت منابع کمیاب جامعه تا آنجا که ممکن است نزدیک به مرز تولید حرکت کنند؛ یعنی باید از لحاظ فنی کارآ باشند. در مرحله دوم، شرکت‌ها ملزم به استفاده از ترکیب بهینه‌ای از نهاده‌ها برای تولید سطح معین محصولات با حداقل هزینه هستند؛ یعنی باید کارآیی تخصیصی داشته باشند. سوم آنکه، تنظیم‌کننده باید شرکت‌ها را برای نوآوری، سرمایه‌گذاری کافی، ارتقاء سطح فنی و بهبود شیوه‌های مدیریت خود برای مقابله با چالش‌های آینده تشویق کند. به‌عبارت دیگر، تنظیم‌کننده باید اطمینان حاصل کند که

شرکت‌های تحت نظارت به‌صورت پویا کارآ[1] باشند (پودینه و دیگران[2]، ۲۰۱۴). سرمایه‌گذاری، نوسازی تجهیزات و نوآوری عوامل کلیدی برای مواجهه با چالش‌های آینده صنعت برق هستند، اما جنبه پویای تجزیه و تحلیل کارایی در ادبیات کارایی و بهره‌وری به ویژه در زمینه صنایع تحت تنظیم مورد توجه کافی قرار نگرفته است.

از آنجایی که بازار انحصار طبیعی است؛ این احتمال وجود دارد که در غیاب تنظیم‌کننده، بنگاه‌ها در شرایط زندگی آرام قرار گیرند و به‌دلیل عدم تهدید از سوی سایر رقبا ضرورتی به بازنگری در فرایندها به منظور افزایش کارایی نبینند، چرا که این فرآیند هزینه‌بر است و در واقع شرایط بازار را می‌توان بر اساس اصل ماند[3] تشریح کرد. اصل ماند یا اینرسی خاصیتی از یک جسم است که در برابر تغییر سرعت یا جهت حرکت جسم مقاومت می‌کند که برگرفته از قانون اول نیوتن است و به این موضوع اشاره دارد که هر جسم تمایل به حفظ موقعیت خود دارد، مگر اینکه نیرویی بر آن وارد شود؛ در بازار انحصار طبیعی نیز به‌دلیل عدم وجود محرک بیرونی؛ سیستم در رکود خواهد ماند و در واقع اقدام تنظیم‌کننده این است که به تشویق کارایی در بین بنگاه‌ها بپردازد. ادبیات رایج سنجش کارایی، به تداوم ناکارایی بنگاه در طی زمان کم توجه بوده است. بر اساس اصل ماند می‌توان ثابت کرد که ناکارایی بنگاه در طی زمان تمایل به ادامه یافتن دارد و ثابت می‌شود ناکارایی در هر دوره به دو عامل بستگی دارد. یک بخش اثرات تصادفی خاص هر دوره و یک بخش؛ وابسته به مقادیر ناکارایی در دوره‌های گذشته است. اگر تنظیم‌کننده بدون توجه به مقوله کارایی در طی زمان، فقط به‌کارایی دوره جاری توجه داشته باشد ممکن است بنگاه را در دوره جاری به‌دلیل عدم کارایی به ارث مانده از دوره قبل که خود ناشی از کمبود یا مازاد سرمایه‌گذاری دوره قبل می‌باشد، تنبیه کند که البته از نظر متخصصان چنین رویه‌ای عادلانه نبوده و با ملاحظات تخصیصی سازگار نیست.

با توجه به اینکه صنعت توزیع برق بسیار سرمایه‌بر بوده و عمر دارایی‌های آن بین ۵ تا ۵۰ سال است (ویلنجانین[4]،۲۰۰۵)، انحراف سرمایه‌گذاری از مقدار بهینه در این

1. Dynamic Efficiency
2. Poudineh et al
3. Inertie
4. Viljainen

صنعت موجب اثرات بلندمدت منفی بر توانایی شرکت برای پاسخگویی به تقاضای روبه افزایش برق در آینده می‌شود و افزایش تعداد خاموشی و افت ولتاژ بر روند توسعه و صنعتی شدن کشور اثرات مخرب خواهد داشت.

نگرش ایستای اندازه‌گیری کارایی گرچه برای در نظر گرفتن برخی از زوایای تصمیم‌گیری در سطح شرکت مفید است، اما آینه تمام نمای تصمیمات شرکت نیست. گاهی یک منفعت کوچک در کوتاه‌مدت منجر به زیان بسیار زیاد شرکت در بلندمدت می‌شود و یک تصمیم درست ولی دشوار در کوتاه‌مدت (که ممکن است تلخ بنماید)، منافع بلندمدت بسیاری برای شرکت به ارمغان بیاورد. کارآیی پویا به زبان ساده بیان می‌کند که منافع بلندمدت را نباید فدای موقعیت‌های کوتاه‌مدت کرد. به زبان بهینه‌سازی نباید با یک انتخاب ایستا، مسیر بهینه یک برنامه پویا را تخریب کرد. به‌عبارت دیگر؛ یک مسیر بهینه در تمام نقاط آن بهینه است. بنگاه ممکن است سود کوتاه‌مدت را فدای سهم بازار بلندمدت کند، بنگاه ممکن است برای ممانعت از ورود دیگران و تضمین سهم بازار بلندمدت از قیمت حداکثرکننده سود بگذرد تا شرایط ورود برای رقبای بالقوه فراهم نشود. گاهی تصمیم‌گیری‌های بهینه، دردناک (و ظاهرا به‌صورت موضعی غیرعقلانی) هستند ولی فرد عقلایی دوراندیش باید در مقابل وسوسه تخطی از مسیر بهینه مقاومت کند و بتواند به‌صورت آینده نگر[1] منافع آتی بنگاه را حفظ کند تا هزینه اهمال‌کاری مدیران بی‌تخصص را افراد مسئولیت‌پذیر نپردازند. پویایی ذاتی بازار رقابتی مدیران را مجبور می‌کند برای باقی ماندن در چرخه تولید؛ بسیار هوشمندانه عمل کنند و نهایت دقت را در تصمیم‌گیری به‌کار گیرند تا ضمن توجه به سود جاری، منافع آتی شرکت نیز به خطر نیفتد. در برخی از صنایع شرایط انحصار طبیعی برقرار بوده و اندازه بازار و فناوری تولید به نحوی است که تنها فضا برای فعالیت یک یا تعداد محدودی بنگاه وجود دارد. علاوه براین سرمایه هنگفت استفاده شده در آن عمدتاً به‌دلیل مصارف اختصاصی برگشت‌ناپذیر[2] است. موضوع هنگامی پیچیده‌تر می‌شود که تولید این صنایع، استراتژیک و جزء زیرساخت‌های توسعه کشور لحاظ شده و فعالیت تمام بخش‌ها به آن وابسته بوده و قابل ذخیره‌سازی نیز نباشد؛ یعنی تولید و

1. Ex-Ante
2. Sunk cost

مصرف آن به‌صورت همزمان انجام گیرد. مدیران در این صنایع باید در تصمیم‌گیری برای انتخاب حجم بهینه سرمایه‌گذاری بسیار دقت کنند. شرکت‌های انتقال و توزیع برق از این دسته شرکت‌ها هستند. انحراف سرمایه‌گذاری از مسیر بهینه، تبعات زیادی دارد. اگر مقدار سرمایه‌گذاری کمتر از مقدار بهینه باشد، پاسخگویی به نیاز روزافزون برق در آینده با مشکلات عدیده‌ای مواجه خواهد شد و کیفیت برق کاهش می‌یابد. این کاهش کیفیت می‌تواند به‌صورت افزایش تعداد خاموشی‌ها، افزایش زمان خاموشی، نوسانات ولتاژ و یا به‌صورت نارضایتی مشترکین از انشعاب‌دهی و خدمات شرکت توزیع بروز کند. در مقابل اگر شرکت به سرمایه‌گذاری بیش از حد روی آورد، با افزایش هزینه متوسط ارئه خدمات، تمایل به افزایش تعرفه برق جهت پوشش هزینه‌هایش خواهد داشت و بار این تصمیم بر دوش مصرف‌کنندگان خواهد افتاد. تعیین مقدار بهینه سرمایه‌گذاری به تمایل به پرداخت مصرف‌کنندگان برای کیفیت برق نیز بستگی دارد.

کشورهای توسعه یافته در دهه ۱۹۹۰ شروع به ایجاد تغییراتی در انحصار یکپارچه و عمودی صنعت برق جهت افزایش نقش بخش خصوصی برای بهبود کیفیت و کارایی نمودند. در ایران شرکت‌های توزیع برق از اسفندماه سال ۱۳۷۰ تشکیل و از سال ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۵ تمام سهام آنها به شرکت‌های مدیریت تولید و توزیع تحت پوشش هر برق منطقه‌ای واگذار شد. از سال ۱۳۷۷ به بعد ۴۰ درصد سهام شرکت‌های برق منطقه‌ای به شرکت توانیر واگذار شد. تا آن زمان شرکت‌های توزیع، مالک تاسیسات شبکه توزیع برق نبودند و تنها در قالب قراردادهای پنج‌گانه (حق‌العمل کاری) با شرکت‌های برق منطقه‌ای به ارائه خدمات می‌پرداختند. تا قبل از سال ۸۴ سازمان خصوصی‌سازی اجازه نداشت شرکت‌هایی که در صدر قانون اصل ۴۴ از آنها اسم برده شده شامل نیروگاه‌ها و شبکه‌های انتقال را واگذار کند. اما با تصویب قانون استقلال شرکت‌های توزیع برق در استان‌ها در سال ۱۳۸۴ و همچنین با ابلاغ بند (ج) سیاست‌های اصل ۴۴ در تیرماه ۱۳۸۵، ضمن انتقال مالکیت دارایی‌های بخش توزیع از شرکت‌های برق منطقه‌ای به شرکت‌های توزیع، زمینه واگذاری بخشی از سهام دولت در شرکت‌های توزیع به بخش خصوصی فراهم گردید. در عین حال، به موجب مواد قانونی مختلف از جمله ماده (۹۰) قانون اجرای سیاست‌های اصل ۴۴ در صورت تکلیف قیمت یارانه‌ای برق، دولت مکلف

به پرداخت مابه التفاوت قیمت تکلیفی و قیمت تمام شده گردیده است. عدم اجرای این حکم قانونی موجب انباشت زیان معنی‌دار در دفاتر مالی این شرکت‌ها شده است[۱].

حوزه فعالیت بعضی از شرکت‌های توزیع در یک استان است؛ اما در برخی از استان‌ها بیش از یک شرکت توزیع فعالیت می‌کنند. این شرکت‌ها باید در محیط‌های متنوع اقلیمی گرم و خشک بیابانی تا محیط پر بارش و مرطوب، جنگلی یا کوهستانی به عرضه برق به مشترکین بپردازند. شرایط متفاوت محیطی و اقلیمی مانند سختی زمین، کوهستانی یا جنگلی بودن مناطق تحت پوشش، رطوبت، بارندگی و آلودگی، باد، گرما و سرما بر هزینه‌های نصب، تعمیر و نگهداری و استهلاک تجهیزات شبکه تأثیر می‌گذارد. بنابراین در نظر گرفتن این عوامل محیطی که بر هزینه‌ها و بنابراین کارایی شرکت‌ها تأثیر می‌گذارد، در تنظیم ضروری است. هدف این مقاله بررسی چالش برانگیزترین بخش تنظیم یعنی کارایی شرکت‌های توزیع و عوامل مؤثر بر آن می‌باشد. بنابراین در این مقاله پس از بررسی روش‌های محاسبه کارایی پویا و روند تکامل آن، به بررسی تداوم ناکارایی در طی زمان پرداخته می‌شود. در نهایت داده‌ها و مدل تحقیق معرفی شده و با استفاده از رویکرد بیزین، تابع فاصله شرکت‌های توزیع تخمین زده شده، نتایج و امتیاز کارایی پویای شرکت‌ها استخراج و تجزیه و تحلیل می‌شود.

۲- مروری بر ادبیات موضوع

برای محاسبه کارایی دو روش پارامتریک (مرزی قطعی و مرزی تصادفی) و ناپارامتریک (تحلیل پوششی داده‌ها) معرفی شده و هرکدام از این روش‌ها را می‌توان به‌صورت ایستا و پویا تحلیل نمود. یک تحلیل ایستا؛ برشی مقطعی از یک روند بلندمدت است. هنگام حرکت از یک محیط ایستا به یک محیط پویا، تابع هدف و محدودیت‌های شرکت متفاوت خواهد شد و بنابراین محاسبه کارایی در یک محیط پویا نیز متفاوت از روش‌های مرسوم ایستا که به‌صورت فاصله بنگاه از مرز تولید اندازه‌گیری می‌شود، خواهد بود. تولیدکننده در یک بستر پویا، استراتژی بلندمدت تولید خود را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کند که تابع هدف؛ که به‌صورت مجموع خالص منافع شرکت در طی زمان است؛ حداکثر شود. به‌عنوان مثال، هدف حداکثرسازی جریان نقدی و یا

۱. سایت توانیر

حداقل‌سازی هزینه‌های فعلی بوده و همه تصمیمات تحت عدم قطعیت قیمت در آینده اتخاذ می‌گردد (اموالوماتیس[1]، ۲۰۰۶).

اندازه‌گیری کارایی در ابتدا با تلاش‌های دبرو[2] (۱۹۵۱) و کوپمنز[3] (۱۹۵۷) آغاز شد. پس از آنها فارل اولین گام در اندازه‌گیری عملی کارایی را با ارائه روش مبتنی بر حداقل نمودن نهاده‌های تولید و با به‌کارگیری منحنی تولید یکسان برداشت (امامی میبدی، ۱۳۷۹). پس از آن محققین بسیاری در این زمینه شروع به فعالیت کردند. اما تمام تلاش‌ها معطوف به اندازه‌گیری کارایی ایستا بود. با گسترش استفاده از نرم افزارها و معرفی روش داده‌های تلفیقی این امکان فراهم آمد که محققانی همچون کامباکر[4] (۱۹۹۰)، کورن ول[5] و همکاران (۱۹۹۰)، باتیس و کوئلی[6] (۱۹۹۲) و لی و اشمیت[7] (۱۹۹۳) برای تخمین کارایی، جمله خطا را تابعی از زمان در نظر بگیرند. رهیافت این مدل‌ها بسیار مشابه است، تفاوت اصلی آنها نحوه تصریح ارتباط توزیع جزء خطای یک طرفه (که معرف کارایی است) با زمان است. محدودیت اعمال شده در این مدل‌ها به این صورت است که تغییر کارایی برای تمام بنگاه‌ها در طی زمان یکسان در نظر گرفته شده است. در این حالت، تنها می‌توان به‌صورت متوسط در مورد تحولات صنعت نتیجه‌گیری کرد. اما این مدل‌ها در سطح بنگاه پویا نبوده و ماهیت پویای فرایند تصمیم‌گیری و تصمیم‌سازی را به‌طور کامل در نظر نگرفته‌اند. در ادامه به بررسی مدل‌های کاملاً پویا برای اندازه‌گیری کارایی و سیر تکامل آنها پرداخته می‌شود. دو مدل فرم خلاصه شده[8] و مدل‌های ساختاری[9] برای فرمول‌بندی کارایی پویا معرفی شده‌اند. مدل‌های فرم خلاصه شده از قابلیت سهولت در برآورد اقتصادسنجی برخوردارند و مدل‌های ساختاری به‌صورت شفاف ساختار پویای مسئله تصمیم‌گیری بنگاه را معرفی می‌کنند. برآورد مستقیم مدل‌های ساختاری یا به‌دلیل در دسترس نبودن داده‌ها و یا به‌دلیل محدودیت‌های محاسباتی در بسیاری از موارد مقدور نیست. بنابراین، بسیاری از

1. Emvalomatis
2. Debreu
3. Koopmans
4. Kumbhakar
5. Cornwell
6. Battese and Coelli
7. Lee and Schmidt
8. Reduced-form models
9. Structural models

روش‌های تخمین این مدل‌ها بر نظریه دوگانگی پویا[1] تکیه می‌کنند (اموالوماتیس، ۲۰۰۶).

تکنیک‌های ایستای اندازه‌گیری کارایی، اگر به‌صورت مناسب توسعه یابد، می‌تواند برای ارزیابی عملکرد شرکت‌هایی که در یک محیط پویا عمل می‌کنند استفاده شود. برای بررسی مدل‌های فرم خلاصه شده، یک مدل پویا از رفتار شرکت که هدف اصلی مدیریت آن حداکثر کردن مجموع ارزش حال مطلوبیت انتظاری سود در طول زمان است در نظر بگیرید. تحت شرایط ریسک خنثی این هدف را می‌توان با هدف بیشینه کردن خالص جریان وجوه نقد جایگزین کرد. بهینه‌سازی تحت محدودیت‌های فنی انجام می‌شود و تعدیل نهاده‌های ثابت بر اساس یک معادله حرکت معرفی می‌شود، به‌ترتیبی که شامل نرخ استهلاک سرمایه و سرمایه‌گذاری ناخالص در ورودی‌های ثابت جدید باشد. تعیین میزان نهاده‌های ثابت تحت کنترل شرکت است، اما تعدیل آن به‌سمت مقدار بهینه هزینه‌بر است. شرکتی را در نظر بگیرید که یا به دلیل مدیریت بد در دوره‌های قبلی و یا به دلیل شرایط تصادفی، ناکاراست. برای کارا شدن این بنگاه باید بازسازماندهی شود که مسلماً هزینه بر است و اگر هزینه سازماندهی مجدد بالاتر از منافعش باشد، امکان دارد سیاست بهینه بنگاه در کوتاه‌مدت این باشد که ناکارآ باقی بماند. بنابر مشاهدات اموالوماتیس (۲۰۰۹)، ناکارایی ممکن است در طی زمان تداوم یابد. آن[2] و همکاران (۲۰۰۰) الگویی را برای تخمین ناکارایی معرفی کردند که در آن جزء ناکارایی در طی زمان دارای خود همبستگی بود. مدل آنها شامل یک مرز تولید به‌صورت زیر است:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + \beta_{\cdot} + \gamma.t + v_{it} - u_{it} \qquad (۱)$$

آنها برای u_{it} که نشان‌دهنده ناکارایی است فرآیند AR (۱) را به‌صورت زیر در نظر گرفتند

$$u_{it} = (۱-\rho_i).u_{i,t-۱} + \xi_{it} \quad , \quad E(\xi_{it}) \geq ۰ \qquad (۲)$$

در این فرمول ρ_i نشان‌دهنده توانایی شرکت i ام برای تعدیل سطح ناکارآیی نسبت به آخرین دوره است. در عمل، با تعداد بنگاه‌های زیاد؛ پارامترهایی که باید برآورد شود

1. dynamic duality theory
2. Ahn et al

بسیار زیاد است. به همین دلیل آن و همکاران اندازه ρ را برای تمام بنگاه‌ها، یکسان در نظر گرفتند و سپس برای اطمینان از صحت چنین محدودیتی، آزمون‌های مربوط را انجام دادند اما به عوامل مؤثر بر کارایی توجهی نکردند.

مدل مشابه دیگری را سیوناس[1](۲۰۰۶) توسعه داد که در آن به تأثیر عوامل موثر بر کارایی توجه شد. این مدل بر اساس بحث مشابهی در مورد هزینه‌های تعدیل سرمایه مطرح شده و تصریح آن بر مبنای یک مرز تولید متداول و فرایند (۱) AR برای لگاریتم u به شکل زیر در نظر گرفته شده:

$$\log u_{it} = Z'_{IT}\gamma + \rho \log u_{i,t-1} + \xi_{it} \quad , \quad \xi_{it} \sim N(0, \sigma_w^2) \qquad (۳)$$

در اینجا z_{it} یک بردار از متغیرهای محیطی است که بر کارایی شرکت‌ها تأثیر می‌گذارد. برآورد حداکثر درستنمایی این مدل با توجه به اینکه توزیع جزء خطای ترکیبی به‌طور مستقل در طول زمان توزیع نشده، پیچیده می‌شود. وی برای تخمین از استنتاج بیزی استفاده کرد و توانست امتیازات کارایی شرکت‌ها را در طی زمان برآورد کند.

مدل‌های مورد بررسی در بالا می‌تواند شواهدی برای ماهیت پویای فرایند تصمیم‌گیری در سطح شرکت فراهم می‌کند، اما اطلاعات مکفی در مورد اندازه کارایی در شرایط پویا ارائه نمی‌دهد. بنابراین تصریح مدل‌های ساختاری صریح و روشن در مورد رفتار بنگاه ضروری به نظر می‌رسد. برای بررسی مدل‌های ساختاری در حالت کلی، فرض کنید مسئله آتی شرکتی که قرار است در یک افق زمانی فعالیت کند، به‌شرح زیر است (اموالوماتیس، ۲۰۰۶):

$$J = \max_{I(t),x(t)} E_t \left\{ \int_{\cdot}^{\infty} e^{-\rho t}\, g(y, x.k, I)\, dt \right\} \qquad (۴)$$

$$s.t. \dot{k} = I - \delta k,\ (x,I) \epsilon (Y;k),\ \text{داده شده}\ k0$$

هدف شرکت به حداکثر رساندن ارزش حال جریان منافع آتی در طی دوره فعالیت می‌باشد. تابع هدف فوق را می‌توان بر حسب سود آتی شرکت در شرایط ریسک خنثی و یا بر حسب منفی هزینه‌های تولید بنگاه معرفی کرد. به‌عبارت دیگر تابع هدف فوق دربرگیرنده اطلاعات قیمت، ستاده و نحوه شکل‌گیری انتظارات است. ورودی‌ها به دو

1. Tsionas

زیر مجموعه ورودی متغیر (x) و ورودی شبه ثابت (k) تقسیم شده است. معادله حرکت توصیف‌کننده انباشت سرمایه در طی زمان است که به نرخ استهلاک و سرمایه‌گذاری ناخالص جدید بستگی دارد. در مسئله فوق الزامات فنی و تعدیل هزینه‌ها به‌صورت یک قید در نظر گرفته شده‌اند با توجه به سطح معین سرمایه ثابت، این محدودیت معرف چگونگی واکنش حداکثر محصول نسبت به تغییر نهاده‌های متغیر است. رونگسوریاویبون و استفانو[1](۲۰۰۷) پژوهشی را انجام دادند که کارایی به‌صورت پویا در آن مدل‌سازی شده و در چارچوب تئوری دوگانگی برآورد شده است. ایشان یک رویکرد هزینه سایه پویا برای سنجش کارایی بعد از استخراج تقریبی ورودی‌های متغیر و توابع تقاضای سرمایه‌گذاری تحت انتظارات ایستا را گسترش دادند. سیلوا و استفانو[2](۲۰۰۳ و ۲۰۰۷) یک روش دیگر را در نظر گرفتند. آنها با استفاده از نظریه ترجیحات آشکار شده[3] توانستند به کمک حداقل‌سازی بین دوره‌ای؛ اطلاعاتی را در مورد فرایند تولید به‌دست آورند. رویکرد آنها مسیر تعدیل شرکت را با افق زمانی بی‌نهایت در نظر می‌گیرد. روش اندازه‌گیری کارایی پویا که آنها پیشنهاد دادند، در برشی از زمان است، یعنی آنها به اندازه‌گیری کارایی یک شرکت در نقاط خاصی از مسیر تعدیل سرمایه می‌پردازند. استفانو (۲۰۰۹) به‌کارایی لحظه‌ای به‌عنوان یک مفهوم جریان برای کارایی پویا نگریسته است. او استدلال می‌کند که شرکت در کوتاه‌مدت عمل می‌کند اما به بلندمدت توجه دارد. بنابراین کارایی باید در همان سطحی که در آن تصمیم‌گیری با اطلاعات موجود آن زمان انجام شده، اندازه‌گیری شود. به‌علاوه، اگر کارایی پویا بر اساس مقایسه بین مسیر بهینه و مسیر مشاهده شده تعدیل موجودی سرمایه در نظر گرفته شود، مقدار زیادی از اطلاعات در مورد دلیل ناکارایی شرکت‌ها پنهان می‌ماند زیرا با اندازه‌گیری ناکارایی انباشته، تشخیص اینکه آیا یک واحد تولیدی به دلیل تصمیم‌گیری غیربهینه در یک زمان خاص (که کل مسیر تعدیل را تغییر می‌دهد) ناکارا شده و یا این ناکارایی به دلیل تداوم در تصمیم‌گیری غیربهینه است، دشوار می‌باشد.

با توجه به اهمیت موجودی مطلوب سرمایه برای شرکت‌های توزیع در محاسبه کارایی پویا، تحلیل با بررسی حرکت موجودی سرمایه در طی زمان آغاز می‌شود. در

1. Rungsuriyawiboon and Stefanou
2. Silva and Stefanou
3. Revealed preferences

مدل‌های اندازه‌گیری کارایی؛ سرمایه به‌عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شود؛ در دوره‌ای که سرمایه‌گذاری انجام می‌شود؛ نهاده شرکت افزایش می‌یابد ولی این افزایش بلافاصله منجر به افزایش در ستاده نمی‌شود؛ بنابراین منجر به کاهش مقدار کارایی می‌گردد. از آنجا که در روش‌های تنظیم انگیزشی؛ درآمد مجاز قابل کسب شرکت به‌کارایی آن وابسته است؛ منجر به کاهش درآمد شرکت توسط تنظیم‌کننده می‌گردد. علاوه بر این؛ بیش از حد بودن سرمایه‌گذاری نیز ممکن است برای تنظیم‌کننده قابل قبول نباشد. سرمایه‌گذاری کمتر از مقدار مطلوب نیز منجر به افزایش سایر هزینه‌های شرکت مانند تعمیر و نگهداری و افزایش خاموشی می‌شود که بازهم منجر به کاهش مقدار کارایی شرکت می‌شود. بنابراین شرکت توزیع باید بتواند مقدار مطلوب سرمایه را به‌درستی تخمین‌زده و بر اساس آن عمل کند. بنا به دلایل متعدد، بنگاه‌های ناکارا به سرعت نمی‌توانند ناکارایی خود را از بین ببرند، که در این مقاله تحت عنوان میل به تداوم ناکارایی نامیده شده است. برای بررسی میل به تداوم (اصل ماند) ناکارایی در طی زمان؛ بنگاه انحصار طبیعی را در نظر بگیرید که متناسب با میزان تقاضای مصرف‌کنندگان؛ تشکیلات و سرمایه خود را تدارک دیده است. حال در صورت افزایش میزان تقاضای مصرف‌کنندگان، این بنگاه نمی‌تواند در کوتاه‌مدت به سرعت واکنش نشان داده و نمی‌تواند حجم سرمایه و اندازه تشکیلات خود را متناسب با تقاضا، افزایش دهد و بر روی منحنی LAC به سمت راست منتقل شود. در چنین شرایطی بنگاه در کوتاه‌مدت تا حدودی قادر به افزایش میزان عرضه خود و آنهم بر اساس تشکیلات کوتاه‌مدت است و این مستلزم انتقال به شاخه صعودی منحنی SAC می‌باشد. پس از آنکه از دائمی بودن تقاضا مطمئن شد، در فرصت مناسب می‌تواند نسبت به افزایش سرمایه و ایجاد تشکیلات بزرگ‌تر (SAC) اقدام کند. البته مطمئناً پاسخگویی به تقاضای مازاد با تشکیلات موجود هزینه‌های شرکت را افزایش داده و نیز به لحاظ فنی، پست‌های برق فقط در مقاطعی می‌توانند بار اضافه را تحمل کنند و با ادامه بارگزاری بیش از حد، تجهیزات شبکه به شدت آسیب می‌بینند. در واقع شرکت تشکیلات بزرگ‌تری (SAC) را ایجاد و مورد استفاده قرار می‌دهد و بدین ترتیب با افزایش مقیاس بنگاه قادر به پاسخگویی به تقاضا خواهد بود. لازم به توضیح است که پاسخگویی به تقاضای افزایش یافته بر اساس تشکیلات جدید(SAC^{2})، هزینه متوسط کمتری را به بنگاه در مقایسه با

تشکیلات قبلی (SAC[۱]) تحمیل می‌کند. اما شرکت برای رسیدن به‌صرفه کامل مقیاس پس از سرمایه‌گذاری در تجهیزات شبکه و افزایش مقیاس تولید، باید چند دوره صبر کند تا تعداد مشترکین و یا سطح تقاضای برق افزایش یابد. به‌عبارت دیگر با افزایش تقاضا این امکان به‌وجود می‌آید که بنگاه از تشکیلات بزرگ‌تر استفاده کرده و بر روی منحنی LAC به سمت راست و نقطه حداقل هزینه متوسط حرکت کند و چنین حرکتی موجب برخورداری بیشتر بنگاه از صرفه‌های مقیاس (کارایی مقیاس) می‌گردد. در هر دوره به نسبت مقدار افزایش در مصرف برق از ناکارایی شرکت پس از سرمایه‌گذاری کاسته می‌شود تا ناکارایی کاملاً مرتفع گردد. این جزء ناکارایی خارج از کنترل شرکت است. همچنین از سوی دیگر باید توجه داشت که شرکت‌های توزیع در صورت کاهش تقاضا نمی‌توانند سطح سرمایه خود را به‌دلیل بی‌بازگشت بودن، به سرعت کاهش دهند. بنابراین باید در انتخاب سطح سرمایه‌گذاری جدید احتیاط لازم را در مورد دائمی بودن افزایش تقاضا در نظر بگیرند.

پودینه و دیگران (۲۰۱۴) برای تحلیل رفتار شرکت و شناسایی جزء ناکارایی، فرایند انباشت سرمایه را به ترتیب زیر در نظر می‌گیرند:

$$K^{*}_{t+1} = (1-\varphi)K^{*}_{t} + In^{*}_{t} \qquad (5)$$

به‌طوری‌که K انباشت سرمایه، φ نرخ استهلاک، In سرمایه‌گذاری و علامت ستاره به مقدار مطلوب هر متغیر اشاره دارد. به لحاظ نظری، انحراف از سرمایه‌گذاری مطلوب، موجب کاهش کارایی و تحمیل هزینه فرصت می‌شود. بنابراین، شرکت برای تعدیل بهینه سطح موجودی سرمایه، انگیزه کافی دارد. با این حال، دو مانع برای تعدیل کامل و سریع موجودی سرمایه نسبت به سطح مطلوب وجود دارد. اول اینکه، شرکت باید از درآمد آتی حاصل از سرمایه‌گذاری مطمئن باشد، یعنی افزایش تقاضا را دائمی بداند نه ناشی از اوج مصرف و نیز باید مطمئن باشد که تنظیم‌کننده هزینه‌های سرمایه‌گذاری اضافه را به‌عنوان هزینه‌های قابل قبول می‌پذیرد. دوم، هزینه‌های تعدیل موجودی سرمایه (مثلاً هزینه نصب و راه اندازی، اخلال در فرایند تولید و آموزش پرسنل) که منجر به کاهش محصول و یا افزایش هزینه‌ها شده و منجر به تعدیل کند سرمایه می‌شود (سیلوا و استفانو، ۲۰۰۷). بنابراین، هدف شرکت در هر دوره، حداقل‌سازی هزینه‌های انحراف از موجودی مطلوب سرمایه و هزینه‌های تعدیل سرمایه است.

پودینه و دیگران (۲۰۱۴) بر اساس مقاله پریرا (۲۰۰۱) برای تصمیم‌گیری در مورد میزان سرمایه، یک تابع زیان برای شرکت تشکیل می‌دهند به‌صورتی که در این تابع؛ مجموع هزینه‌های انتظاری تعدیل آینده و هزینه انحراف از مسیر بهینه سرمایه با قید فرایند انباشت سرمایه به شرح زیر حداقل می‌شود:

$$\text{Min}E_t\sum_{i=0}^{\infty}\eta^i\left[(K_{t+i}-K^*_{t+i})^2+b(In_{t+1})^2\right] \qquad (۶)$$
$$\text{s.t. } K_{t+i+1}-K_{t+i}=I_{t+i}-\varphi K_{t+i}$$

که در روابط فوق $0<\eta<1$ عامل تنزیل، $b(Int+i)^2$ تابع درجه دوم نشان‌دهنده هزینه‌های تعدیل و b دلالت بر اهمیت هزینه‌های تعدیل در هزینه عدم تعادل دارد. E_t عملگر امید ریاضی شرطی بر روی مجموعه اطلاعات در دسترس در زمان t برای شرکت است. با استفاده از حساب تغییرات زمان گسسته، با به‌دست آوردن شرط اول اولر در حل معادله (۲۹) به معادله مسیر بهینه برای سرمایه می‌رسند که با فرض استهلاک صفر و یکسری ساده‌سازی ریاضی، به معادله‌ای مشابه مسیر حرکت برای سرمایه‌گذاری به‌صورت زیر می‌رسند:

$$I_t=\theta_1 I_{t-1}+\theta_1\eta b^{-1}\sum_{i=0}^{\infty}(\theta_1\eta)^i E_t I^*_{t+i} \qquad (۷)$$

بنابراین، سطح سرمایه (یا سرمایه‌گذاری) دوره جاری، به‌طور مستقیم توسط ارزش آن در دوره‌های قبلی و همچنین با سطح سرمایه مطلوب فعلی و آتی انتظاری تحت تأثیر قرار می‌گیرد. به‌عبارت دیگر، معادله حرکت، برای سرمایه شرکت تحت تنظیم، تحت یک فرایند اتورگرسیو است. حضور یک فرآیند اتورگرسیو در سیر تکاملی سرمایه (و یا سرمایه‌گذاری) باعث ایجاد رابطه مشابه در کارایی فنی شرکت می‌شود.

اگر تعداد خروجی‌ها بیشتر از یکی باشد به پیروی از رویکرد کوئلی و پرلمن[1] (۱۹۹۶) تابع فاصله ورودی تعریف می‌شود:

$$D^I(x,y,t)=\max\left\{\gamma:(\frac{x}{\gamma})\epsilon L(y)\right\} \qquad (۸)$$

1. Perelman

که در آن $L(y)$ نشان‌دهنده مجموعه‌ای از بردارهای ورودی $x\in RQ$ است که می‌تواند بردار خروجی $y\in RM$ را در دوره t نتیجه دهد و γ کاهش نسبی در یک بردار ورودی داده شده را نشان می‌دهد. اگر $x\in L(y)$ باشد $DI\geq ۱$ است و اگر x بر روی مرز ورودی‌های مورد نیاز قرار گیرد $DI = ۱$ است. کارایی فنی به‌صورت $TEit = 1 / DI(x،t ،y)$ تعریف شده است. گرفتن لگاریتم از هر دو طرف با فرض همگنی درجه یک و نرمال‌سازی Q-1 ورودی با توجه به ورودی Q ام منجر به مدل اقتصاد سنجی از این رابطه در معادله (۹) می‌شود:

$$-\log x_{Qit} = \log D^{I}_{it}\left[\left(\frac{x_{qit}}{x_{Qit}}\right), y_{mit}, t\right] + v_{it} + \log(TE_{it}) \qquad (۹)$$

که در آن v_{it} به‌صورت جزء خطای استاندارد با توزیع نرمال، لگاریتم (TE_{it}) نشاندهنده جزء ناکارآیی یک طرفه بوده که به‌عنوان لگاریتم کارایی فنی وارد معادله شده است. لگاریتم تابع فاصله را می‌توان به‌صورت یک تابع خطی تخمین‌پذیر بر حسب $\boldsymbol{x}_{it}$ و بردار ضرایب β نوشت:

$$y_{it} = x'_{it}\beta + v_{it} + \log(TE_{it}) \qquad (۱۰)$$

به پیروی از اموالوماتیس و همکاران (۲۰۱۱)، یک فرایند اتورگرسیو برای کارایی از طریق تبدیل غیرخطی ناکارآیی در معادلات ذیل فرض شده است.

$$S_{it} = \log\left(\frac{TE_{it}}{۱ - TE_{it}}\right) \qquad (۱۱)$$

$$S_{it} = \delta + \rho S_{It-۱} + u_{it} \qquad u_{it} \sim N(۰, \sigma^{۲}_{u}) \qquad (۱۲)$$

$$S_{i۱} = \mu_{۱} + u_{i۱} \qquad u_{i۱} \sim N(۰, \sigma^{۲}_{u۱}) \qquad (۱۳)$$

که در آن s_{it} لگاریتم نسبت کارایی به ناکارآیی و ρ بیانگر کشش است که درصد تغییر در نسبت کارآیی به عدم کارآیی که از یک دوره به دوره بعد انتقال می‌یابد را اندازه‌گیری می‌کند. معادله (۱۳) نقطه شروع فرایند تصادفی با فرض پایایی است. همچنین پایایی بیان می‌کند که در بلندمدت، مقدار مورد انتظار Sit، بی‌قید و شرط در $Sit_{-۱}$، برای همه شرکت‌ها یکسان بوده و تفاوت‌های قابل مشاهده ممکن است با توجه به شوک‌ها و یا تفاوت در هر مرحله مسیر حرکت به سمت تعادل بلندمدت باشد. تحت شرایط پایایی، دو پارامتر دیگر را می‌توان توسط روابط (۱۴) و (۱۵) به‌دست آورد.

$$\mu_{۱} = \frac{\delta}{۱-\rho} \qquad (۱۴)$$

$$\sigma_{u۱}^{۲} = \frac{\sigma_{u}^{۲}}{۱-\rho^{۲}} \qquad (۱۵)$$

اگر فرایند پایا نباشد مقدار مورد انتظار کارایی بنگاه‌ها، در طول زمان، به سمت یک یا صفر تمایل خواهد داشت. به‌طور مشابه، ارزش مورد انتظار Sit می‌تواند به سمت مثبت یا منفی بی‌نهایت متمایل شود. همان‌طور که سیوناس (۲۰۰۶) مطرح کرده، بعید است که داده‌ها توسط یک فرآیند با ریشه واحد ایجاد شود، به ویژه هنگامی‌که کارایی به صفر می‌رسد. این بدین دلیل است که به‌طور متعارف این انتظار وجود دارد که شرکت‌های ناکارآ در معرض خروج از بازار رقابتی قرار گیرند و یا شرکت‌های تحت تنظیم، با کاهش درآمد مجاز؛ جریمه شوند چون درآمدشان به‌طور مستقیم با سطح کارایی‌شان در ارتباط است. به این ترتیب، تعداد شرکت‌های بسیار ناکارآ، اندک خواهد بود. با توجه به پایایی، بهره‌وری بلندمدت را می‌توان به صورت معادله (۱۶) بدست آورد (پودینه و دیگران، ۲۰۱۴):

$$\text{کارایی بلندمدت} : \mathrm{TE} = ۱/[۱+\exp\left(-\frac{\delta}{۱-\rho}\right)] \qquad (۱۶)$$

به پیروی از اموالوماتیس (۲۰۱۲)، یک عبارت ω_i مختص هر شرکت به معادله (۱۰) برای اضافه کردن ناهمگنی مشاهده نشده در میان شرکت‌ها، با فرض $\omega i \sim N\ (۰،\sigma_i^2)$ اضافه شده است. پارامترهای مدل حالت پنهان (۹) و معادله (۱۲) به‌طور همزمان تنها با استفاده از داده‌های مشاهده شده در معادله (۹) برآورد می‌شود. به منظور برآورد بردار تمام پارامترها $\theta=[\beta،\sigma_\omega،\sigma_u،\rho،\delta،\sigma_v]'$ یک تابع راستنمایی با این فرض که s_i بر بردار $T \times ۱$ متغیر حالت پنهان برای شرکت iام در معادله (۱۷) دلالت کند؛ تعیین می‌شود به ترتیبی که در آن y و x نشان‌دهنده ماتریس متغیرهای وابسته و مستقل است و $\delta 1$ و σ_{u1}^2 میانگین و واریانس $si1$ در معادله (۱۳) هستند. آخرین جمله در تابع راستنمایی اثرات ناهمگنی را در نظر می‌گیرد. این تابع راستنمایی برآورد هم زمان معادلات (۹) و (۱۲) را مقدور می‌سازد.

$$p\left(y,\{\omega_i\},\{S_i\}\mid\theta,x\right)=p\left(y\mid\{y\mid\{\omega_i\},\{S_i\},\beta,\sigma_v,X\right)\times P\left(\{S_i\}\mid\delta,\rho,\sigma_u\right)$$

$$=\frac{1}{(2\pi\sigma_v^2)^{\frac{NT}{2}}}\exp\{-\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=0}^{T-1}(y_{it}-\omega_i-X_{it}'\beta-\log TE_{it})^2}{2\sigma_u^2}\}$$

$$\times\frac{1}{(2\pi\sigma_u^2)^{\frac{N}{2}}}\exp\{-\frac{\sum_{i=1}^{N}(s_{it}-\delta_1)^2}{2\sigma_{u1}^2}\}$$

$$\times\frac{1}{(2\pi\sigma_u^2)^{\frac{N(T-1)}{2}}}\exp\{-\frac{\sum_{i=1}^{N}\sum_{t=0}^{T-1}(S_{it}-\delta-\rho S_{i,t-1})^2}{2\sigma_u^2}\}$$

$$\times\frac{1}{(2\pi\sigma_\omega^2)^{\frac{N}{2}}}\exp\{-\frac{\sum_{i=1}^{N}\omega_i^2}{2\sigma_\omega^2}\} \qquad (۱۷)$$

به پیروی از پودینه و دیگران (۲۰۱۴) برآورد تابع دریک چارچوب بیزی انجام می‌شود. برای β و δ، توزیع پیشین نرمال[1] و برای واریانس پارامترها توزیع معکوس گاما انتخاب شده است. علاوه بر این، برای محدود کردن ρ در فاصله واحد، از یک مقدار بتای پیشین استفاده شده است. به منظور برآورد توزیع پسین[2] پارامترهای مدل، از شبیه‌سازی بر اساس زنجیره مارکوف مونت کارلو (MCMC) استفاده شده است.

۳- معرفی الگو و تجزیه و تحلیل داده‌ها

برای پاسخ به سوالات تحقیق از پانل متوازن داده‌های ۳۹ شرکت شبکه توزیع برق ایران در دوره ۹۴-۱۳۸۵ استفاده شده است. متغیرهای تحقیق شامل تعداد مشتریان (CUS) و انرژی توزیع شده (DE) به‌عنوان خروجی، نیروی کار(L) و سرمایه (K) که مجموع ارزش شبکه توزیع و ظرفیت ترانسفورماتورهاست، می‌باشد. متغیرهای تحقیق برمبنای مطالعه پژوهش‌های قبلی و نظرخواهی از کارشناسان شرکت توزیع و در نهایت جمع‌بندی گروه تحقیق تعیین شده اند. نکته حائز اهمیت اینکه در برخی از مطالعات از طول شبکه و در برخی دیگر از ظرفیت ترانس به جای سرمایه استفاده شده است. این

1. normal priors
2. posterior

دو عامل جزء سرمایه شرکت محسوب شده و عدم لحاظ هر یک منجر بـه نتیجـه‌گیـری غلط می‌شود. به همین دلیل و نیز برای اینکه تعداد متغیرهـا بـیش از حـد نشـود (کـه منجر به‌کارا شدن تعداد بیشتری از شرکت‌ها می‌گردد) و هر دو متغیر نیز در نظر گرفته شود، از شاخص جمع ارزش شبکه به اضافه جمع ارزش ترانس هـا بـرای پوشـش کامـل سرمایه شرکت‌ها استفاده شد. برای کنترل شرایط محیطـی و آب و هـوایی متفـاوت در مناطق مختلف کشور از متغیرهایی که از دیـدگاه کارشناسـان فنـی احتمـال تـأثیر بـر کارایی شرکت‌ها را داشتند مانند تـراکم مشـترکین در شـبکه و داده‌هـای آب و هـوایی مانند دما، رطوبت، بارش، باد و روزهای یخبندان در معادله حالت پنهـان (۱۲) اسـتفاده شد. تصریح مدل با استفاده از تابع فاصله ورودی محور که برآورد با چند ورودی و چنـد خروجی را میسر می‌سازد، انجام می‌شود. با جایگزینی ورودی‌ها و خروجی‌هـا در معادلـه (۹) و با استفاده از نیروی کار به‌عنوان ورودی نرمال‌ساز به معادله زیر می‌رسیم:

$$\begin{aligned}-\log(1) &= \beta_{.} + \beta_1 \log(DE) + \beta_2 \log(CUS) + \beta_3 \log\left(K^{*}\right) \\ &+ \frac{1}{2}\beta_4 \log^2(DE) + \frac{1}{2}\beta_5 \log^2(CUS) + \frac{1}{2}\beta_6 \log^2\left(K^{*}\right) \\ &+ \beta_7 \log(DE)\log(CUS) + \beta_8 \log(DE)\log\left(K^{*}\right) \\ &+ \beta_9 \log(CUS)\log\left(K^{*}\right) + \alpha_i + \xi_1 t + \frac{1}{2}\xi_2 t^2 + v_{it} + \log TE_{it}\end{aligned} \qquad (۱۸)$$

$$s_{it} = z'_{it}\delta + \rho s_{i,t-1} + \epsilon_{it}, \qquad \epsilon_{it} \sim N(0, \varphi) \qquad (۱۹)$$

به ترتیبی کـه در آن *K نرمـال شـده K اسـت، t رونـد زمـان اسـت و ω بـرای در نظرگرفتن ناهمگنی غیرقابل مشاهده در محیط عملیاتی شرکت‌ها استفاده شـده اسـت. دو سناریو بر اساس روش ارائه شده توسط اموالوماتیس[1] (۲۰۱۲) برای برآورد معادلـه ۱۸ استفاده شده است. در سناریوی اول فرض می‌شود که اثـر خـاص شـرکت وجـود نـدارد (مرزی تصادفی پویای ساده). برای سناریوی دوم برای هر شرکت عـرض از مبـداء مجـزا مد نظر قرار می‌گیرد(مرزی تصادفی پویای با اثرات تصادفی). برای بررسی عوامـل مـوثر بر کارایی در معادله حالت پنهان در معادله ۱۹؛ بردار متغیرهای z شامل عوامل محیطی و آب و هوایی در نظر گرفته شد که همراه با آمار توصـیفی در جـدول ۱ پیوسـت قابـل مشاهده است. برای سهولت در تفسیر نتایج، تمام داده‌ها بر میانگین نمونه آنهـا قبـل از برآورد تقسیم شده است.

1. Emvalomatis

تعداد مشترکین و انرژی توزیع شده در شرکت‌های توزیع برق ایران در سال‌های مورد بررسی افزایش یافته است. شرکت‌های توزیع برای پاسخگویی به نیاز مشترکین، سرمایه‌گذاری خود را افزایش داده و طول شبکه و ظرفیت ترانسفورماتورها را افزایش داده‌اند. اما در مورد آمار منتشر شده از نیروی کار شاغل در این شرکت‌ها مشخص است که مجموع شاغلین در این شرکت‌ها طی دوره مورد بررسی کاهش محسوسی داشته است. شرکت‌های توزیع طی سال‌های مورد بررسی توانسته‌اند متوسط تلفات شبکه را از ۱۶درصد به ۱۲ درصد کاهش دهند و امید است در سال‌های آتی با برنامه‌ریزی مناسب و توجه تنظیم‌کننده بتوانند این عدد را به متوسط جهانی ۸ درصد نزدیک کنند. متوسط چگالی شبکه که نشان‌دهنده تراکم مشترکین در هر کیلومتر مربع است، در طی سال‌های مورد بررسی این عدد افزایش یافته است. در سال ۱۳۸۹ تراکم شبکه ۷۲ بوده ولی در سال ۱۳۹۰ با یک افزایش به ۱۳۷ رسیده است. برای تحلیل چولگی و کشیدگی ضرایب می‌توان از آزمون نرمال بودن جارک برا استفاده کرد. اگر احتمال آماره آزمون جارک-برا از سطح معنی داری ۵ درصد کمتر باشد، در آن صورت توزیع نرمال است. بنابراین توزیع تمام متغیرها نرمال می‌باشد.

۴- نتایج تجربی

در این پژوهش، مدل ۱۸ با استفاده از رویکرد بیزین تخمین زده شده و امتیاز کارایی پویای شرکت‌های توزیع برق ایران در دوره مورد بررسی محاسبه شده است. جدول ۱ نتایج تخمین ضرایب مدل بر مبنای میانگین توزیع پسین پارامترها و انحراف استاندارد آنها را پس از شبیه‌سازی زنجیره مارکوف مونت کارلو با ۱۰۰۰ مرتبه تکرار و نقطه توقف ۰.۰۰۱ نشان می‌دهد.

پارامترهای برآورد شده در هر مدل نشان‌دهنده کشش ورودی با توجه به خروجی‌ها در میانگین نمونه است.

پارامتر ρ تخمین زده شده در حدود ۹۲ درصد برای مدل اول و ۸۱ درصد برای مدل دوم برآورد شده که مقدار بالایی است. همان‌گونه که بر اساس اصل ماند انتظار می‌رفت، مقدار بالای این پارامتر نشان‌دهنده تداوم ناکارایی در شرکت‌های توزیع در غیاب نیروی خارجی (مانند نهاد تنظیم) است. مقدار این پارامتر به‌طور مستقیم بر نرخ انتقال ناکارایی در بین دوره‌ها اثر گذار است.

جدول ۱. نتایج تخمین مدل کارایی پویا با رویکرد بیزین

ضرایب		مدل پویای ساده		مدل با اثرات تصادفی	
نماد	**تعریف**	**میانگین**	**انحراف معیار**	**میانگین**	**انحراف معیار**
CONSTANT	عرض از مبدأ	-۳،۲۱۹	۳،۷۰۲	-۶،۴۸۶	۱،۳۵۹
EF	انرژی فروخته شده	-۰،۷۶۱	۰،۸۴۷	۰،۸۹۵	۰،۳۵۷
CUS	تعداد مشترکین	۱،۵۴۷	۰،۹۷	-۰،۶۱۱	۰،۴۱۷
KN	موجودی سرمایه نرمال شده	-۰،۲۸۶	۱،۱۴	۰،۳۱۷	۰،۴۲۳
EF^2	توان دوم انرژی فروخته شده	-۰،۰۸۹	۰،۱۴۶	-۰،۰۲۵	۰،۰۹۲
CUS^2	توان دوم تعداد مشترکین	۰،۴۷۵	۰،۲۰۷	-۰،۰۶۲	۰،۱۲۲
KN^2	توان دوم موجودی سرمایه نرمال	۰،۰۵۳	۰،۰۹۶	۰،۰۴۱	۰،۰۳۷
EF*CUS	حاصلضرب انرژی در مشترکین	-۰،۶۲	۰،۳۱۷	-۰،۱۳۱	۰،۱۸۹
EF*KN	حاصلضرب انرژی در سرمایه	۰،۳۷۲	۰،۱۴۷	-۰،۰۷۹	۰،۰۵۴
CUS*KN	حاصلضرب مشترکین در سرمایه	-۰،۳۲۹	۰،۱۶۳	۰،۱۵۲	۰،۰۸۴
T	روند	-۰،۰۰۴	۰،۰۰۵	-۰،۰۰۵	۰،۰۰۲
T^2	توان دوم زمان	۰،۰۰۱	۰،۰۰۱	۰،۰۰۱	۰
DENS	چگالی مشترکین روی شبکه	۰،۰۳۳	۰،۰۱۴	۴۰،۰۳	۰.۱۹۹
dmmax	میانگین دمای ماکزیمم	۰،۰۰۴	۰،۰۰۴۶	-۰،۰۵۲	۰.۱۲۰
dmmin	میانگین دمای می‌نیمم	۰،۰۰۶	۰،۰۰۴۶	-۰،۰۴۵	۰.۱۲۵
dmin	حداقل دما	-۰،۱۰۳	۱۸.۲۱	۰،۱۴۳	۱۸،۲۵
dmax	حداکثر دما	۰.۱	۱۸.۲۱	-۰،۱۷۳	۱۸،۲۵
ddf	اختلاف دمای بیشینه و کمینه	-۰.۱۰۱	۱۸.۲۱	۰،۱۹۴	۱۸،۲۵
dm	میانگین دما	- ۰.۰۰۴	۰.۰۰۷	۰،۱۷۷	۰،۲۰۷
rotmax	رطوبت ماکزیمم	۰.۰۰۱	۰.۰۰۰۳	۰،۰۱۳	۰،۰۰۷
rotmin	رطوبت می‌نیمم	-۰،۰۰۱	۰	-۰،۰۰۲	۰،۰۱۱
badmax	حداکثر سرعت وزش باد	-۰،۰۰۱	۰،۰۰۱	-۰،۰۱۹	۰،۰۱۶
rho	پارامتر اندازه‌گیری پایداری ناکارایی	۰،۹۱۸	۰.۰۱۹	۰.۸۰۱	۰.۰۵۳
sigma_v	انحراف معیار خطای v	۰.۰۱۲	۰.۰۱۱	۰،۰۰۶۹	۰،۰۰۰۵
sigma_s	انحراف معیار خطای ϵ	۰.۰۷۸	۰.۰۷۷۶	۱،۲۱۰	۰،۱۹۷۶
sigma_α	انحراف معیار α	-	-	۰،۱۳۳	۰،۰۱۶

منبع: یافته‌های تحقیق

از بین متغیرهای محیطی مورد بررسی متغیرهای بارش سالانه و حداکثر بارش روزانه، تعداد روزهای یخبندان، مجموع ساعات آفتابی سالانه، دارای ضریب صفر بوده و بر کارایی شرکت‌ها اثری نداشته و حذف شدند. ضریب روند زمانی در هر دو مدل کوچک بوده و علامت منفی دارد. چگالی مشترکین در هر دو مدل ضریب مثبت داشته و نشان می‌دهد که با افزایش جمعیت در هر کیلومتر از شبکه توزیع برق، کارایی شرکت‌ها افزایش می‌یابد. این موضوع می‌تواند نشاندهنده وجود بازده فزاینده نسبت به مقیاس در شرکت‌های توزیع باشد.

امتیاز کارایی پویای شرکت‌های توزیع در طی دوره مورد بررسی در جدول ۲ پیوست قابل مشاهده است. متوسط امتیاز کارایی شرکت‌ها در مدل اول از مقدار ۶۷ درصد در سال ۱۳۸۷ آغاز شده و در انتهای دوره به ۷۰ درصد رسیده است که روند صعودی با شیب ملایم را به‌صورت متوسط برای صنعت نشان می‌دهد. امتیاز کارایی متوسط شرکت‌ها در طی دوره در مدل دوم ۹۵ درصد بوده و تقریبا ثابت مانده است. امتیاز کارایی شرکت‌ها در مدل دوم بالاتر از مدل اول است.

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

با توجه به شروع فرایند تنظیم شرکت‌های توزیع برق در ایران و لزوم سازگاری سیگنال‌های تنظیم در طی زمان با توجه به عمر بالای سرمایه در این بخش و غیرقابل بازگشت بودن آن، ایجاب می‌کند در انتخاب مدل تنظیم مناسب، نهایت دقت و وسواس انجام گیرد.

این مقاله به شناسایی مشکلات تنظیم برای سرمایه‌گذاری شرکت‌ها پرداخته و مشخص کرد که ارائه راه‌حل‌های تنظیم دارای پیچیدگی‌های بسیار زیادی است. یکی از دلایل آن این است که تنظیم‌کننده اطلاعات خود را از شرکت‌ها گرفته و تقارن اطلاعاتی در مورد هزینه‌ها وجود ندارد. استفاده از تکنیک‌های کارایی و بهره‌وری از جمله تعیین معیار هزینه کل، در تنظیم انگیزشی برای القاء کارایی هزینه و جلوگیری از تراکم بیش از حد سرمایه در شرکت‌ها رایج شده است. اما امروزه تنظیم، تنها کارایی کوتاه‌مدت شرکت‌های شبکه را در نظر می‌گیرد، در حالی که در یک محیط پویا که در آن فناوری، استانداردهای نظارتی، تقاضا و شرایط اقتصادی در حال تغییر است، فعالیت

می‌کنند. در پاسخ به این محیط متغیر، شرکت‌ها به سازماندهی مجدد فرایند تولید خود برای کارآمدتر شدن در کوتاه‌مدت می‌پردازند.

با این حال، عواملی که کارایی کوتاه‌مدت شرکت (به‌عنوان مثال انرژی فروخته شده) را تحت تأثیر قرار می‌دهند، بلافاصله تعدیل نمی‌شود، هنگامی که شرکت‌ها در فناوری جدید و پر هزینه سرمایه‌گذاری کنند که اثرگذاری آن بر تولید زمان‌بر است، تحت این شرایط، در کوتاه‌مدت، سرمایه‌گذاری جدید، موجب ایجاد ناکارایی می‌شود که برای مدتی ادامه می‌یابد تا اینکه ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌طور کامل تعدیل شوند. اما از سوی دیگر، درآمد شرکت‌ها، تحت تنظیم تشویقی، اساساً به سطح کارایی به دست آمده بستگی دارد. ولی حتی در کشورهای توسعه یافته نیز این پدیده در تنظیم دیده نشده و در طراحی نظام تنظیم شرکت‌های توزیع در ایران باید برای جلوگیری از انحراف سرمایه‌گذاری و کاهش کیفیت برق در آینده حتماً در نظر گرفته شود. بنابراین، استفاده همزمان از تنظیم تشویقی و کارایی ایستا می‌تواند سیگنال‌های متناقضی به شرکت‌های تحت تنظیم ارسال کند و این به‌طور بالقوه انگیزه شرکت‌ها برای سرمایه‌گذاری و نوآوری را محدود می‌کند.

در این مقاله مفهوم کارایی پویای شرکت‌های توزیع ایران تجزیه و تحلیل و اندازه کارایی پویا و ضریب تداوم آن در طی دوره به‌صورت تجربی بررسی شد. در هر دوره، ناکارآیی یک شرکت متشکل از دو جزء است: شوک‌های خاص دوره و یک قسمت ناکارایی باقیمانده از دوره‌های قبلی. شوک ناکارآمدی‌های خاص دوره می‌تواند بوسیله سرمایه‌گذاری و یا دیگر عوامل مؤثر بر ناکارآیی به‌وجود آید که به دلیل ناتوانی شرکت برای تعدیل به موقع ورودی خود (که ممکن است به‌دلیل تقاضای مشتقه خارج از کنترل شرکت باشد) ایجاد شده باشد.

نتایج نشان داد که، در سطح صنعت، ۹۱ درصد از نسبت کارایی به ناکارآیی از یک دوره به دوره دیگر منتقل می‌شود که مطابق با انتظار بر اساس اصل ماند است. برخی از شرکت‌ها در طی دوره روند مثبت و برخی روند نزولی داشتند اما متوسز کارایی صنعت ۳ درصد افزایش یافته است.

موضوع کارایی پویا تحت تنظیم انگیزشی نیازمند تحقیقات بیشتر برای توجه به مسائل سرمایه‌گذاری و نوآوری و همچنین تقارن اطلاعاتی بین نهاد تنظیم‌کننده و

شرکت‌ها، مالکیت شبه دولتی شرکت‌ها، تمایل بـه پرداخـت طیـف متفـاوت مشـترکین برای کیفیت برق است. نهاد تنظیم همچنین نیاز بـه درک عواقـب بلندمـدت چـارچوب تنظیم برای سرمایه‌گـذاری و نـوآوری و تصـمیم‌گیـری آگاهانـه در مـورد روش اجـرای مشوق‌ها و فرهنگ‌سازی در مدیریت مصرف خانوارها دارد.

منابع

امامی میبدی، علی (۱۳۷۹)، اصول انـدازه‌گیـری کـارایی و بهـره‌وری، تهـران، مؤسسـه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

زراء نژاد، منصور، یوسفی جاجی آباد، رضا (۱۳۹۰)، ارزیابی کارایی اقتصادی شرکت‌هـای توزیع برق ایران، پژوهش‌های علوم اقتصادی، سال ششم، شماره ۱۱، ص ۱۰۶-۸۱

سخنور، محمد و عباس عصاری و حسین صادقی و کاظم یاوری و ندر مهرگان (۱۳۹۲)، تخمین توابع فاصله نهاده مرزی و فرامرزی تصادفی برای شرکت‌های توزیع برق ایـران و تعیین عوامل موثر بر کارایی، سیاست‌گذاری اقتصادی، سال پنجم، شـماره نهـم، بهـار و تابستان، ص ۱۶۸-۱۲۹

سایت رسمی شرکت توانیر قابل دسترس در http://www.tavanir.org.ir

Ahn, S.C., and Sickles, R.C. (2000), "Estimation of Long-Run Inefficiency Levels: A Dynamic Frontier Approach", Econometric Reviews, 19:461–492.

Averch, H. and Johnson, L.L. (1962), "Behaviour of the Firm under Regulatory Constraint", American Economic Review, 52, 1059-69.

Burn, P. and Riechmann, C. (2004), "Regulatory Instruments and Investments Behavior", Utility Policy, 12, 211-219.

Coelli, T.J. and Perelman, S. (1996), "Efficiency Measurement, Multiple-Output Technologies and Distance Functions: With Application to European Railways", CREPP Discussion Paper 96/05, University of Liege.

Coelli, T., Estache, A., Perelman, S., and Trujillo, L. (2003), "Primer on Efficiency Measurement for Utilities and Transport Regulators", World Bank Institute Development Studies, Washington, DC.

Crew, M.A. and Kleindorfer, P.R. (1996), "Incentive Regulation in the United Kingdom and The United States: Some Lessons", Journal of Regulatory Economics, 9(3), 211–225.

Debreu, G.(1951), The Coefficient of Resource Utilization, Econometrica,

19, 273-292.

Emvalomatis, G., Stefanou, S.E., and Oude Lansink, A. (2011), "A Reduced-Form Model for Dynamic Efficiency Measurement: Application to Dairy Farms in Germany and the Netherlands", American Journal of Agricultural Economics, 93(1), 161-74.

Emvalomatis, G. (2012), "Adjustment and Unobserved Heterogeneity in Dynamic Stochastic Frontier Models", Journal of Productivity Analysis, 37, 7–16.

Emvalomatis, G. (2009), Parametric Model for Dynamic Efficiency Measurement, PhD Dissertation, the Pennsylvania State University, Graduate School, Department of Agricultural Economics and Rural Sociology, Available online at: https://etda.libraries.psu.edu /paper/9735/5393

Farrell, M. J.(1957), The Measurement of Productive Efficiency, Journal of

Royal Statistical Society,120(3), 253-290.

Growitsch, C., Jamasb, T., and Wetzel, H. (2012), "Efficiency Effects of Observed and Unobserved Heterogeneity: Experience from Norwegian Electricity Distribution" Energy Economics, 34, 542–548.

Joskow, P.L. (2008), "Incentive Regulation and Its Application to Electricity Networks", Review of Network Economics, 7(4), 547–560.

Joskow, P.L. (2005), "Incentive Regulation in Theory and Practice: Electricity Distribution and Transmission Networks", EPRG Working Paper series 05/11, University of Cambridge.

Jamasb, T. and Pollitt, M., (2001), "Benchmarking and Regulation: International Electricity Experience", Utilities Policy 9(3), 107–130.

Koopmans, T.C.(1957), Three Essays on the State of Economic Science, New York: McGraw-Hill.

Mundlak Y.(1978), "On the Pooling of Time Series and Cross Section Data", Econometrica, 46(1), 69–85.

Poudineh, R. and Jamasb, T. (2013a), "Investment and Efficiency under Incentive Regulation: The Case of Norwegian Electricity Distribution

Network". EPRG Working Paper No.1306, University of Cambridge, online: http://www.eprg.group.cam.ac.uk/wp-content/uploads/2013/04/1306-Full.pdf

Poudineh, R. and Jamasb, T. (2013b), "Determinants of Investments under Incentive Regulation: The Case of Norwegian Electricity Distribution Networks", EPRG Working Paper No.1312, University of Cambridge, online: http://www.eprg.group.cam.ac.uk /category/publications/working-paper-series/.

Rahmatallah Poudineh, Grigorios Emvalomatis, and Tooraj Jamasb, "Dynamic Efficiency and Incentive Regulation: An Application to Electricity Distribution Networks" Energy policy, February, 2014

Silva, E. and Stefanou, S.E. (2007), "Dynamic Efficiency Measurement: Theory and Application", American Journal of Agricultural Economics, 89(2), 398-419

پیوست

جدول ۱. آماره‌های توصیفی داده‌های شرکت‌های توزیع برق ایران

	میانگین	میانه	ماکزیمم	مینیمم	جارک برا	احتمال
EF	۳۹۲۱٫۶	۳۳۱۳٫۹	۱۹۰۴۵٫۴	۷۷۷٫۷	۸۴۹٫۸	۰
CUS	۷۰۱٫۴	۵۴۰	۴۲۶۷	۱۴۱	۳۴۳۰٫۶	۰
L	۴۷۵٫۲	۳۸۰	۲۱۲۴	۱۱۲	۱۳۲۷٫۶	۰
K	۸۹۵۰۰۰۰۰۰	۷۷۶۰۰۰۰۰۰	۲۵۰۰۰۰۰۰۰۰	۲۷۶۰۰۰۰۰۰	۵۸٫۱	۰
DENS	۱۱۳٫۱	۱۸٫۳	۴۲۲۰٫۵	۱٫۸	۳۳۷۴۰٫۴	۰
TLAFT	۱۴٫۸	۱۳٫۹	۳۸٫۹	۲٫۶	۳۸٫۲	۰
DMMAX	۲۳٫۸	۲۳٫۶	۳۴٫۳	۱۵٫۱	۲۸٫۱	۰
DMMIN	۱۰٫۳	۹٫۶	۲۶٫۹	۰٫۷	۶۳٫۶	۰
DMIN	-۸٫۴	-۸٫۵	۲۷٫۹	-۲۸٫۶	۲۵۷٫۷	۰
DMAX	۴۰٫۸	۴۱	۵۱٫۶	۷٫۸-	۳۹۵۳۷٫۳	۰
DDF	۴۹٫۲	۴۹٫۹	۶۷٫۲	۱	۳۳۵۴٫۳	۰
DM	۱۷٫۱	۱۶٫۹	۲۹٫۹	۹٫۳	۶۱٫۱	۰
BARSH	۲۸۲٫۶	۲۲۴٫۸	۱۶۳۶٫۹	۲۱٫۵	۸۴۰٫۴	۰
BRSHMAX	۳۳٫۲	۲۶٫۵	۱۲۵٫۲	۷٫۷	۲۳۵٫۸	۰
ROTMAX	۶۷٫۳	۶۵	۱۰۰	۳۲٫۹	۸٫۴	۰
ROTMIN	۳۰٫۷	۲۸	۷۱	۴	۲۸٫۹	۰
DAYAKH	۵۹٫۶	۶۲	۱۴۶	۰	۸٫۳	۰
SUN	۲۹۲۰٫۶	۳۰۱۰	۳۹۱۲٫۷	۳۵٫۹	۱۱۳۷٫۵	۰
BADMAX	۲۲	۲۰	۷۰	۱۲	۹۱۵٫۲	۰
FORST	۴۲۵۶۰۸٫۴	۳۷۰۷۸۶	۲۲۱۸۹۲۵	۰	۲۹۹٫۶	۰
TMARTA	۲۴۸۹۱۲۵	۱۱۳۷۰۶۰	۱۰۶۴۸۴۹۹	۰	۷۶٫۱	۰
DSERT	۱۰۳۲۱۱۹	۷۳۱۴۳	۶۷۳۴۳۴۲	۰	۲۲۵٫۷	۰

منبع: مستخرج از سایت توانیر و سازمان هواشناسی

جدول ۲. امتیاز کارایی پویای شرکت‌های توزیع ایران

	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳
میانگین	۰.۶۷۹	۰.۶۹۱	۰.۶۸۷	۰.۶۸۹	۰.۶۹۷	۰.۶۹۳	۰.۷۰۰
تبریز	۰،۵۹۴	۰،۶۲۲	۰،۶۳۴	۰،۶۴	۰،۶۲۳	۰،۶۲۷	۰،۶۳۲
آذربایجان شرقی	۰،۵۴۱	۰،۵۴۳	۰،۵۵۲	۰،۵۳۱	۰،۵۱۶	۰،۵۰۸	۰،۵۰۶
آذربایجان غربی	۰،۶۰۱	۰،۶۳۳	۰،۶۲۸	۰،۶۱۵	۰،۵۹۱	۰،۵۹۴	۰،۶۱۷
اردبیل	۰،۶۸۴	۰،۶۹۲	۰،۷۰۳	۰،۶۸	۰،۶۵۹	۰،۶۴۳	۰،۶۴۳
استان اصفهان	۰،۷۱۲	۰،۷۴۱	۰،۷۴۴	۰،۶۷۵	۰،۶۶۱	۰،۷۷۵	۰،۷۷۷
شهرستان اصفهان	۰،۸۴	۰،۸۳۲	۰،۸۱۷	۰،۸۰۹	۰،۷۸۸	۰،۶۴۳	۰،۶۲۴
چهارمحال و بختیاری	۰،۷۹	۰،۷۸۸	۰،۷۷	۰،۷۷۹	۰،۷۷۳	۰،۷۶۱	۰،۷۶۱
مرکزی	۰،۷۱۹	۰،۷۵۴	۰،۷۴۸	۰،۷۴۱	۰،۷۳۲	۰،۷۰۷	۰،۶۸۶
همدان	۰،۶۷۷	۰،۶۸۱	۰،۶۶	۰،۶۶۳	۰،۶۶۴	۰،۶۵۴	۰،۶۵۲
لرستان	۰،۸۰۶	۰،۷۹۹	۰،۷۷۲	۰،۷۲۱	۰،۶۷۱	۰،۶۱۶	۰،۶۲۵
البرز	۰،۸۰۵	۰،۷۹۹	۰،۸۰۱	۰،۷۸۹	۰،۷۹۲	۰،۷۸۱	۰،۷۷۱
تهران بزرگ	۰،۶۴۸	۰،۶۴۱	۰،۶۳۵	۰،۶۳۷	۰،۶۳۸	۰،۶۳۴	۰،۶۴۱
استان تهران	۰،۷۳۵	۰،۷۳۵	۰،۶۵۶	۰،۶۳۴	۰،۶۳۹	۰،۶۳۹	۰،۶۱۸
قم	۰،۷۱۷	۰،۷۲	۰،۷۳۷	۰،۷۳	۰،۷۴۳	۰،۷۴۳	۰،۷۴۵
مشهد	۰،۸۰۴	۰،۷۹۴	۰،۷۵۸	۰،۷۱۲	۰،۶۸۹	۰،۶۷۱	۰،۶۷
خراسان رضوی	۰،۶۵۴	۰،۶۴۸	۰،۶۲۱	۰،۶۱۲	۰،۵۸۹	۰،۵۹	۰،۵۹۳
خراسان جنوبی	۰،۷۳۸	۰،۷۳۷	۰،۷۳۸	۰،۷۲۹	۰،۷۷۸	۰،۷۸۴	۰،۷۷۹
خراسان شمالی	۰،۷۲۶	۰،۷۳۵	۰،۷۳۳	۰،۷۵	۰،۷۱۴	۰،۶۸۷	۰،۶۸۹
اهواز	۰،۶۰۴	۰،۶۲۳	۰،۶۵۷	۰،۶۴۵	۰،۶۴۴	۰،۶۴۷	۰،۶۶۳
خوزستان	۰،۶۴۵	۰،۶۳۷	۰،۶۱۸	۰،۵۵۴	۰،۵۱	۰،۵۰۲	۰،۵۰۸
کهکلویه و بویراحمد	۰،۶۹۲	۰،۶۹۱	۰،۶۹۵	۰،۶۵	۰،۶۱۵	۰،۵۹۷	۰،۶
زنجان	۰،۷۱۴	۰،۷۲۲	۰،۷۵۶	۰،۷۵۶	۰،۷۷۶	۰،۷۶۲	۰،۷۴۷
قزوین	۰،۷۶	۰،۷۴۶	۰،۷۳۱	۰،۷۸۴	۰،۸۰۵	۰،۸۱۱	۰،۸۲۷
سمنان	۰،۷۶۲	۰،۷۷۵	۰،۷۷۱	۰،۷۳۲	۰،۷۱۴	۰،۷۰۵	۰،۷۱۴
سیستان	۰،۵۳۴	۰،۵۳۲	۰،۵۳۱	۰،۵۳۶	۰،۶۰۷	۰،۵۶	۰،۵۴
کرمانشاه	۰،۷۶	۰،۷۷۴	۰،۷۶۲	۰،۷۶۹	۰،۷۹۳	۰،۸۲۵	۰،۸۴۲
کردستان	۰،۸۰۴	۰،۸۲۴	۰،۸۱	۰،۷۸۹	۰،۷۶۱	۰،۷۴۷	۰،۷۴۱
ایلام	۰،۸۱۱	۰،۸۱۴	۰،۸۱	۰،۷۸۹	۰،۷۶۷	۰،۷۷۷	۰،۷۷۵
شیراز	۰،۶۳۸	۰.۶۴۲	۰.۶۳۸	۰.۶۴۰	۰.۶۸۴	۰.۷۰۸	۰.۷۲۵
فارس	۰.۷۴۳	۰.۷۶۸	۰.۷۶۲	۰.۷۲۷	۰.۷۰۷	۰.۶۸۶	۰.۶۷۴
بوشهر	۰.۷۴۰	۰.۷۸۹	۰.۷۷۶	۰.۷۴۳	۰.۷۳۷	۰.۷۲۶	۰.۷۲۴
کرمان شمالی	۰.۶۳۱	۰.۶۳۴	۰.۶۴۱	۰.۶۴۳	۰.۶۴۲	۰.۶۴۵	۰.۶۵۱
کرمان جنوبی	۰.۶۲۶	۰.۶۳۰	۰.۶۴۷	۰.۶۴۹	۰.۶۶۵	۰.۶۶۹	۰.۶۷۴
گیلان	۰.۶۷۹	۰.۶۹۰	۰.۶۸۹	۰.۷۱۲	۰.۷۰۶	۰.۶۹۸	۰.۷۱۷
مازندران شرقی	۰.۶۵۵	۰.۶۶۵	۰.۶۴۸	۰.۶۵۱	۰.۶۶۰	۰.۶۵۰	۰.۶۸۱
مازندران غربی	۰.۷۶۳	۰.۷۸۷	۰.۷۹۲	۰.۸۰۹	۰.۸۲۲	۰.۸۳۳	۰.۸۵۰
گلستان	۰.۶۸۹	۰.۷۱۵	۰.۷۱۵	۰.۷۶۹	۰.۷۹۲	۰.۷۷۵	۰.۷۷۴
هرمزگان	۰.۶۰۴	۰.۶۰۰	۰.۵۷۲	۰.۵۵۷	۰.۵۴۸	۰.۵۲۹	۰.۵۲۴
یزد	۰.۶۶۳	۰.۶۷۷	۰.۶۷۶	۰.۶۷۹	۰.۷۰۰	۰.۷۰۶	۰.۷۰۴

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۳. رتبه شرکت‌ها در طی دوره مورد بررسی

	۱۳۸۷	۱۳۸۸	۱۳۸۹	۱۳۹۰	۱۳۹۱	۱۳۹۲	۱۳۹۳	میانگین دوره
تبریز	۲۷	۲۶	۲۳	۲۱	۲۲	۲۱	۱۹	۲۳
آذربایجان شرقی	۲۸	۲۷	۲۷	۲۸	۲۷	۲۷	۲۸	۲۷
آذربایجان غربی	۲۶	۲۴	۲۴	۲۴	۲۵	۲۴	۲۳	۲۴
اردبیل	۱۹	۱۸	۱۷	۱۶	۱۸	۱۷	۱۷	۱۷
استان اصفهان	۱۷	۱۲	۱۲	۱۷	۱۷	۶	۴	۱۲
شهرستان اصفهان	۱	۱	۱	۱	۴	۱۸	۲۱	۷
چهارمحال و بختیاری	۷	۷	۷	۶	۷	۸	۷	۷
مرکزی	۱۴	۱۰	۱۱	۱۰	۱۱	۱۱	۱۳	۱۱
همدان	۲۰	۲۰	۱۹	۱۸	۱۶	۱۵	۱۶	۱۸
لرستان	۳	۴	۵	۱۴	۱۵	۲۲	۲۰	۱۲
البرز	۴	۵	۴	۲	۳	۴	۶	۴
تهران بزرگ	۲۲	۲۲	۲۲	۲۲	۲۱	۲۰	۱۸	۲۱
استان تهران	۱۲	۱۴	۲۱	۲۳	۲۰	۱۹	۲۲	۱۹
قم	۱۵	۱۷	۱۴	۱۲	۱۰	۱۰	۹	۱۲
مشهد	۵	۶	۹	۱۵	۱۴	۱۴	۱۴	۱۱
خراسان رضوی	۲۱	۲۱	۲۵	۲۵	۲۶	۲۵	۲۵	۲۴
خراسان جنوبی	۱۱	۱۳	۱۳	۱۳	۵	۳	۳	۹
خراسان شمالی	۱۳	۱۵	۱۵	۹	۱۲	۱۳	۱۲	۱۳
اهواز	۲۵	۲۵	۲۰	۲۰	۱۹	۱۶	۱۵	۲۰
خوزستان	۲۳	۲۳	۲۶	۲۶	۲۸	۲۸	۲۷	۲۶
کهکلویه و بویراحمد	۱۸	۱۹	۱۸	۱۹	۲۳	۲۳	۲۴	۲۱
زنجان	۱۶	۱۶	۱۰	۸	۶	۷	۸	۱۰
قزوین	۹	۱۱	۱۶	۵	۱	۲	۲	۷
سمنان	۸	۸	۶	۱۱	۱۳	۱۲	۱۱	۱۰
سیستان	۲۹	۲۸	۲۸	۲۷	۲۴	۲۶	۲۶	۲۷
کرمانشاه	۱۰	۹	۸	۷	۲	۱	۱	۵
کردستان	۶	۲	۲	۳	۹	۹	۱۰	۶
ایلام	۲	۳	۳	۴	۸	۵	۵	۴
شیراز	۲۴	۳۶	۳۸	۳۸	۳۵	۳۲	۳۱	۳۳
فارس	۳۱	۳۱	۳۱	۳۲	۳۲	۳۵	۳۶	۳۳
بوشهر	۳۲	۲۹	۳۰	۳۱	۳۱	۳۱	۳۲	۳۱
کرمان شمالی	۳۷	۳۷	۳۷	۳۷	۳۸	۳۸	۳۸	۳۷
کرمان جنوبی	۳۸	۳۸	۳۶	۳۶	۳۶	۳۶	۳۷	۳۷
گیلان	۳۴	۳۳	۳۳	۳۳	۳۳	۳۴	۳۳	۳۳
مازندران شرقی	۳۶	۳۵	۳۵	۳۵	۳۷	۳۷	۳۵	۳۶
مازندران غربی	۳۰	۳۰	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹	۲۹
گلستان	۳۳	۳۲	۳۲	۳۰	۳۰	۳۰	۳۰	۳۱
هرمزگان	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹	۳۹
یزد	۳۵	۳۴	۳۴	۳۴	۳۴	۳۳	۳۴	۳۴

منبع: یافته‌های تحقیق

Application of Dynamic Efficiency to the Regulation of Iran's Electricity Distribution Companies (Bayesian Approach)

Farhad Khodadad Kasha
Faculty Member of Payam Noor University of Economics, khodadad@pnu.ac.ir

Mohamad Sadegh Ghazizadeh
Faculty Member of Shahid Beheshti University ghazizadeh.ms@gmail.com

Kioumars Heidary
Ph.D. in Economics and Faculty Member of Research Institute of Power, Kheydari@nri.ac.ir

Mohamad Oshani[1]
Ph.D. student of Payame Noor University, Oshani.ff@gmail.com
Received: 2017/05/21 Accepted: 2017/07/31

Abstract

There are many approaches to an efficiency based regulation system for public utilities including rate of return and incentive-based rules. This paper applies the dynamic efficiency concept to the regulation of Iran's power distribution market. We use the distance function to calculate the dynamic efficiency of Iran's electricity distribution companies for the period 2009-2015. We employ the Markov Chain Monte Carlo (MCMC) method to estimate the posterior moments of the model's parameters. The results show that environmental and climatic factors affect efficiency o firms. The average industrial efficiency increased from 67% to 70% over this period. We observe a 92% tendency of inefficiency to persist.

JEL Classification: L43, L51, L94, D21, D23, D24

Keywords: dynamic efficiency, incentive regulation, Electricity

1. Corresponding Author