مجله تحقیقات اقتصادی / شماره ۷۸ / بهار ۸۶ / صفحات ۲۰۶- ۱۷۷

محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل به کمک مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها؛ با یک مطالعه موردی در صنعت برق

محمدرضا علیرضائی
استادیار دانشکده ریاضی – دانشگاه علم و صنعت ایران

محسن افشاریان
دانشجوی دکتری تحقیق در عملیات دانشکده ریاضی دانشگاه علم و صنعت ایران
afsharian_mohsen@yahoo. com

بیتا آنالوئی
دانشجوی کارشناسی ارشد تحقیق در عملیات دانشکده ریاضی دانشگاه علم و صنعت ایران
تاریخ دریافت: ۸۵/۴/۱۰ تاریخ تصویب: ۸۶/۳/۹

چکیده

بهره‌وری کل عوامل[1] (TFP)، معیاری برای محاسبه میزان بهره‌وری در یک سازمان است. این شاخص توصیف‌کننده روند تبدیل هزینه کل به درآمد کل است و لذا افزایش آن در یک سازمان می‌تواند منجر به پیشرفت در بازار رقابتی، بهبود عملکرد بخش‌های مختلف، نزدیک شدن هرچه بیشتر به اهداف برنامه‌ریزی شده، کاهش هزینه‌ها، افزایش درآمد، بهبود کیفیت تولید یا خدمات و غیره گردد.

در برنامه چهارم توسعه آمده است که همه دستگاه های اجرائی مکلفند سهم ارتقای بهره‌وری در رشد تولید مربوطه را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحقق آن‌ها را برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره‌ور محور مشخص نمایند، به‌طوری که سهم بهره‌وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی(GDP) حداقل به ۳۱/۳ درصد و متوسط رشد سالیانه بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید به‌ترتیب به مقادیر حداقل، ۳/۵، ۱ و ۲/۵ درصد برسد. لذا لزوم تعیین رشد بهره‌وری کل عوامل و عوامل تأثیرگذار بر آن، به منظور برنامه‌ریزی و ارائه راهکارهایی در جهت ارتقای بهره‌وری، با توجه به این قانون و موارد ذکر شده، کاملاً مشخص می‌شود.

این مقاله به جهت پوشش اهداف مذکور، روشی را با تلفیق مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها[2] (DEA) و شاخص رشد بهره‌وری تورنکوئیست[3] ارائه می‌دهد که علاوه بر محاسبه رشد TFP، میزان تأثیر تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی را در رشد مربوطه، در طول زمان و با وجود تنها یک واحد تصمیم‌گیرنده[4](DMU)، محاسبه می‌نماید.

این مقاله همچنین، به منظور بررسی دقیق‌تر موارد شرح داده شده، در یک مطالعه موردی در صنعت برق، به بررسی رشد TFP و عوامل موثر در رشد آن در طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۳ می‌پردازد.

طبقه‌بندی JEL : D4.

کلید واژه: بهره‌وری کل عوامل – تحلیل پوششی داده‌ها – شاخص بهره‌وری تورنکوئیست – صنعت برق.

1- Total Factor Productivity .
2- Data Envelopment Analysis
3- Tornqvist index.
4- Decision Making Unit.

۱- مقدمه

بهره‌وری به معنی استفاده بهینه از منابع و دستیابی به تولید بیشتر با منابع معین می‌باشد. ارتقای بهره‌وری به‌عنوان یکی از منابع مهم تامین رشد اقتصادی و افزایش رقابت‌پذیری بنگاه‌ها مورد توجه است، به گونه‌ای که کشورهای صنعتی و در حال توسعهٔ موفق، بخش قابل ملاحظه‌ای از رشد تولید خود را از این طریق به‌دست آورده‌اند.

به‌دلیل ماهیت نزولی خروجی، در دراز مدت نمی‌توان با رشد مداوم ورودی، موجب رشد خروجی شد، یعنی هرچه ورودی‌ها بیشتر و بیشتر مورد استفاده قرار می‌گیرند، خروجی اضافی کم‌تری را می‌توان از یک واحد اضافی ورودی مورد استفاده انتظار داشت. برای رشد مستمر خروجی، رشد بهره‌وری کل عوامل (TFP) ضروری است و بدین جهت رشد TFP با رشد دراز مدت مترادف می‌شود و منعکس‌کننده ظرفیت رشد می‌باشد. لذا نرخ رشد این شاخص در سطح کلان، وضعیت اقتصاد کشور را از نظر استفاده بهینه از منابع نشان می‌دهد و افزایش آن در سطح یک سازمان می‌تواند منجر به پیشرفت در بازار رقابتی، بهبود عملکرد بخش‌های مختلف، نزدیک شدن هرچه بیشتر به اهداف برنامه‌ریزی شده، کاهش هزینه‌ها، افزایش درآمد، بهبود کیفیت تولید یا خدمات و غیره گردد.

در برنامه چهارم توسعه آمده است که همه دستگاه‌های اجرائی مکلفند سهم ارتقای بهره‌وری در رشد تولید مربوطه را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحقق آنها را برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره‌ور محور مشخص نمایند، به‌طوری که سهم بهره‌وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی(GDP) حداقل به ۳۱/۳ درصد و متوسط رشد سالیانه بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید به‌ترتیب به مقادیر حداقل، ۳/۵، ۱ و ۲/۵ درصد برسد. لذا لزوم تعیین رشد بهره‌وری کل عوامل و عوامل تأثیرگذار بر آن، با توجه به این قانون و موارد ذکر شده، کاملاً مشخص می‌شود.

برای دست‌یابی به اهداف ذکر شده در یک سازمان، ابتدا باید میـزان بهـره‌وری سازمان در دوره‌های گذشته محاسبه شـود و سـپس بـا مـشخص نمـودن عوامـل تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری، به برنامه‌ریـزی و ارائـه راهکارهـایی در جهـت ارتقـای بهره‌وری و تحقق مقادیر ذکر شده در قانون مذکور، اقدام شود.

بررسی روند تغییر بهره‌وری با بستر روش‌های پارامتریـک، اولـین بـار در سـال ۱۹۵۷ توسط تحقیقات مـشهور رابـرت سـولو[1] مطـرح شـد [23]. او در مطالعـات گسترده خـود در بررسـی رشـد بهـره‌وری ایـالات متحـده، رشـد بهـره‌وری را بـه پیـشرفت در تکنولـوژی و دانـش فنـی نـسبت داد. از آنجائیکـه تحقیقـات سـولو به‌صورتی کاملاً بدیع قادر به پاسخ‌گویی و توجیه برخی اتفاقات اقتصادی بـود کـه پیش از این توجیهی برای آنها وجود نداشت، پایه و اسـاس تحقیقـات بـسیاری از دانشمندان قرار گرفت که جهت تکمیل نظریهٔ سولو و رفع اشکالات آن کوشـیدند. یکی از اشکالاتی که بر روش سولو گرفتـه مـی‌شـد، آن بـود کـه در ایـن روش از آنجائی که تابع تولید نشان‌دهنـدهٔ ماکـسیمم خروجـی ممکـن بـه‌دسـت آمـده از ترکیب عوامل ورودی است، همواره مقایسه برای واحدهایی انجام می‌گیرد کـه در هر دو دورهٔ مورد بررسی کارا هستند. بنابراین، این روش برای محاسبهٔ میزان رشد واحدهای ناکارا مناسب نیست و در نتیجه آنچه به‌عنوان رشـد سـولو نمـایش داده می‌شود فقط ناشی از تغییرات تکنولوژی است. پس از سـولو دانـشمندان دیگـری نیـز، در تـلاش جهـت توسـعهٔ نظـری روش او و از بـین بـردن مـشکلات و محدودیت‌های عملی ذکر شده، گام برداشتند. در سال ۱۹۸۲ نیشی‌میتزو و پـیج[2] [21] با برداشتن شرط کارایی واحدهای تحت بررسـی، اثبـات کردنـد کـه عوامـل مؤثر در رشد بهره‌وری متأثر از سه عامل اصلاح کارایی، اسـتفاده از منـابع ورودی بیشتر و تغییرات تکنولوژیکی می‌باشد. اما روش‌های پارامتریک مـذکور علـی‌رقـم این‌که می‌توانستند از نظر تئوری تمام وقـایع اقتـصادی را توجیـه کننـد ولـی در

1- Robert Solow.
2- Nishimizu , Page.

نهایت به‌دلیل استفاده از بستر پارامتریک و تابع تولید، با مشکلاتی محاسباتی و کاربردی مواجه گشتند. به‌طور مثال، در این روش‌ها نیاز به دانستن تکنولوژی پایه، تحلیل‌گر را مجبور به انتخاب یک فرم تابعی پارامتری برای تابع تولید می‌کند. همچنین در این حالت فرض می‌شود که نوع تابع تولید از یک دوره به دورهٔ دیگر تغییر نمی‌کند، حال آن‌که در واقعیت شاید به این‌گونه نباشد. یکی دیگر از مشکلات محاسباتی مربوط به ماهیت گسستهٔ داده‌هاست. زیرا در روش‌های پارامتریک، همواره یک تابع تولید پیوسته برای داده‌های گسستهٔ موجود، تخمین زده می‌شود و این موضوع باعث خطا و اریبی در محاسبات می‌گردد. (برای جزئیات بیشتر به [12] مراجعه نمائید).

مشکلاتی که در به‌کارگیری روش‌های پارامتریک علیرقم قوت تئوری آن‌ها وجود داشت، محققانی نظیر کی‌وس، کریستنسن و دایورت[1] [9] را بر آن داشت تا از روش‌های ناپارامتریک برای پوشش مشکلات مذکور استفاده نمایند. آن‌ها شاخص بهره‌وری مالمکوئیست[2] [19] را به‌عنوان یک شاخص رشد، اولین بار در سال ۱۹۸۲ در تئوری تولید به‌کار بردند. اما با معرفی تحلیل پوششی داده‌ها در سال ۱۹۷۸ به‌عنوان تعمیمی از روش ناپارامتری فارل [15][3]، توسط، چارنز، کوپر و رودز، روش‌های محاسبهٔ رشد بهره‌وری به سوی بهره‌گیری از این تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی سوق پیدا نمود. از این رو، در سال ۱۹۸۹ فار، گروسکوف، لینگرن و رووس[4]، به منظور محاسبه شاخص مالمکوئیست از تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. آن‌ها در سال ۱۹۹۲، با فرض بازده به مقیاس ثابت[5]، این شاخص را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر در تکنولوژی تجزیه کردند که این تجزیه به‌خاطر نام پدیدآورندگان آن به تجزیهٔ FGLR معروف شد

1- Caves , Christensen , Diewert.
2- Malmquist.
3- Farrel.
4- Fare, Grosskof, Lindgren and Roos.
5 - Constant Returns to Scale.

([13]). همچنین در سال ۱۹۹۴، فار، گروسکوف، نوریس و ژانگ[1]، این بار با وارد کردن کارایی قیاسی و فرض بازده به مقیاس متغیر[2]، تجزیه دیگری از این شاخص به نام تجزیه FGNZ، ارائه دادند. این تجزیه، علاوه بر عوامل تجزیه شده در FGLR، عامل دیگری به نام تغییرات کارایی قیاسی را هم در برداشت ([14]). (برای اطلاعات بیشتر در مورد کاربرد این شاخص در موقعیت‌های مختلف اقتصادی به [6,11,17,26,28] مراجعه نمائید).

برای محاسبه شاخص بهره‌وری مالمکوئیست با استفاده از مدل‌های DEA احتیاج به وجود داده‌هایی خاص است، به‌عبارت دقیق‌تر، مرز تکنولوژیکی (مرز کارا[3]) که مبنای محاسبه شاخص‌های رشد است، در این جا با بهره‌گیری از برنامه‌ریزی ریاضی و بر اساس تقابل و مقایسهٔ واحدهای تحت بررسی ساخته می‌شود، بنابراین، در مواقعی که فقط یک واحد تصمیم‌گیرنده موجود و هدف محاسبه رشد TFP آن واحد در طول زمان باشد، به‌دلیل عدم کارکرد مدل‌های DEA که منجر به عدم وجود مرز کارا می‌شود، این روش با شکست مواجه خواهد شد. لذا. در این مقاله به منظور پوشش مشکل مذکور، با بهره‌گیری از شاخص بهره‌وری تورنکوئیست و تلفیق آن با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، روشی به منظور محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل، معرفی و تشریح می‌شود. بنابراین ابتدا، در بخش دوم تعاریف و مفاهیم به‌کار گرفته شده در بخش‌های بعد می‌آید. سپس در بخش ۳، شرح مختصری از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها و محاسبه بهره‌وری کل عوامل و کشش‌ها[4]، خواهد آمد. در ادامه در بخش ۴، روش پیشنهادی در محاسبه رشد TFP، با استفاده از تلفیق شاخص تورنکوئیست و مدل‌های DEA، معرفی می‌شود و همچنین چگونگی تجزیه آن به دو عامل، تغییر کارایی و تغییر در تکنولوژی شرح داده خواهد شد. امّا در بخش ۵، در یک مطالعهٔ

1- Fare, Grosskof, Norris and Zhang.
2- Variable Returns to Scale.
3- Efficient Frontier.
4- Elasticity.

موردی، به محاسبه رشد TFP و عوامل موثر در تغییرات آن در صنعت برق، طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۳ می‌پردازیم. بخش آخر نیز، بر اساس یافته‌های این تحقیق، به نتیجه‌گیری و ارائه توصیه‌های سیاستی اختصاص خواهد داشت.

۲- تعاریف و مفاهیم

تعریف ۱. درآمد کل و هزینه کل: فرض کنیم واحد تصمیم‌گیرنده p دارای ورودی‌های $X = (x_1, x_2, ..., x_n)$ و خروجی‌های $Y = (y_1, y_2, ..., y_m)$ باشد. اگر قیمت‌های ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌ترتیب برابر، $R = (r_1, r_2, ..., r_n)$ و $Q = (q_1, q_2, ..., q_m)$ باشند، آنگاه درآمد کل و هزینه کل این واحد به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

هزینه کل $$TC(P) = \sum_{i=1}^{n} r_i x_i$$

درآمد کل $$TR(P) = \sum_{j=1}^{m} q_j y_j$$

تعریف ۲. بهره‌وری کل عوامل: نسبت درآمد کل به هزینه کل در یک واحد تصمیم‌گیرنده، شاخص بهره‌وری کل عوامل نام دارد، بنابراین با استفاده از تعریف قبل داریم:

$$TFP = \frac{\sum_{j=1}^{m} q_j y_j}{\sum_{i=1}^{n} r_i x_i}$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

لذا بهره‌وری کل عوامل نشان‌دهنده نرخ تبدیل هزینه کل به درآمد کل است:

$$\sum_{j=1}^{m} q_j y_j = TFP \times \sum_{i=1}^{n} r_i x_i \quad \Rightarrow \quad TR = TFP \times TC$$

تعریف ۳. کشش یک ورودی در یک خروجی: مقدار تغییر نسبی یک خروجی به ازاء یک درصد تغییر در یک ورودی، کشش آن ورودی در خروجی نامیده می‌شود. بنابراین داریم:

$$E_{ji} = \frac{\delta Y_i}{\delta X_j} \times \frac{X_j}{Y_i}$$

که در آن E_{ji} مقدار کشش ورودی j ام (X_j)، در خروجی i ام (Y_i) است.

۳- تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)

پایه‌گذار روش‌های ناپارامتری در محاسبه بهره‌وری و ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده، اقتصاددانی به نام فارل بود. او در سال ۱۹۵۷، سیستمی‌شامل دو ورودی و یک خروجی را مورد بررسی قرار داد. و به‌تحلیل بهره‌وری واحدها با یک روش ناپارامتری پرداخت.

در سال۱۹۷۸، چارنز، کوپر و رودز، با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی روش ناپارامتری فارل را برای سیستمی با ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه تعمیم دادند و عنوان تحلیل پوششی داده‌ها از این زمان به مجموعه مدل‌های توسعه یافته برنامه‌ریزی ریاضی در این زمینه داده شد. مدل چارنز، کوپر و رودز که در آن بازده به مقیاس، ثابت فرض می‌شود، به نام CCR معروف شد [10]. در سال ۱۹۸۴، بنکر[1]، چارنز و کوپر روش CCR را برای حالت‌های بازده به مقیاس متغیر تعمیم دادند، که مدل پیشنهادی آن‌ها به نام BCC معروف شد [7].

در ادامه به چگونگی محاسبه کارایی و همچنین به‌دست آوردن کشش‌ها، با بهره‌گیری از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها می‌پردازیم.

1- Banker .

۳-۱- محاسبه کارایی با بهره‌گیری از مدل‌های DEA

مدل‌های DEA، میزان تونایی هر واحد تصمیم‌گیرنده در تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها را ارزیابی می‌کند که این میزان توانایی، کارایی[1] نامیده می‌شود. به‌عبارت دقیق‌تر، در این‌گونه مدل‌ها، با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و با توجه به جایگاه واحدهای مورد بررسی، ابتدا مجموعه امکان تولید[2] به‌دست می‌آید، سپس این مجموعه، مرز امکان تولید را مشخص می‌سازد. این مرز نشان‌دهنده جایگاه، بهترین تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌هاست. این مرز را مرز کارا گویند. سپس ارزیابی واحدها بر اساس فاصله آن‌ها از این مرز، انجام می‌شود و راهکارهای بهبود کارایی، بر مبنای نزدیک شدن به مرز انجام می‌گیرد. (برای جزئیات بیشتر به [3,5] مراجعه نمائید). بنابراین برای محاسبه کارایی، نیازی به تعیین پیشاپیش تابع تولید و در نتیجه تعیین وزن‌های ثابت نداریم، بلکه در این روش، در یک فضای رقابتی به تعیین وزن‌هایی بهینه، به منظور محاسبه درآمد کل و هزینه کل پرداخته می‌شود. به‌عبارت دقیق‌تر مدل‌های DEA، با ایجاد یک فضای رقابتی که با بهره‌گیری از واحدهای تحت بررسی ایجاد می‌شود، وزن‌هایی را به‌صورت اختصاصی به هر واحد تخصیص می‌دهند و کارایی هر واحد بر مبنای وزن‌های غیر ثابت و اختصاصی محاسبه می‌شود. لذا کارایی محاسبه شده با این مدل‌ها، صورت مقایسه‌ای پیدا می‌کند، بنابراین نه تنها مقدار کارایی به‌دست آمده، بیانگر نرخ تبدیل هزینه کل به درآمد کل است، بلکه قابلیت مقایسه‌ای آن می‌تواند، در رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده، بر اساس کارایی بالاتر، مفید واقع شود.

فرض کنیم n واحد تصمیم‌گیرنده داشته باشیم که هر یک شامل m ورودی و s خروجی هستند. ماتریس $m\times n$ ورودی‌ها را با X و ماتریس $s\times n$ خروجی‌ها را با Y نشان می‌دهیم. به‌علاوه X_j و Y_j، به‌ترتیب بردار ورودی و خروجی واحد

1- Efficiency.
2- Production Possibility Set.

ژام را نشان می‌دهند. لذا مدل محاسبه کارایی با ویژگی خروجی محور و بازده به مقیاس ثابت، عبارت است از:

$$(EFF_p =) \text{Max} \quad z = \frac{U^T Y_P}{W^T X_P}$$

$$\text{S.T} \quad U^T Y_j - W^T X_j \le 0$$

$$W^T X_P = 1$$

$$W \ge \varepsilon, U \ge \varepsilon$$

که در آن U و W، به‌ترتیب بردار وزن‌های ورودی‌ها و خروجی‌ها هستند، همچنین ε یک بی‌نهایت کوچک غیرارشمیدسی[1] است که برای ملاحظات محاسباتی وارد مدل شده است (برای مطالعه بیشتر در مورد اهمیت وجودی آن، [4,20] را ببینید).

مدل معرفی شده، برای هر DMU_p که $p=1,2,...,n$، یک بار اجرا می‌شود و در آن مقدار به‌دست آمده از تابع هدف، برابر با مقدار کارایی واحد p ام است. بنابراین واحدی بهترین کارایی ممکن را داراست که مقدار EFF آن برابر ۱ باشد. در غیر این صورت واحد مذکور ناکاراست و میزان ناکارایی آن برابر مقدار EFF به‌دست آمده از تابع هدف است.

۳-۲- محاسبه کشش‌ها از مدل‌های DEA

فرض کنیم n واحد تصمیم‌گیرنده موجود باشد. مدل با بازده به مقیاس ثابت (CCR) را در نظر می‌گیریم. فرض کنیم سطر تابع هدف، در مدل محاسبه کارایی برای واحد تصمیم‌گیرنده p ام، به‌صورت زیر باشد:

$$EFF_p = \frac{\sum_j q_{jp}\, y_{jp}}{\sum_i r_{ip}\, x_{ip}} = \frac{TR_p}{TC_p}$$

1- Non-Archimedean Infinitesimal.

که در آن EFF واحد p ام، رابطهٔ بین هزینه کل و درآمد کل را نشان می‌دهد، پس می‌توان نوشت:

$$(TR_p) = EFF_p \times (TC_p)$$

بنابراین کشش ورودی i در درآمد کل به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{cases} TR_p = EFF_p \times \sum_i r_{ip}\, x_{ip} \\ \dfrac{\delta TR_p}{\delta x_{ip}} = EFF_p \times v_{ip} \end{cases}$$

$$ex_{ip} = \frac{\delta TR_p}{\delta x_{ip}} \times \frac{x_{ip}}{TR_p} = EFF_p \times r_{ip} \times \frac{x_{ip}}{EFF_p \times \sum_i v_{ip} x_{ip}} = \frac{r_{ip}\, x_{ip}}{\sum_i r_{ip}\, x_{ip}} \qquad (I)$$

$$ex_{ip} = \frac{r_{ip}\, x_{ip}}{\sum_i r_{ip}\, x_{ip}} \quad \text{و} \quad \sum_i ex_{ip} = 1$$

و به همین صورت، کشش خروجی j ام در هزینه کل محاسبه می‌شود:

$$ey_{jp} = \frac{q_{jp}\, y_{jp}}{\sum_j q_{jp}\, y_{jp}} \quad \text{و} \quad \sum_j ey_{jp} = 1 \qquad (II)$$

مزیت اصلی محاسبه کشش‌ها به وسیله مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، به فضای رقابتی ایجاد شده بین واحدها برمی‌گردد. به‌عبارت دیگر کشش‌های محاسبه شده در این روش، برای هر واحد تصمیم‌گیرنده، به‌صورت اختصاصی و در یک فضای رقابتی به‌دست می‌آید.

شایان ذکر است، مقادیر کشش‌های ورودی و خروجی برای هر واحد تصمیم‌گیرنده از نتایج اولیهٔ این روش است و لذا همان طوری که توضیح داده

شد، این کشش‌ها، میزان اهمیت هر ورودی یا خروجی را در میزان کارایی نشان می‌دهند، بنابراین، با این روش، عوامل حساس(کلیدی) موفقیت[1] (CSF) در تغییرات کارایی نیز مشخص می‌شوند. که می‌توان از آن‌ها برای ارائهٔ راهکارهای افزایش کارایی استفاده نمود (برای اطلاعات بیشتر در مورد مدل‌های افزایش کارایی به [16,22] مراجعه نمائید).

۴- رشد بهره‌وری کل عوامل (TFPG)

تحقیقات اولیه در مورد رشد بهره‌وری به مطالعات کوپمنز [18] و سولو (۱۹۵۷) برمی‌گردد. سولو در مطالعه رشد بهره‌وری ایالات متحده، تأثیر تکنولوژی و دانش فنی را در رشد بهره‌وری مورد بررسی قرار داد. در سال ۱۹۸۲ نیشی میتزو و پیج، رشد بهره‌وری را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر تکنولوژی تجزیه نمودند.

شاخص مالمکوئیست یکی از شاخص‌هایی است که در بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل، همواره مورد توجه تحلیل گران اقتصاد بوده است. این شاخص ابتدا در سال ۱۹۵۳ به‌عنوان، شاخص استاندارد زندگی، معرفی و در سال ۱۹۸۲ برای اولین بار در تئوری تولید به‌کار گرفته شد. (کی وس و چریستن سن و دایورت). در سال ۱۹۸۹ فار و همکاران، به منظور محاسبه شاخص مالمکوئیست از تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند و سپس در سال ۱۹۹۲، آن‌ها این شاخص را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر در تکنولوژی تجزیه کردند.

محاسبه شاخص مالمکوئیست با بهره‌گیری از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، بر اساس مقایسه رشد بهره‌وری تعدادی واحد تصمیم‌گیرنده در طی دو دوره انجام می‌پذیرد، به‌عبارت دیگر، به‌دلیل ماهیت مقایسه‌ای مدل‌های DEA، برای محاسبه این شاخص در هر دوره به داده‌هایی خاص شامل تعدادی واحدی تصمیم‌گیرنده نیاز است، بنابراین در حالتی که فقط یک واحد تصمیم‌گیرنده موجود و هدف

1- Critical Success Factor.

محاسبه رشد بهره‌وری این واحد در طول زمان باشد، این شاخص از محاسبه رشد بهره‌وری ناتوان است، لذا در این مقاله، به منظور حل این مشکل، از شاخص دیگری به نام شاخص بهره‌وری تورنکوئیست[1] [27] کمک گرفته شد. این شاخص، یک ابزار مفید برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل در طی دوره زمانی است و با استفاده از کشش ورودی‌ها و خروجی‌ها به‌ترتیب در هزینه کل و درآمد کل به محاسبه رشد بهره‌وری می‌پردازد. در ادامه خواهیم دید که با بهره‌گیری از کشش‌های به‌دست آمده از مدل‌های DEA، این شاخص برای هر دوره محاسبه شده و همچنین مانند شاخص مالمکوئیست به دو عامل تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی تقسیم خواهد شد. شایان ذکر است که، مزیت اصلی از استفاده از این شاخص، محاسبه رشد TFP بدون نیاز به داده‌هایی خاص (چند واحد تصمیم‌گیرنده) است، به‌عبارت دیگر این روش قابلیت محاسبه رشد TFP را با وجود حتی یک واحد تصمیم‌گیرنده داراست.

فرض کنیم داده‌ها از یک واحد تصمیم‌گیرنده، در طول n سال، شامل m ورودی و s خروجی موجود باشد. بنابراین فرض می‌کنیم این واحد در سال k ام (دوره پایه)، دارای بردار ورودی $X^k=(x_1^k,x_2^k,...,x_m^k)$ و بردار خروجی $Y^k=(y_1^k,y_2^k,...,y_s^k)$ و در دوره $k+1$ ام، به‌ترتیب دارای بردار ورودی $X^{k+1}=(x_1^{k+1},x_2^{k+1},...,x_m^{k+1})$ و بردار خروجی $Y^{k+1}=(y_1^{k+1},y_2^{k+1},...,y_s^{k+1})$ باشد. بنابراین اگر وضعیت این واحد در هر سال، به‌عنوان یک DMU در نظر گرفته شود و مدل DEA با بازده به مقیاس ثابت و خروجی محور را در نظر بگیریم، آنگاه شاخص مقداری ورودی تورنکوئیست به‌صورت زیر تعریف و محاسبه می‌شود:

$$TQ_x=\prod_{i=1}^{m}\left(\frac{x_i^{k+1}}{x_i^k}\right)^{ex_i} \quad و \quad \sum_{i=1}^{m}ex_i=1$$

1- Tornqvist.

که در آن ex_i، به‌صورت میانگین هندسی از کشش ورودی i ام در درآمد کل، یک بار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ محاسبه می‌شود.

$$ex_i^k = \frac{r_i^k x_i}{\sum_i r_i^k x_i} \quad و \quad ex_i^{k+1} = \frac{r_i^{k+1} x_i}{\sum_i r_i^{k+1} x_i}$$

در حقیقت مقدار TQ_X، بیانگر تغییرات ورودی در طی دو سال است، که با استفاده از مقدار کشش هر ورودی در درآمد کل محاسبه می‌شود. به همین صورت، می‌توانیم شاخص مقداری خروجی تورنکوئیست را تعریف و محاسبه نمائیم:

$$TQ_y = \prod_{j=1}^{s} \left(\frac{y_j^{k+1}}{y_j^k} \right)^{ey_j} \quad و \quad \sum_{j=1}^{s} ey_j = 1$$

که در آن ey_j، به‌صورت میانگین هندسی از کشش خروجی j ام در هزینه کل، یک بار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ محاسبه می‌شود.

$$ey_j^k = \frac{q_j^k y_j}{\sum_j q_j^k y_j} \quad و \quad ey_j^{k+1} = \frac{q_j^{k+1} y_j}{\sum_j q_j^{k+1} y_j}$$

لذا مقدار TQ_Y، بیانگر تغییر خروجی در طی دو سال است، که با بهره‌گیری از کشش هر خروجی در هزینه کل محاسبه می‌شود. بنابراین با تعاریف قبل، شاخص رشد بهره‌وری کل عوامل تورنکوئیست در طی گذر از دو سال، k و $k+1$ عبارت است از:

رشد بهره‌وری کل عوامل

$$TFPG_{k,k+1} = \frac{TQ_Y}{TQ_X}$$

و همچنین تغییر کارایی در طی عبور از دو سال k و k+1 به‌صورت ذیل محاسبه می‌شود:

تغییرات کارایی $$EC_{k,k+1} = \frac{EFF_{K+1}}{EFF_K}$$

که صورت کسر،کارایی در سال k و مخرج، کارایی در سال $k+1$ است. سرانجام تغییرات تکنولوژی نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است:

تغییرات تکنولوژی $$TC_{k,k+1} = \frac{TFPG_{k,k+1}}{EC_{k,k+1}}$$

با به‌کارگیری مدل تحلیل پوششی داده‌ها و استفاده از شاخص تورنکوئیست، می‌توانیم رشد بهره‌وری کل عوامل یک واحد تصمیم‌گیرنده را در طول دوره های متوالی محاسبه کنیم. همچنین نقش تغییر کارایی و تغییر در تکنولوژی در رشد بهره‌وری کل عوامل این واحد، در طی گذر از هر دوره، به راحتی از فرمول‌های مذکور قابل محاسبه و بررسی است. لذا بعد از محاسبه فرمول‌های مربوط به شاخص تورنکوئیست و تجزیه‌های آن در هر دوره، اگر

- $TC > 1$، آنگاه واحد مذکور در خلال یک دوره (دو سال متوالی) پیشرفت تکنولوژی داشته است و هرگاه $TC < 1$ موضوع برعکس است.
- $EC > 1$، آنگاه واحد مذکور در یک دوره (دو سال متوالی) افزایش کارایی داشته است و هرگاه $EC < 1$، کاهش کارایی.
- و در نهایت، مقدار بیشتر از ۱ در شاخص تورنکوئیست، به معنای رشد TFP، در یک دوره (دو سال متوالی) است و مقدار کم‌تر از ۱، رشد منفی را نشان می‌دهد.

۵- محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل صنعت برق

در برنامه چهارم توسعه آمده است که همه دستگاه‌های اجرائی مکلفند سهم ارتقای بهره‌وری در رشد تولید مربوطه را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم

برای تحقق آن‌ها را برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره‌ور محور مشخص نمایند به‌طوری که سهم بهره‌وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی(GDP) حداقل به ۳۱/۳ درصد و متوسط رشد سالیانه بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید به‌ترتیب به مقادیر حداقل، ۳/۵، ۱ و ۲/۵ درصد برسد. لذا لزوم تعیین رشد بهره‌وری کل عوامل و عوامل تأثیرگذار بر آن، با توجه به این قانون کاملاً مشخص می‌شود.

در این بخش می‌خواهیم مدل معرفی شده در بخش قبل را به‌منظور محاسبه رشد TFP صنعت برق، در طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۳ به‌کار گیریم. همچنین تأثیر تغییرات کارایی و تغییرات در تکنولوژی را، در رشد TFP این صنعت بررسی کنیم.

۵-۱) داده‌ها

با استناد به سند ملی توسعه بخش برق در برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی‌ایران که توسط شرکت توانیر در بهمن ماه ۱۳۸۳ تدوین گردیده است [1]،

"تأمین مستمر برق با کیفیت جهت حصول به حداکثر رضایتمندی مشترکین با کاربردهای گوناگون، با عنایت به پیشرفت تکنولوژی و رشد مصرف"،

چشم‌انداز صنعت برق در نظر گرفته شده است. همچنین، در این سند راهبردها و استراتژی‌های کلان بخش برق به همراه اهداف، سیاست‌ها و راهکارهای مرتبط با اهداف به‌طور مشروح آورده شده است.

امّا چهار هدف کلان مذکور در این سند عبارتند از:

- تجدید ساختار صنعت برق با هدف افزایش بهره‌وری
- پوشش نیازهای منطقی تعریف شده در برنامه
- منطقی شدن مناسبات اقتصادی
- افزایش ظرفیت مدیریت و بهره‌وری نیروی انسانی

همانگونه که اشاره شد، هر کدام از اهداف چهارگانه نیز بر اساس سیاست‌هایی خاص در نظر گرفته شده‌اند. به‌عنوان نمونه منطقی شدن مناسبات اقتصادی از دیدگاه سند ملی توسعه بخش برق شامل سیاست‌های ذیل می‌باشد:

الف) تعیین تحقیق الگوی مصرف مشترکین در کلیه بخش‌های مصرف.

ب) تعیین تعرفه‌های بخش برق براساس قیمت تمام شده و الگوی مصرف.

ج) هدایت مصرف‌کنندگان به رعایت الگوی مصرف.

د) ثبات در سیاست‌های اقتصادی بخش برق.

(به منظور کسب توضیحات مشروح‌تر به مرجع [1] مراجعه نمایید.)

بنابراین، از آنجائی‌که در این تحقیق هدف، محاسبه رشد TFP صنعت برق در سال‌های گذشته و بررسی عوامل موثر در تغییرات آن است، لذا چهار شاخص کلان با نام اهداف مذکور تعریف نموده‌ایم تا شاخص TFP نیز بر اساس این اهداف و در راستای نیل به چشم‌انداز این صنعت، محاسبه شود. همچنین زیر شاخص‌های در نظر گرفته شده در این تحقیق، بر مبنای سرفصل‌های مرتبط با اهداف چهارگانه انتخاب و در قالب سلسله مراتبی به شاخص‌های کلان مرتبط گشته‌اند. (نمودار ۱ را ملاحظه کنید). اما برای تجمیع داده‌های زیر شاخص‌ها و در نهایت ساخت شاخص‌های کلان، احتیاج به تخصیص وزن‌های نسبی بود که این وزن‌ها با بهره‌گیری از تکنیک تحلیل سلسله مراتبی[1] (AHP) و نظرات چند تن از مدیران و کارشناسان بخش‌های مختلف برق، معین گردید. شایان ذکر است که داده‌های مربوط به زیر شاخص‌ها، از اطلاعات[2] مربوط به ۳۸ سال صنعت برق، برگرفته از مرکز اطلاع رسانی معاونت منابع انسانی و بهبود بهره‌وری، به‌دست آمده است [2]. همچنین وزن نسبی به‌منظور تجمیع زیرشاخص‌ها نیز قابل‌انعطاف و صرفاً در جهت شرح مدل‌های مربوطه تعیین شده است و برای دقیق‌تر شدن

1- Analytical Hierarchy Process .

وزن‌های نسبی باید از نظرات طیف وسیع‌تری از مدیران و کارشناسان بهره برد. در ادامه به منظور تشریح بیشتر، به معرفی اجزای مدل استفاده شده خواهیم پرداخت.

۵-۲- معرفی اجزای مدل

در این بخش به معرفی متغیرهای ورودی و خروجی مدل، نحوه تجمیع شاخص‌ها و روش به‌دست آوردن وزن‌های نسبی شاخص‌ها به‌طور مختصر پرداخته می‌شود.

متغیرهای ورودی و خروجی مدل

با توجه به ماهیت شاخص‌های کلان چهارگانه و خروجی بودن ماهیت آن‌ها (بیشتر شدن آن‌ها به معنای بهتر شدن وضعیت شاخص مذکور است) و این‌که این شاخص‌ها اساساً بر مبنای اهداف کلان تنظیم شده‌اند، لذا از این شاخص‌ها در خروجی مدل محاسبه رشد TFP استفاده می‌نمائیم. بنابراین از مدل DEA با یک ورودی ثابت و چهار خروجی استفاده می‌نمائیم.

نحوه تجمیع شاخص‌ها

تجمیع شاخص‌ها طی مراحل زیر انجام شده است.

الف) تعریف هر یک از زیرشاخص‌ها براساس سند ملی توسعه بخش برق و مؤلفه‌های کمی‌موجود در کتابچه ۳۸ سال صنعت برق ایران از نگاه آمار برای هر سال محاسبه گردید.

ب) کمیت به‌دست آمده برای هر زیر شاخص پس از محاسبه نرمالیزه شده است. (در این مرحله تأثیر مثبت یا منفی بودن زیرشاخص بر شاخص مرجع آن نیز در نظر گرفته شد.)

ج) براساس وزن‌های هر زیرشاخص، کمیت‌های نرمالیزه شده وزن‌دهی شدند.

د) کمیت شاخص مرجع از جمع زیر شاخص‌های نرمالیزه و وزن داده شده محاسبه شد.

تکنیک AHP برای محاسبه وزن‌های نسبی

روش تحلیل سلسه مراتبی (AHP)[24,25] براساس تحلیل مغز انسان برای مسائل پیچیده و فازی (مبهم) توسط (توماس – ل – ساعتی) در سال‌های دهۀ ۱۹۷۰ پیشنهاد گردید. دو نوع مفهوم فازی (مبهمی) توسط آقای ساعتی مطرح می‌گردد یکی مفهوم فازی در درک و دیگری مفهوم فازی در معنی. فازی در درک به علت پیچیدگی پدیده‌ها به وجود می‌آید که بلافاصله قابل درک نیستند و فازی در معنی به علت نسبیت معانی است، یعنی معنی پدیده‌ها بستگی به عملکرد آن‌ها در رسیدن به مقاصد مختلف دارد. AHP و کاربرد آن بر سه اصل استوار است:

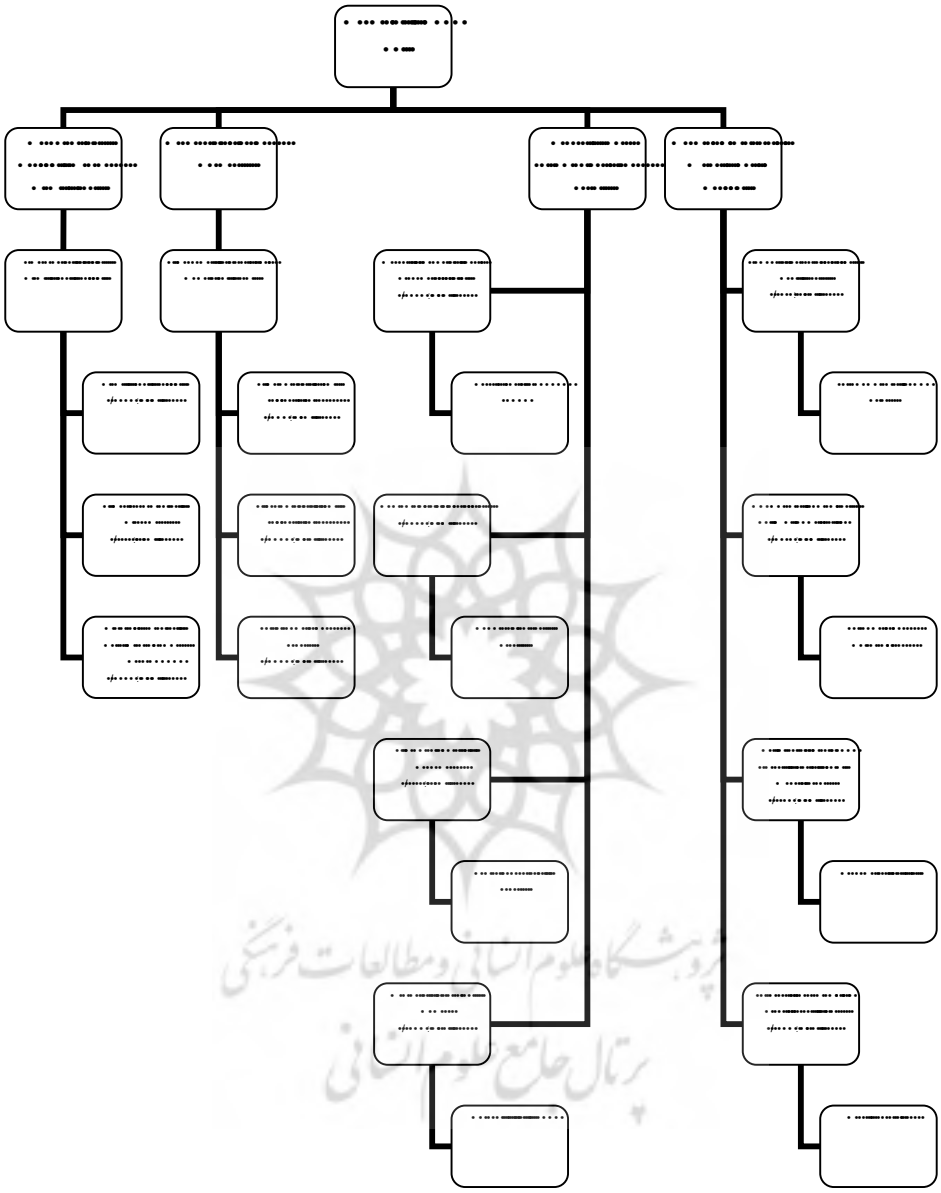
الف) برپایی یک ساختار و قالب رده‌ای (سلسله مراتبی) برای مسأله؛

ب) برقراری توجیحات از طریق مقایسات زوجی (به‌صورت نرخ‌های جانشینی)؛

ج) برقراری سازگاری منطقی از اندازه‌گیری‌ها.

با تکیه بر این سه اصل و با استفاده از نرم‌افزار Expert choice نظرات ۶ تن از مدیران و کارشناسان صنعت در چند مرحله اخذ گردید تا امکان خطای تصمیم‌گیری تا حد امکان کاهش یابد و نتیجه آن، اوزان نسبی‌ای شد که در نمودار ۱ به آن اشاره گردیده است.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



نمودار۱- ارتباط زیر شاخص‌ها با شاخص‌های کلان و وزن نسبی آنها

در مجموع بعد از محاسبه و تجمیع زیر شاخص‌ها، مقادیر شاخص‌های کلان در طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۳ مشخص گردید. جدول ۱ این مقادیر را به تفکیک سال‌های مذکور ارائه می‌دهد.

جدول۱- داده‌های مربوط به چهار شاخص کلان

1347	0. 5113	0. 0000	0. 0474	0. 4920	1365	0. 2296	0. 2207	0. 0702	0. 2951
1348	0. 4887	0. 0000	0. 0382	0. 5772	1366	0. 1964	0. 3686	0. 0923	0. 3110
1349	0. 4971	0. 6596	0. 0296	0. 6073	1367	0. 2332	0. 3000	0. 0922	0. 2990
1350	0. 4544	0. 4493	0. 0330	0. 6856	1368	0. 1822	0. 1485	0. 0975	0. 3049
1351	0. 4399	0. 5799	0. 0303	0. 4251	1369	0. 1480	0. 1763	0. 1138	0. 3034
1352	0. 4627	0. 2389	0. 0271	0. 4524	1370	0. 1433	0. 2105	0. 1247	0. 3065
1353	0. 4448	0. 1693	0. 0255	0. 4693	1371	0. 1443	0. 1598	0. 1352	0. 3446
1354	0. 4251	0. 2886	0. 0281	0. 4789	1372	0. 1065	0. 2318	0. 1614	0. 2943
1355	0. 4176	0. 1760	0. 0306	0. 5287	1373	0. 1167	0. 2530	0. 2713	0. 2789
1356	0. 3748	0. 2731	0. 0390	0. 3661	1374	0. 1198	0. 2461	0. 2966	0. 3209
1357	0. 3399	0. 2241	0. 0434	0. 3469	1375	0. 1273	0. 2065	0. 3262	0. 3434
1358	0. 3370	0. 6357	0. 0574	0. 3426	1376	0. 1064	0. 2892	0. 3567	0. 3815
1359	0. 3213	0. 4352	0. 0599	0. 3046	1377	0. 0798	0. 2585	0. 3939	0. 4095
1360	0. 3443	0. 2197	0. 0621	0. 2981	1378	0. 0893	0. 2531	0. 4958	0. 4390
1361	0. 3097	0. 2537	0. 0691	0. 3255	1379	0. 2578	0. 3063	0. 6236	0. 4746
1362	0. 2678	0. 3769	0. 0799	0. 3272	1380	0. 2561	0. 3055	0. 6337	0. 5135
1363	0. 2443	0. 3293	0. 0872	0. 2937	1381	0. 2312	0. 2555	0. 7365	0. 5680
1364	0. 2385	0. 3746	0. 0826	0. 2910	1382	0. 2124	0. 3323	0. 8487	0. 6166
					1383	0. 2080	0. 3180	0. 9999	0. 6620

۵-۳- نتایج و بحث

با توجه به توضیحات بخش قبل و با استفاده از داده‌های جدول ۱، نتایج مدل محاسبه رشد TFP و تجزیه‌های آن به تفکیک ۳۶ دورهٔ زمانی در جدول ۲ داده شده است، که ستون دوم در این جدول، بیانگر تغییرات کارایی، ستون سوم،

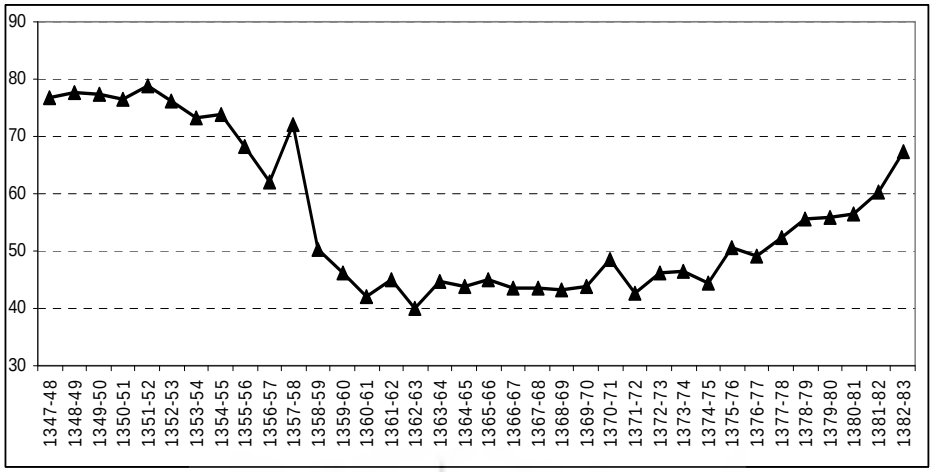
[8]. GAMS

تغییرات تکنولوژی و بالاخره ستون آخر، مقدار رشد TFP صـنعت بـرق را در ۳۶ دوره زمانی نشان می‌دهد.

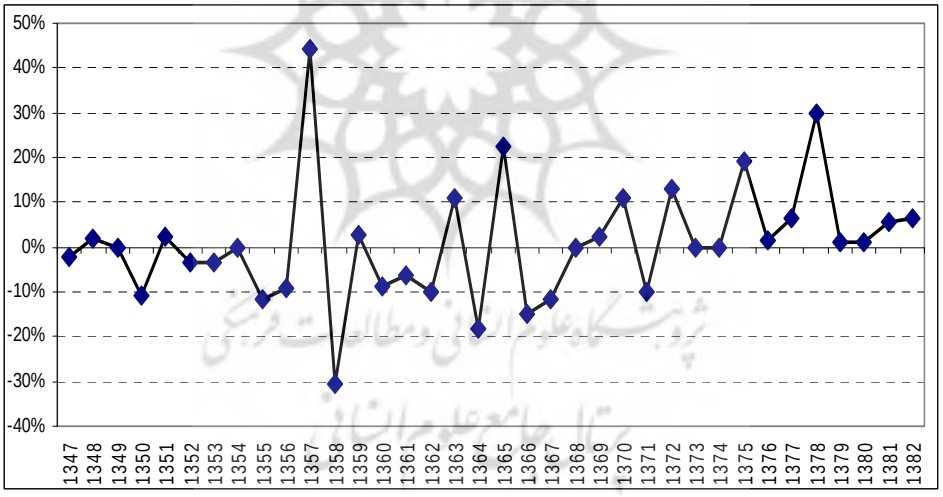
جدول ۲- رشد TFP و عوامل موثر در تغییرات آن

.....	. ...	....	. .... TFP	.....	. ...	....	TFP . ....
1347-48	0. 980	0. 981	0. 961	1365-66	1. 225	0. 840	1. 029
1348-49	1. 020	0. 990	1. 010	1366-67	0. 850	1. 138	0. 967
1349-50	1. 000	0. 995	0. 995	1367-68	0. 882	1. 128	0. 995
1350-51	0. 890	1. 112	0. 990	1368-69	1. 000	0. 996	0. 996
1351-52	1. 023	1. 009	1. 032	1369-70	1. 022	0. 990	1. 012
1352-53	0. 967	0. 996	0. 964	1370-71	1. 109	0. 999	1. 107
1353-54	0. 966	0. 997	0. 963	1371-72	0. 902	0. 974	0. 878
1354-55	1. 000	1. 009	1. 009	1372-73	1. 130	0. 960	1. 085
1355-56	0. 882	1. 046	0. 923	1373-74	1. 000	1. 006	1. 006
1356-57	0. 907	1. 005	0. 911	1374-75	1. 000	0. 954	0. 954
1357-58	1. 441	0. 805	1. 161	1375-76	1. 192	0. 956	1. 140
1358-59	0. 694	1. 003	0. 696	1376-77	1. 016	0. 959	0. 975
1359-60	1. 029	0. 892	0. 918	1377-78	1. 064	1. 002	1. 066
1360-61	0. 914	1. 001	0. 915	1378-79	1. 299	0. 816	1. 060
1361-62	0. 938	1. 137	1. 066	1379-80	1. 012	0. 992	1. 003
1362-63	0. 900	0. 988	0. 889	1380-81	1. 011	1. 001	1. 012
1363-64	1. 111	1. 009	1. 121	1381-82	1. 056	1. 010	1. 067
1364-65	0. 817	1. 198	0. 978	1382-83	1. 064	1. 052	1. 119

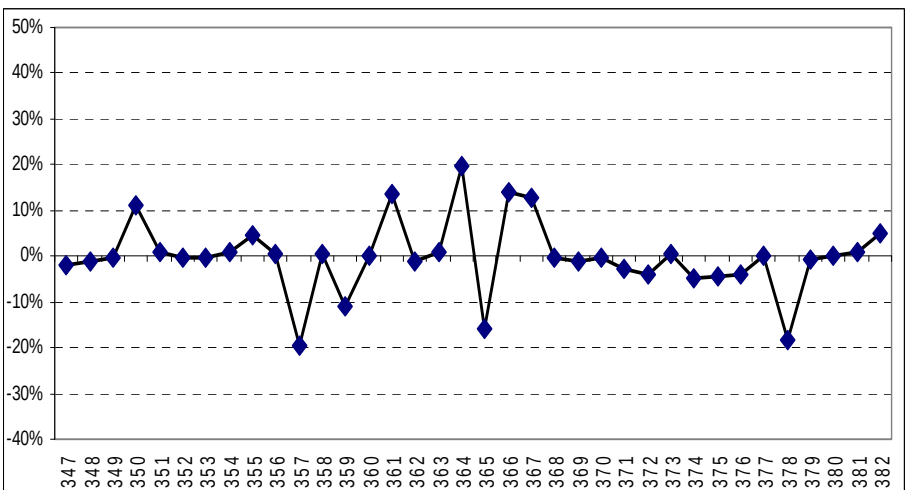
برای بررسی دقیق تر نتایج جدول ۲، نمودار ۴، ۵ ،۶ و ۷ داده شده است. ایـن نمودارها، به‌ترتیب، روند شاخص TFP، تغییرات کارایی، تغییرات تکنولوژی و رشد TFP در صنعت برق را در طی ۳۶ دوره نشان می‌دهند.



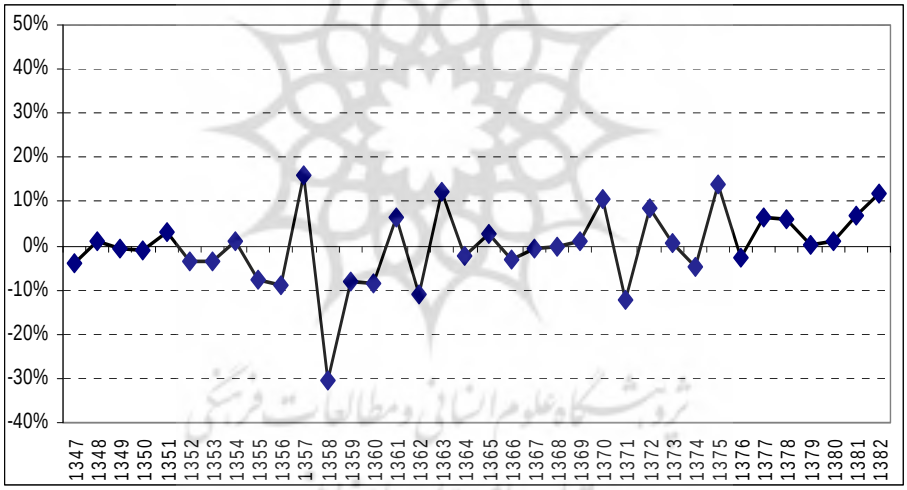
نمودار۴- روند شاخص TFP در صنعت برق



نمودار۵ - تغییرات کارایی در صنعت برق



نمودار۶- تغییرات تکنولوژی در صنعت برق



نمودار۷- رشد TFP در صنعت برق

با توجه به جدول۲ و نمودار ۴ و ۷، بیشترین رشد TFP مربوط به دوره ۱۱ (سال‌های ۵۸-۱۳۵۷) است. در این دوره، صنعت برق ۱۶٪ رشد در TFP داشته است، در حقیقت این رشد، به واسطه افزایش قابل توجه در طول خطوط انتقال، رشد ناچیز در مصرف هر مشترک خانگی و در نهایت افزایش شاخص‌های کلان

نسبت به دوره‌های دیگر، رخ داده است. در مقابل در دورهٔ ۱۲ (۵۹-۱۳۵۸) با افزایش قابل توجه متوسط مصرف هر مشترک خانگی، رشد ناچیز در طول خطوط انتقال، کاهش GDP و نهایتاً کاهش شاخص‌های کلان نسبت به دورهٔ قبل، این دوره از پائین‌ترین رشد TFP برخوردار گشته است. به‌عبارت دقیق‌تر، در این دوره صنعت برق با ۳۱٪ رشد منفی در TFP مواجه شده است که با ثابت بودن کارایی، مقدار رشد منفی در TFP به واسطهٔ رشد منفی در تکنولوژی، رخ داده است، که این موضوع به‌دلیل تحولات ناشی از جنگ تحمیلی، دور از انتظار نیست. اما به‌صورت کلان، در سال‌های بعد و با پایان جنگ تحمیلی، رشد TFP در این صنعت شرایط پایدارتری از خود نشان می‌دهد و در سال‌های اخیر نیز از رشد مثبتی برخوردار گشته است. ولی در مجموع با نگاهی بر روند تغییرات تکنولوژی در نمودار ۶ متوجه می‌شویم که در سال‌های اخیر، تغییرات تکنولوژی و دانش فنی، نقش عمده‌ای را در رشد TFP صنعت برق ایفا نمی‌کند و تغییرات کارایی علت اصلی در رشد TFP در این صنعت بوده است.

محاسبه شاخص بهره‌وری کل عوامل با شناختی که از وضعیت عملکرد و بهره‌وری سازمان مورد مطالعه و تأثیر عوامل درون و بیرون سازمان طی چند دوره متوالی به‌دست می‌دهد، می‌تواند مدیران سازمان را در تدوین اهداف استراتژیک کمک نماید و این اهداف با استفاده از تکنیک‌های مدیریتی مانند کارت امتیازی متوازن[1] (BSC) [29] قابل تبدیل به برنامه‌های عملیاتی خواهند شد.

در مجموع، افزایش بهره‌وری، از طریق تدوین صحیح یک استراتژی مناسب و همچنین ارزیابی مستمر و در نهایت اجرای متناسب آن تحقق می‌پذیرد. لذا، روش‌های اندازه‌گیری رشد بهره‌وری می‌تواند در کنار ساختارها و برنامه‌های بهبود بهره‌وری قرار گرفته و در هر دوره، این‌گونه برنامه‌ها را ارزیابی کند. بنابراین، با بهره‌گیری از روش پیشنهادی در ارزیابی استراتژی بهبود بهره‌وری در دوره‌های گذشته و همچنین ارائه راهکارهای منطقی در بهبود بهره‌وری در دوره‌های بعد،

1- Balanced Scorecard.

می‌توان در جهت ارتقای بهره‌وری و همچنین تحقق مقادیر ذکر شده در قانون برنامه چهارم توسعه گام برداشت.

۶- نتیجه‌گیری و ارائهٔ توصیه‌های سیاستی

یکی از شاخص‌های معروف در محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل با استفاده از تکنیک‌های ناپارامتری DEA، شاخص بهره‌وری مالمکوئیست است، این شاخص در صورت وجود داده‌هایی خاص، شامل چند واحد تصمیم‌گیرنده در هر دوره، می‌تواند رشد TFP واحدهای تحت بررسی را محاسبه و نتایج را به تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی تفکیک نماید؛ اما در بسیاری از شرایط فقط یک واحد تحت بررسی موجود است، بنابراین این شاخص به‌دلیل استفاده از مدل‌های DEA، در محاسبه رشد TFP در چنین شرایطی، ناتوان است. لذا در این مقاله با استفاده از شاخص بهره‌وری تورنکوئیست و بهره‌گیری از مدل‌های ناپارامتری DEA، مشکل مذکور مرتفع گردید. روش پیشنهادی مانند شاخص مالمکوئیست توانائی محاسبه رشد TFP و همچنین تجزیه به تغییرات کارایی و تکنولوژی را داراست، با این مزیت که به داده‌های خاصی مانند شاخص بهره‌وری مالمکوئیست نیاز نیست.

با توجه به الزامات قانون برنامه چهارم توسعه در خصوص افزایش ۲/۵ درصدی در رشد سالیانه بهره‌وری کل عوامل در سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرائی، روش پیشنهادی را به منظور بررسی رشد TFP در صنعت برق به‌کاربردیم و در هر دوره مقدار تأثیر، تغییرات کارایی و تغییر در تکنولوژی را در رشد TFP محاسبه و تحلیل نمودیم. نتایج نشان می‌دهد که عمدهٔ تغییرات در TFP صنعت برق در سال‌های اخیر، به سبب تغییرات کارایی بوده است و تغییرات تکنولوژی سهم کم‌تری نسبت به تغییرات کارایی، در رشد TFP داشته است. لذا با بررسی روند رشد بهره‌وری کل عوامل در طول زمان و عوامل تأثیرگذار بر آن، می‌توان به برنامه‌ریزی و ارائه راهکارهایی در جهت ارتقای بهره‌وری و تحقق مقادیر ذکر شده

در قانون برنامه، اقدام نمود، که این مهم با تدوین صحیح استراتژی بهبود بهره‌وری و همچنین ارزیابی مستمر و در نهایت اجرای متناسب آن تحقق می‌یابد.

حال با عنایت به توضیحات مذکور و بر اساس یافته‌های این تحقیق می‌توان، چندین توصیهٔ سیاستی را ارائه داد:

۱- محاسبه رشد TFP در صنعت برق و نتایج حاصل آن طی ۳ دهه گذشته، همانگونه که در مقاله عنوان شد نتیجه تغییرات در کارایی است و تغییرات تکنولوژی نقش مؤثری را ایفاد ننموده است. حال آن‌که در سال‌های اخیرحضور متخصصین و دانشمندان متعهد داخلی منجر به رشد تکنولوژی و دانش فنی و نتیجتاً ارتقاء جایگاه علمی‌کشور در عرصه جهانی گردیده است که به‌طور قطع اولین تأثیر آن را باید در رشد صنعت کشور جستجو نمود حال آن‌که در محاسبات صنعت برق به‌عنوان یکی از صنایع کلیدی کشور نقش تغییرات تکنولوژی بسیار کمرنگ جلوه نموده است. در این مقاله به جهت در دسترس بودن داده‌ها و مستندات معتبر بخش برق محاسبات در این بخش صورت گرفته است اما این روش قابل تعمیم در کلیه بخش‌های صنعتی و تولیدی است و امید است مسئولان مربوطه با عنایت به نتایج به‌دست آمده راهکارهایی در جهت پیشبرد اهداف کلان توسعه کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره‌ور محور ارائه نمایند.

۲- سازمان‌های اجرایی برای تبدیل شدن به نهادهایی بهره‌ور محور باید ابتدا سازوکارهای مربوط به جمع‌آوری اطلاعات را در سرلوحهٔ فعالیت‌های خود قرار دهند، زیرا محاسبه و ایجاد ساختار بهبود بهره‌وری بر پایهٔ اطلاعات صحیح و جامع از سازمان، معنی پیدا می‌کند. لذا، یک سازمان می‌تواند با ایجاد بانک‌های اطلاعاتی و جمع‌آوری داده‌های بخش‌های مختلف با سیستم‌های درون سازمانی نظیر سیستم‌های تحت وب، راه را برای ایجاد ساختار چرخهٔ بهبود بهره‌وری آماده نماید.

۳- بعد از مشخص شدن شاخص‌های بهره‌وری، یک تکنیک مناسب مانند تحلیل پوششی داده‌ها می‌تواند محاسبات مربوط به شاخص‌های بهره‌وری را انجام دهد و عوامل موثر در تغییرات بهره‌وری را معین نماید. اما ساخت یک سیستم مکانیزه، که به‌طور پیوسته با اتصال به سیستم اطلاعاتی سازمان، روند بهره‌وری سازمان را مانیتور کند، می‌تواند بسیار در تصمیم‌گیری و تجدید نظر در قبال فعالیت‌های سازمان کمک نماید.

۴- باید دقت کرد که محاسبه بهره‌وری و عوامل موثر در تغییرات آن، فقط بخشی از چرخهٔ بهبود بهره‌وری به‌حساب می‌آید. لذا، نتایج از این محاسبات به تنهائی نمی‌تواند به افزایش بهره‌وری کمک نماید، بلکه افزایش بهره‌وری، نیازمند یک برنامه‌ریزی و تهیهٔ نقشه بهبود بهره‌وری است. اما برای برنامه‌ریزی در جهت افزایش بهره‌وری، احتیاج به شناخت سازمان از لحاظ پیشینه بهره‌وری و همچنین عوامل موثر در تغییرات بهره‌وری در دوره‌های گذشته است. لذا نتایج محاسبات مربوط به تغییرات بهره‌وری می‌تواند پایه برنامه‌ریزی صحیح و عملی در افزایش بهره‌وری باشد. که این مهم از طریق سیستم‌های برنامه‌ریزی استراتژیک مانند تکنیک کارت امتیازی متوازن [29] (BSC) می‌تواند مفید واقع شود.

فهرست منابع

- شرکت توانیر، ۱۳۸۳، "سند ملی توسعه بخش برق".
- ۳۸ سال صنعت برق ایران در آیینه آمار، ناشر: شرکت مادر تخصصی توانیر؛ معاونت منابع انسانی و بهبود بهره‌وری- مرکز اطلاع‌رسانی، گروه تحلیل و انتشار آمار.
- علیرضائی، محمدرضا؛ افشاریان، محسن؛ تسلیمی؛ وحید. "ارائه راهکارهای منطقی بهبود عملکرد شعب بانک‌ها به کمک مدل‌های تعمیم یافته تحلیل پوششی داده‌ها با یک مطالعه موردی روی شعب یک بانک تجاری" پژوهشنامه اقتصادی، (در دست چاپ)

4- Alirezaee. M. R., (2005), The overall assurance interval for the non-Archimedean Epsilon in DEA models; a partition base algorithm, Applied Mathematics and Computations 164, 667–674 .

5- Alirezaee. M. R., Afsharian. M. Model Improvement for Computational difficulties of DEA Technique in the Present of Special DMU's, Applied Mathematics and Computations. 186 (2007) 1600–1611 .

6- Alirezaee. M. R., Afsharian. M. "Total Factor Productivity Growth and its Decompositions; a Malmquist productivity Index Analysis for the Important Oil Fields ". *Economic Research*. (In press).

7- Banker. R,D. Charnes, A. ,Cooper,W,W. 1984. " Some Models for Estimating Technical and Scale Efficiencies in Data Envelopment Analysis. ", *Management Science*, 30, pp. 1078-92 .

8- Brooke. A. D. , Kendrick. A. , Meeraus. A. , Raman. R. 1998. GAMS a user guide, *GAMS Development Corporation .*

9- Caves,D,W.,Chirstensen,L, R., and Dievert, W, E. (1982) "The Economic Theory of Index Number And The Measurment of Input,Output,andProductivity", *Econometrica*, 50, pp. 1393-1414 .

10- Charnes,A. Cooper ,W,W. , and Rhodes,E., (1978), "Measuring the Efficiency of Decision Making Unit,". *European Journal of Operation Research*, 2, pp. 429-444 .

11- Chen. Y., Ali. A. I, (2004), "DEA Malmquist Productivity Measure: New Insights with an Application to Computer Industry" *European Journal of Operational Research* 159. pp. 239-49.

12- Coelli, T., Perelman, S. (1999), "A Comparision of Parametric and Non-Parametric Distance Function: With Application to European Railways*.", European Journal of Operational Research*, 121, pp. 641-655 .

13- Fare. R., Grosskof. S., Lindgren. B., Roos. P. (1992), "Productivity Changes in Swedish Pharamacies 1980-1989: A non Parametric Approach", *Journal of productivity Analysis*, 3, pp. 81-97.

14- Fare. R., Grosskof. S., Norris. M., Zhang. Z. (1994), "Productivity growth, Technical progress and Efficiency Changes in Industrialized Countries" ,*American Economic Review*,84.

15- Farrel, J, M. (1957), "The Measurment of Productivity Efficiency," *J. of The Royal Statistical Society,* Series A, 120, pp. 253-290.

16- Jahanshahloo. G. R. , Lotfi. H. , Shoja. N. , Tohidi. G. , Razavyan. S., (2004), "The outputs estimation of a DMU according to improvement of its efficiency*", Applied Mathematics and Computations*, 147. pp. 409–413.

17- Kirikal. L., Sõrg. M., Vensel. V. (2004), "Estonian Banking Sector Performance Analysis Using Malmquist Indexes And DuPont Financial Ratio Analysis". *International Business & Economic Research Journal*. 3(12), pp. 21–36.

18- Koopmans. T. C. (1951), "An Analysis of Production as an Efficient Combination of Activities". In T. C. Koopmans, ed., Activity Analysis of Production and Allocation,Cowles Commission for Research in Economics. Monograph No. 13. New York: Wiley.

19- Malmquist. S. (1953), "Index numbers and indifference surfaces," *Trabajos de Estatistica,* 4, pp. 209-242.

20- Mehrabian, S,. Jahanshahloo, G. R. , Alirezaee, G. R. and Amin, G. R., (2000), "An assurance interval of the non-Archimedean Epsilon in DEA models", *Operations Research*, 48, pp. 344-347 .

21- Nishmizu, M., Page. J, M. (1982), "Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia", *The Economic Journal*, 92, pp. 920-936.

22- Quanling, W., Jianzhang, Z., Xiangsun, Z. (2000) "An Inverse DEA Model for Input / Output Estimate", *European Journal of Operational Research*, 121, pp. 151-163.

23- Solow, R., (1957), "Technical Change and The Aggregate Production Function", *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-320 .

24- Saaty Th. L., ,(2003), "Decision-making with the AHP: Whyis the principal eigenvector necessary?",*Europeanjournal of operational research* 145, 85-91 .

25- Saaty. T. L. (1980), "The Analytical Hierarchy Process, Planning Priority, Resource Allocation". *RWS Publications*. USA.
26- Shestalova. V. (2003), "Sequential Malmquist Indices of Productivity Growth: An Application to OECD Industrial Activities," *Journal of Productivity Analysis* 19(2/3), pp. 211-26.
27- Tornqvist. (1936), "The bank of Finland's consumption price index," Bank of Finland Monthly Bulletin, 10, pp. 1-8.
28- Zelenyuk. V. (2006), "Aggregation of Malmquist productivity indexes" *European Journal of Operational Research,* pp. 1076-1086 .
29- Rohm, Howard, (2005), "A Balancing Act," Perform, Volume 2, Issue 2 .

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی