



پژوهشنامه‌ی علوم اقتصادی

علمی - پژوهشی

سال ششم، شماره‌ی ۱۱، نیمه‌ی اول ۱۳۹۰

## ارزیابی کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق ایران

منصور زراءنژاد\*

رضایوسفی حاجی‌آباد\*\*

تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۳/۲۲

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۴/۳۰

### چکیده

هدف این پژوهش برآورد کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق ایران و تشخیص عوامل مؤثر بر آن با استفاده از تابع مرزی تصادفی است. برای این منظور داده‌های تلفیقی ۴۱ شرکت توزیع برق ایران طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۵ جمع‌آوری و کارایی اقتصادی این شرکت‌ها با استفاده از مدل‌های خطای ترکیب (۱۹۹۲) و اثرات ناکارایی (۱۹۹۵) بتیس و کولی محاسبه شده است. نتایج به دست آمده نشان داد که میانگین کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق طی دوره‌ی مورد مطالعه در قالب الگوی اول و دوم بتیس و کولی، به ترتیب ۱/۷۴ و ۱/۶۵ است. در میان عوامل مؤثر بر کارایی اقتصادی این شرکت‌ها، نسبت کارکنان با تحصیلات لیسانس به بالا و سابقه‌ی کاری دارای بیشترین تأثیر بر کارایی هستند. شرکت‌های توزیع برق قم و گیلان به ترتیب دارای بالاترین و پایین‌ترین میزان کارایی در دوره مورد مطالعه هستند.

**واژه‌های کلیدی:** تابع مرزی تصادفی، کارایی اقتصادی، شرکت‌های توزیع برق، روش‌های پارامتریک، تابع ترانسلوگ

طبقه‌بندی JEL: C 33, L 94

\* نویسنده مسئول - استاد گروه اقتصاد دانشگاه شهید چمران اهواز

\*\* مدرس و دانشجوی دوره‌ی دکتری علوم اقتصادی دانشگاه پیام‌نور خوزستان

## مقدمه

برق به عنوان یک عامل انرژی پر مصرف و پاک، که قابلیت تولید از انواع مواهب زیستی مانند باد، آب و انرژی خورشیدی را دارا است، جایگاه منحصر به فردی در اقتصاد کشور دارد. با توجه به نقش قابل ملاحظه‌ای که صنعت برق در رفاه خانوارها و تولیدات سایر صنایع دارد، کارایی این صنعت از دیر باز مورد توجه دولتمردان و عموم مردم بوده است. در این زمینه، فرایند تولید، انتقال و توزیع به عنوان سه بخش اصلی این انرژی، تحقیقات زیادی را به خود جلب کرده است. بخش توزیع برق به سبب آن که رابط بین صنعت برق و مشترکان است، نقشی چند سویه بر عهده دارد. خدمت رسانی و تأمین رضایت مشترکان، فروش انرژی برق به عنوان یک کالای اقتصادی، نقش فنی برای نگهداری، راهبری و توسعه‌ی شبکه‌های توزیع و در نهایت حفظ ارتباط و هماهنگی با بخش‌های بالادست صنعت برق، به گونه‌ای که مجموعه صنعت برق از این رهگذر بتواند به فرایند تولید و عرضه‌ی برق ادامه دهد، از مهم ترین وظایف بخش توزیع برق است.

در این میان، توجه به نوع خدمات‌رسانی این شرکت‌ها مسأله‌ای مهم است که پرداختن به آن باعث کاهش هزینه‌ی هر واحد تولید می‌شود؛ زیرا با توجه به ماهیت انحصاری شرکت‌های توزیع برق در ایران، به دلیل وابستگی شدید این بخش با ساختار دولتی در عین خصوصی بودن آن، و با در نظر داشتن گستره‌ی خدمات عمومی و رفاهی بودن خدمات آن، لزوم ارتقای حداکثر سرویس دهی با حداقل هزینه مسأله‌ی مهمی است که باید به آن بیشتر پرداخته شود. افزایش تعداد مشترکین، توسعه‌ی حوزه‌ی فعالیت شرکت‌ها، رشد سریع و روز افزون تقاضا و مصرف برق از جمله مسائلی است که ضرورت بررسی میزان کارایی و مطالعه‌ی ساختار و تشکیلات سازمانی شرکت‌های توزیع برق، شیوه‌ها و روش‌های ارائه‌ی خدمات این صنعت و امکان‌سنجی کاهش هزینه‌های شرکت‌های توزیع برق را نمایان می‌سازد. با توجه به اهمیت موضوع، هدف تحقیق حاضر بررسی کارایی اقتصادی و امکان‌سنجی کاهش هزینه‌های شرکت‌های توزیع برق ایران و بررسی عوامل مؤثر بر کارایی این شرکت‌ها، با استفاده از روش تابع هزینه‌ی مرزی تصادفی است. به این منظور پژوهش حاضر در صدد پاسخ گویی به سؤالات زیر است:

میزان کارایی اقتصادی شرکت های توزیع برق در ایران چه میزان است؟ آیا سطح نسبت کارکنان دارای تحصیلات لیسانس به بالاتر، سابقه کار در صنعت برق و فعالیت انحصاری شرکت های توزیع برق ایران بر عملکرد آن ها مؤثر است؟ در زمینه ی پاسخ گویی به سؤالات فوق، مقاله ی حاضر در پنج بخش تنظیم شده است. بخش دوم، به بررسی پژوهش های انجام شده شامل مبانی نظری و سوابق تجربی تحقیق می پردازد. در بخش سوم مدل مورد استفاده در این تحقیق ارائه می شود. بخش چهارم به تجزیه و تحلیل نتایج تجربی این پژوهش می پردازد و قسمت پایانی نیز به نتیجه گیری اختصاص دارد.

## ۲- کلیات

### ۲-۱- مبانی نظری تحقیق

کارایی اقتصادی یا کارایی هزینه<sup>۱</sup> به معنای توانایی بنگاه اقتصادی در تولید سطح مشخصی از محصول با استفاده از حداقل هزینه ی ممکن نهاده در یک مقطع زمانی است. در پژوهش های مربوط به کارایی، تابع هزینه ی مرزی به عنوان حداقل هزینه ی لازم برای دستیابی به سطحی مشخص از محصول، در واحد زمان تعریف می شود. اصطلاح تابع مرزی به این اشاره دارد که تولید سطح محصول با هزینه های کمتر از این امکان پذیر نیست. فارل (۱۹۵۷) با پیروی از کارهای صورت گرفته توسط دبرو و کوپمنز (۱۹۵۱) امکان اندازه گیری عملی کارایی بنگاه های اقتصادی را فراهم آورد.

امروزه در اکثر مطالعات تجربی، محاسبه ی کارایی اقتصادی بنگاه ها با استفاده از دو روش ناپارامتریک و پارامتریک تحلیل پوششی داده ها (DEA)<sup>۲</sup> و روش مرز تصادفی (SFA)<sup>۳</sup> صورت می گیرد. در حقیقت، کاربرد هر یک از این دو روش برای ارزیابی کارایی بنگاه های اقتصادی، به شرایط حاکم بر محیط اقتصادی فعالیت و صنعتی بستگی دارد که مؤسسات اقتصادی در آن فعالیت دارند. عموماً در صنایعی که عملکرد و کارایی هر یک از

1-Cost efficiency

2-Data envelopment analysis

3-Stochastic frontier approach

بنگاهها تحت تأثیر عوامل تصادفی همانند حوادث طبیعی، اعتصابات یا جنگ قرار دارد، استفاده از روش تابع هزینهی مرزی تصادفی نتایج بهتری ارائه می کند. در این روش، تابع هزینهی مرزی با استفاده از حداقل مقدار هزینهی بنگاههای مختلف در یک صنعت خاص، تخمین زده می شود و تفاوت هزینهی واقعی و هزینهی مرزی برای هر بنگاه، به عنوان شاخصی برای سنجش ناکارایی آن محسوب می شود. در حالت خاص، ممکن است که مقدار هزینهی واقعی بنگاه خاص با مقدار هزینهی مرزی آن برابر باشد؛ در این صورت چنین بنگاهی، یک بنگاه کارآ از لحاظ اقتصادی به شمار می آید. در الگوهای مرزی تصادفی، علت تفاوت بین هزینهی واقعی و هزینهی مرزی، ناشی از ناکارایی اقتصادی و عامل تصادفی است. یعنی اگر عملکرد بنگاهی بیشتر از هزینهی مرزی باشد، بخشی از آن ناکارایی به دلیل ناکارایی اقتصادی و بخشی دیگر، به دلیل وجود عوامل تصادفی است. مدل اولیه تابع هزینهی مرزی به صورت زیر است:

$$C_{it} = C(Y_{it}, W_{it}, \beta) + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

که در آن  $C_{it}$  هزینهی تولید بنگاه  $i$  ام،  $Y_{it}$  میزان محصول،  $W_{it}$  بردار قیمت عوامل تولید،  $\beta$  بردار پارامترها و  $\varepsilon_{it}$  جمله خطا می باشد. در توابع هزینهی مرزی، جملهی خطا مرکب<sup>۱</sup> بوده و از دو جزء مستقل تشکیل شده است که در توابع هزینهی مرزی به صورت  $\varepsilon_i = v_i + u_i$  تعریف می شود. در این مورد،  $v_i \sim N(0, \sigma_v^2)$  جمله خطای دوطرفه است. به منظور به حساب آوردن تأثیرات متغیرهای حذف شده یا خطای اندازه گیری، و هم چنین سنجش تأثیر برخی متغیرهای غیر قابل کنترل در فرایند تولید و ارائهی خدمات جزء  $v_i$  در مدل فوق وارد می شود.

---

1-Composed error

$u_i$ ، جمله خطای یک طرفه با توزیع نیمه نرمال یا نرمال منقطع است که مشخص کننده میزبان ناکارایی است.<sup>۱</sup> این جزء در تابع هزینه، نماینده مسایلی است که عدم کارایی در تولید از قبیل عدم تلاش مدیریت و کارکنان بنگاه، محدودیت های اطلاعاتی، عدم مهارت کافی کارکنان را در بر می گیرد. در حقیقت  $u_i$  نشان می دهد که در بنگاه  $i$  ام به دلیل عدم تخصیص بهینه منابع، تا چه اندازه فراتر از حداقل هزینه فعالیت می کند. در روش مرز تصادفی انحراف نقاط مشاهده شده از تابع هزینه مرزی به دو بخش  $u$  و  $v$  بستگی دارد. اثرات ناکارایی منفی معنا نخواهد داشت؛ زیرا به ازای مقدار صفر برای جزء ناکارایی، بنگاه بر روی مرز هزینه قرار دارد و به مقادیر بزرگ تر از صفر، بالای مرز هزینه قرار خواهد گرفت که بیان کننده ناکارایی است. در حالت وجود کارایی کامل اقتصادی، میزان کارایی هر بنگاه یک و در صورت ناکارایی، نمره ی کارایی بیشتر از یک خواهد بود.

فرض می شود دو جزء  $u_i$  و  $v_i$  به طور مستقل از هم توزیع شده است. تفاضل دو عبارت  $(v - u)$  نامتقارن و غیر نرمال است که درجه ی متقارن بودن آن به مقدار  $\lambda = \frac{\sigma_u}{\sigma_v}$  بستگی دارد. اگر  $\lambda = 0$  باشد، تابع به رگرسیون معمولی با توزیع نرمال جمله اخلاص تبدیل می شود (کولی، ۱۹۹۶: ۴). مدل فوق را پس از مشخص شدن شکل تابع  $(Y_{it}, W_{it}, \beta)$ ، و با در نظر گرفتن فروض توزیع برای  $v_i$  و  $u_i$ ، می توان به روش حداکثر درست نمایی<sup>۱</sup> تخمین زد.<sup>۲</sup>

## ۲-۱-۲- الگوی خطای ترکیب بتیس و کولی

بتیس و کولی (۱۹۹۲)، تابع مرزی تصادفی را پیشنهاد کردند که قابلیت به کارگیری داده های تلفیقی را داشت. اثرات ناکارایی بنگاه، متغیری با توزیع نرمال منقطع است و قابلیت تغییر سیستماتیک آن در طول زمان مشاهده می شود. این الگو به صورت زیر مشخص می شود.

---

1-Maximum likelihood

(۲)

$$C_{it} = (Y_{it}, W_{it}, \beta) + v_{it} + u_{it} \quad i = 1, 2, \dots, N \quad , \quad t = 1, 2, \dots, T$$

$$U_{it} = \{U_{it} \exp(\eta(t-T))\} \quad U_{it} \sim N(\mu, \delta_u^2)$$

که  $C_{it}$  هزینه ی بنگاه  $i$  در دوره ی زمانی  $t$ ،  $Y_{it}$  میزان محصول،  $W_{it}$  بردار قیمت بنگاه  $i$  ام در زمان  $t$ ،  $v_{it}$  متغیر تصادفی جزء اخلاص،  $u_{it}$  متغیر تصادفی و بیان کننده ی ناکارایی اقتصادی و دارای توزیع نرمال منقطع در صفر است.  $\eta$  پارامتری است که باید تخمین زده شود. برآورد مدل فوق به روش حداکثر درست نمایی است و در برآورد و تخمین مدل، پارامترهای  $\sigma = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  و  $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$  جایگزین  $\sigma_u^2$  و  $\sigma_v^2$  می شود. از خصوصیات این مدل امکان برآورد آن با داده های تلفیقی ناکامل است.<sup>۱</sup> از آن جا که این الگو اثرات ناکارایی را طی زمان متغیر در نظر می گیرد؛ تنها در داده های سری زمانی یا تلفیقی می توان از آن استفاده کرد. اگر در مدل فوق  $\eta = 0$  باشد، این مدل به مدل عدم تغییر کارایی در طول زمان تبدیل می شود.<sup>۲</sup>

### ۲-۱-۳- الگوی اثر ناکارایی بتیس و کولی<sup>۳</sup>

در برخی از مطالعات تجربی توابع مرزی و میزان کارایی تخمین زده شده و سپس کارایی به دست آمده بر متغیرهای محیطی و مشخصی برازش شده است تا دلایل تفاوت در کارایی بنگاه های اقتصادی مورد بررسی مشخص شود. اما این روش دو مرحله ای ناقص برخی فروض مربوط به جزء ناکارایی است؛ چراکه در مرحله ی اول برآورد جزء خطای یک طرفه که معرف ناکارایی است مستقل از مشاهدات در نظر گرفته می شود و در مرحله ی دوم این فرض نقض می گشت. در این زمینه، بتیس و کولی در سال ۱۹۹۵ مدلی را ارائه کردند که در آن

---

1-Unbalanced panel data

2-Time-invariant Inefficiency model (Battese, Coelli, Colby)

3-Technical inefficiency effect

می توان به بررسی اثرات برخی از عوامل مؤثر بر کارایی واحدهای اقتصادی، همانند تجربیات مدیریتی، نوع مالکیت و تحصیلات کارمندان پرداخت. شکل این الگو به صورت زیر می باشد:

(۳)

$$C_{it} = (Y_{it}, W_{it}, \beta) + v_{it} + u_{it}$$

$$i = 1, 2, \dots, N$$

$$t = 1, 2, \dots, T$$

که  $C_{it}, W_{it}, \beta, v_{it}$  قبلاً تعریف شده اند.  $u_{it}$  متغیر تصادفی و مستقل از  $v_{it}$  که بیان کننده ی ناکارایی تابع هزینه است و دارای توزیع نرمال منقطع در صفر و میانگین  $m_{it}$  است.

(۴)

$$u_{it} = Z_{it} \delta + \omega_{it}$$

$$u_{it} \sim N(m_{it}, \sigma_u^2)$$

$$m_{it} = Z_{it} \delta$$

$Z_{it}$  بردار  $(1 \times p)$  از متغیرهای ویژه بنگاه است.  $\delta$  بردار  $(p \times 1)$  از پارامترهای است که باید تخمین زده شود. این دو الگو هیچ نقطه ی اشتراکی با هم ندارند؛ اما همانند مدل اول

پارامترهای  $\sigma = \sigma_v^2 + \sigma_u^2$  و  $\gamma = \frac{\sigma_u^2}{\sigma_v^2 + \sigma_u^2}$  جایگزین  $\sigma_v^2$  و  $\sigma_u^2$  می شود. برای تخمین

پارامترهای تابع هزینه یا تولید، تصادفی از روش حداکثر درست نمایی استفاده می شود. روش حداکثر درست نمایی به بنگاه های کارا اجازه می دهد که در تعیین مرز هزینه، نقش بیشتری داشته باشند تا از اشکال ساختاری روش حداقل مربعات معمولی که به مشاهدات دور افتاده وزن یکسان می دهد، بکاهد. اگر  $u_{it} = 0$  باشد، پارامتر  $\gamma$  برابر صفر شده و انحراف از مرز کارایی صرفاً به علت خطای تصادفی  $v_{it}$  است. در این مورد برآورد حداکثر درست نمایی همان برآورد حداقل مربعات معمولی است. چنان چه همه ی عناصر بردار  $\delta$  صفر باشد، اثرات فنی ارتباطی با متغیرهای ویژه بنگاه ندارد.

## ۲-۲- مروری بر سوابق تحقیق

برنز و جونز<sup>۱</sup> (۱۹۹۶) به ارزیابی کارایی اقتصادی و عوامل مؤثر بر عملکرد شرکت‌های توزیع برق انگلستان، با استفاده از روش مرز تصادفی و تابع هزینه‌ی ترانس‌لوگ پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که میانگین کارایی اقتصادی این شرکت‌ها ۱/۶۶ بوده و عواملی همانند خصوصی‌سازی، سال تأسیس این شرکت‌ها، طول خطوط و ظرفیت انتقال بر کارایی آن‌ها بی‌تأثیر بوده است. هم‌چنین، این نتایج وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس را در صنایع توزیع برق این کشور مورد تأیید قرار داده‌اند.

هاتوری<sup>۲</sup> (۲۰۰۲) در تحقیق خود، به بررسی و مقایسه‌ی کارایی شرکت‌های توزیع برق ژاپن و آمریکا، طی دوره‌ی زمانی ۱۹۸۲-۱۹۹۷، با استفاده از تابع مرزی تصادفی ترانس‌لوگ پرداخته است. نتایج نشان از تأثیرگذاری عوامل محیطی هم‌چون شرایط اقتصادی و سابقه‌ی مدیریتی بر کارایی شرکت‌های توزیع برق ژاپن بوده و این شرکت‌ها دارای میانگین کارایی بالاتری نسبت به شرکت‌های آمریکایی هستند.

فلیپینی<sup>۳</sup> (۲۰۰۱) در تحقیقی دیگر کارایی اقتصادی ۵۰ شرکت توزیع برق کشور سوئیس را طی سال‌های ۱۹۸۸ تا ۱۹۹۶ مورد بررسی قرار داده است. از نتایج این تحقیق وجود صرفه‌های ناشی از مقیاس در بین شرکت‌های توزیع برق این کشور و افزایش کارایی این واحدها در طی زمان است. میانگین کارایی اقتصادی شرکت‌های مورد بررسی در طی زمان ۱/۱۵ بوده است.

متأسفانه در زمینه‌ی ارزیابی کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق در داخل کشور مطالعات چندانی موجود نیست. در این مورد، فلاحی و احمدی<sup>۴</sup> (۱۳۸۳)، به بررسی کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق استان خراسان، طی سال‌های ۱۳۷۲-۱۳۸۱، با استفاده از روش مرز تصادفی و در قالب الگوی خطای ترکیبی بتیس و کولی، پرداخته‌اند. در مجموع نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که میانگین کارایی هزینه‌ی این شرکت‌ها بسیار پایین و

1-Burnes and Jones

2-Hattori

3-Filipini

4-Falahi and Ahmadi



نزدیک به ۳/۹۸ بوده است. از دیگر نتایج تحقیق، عدم وجود صرفه‌های مقیاس و لزوم افزایش تعداد شرکت‌های توزیع برق در این استان، با توجه به وسعت آن است.

### ۳- مدل تحقیق

مطالعات جدید اغلب بر پایه‌ی فرم‌های پایه‌ای انعطاف‌پذیر صورت می‌پذیرد. فرم‌های تابعی انعطاف‌پذیر در اقتصاد سنجی کاربرد فراوانی دارند، چرا که به محقق امکان بررسی تغییرات مرتبه‌ی دوم را نیز می‌دهد، مانند کشش جانشینی که تابعی از مشتق دوم توابع تولید، هزینه یا مطلوبیت هستند. در واقع در مقوله مدل‌های رفتار تولید کننده، مقاله آرو<sup>۱</sup> (۱۹۶۱) مشکل ذاتی توابع کاب-داگلاس را بیان می‌کند که در آن مجموع تمام کشش‌های جانشینی عوامل برابر یک است و از آن به بعد محققان، بسیاری از توابع انعطاف‌پذیر همانند توابع ترانسلوگ را بیان کرده‌اند که جانشینی عوامل را غیر محدود می‌ساخت. براین اساس تابع هزینه ترانسلوگ مورد استفاده جهت تخمین کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق ایران به صورت زیر است<sup>۳</sup>:

(۵)

$$\begin{aligned} \ln(TC_{it}) &= \beta + \alpha_1 \ln q_{it} + \beta_1 \ln W_{it} + \beta_2 \ln LF_{it} + \beta_3 \ln \left( \frac{KWIRE_{it}}{CUS_{it}} \right) \\ &+ \frac{1}{\gamma} \alpha_1 \ln^{\gamma}(q) + \frac{1}{\gamma} \beta_1 \ln^{\gamma}(w) + \frac{1}{\gamma} \beta_2 \ln^{\gamma}(LF) + \frac{1}{\gamma} \beta_3 \ln^{\gamma} \left( \frac{KWIRE_{it}}{CUS_{it}} \right) \\ &+ \beta_{1\gamma} \ln w_{it} \ln LF_{it} + \beta_{2\gamma} \ln w_{it} \ln \left( \frac{KWIRE_{it}}{CUS_{it}} \right) + \beta_{3\gamma} \ln LF_{it} \ln \left( \frac{KWIRE_{it}}{CUS_{it}} \right) \\ &+ f_1 \ln q_{it} \ln w_{it} + f_2 \ln q_{it} \ln LF_{it} + f_3 \ln q_{it} \ln \left( \frac{KWIRE_{it}}{CUS_{it}} \right) + v + u \\ &= C \left( q, w, LF, \frac{KWIRE}{CUS} \right) + v + u \end{aligned}$$

که در آن  $TC_{it}$  کل هزینه های شرکت توزیع  $i$  ام در سال  $t$  بوده و به صورت ترکیبی از بهای تمام شده خدمات ارائه شده، هزینه های اداری و تشکیلاتی، هزینه های توزیع و فروش، هزینه های مالی و هزینه های ناشی از اجرای مقررات می شود.  $q_{it}$  حجم الکتریسیته ی تحویلی به مشتریان توسط شرکت توزیع برق  $i$  ام در سال  $t$  بوده،  $W_{it}$  دستمزدهای ساعتی پرداختی توسط شرکت توزیع  $i$  ام در سال  $t$ ،<sup>۴</sup> متغیر  $LF$  نشان دهنده ی درصد تلفات شرکت های توزیع و  $\frac{KWIRE}{CUS}$  نسبت کل کیلومترهای کابل توزیع بر تعداد مشترکین است. وقتی که متغیرهای محیطی در مدل فوق وارد می گردند، مدل فوق به صورت زیر تبدیل می شود:

$$\begin{aligned} \ln(TC) &= C\left(q, w, LF, \frac{KWIRE}{CUS}\right) + \sum_{s=1}^n \delta_s Z_{it}^s + v + u \quad (۶) \\ &= C\left(q, w, LF, \frac{KWIRE}{CUS}\right) + \delta_1 + \delta_2 Z_{it}^1 + \delta_3 Z_{it}^2 + \delta_4 Z_{it}^3 + v + u \end{aligned}$$

که  $Z_{it}^1$  نشان دهنده نسبت کارکنان دارای تحصیلات کارشناسی و بالاتر شرکت توزیع  $i$  ام در سال  $t$ ،  $Z_{it}^2$  میانگین سابقه کاری کارمندان در شرکت توزیع برق،  $Z_{it}^3$  متغیر مجازی که برای شرکت های توزیعی که به طور انحصاری در حوزه شرکت های برق منطقه ای فعالیت می کنند، مقدار یک می گیرد و برای سایر شرکت ها مقدار صفر می گیرد.<sup>۵</sup>

وارد کردن متغیرهای توضیحی در این مدل به سه صورت امکان پذیر است. اگر متغیر توضیحی مستقیماً بر روی هزینه ها اثر گذار باشد، در متغیرهای توضیحی مدل وارد می شود. اگر جزء مجموعه عوامل تولید نباشد، اما تولید و هزینه ها را تحت تأثیر قرار دهد، در جزء ناکارایی در نظر گرفته شده و چنان چه بر هزینه ها و جزء ناکارایی اثر گذار باشد، در هر دو موقعیت وارد مدل خواهد شد.

## ۴- تجزیه و تحلیل نتایج تجربی تحقیق

ابتدا با استفاده از الگوی خطای ترکیب بتیس و کولی (۱۹۹۲)، با فرض توزیع نرمال منقطع برای جزء ناکارایی، اقدام به برآورد تابع هزینهی مرزی ترانسلوگ نموده و کارایی اقتصادی ۴۱ شرکت توزیع برق ایران، طی سالهای ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵، با استفاده از نرم افزار *Frontier*<sub>41</sub> برآورد و مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت. آزمون فرضیه در خصوص تخمین های حداکثر درست نمایی مدل عمومی نشان می دهد که تابع هزینهی ترانسلوگ الگوی مناسبی برای داده ها به جای استفاده از تابع هزینه کاب-داگلاس می باشد؛ چرا که آزمون فرضیهی صفر اول در ارتباط با ضرایب جمله سوم تابع هزینهی مرزی ترانسلوگ، نشان می دهد این ضرایب به طور معنی داری با صفر اختلاف دارند. لذا مدل ارجح تابع مرزی در قالب الگوی بتیس و کولی (۱۹۹۲) تابع مرزی ترانسلوگ است. در قالب فرضیهی  $H_0$  دوم، جزء ناکارایی طی زمان نامتغیر است و با گذشت زمان تغییر نمی کند. آزمون فرضیه های مدل با استفاده از آزمون نسبت راست نمایی تعمیم یافته (GLRTS)، صورت گرفته است. صورت کلی این آزمون به شکل زیر است:

$$LR = -2\{Ln[L(H_0)/L(H_1)]\} = -2\{Ln[L(H_0)] - Ln[L(H_1)]\} \quad (7)$$

که در آن  $L(H_0)$  و  $L(H_1)$  مقادیر تابع درست نمایی تحت فرضیهی صفر ( $H_0$ ) و فرضیهی مقابل ( $H_1$ ) است و فرض می شود به طور مجانبی دارای توزیع مجذورکای ( $\chi^2$ ) یا توزیع کای مختلط<sup>۱</sup> است. نتایج محاسبه ی لگاریتم تابع درست نمایی خطای یک طرفه برای مدل مرزی و روش OLS و انجام آزمون نسبت راست نمایی تعمیم یافته نشان می دهد که فرضیهی صفر یعنی عدم وجود آثار عدم کارایی رد می شود. در نتیجه تابع هزینهی کلاسیک سنتی برای نمونهی مورد بررسی مناسب نیست و باید تابع مرزی تصادفی برای این داده ها برآورد شود.

جدول شماره ی یک - آزمون فرضیه ی تخمین های حداکثر درست نمایی در قالب الگوی بتیس و کولی (۱۹۹۲) برای شرکت های توزیع برق ایران

| تصمیم    | مقدار بحرانی | تابع درست نمایی | فرضیه  |
|----------|--------------|-----------------|--|
| رد $H_0$ | ۱۴/۰۶۷۱      | ۳۷/۳۸۴          | $\beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{23} = f_1 = f_2 = f_3 = 0$ |
| رد $H_0$ | ۳/۸۴۱۴       | ۱۴/۰۶۷          | $\eta = \mu = 0$   |

منبع: یافته های تحقیق

با توجه به مقادیر بحرانی و مقدار تابع درست نمایی، با رد فرضیه  $H_0$  دوم، جزء ناکارایی طی زمان ثابت در نظر گرفته می شود. لذا در قالب مدل اول بتیس و کولی (۱۹۹۲)، مدل ارجح؛ تابع هزینه ی ترانس لوگ با جزء ناکارایی متغیر طی زمان است. هم چنین، در جدول شماره ی دو نتایج حاصل از برآورد مدل کارایی متغیر با زمان بتیس و کولی (۱۹۹۲) ارائه شده است.

جدول شماره ی دو - برآورد حداکثر راست نمایی مدل عمومی بتیس و کولی (۱۹۹۲) برای شرکت های توزیع برق ایران

|               | Coefficient     | standard-error | t-ratio         |
|---------------|-----------------|----------------|-----------------|
| $\beta_0$     | -0.74299899E+02 | 0.19056482E+02 | -0.38989305E+01 |
| $\alpha_0$    | 0.46336717E+01  | 0.16739312E+01 | 0.27681375E+01  |
| $\beta_1$     | 0.62509636E+01  | 0.15037644E+01 | 0.41568770E+01  |
| $\beta_2$     | 0.46822746E+01  | 0.17946651E+01 | 0.26089963E+01  |
| $\beta_3$     | 0.15073983E+02  | 0.31720113E+01 | 0.47521845E+01  |
| $\alpha_{11}$ | -0.61825525E-01 | 0.4443219E-01  | -0.13914258E+01 |
| $\beta_{11}$  | -0.11706461E+00 | 0.51551070E-01 | -0.22708474E+01 |
| $\beta_{22}$  | 0.94564672E-01  | 0.81996468E-01 | 0.11532774E+01  |
| $\beta_{33}$  | -0.24847317E+01 | 0.87462497E+00 | -0.28409110E+01 |
| $\beta_{12}$  | -0.23651355E+00 | 0.11683029E+00 | -0.20244197E+01 |

|                                |                 |                                      |                 |
|--------------------------------|-----------------|--------------------------------------|-----------------|
| $\beta_{13}$                   | -0.80406032E+00 | 0.23593769E+00                       | -0.34079351E+01 |
| $\beta_{23}$                   | 0.16237285E+00  | 0.23593769E+00                       | 0.12012460E+01  |
| $f_1$                          | -0.11128053E+00 | 0.66457710E-01                       | -0.16744563E+01 |
| $f_2$                          | -0.12009977E+00 | 0.74864470E-01                       | -0.16042292E+01 |
| $f_3$                          | -0.16021009E+00 | 0.74864470E-01                       | -0.19892521E+01 |
| Sigma-squared                  | -0.16021009E+00 | 0.35097185E-01                       | 0.30216380E+01  |
| Gama                           | 0.86853867E+00  | 0.46252949E-01                       | 0.18778017E+02  |
| Mu                             | 0.47962194E+00  | 0.12924593E+00                       | 0.37109249E+01  |
| Eta                            | -0.85444373E-01 | 0.32771422E-01                       | -0.26072831E+01 |
| <b>log likelihood function</b> | 0.59798016E+02  | <b>LR test of theone-sided error</b> | 0.13080189E+03  |

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول فوق، جزء عرض از مبدا، ضرایب  $\beta_1$  تا  $\beta_3$  به ترتیب نشان دهنده اثرات هر واحد تغییر دستمزدهای ساعتی پرداختی توسط شرکت توزیع، تغییر درصد تلفات شرکت های توزیع و نسبت کل کیلومترهای کابل توزیع بر تعداد مشترکین است.  $\alpha_1$  نشان دهنده اثرات هر واحد تغییر در حجم الکتریسیته تحویلی به مشتریان است.  $\alpha_{11}$ ،  $\beta_{11}$  تا  $\beta_{33}$  نیز ضرایب جملات توان دوم متغیرهای فوق و جملات  $\beta_{12}$  تا  $f_3$  نشان دهنده اثرات متقاطع متغیرهای تابع هزینه بر سطح هزینه شرکت های توزیع برق ایران است.

در مجموع نتایج تحقیق حاکی از وجود ارتباط مستقیم و معنی دار بین متغیرهای توضیحی مدل و هزینه های شرکت های توزیع برق ایران است. با افزایش کیلووات ساعت برق فروشی این شرکت ها، هزینه های شرکت های توزیع برق ایران بیشتر شده و به طور معمول شرکت های توزیع که فاصله ی بیشتری با مشترکین دارند (  $\frac{KWIRE}{CUS}$  )، هزینه های بالاتری را متحمل می شوند. افزایش تلفات باعث افزایش هزینه های توزیع می شود، زیرا که کاهش تلفات فرآیند برق رسانی را بهبود می بخشد.

میانگین کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق در طی دوره‌ی مورد بررسی ۱/۷۴ بوده است که نشان می‌دهد امکان کاهش هزینه‌های این شرکت‌ها به میزان ۷۴ درصد وجود دارد. شرکت‌های توزیع برق استان قم و گیلان به ترتیب با کارایی اقتصادی ۱/۱۲ و ۳/۲۲ بالاترین و پایین‌ترین میزان کارایی اقتصادی را در بین شرکت‌های توزیع برق کشور دارا بوده‌اند. در جدول شماره‌ی پنج پیوست تحقیق نیز میزان کارایی اقتصادی هریک از شرکت‌های توزیع برق در طی دوره‌ی مورد بررسی ارائه شده است. این نتایج حاکی از آن است که طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۵، شرکت‌های توزیع برق هرمزگان، اردبیل، کرمانشاه، آذربایجان شرقی، شهرستان تبریز، شهرستان شیراز، فارس، خوزستان، شهرستان اصفهان، آذربایجان غربی، مازندران، مرکزی و گیلان به همراه شرکت توزیع برق اصفهان سطح کارایی اقتصادی بالاتر از میانگین کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق ایران داشته‌اند.

هم چنین در برآوردی دیگر عوامل مؤثر بر کارایی شرکت‌های توزیع برق در طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفته‌اند. آزمون فرضیه در خصوص تخمین‌های حداکثر درست‌نمایی مدل اثر ناکارایی بتیس و کولی (۱۹۹۵) نشان می‌دهد که در این مورد نیز تابع هزینه‌ی ترانسلوگ الگوی مناسبی به جای استفاده از تابع هزینه‌ی کاب-داگلاس است؛ چرا که بر اساس آزمون فرضیه‌ی صفر ضرایب جمله‌ی سوم تابع هزینه‌ی مرزی ترانسلوگ، این ضرایب به طور معنی‌داری با صفر اختلاف دارند.

جدول شماره‌ی سه - آزمون فرضیه تخمین‌های حداکثر درست‌نمایی در قالب الگوی

بتیس و کولی (۱۹۹۵) برای شرکت‌های توزیع برق ایران

| تصمیم      | مقدار بحرانی | تابع درست‌نمایی | فرضیه  |
|------------|--------------|-----------------|--|
| رد $H_0$   | ۱۱/۰۶۴       | ۱۶/۰۵۶          | $\beta_{12} = \beta_{13} = \beta_{23} = f_1 = f_2 = f_3 = 0$ |
| قبول $H_0$ | ۳۲/۸۱۶       | ۲۰/۶۱۲          | $\eta = \mu = 0$   |
| رد $H_0$   | ۴/۸۴۱        | ۳۸/۳۶۲          | $\delta_i = 0$   |

منبع: یافته‌های تحقیق

در قالب فرضیه  $H_0$  دوم، جزء ناکارایی فنی طی زمان نامتغیر است و با گذشت زمان تغییر نمی‌کند، که بر اساس نتایج ارائه شده این فرضیه را نمی‌توان رد کرد. تحت

فرضیه  $H_0$  سوم نیز متغیرهای انتخاب شده برای تشریح کارایی فنی در قالی الگوی دوم بتیس و کولی مفید نیستند، به گونه‌ای که مجموعه‌ی این متغیرها نمی‌توانند تشریح کننده‌ی علل کارایی شعب باشند. با توجه به نتایج به دست آمده این فرضیه رد می‌شود.

جدول شماره‌ی چهار - برآورد حداکثر راست نمایی مدل دوم بتیس و کولی (۱۹۹۵) برای شرکت‌های توزیع برق ایران

|               | <i>Coefficient</i> | <i>standard-error</i> | <i>t-ratio</i>  |
|---------------|--------------------|-----------------------|-----------------|
| $\beta_0$     | -0.44373695E+02    | 0.99770186E+00        | -0.44475907E+02 |
| $\alpha_1$    | 0.27546504E+01     | 0.79793461E+00        | 0.34522258E+01  |
| $\beta_1$     | 0.43626465E+01     | 0.15486836E+01        | 0.28170031E+01  |
| $\beta_2$     | 0.34022448E+01     | 0.99889701E+00        | 0.34060016E+01  |
| $\beta_3$     | 0.16884062E+02     | 0.10100230E+01        | 0.16716513E+02  |
| $\alpha_{11}$ | -0.35278186E-01    | 0.33958104E-01        | -0.10388738E+01 |
| $\beta_{11}$  | -0.16497783E+00    | 0.82465617E-01        | -0.20005650E+01 |
| $\beta_{22}$  | -0.49863632E-01    | 0.11127078E+00        | -0.44812870E+00 |
| $\beta_{33}$  | -0.47757570E+01    | 0.96774547E+00        | -0.49349309E+01 |
| $\beta_{12}$  | 0.71601692E-01     | 0.10479975E+00        | 0.68322387E+00  |
| $\beta_{13}$  | -0.74916937E+00    | 0.20568901E+00        | -0.36422430E+01 |
| $\beta_{23}$  | 0.22170297E+00     | 0.18524610E+00        | 0.11968024E+01  |
| $f_1$         | -0.14117832E-01    | 0.80134403E-01        | -0.17617691E+00 |
| $f_2$         | -0.17863284E+00    | 0.60495806E-01        | -0.29528136E+01 |
| $f_3$         | -0.15956623E+00    | 0.89580111E-01        | -0.17812685E+01 |
| $\delta_0$    | -0.10733115E+01    | 0.59245553E+00        | -0.18116322E+01 |
| $\delta_1$    | 0.13842911E-01     | 0.52113778E-02        | 0.26562863E+01  |
| $\delta_2$    | 0.19750999E-01     | 0.23992948E-02        | 0.82320019E+01  |
| $\delta_3$    | 0.11078254E+00     | 0.73863955E-01        | 0.14998187E+01  |

|                                |                |                                       |                |
|--------------------------------|----------------|---------------------------------------|----------------|
| Sigma-squared                  | 0.69669241E-01 | 0.10965162E-01                        | 0.63536898E+01 |
| gamma                          | 0.96999990E+00 | 0.14197475E-05                        | 0.70435053E+06 |
| <b>log likelihood function</b> | 0.14047439E+02 | <b>LR test of the one-sided error</b> | 0.39300739E+02 |

منبع: یافته‌های تحقیق

در جدول فوق نیز  $\beta_0$  جزء عرض از مبدا، ضرایب  $\beta_1$  تا  $\beta_3$  به ترتیب نشان‌دهنده اثرات هر واحد تغییر دستمزدهای ساعتی پرداختی توسط شرکت توزیع، تغییر درصد تلفات شرکت های توزیع و نسبت کل کیلومترهای کابل توزیع بر تعداد مشترکین است.  $\alpha_1$  نشان دهنده اثرات هر واحد تغییر در حجم الکتریسیته تحویلی به مشتریان است.  $\alpha_{11}$ ،  $\beta_{11}$  تا  $\beta_{33}$  نیز ضرایب جملات توان دوم متغیرهای فوق و جملات  $\beta_{12}$  تا  $\beta_{33}$  نشان دهنده اثرات متقاطع متغیرهای تابع هزینه بر سطح هزینه بوده،  $\delta_1$  تا  $\delta_3$  به ترتیب نشان‌دهنده اثرات نسبت کارکنان دارای تحصیلات کارشناسی و بالاتر، میانگین سابقه کاری و عملکرد انحصاری در حوزه شرکت های برق بر سطح هزینه و کارایی اقتصادی این شرکت‌هاست.

همان گونه که در جدول شماره ی چهار نشان داده است متغیرهایی مانند نسبت کارکنان با تحصیلات کارشناسی و بالاتر و سابقه کاری کارمندان بر کارایی شرکت‌های مورد بررسی اثرگذار است؛ اما عملکرد شرکت‌های توزیع برق به صورت انحصاری بر کارایی آن‌ها تأثیرگذار نبوده است. در قالب الگوی دوم تخمین جزء ناکارایی به دست آمده به روش حداکثر درست نمایی به شرح زیر است:

$$\hat{m} = -1.7733115 + 0.0138429Z_1 + 0.19750999Z_2 + 0.11078254Z_3$$

در رابطه ی بالا،  $\hat{m}$  میانگین جزء ناکارایی است. افزایش متغیرهایی با ضریب مثبت منجر به کاهش کارایی و افزایش متغیرهایی با ضریب منفی منجر به افزایش کارایی اقتصادی می شود. این نتایج نشان می‌دهد که با افزایش سطح تحصیلات کارمندان و بالاتر بودن سابقه ی کاری کارمندان شرکت‌های توزیع برق ایران، میزان کارایی اقتصادی این شرکت‌ها افزایش می‌یابد. هم چنین، عملکرد انحصاری شرکت‌های توزیع برق تأثیری بر کارایی این واحدها نداشته است. میانگین کارایی شرکت‌های توزیع برق در الگوی دوم بتیس و کولی ۱/۶۵ است، به عبارت دیگر این شرکت‌ها برای رسیدن به مرز کارایی باید به طور میانگین ۶۵



درصد در هزینه‌های خود صرفه‌جویی کنند. در قالب این الگو و در خلال دوره‌ی مورد بررسی، شرکت‌های توزیع برق قم و شهرستان اهواز دارای بالاترین میزان کارایی اقتصادی و شرکت توزیع برق گیلان کمترین میزان کارایی اقتصادی را داشته‌اند. وجود سطح بالای کارمندان با تحصیلات بالا در شرکت‌های توزیع برق قم و شهرستان اهواز تأییدی بر اثرگذاری مثبت این متغیر بر سطح کارایی شرکت‌های توزیع برق ایران است.

میانگین کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع برق ایران طی این زمان از روند نزولی برخوردار بوده و از ۱/۵۴ در سال ۱۳۸۲ به ۱/۷ در سال ۱۳۸۵ رسیده است. طی این زمان شرکت‌های توزیع برق کهگیلویه و بویر احمد، غرب مازندران، اردبیل، مرکزیه‌ی همدان، خوزستان، مازندران، شمال غرب و غرب استان تهران به همراه شرکت‌های جنوب شرق و شهرستان مشهد از روند افزایشی در کارایی خود برخوردار بوده‌اند و در این میان شرکت‌های مازندران و کهگیلویه و بویر احمد به ترتیب بیشترین و کمترین میزان رشد کارایی اقتصادی را دارا بوده‌اند. شرکت توزیع برق گیلان نیز بیشترین کاهش در سطح کارایی اقتصادی را به میزان ۵۶ درصد در سال ۱۳۸۵ نسبت به سال ۱۳۸۲ داشته است. بر این اساس، طی سال‌های مورد بررسی به ترتیب به میزان ۵۴، ۶۷، ۶۷ و ۷۰ درصد امکان کاهش در سطح هزینه‌های شرکت‌های توزیع برق ایران با توجه به خدمات ارائه شده از سوی این شرکت‌ها وجود داشته است.

##### ۵- نتیجه‌گیری

در این تحقیق با استفاده از روش تابع هزینه‌ی مرزی تصادفی به بررسی کارایی اقتصادی ۴۱ شرکت توزیع برق ایران، طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۸۵ پرداخته شده است. در مجموع نتایج به دست آمده از مدل خطای ترکیب بتیس و کولی نشان داد که میانگین کارایی اقتصادی برآورد شده ۱/۷۴ بوده است.

نتایج به دست آمده با استفاده از مدل دوم بتیس و کولی نشان داد میانگین کارایی اقتصادی برآورد شده ۱/۶۵ است. ضریب مثبت و معنی دار نسبت کارکنان با تحصیلات لیسانس به بالا نشان می‌دهد که به کارگیری نیروی کار تحصیل کرده به افزایش کارایی

شرکت‌های توزیع برق منجر می‌شود. هم چنین سابقه‌ی کاری کارمندان شرکت‌های توزیع برق به عنوان عاملی مؤثر موجب کاهش ناکارایی اقتصادی این شرکت‌ها می‌شود و از اتلاف منابع در این واحدها می‌کاهد. نتایج این مدل نشان داد که در طی دوره‌ی مورد مطالعه میانگین کارایی اقتصادی شرکت‌های توزیع کاهش یافته است. مثبت شده‌ی ضریب  $\frac{KWIRE}{CUS}$  نشان می‌دهد که افزایش تراکم مشترکین در ایران  $\frac{CUS}{KWIRE}$ ، موجب کاهش هزینه‌های شرکت‌های توزیع برق می‌شود.

شکاف بین میانگین کارایی فنی با بهترین عملکرد ایجاب می‌کند که مطالعات جانبی بیشتری در مورد علل این شکاف انجام شود و البته در این زمینه باید به نظرهای کارشناسان صنعت برق کشور نیز توجه کرد و دیدگاه‌های آنان را در نظر گرفت. افزون بر این لازم است که بررسی‌هایی نظیر رشد بهره‌وری شرکت‌های توزیع برق با استفاده از شاخص‌هایی همانند مال‌کوئیسیت نیز انجام شود، تا در کنار اندازه‌گیری کارایی تولید و هزینه، عملکرد این شرکت‌ها از جنبه‌های دیگری- که همگی مکمل یکدیگرند و در سال‌های اخیر تأکید زیادی بر آن‌ها می‌شود- مشخص کرد تا با اطمینان بیشتری بتوان پیشنهاد‌های سیاستی را در مورد این شرکت‌ها ارائه کرد. علاوه بر موارد ذکر شده، با استفاده از یافته‌های تحقیق می‌توان پیشنهاد‌های زیر را در جهت بهبود کارایی شرکت‌های توزیع برق ایران بیان کرد:

۱. تجدید ساختار شرکت‌های توزیع برق، به منظور استفاده‌ی بهینه از نیروی کار و سایر نهاده‌های مورد استفاده و ایجاد زمینه‌ی مناسب برای بروز افکار و ابزارهای جدید که در نهایت به افزایش انگیزه در بین نیروی کار انجامد.
۲. درجه بندی شرکت‌های توزیع برق ایران با استفاده از شاخص‌هایی هم چون میزان کارایی و بهره‌وری طی زمان، در این مورد.
۳. تدوین استراتژی‌های کوتاه‌مدت و بلندمدت براساس روش‌های ستاده‌مدار و نهاده‌گرا برای شرکت‌های توزیع برق به منظور افزایش ظرفیت ارائه‌ی خدمات و کاهش در سطح نهاده‌های مازاد این شرکت‌ها.

جدول شماره ی پنج- کارایی اقتصادی شرکت های توزیع برق ایران طی سال های ۱۳۸۲-  
 ۱۳۸۵ در قالب الگوی اول بتیس و کولی (۱۹۹۲)

| استان                | کارایی اقتصادی | استان           | کارایی اقتصادی |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|
| کهگیلویه و بویر احمد | 1.59           | کرمانشاه        | 2.00           |
| ایلام                | 1.54           | همدان           | 1.53           |
| برق شمال خراسان      | 1.16           | آذربایجان شرقی  | 2.52           |
| چهار محال و بختیاری  | 1.28           | شهرستان تبریز   | 2.37           |
| بوشهر                | 1.35           | شهرستان شیراز   | 2.10           |
| سمنان                | 1.47           | فارس            | 2.14           |
| زنجان                | 1.39           | خوزستان         | 2.32           |
| شهرستان اهواز        | 1.27           | خراسان          | 1.54           |
| برق جنوب خراسان      | 1.14           | جنوب غرب        | 1.68           |
| جنوب کرمان           | 1.49           | شهرستان اصفهان  | 1.92           |
| غرب مازندران         | 1.09           | آذربایجان غربی  | 3.07           |
| قم                   | 1.12           | مازندران        | 2.03           |
| هرمزگان              | 1.89           | شمال غرب        | 1.19           |
| اردبیل               | 2.04           | غرب استان تهران | 1.50           |
| قزوین                | 1.07           | شمال شرق        | 1.67           |
| لرستان               | 1.71           | مرکز            | 2.23           |
| کردستان              | 1.69           | گیلان           | 3.22           |
| شمال کرمان           | 1.50           | اصفهان          | 2.12           |
| گلستان               | 1.72           | جنوب شرق        | 1.70           |
| یزد                  | 1.55           | شهرستان مشهد    | 1.70           |
| مرکزی                | 1.54           | میانگین کل      | 1.74           |

منبع: یافته های تحقیق

جدول شماره ی شش - کارایی اقتصادی شرکت های توزیع برق ایران طی سال ۱۳۸۲ در

قالب الگوی دوم بتیس و کولی (۱۹۹۵)

| استان                | کارایی اقتصادی | استان           | کارایی اقتصادی |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|
| کهگیلویه و بویر احمد | 1.49           | کرمانشاه        | 1.83           |
| ایلام                | 1.45           | همدان           | 1.46           |
| برق شمال خراسان      | 1.07           | آذربایجان شرقی  | 2.21           |
| چهار محال و بختیاری  | 1.44           | شهرستان تبریز   | 1.50           |
| بوشهر                | 1.16           | شهرستان شیراز   | 1.91           |
| سمنان                | 1.27           | فارس            | 1.77           |
| زنجان                | 1.14           | خوزستان         | 2.09           |
| شهرستان اهواز        | 1.00           | خراسان          | 1.33           |
| برق جنوب خراسان      | 1.08           | جنوب غرب        | 1.22           |
| جنوب کرمان           | 1.31           | شهرستان اصفهان  | 1.65           |
| غرب مازندران         | 1.36           | آذربایجان غربی  | 2.26           |
| قم                   | 1.00           | مازندران        | 2.17           |
| هرمزگان              | 1.61           | شمال غرب        | 1.26           |
| اردبیل               | 1.99           | غرب استان تهران | 1.25           |
| قزوین                | 1.05           | شمال شرق        | 1.38           |
| لرستان               | 1.48           | مرکز            | 1.70           |
| کردستان              | 1.49           | گیلان           | 2.47           |
| شمال کرمان           | 1.38           | اصفهان          | 1.68           |
| گلستان               | 1.65           | جنوب شرق        | 1.63           |
| یزد                  | 1.43           | شهرستان مشهد    | 1.90           |
| مرکزی                | 1.68           |                 |                |

منبع: یافته های تحقیق

ارزیابی کارایی اقتصادی شرکت های توزیع برق ایران.....۱۰۱

جدول شماره ی هفت - کارایی اقتصادی شرکت های توزیع برق ایران طی سال ۱۳۸۳ در قالب الگوی دوم بتیس و کولی (۱۹۹۵)

| استان                | کارایی اقتصادی | استان           | کارایی اقتصادی |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|
| کهگیلویه و بویر احمد | 1.97           | کرمانشاه        | 1.70           |
| ایلام                | 1.53           | همدان           | 1.92           |
| برق شمال خراسان      | 1.14           | آذربایجان شرقی  | 1.73           |
| چهار محال و بختیاری  | 1.31           | شهرستان تبریز   | 2.73           |
| بوشهر                | 1.50           | شهرستان شیراز   | 1.62           |
| سمنان                | 1.24           | فارس            | 1.83           |
| زنجان                | 1.31           | خوزستان         | 2.56           |
| شهرستان اهواز        | 1.17           | خراسان          | 1.37           |
| برق جنوب خراسان      | 1.08           | جنوب غرب        | 1.92           |
| جنوب کرمان           | 1.52           | شهرستان اصفهان  | 1.33           |
| غرب مازندران         | 1.24           | آذربایجان غربی  | 2.75           |
| قم                   | 1.12           | مازندران        | 2.51           |
| هرمزگان              | 1.93           | شمال غرب        | 1.08           |
| اردبیل               | 1.88           | غرب استان تهران | 1.78           |
| قزوین                | 1.01           | شمال شرق        | 1.60           |
| لرستان               | 1.74           | مرکز            | 1.65           |
| کردستان              | 1.71           | گیلان           | 2.89           |
| شمال کرمان           | 1.31           | اصفهان          | 2.26           |
| گلستان               | 1.78           | جنوب شرق        | 1.52           |
| یزد                  | 1.40           | شهرستان مشهد    | 1.64           |
| مرکزی                | 1.36           |                 |                |

منبع: یافته های تحقیق

جدول شماره ی هشت - کارایی اقتصادی شرکت های توزیع برق ایران طی سال ۱۳۸۴ در قالب الگوی دوم بتیس و کولی (۱۹۹۵)

| استان                | کارایی اقتصادی | استان           | کارایی اقتصادی |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|
| کهگیلویه و بویر احمد | 1.56           | کرمانشاه        | 1.93           |
| ایلام                | 1.79           | همدان           | 1.50           |
| برق شمال خراسان      | 1.25           | آذربایجان شرقی  | 3.01           |
| چهار محال و بختیاری  | 1.25           | شهرستان تبریز   | 2.44           |
| بوشهر                | 1.70           | شهرستان شیراز   | 1.60           |
| سمنان                | 1.33           | فارس            | 1.56           |
| زنجان                | 1.53           | خوزستان         | 1.96           |
| شهرستان اهواز        | 1.10           | خراسان          | 1.52           |
| برق جنوب خراسان      | 1.21           | جنوب غرب        | 1.32           |
| جنوب کرمان           | 1.25           | شهرستان اصفهان  | 1.88           |
| غرب مازندران         | 1.21           | آذربایجان غربی  | 3.02           |
| قم                   | 1.27           | مازندران        | 1.92           |
| هرمزگان              | 2.03           | شمال غرب        | 1.14           |
| اردبیل               | 1.72           | غرب استان تهران | 1.77           |
| قزوین                | 1.11           | شمال شرق        | 1.61           |
| لرستان               | 1.77           | مرکز            | 1.80           |
| کردستان              | 1.79           | گیلان           | 3.05           |
| شمال کرمان           | 1.38           | اصفهان          | 1.86           |
| گلستان               | 1.60           | جنوب شرق        | 1.71           |
| یزد                  | 1.78           | شهرستان مشهد    | 1.13           |
| مرکزی                | 1.34           |                 |                |

منبع: یافته های تحقیق

جدول شماره ی نه - کارایی اقتصادی شرکت های توزیع برق ایران طی سال ۱۳۸۵ در قالب

الگوی دوم بتیس و کولی (۱۹۹۵)

| استان                | کارایی اقتصادی | استان           | کارایی اقتصادی |
|----------------------|----------------|-----------------|----------------|
| کهکیلویه و بویر احمد | 1.48           | کرمانشاه        | 2.18           |
| ایلام                | 1.77           | همدان           | 1.18           |
| برق شمال خراسان      | 1.22           | آذربایجان شرقی  | 2.83           |
| چهار محال و بختیاری  | 1.44           | شهرستان تبریز   | 2.68           |
| بوشهر                | 1.53           | شهرستان شیراز   | 1.99           |
| سمنان                | 1.62           | فارس            | 2.00           |
| زنجان                | 1.70           | خوزستان         | 1.89           |
| شهرستان اهواز        | 1.33           | خراسان          | 1.53           |
| برق جنوب خراسان      | 1.45           | جنوب غرب        | 1.57           |
| جنوب کرمان           | 1.58           | شهرستان اصفهان  | 2.35           |
| غرب مازندران         | 1.02           | آذربایجان غربی  | 2.80           |
| قم                   | 1.12           | مازندران        | 1.42           |
| هرمزگان              | 1.87           | شمال غرب        | 1.17           |
| اردبیل               | 1.53           | غرب استان تهران | 1.19           |
| قزوین                | 1.16           | شمال شرق        | 1.73           |
| لرستان               | 1.93           | مرکز            | 2.20           |
| کردستان              | 1.59           | گیلان           | 3.05           |
| شمال کرمان           | 1.62           | اصفهان          | 1.69           |
| گلستان               | 1.68           | جنوب شرق        | 1.36           |
| یزد                  | 1.55           | شهرستان مشهد    | 1.34           |
| مرکزی                | 1.37           |                 |                |

منبع: یافته های تحقیق

### یادداشت ها:

- ۱- با گسترش مدل اولیه طی دو دهه ی گذشته، فرضیه های توزیعی عمومی همانند توزیع نرمال منقطع، توزیع گامای دو پارامتری و کارایی فنی متغیر در زمان برای جزء  $U_i$  در نظر گرفته شده است.
- ۲- ارجح بودن روش حداکثر درست نمایی به این دلیل است که این روش تخمین هایی مجاناً کارا از پارامترهای مجهول ارائه می دهد.
- ۳- با توجه به پیمان کاری بودن شرکت های توزیع در ایران و عدم سرمایه گذاری مستقل توسط خود شرکت، قیمت سرمایه در مدل وارد نشده است. در این شرکت ها هر گونه عملیات سرمایه گذاری تا عدم تحقق کامل طرح، به صورت دارایی های در جریان تکمیل و اقلام سرمایه ای در انبار در حساب های این شرکت ها درج شده و پس از تکمیل طرح به حساب شرکت های برق منطقه ای منتقل می شود. بنابراین این شرکت ها سرمایه گذار نبوده و به تناسب هزینه های استهلاک نیز به آن ها تعلق نمی گیرد. در نتیجه متغیر قیمت سرمایه و عمر مفید دارایی های ثابت شرکت های توزیع، در مدل وارد نشده است.
- ۴- با توجه به تعداد کارکنان شرکت های توزیع و با توجه به اینکه به طور متوسط ۶۰٪ بهای تمام شده خدمات ارایه شده توسط شرکت های توزیع به دستمزد نیروی کار اختصاص دارد از طریق رابطه مقابل بدست می آید:
$$WAGE = \frac{0.6 * PC}{L * 268 * 8}$$
که PC بهای تمام شده خدمات بوده، مقدار ۲۶۸ تعداد روزهای کاری در ایران و عدد ۸ معرف ساعات کاری روزانه می باشد.
- ۵- این شرکت ها در ایران شامل شرکت های توزیع یزد، هرمزگان، سمنان و گیلان می باشد.



منابع و مآخذ

- 1- Amini, A.(2006) *Economic Scale in Electricity Distribution Companies*, Alame Tabatabaei University Press.
- 2- Barr, Richard S., Seiford, Lawrence M. and Siems, Thomas F. (1994) «Forecasting Bank Failure: A Non-parametric Frontier Estimation Approach», *Recherches Economiques de Louvain*, Vol 60. pp 417-429.
- 3-Battese, G. and Broca, S.S. (1999)«Functional Forms of Stochastic Frontier Production Functions and Models for Technical Inefficiency Effects: A Comparative Study for Wheat Farmers in Pakistan», *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 8, pp. 395-414
- 4- Battese, G.E. (1997)« A Note on the Estimation of Cobb-Douglas Production Functions when Some Explanatory Variables have Zero Values», *Journal of Productivity Analysis*, Vol. 3, No. 2, pp. 153-69.
- 5-Chinipardaz, R, Rekabdar ,G and Yousefi hajiabad, R.(2006)«Human development of Countries Using Mixture Discriminate Analysis», *Quarterly Journal of economic Review*, Vol3, No3.
- 6-Coelli, T.J. (1997) *A Guide to Frontier Version 4.1: A Computer Program for Stochastic Frontier Production and Cost Function*, New South Wales: University of New England .
- 7- Falahi, M. and Ahmadi, V.(2006)«Evaluation cost Efficiency of Electricity Distribution Companies in Khorasan Province», *Quarterly Journal of Iran's Economic Research*, No28.
- 8- Filippini, M. and Wild, J. and Kuenzle, M. (2001) *Scale and Cost Efficiency in the Swiss Electricity Distribution Industry: Evidence From a Frontier Cost Approach*, Centre for Energy Policy and Economics, Swiss Federal Institutes of Technology.
- 9- Hauner, David (2004) *Explaining Efficiency Differences Among Large German and Austrian Banks*, IMF Working Papers, No. 04/140, International Monetary Fund.
- 10-Huettner, D. A. and J. H. Landon (1977)« Electric Utilities: Scale Economies and Diseconomies», Southern in the Municipal Electric Industry. Land Economics 64, 338–346, *Journal of Economics*, 8, 303–323.

- 11-Khatai, M and Abedifar, P.(2001)« Estimation of TECHNICAL Efficiency in Iranian’s Banking System», *Quarterly Journal of Iran’s Economic Research*, No6.
- 12-Khatai, M and and Yousefi hajiabad, R.(2007)«Evaluating of Technical Efficiency of Iran’s Housing Bank Using Data Envelopment Analysis (DEA) method», *Journal of Planning and Budgeting*, Vol12, No 2.
- 13-Kumbhakar, S. C. and C. A. K. Lovell (2000) *Stochastic Frontier Analysis*, Cambridge University Press.
- 14-Kumbhakar, S. C. and L. Hjalmarsson (1998)« Relative Performance of Public and Private Ownership under Models: With Application to International Airlines», *Journal of Productivity Analysis* , 11, 251–273.
- 15-Kuosmanen, Timo (2003) *Data Envelopment Analysis in Environmental Valuation: Environmental Performance, Eco-efficiency and Cost-Benefit Analysis*, Environmental Economics and Natural Group, Holland: Seweg.
- 16-Neuberg, L. G. (1977) *Two Issues in the Municipal Ownership of Electric Power Distribution Systems*, Bell.
- 17-Pollitt, M. G. (1995) *Ownership and Performance in Electric Utilities*, Oxford University Press.
- 18-Roberts, M. J. (1986)«Economies of Density and Size in the Production and Delivery of Electric Power.” Land Stochastic Frontier Approach», *Bulletin of Economic Research* ,48, 41–64.
- 19-Weyman-Jones, T. G. (1994)«Problems of Yardstick Regulation in Electricity Distribution. In M. Bishop, J. Kay Yardstick Competition: Electricity Retail Distribution», *European Economic Review*, 42, 97–122.
- 20-Yatchew, A. (2000)«Scale Economies in Electricity Distribution: A Semi parametric Analysis» , *Journal of Applied Econometrics*, vol15 , No 2, 187-210.
- 21-Yousefi hajiabad, R.(2007) *Evaluating of Technical Efficiency of Iran’s Housing Bank Using Data Envelopment Analysis (DEA) Approach*, Alame Tabatabaei University.
- 22-Zarra nezhad, M and Yousefi hajiabad, R.(2009)«Evaluation Technical Efficiency of Wheat Production in Iran Using Parametric and Non-Parametric Approaches», *Quarterly Journal of economic Research*, Vol9, No2.