محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و بررسی تغییرات، کارایی و تکنولوژی بخش آموزش عالی دولتی ایران به روش تحلیل پوششی داده ها[1](DEA)

حمیدرضا نایبی[2]
رضا ابراهیمی[3]
کاظم نقندریان[4]

تاریخ دریافت: ۱۳۸۷/۱۰/۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۸/٤/۲۰

چکیده

آموزش عالی معرف نوع خاصی از سرمایه گذاری در منابع انسانی است که با فراهم آوردن امکان ارتقاء دانش ، مهارت و نگرشهای نوین به توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جامعه کمک می کند . آموزش عالی نه تنها موجب ترویج دانش می شود، بلکه پیشرفت های تحقیقاتی ، تکنولوژیکی و علمی را نیز به وجود می آورد و از این رو ارزیابی کارائی و رشد بهره وری واحد های متولی این امر نیز از جمله مباحث بسیار مهمی است که امروزه جایگاهی ویژه در بررسی های اقتصادی و اجتماعی کسب نموده است. به

۱- این مقاله برگرفته از پایان نامه کارشناسی ارشد در رشته مهندسی صنایع از دانشگاه علم وصنعت است.

۲ ـ مدرس دانشگاه علم وصنعت ایران Email:drnayebi@yahoo.com
۳- کارشناسی ارشد مهندسی صنایع Email:Reza_e_85@yahoo.com
٤- استادیار دانشگاه علم وصنعت ایران :Email Noghondarian@iust.ac.ir

Archive of SID
www.SID.ir

موجب قانون برنامه چهارم توسعه کشور، پیش بینی می شود بهره وری کل عوامل[1] (TFP) در کل اقتصاد ایران سالانه ۲/۵ درصد رشد کند. این امر مستلزم شناسایی عوامل موثر بر رشد بهره وری کل عوامل می باشد که در بند الف ماده ۵ این قانون برای تمام دستگاه های اجرایی ملی و استانی تکلیف شده است. در این مقاله، به منظور پوشش اهداف مذکور، با استفاده از تلفیق تکنیک تحلیل پوشش داده ها[2] (DEA) و شاخص ترنکوئیست[3] ، تغییرات بهره وری کل عوامل[4] آموزش عالی دولتی ایران طی دوره زمانی ۸۴-۱۳۷۵ و همچنین نقش تغییرات کارایی[5] تغییرات تکنولوژیکی در این تغییرات مورد بررسی قرار گرفته است. یافته های این تحقیق حکایت از آن دارد که عمده تغییرات بهره وری کل عوامل ، به سبب تغییرات در تکنولوژی بوده است و تغیرات کارائی سهم کمتری نسبت به تغییرات تکنولوژی ، در تنزل رشد TFP داشته است.

واژه‌های کلیدی: بهره وری کل عوامل(TFP) ، تحلیل پوششی داده ها، شاخص ترنکوئیست ، آموزش عالی دولتی ایران

مقدمه

درعصر حاضر، دستیابی به رشد اقتصادی از طریق ارتقاء بهره وری از مهمترین اهداف اقتصادی کشورها به شمار می آید. ارتقای بهره وری با استفادهٔ بهینه از عوامل تولید حاصل می گردد و در نیل به رشد اقتصادی مستمر و توسعه پایدار نقش مهمی را ایفا می نماید . توسعهٔ علمی یک کشور مستلزم ارتقای بهره وری و حرکت آنها براساس موازین و معیارهای پذیرفته شده علمی است. برای نیل به این وظیفه قانونی و ملی بایستی به روشهای صحیح و تجربه شده ای دست یافت که استمرار توسعه کمی و کیفی دانشگاهها همراه با به کارگیری نیروهای متخصص برای ارتقای بهره وری تضمین گردد. این مسئولیت مهم از بزرگترین وجوه تحقق رشد اقتصادی جامعه است.

1- Total Factor Productivity
2- Data Envelopment Analysis
3- Tornqvist index
4–Total Factor Productivity

Archive of SID

www.SID.ir

بهره وری به معنی استفاده بهینه از منابع و دستیابی به تولید بیشتر با منابع معین می باشد . ارتقای بهره وری به عنوان یکی از منابع مهم تامین رشد اقتصادی و افزایش رقابت پذیری سازمان ها مورد توجه است، به گونه ای که کشور های صنعتی و در حال توسعهٔ موفق بخش قابل ملاحظه ای از رشد تولید خود را از این طریق به دست آورده اند.

در کشور ما، همگام با درخواست عمومی، تقاضا برای دستیابی به آموزش عالی افزایش یافته است. با توجه به نقشی که دانشگاهها در تولید علم و تکنولوژی و پیشرفت علمی هر جامعه به عهده دارند و نقش محوری که در فرآیند توسعه هر کشور ایفا می کنند، نگاه صاحب نظران به عرضه و تقاضای آموزش عالی صرفاً یک نگاه ویژه است. توجه به حفظ و ارتقای کیفیت دانشگاهها در ابعاد مختلف در کنار رشد کمی آنها یکی از دغدغه های اصلی صاحب نظران کشور برای تامین منابع مالی و توسعه در آموزش عالی بوده است. از این رو، بحث ارزیابی دانشگاهها و مؤسسات آموزش عالی بحث چالش برانگیزی در حوزه مجادلات صاحب نظران بوده است و شیوه های گوناگونی پیشنهاد شده و مورد آزمون قرار گرفته است. این امر به تدریج دانشگاهها و صاحب نظران را به سوی یافتن راههای صحیح و اصولی و با قاعده در مورد نحوه اطمینان یابی از عملکرد آموزش عالی کشانده است. شیوه ای که بیش از همه برای اطمینان از عملکرد آموزشی و پژوهشی و ارائه خدمت مورد توجه قرار گرفته است، شیوه ای است که امروزه تحت عنوان کارایی و شاخص های بهره وری از آن نام برده می شود (ابراهیمی ۱۳۸۷، ص ۳).

با توجه به نقش بسیار مهم ارتقای بهره‌وری در تامین رشد اقتصادی، در برنامهٔ چهارم توسعه کشور آمده است که همهٔ دستگاه های اجرائی مکلفند سهم ارتقای بهره وری در رشد تولید مربوط را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحقق آنها را برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره ور محور مشخص نمایند، به طوری که سهم بهره وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی (GDP) ۳۱ درصد و متوسط رشد سالیانه بهره وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید به ترتیب به مقادیر حداقل به ۳/۵ ، ۱ و ۲/۵ درصد برسد . لذا لزوم تعیین رشد بهره وری کل عوامل و عوامل تأثیر گذار بر آن در بخش آموزش عالی کشور ، با توجه به این قانون و موارد ذکر شده، کاملاً مشخص می شود.

Archive of SID

www.SID.ir

رشد بهره‌وری کل عوامل(TFP) در برنامه چهارم توسعه کشور برای کل اقتصاد ۲/۵ ٪ درنظر گرفته شده است و سهم بخش آموزش عالی باید توسط وزارت علوم، تحقیقات و فناوری مشخص گردد. با استفاده از یافته های این طرح امکان ظرفیت‌سنجی رشد بهره-وری در آموزش عالی از طریق افزایش کارائی(Efficiency)، یا تکنولوژی (Technology) با تفکیک در هر دو بخش دولتی و خصوصی در طول سال های برنامه چهارم فراهم می-گردد. همچنین نکته حائز اهمیت در این قانون، مشخص شدن مقدار کمی برای شاخص های بهره وری است، که به طور مشخص سؤالات زیر را ایجاد می نماید:

۱. چگونه می توان بهره وری یک سازمان را اندازه گیری کرد؟

۲. آیا روش هایی برای مشخص نمودن عوامل تاثیر گذار بر بهره‌وری وجود دارد و چگونه می توان از آنها برای بهبود بهره‌وری استفاده نمود؟

بنابراین، در این مقاله، سعی شده تا به این گونه سوالات پاسخ داده شود و بستری برای پوشش الزامات قانونی ایجاد گردد.

شاخص مالم کوئیست[1] یکی از شاخص هایی است که در بررسی رشد بهره وری کل عوامل همواره مورد توجه تحلیل گران اقتصادی بوده است. این شاخص ابتدا در سال ۱۹۵۳ به عنوان شاخص استاندارد زندگی معرفی و در سال ۱۹۸۲ برای اولین بار در تئوری تولید به کار گرفته شد.(کی وس وچریستین سن ودایورت[2]). در سال ۱۹۸۹ فار[3] و همکاران، به منظور محاسبه شاخص مالم کوئیست از تکنیک های تحلیل پوششی داده ها استفاده کردند. و سپس در سال ۱۹۹۲ ، این شاخص را به دو عامل تغییر در کارائی و تغییر در تکنولوژی تجزیه کردند.

محاسبه شاخص مالم کوئیست با بهره گیری از مدل های تحلیل پوششی داده ها، بر اساس مقایسه رشد بهره وری تعدادی تصمیم گیرنده[4] (DMU)، در طی دو دوره انجام می پذیرد، اما در حالتی که داده ها فقط شامل یک واحد تصمیم گیرنده و هدف محاسبه رشد

1– Malmquist index

2– Caves,Chistensen, Diewert

3– Fare

4– Decision Making Unit

Archive of SID

www.SID.ir

بهره وری این واحد در طول زمان باشد، این شاخص از محاسبه رشد بهره وری ناتوان است. در این مقاله، به منظور پوشش هدف مذکور ، با بهره گیری از شاخص تورنکوئیست و تلفیق آن با مدل های تحلیل پوششی داده ها، مدلی جدید به منظور محاسبه شاخص رشد بهره وری کل عوامل معرفی و تشریح می شود. بنابراین، ابتدا، در بخش دوم به ارائه تعاریف و مفاهیم به کار گرفته شده در بخش سوم پرداخته می شود. سپس در بخش ۳و٤، روشی با استفاده از تلفیق شاخص تورنکوئیست و مدل های DEA معرفی می شود. در فصل ۵، به مطالعات انجام شده در این زمینه پرداخته شده است. سپس از مدل ذکر شده به منظور محاسبه بهره وری کل عوامل بخش آموزش عالی دولتی ایران طی دوره زمانی۸٤-۱۳۷۵ استفاده شده، و سهم رشد کارائی و تغییرات تکنولوژی در رشد بهره‌وری این بخش اقتصادی مشخص می شود. و در آخرین بخش، به نتیجه گیری خواهیم پرداخت.

۲-تعاریف و مفاهیم

از اهداف مهم این مطالعه، ارزیابی تغییرات بهره وری کل عوامل بخش آموزش عالی دولتی ایران طی دوره زمانی ۸٤-۱۳۷۵ می باشد . همچنین نقش تغییرات کارایی[1] و تغییرات تکنولوژیکی[2] در این تغییرات مورد بررسی قرار می گیرد. به طور کلی، برای محاسبه بهره وری کل عوامل تولید از دو نوع روش پارامتری(روش اقتصادسنجی[3]) و روش غیرپارامتری[4] استفاده می شود . در روش پارامتری از یک تابع تولید، هزینه یا سود جمعی استفاده می گردد . در دیگر، شاخص بهره وری با استفاده از برنامه ریزی ریاضی یا محاسبه عدد شاخص محاسبه می شود (علیرضایی، افشاریان و آنالویی ۱۳۸٦، ص ۱۷۹).

از آنجا که بهره‌وری جزء یا بهره‌وری عامل مشخص تولید[5] ، آثار دیگر عوامل مورد استفاده در فرآیند تولید را نادیده می‌گیرد و تغییرات ایجاد شده در سایر نهاده ها را به

1– Efficiency change
2– Technological change
3– Econometric approach
4– Non-parametric approach
5– Partial productivity or Factor Specific Productivity (FSP)

Archive of SID

www.SID.ir

حساب یک نهاده خاص می گذارد، شاخص بهره وری کل عوامل معیار مناسب تری برای نشان دادن عملکرد بهره وری در واحد تولیدی یا بخش اقتصادی محسوب می گردد این مساله از آن جا ناشی می شود که معیار بهره وری کل عوامل کمیابی عوامل تولیدی را از نظر اقتصادی لحاظ می کند . به این معنی که بهبود بهره وری بایستی منجر به صرفه جویی در استفاده از کلیه نهاده ها در تولید مقدار معینی از محصول گردد.

فرض کنیم واحد تصمیم گیرنده P دارای ورودی های $X=(x_1,x_2,\ldots,x_n)$ و خروجی های $Y=(y_1,y_2,\ldots,y_m)$ باشد. اگرقیمت ورودی ها وخروجی ها به ترتیب برابر $R=(r_1,r_2,\ldots,r_n)$ و $Q=(q_1,q_2,\ldots,q_m)$ باشند، آنگاه درآمد کل و هزینه کل این واحد به صورت زیر تعریف می شود:

$$TC(P)=\sum_{m}^{n} r_i\, x_i \qquad (۱)$$

$$TR(P)=\sum_{j=1}^{} q_j\, y_j \qquad (۲)$$

نسبت درآمد کل به هزینه کل در یک واحد تصمیم گیرنده شاخص بهره وری کل عوامل نام دارد، بنابراین با استفاده از تعریف قبل داریم:

$$TFP=\frac{\sum_{j=1}^{m} q_j y_j}{\sum_{i=1}^{n} r_i x_i} \qquad (۳)$$

لذا بهره وری کل عوامل نشان دهنده نرخ تبدیل هزینه کل به درآمد کل است: (٤)

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

مقدار تغییر نسبی یک خروجی به ازای یک درصد تغییر در یک ورودی کشش آن ورودی در خروجی نامیده می شود بنابراین داریم:

$$E_{ij}=\frac{\delta Y_i}{\delta X_j}\times\frac{X_j}{Y_i} \qquad (۵)$$

که در آن E_{ji} مقدار کشش ورودی jام (X_j)، در خروجی iام (Y_i) است.

Archive of SID

www.SID.ir

۳- تحلیل پوششی داده ها (DEA)

پایه گذار روش های ناپارامتری در محاسبه TFP و ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم گیرنده ، اقتصاد دانی به نام فارل[1] بود. او در سال ۱۹۵۷ سیستمی شامل دو ورودی و یک خروجی را مورد بررسی قرار داد و به تحلیل بهره وری واحد ها با یک روش ناپارامتری پرداخت. در سال ۱۹۷۸ ، چارنز، کوپر و رودز ، با استفاده از برنامه ریزی ریاضی روش ناپارامتری فارل را برای سیستمی با ورودی ها و خروجی های چندگانه تعمیم دادند و عنوان تحلیل پوششی داده ها از این زمان به مجموعه مدل های توسعه یافته برنامه ریزی ریاضی در این زمینه داده شد . مدل چارنز، کوپر و رودز که در آن بازده به مقیاس ثابت فرض می شود، به نام CCR معروف شد . در سال ۱۹۸٤، بنکر[2] ، چارنز و کوپر روش CCR را برای حالت های بازده به مقیاس متغیرتعمیم دادند، که مدل پیشنهادی آن ها به نام BCC معروف شد.

در ادامه به چگونگی محاسبه کارائی و همچنین به دست آوردن کشش ها، با بهره گیری از مدل های تحلیل پوششی داده ها، می پردازیم.

۳-۱- محاسبه کارایی با بهره گیری از مدل های DEA

با توجه به تعاریف قبل، بهره‌وری کل عوامل از نسبت درآمد کل به هزینه کل به دست می آید. در روش های پارامتری برای محاسبه کارائی از تابعی که رابطه ورودی ها با خروجی ها را نشان می دهد استفاده می شود. البته قبل از امکان استفاده از این تابع پارامتر های آن تخمین زده می شود. اما در به کارگیری مدل های تحلیل پوششی داده ها به دلیل استفاده از برنامه ریزی ریاضی برای محاسبه کارائی نیازی به تعیین پیشاپیش تابع تولید و در نتیجه تعیین وزن ها وجود ندارد، بلکه در این روش در یک فضای رقابتی به تعیین وزن هایی بهینه به منظور محاسبه درآمد کل و هزینه کل پرداخته می شود. به عبارت دقیق تر، مدل های رقابتی که با بهره گیری از واحد های تحت بررسی ایجاد می شود، وزن‌هایی را به صورت اختصاصی به هر واحد تخصیص می دهند و کارایی هر واحد بر مبنای وزن های غیر ثابت و اختصاصی محاسبه می شود. لذا کارایی محاسبه شده با این مدل ها،

1- *Farrel*

2- *Banker*

Archive of SID

www.SID.ir

صورت مقایسه ای پیدا می کند، بنابراین نه تنها مقدار کارایی به دست آمده بیانگر نرخ تبدیل هزینه کل به درآمد کل است، بلکه قابلیت مقایسه ای آن می تواند در رتبه بندی واحد های تصمیم گیرنده، بر اساس کارایی بالاتر، مفید واقع شود.

فرض کنیم n واحد تصمیم گیرنده داشته باشیم که هر یک شامل m ورودی و s خروجی هستند . ماتریس m× n ورودی ها را با X و ماتریس s×n خروجی ها را با Y نشان می دهیم . به علاوه Xj و Yj به ترتیب بردار ورودی و خروجی واحد j ام را نشان می دهند . لذا مدل محاسبه کارایی با ویژگی خروجی محور و بازده به مقیاس ثابت، عبارت است از:

$$(EFF_p =) \; Max \;\; z = \frac{U^T \times Y_P}{W^T \times X_p} \qquad (٦)$$

$$S.T \qquad U^T Y_j - W^T Y_j \leq 0$$

$$W^T X_p = 1$$

$$W \geq \varepsilon , U \geq \varepsilon$$

که در آن Uو W ، به ترتیب، وزن های ورودی ها و خروجی ها هستند، همچنین **ε** یک بی نهایت کوچک غیر ارشمیدسی[1] است که برای ملاحظات محاسباتی وارد مدل شده است.

مدل معرفی شده، برای هر DMUp که p =1،2،.....n یک بار اجرا می شود و در آن مقدار به دست 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 به دست آمده از تابع هدف است.

۳-۲- محاسبه کششها با بهره گیری از مدل های DEA

فرض کنیم n واحد تصمیم گیرنده موجود باشد. مدل با بازده به مقیاس ثابت(CCR) را در نظر می گیریم .فرض کنیم سطر تابع هدف، در مدل محاسبه کارایی برای واحد تصمیم گیرنده p ام، به صورت زیر باشد :

$$EFF_p = \frac{\sum_j q_{jp} y_{jp}}{\sum_i r_{ip} x_{ip}} = \frac{TR_P}{TC_P} \qquad (٧)$$

[1] –Non-Archimedean Infinitesimal

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن EFF واحد p ام ، رابطه بین هزینه کل و درآمد کل را نشان می دهد، پس می توان نوشت:

$$(TP_p) = EFF_p \times (TC_p) \qquad (۸)$$

بنابراین کشش ورودی i در درآمد کل به صورت زیر محاسبه می شود:

$$TR_p = EFF_p \times \sum_i r_{ip} x_{ip} \qquad (۹)$$

$$ex_{ip} = \frac{\delta TR_p}{\delta x_{ip}} \times \frac{x_{ip}}{TR_p} = EFF_p \times r_p \times \frac{x_{ip}}{EFF_p \times \sum_i v_{ip} x_{ip}} = \frac{r_{ip} x_{ip}}{\sum_i r_{ip} x_{ip}}$$

بنابراین ، کشش ورودی i ام در هزینه کل بدین صورت محاسبه می شود:

$$ex_{ip} = \frac{r_{ip} x_{ip}}{\sum_i r_{ip} x_{ip}} \quad \text{و} \quad \sum_i ex_{ip} = 1 \qquad (۱۰)$$

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

$$ey_{jp} = \frac{q_{jp} y_{jp}}{\sum_j q_{jp} y_{jp}} \quad \text{و} \quad \sum_j ey_{jp} = 1 \qquad (۱۱)$$

مزیت اصلی محاسبه کشش ها به وسیلهٔ مد ل های تحلیل پوششی داده ها، به فضای رقابتی ایجاد شده بین واحد ها برمی گردد . به عبارت دیگر، کشش های محاسبه شده در این روش، برای هر واحد تصمیم گیرنده، به صورت اختصاصی و در یک فضای رقابتی به دست می آید. شایان ذکر است، مقادیر کشش های ورودی و خروجی برای هر واحد تصمیم گیرنده از نتایج اولیهٔ این روش است و لذا همان طوری که توضیح داده شد، این کشش ها، میزان اهمیت هر ورودی یا خروجی را در میزان کارایی نشان می دهند (علیرضایی، افشاریان و آنالویی ۱۳۸٦، ص ۱۸۷).

۴- رشد بهره وری کل عوامل(TFPG)

شاخص بهره وری تورنکوئیست یک ابزار مفید برای محاسبه رشد بهر ه وری کل عوامل در طی دوره زمانی است و با استفاده از کشش ورود ی ها و خروجی ها به ترتیب در هزینه کل

Archive of SID

www.SID.ir

و درآمد کل به محاسبه رشد بهره وری می پردازد . در ادامه خواهیم دید که با بهره گیری از کشش های به دست آمده از مدل های DEA ، این شاخص برای هر دوره محاسبه شده و همچنین مانند شاخص مالم کوئیست به دو عامل تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی تقسیم خواهد شد، شایان ذکر است که، مزیت اصلی استفاده از این شاخص محاسبه رشد TFPبدون نیاز به داده هایی خاص (چند واحد تصمیم گیرنده) است، به عبارت دیگر، این روش قابلیت محاسبه رشدTFP را با وجود حتی یک واحد تصمیم گیرنده داراست.

بنابراین فرض می کنیم این واحد در سال k ام (دوره پایه)، دارای بردار ورودی $X^k=(x_1^k,x_2^k,\dots,x_m^k)$ و بردار خروجی $Y^k=(y_1^k,y_2^k,\dots,y_s^k)$ و در دوره K+1 ام ، به ترتیب دارای بردار ورودی $X^{k+1}=(x_1^{k+1},x_2^{k+1},\dots,x_m^{k+1})$ و بردار خروجی $Y^{k+1}=(y_1^{k+1},y_2^{k+1},\dots,y_s^{k+1})$ باشد. بنابراین اگر وضعیت این واحد در هر سال، به عنوان یک واحد تصمیم گیرنده درنظر گرفته شود و مدل DEA با بازده به مقیاس ثابت وخروجی محور را درنظر بگیریم، آنگاه شاخص مقداری ورودی تورنکوئیست به صورت زیر تعریف و محاسبه می شود:

$$TQ_x = \prod_{i=1}^{m}\left(\frac{x_i^{k+1}}{x_i^k}\right)^{ex_i} \quad \text{و} \quad \sum_{i=1}^{m} ex_i = 1 \qquad (۱۲)$$

جائی که ex_i، به صورت میانگین هندسی از کشش ورودی i ام در درآمد کل، یک بار در سال و k بار دیگر در سال k+ 1 محاسبه می شود.

$$ex_i^k = \frac{r_i^k x_i}{\sum_i r_i^k x_i} \quad \text{و} \quad ex_i^{k+1} = \frac{r_i^{k+1} x_i}{\sum_i r_i^{k+1} x_i} \qquad (۱۳)$$

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 می شود . به همین صورت، می توانیم شاخص مقداری خروجی تورنکوئیست را تعریف و محاسبه نمائیم:

$$TQ_y = \prod_{j=1}^{s}\left(\frac{y_j^{k+1}}{y_j^k}\right)^{ey_j} \quad \text{و} \quad \sum_{j=1}^{s} ey_j = 1 \qquad (۱٤)$$

Archive of SID

www.SID.ir

که در آن ey_j ، به صورت میانگین هندسی از کشش خرو جی j ام در هزینه کل، یک بـار در سال k و بار دیگر در سال k+1 محاسبه می شود.

$$ey_j^k = \frac{q_j^k y_j}{\sum_j q_j^k y_j} \quad \text{و} \quad ey_j^{k+1} = \frac{q_j^{k+1} y_j}{\sum_j q_j^{k+1} y_j} \qquad (۱۵)$$

لذا مقدار TQ_y ، بیانگر تغییر خروجی در طی دو سال است، که با بهر ه گیری از کشش هر خروجی در هزینه کل محاسبه می شود . بنابراین با تعاریف قبل، شاخص رشد بهـره وری کل عوامل تورنکوئیست در طی گذر از دو سال، k و k+1 عبارت است از:

رشد بهره وری کل عوامل (۱۶)

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

و همچنین تغییر کارایی(EC) در طی عبور از دو سال k و k+1 به صورت ذیل محاسبه می شود:

تغییرات کارایی (۱۷)

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

که صورت کسرکارایی در سال k و مخرج کارایی در سال k+1 است . سرانجام تغییرات تکنولوژی(TC) نیز از رابطه زیر قابل محاسبه است:

تغییرات تکنولوژی (۱۸)

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

با به کارگیری مدل تحلیل پوششی داده ها و استفاده از شاخص تورنکوئیست، می تـوانیم رشد بهره وری کل عوامل یک واحد تصمیم گیرنده را در طول دوره های متـوالی محاسـبه کنیم. همچنین نقش تغییر کارایی و تغییر در تکنولوژی در رشد بهره وری کل عوامـل ایـن واحد، در طی گذر از هر دوره، به راحتی از فرمول های مذکور قابل محاسبه و بررسی است .لذا بعد از محاسبه فرمو ل های مربوط به شاخص تورنکوئیست و تجزیه هـای آن در هـر دوره، اگر

Archive of SID

www.SID.ir

- چنانچه TC > 1، آنگاه واحد مذکور در خلال یک دوره پیشرفت تکنولوژی داشته است و هرگاه TC <1 باشد، موضوع برعکس است.
- چنانچه EC > 1 ، آنگاه واحد مذکور در یک دوره (دو سال متوالی) افزایش کارایی داشته است و هرگاه EC <1 باشد، کاهش کارایی داشته است.
- 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 رانشان می دهد.

۵- پیشینه تحقیق

ارزیابی عملکرد بخش آموزش عالی از اهمیت بسیار بالایی برخوردار است؛ چرا که این بخش سهم بسزایی در رشد و توسعه کشور دارد و می طلبد که نظارت بیشتری بر عملکرد آن صورت گیرد. روش DEA با توجه به توانایی های خود قادر به انجام دادن این کار است. در این بخش به کارهای انجام شده دراین زمینه اشاره می شود.

همه مطالعات انجام شده در زمینه بهره وری آموزش عالی به محاسبه کارائی فنی و مقیاس واحد های مربوط این بخش پرداخته اند. از جمله مهمترین تحقیقات خارجی که درزمینه ارزیابی عملکرد در بخش آموزش عالی انجام شده است می توان به مطالعه آقای کولی[1] (۱۹۹٦) دراسترالیا اشاره نمود . دراین مطالعه، محقق به ارزیابی کارایی فنی و مقیاس ۳٦ دانشگاه دراسترالیا پرداخته است . میانگین کارایی فنی و مقیاس برای مجموعه دانشگاههای مورد بررسی به ترتیب برابر ۹۵,۵و ۹٦,٦درصد بوده و نزدیک به ۲٦ درصد از دانشگاهها در وضعیت بازدهی کاهنده به مقیاس فعالیت می کرده اند.

آتاناسوپولوس و شیل[2] (۱۹۹۷) با توجه به اطلاعات آماری سال تحصیلی۳-۱۹۹۲ با استفاده از دو مدل متفاوت به بررسی کارایی فنی هزینه وکارایی فنی محصول تعداد ٤٥ دانشگاه با سابقه انگلستان پرداختند . درمدل اول متوسط میزان کارایی دانشگاه ها تحت

1- Coelli

2- Athanassopoulos & Shale

Archive of SID

www.SID.ir

فروض بازدهی ثابت و متغیر به مقیاس به ترتیب برابر ۹۰/٤و۹۵/٤ درصد بوده است و در مدل دوم نیز متوسط کارایی به ترتیب درحالتهای فوق برابر ۹۷/۲ و۹۸/۲ درصد بوده است. درمطالعه دیگری ، فلگ و همکاران (۲۰۰۳) به ارزیابی کارایی ورشد بهره وری تعدادی از دانشگاه های انگلستان با استفاده از شاخص مالم کوئیست و برای دوره زمانی ۱۹۹۳-۱۹۸۰پرداخته اند و برای هرسال تحصیلی میزان کارایی فنی و رشد بهره وری و اجزا آنرا ارائه نموده اند.

با توجه به اینکه هدف از این تحقیق ارزیابی تغییرات بهره وری کل عوامل بخش آموزش عالی دولتی ایران، و همچنین نقش تغییرات تکنولوژیکی و تغییر کارایی در این تغییرات، با استفاده از روش تلفیقی شاخص ترنکوئیست و تحلیل پوششی داده ها است، تاکنون مطالعه ای با استفاده از این روش در بخش آموزش عالی کشور انجام نشده است. اما از جمله مطالعات داخلی که دررابطه با ارزیابی کارایی دانشگاههای کشور وجود دارد می توان به مطالعه سامتی ،رضوانی (۱۳۸۰) اشاره نمود که درآن کارایی فنی تعداد ۳٦ دانشگاه بزرگ دولتی تحت دو فرض بازدهی ثابت و متغیر به مقیاس محاسبه شده است . میانگین کارایی واحدهای موردبررسی تحت دو فرض یاد شده به ترتیب برابر ۸۰/۸ و ۸۵/۸ درصد بوده است. فتحی (۱۳۸۲) با انتخاب ۱۵واحد دانشگاه آزاد اسلامی درمنطقه (۸) کشور به محاسبه کارایی فنی این واحدها پرداخته است. نتایج بیانگر آن است که از میان ۱۵واحد کارا ،۷واحد ناکارا و یک واحد تقریباً ناکارا بوده است.

شایان ذکر است که علیرضایی، افشاریان، آنالویی (۱۳۸٦) ، در مطالعه ای به محاسبه رشد TFP در صنعت برق ، با استفاده از روش به کار رفته در این تحقیق پرداخته اند. (به منظور کسب توضیحات مشروح تر به علیرضایی، افشاریان و آنالویی ۱۳۸٦) مراجعه نمایید)

۶- محاسبه رشد بهره وری کل عوامل بخش آموزش عالی دولتی ایران

در برنامهٔ چهارم توسعه آمده است که همه دستگاه های اجرائی مکلفند سهم ارتقای بهره وری در رشد تولید مربوط را تعیین کرده و الزامات و راهکار های لازم برای تحقق آن ها را برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره ور محور مشخص نمایند، به طوری که سهم بهره وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی(GDP) ۳۱ درصد و

Archive of SID

www.SID.ir

متوسط رشد سالیانه بهره وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید به ترتیب بـه مقـادیر حداقل به ۳/۵، ۱و ۲/۵ درصد برسد . لذا لزوم تعیین رشد بهره وری کـل عوامـل و عوامـل تأثیر گذار بر آن، با توجه به این قانون، کاملاً مشخص می شود.

در این بخش می خواهیم مدل معرفی شده در بخش قبل را به منظور محاسبه **رشد** TFP **بخش آموزش عالی دولتی ایران**، طی سال های ۱۳۷۵ تا ۱۳۸٤ ، به کار گیریم . همچنین تـأثیر تغییرات کارایی و تغییرات در تکنولوژی را در رشد TFP این بخش بررسی کنیم.

داده ها شامل دو ورودی و یک خروجی است. ورودیهـا بـه ترتیـب بیـانگر موجـودی سرمایه ثابت و نیروی کار و خروجی مقدار ارزش افزوده بخش آموزش عالی دولتـی طـی سالهای ۱۳۷۵ تا ۱۳۸٤ است. در جدول ۱، داده ها بـه تفکیـک سـال هـای مختلـف آمـده است.

ارزش افزوده و موجودی سرمایه به قیمت ثابت ۷٦ و همچنین تعـداد شـاغلان بخـش آموزش عالی دولتی ایران برای دوره زمانی ۱۳۷۵ تـا ۱۳۸٤ براسـاس تحقیـق انجـام شـده توسط این محقق به دست آمده است.(برای کسب توضـیحات مـشروح تـر بـه مرجـع (ابراهیمی۱۳۸۷ ، ص ۷٦) مراجعه نمایید.)

شایان ذکر است که داده ها بر مبنای مقادیر ارزش افزوده، موجودی سـرمایه و نیـروی کار در سال اول نرمال شده اند.

جدول ۱- داده های نرمال شده بخش آموزش عالی دولتی ایران

سال	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴
ارزش افزوده	۱۰۰	۱۱۵	۱۲۲	۱۲۲	۱۲۸	۱۴۳	۱۵۴	۱۷۹	۱۹۵	۲۰۹
موجودی سرمایه	۱۰۰	۱۱۷	۱۲۱	۱۲۰	۱۲۷	۱۲۹	۱۲۶	۱۳۷	۱۳۸	۱۴۲
نیروی کار	۱۰۰	۱۱۸	۱۲۴	۱۲۶	۱۳۱	۱۴۴	۱۵۷	۱۸۹	۲۰۹	۲۳۰

برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل و همچنین تغییـرات کـارایی و تکنولـوژی آن، اولین گام محاسبه کارائی(EFF) است. با استفاده از مدل DEA در حالت بازده بـه مقیـاس

Archive of SID

www.SID.ir

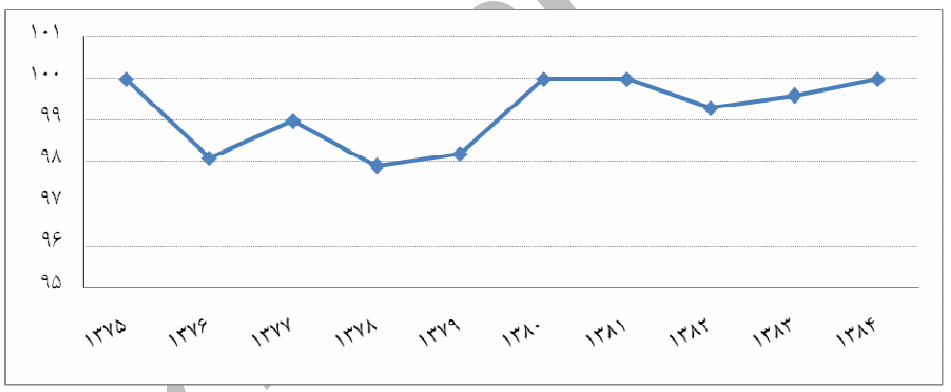
ثابت و خروجی محور و براساس روابط در بخش(۳-۱) و با استفاده از رابطه (٦) کارایی محاسبه شده است. بنابراین در رابطه (٦) n=۱ ، m=۲ و s=۱ می باشند. شایان است که به منظور محاسبه کارایی از نرم افزار آنلاین سایت (www.deaos.ir) استفاده شده است.

کارائی یا بهره وری کل عوامل آموزش عالی دولتی ایران طی ۱۰ سال ۸٤-۱۳۷۵ ، در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲- کارائی بخش آموزش عالی دولتی ایران

سال	۱۳۷۵	۱۳۷۶	۱۳۷۷	۱۳۷۸	۱۳۷۹	۱۳۸۰	۱۳۸۱	۱۳۸۲	۱۳۸۳	۱۳۸۴
شاخص TFP	۱۰۰.۰	۹۸.۱	۹۹.۰	۹۷.۹	۹۸.۲	۱۰۰.۰	۱۰۰.۰	۹۹.۳	۹۹.۶	۱۰۰.۰

به منظور بررسی دقیق تر ، نمودار کارائی آموزش عالی دولتی ایران ، به تفکیک هر سال در نمودار ۱، ارائه شده است



نمودار۱- روند شاخص کارایی آموزش عالی دولتی ایران

گام بعدی محاسبه کشش های عوامل ورودی و خروجی است. با استفاده از روابط بخش(۳-۲)، برای بخش آموزش عالی دولتی ایران کشش نیروی کار ۰/۸۵ و کشش سرمایه ۰/۱۵ به دست آمد. با استفاده از روش پارامتری تابع تولید کب- داگلاس نیز همین نتایج حاصل گردید. این موضوع بیانگر این مطلب است که اتکای تولید در بخش آموزش عالی دولتی بر نیروی کار استوار است. ضریب به دست آمده ۰/۸۵ درصد گویای

Archive of SID

www.SID.ir

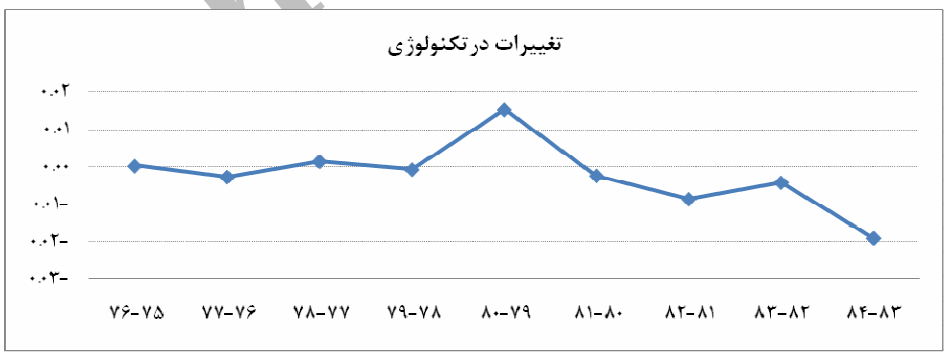
این مطلب است. با استفاده از این کشش ها می توان تغییرات ورودی ها و خروجی و در نتیجه رشد بهره وری کل عوامل(TFPG) را محاسبه نمود.(رابطه (۱۶))

در ادامه، در این قسمت، با استفاده از مدل ارائه شده در بخش ٤، رشد بهره وری و تجزیه آن به تغییرات کارائی و تغییرات در تکنولوژی در بخش آموزش عالی دولتی ایران محاسبه و نتایج در جدول ۳، ارائه شده است.

جدول ۳- رشد TFP و تغییرات کارائی و تغییرات در تکنولوژی در بخش آموزش عالی دولتی ایران

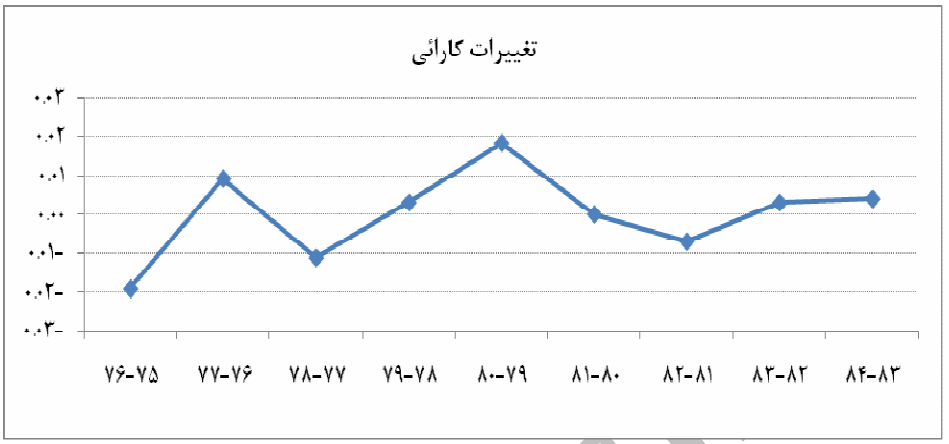
دوره	رشدTFP	تغییرات کارائی	تغییرات درتکنولوژی
۷۵-۷۶	۰.۹۸۱۲	۰.۹۸۱۰	۱.۰۰۰۲
۷۶-۷۷	۱.۰۰۶۳	۱.۰۰۹۲	۰.۹۹۷۲
۷۷-۷۸	۰.۹۹۰۲	۰.۹۸۸۹	۱.۰۰۱۴
۷۸-۷۹	۱.۰۰۲۳	۱.۰۰۳۱	۰.۹۹۹۲
۷۹-۸۰	۱.۰۳۳۹	۱.۰۱۸۳	۱.۰۱۵۳
۸۰-۸۱	۰.۹۹۷۵	۱.۰۰۰۰	۰.۹۹۷۵
۸۱-۸۲	۰.۹۸۴۳	۰.۹۹۳۰	۰.۹۹۱۲
۸۲-۸۳	۰.۹۹۸۷	۱.۰۰۳۰	۰.۹۹۵۷
۸۳-۸۴	۰.۹۸۴۸	۱.۰۰۴۰	۰.۹۸۰۹

برای بررسی دقیق تر، نتایج جدول ۳، در نمودارهای ۲،۳و٤ نشان داده شده است.

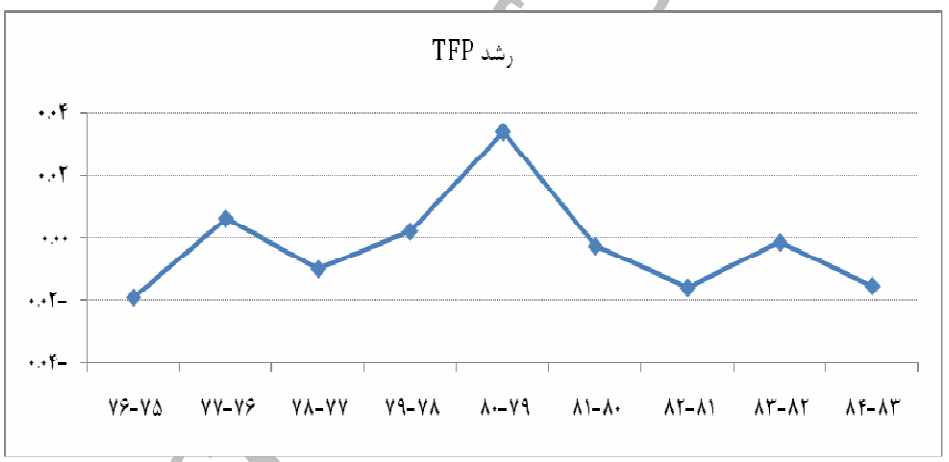


نمودار ۲- تغییرات در تکنولوژی در بخش آموزش عالی دولتی ایران

www.SID.ir



نمودار ۳- تغییرات کارائی در بخش آموزش عالی دولتی ایران



نمودار ۴- رشد TFP در بخش آموزش عالی دولتی ایران

با توجه به نتایج به دست آمده ، بیشترین رشد بهره وری کل عوامل مربوط به دوره ۸۰-۱۳۷۹ می باشد. در این دوره، آموزش عالی دولتی ایران ۳/۲ ٪ رشد در TFP داشته است. این میزان رشد در این دوره به واسطه ۱/۵٪ رشد در تغییرات در تکنولوژی و ۱/۸٪ رشد کارائی بوده است. با توجه به نمودار ۳، در دوره ۸۱-۱۳۸۰ تغییرات کارائی صفر می باشد. در حالی که در این دوره عدم پیشرفت در تکنولوژی باعث رشد منفی در بهره وری کل عوامل شده است.

www.SID.ir

به طور کلی، طی این ۱۰ دوره ، بهره وری کل عوامل در اکثر سالها از جمله سال های انتهایی دارای رشد منفی می باشد . در حقیقت، علت اصلی این رشد تغییرات منفی در تکنولوژی می باشد، و کارائی سهم اندکی در تغییرات منفی بهره وری داشته است.

در مجموع، افزایش بهره وری از طریق تدوین صحیح یک استراتژی مناسب و همچنین ارزیابی مستمر و در نهایت اجرای متناسب آن تحقق می پذیرد . لذا، روش های اندازه گیری رشد بهره وری می تواند در کنار ساختار ها و برنامه های بهبود بهره وری قرار گرفته و در هر دوره این گونه برنامه ها را ارزیابی کند . بنابراین، با بهره گیری از روش پیشنهادی در ارزیابی استراتژی بهبود بهره وری در دوره های گذشته و همچنین ارائه راهکار های منطقی در بهبود بهره وری در دوره های بعد، می توان در جهت ارتقای بهره وری و همچنین تحقق مقادیر ذکر شده در قانون برنامه چهارم توسعه گام برداشت.

۷- نتیجه گیری

با توجه به الزامات قانون برنامه چهارم توسعه در خصوص افزایش ۲/۵ درصدی در رشد سالیانه بهره وری کل عوامل در سازمان‌ها و دستگاه‌های اجرایی، در این مطالعه، با استفاده از روش های ناپارامتری، تغییرات بهره وری کل عوامل (TFP) در زیر بخش آموزش عالی دولتی طی دوره زمانی ۸۴-۱۳۷۵ و همچنین نقش تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژیکی در این تغییرات مورد بررسی قرار گرفت. در روشهای ناپارامتری، شاخص‌های رشد بر اساس مقایسه تعدادی واحد تصمیم گیرنده و در طول زمان محاسبه می‌شود. اما در حالتی که فقط یک واحد تصمیم گیرنده موجود باشد، تکنیک‌های موجود جوابگوی نیاز ما، به منظور بررسی رشد TFP و تجزیه‌های آن، نخواهد بود. لذا در این مقاله با استفاده از شاخص ترنکوئیست و تلفیق آن با مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها این امر صورت گرفت. مهمترین ویژگی این روش محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل یک واحد تصمیم گیرنده در طول زمان است.

با استفاده از یافته های این طرح برای اولین بار "موجودی سرمایه ثابت" کلیه دانشگاهها و موسسات آموزش عالی دولتی بر پایه اطلاعات رسمی خزانه داری کشور مربوط به بیش از ۴۰ سال قبل از ۱۳۸۴ محاسبه گردید. از طرف دیگر، باز هم برای اولین

Archive of SID

www.SID.ir

بار نظام محاسبه شاخصهای بهره‌وری سازگار با قانون برنامه توسعه در زیر بخش " آموزش عالی دولتی" فراهم گردید که تمام این موارد زمینه اندازه‌گیری و برنامه‌ریزی ارتقای بهره‌وری طی سالهای برنامه چهارم توسعه را فراهم می سازد.

نتایج نشان می‌دهد که تغییرات بهره وری کل عوامل (TFP) آموزش عالی دولتی در اکثر سال‌های اخیر ۸۴-۱۳۸۱ کاهنده می‌باشد و عمده این تغییرات به سبب کاهش در تکنولوژی و دانش فنی بوده و تعییرات کارائی سهم کمتری نسبت به تغییرات تکنولوژی در تنزل رشد TFP داشته است. لذا با توجه به بررسی روند رشد بهره‌وری کل عوامل در طول زمان و عوامل تاثیر گذار بر آن در این مقاله، اهم پیشنهادات و راهکارها برای اجرایی کردن قانون برنامه چهارم توسعه کشور در خصوص سهم رشد بهره‌وری از رشد ارزش افزوده در زیر بخش " آموزش عالی دولتی" به شرح ذیل ارائه می شود:

- استفاده از روش‌های نوین مدیریت همچون « مهندسی ارزش » و یا « مدیریت پروژه » در دانشگاه‌ها.
- نوسازی تجهیزات و امکانات و جلوگیری از فرسوده گی با توجیهات اقتصادی، فنی و مالی.
- استفاده بهینه از فضا و مکان‌های آموزشی.
- ارتقای مشارکت مردمی در امر سرمایه‌گذاری در بخش آموزش عالی و کاهش انحصارات و سرعت دادن به روند خصوصی سازی و ایجاد زمینه های تشویق رقابت.

بنابراین، 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 به دست می‌دهد، می‌تواند مدیران سازمان را در تدوین اهداف استراتژیک کمک نماید و این اهداف با استفاده از تکنیک‌های مدیریتی مانند کارت امتیازی متوازن (BSC) قابل تبدیل به برنامه‌های عملیاتی خواهند بود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع و ماخذ

۱. ابراهیمی، رضا، (۱۳۸۷)" اندازه گیری بهره وری کل عوامل بخش آموزش عالی دولتی ایران"، پایان نامه کارشناسی ارشد رشته مهندسی صنایع، دانشگاه علم وصنعت ایران.

۲. امامی میبدی، علی (۱۳۷۹) ، اصول اندازه گیری کارائی و بهره وری، موسسه مطالعات وپژوهش های بازرگانی.

۳. سامتی، مرتضی و رضوانی، محمد علی(۱۳۸۰)، « بررسی کارائی دانشگاه های بزرگ دولتی با استفاده از تحلیل پوششی داده ها »، *مجله تحقیقات اقتصادی*، شماره ۵۹.

٤. علیرضایی ، محمد رضا، محسن افشاریان و بیتا آنالویی(۱۳۸٦) ، « محاسبه رشد بهره وری کل عوامل کمک مدل های ناپارامتری تحلیل پوششی داده ها ، با یک مطالعه موردی در صنعت برق »، *مجله تحقیقات اقتصادی*، ش‌ماره ۷۸، صفحات ۱۷۷ تا ۲۰٦.

۵. فتحی، کیامرث(۱۳۸۲)، « تحلیل پوششی داده ها (مقایسه تطبیقی بین واحد های منطقه هشت)» ، همایش مدیریت نوین، دانشگاه آزاد اسلامی واحد فیروز کوه.

6. 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.

7. Athanasso Poulos. A and shale.E(1997): "Assesing the comparartive Efficiency of Higher Education Institutions in the UK by means of DEA". Education Econoics 5(2). 117-125.

8. 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 .

9. 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 .

10. 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 .

11. 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 .

12. Coelli.T.(1996): Assesing the Performance of Australian universities using DEA. Internal Report. Coelli. T.. Perelman. S. (1999). "A Comparision of Parametric and

Archive of SID

www.SID.ir

Non-Parametric Distance Function: with Application to European Railways."، European Journal of Operational Research، 21، pp. 641-655.

13. Coelli. T، and Rao.d(2001): Implicit Value shars in malmquist TFP index Nambers. CEPA working papers، no 4/2004.

14. Conter for Efficiency and productivity Analysis، University of new Engeland.

15. 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.

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

17. 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 .

18. Tornqvist. (1936)، "The bank of Finland's consumption price index،" Bank of Finland Monthly Bulletin، 10، pp. 1-8.

Archive of SID

www.SID.ir