ارائه مدلی تلفیقی برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل از مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص تورنکوئیست و محاسبه رشد بهره‌وری شرکت ملی نفت ایران

محمدرضا علیرضایی[1*]، محسن افشاریان[2]

۱- استادیار دانشکده ریاضی، دانشگاه علم و صنعت ایران، تهران، ایران
۲- دانشجوی کارشناسی ارشد تحقیق در عملیات، دانشگاه علم وصنعت ایران،تهران، ایران

دریافت:۸٤/۱۲/۱٤ پذیرش:۸٤/۷/۲

چکیده

بهره‌وری کل عوامل[1]، معیاری است که توصیف‌کننده استفاده صحیح و بهینه از عوامل تولید و همچنین درجه دستیابی به اهداف از پیش تعیین شده می‌باشد. در برنامه چهارم توسعه، تمامی سازمانها و دستگاههای اجرایی مکلف شدند، که سهم ارتقای بهره‌وری کل عوامل تولید را در رشد تولید معین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره‌ور محور را مشخص کنند.

بنابراین برای دستیابی به این اهداف در یک سازمان، ابتدا باید میزان بهره‌وری سازمان در دوره‌های گذشته محاسبه شود، سپس با مشخص کردن عوامل تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری به برنامه‌ریزی و ارائه راهکارهایی در جهت ارتقای بهره‌وری، اقدام شود.

این مقاله برای پوشش اهداف مذکور، مدلی را با تلفیق مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها[2] و شاخص تورنکوئیست[3] ارائه می‌دهد که علاوه بر محاسبه رشد بهره‌وری در طول زمان، میزان تأثیر تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی را محاسبه می‌کند. این مدل در صورت وجود تنها یک واحد تصمیم‌گیرنده[4] می‌تواند به محاسبه تغییرات بهره‌وری در طول زمان بپردازد که در اینگونه موقعیتها، مدلهای مشابه مانند شاخص مالمکوئیست[5] کاملاً در محاسبه تغییرات بهره‌وری ناتوانند. این مقاله

---

* نویسنده مسؤول مقاله: E-mail: mralirez@iust.ac.ir

1. TFP: Total Factor Productivity
2. DFA: Data Envelopment Analysis
3. Tornqvist index
4. decision making unit
5. Malmquist index

همچنین به منظور بررسی دقیقتر موارد شرح داده شده، در یک مطالعه موردی، به بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران[1] و تعیین تغییرات کارایی و تکنولوژی در آن شرکت می‌پردازد. این مطالعه براساس داده‌های واقعی سالهای ۱۳۵٦ - ۱۳۷۹ انجام شده است.

کلیدواژه‌ها: بهره‌وری کل عوامل، تحلیل پوششی داده‌ها، شاخص تورنکوئیست.

۱- مقدمه

اقتصاد ایران به واسطه اتکای شدید به درامدهای نفتی و تحولات بازار جهانی نفت و همچنین هزینه‌های مختلف دولت، پرداخت یارانه‌ها و بهره‌وری پایین نیروی انسانی، همواره با چالشهایی روبروست. اصلی‌ترین راهکار بهبود وضعیت اقتصادی کشور، کاهش هزینه‌ها و افزایش درامد دولت است. اما از آنجاییکه یکی از درامدهای اصلی دولت، مالیات است، افزایش آن تا حدی امکانپذیر است که انگیزه تولید و کارآفرینی را کاهش ندهد. در این‌صورت افزایش بی رویه مالیات می‌تواند به کاهش تولید ناخالص ملی منجر شود که به‌دنبال آن درامد مالیاتی دولت نیز پایین خواهد آمد. بنابراین افزایش بهره‌وری تنها راه حل مشکل در وضعیت اقتصادی کشور به حساب می‌آید.

در دنیای امروز، ارتقای بهره‌وری یکی از اولویتهای ملی هر کشور به حساب می‌آید، زیرا ادامه حیات اقتصادی کشورها، رشد اقتصادی و بهبود سطح زندگی افراد یک جامعه، وابسته به ارتقای بهره‌وری است. رشد بهره‌وری در یک جامعه موجب افزایش تولید ناخالص داخلی خواهد شد و چون تولید ناخالص داخلی تقسیم بر جمعیت کشور، بیانگر درامد سرانه است، لذا بهبود بهره‌وری منجر به افزایش ثروت تقسیم شده بین افراد جامعه خواهد شد. افزایش درامد سرانه نیز، باعث رشد سطح زندگی و قدرت افراد در دستیابی به کالاها و خدمات بیشتر و با کیفیت بهتر خواهد شد.

در شرکتها و سازمانهای مختلف، سودآوری نشان‌دهنده موقعیت مالی در زمان حال و بهره‌وری بیانگر وضعیت آن در آینده است. بنابراین یک سازمان یا شرکت زمانی می‌تواند به سودآوری مستمر خود امیدوار باشد که به موضوع بهره‌وری توجه کند؛ زیرا در دراز مدت، افزایش بهره‌وری موجب کاهش هزینه‌ها و افزایش میزان سودآوری خواهد شد. اما بهبود بهره‌وری در یک سازمان، علاوه بر موارد ذکر شده

1. NIOC: National Iranian Oil Company

باعث بهبود عملکرد قسمتهای مختلف، توسعه و پیشرفت سازمان در بازار رقابت می‌شود. همچنین مدیریت آن سازمان می‌تواند بهترین راه را برای تخصیص بهینه و مطلوب منابع معین کند و برای افزایش سود سازمان، تصمیماتی اثربخش بگیرد. در بحث کلان کشور نیز، افزایش بهره‌وری منجر به افزایش رشد اقتصادی، کنترل نرخ تورم، افزایش قدرت رقابت اقتصادی، افزایش درامد سرانه، کاهش هزینه‌ها، افزایش سودآوری، استفادهٔ بهینه از منابع و افزایش تولید ناخالص ملی و غیره می‌شود. بنابراین شکوفایی هر جامعه در گروی بهبود بهره‌وری آن کشور است.

بهره‌وری کل عوامل، معیاری برای محاسبه میزان بهره‌وری در یک سازمان است. این شاخص نشان دهنده روند تبدیل هزینه کل به درامد کل است، 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 درامد، بهبود کیفیت تولید یا خدمات و غیره شود. بنابراین این مسأله لزوم توجه بیشتری را به تلاش برای دستیابی به آمارهای بهتر و سریعتر رشد بهره‌وری نشان می‌دهد.

در برنامه چهارم توسعه آمده است که همه دستگاههای اجرایی 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 کنند؛ به طوری که سهم بهره‌وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی حداقل به ۳۱/۳ درصد و متوسط رشد سالیانه بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کل عوامل تولید بترتیب 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 میزان بهره‌وری سازمان در دوره‌های گذشته محاسبه شود و سپس با مشخص کردن عوامل تأثیرگذار بر رشد بهره‌وری به برنامه‌ریزی و ارائه راهکارهایی در جهت ارتقای بهره‌وری و تحقق مقادیر ذکر شده در قانون مذکور اقدام شود.

بررسی روند تغییر بهره‌وری، اولین بار در سال ۱۹۵۷.م به‌وسیله تحقیقات مشهور رابرت سولو[1] مطرح شد[۱،صص۳۱۲-۳۲۰]. سولو در مطالعه رشد بهره‌وری ایالات متحده، تأثیر تکنولوژی و دانش فنی را در رشد بهره‌وری بررسی کرد. در سال ۱۹۸۲.م

1. Robert solow

نیشی میتزو و پیج[1]، رشد بهره‌وری را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر تکنولوژی تجزیه کردند[۲، صص ۹۲۰-۹۳۶].

شاخص مالمکوئیست یکی از شاخصهایی است که در بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل، همواره مورد توجه تحلیلگران اقتصاد بوده است. این شاخص ابتدا در سال ۱۹۵۳.م به عنوان شاخص استاندارد زندگی، معرفی و در سال ۱۹۸۲.م برای اولین بار در تئوری تولید به‌کار گرفته شد [۳،صص۱۳۹۳-۱۴۱۴]. در سال ۱۹۸۹ فار[2] 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، براساس مقایسه رشد بهره‌وری تعدادی واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) در طی دو دوره انجام می‌پذیرد. به عبارت دیگر، به دلیل ماهیت مقایسه‌ای مدلهای DEA برای محاسبه این شاخص در هر دوره به تعدادی واحدی تصمیم‌گیرنده نیاز است. بنابراین در حالتی که داده‌ها فقط شامل یک واحد تصمیم‌گیرنده و هدف محاسبه رشد بهره‌وری این واحد در طول زمان باشد، این شاخص از محاسبه رشد بهره‌وری ناتوان است. لذا در این مقاله به منظور پوشش مشکل مذکور با بهره‌گیری از شاخص تورنکوئیست و تلفیق آن با مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها، مدلی جدید به منظور محاسبه شاخص 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[3]، خواهد آمد. در ادامه و در بخش ٤، روشی جدید، 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. برای بررسی مزیت و لزوم استفاده از روش ارائه شده، یک مطالعه موردی به منظور محاسبه بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران در بخش ٥ انجام خواهد شد

1. Nishimizu, Page
2. Fare
3. elasticity

و در آن سهم رشد کارایی و تغییرات تکنولوژی در رشد بهره‌وری این شرکت مشخص می‌شود و در بخش به نتیجه‌گیری پرداخته می‌شود.

۲- تعاریف و مفاهیم

تعریف ۱- درامد کل و هزینه کل: فرض شود 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 بترتیب برابر $R=(r_1,r_2,...,r_n)$ و $Q=(q_1,q_2,...,q_m)$ باشند، آنگاه درامد کل و هزینه کل این واحد به صورت زیر تعریف می‌شود:

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

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

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

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

لذا بهره‌وری کل عوامل نشان دهنده نرخ تبدیل هزینه کل به درامد 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 ازای 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 jام (X_j)، در خروجی i ام (Y_i) است.

۳- تحلیل پوششی داده‌ها

پایه‌گذار روشهای ناپارامتری در محاسبه TFP و ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده، اقتصاددانی به نام فارل[1] بود. او در سال ۱۹۵۷، سیستمی شامل دو ورودی و یک خروجی را بررسی کرد. به تحلیل بهره‌وری واحدها با یک روش ناپارامتری پرداخت.

در سال۱۹۷۸، چارنز، کوپر و رودز[2] 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[۵،صص۴۲۹-٤٤٤]. مدل چارنز، کوپر و رودز که در آن بازده به مقیاس[3]، ثابت فرض می‌شود، به نام CCR معروف شد. در سال ۱۹۸٤، بنکر[4]، چارنز و کوپر روش CCR را برای حالتهای بازده به مقیاس متغیر تعمیم دادند که مدل پیشنهادی آنها به نام BCC معروف شد[٦١، صص۱۰۷۸-۱۰۹۲]. در ادامه به چگونگی محاسبه بهره‌وری کل عوامل و همچنین به‌دست آوردن کششها با بهره‌گیری از مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته می‌شود.

۳-۱ - محاسبه TFP با مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها

با توجه به تعریف ۲ در بخش قبل، بهره‌وری کل عوامل از نسبت درامد کل به هزینه کل به‌دست می‌آید. اما برای محاسبه درامد کل و هزینه کل، به وزنهایی در جهت تجمیع ورودیها و خروجیها نیاز است. بنابراین در روشهای پارامتری برای محاسبهٔ TFP از تابعی که رابطهٔ ورودیها و خروجی را مشخص می‌کند، استفاده می‌شود. البته قبل از امکان استفاده از این تابع، پارامترهای آن به وسیله یک معادله رگرسیونی تخمین زده می‌شود. در نتیجه در رویکردهای پارامتری از میانگین پارامترها به منظور محاسبهٔ وزنها و در نهایت TFP استفاده می‌شود.

اما TFP در روش ناپارامتری DEA با توجه به مشاهدات فردی از هر واحد تصمیم‌گیرنده و تقابل بهینه آن با دیگر واحدها محاسبه می‌شود. در این روش بدون استفاده از یک فرم تابعی و با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی یک مرز ساخته می‌شود که نشان‌دهنده حداکثر مقدار بهره‌وری برای هر واحد، نسبت به بهره‌وری مشاهده شده از واحدهای دیگر

1. Farrel
2. Charnes, Cooper, Rhodes
3. returns to scale
4. Banker

است، در این‌صورت برای محاسبهTFP، نیازی بـه تعیـین پیـشاپیش تـابع تولیـد و در نتیجـه تعیین وزنهای ثابت نیست، بلکه در این روش و در یک فضای رقابتی به تعیین وزنهایی بهینـه به منظور محاسبه درامد کل و هزینه کل پرداخته می‌شود. به عبارت دقیقتر مدلهای DEA بـا ایجاد یک فضای رقابتی -که با بهره‌گیری از واحدهای تحت بررسی ایجاد می‌شود- وزنهایی را به صورت اختصاصی به هر واحد تخصیص می‌دهند و TFP هر واحد بر مبنـای وزنهـای غیر ثابت و اختصاصی محاسبه می‌شود. در این‌صـورت TFP محاسـبه شـده بـا ایـن مـدلها صورت مقایسه‌ای پیدا می‌کند. بنابراین نه تنها مقدار TFP به‌دست آمـده، بیـانگر نـرخ تبـدیل هزینه کل به درامد کل است، بلکه قابلیت مقایسه‌ای آن می‌توانـد تـا در رتبـه‌بنـدی واحـدهـای تصمیم‌گیرنده، براساس بهره‌وری بالاتر، مفید واقع شود. [۷،صص٦٤١-٦٥٥].

فرض کنیم n واحد تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشـد کـه هـر یـک شـامل m ورودی و s خروجی باشند، ماتریس $m \times n$ ورودیها را با X و ماتریس $s \times n$ خروجیها با Y نـشان نشان داده می‌شود. بعلاوه X_j و Y_j بترتیب بردار ورودی و خروجـی واحـد jام را نـشان می‌دهند، در این‌صورت مدل محاسبه TFP با ویژگی خروجی محور عبارت است از:

$$
\begin{aligned}
&(TFP_p =) \ \text{Max} \quad z = \frac{U^T Y_p + \delta_1 \tau}{W^T X_p} \\
&S.T. \\
&U^T Y_j - W^T X_j - \delta_1 \tau \le 0 \\
&W^T X_j = 1 \\
&W \ge \varepsilon, U \ge \varepsilon, \quad \delta_1 . \delta_2 . (-1)^{\delta_3} . \tau \ge 0
\end{aligned}
$$

که در آن U و W بترتیب بردار وزنهای ورودیها و خروجیها هستند همچنین در این مدل کلی سه پارامتر $\delta_1, \delta_2, \delta_3$ معرفی شده است که مقادیر صفر یا یـک مـی‌گیرنـد و بـازده بـه مقیاسهای مختلف را برای مدل ایجاد می‌کنند، به عبارت دیگر:

- اگـر $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (0, \nabla, \nabla)$، آنگـاه مـدل CCR نامگـذاری مـی‌شـود و بـازده بـه مقیاس ثابت دارد.
- اگر $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 0, \nabla)$، آنگاه مدل BCC نامگذاری می‌شود و بازده بـه مقیـاس متغیر دارد.
- اگر $(\delta_1, \delta_2, \delta_3) = (1, 0, 0)$، آنگاه CCR-BCC نامگذاری می‌شود و بازده به مقیـاس کاهشی دارد.

• اگر $(\delta_1,\delta_2,\delta_3)=(1,1,1)$، آنگاه مدل BCC_CCR نامگذاری می‌شود و بازده به مقیاس افزایشی دارد.

در عبارتهای بالا، مقدار ∇ می‌تواند، صفر یا یک باشد. همچنین ε یک بی‌نهایت کوچک غیر ارشمیدسی[1] است که برای ملاحظات محاسباتی وارد مدل شده است[۹؛۸،صص ۳۴۴-۳۴۷].

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 TFP واحد p ام است. بنابراین واحدی بهترین کارایی ممکن را داراست و بهره‌وری دارد، که مقدار TFP آن برابر ۱ باشد. در غیر این صورت واحد مذکور ناکاراست، از بهره‌وری مطلوبی برخوردار نیست و میزان ناکارایی آن برابر مقدار TFP به‌دست آمده از تابع هدف است.

۳-۲- محاسبه کششها با بهره‌گیری از مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها

فرض کنیم، n واحد تصمیم‌گیرنده موجود باشد. مدل با بازده به مقیاس ثابت CCR به‌منظور محاسبه TFP هر واحد به‌کار گرفته می‌شود. در این‌صورت فرض شود سطر تابع هدف، در مدل محاسبه TFP برای واحد تصمیم‌گیرنده p ام، به صورت زیر باشد:

$$TFP_p=\frac{\sum_j u_{jp}y_{jp}}{\sum_i v_{ip}x_{ip}}=\frac{TR_p}{TC_p}$$

که در آن TFP واحد p ام رابطه بین هزینه کل و درامد کل را نشان می‌دهد، پس می‌توان نوشت:

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

بنابراین کشش ورودی i در درامد کل به صورت زیر محاسبه می‌شود:

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

1. non-Archimedean infinitesimal

$$ex_{ip} = \frac{\delta TR_p}{\delta x_{ip}} \times \frac{x_{ip}}{TR_p} = TFP_p \times v_{ip} \times \frac{x_{ip}}{TFP_p \times \sum_i v_{ip} x_{ip}} = \frac{v_{ip} x_{ip}}{\sum_i v_{ip} x_{ip}}$$

$$ex_{ip} = \frac{v_{ip} x_{ip}}{\sum_i v_{ip} x_{ip}} \quad \text{و} \quad \sum_i ex_{ip} = ۱ \qquad (I)$$

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

$$ey_{jp} = \frac{u_{jp} y_{jp}}{\sum_j u_{jp} y_{jp}} \quad \text{و} \quad \sum_j ey_{jp} = ۱ \qquad (II)$$

از کششهای محاسبه شده از (I) و (II)، می‌توان در کاربردهای مختلف اقتصادی مانند نرخ نهایی جانشینی فنی[1] و یا محاسبه شاخصهای رشد بهره‌وری استفاده کرد. مزیت اصلی محاسبه کششها به وسیله مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها، به فضای رقابتی ایجاد شده بین واحدها برمی گردد. به عبارت دیگر کششهای محاسبه شده در این روش برای هر واحد تصمیم‌گیرنده، به صورت اختصاصی و در یک فضای رقابتی به‌دست می‌آید.

۴- رشد بهره‌وری کل عوامل

برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل شاخصهای متعددی با ویژگیهای خاص وجود دارد. یکی از معروف‌ترین شاخصهای رشد TFP، شاخص مالمکوئیست است. مالمکوئیست، اقتصاددان سوئدی در سال ۱۹۵۳، شاخصی به نام شاخص استاندارد زندگی مالمکوئیست معرفی کرد[۱۰،صص۲۰۹-۲٤۲]. این شاخص اولین بار در سال ۱۹۸۲ به‌وسیله کی وس و همکاران در تئوری تولید وارد شد و همچنین آنها تعمیمی از اندازه تغییرات تکنولوژی سولو را در حالت چند ورودی و چند خروجی ارائه دادند[۳،صص۱۳۹۳-۱٤۱٤]. در سال ۱۹۸۹ فار و همکاران[۸] به منظور محاسبه شاخص مالمکوئیست از تکنیکهای ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند[۱۱]. سپس در سال ۱۹۹۲، آنها این شاخص را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر در تکنولوژی تجزیه کردند که این تجزیه به نام تجزیهٔ FGLR معروف شد[۱۲، صص۸۱-۹۷].

1. MRTS: Marginal Rate of Technical Substitution

برای محاسبه شاخص مالمکوئیست با استفاده از مدلهای DEA احتیاج به وجود داده‌هایی خاص است. به عبارت دیگر به‌دلیل صورت مقایسه‌ای و ماهیت مدلهای DEA در محاسبه این شاخص نیاز به تعدادی واحد تصمیم‌گیرنده در هر دوره است. در این‌صورت در مواقعی که فقط یک واحد تصمیم‌گیرنده موجود و هدف محاسبه رشد TFP آن واحد در طول زمان باشد، این شاخص قابل استفاده نخواهد بود. بنابراین با بررسی دقیقتر شاخصهای دیگر، مشخص شد که شاخص تورنکوئیست می‌تواند این مشکل را به صورتی که توضیح داده‌خواهد شد، حل کند.

شاخص تورنکوئیست، یک شاخص دیگر برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل در طی دوره زمانی است[۱۳، صص۱-۸]. این شاخص با استفاده از کشش وروديها و خروجيها بترتیب در هزینه کل و درامد کل به محاسبه رشد بهره‌وری می‌پردازد. اما مزیت اصلی در استفاده از این شاخص، به‌دلیل ماهیت این شاخص، نیاز نداشتن آن به داده‌هایی خاص (چند واحد تصمیم‌گیرنده) است؛ به عبارت دیگر این شاخص، تنها با وجود حتی یک واحد تصمیم‌گیرنده، قادر به محاسبه رشد TFP در دوره‌های زمانی خواهند بود. همچنین با بهره‌گیری از مدلهای DEA، این شاخص نیز مانند شاخص مالمکوئیست به دو عامل تغییر کارایی و تغییر در تکنولوژی قابل تجزیه خواهد شد. بنابراین در ادامه، چگونگی محاسبه این شاخص با بهره‌گیری از کششهای محاسبه شده از مدلهای DEA و همچنین تجزیهٔ آن به دو عامل تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی شرح داده‌خواهد شد.

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

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

که در آن ex_i، به صورت میانگین هندسی از کشش ورودی i ام در درامد 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 درامد کل محاسبه می‌شود. به همین صورت می‌توان شاخص مقداری خروجی تورنکوئیست را تعریف و محاسبه کرد:

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

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

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

پس 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:

$$\text{رشد بهره‌وری کل عوامل } TFPG_{k,k+1} = \frac{TQ_Y}{TQ_X}$$

و همچنین تغییر کارایی در طی عبور از دو سال k و $k+1$ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\text{تغییرات کارایی } EC_{k,k+1} = \frac{TFP_{K+1}}{TFP_K}$$

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

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

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

- اگر $TC > ۱$ ، آنگاه واحد مذکور در خلال یک دوره (دو سال متوالی) پیشرفت تکنولوژی داشته است و هرگاه $TC < ۱$ موضوع برعکس است؛
- $EC >۱$، آنگاه واحد مذکور در یک دوره (دو سال متوالی) افزایش کارایی داشته است و هرگاه $EC< ۱$، 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.

افزایش بهره‌وری از طریق تدوین صحیح یک استراتژی مناسب و همچنین ارزیابی مستمر و در نهایت اجرای متناسب آن تحقق می‌پذیرد که این فرایند به نام مدیریت استراتژیک خوانده می‌شود. بنابراین روشهای اندازه‌گیری رشد بهره‌وری می‌توانند در کنار ساختارها و برنامه‌های بهبود بهره‌وری قرار گرفته و در هر دوره، اینگونه برنامه‌ها را ارزیابی کنند. لذا هدف از محاسبه رشد بهره‌وری، ارزیابی استراتژی بهبود بهره‌وری در دوره‌های گذشته و همچنین ارائه راهکارهای منطقی در بهبود بهره‌وری در دوره‌های بعد است. به این منظور روش ارائه شده در این بخش بخوبی می‌تواند رشد TFP و همچنین عوامل مؤثر در تغییرات آن را در هر دوره محاسبه نماید. بنابراین با بررسی دقیق نتایج می‌توان به برنامه‌ریزی و ساخت نقشه‌های بهبود بهره‌وری در دوره‌های آینده پرداخت و بعد از اعمال برنامه‌ها نیز می‌توان از روش پیشنهادی به منظور ارزیابی برنامه‌ها و اثربخشی آنها کمک گرفت[۱٤].

۵- محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران

در برنامه چهارم توسعه آمده است که همه دستگاههای اجرایی 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 کنند؛ به طوری که سهم بهره‌وری کل عوامل در رشد تولید ناخالص داخلی(GDP) حداقل بـه ۳۱/۳ درصـد و متوسط رشد سالیانه بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و کـل عوامـل تولیـد بترتیـب بـه مقـادیر حداقل، ۳/۵، ۱ و ۲/۵ درصد برسـد. لـذا لـزوم تعیـین رشـد بهـره‌وری کـل عوامـل و عوامـل تأثیرگذار بر آن، با توجه به این قانون، کاملاً مشخص می‌شود.

در این بخـش مـی‌خـواهیم مـدل معرفـی شـده در بخـش قبـل را بـه منظـور محاسـبه رشـد بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران در طی سالهای ۱۳٥٦ - ۱۳۷۹ به‌کار ببندیم. همچنـین تأثیر تغییرات کـارایی و تغییـرات در تکنولـوژی را در رشـد بهـره‌وری کـل عوامـل ایـن شـرکت بررسی کنیم.

داده‌ها شـامل دو ورودی و یـک خروجـی اسـت. ورودیهـا بترتیـب بیـانگر سـرمایه و نیروی کار و خروجـی مقـدار ارزش افـزوده شـرکت ملـی نفـت در طـی سـالهای ۱۳٥٦ - ۱۳۷۹ است. در جدول ۱ داده‌ها به تفکیک سالهای مختلف آمده است.

شایان ذکر است که داده‌هـای جـدول ۱، بـر مبنـای مقـادیر ارزش افـزوده، سـرمایه و نیروی کار در سال اول نرمال شده‌اند.

جدول ۱ داده‌های نرمال شده شرکت ملی نفت ایران

نیروی کار	سرمایه	ارزش افزوده	سال	نیروی کار	سرمایه	ارزش افزوده	سال
۱۳۰/۰۳۱	۸٦/۲۰۰	٦۸/٤۲۰	۱۳٦۸	۱۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰/۰۰۰	۱۰۰۰/۰۰۰	۱۳٥٦
۱۳۱/٤٦۹	۸۸/۹٦۷	۷۳/۹٤۹	۱۳٦۹	۱۰۳/۱۰۷	۱۰۳/۷٦۹	۸٦/۱۹۱	۱۳۵۷
۱۳٥/۳٥۱	۸۷/۹۸٥	۷۸/۲۸٦	۱۳۷۰	۱۰٤/٤۲٥	۱۰۳/٤٥۸	۷۷/۲۳٦	۱۳٥۸
۱۳٦/۲۸۸	۸٦/۳٤۷	۷۸/۲۹٤	۱۳۷۱	۱۰٥/۲۳۲	۱۰۱/٥۷۲	٤۷/٥۲۱	۱۳٥۹
۱۳٦/٦۰۰	۸٤/۹۲٥	۷۹/۹۷۱	۱۳۷۲	۱۰۳/٤۱۷	۱۰۰/۳۲۱	٤۸/۹۲٤	۱۳٦۰
۱۳٦/۸۲۱	۸٤/۹۰۰	۷۷/۸۸۸	۱۳۷۳	۱۱۰/۳٥۱	۱۰۰/۹۸٥	٦۹/۹۹۸	۱۳٦۱
۱۳٥/٤۱۹	۸٤/۷۹۸	۷۸/۳۸۰	۱۳۷٤	۱۱۳/۷۲٤	۱۰۲/٦۷٥	۷۰/٦۰۳	۱۳٦۲
۱۳٤/۱٥۲	۸۸/۳٦٤	۷۸/٦۳۱	۱۳۷٥	۱۱٦/٤۷٤	۱۰۲/۹٥۳	٦۳/۸۹۰	۱۳٦۳
۱۳۳/۸۱۷	۹۱/۳۷٥	۷٦/۷۹۷	۱۳۷٦	۱۱۷/٥۸٦	۱۰۱/۰۲٥	٦٤/۳۸٤	۱۳٦٤
۱۳۲/۱۹٤	۹۳/۸٦٦	۷۷/٥۸٥	۱۳۷۷	۱۱۷/۹٥۱	۹۹/۲۹۳	٦۰/۳۸۱	۱۳٦٥
۱۳۱/۲۰٦	۹۸/٤٦۲	۷٥/۷٦۸	۱۳۷۸	۱۱۷/۷۹۸	۹٦/٥۰۳	٦٤/۰۲٥	۱۳٦٦
۱۳۰/٥٥۲	۱۰۰/٦۳۲	۷۸/۲۸٦	۱۳۷۹	۱۲۳/۱۰۹	۹۳/٦٦۹	٦٦/٤۰٥	۱۳٦۷

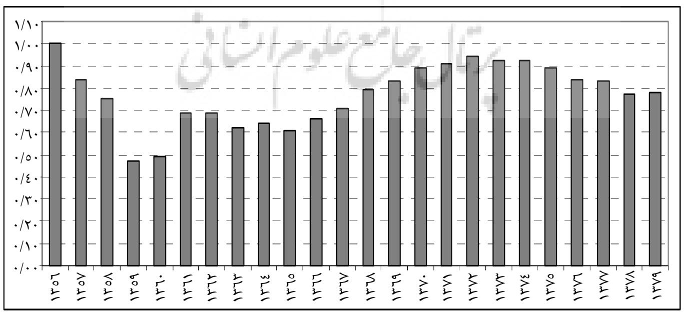
داده‌های استفاده شده در این مطالعه براساس آمار و اطلاعات مربوط بـه بخـش صـنعت نفـت طی دوره ۱۳۵۷-۱۳۷۹ است. این اطلاعات شامل آمار مربوط به بـراورد موجـودی سـرمایه بخـش نفت و گاز طی دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۱ است که با استفاده از اطلاعات سرمایه‌گذاری ثابـت ناخـالص بـا قیمتهای ثابت سال ۱۳۷۶ بخش نفت و گاز منتشر شده بانک مرکزی محاسبه شـده اسـت. همچنـین اطلاعات ارزش افزوده بخش نفت و گاز با قیمتهای ثابـت سـال ۱۳۷۶ طـی دوره ۱۳۳۸-۱۳۸۱ و بـا استفاده از اطلاعات منتشر شده بانک مرکزی جمع‌آوری شده است در نهایت نیز اطلاعـات مربـوط به نیروی کار در صنعت نفت با بهره‌گیـری از اطلاعـات ارسـالی از امـور اداری شـرکت ملـی نفـت ایران برای دوره ۱۳۵۶-۱۳۸۳ در دو سطح کارمند و کارگر جمع‌آوری شده است.

با استفاده از مدل DEA در حالت بـازده بـه مقیـاس ثابـت و خروجـی محـور، بهـره‌وری کـل عوامل شرکت ملی نفت در طی ۲۴ سال در جدول ۲ آمده است.

جدول ۲ بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران

TFP	سال	TFP	سال	TFP	سال	TFP	سال
۰/۹۲	۱۳۷٤	۰/۷۹	۱۳٦۸	۰/٦۹	۱۳٦۲	۱/۰۰	۱۳۵٦
۰/۸۹	۱۳۷۵	۰/۸۳	۱۳٦۹	۰/٦۲	۱۳٦۳	۰/۸٤	۱۳۵۷
۰/۸٤	۱۳۷٦	۰/۸۹	۱۳۷۰	۰/٦٤	۱۳٦٤	۰/۷۵	۱۳۵۸
۰/۸۳	۱۳۷۷	۰/۹۱	۱۳۷۱	۰/٦۱	۱۳٦۵	۰/٤۷	۱۳۵۹
۰/۷۷	۱۳۷۸	۰/۹٤	۱۳۷۲	۰/٦٦	۱۳٦٦	۰/٤۹	۱۳٦۰
۰/۷۸	۱۳۷۹	۰/۹۲	۱۳۷۳	۰/۷۱	۱۳٦۷	۰/٦۹	۱۳٦۱

همچنین به منظور بررسی دقیقتر، نمودار بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایـران، بـه تفکیک هر سال در شکل ۱ ارائه شده است.



شکل ۱ نمودار بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران در سالهای مختلف

با توجه به نتایج جدول ۲، بیشترین مقدار بهره‌وری در سال ۱۳٥٦ و پایین ترین مقدار بهره‌وری، مربوط به سال ۱۳٥۹ است. همان‌طوری که در شکل ۱ مشخص است، در سالهای شروع جنگ تحمیلی، شرکت ملی نفت ایران از بهره‌وری پایینی برخوردار بود، اما در سالهای بعد با تثبیت شرایط به‌تدریج میزان بهره‌وری افزایش پیدا کرد و در طی چندین سال در شرایط ثابتی قرار گرفت. این شرایط با پایان جنگ رشد سریعتری را از خود نشان داد، اما از سال ۱۳۷۳ با شروع بحران تقاضا در بازار جهانی و اصرار سازمان کشورهای صادرکننده نفت (اوپک) [1] مبنی بر کاهش تولید، به دلیل کاهش ارزش افزوده، بهره‌وری نیز کاهش پیدا کرد.

در ادامه و در این قسمت با استفاده از مدل ارائه شده در بخش ٤، رشد بهره‌وری و تجزیه آن به تغییرات کارایی و تغییرات در تکنولوژی در شرکت ملی نفت ایران محاسبه و نتایج [2] در جدول ۳ ارائه شد.

جدول ۳ رشد TFP، تغییرات کارایی و تکنولوژی در شرکت ملی نفت ایران

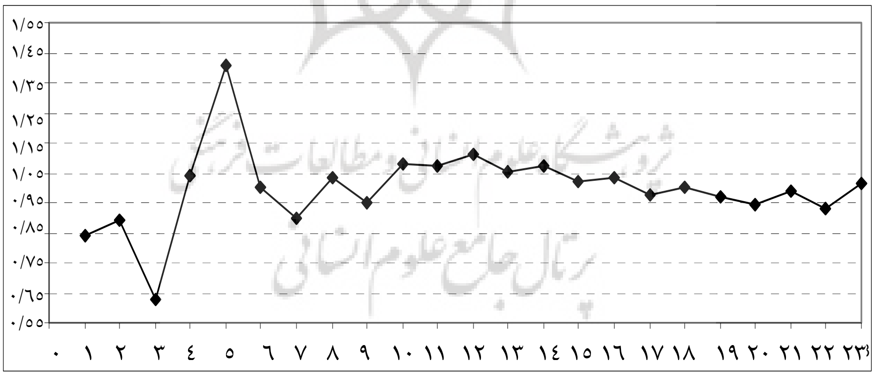
دوره	رشد TFP	تغییرات کارایی	تغییرات تکنولوژی
۱	۰/۸۳٥۹	۰/۸٤۰۰	۰/۹۹٥۱
۲	۰/۸۹۱۸	۰/۸۹۲۹	۰/۹۹۸۸
۳	۰/٦۲٦٥	۰/٦۲٦۷	۰/۹۹۸۸
٤	۱/۰٤۲٤	۱/۰٤۲٦	۰/۹۹۹۹
٥	۱/٤۲۰٥	۱/٤۰۸۲	۱/۰۰۸۷
٦	۰/۹۹۱۹	۱/۰۰۰۰	۰/۹۹۱۹
۷	۰/۹۰۲۳	۰/۸۹۸٦	۱/۰۰٤۱
۸	۱/۰۲٦٦	۱/۰۳۲۳	۰/۹۹٤٥
۹	۰/۹٥٤۰	۰/۹٥۳۱	۱/۰۰۰۹
۱۰	۱/۰۹۰۷	۱/۰۸۲۰	۱/۰۰۸۰
۱۱	۱/۰٦۷٦	۱/۰۷٥۸	۰/۹۹۲٤
۱۲	۱/۱۱۷۷	۱/۱۱۲۷	۱/۰۰٤٥

1. OPEC

۲. تمامی محاسبات این مقاله به‌وسیله نرم افزار GAMS انجام شده است.

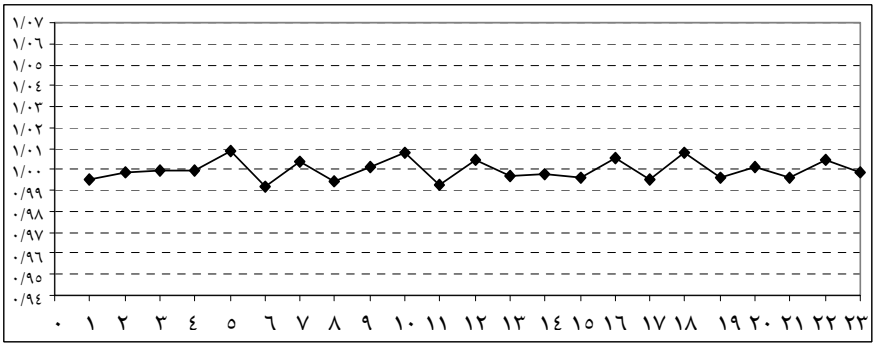
دوره	رشد TFP	تغییرات کارایی	تغییرات تکنولوژی
۱۳	۱/۰٤۷٥	۱/۰٥۰٦	۰/۹۹۷۰
۱٤	۱/۰٦۹۹	۱/۰۷۲۳	۰/۹۹۷۸
۱٥	۱/۰۱۸۷	۱/۰۲۲٥	۰/۹۹٦۳
۱٦	۱/۰۳۸۳	۱/۰۳۳۰	۱/۰۰٥۱
۱۷	۰/۹۷٤۲	۰/۹۷۸۷	۰/۹۹٥٤
۱۸	۱/۰۰۷۷	۱/۰۰۰۰	۱/۰۰۷۷
۱۹	۰/۹٦۳٤	۰/۹٦۷٤	۰/۹۹٥۸
۲۰	۰/۹٤٥۰	۰/۹٤۳۸	۱/۰۰۱۲
۲۱	۰/۹۸۳۹	۰/۹۸۸۱	۰/۹۹٥۸
۲۲	۰/۹۳۱۷	۰/۹۲۷۷	۱/۰۰٤۳
۲۳	۱/۰۱۱۳	۱/۰۱۳۰	۰/۹۹۸۳

برای بررسی دقیقتر نتایج جدول ۳، شکلهای ۲ و ۳ و ٤ ارائه شده‌اند که بترتیب مربوط به تغییرات کارایی، تغییرات تکنولوژی و رشد بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران در طی ۲۳ دوره است.

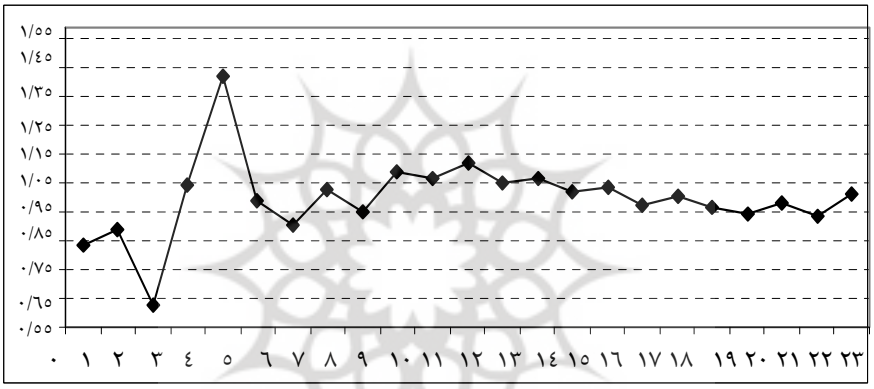


شکل ۲ نمودار تغییرات کارایی در شرکت ملی نفت ایران

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی



شکل ۳ نمودار تغییرات تکنولوژی در شرکت ملی نفت ایران



شکل۴ نمودار رشد بهره‌وری کل عوامل شرکت نفت ایران

با توجه به جدول۳ و شکلهای ۲ و ۳ و ٤، بیشترین رشد بهره‌وری مربوط به دوره ٥ (سالهای ۱۳٦۰-۱۳٦۱) است. در این دوره شرکت نفت ٤۲ درصد رشد در بهره‌وری کل عوامل داشته است، اما در این دوره علت اصلی در رشد بهره‌وری، به دلیل رشد کارایی بوده است. در حقیقت بیش از ٤۰ درصد از رشد بهره‌وری به واسطه رشد کارایی در این دوره بوده است و در این دوره رشد تکنولوژی سهم چندانی در رشد بهره‌وری نداشته است. در دوره ۳ (سالهای ۱۳٥۸-۱۳٥۹) نیز رشد منفی در بهره‌وری کل عوامل، به علت رشد منفی شدید در کارایی به مقدار ٦۲ درصد بوده است. این دوره از بیشترین رشد منفی در بهره‌وری کل عوامل برخوردار بوده است. در دوره ٦ و ۱۸، کارایی شرکت نفت ثابت بوده است. به همین دلیل در دوره ٦ رشد منفی در TFP به واسطه رشد منفی در تکنولوژی و در

دوره ۱۸ رشد TFP به سبب تغییرات مثبت در تکنولوژی شرکت ملی نفت ایران بوده است. اما به صورت کلان تغییرات کارایی علت عمده تغییرات بهره‌وری در طی ۲۳ دوره بوده است. با بررسی روند رشد TFP شرکت ملی نفت ایران در طول زمان و عوامل تأثیرگذار بر آن می‌توان به برنامه‌ریزی و ارائه راهکارهایی برای ارتقای بهره‌وری و تحقق مقادیر ذکر شده در قانون برنامه اقدام کرد. اما راهکارهای بهبود باید منطقی و براساس ظرفیتهای موجود در این شرکت ارائه شوند به طور مثال، از آنجاییکه تغییرات تکنولوژی در دوره‌های گذشته تقریباً سهم ناچیزی را در رشد TFP داشته است، باید در برنامه‌ریزی به این عامل توجه شود؛ یعنی اگر در این شرکت سرمایه‌گذاری خاصی در بخش تجهیزات و دانش فنی انجام نشود، رشد TFP باید به طور کامل از دگرگونی فرایندهای داخلی و رشد کارایی کسب شود. لذا توجه به نتایج و چگونگی تغییر TFP در دوره‌های گذشته می‌تواند مسیر بهبود بهره‌وری را منطقی‌تر و ارائه راهکارهای بهبود را، عملی و امکانپذیر کند. بنابراین با بررسی دقیق نتایج و اعمال نظرات کارشناسان مدیریت استراتژیک می‌توان به تدوین صحیح یک استراتژی مناسب و همچنین ارزیابی مستمر و در نهایت اجرای متناسب آن برای تحقق الزامات قانونی امیدوار بود.

۶- نتیجه‌گیری

در روشهای ناپارامتری، شاخصهای رشد براساس مقایسه تعدادی واحد تصمیم‌گیرنده و در طول زمان محاسبه می‌شود. اما در حالتی که فقط یک واحد تصمیم‌گیرنده موجود است، تکنیکهای موجود جوابگوی نیاز ما، به‌منظور بررسی رشد TFP و تجزیه‌های آن نخواهند بود. لذا در این مقاله مدلی بر مبنای شاخص تورنکوئیست و تلفیق آن با مدلهای تحلیل پوششی داده‌ها ارائه شد. این مدل با استفاده از کششها به محاسبه شاخص رشد تورنکوئیست و تجزیه آن به تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی می‌پردازد. مهمترین ویژگی این مدل، نیاز نداشتن آن به داده‌های خاص است و به عبارت دیگر این شاخص می‌تواند تنها با وجود یک واحد تصمیم‌گیرنده به محاسبه رشد بهره‌وری یک واحد تصمیم‌گیرنده در طول زمان بپردازد.

با توجه به الزامات قانون برنامه چهارم توسعه در خصوص افزایش ۲/۵ درصدی در رشد سالیانه بهره‌وری کل عوامل در سازمانها و دستگاههای اجرایی، مدل پیشنهادی به منظور بررسی رشد بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران به‌کار برده شد و در هر

دوره مقدار تأثیر، تغییرات کارایی و تغییر در تکنولوژی در رشد TFP محاسبه و تحلیل شد. نتایج نشان می‌دهد که عمدهٔ تغییرات در بهره‌وری کل عوامل شرکت ملی نفت ایران 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، راه برای ایجاد راهکارها و برنامه‌های بهبود بهره‌وری و در نهایت اجرایی‌کردن قانون برنامه چهارم توسعه در خصوص ۳۱/۳ درصد افزایش در رشد تولید ناخالص داخلی(GDP) با افزایش بهره‌وری مهیا می‌شود.

۷- منابع

[1] Solow R.; "Technical change and the aggregate production function"; Review of Economics and Statistics, Vol. 39, 1957.

[2] Nishmizu M., Page J., "Total factor productivity growth, technological progress and technical efficiency change : Dimensions of productivity change in Yugoslavia", *The Economic Journal*, Vol. 92, 1982.

[3] Caves D., Chirstensen L., Dievert W., "The economic theory of index number and the measurment of input, output and productivity", Econometrica,V ol. 50, 1982.

[4] Fare R., Grosskof S., Norris M., Zhang Z.; "Productivity growth, technical progress and Efficiency Changes in Industrialized Countries",American Economic Review,Vol. 84, 1994.

[5] Charnes A., Cooper W., Rhodes E.; "Measuring the efficiency of decision making unit"; European Journal of Operation Research,Vol 2, 1978.

[6] Banker R., Charnes A., Cooper W., "Some models for estimating technical and scale efficiencies in data envelopment analysis"; Management Science, Vol. 30, 1984.

[7] Coelli T., Perelman S., "A Comparision of parametric and non-parametric distance function: With Application to european railways", *European Journal of Operational Research*, Vol 121, 1999.

[8] Alirezaee, M. "The overall assurance interval for the non-Archimedean Epsilon in DEA models; a partition base algorithm", Applied Mathematics and Computations, 2004.

[9] Mehrabian S., Jahanshahloo G., Alirezaee G., Amin G., "An assurance interval of the non-archimedean epsilon in DEA models"; Operations Research, Vol. 48, 2000.

[10] Malmquist S., "Index numbers and indifference surfaces"; Trabajos de Estatistica, Vol. 4, 1953.

[11] Fare R., Grosskof S., Lindgren B., Roos P.; "productivity developments in swedish hospital: A malmquist output index approach"; in: Charnes, Cooper, Lewin and Seiford, Data Envelopment Analysis, Boston: Kluwer Academic Publishers, 1989.

[12] Fare R., Grosskof S., Lindgren B., Roos P.; "Productivity changes in Swedish pharamacies 1980-1989: A non parametric approach"; J. of productivity Analysis, Vol. 3, 1989.

[13] Tornqvist., "The bank of Finland's consumption price index"; Bank of Finland Monthly Bulletin, Vol. 10, 1936.

[۱٤] علیرضایی م.، افشاریان م.، تسلیمی و.؛ "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)۱۳۸٦.

[15] Brooke A,. Kendrick A,. Meeraus A,. Raman R., GAMS a user guide; GAMS Development Corporation.