پژوهشنامه‌ی علوم انسانی و اجتماعی **علوم اقتصادی**
سال هشتم، شماره‌ی ۳(پیاپی۳۰)،پاییز ۸۷

استفاده از شاخص تورنکوییست برای ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید(مطالعه ی موردی: بخش صنعت و معدن)

تاریخ دریافت :۸۷/۴/۳۱ **تاریخ پذیرش:**۸۷/۸/۲۰

مهدی بشیری*
محمدرضا توکلی بغداد آباد**
افسانه نوری هوشیار***

چکیده

مطابق با برنامه ی چهارم توسعه، کلیه ی بخش‌های اقتصادی کشور مکلّفند تا بخشی از رشد تولید ناخالص داخلی کل کشور را در طول برنامه ی چهارم توسعه از محل بهره‌وری کل عوامل تولید تأمین کنند. بر این اساس، سهم رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت و معدن از رشد تولید بخش‌ها و تولید ناخالص داخلی به میزان ۳۹/۱ درصد پیش‌بینی شده است که از این میزان، پیش‌بینی روند رشد سالانه‌ی بهره‌وری عوامل کل این بخش ۴/۴ درصد می‌باشد. در این مقاله به‌دنبال پاسخ به این سؤالات هستیم که آیا رشد TFP در بخش صنعت و معدن، در مسیر تحقق اهداف برنامه‌ی چهارم توسعه است؟آیا می‌توان این بخش را به عنوان یک بخش کارا قلمداد کرد؟ هم‌چنین رشد بهروری در این بخش به چه صورت است؟ بنابراین برای پاسخ به این سؤالات با استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی خطی و بهره‌گیری از روش‌های ناپارامتری و مشخصاً شاخص تورنکوییست[1]، تغییرات رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت و معدن طی دوره ی ۱۳۷۰-۱۳۸۵ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که بهره‌وری عوامل تولید در بخش صنعت و معدن به طور متوسط سالانه با رشدی معادل ۰/۸ درصد روبه روست که با اهداف مندرج در برنامه ی چهارم (۴/۴ درصد) فاصله ی زیادی دارد.

واژه‌های کلیدی:شاخص تورنکوییست،DEA،بهره‌وری کل عوامل تولید، بخش صنعت ومعدن
طبقه‌بندی JEL : C_6، D_{24}، D_{61}، F_1

---

* نویسنده مسئول - استادیار دانشکده ی فنی و مهندسی دانشگاه شاهد
** کارشناس ارشد مدیریت، پژوهشگر معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت بازرگانی
*** کارشناس مهندسی صنایع

1-Tornqvist Index

Archive of SID
www.SID.ir

۱- مقدمه

اصل کمیابی منابع همواره به عنوان یک محدودیت مهم و اساسی در فرایند تولید مطرح بوده است. از این رو بشر همواره برای ایجاد یک زندگی مطلوب چاره‌ای جز استفاده ی هر چه بهتر از امکانات موجود برای دسترسی به تولید بیشتر و با کیفیت بالاتر ندارد. در حال حاضر آن چه به روشنی پاسخ گوی این نیاز است، مقوله ی بهره‌وری است که تلاش خواهد شد تا مفهوم آن در بخش صنعت و معدن ایران مورد بررسی و تدقیق قرار گیرد.

براساس آخرین آمار موجود در سال ۱۳۸۵، بخش صنعت و معدن ۳۴۹۴۴۶/۷۳ میلیارد ریال ارزش افزوده به قیمت‌های جاری ایجاد کرده که این میزان بالغ بر هفده درصد از تولید ناخالص داخلی به قیمت جاری است.

هم‌چنین بررسی‌ها بر اساس نتایج جدول داده-ستانده سال ۱۳۸۰، نشان می‌دهد که بخش صنعت و معدن در شاخص پیوند پیشین بالاتر از سایر بخش‌های اقتصادی است و در رتبه‌ی اول قرار دارد. به دیگر سخن بخش صنعت و معدن در تأمین نهاده‌های سایر بخش‌ها دارای ارتباطات قوی بوده است و توسعه‌ی سایر بخش‌ها بدون توجه به این بخش امکان‌پذیر نمی‌باشد (جدول داده – ستانده‌ی بانک مرکزی ایران).از سوی دیگر، مطابق با برنامه‌ی چهارم توسعه، کلیه بخش‌های اقتصادی کشور مکلّفند بخشی از رشد تولید ناخالص داخلی کل کشور را در طول برنامه‌ی چهارم توسعه از محل بهره‌وری کل عوامل تولید تأمین کنند و بر این اساس، سهم رشد بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت و معدن از رشد تولید بخش‌ها و تولید ناخالص داخلی به میزان ۳۹/۱ درصد پیش‌بینی شده است که از این میزان، روند رشد سالانه‌ی بهره‌وری نیروی‌کار، سرمایه و عوامل کل به‌ترتیب ۵، ۴ و ۴/۴ درصد می‌باشد. بی‌تردید یکی از عوامل کلیدی دستیابی به این میزان رشد، همانا ارتقای بهره‌وری در این بخش است. لذا در این مطالعه به بررسی وضعیت بخش صنعت و معدن به لحاظ تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید می‌پردازیم.

به‌طور کلی در این مطالعه به‌دنبال پاسخ به این سؤالات هستیم که آیا روند رشد شاخص بهره‌وری عوامل تولید در بخش صنعت و معدن، در مسیر تحقق اهداف برنامه‌ی چهارم توسعه بوده است؟ آیا در این بخش، منابع موجود به صورت بهینه تخصیص می‌یابد یا خیر؟ چراکه

Archive of SID

www.SID.ir

قبل از هر گونه توسعه‌ای در بخش صنعت و معدن باید بستر به‌کارگیری منابع به گونه ای فراهم شود تا منابعی که در آینده وارد این بخش می‌گردد اتلاف نشود و این امر نیز با تعیین و تشخیص میزان کارایی و بهره‌وری در این بخش میسر خواهد شد.

در مجموع می‌توان گفت، در این مطالعه ما به‌دنبال پاسخ به این سؤال اساسی هستیم که آیا بخش صنعت و معدن کشور با تمام امکانات موجود، این قابلیت و انعطاف‌پذیری را دارد تا بتوانیم ارزش افزوده‌ی آن را افزایش دهیم و با همین میزان نهاده مقدار ستاده‌ی بیشتری حاصل کنیم؟ به‌علاوه آیا می‌توان این بخش را با توجه به نهاده‌هایی که در اختیار آن قرار می‌گیرد و مقدار ستانده‌ای که از آن حاصل می‌شود، به عنوان یک بخش کارا قلمداد کرد؟ روند تغییرات تکنولوژی این بخش و رشد بهروری در این بخش به‌چه‌صورت می‌باشد؟ به منظور پاسخ به این سؤالات، در این مطالعه از مفهوم بهره‌وری استفاده شده است و با توجه به پرسش‌های مطرح شده در این مطالعه و هم‌چنین توجه به قابلیت‌های روش برنامه‌ریزی خطی، از این روش برای پاسخ‌گویی به پرسش‌های اساسی فوق‌الذکر استفاده خواهیم کرد.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

بررسی مطالعات انجام شده در زمینه‌ی کارایی و بهره‌وری بخش صنعت و معدن که موضوع این تحقیق است، نشان‌دهنده‌ی عدم استفاده از شاخص تورنکوییست برای اندازه‌گیری TFP در بخش صنعت و معدن است. به نحوی‌که شاه‌آبادی (۱۳۸۴) با استفاده از تابع تولید به بررسی نقش رشد بهره‌وری کل عوامل در بخش صنایع و معادن اقتصاد ایران در طول برنامه‌های توسعه پرداخت. نتایج نشان می‌دهد که میزان رشد TFP و رشد بخش صنایع و معادن اقتصاد ایران طی دوره ی تحقیق دارای نوسانات شدید است.

علیرضایی و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از شاخص مالم‌کوییست بهره‌وری بخش صنعت هفده کشور آسیایی را از سال ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۹ مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها رشد بهره‌وری را به دو مؤلفه‌ی رشد در اثر تغییرات در کارایی تکنولوژی و کارایی فنی تجزیه و قابلیت‌های این شاخص را در رفع محدودیت‌های سایر روش‌های اندازه گیری بهره‌وری مورد بررسی و تدقیق قرار دادند.

Archive of SID

www.SID.ir

بررسی مطالعات انجام پذیرفته در زمینه‌ی بهره‌وری حکایت از آن دارد که ابزار پیشنهادی این مطالعه (روش ناپارامتری) و به‌طور مشخص شاخص تورنکوییست تاکنون در محاسبه‌ی بهره‌وری بخش صنعت و معدن عملیاتی نشده است، لذا از آن‌جاکه رویکرد بخشی بر مطالعه‌ی حاضر حاکم می‌باشد، در ادامه به بررسی مطالعاتی در زمینه‌ی محاسبه‌ی بهره‌وری با استفاده از روش مورد استفاده در سایر بخش‌ها پرداخته خواهد شد.

اکبری و همکاران (۱۳۸۲) رشد بهره‌وری کل عوامل تولید بخش کشاورزی را با استفاده از تابع تولید در دوره ی ۱۳۴۵- ۱۳۷۵ مورد بررسی قرار دادند. نتایج نشان می‌دهد که میزان رشد TFP بخش کشاورزی دارای نوسان زیاد بوده و سطوح این بهره‌وری نیز روند صعودی دارد.

مجاوریان (۱۳۸۲) به برآورد شاخص مالم‌کوئیست برای محصولات راهبردی طی دوره ۷۸-۱۳۶۹ پرداخت و با استفاده از شاخص مالم‌کوییست، به اندازه‌گیری و تحلیل کارایی فنی، TFP و تغییرات فناوری در محصولات راهبردی پرداخت.

ارسلان‌بد (۱۳۸۴) کارایی بخش کشاورزی را با استفاده از روش پارامتری تصادفی مرزی ساده مورد بررسی قرار داد.

قلی‌زاده و همکاران (۱۳۸۴) با استفاده از شاخص مالم‌کوییست، تغییرات بهره‌وری هفت بخش کلان اقتصاد ایران را طی دوره‌ی ۱۳۵۷-۱۳۸۱ مورد بررسی قرار دادند. آن‌ها در ادامه با استفاده از آزمون انگـل-گـرنجر به بررسی وجود رابطه‌ی علّی بین سرمایه‌گذاری و تغییرات بهره‌وری پرداختند.

بشیری (۱۳۸۴) شاخص بهره‌وری کل عوامل بخش کشاورزی را با استفاده از شاخص مالم‌کوییست مورد بررسی قرار داد.

عباسیان و همکاران (۱۳۸۶) با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها[1]، بهره‌وری کل عوامل تولید و اجزای آن را در بخش حمل و نقل و ارتباطات اندازه‌گیری کردند.

هم‌چنین یک مطالعه در زمینه شاخص تورنکوییست در کشور انجام شده است، به نحوی که علیرضایی و همکاران (۱۳۸۶) با تلفیق مدل‌های ناپارامتری DEA و شاخص رشد

1-Data Envelopment Analysis (DEA)

Archive of SID

www.SID.ir

بهره‌وری تورنکوییست، علاوه بر محاسبه‌ی رشد TFP، میزان تأثیر تغییرات کارایی فنی و تکنولوژی در رشد مربوطه را در طول زمان و با وجود تنها یک DMU در صنعت برق محاسبه کردند.

جدول شماره‌ی یک - پیشینه‌ی مطالعات انجام شده در زمینه‌ی موضوع تحقیق

نام محقق	سال تحقیق	روش تحقیق	متغیرها	نتایج تحقیق
اکبری و همکاران	۱۳۸۲	تابع تولید	- ارزش افزوده - تشکیل سرمایه‌ی ثابت (هزینه‌ی عمرانی، مانده تسهیلات و سرمایه‌گذاری) - تعداد شاغلان	میزان رشد TFP بخش کشاورزی دارای نوسان زیاد بوده و سطوح این بهره‌وری نیز روند صعودی دارد.
مجاوریان	۱۳۸۲	شاخص مالم‌کوییست	- تولیدات زراعی - بذر،کود،زمین و نیروی‌کار	کارایی فنی تولیدکنندگان در فناوری جدید کمتر از فناوری قدیمی‌تر است.
شاه‌آبادی	۱۳۸۴	تابع تولید	- ارزش افزوده - موجودی سرمایه - نیروی کار	میزان رشد TFP و رشد بخش صنایع و معادن اقتصاد ایران طی دوره‌ی تحقیق دارای نوسانات شدید است.
علیرضایی و همکاران	۱۳۸۴	شاخص مالم‌کوییست	- ارزش افزوده - موجودی سرمایه - نیروی انسانی	تغییرات تکنولوژی در مقایسه با تغییرات کارایی تأثیر بیشتری بر رشد بهره‌وری دارد.
ارسلان‌بد	۱۳۸۴	روش پارامتری تصادفی مرزی ساده	- زمین، بذر و کود شیمیایی - ماشین‌آلات - نیروی‌انسانی	با امکانات و تکنولوژی موجود امکان افزایش معتنابهی در تولید چغندر قند در استان آذربایجان‌غربی وجود دارد.
قلی‌زاده و همکاران	۱۳۸۴	شاخص مالم‌کوییست	- ارزش افزوده - سرمایه (هزینه‌ی عمرانی، مانده تسهیلات و سرمایه‌گذاری) - تعداد شاغلان	علیرغم عدم تغییر کارایی تکنولوژیکی و مقیاس، بهره‌وری عوامل تولید به دلیل بهبود کارایی مدیریتی افزایش یافته است و سطح بهره‌وری بخش کشاورزی نسبت به سال پایه در مقایسه با کل اقتصاد همواره بالاتر بوده است.
بشیری	۱۳۸۴	شاخص مالم‌کوییست	- میزان تولید - زمین - کود شیمیایی	بهره‌وری بخش کشاورزی میان استان‌های کشور به‌طور متوسط ۵/۶ درصد می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

			- نیروی‌انسانی	
عباسیان و همکاران	۱۳۸۶	روش DEA	- ارزش افزوده - سرمایه (هزینه‌ی عمرانی، مانده تسهیلات و سرمایه‌گذاری) - نیروی‌کار	- پایین بودن میزان سرمایه به نیروی‌کار در بخش خدمات - فضای رقابتی ضعیف در بخش خدمات - رشد بهره‌وری بخش خدمات با وقفه در سایر بخش‌ها آشکار می‌شود.
علیرضایی و همکاران	۱۳۸۶	شاخص تورنکوییست	- تجدید ساختار صنعت برق - پوشش نیازهای منطقی تعریف شده در برنامه‌ی - منطقی شدن مناسبات اقتصادی - افزایش ظرفیت مدیریت و بهره‌وری نیروی انسانی (شاخص های فوق به عنوان خروجی با استفاده از تکنیک AHP و ... کمی شده‌اند) - هزینه‌های تأمین برق	- عمده تغییرات درTFP صنعت برق به‌دلیل تغییرات کارایی بوده و تغییرات تکنولوژیکی کمترین سهم را داشته است.

با این توصیف، اگرچه تحقیقاتی در زمینه‌ی ارزیابی بهره‌وری در بخش صنعت و معدن انجام شده است، لیکن لزوم بهره‌گیری از سایر روش‌های پایش TFP در این بخش ضروری است. هم‌چنین از آن‌جایی‌که تعیین متغیّرهای کلیدی خروجی و ورودی در این نوع مطالعات بسیار مهم می‌باشد و عمدتاً تعیین آن‌ها از طریق مطالعات پشتیبان و پیشینه‌ی تحقیق میسر می‌شود، لذا همان‌طورکه در جدول شماره‌ی یک ملاحظه می‌شود در بخش‌های اقتصادی متغیّرهای مورد استفاده برای محاسبه‌ی TFP ارزش افزوده (در قالب خروجی)، نیروی‌کار و سرمایه (هزینه‌ی عمرانی، مانده تسهیلات و سرمایه‌گذاری) (در قالب ورودی) می‌باشد.

در این مطالعه با استفاده از رویکرد نوین محاسبه‌ی بهره‌وری که با استفاده از روش تورنکوییست می‌باشد، به بررسی تغییرات TFP بخش صنعت و معدن خواهیم پرداخت. چراکه روش‌های پیشین نظیر شاخص بهره‌وری مالم‌کوییست با وجود داده‌هایی خاص، شامل چند واحد تصمیم گیرنده در هر دوره، ارزیابی را انجام می‌دهد. لیکن در بسیاری از شرایط

Archive of SID

www.SID.ir

فقط یک واحد تحت بررسی موجود است؛ بنابراین شاخص‌های پیشین به‌دلیل استفاده از مدل‌هایی در چنین شرایطی، ناتوان می‌باشند. لذا در این مقاله با استفاده از شاخص تورنکوییست مشکل مذکور مرتفع گردید. البته با این مزیت که به داده‌های خاصی مانند شاخص بهره‌وری مالمکوییست نیاز نمی‌باشد.

۳- مفاهیم و روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری

کوشش‌های بشر همواره بر آن بوده تا حداکثر نتیجه را با کمترین امکانات و عوامل موجود به‌دست آورد. این کوشش‌ها را می‌توان دستیابی به بهره‌وری بالاتر نامید. بهره‌وری مفهومی است که به عنوان یک ویژگی مهم به سیستم‌های باز نسبت داده می‌شود. برای بهره‌وری تعاریف متعددی ارائه شده است، بعضی از آن‌ها به‌شدّت توصیفی هستند مانند این‌که «بهره‌وری استفاده‌ی بهینه از منابع انسانی و مادی سازمان است» که براساس این تعریف اندازه‌گیری بهره‌وری یک مسأله‌ی بسیار پیچیده و غامض تلقی می‌شود.

آلبرت آفتالیون[1] (۱۹۱۱) بهره‌وری را به مفهوم رابطه میان مقدار محصولی که در مدت معینی به‌دست می‌آید و مقدار عوامل مصرف شده در جریان تولید آن محصول تعریف کرد.

در فرهنگ علوم اقتصادی تعاریف زیر از بهره‌وری ارائه شده است:

۱- نسبت میان مقدار معینی محصول و مقدار معینی از یک یا چند عامل تولید؛

۲- مقدار محصولی که هر کارگر می‌تواند در مدت زمان معین تولید کند.

۳- بهره‌وری میزان نسبی کارایی است.

به‌طورکلی مفاهیم بهره‌وری به‌نوعی ارتباط میان مقدار محصولات تولید شده و مقدار منابع مصرف شده در جریان تولید آن‌ها را بیان می‌کند، که این روابط کمّی و قابل اندازه‌گیری است.

۴- روش تحقیق

به منظور ارزیابی بهره‌وری روش‌های متفاوتی از سوی پژوهشگران ارائه شده است که می‌توان آن‌ها را به دو دسته‌ی پارامتری شامل: مرزی تصادفی، مرزی قطعی و...(اینگر و

1-Albert Aftalion

Archive of SID

www.SID.ir

همکاران، ۱۹۷۷) و ناپارامتری شامل؛ DEA (چارنز و همکاران، ۱۹۹۴) تقسیم‌بندی کرد که در این تحقیق از روش DEA و شاخص تورنکوییست که مبتنی بر این روش است برای ارزیابی تغییرات TFP استفاده می‌شود. هم‌چنین از نرم‌افزار DEAP2 برای تسهیل فرایند ارزیابی استفاده شده است.

۴-۱- روش‌های ناپارامتری

همان‌طورکه بیان شد، محاسبه‌ی TFP را می‌توان از طریق روش‌های پارامتری یا ناپارامتری انجام داد. در روش پارامتری از یک تابع تولید، هزینه یا سود جمعی استفاده می‌شود. این روش مورد تردید اقتصاددانان قرار دارد، چرا که در آن فرضیات جمع‌پذیری، مشکلات انتخاب فرم تبعی و نقض فروض کلاسیک‌ها برای برآورد ضرایب وجود دارد. در روش ناپارامتری نیازی به تصریح مدل و فرضیات فوق نیست و اندازه‌گیری با اطلاعات اندک امکان‌پذیر است. از این‌رو در مطالعه‌ی حاضر از مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص بهره‌وری تورنکوییست استفاده شده است. شایان ذکر است که این شاخص برای شرایطی که تنها یکDMU برای محاسبه‌ی بهره‌وری وجود دارد،در مقایسه با سایر روش‌ها نظیر مالم‌کوییست مناسب‌تر بوده و بهترین ابزار برای پایش بهره‌وری یک بخش اقتصادی محسوب می‌شود.

۴-۲- محاسبه‌ی کارایی با بهره‌گیری از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌هاDEA

DEA تکنیکی برای محاسبه‌ی کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده است، که با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی انجام می‌گیرد. عبارت نسبی به این دلیل است که کارایی، حاصل مقایسه‌ی واحدها با یک‌دیگر است. لذا کارایی به‌دست آمده نسبی است، نه مطلق. در واقع هنگامی که می‌گوییم واحد i ام کاراست، یعنی از منابع به خوبی استفاده می‌کند.

معمولاً DEA به صورت نسبت یک محصول به عوامل تولید ویا چند عامل تولید و چند محصول (بدون نیاز به تعیین وزن‌ها) قابل تعمیم می‌باشد. در حالت کلی، با وجود مقادیر ورودی و خروجی و قیمت خروجی‌ها و هزینه‌ی ورودی‌ها، کارایی به شکلی تعریف می‌شود

Archive of SID

www.SID.ir

که به کارایی اقتصادی معروف است (امامی‌میبدی، ۱۳۷۹). اما چنان‌چه قیمت‌ها و هزینه‌ها معین نباشد، کارایی حاصل شده کارایی فنی محسوب می‌شود. در چنین حالتی می‌توان از روش DEA برای اندازه‌گیری کارایی واحدهایی با چندین ورودی و چندین خروجی استفاده کرد. در این روش نیازی به اختصاص وزن‌هایی به ورودی‌ها و خروجی‌ها نمی‌باشد. در واقع مجموعه‌ی محتوای هر مدل DEA، به ساختار مجموعه امکان تولید بستگی دارد. مدل کلی برنامه‌ریزی خطی مورد استفاده در مدل DEA در زیر ارائه شده است که قابل تعمیم به حالت‌های مختلف می‌باشد.

$$
\begin{aligned}
&MIN \qquad \theta_k \\
&S.t.: \theta_k X_k \geq \sum_{i=1}^{n} \lambda_i X_i \\
&\qquad Y_k \leq \sum_{i=1}^{n} \lambda_i Y_i \\
&\qquad \lambda_i \geq 0 \qquad i = 1, 2, ..., n
\end{aligned}
$$

۵- رشد بهره‌وری کل عوامل

تحقیقات اولیه در خصوص رشد بهره‌وری، به مطالعات کوپمنز و سولو باز می‌گردد. سولو در مطالعه‌ی رشد بهره‌وری ایالات متحده، تأثیر تکنولوژی و دانش فنی را در رشد بهره‌وری مورد بررسی قرار می‌دهد. نیشی میتزو و پیج (۱۹۸۲)، رشد بهره‌وری را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر تکنولوژی تجزیه کردند. با توجه به ایرادهای مطرح شده در روش‌های پارامتری، دانشمندان به استفاده از روش‌های ناپارامتری روی آوردند. کیوز، کریستنسن و دیورت (۱۹۸۲) شاخص بهره‌وری مالم‌کوییست را با توجه به تابع مسافت-عوامل تولید به‌صورت زیر تعریف کردند، به‌طوری‌که E_i^{t+1} تغییر کارایی فنی و T_i^{t+1} تغییرات تکنولوژی را در شرایط انتقال تابع مرزی بین دو دوره‌ی t و t+1 اندازه‌گیری می‌کرد.

$$
= \frac{D_i^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)}{D_i^{t}\left(y^{t}, x^{t}\right)} \times \left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)} \; \frac{D_i^{t}\left(y^{t}, x^{t}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t}, x^{t}\right)} \right)^{1/2}
$$

$$
= \frac{D_o^{t}\left(y^{t}, x^{t}\right)}{D_o^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)} \times \left(\frac{D_o^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)}{D_o^{t}\left(y^{t+1}, x^{t+1}\right)} \; \frac{D_o^{t+1}\left(y^{t}, x^{t}\right)}{D_o^{t}\left(y^{t}, x^{t}\right)} \right)^{1/2}
$$

Archive of SID

www.SID.ir

$$M_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1},y^t,x^t\right)=\left(\frac{D_i^t\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^t\left(y^t,x^t\right)D_i^{t+1}\left(y^t,x^t\right)}\right)^{1/2}$$

$$=\left(\frac{D_o^{t+1}\left(y^t,x^t\right)D_o^t\left(y^t,x^t\right)}{D_o^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)D_o^t\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\right)^{1/2}=E_i^{t+1}\times T_i^{t+1}$$

با توجه به رابطه‌ی فوق و در صورت وجود رشد بهره‌وری، این شاخص بزرگ‌تر از واحد و در صورت عدم رشد بهره‌وری، کمتر از واحد خواهد بود. هم‌چنین اگر هیچ تغییری در ستانده‌ها و داده‌ها مشاهده نشود یعنی $x^t=x^{t+1}, y^t=y^{t+1}$ باشد، این شاخص برابر واحد خواهد بود.

مقادیر تابع مسافت بر پایه‌ی بررسی مقایسه‌ی موقعیت واحد تحت بررسی در دوره‌ی $q=\{t,t+1\}$ $D(x^q,y^q)$ از تابع مرزی (ترکیب داده‌ها- ستانده‌ها در دوره‌ی زمانی p، $p=\{t,t+1\}$ $D^p(x,y)$) داده‌های کل مقادیر واحدها به‌کار گرفته می‌شود که براساس مدل‌های زیر به دست می‌آید:

$$\left\{D_0^{t+1}\left(X_{t+1},Y_{t+1}\right)\right\}^{-1}=\max\ \phi$$
$$St:\ -\phi Y_{it+1}+Y_{t+1}\lambda\geq 0$$
$$X_{it+1}-X_{t+1}\lambda\geq 0\ ,\ \lambda\geq 0$$

$$\left\{D_0^{t}\left(X_{t},Y_{t}\right)\right\}^{-1}=\max\ \phi$$
$$St:\ -\phi Y_{it}+Y_{t}\lambda\geq 0$$
$$X_{it}-X_{t}\lambda\geq 0\ ,\ \lambda\geq 0$$

$$\left\{D_0^{t+1}\left(X_{t},Y_{t}\right)\right\}^{-1}=\max\ \phi$$
$$St:\ -\phi Y_{it}+Y_{t+1}\lambda\geq 0$$
$$X_{it}-X_{t+1}\lambda\geq 0\ ,\ \lambda\geq 0$$

$$\left\{D_0^{t}\left(X_{t+1},Y_{t+1}\right)\right\}^{-1}=\max\ \phi$$
$$St:\ -\phi Y_{it+1}+Y_{t}\lambda\geq 0$$
$$X_{it+1}-X_{t}\lambda\geq 0\ ,\ \lambda\geq 0$$

فیر، گروسکیف، لیندگرین و روس بحث عدم کارایی در شاخص بهره‌وری مالم‌کوییست را مطرح کردند که در شرایط تابع فاصله، ارزشی کمتر از یک دارد.

شاخص بهره‌وری مالم‌کوییست به دو شاخص اندازه‌گیری تغییرات کارایی EC و اندازه‌گیری تغییرات تکنولوژیTEC تفکیک می‌شود. اندازه‌ی تغییرات تکنولوژی به‌صورت تغییرات منحنی هم‌مقداری داده و ستانده نمایش داده می‌شود:

$$M_0^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1},y^t,x^t\right)=EC\times TEC$$

Archive of SID

www.SID.ir

در تحلیل‌های اندازه‌گیری بهره‌وری، بحث بازده متغیّر به مقیاس مطرح می‌شود. در این‌صورت با توجه به تفکیک کارایی به دو دسته کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس، می‌توان وضعیت صرفه‌جویی نسبت به مقیاس را نیز بررسی کرد.

تغییرات کارایی تکنولوژی *تغییرات کارایی مقیاس *تغییرات کارایی مدیریتی= تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید

کارایی مدیریت مؤید سخت‌کوشی، تلاش وخلّاقیت مدیریت و کارکنان و ترکیب مناسب عوامل تولید برای افزایش بهره‌وری محسوب می‌شود. در شرایطی که هزینه‌ی متوسط تولید برای تولیدکنندگان در صنعت با مقیاس بزرگ کمتر از هزینه‌ی متوسط تولید برای تولیدکنندگان با مقیاس کوچک باشد، صرفه‌جویی ناشی از مقیاس در تولید (کارایی مقیاس) وجود خواهد داشت. کارایی تکنولوژی بیان کننده‌ی تکنیک و تکنولوژی برتر به منظور به‌کارگیری برای تولید بیشتر با همان منابع و نهاده‌ها و یا دستیابی به میزان تولید قبلی محصولات، در شرایطی است که مواد اولیه و نهاده‌های کار و سرمایه به کار گرفته شده، کمتر استفاده شود.

در روش DEA و به کمک تکنیک برنامه‌ریزی خطی، از یک روش ناپارامتریک برای تخمین تابع تولید استفاده می‌شود. برای تحلیل این روش و تخمین تابع تولید یکسان، پیش فرض خاصی در ارتباط با شکل تابع مدنظر نخواهد بود. چنان‌چه تابع فاصله- محصول به‌کارگرفته شود حال در صورت وجود شرایط به‌کارگیری منابع نیروی‌کار l و سرمایه‌ی k داریم:

$$D^{p}\left(x_{q}, y_{q}\right)^{-1} = Max\ \phi_{h}$$

$$st. \quad \phi_{h} y_{hq} - \sum_{i=1}^{n} \lambda_{i} y_{ip} \le 0$$

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_{i} k_{ip} \le k_{hq}$$

$$\sum_{i=1}^{n} \lambda_{i} l_{ip} \le l_{iq}, , \lambda_{1}, \lambda_{2}, \ldots, \lambda_{n}$$

$$(p, q) \in \{(t, t), (t, t+1), (t+1, t), (t+1, t+1)\}$$

و تابع فاصله، معکوس ϕ است. در این روش ترکیب داده و ستانده هر واحد تصمیم‌گیری در

Archive of SID

www.SID.ir

دوره‌ی q با تابع تولید مرزی که شامل ترکیبات داده و ستانده واحد در دوره‌ی p است، مقایسه می‌شود. با فرض عدم تغییر سرمایه (k) و نیروی‌کار (l) ، تابع فاصله- محصول بالا بیان کننده‌ی آن است که ستانده واحد تصمیم‌گیری h در دوره‌ی q چه مقدار می‌تواند افزایش یابد تا به نقطه‌ای روی تابع مرزی که از ترکیب داده -ستانده همه‌ی واحدها در دوره‌ی p است، دست یابیم. بنابراین هر واحد در دوره‌ی q با یک نقطه بر روی تابع که از ترکیب خطی با وزن داده‌ها و ستانده‌های همه واحدها در دوره p ساخته شده است، مقایسه می‌شود. هم‌چنین تحلیل بالا با فرض بازده ثابت به مقیاس انجام می‌پذیرد و در شرایط بازده متغیّر به مقیاس نتایج تحلیل کارایی فنی، به دو جزء کارایی مقیاس وکارایی مدیریت نسبت داده می‌شود:

$$M_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1},y^{t},x^{t}\right)=\left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}\cdot\frac{D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t},x^{t}\right)}\right)^{1/2}$$

$$=\left(\frac{D_o^{t+1}\left(y^{t},x^{t}\right)}{D_o^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\cdot\frac{D_o^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}{D_o^{t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\right)^{1/2}=E_i^{t+1}\times T_i^{t+1}$$

$$=\frac{D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}\times\left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\cdot\frac{D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t},x^{t}\right)}\right)^{1/2}$$

$$=\frac{D_o^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}{D_o^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\times\left(\frac{D_o^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_o^{t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\cdot\frac{D_o^{t+1}\left(y^{t},x^{t}\right)}{D_o^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}\right)^{1/2}$$

$$EFFCH = SECH \times PECH = \frac{D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}$$

$$, TECHCH = \left(\frac{D_i^{t}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}\cdot\frac{D_i^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}{D_i^{t+1}\left(y^{t},x^{t}\right)}\right)^{1/2}$$

$$SECH = \frac{D_{i,C}^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)\Big/D_{i,V}^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_{i,C}^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)\Big/D_{i,V}^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}\quad,\quad PECH = \frac{D_{i,V}^{t+1}\left(y^{t+1},x^{t+1}\right)}{D_{i,V}^{t}\left(y^{t},x^{t}\right)}$$

$$TPFCH = EFFCH \times TECHCH$$

محاسبه‌ی شاخص مالم‌کوییست با بهره‌گیری از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس مقایسه‌ی رشد بهره‌وری تعداد واحد تصمیم‌گیرنده در طی دو دوره انجام می‌پذیرد. به‌عبارت

Archive of SID

www.SID.ir

دیگر، به‌دلیل ماهیت مقایسه‌ای مدل‌های DEA و برای محاسبه‌ی این شاخص در هر دوره، به داده‌هایی خاص شامل تعدادی واحد تصمیم‌گیرنده نیاز است. بنابراین در حالتی که فقط یک واحد تصمیم گیرنده موجود است و هدف محاسبه رشد بهره‌وری این واحد در طول زمان باشد، این شاخص از محاسبه‌ی رشد بهره‌وری ناتوان خواهد بود. لذا در این مقاله به منظور حل این مشکل از شاخص دیگری به نام شاخص بهره‌وری تورنکوییست استفاده می‌شود. این شاخص یک ابزار مفید برای محاسبه‌ی رشد TFP در طی دوره‌ی زمانی است و با استفاده از کشش ورودی و خروجی‌ها در مدل DEA به محاسبه‌ی رشد بهره‌وری می‌پردازد. در ادامه خواهیم دید که با بهره‌گیری از کشش‌های به‌دست آمده با مدل DEA این شاخص برای هر دوره محاسبه می شود و هم‌چنین مانند شاخص مالم‌کوییست به دو عامل تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژی تقسیم خواهد شد. شایان ذکر است که مزیت اصلی استفاده از این شاخص، محاسبه‌ی رشد TFP بدون نیاز به داده‌هایی خاص (چند واحد تصمیم گیرنده) است و این روش قابلیت محاسبه‌ی رشد TFP را با وجود حتی یک واحد تصمیم گیرنده داراست. حال فرض کنیم داده‌هایی از یک واحد تصمیم گیرنده در طول n سال، شامل m ورودی و s خروجی موجود باشد. این واحد در سال k ام (دوره‌ی پایه)دارای‌بردارورودی $X^K=(x_1^k,x_2^k,...,x_m^k)$ و بردار خروجی $Y^K=(y_1^k,y_2^k,...,y_s^k)$ و در دوره‌ی k+1 ام بترتیب 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 به عنوان یک DMU در نظر گرفته شود و مدل DEA با بازده ثابت به مقیاس و خروجی محور در نظر بگیریم، آن‌گاه شاخص مقدار ورودی تورنکوییست به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$TQ_X=\prod_{i=1}^{m}\left[\frac{X_i^{k+1}}{X_i^k}\right]^{ex_i} \qquad \sum_{i=1}^{m} ex_i=1$$

که در آن ex_i به صورت میانگین هندسی از کشش ورودی i ام یکبار در سال k و بار دیگر در سال k+1 محاسبه می‌شود.

Archive of SID

www.SID.ir

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

در حقیقت مقدار TQ_X بیان کننده‌ی تغییرات ورودی در طی دو سال است که با استفاده از مقدار کشش هر ورودی در درآمد کل محاسبه می‌شود. به همین ترتیب می‌توانیم شاخص مقدار خروجی تورنکوییست را تعریف و محاسبه کنیم.

$$TQ_Y = \prod_{j=1}^{s} \left[\frac{y_j^{k+1}}{y_j^k} \right]^{ey_j} \quad \sum_{j=1}^{s} ey_j = 1$$

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

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

مقدار TQ_Y مبیّن تغییر خروجی در طی دو سال است که با بهره‌گیری از کشش هر خروجی محاسبه می‌شود. لذا داریم:

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

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

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

صورت کسر، کارایی در سال k و مخرج کسر کارایی در سال k+1 است. تغییرات تکنولـوژی نیز از رابطه‌ی زیر قابل محاسبه است:

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

با استفاده از مدل DEA و شاخص تورنکوییست، می‌توانیم رشد TFP یک بخش را در طول دوره‌های متوالی محاسبه کنیم. هم‌چنین تأثیر تغییرات کارایی و تکنولوژی در رشد TFP این بخش در طی گذر از هر دوره به راحتی از فرمول‌های مذکور قابل محاسبه و بررسی

Archive of SID

www.SID.ir

است. نتایج محاسبه‌ی فرمول‌های مربوط به شاخص تورنکوئیست و تجزیه‌های آن به‌شرح زیر می‌باشد.

بزرگ‌تر از یک بودن شاخص TC مؤید پیشرفت تکنولوژی آن بخش در خلال یک دوره (دو سال متوالی) و کوچک‌تر از یک بودن TC خلاف آن را تبیین می‌کند.و در نهایت مقدار بیشتر از یک در شاخص تورنکوییست به معنای رشد TFP در یک دوره (دو سال متوالی) است و مقدار کمتر از یک رشد منفی را نشان‌دهنده خواهد بود.

۶- متغیّرهای مدل

در بخش صنعت و معدن کشور از منابع گوناگونی برای ایجاد ارزش افزوده استفاده می‌شود. این منابع به دو دسته منابع سرمایه‌ای و نیروی‌کار تفکیک می‌شود که به کمک آن‌ها نیازهای ذین‌فعان این بخش تأمین می‌شود. انتخاب دقیق و مناسب نهاده‌ها و ستانده‌ها یکی از عوامل تعیین کننده در دستیابی به نتایج قابل اطمینان و متناسب با اهداف بخش صنعت و معدن خواهد بود.

الف- ورودی‌ها [۱]

ورودی در مدل‌های ناپارامتری عاملی است که با افزودن یک واحد به آن و با فرض ثابت بودن سایر شرایط، کارایی و بهره‌وری را کاهش می‌دهد.

الف-۱) نیروی‌کار: از آن‌جا که فعالیت بخش صنعت و معدن از سوی افرادی به عنوان نیروی‌کار شاغل در آن هدایت، کنترل و مدیریت می‌شود و این افراد مطابق با تخصص و تجربه‌ی خود در زمینه‌های مختلف بخش صنعت و معدن به فعالیت می‌پردازند، مطلوب بودن و متناسب بودن تعداد این نیروها نقش مهمی در بهینگی این بخش خواهد داشت.

الف-۲) هزینه‌های عمرانی دولت: هزینه‌های عمرانی دولت با ایجاد زیرساخت‌های مناسب، نقش قابل ملاحظه‌ای در بهبود عملکرد بخش صنعت و معدن ایفا می‌کند.

الف-۳) مانده تسهیلات بخش صنعت و معدن: این شاخص، در برگیرنده‌ی کلیه‌ی تسهیلات اعطا شده از سوی بانک‌ها به بخش صنعت و معدن است و شامل تسهیلات تبصره‌ای و غیر تبصره‌ای جاری و سرمایه‌ای می‌باشد.

Archive of SID

www.SID.ir

الف-۴) سرمایه‌گذاری: این شاخص میزان حجم سرمایه‌گذاری این بخش را طی سال‌های مختلف نشان می‌دهد.

ب- خروجی (بانک مرکز ی ج.ا.ایران)

در مدل‌های ناپارامتری، خروجی عاملی است که با افزودن یک واحد به آن و با فرض ثابت بودن سایر شرایط کارایی و بهره‌وری را افزایش می‌دهد.

ب-۱) ارزش افزوده: خروجی این تحقیق، ارزش افزوده ی بخش صنعت و معدن است.

۷- نتایج

با در نظر گرفتن ورودی و خروجی های مدل تحقیق و استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و بطور مشخص شاخص تورنکوییست، رشد TFP بخش صنعت و معدن محاسبه شده است.

مشاهده ی جدول شماره ی دو حاکی از آن است که میزان تغییرات کارایی فنی طی دوره‌ی ۱۳۶۹- ۱۳۷۰ عدد یک می‌باشد که به عنوان دوره‌ی مرجع در بازده زمانی تحقیق محسوب می‌شود و کمترین میزان کارایی فنی در دوره‌ی ۱۳۸۴-۱۳۸۵ به میزان ۰/۶۵۷ می‌باشد. هم‌چنین طی دوره‌های مختلف ظرفیت خالی کارایی فنی برای رسیدن به مرزکارا (ستون دوم جدول شماره‌ی دو) نشان‌دهنده‌ی میزان ظرفیت خالی این بخش برای دستیابی به مرز کارا طی دوره‌های مختلف است که میانگین ۰/۱۹۴ ظرفیت خالی را تجربه کرده است. بیشترین تغییرات تکنولوژی طی دوره‌های ۱۳۷۴-۱۳۷۵ به میزان ۱/۰۹۵ و کمترین آن طی دوره‌ی ۱۳۷۶-۱۳۷۷ به میزان ۰/۹۱۴ می‌باشد. بیشترین میزان تغییرات TFP این بخش برای دوره‌ی ۱۳۷۳-۱۳۷۴ به میزان ۰/۹۵۲ و کمترین میزان آن در دوره‌ی ۱۳۸۳-۱۳۸۴ به میزان ۰/۶۶۸ است. براساس نتایج محاسبه‌ی شاخص TFP در بخش صنعت و معدن طی دوره‌ی مورد بررسی، رشد TFP در این بخش به‌طور متوسط سالانه معادل ۰/۸۰۶ درصد می‌باشد، که با توجه به هدف‌گذاری ۴/۴ درصدی برنامه‌ی چهارم فاصله چشمگیری تا رسیدن به هدف برنامه وجود دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول شماره‌ی دو - نتایج تغییرات کارایی فنی، تکنولوژی و TFP

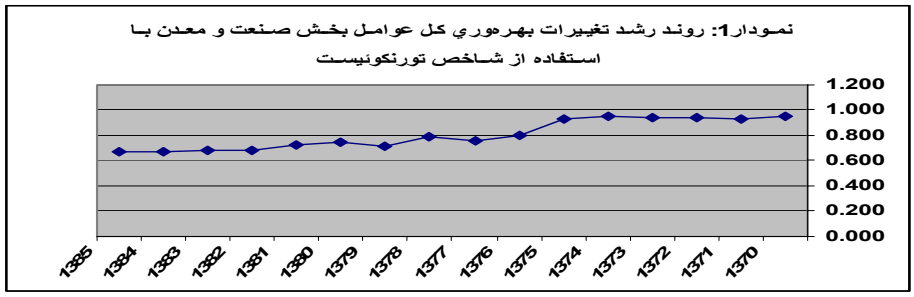
دوره	تغییرات کارایی	میزان تغییر برای رسیدن به مرز کارا	تغییرات تکنولوژی	رشد TFP
۱۳۷۰-۱۳۶۹	۱	۰	۰/۹۴۹	۰/۹۴۹
۱۳۷۱-۱۳۷۰	۰/۹۸۱	۰/۰۱۹	۰/۹۴۹	۰/۹۳۱
۱۳۷۲-۱۳۷۱	۰/۹۸۲	۰/۰۱۸	۰/۹۵۵	۰/۹۳۸
۱۳۷۳-۱۳۷۲	۰/۹۷۵	۰/۰۲۵	۰/۹۶۶	۰/۹۴۲
۱۳۷۴-۱۳۷۳	۰/۹۸۹	۰/۰۱۱	۰/۹۶۳	۰/۹۵۲
۱۳۷۵-۱۳۷۴	۰/۸۵	۰/۱۵	۱/۰۹۵	۰/۹۳۱
۱۳۷۶-۱۳۷۵	۰/۷۹۷	۰/۲۰۳	۱/۰۰۴	۰/۸
۱۳۷۷-۱۳۷۶	۰/۸۲۹	۰/۱۷۱	۰/۹۱۴	۰/۷۵۸
۱۳۷۸-۱۳۷۷	۰/۷۵۹	۰/۲۴۱	۱/۰۴۴	۰/۷۹۲
۱۳۷۹-۱۳۷۸	۰/۶۹۳	۰/۳۰۷	۱/۰۳۲	۰/۷۱۵
۱۳۸۰-۱۳۷۹	۰/۶۸۸	۰/۳۱۲	۱/۰۸۳	۰/۷۴۵
۱۳۸۱-۱۳۸۰	۰/۶۸۳	۰/۳۱۷	۱/۰۶۵	۰/۷۲۷
۱۳۸۲-۱۳۸۱	۰/۶۷۵	۰/۳۲۵	۱/۰۱۷	۰/۶۸۶
۱۳۸۳-۱۳۸۲	۰/۶۷	۰/۳۳	۱/۰۲۴	۰/۶۸۶
۱۳۸۴-۱۳۸۳	۰/۶۶۳	۰/۳۳۷	۱/۰۰۷	۰/۶۶۸
۱۳۸۵-۱۳۸۴	۰/۶۵۷	۰/۳۴۳	۱/۰۲۵	۰/۶۷۳
میانگین	۰/۸۰۶	۰/۱۹۴	۱/۰۰۶	۰/۸۰۶

مأخذ: محاسبات محققین

هم‌چنین ملاحظه‌ی روند تغییرات شاخص TFP در بخش صنعت و معدن مبیّن این واقعیت است که TFP در این بخش با رشد منفی TFP مواجه بوده است (نمودار شماره‌ی یک):

Archive of SID

www.SID.ir



۸- نتیجه‌گیری و ارائه‌ی توصیه‌های سیاستی

استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی برای محاسبه‌ی کارایی و بهره‌وری بنگاه‌های اقتصادی با توجه به کاستی‌های موجود در روش‌های پارامتری، نتایج مثبتی را به منظور ارائه‌ی راهکار برای بهبود بهره‌وری بخش‌ها و بنگاه‌های اقتصادی ارائه می‌کنند. در این میان ارائه‌ی شاخص تورنکوییست برای محاسبه‌ی تغییرات بهره‌وری بخش صنعت و معدن در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که عمده تغییرات TFP بخش صنعت و معدن در سال‌های اخیر، به سبب تغییرات تکنولوژیکی بوده است و تغییرات کارایی سهم اندکی نسبت به تغییرات کارایی در رشد TFP این بخش داشته است؛ به نحوی که میانگین تغییرات کارایی فنی، تکنولوژی، رشد TFP طی دوره‌ی تحقیق (۱۳۶۹ تا ۱۳۸۵) به‌ترتیب ۰/۸۰۶، ۱/۰۰۶ و ۰/۸۰۶ درصد برآورد شده است. به عبارتی در پاسخ به این سؤال تحقیق که آیا رشد TFP در بخش صنعت و معدن، در مسیر تحقق اهداف برنامه چهارم توسعه بوده است یا خیر؟ با مقایسه‌ی رشد TFP این بخش که میزان رشد سالانه ۰/۸۰۶ درصد بوده است و مقایسه آن با هدف کمّی قانون برنامه چهارم توسعه که رشد ۴/۴ درصد را برای این بخش پیش‌بینی نموده است، لذا فاصله‌ی زیاد عملکرد و هدف‌گذاری انجام شده به خوبی قابل مشاهده می‌باشد. هم‌چنین در پاسخ به‌سؤال دیگر تحقیق که آیا در این بخش، منابع موجود به صورت بهینه تخصیص می‌یابد یا خیر؟ با بررسی میانگین کارایی فنی ۰/۸۰۶ درصد و این موضوع که ۰/۱۹۴ درصد فضای خالی در این کارایی وجود دارد، ملاحظه می‌شود که این بخش در تخصیص بهینه‌ی منابع تا حدّ مطلوب فاصله دارد. هم‌چنین در پاسخ به این سؤال تحقیق که آیا بخش مذکور این قابلیت و انعطاف‌پذیری را دارد تا بتوانیم

Archive of SID

www.SID.ir

ارزش افزوده‌ی آن را افزایش دهیم و با همین میزان نهاده مقدار ستاده‌ی بیشتری حاصل کنیم؟ با توجه به نتایج حاصله، پاسخ مثبت است که میانگین کارایی فنی (۰/۸۰۶) و در نتیجه وجود ۱۹/۴ درصد ظرفیت خالی در این بخش دلیل این مدّعاست. از سوی دیگر در پاسخ به این پرسش که آیا می‌توان بخش صنعت و معدن کشور را با توجه به نهاده‌هایی که در اختیار آن قرار می‌گیرد و مقدار ستانده‌ای که از آن حاصل می‌شود، به عنوان یک بخش کارا قلمداد کرد؟ با توجه به رشد مثبت TFP این بخش می‌توان این بخش را در مقایسه با سایر بخش‌ها یک بخش کارا تلقی کرد. هم‌چنین در پاسخ به این سؤال که روند تغییرات تکنولوژی این بخش به‌چه صورت است؟ باید توضیح داد از آن‌جاکه بزرگ‌تر از یک بودن شاخص تغییرات تکنولوژی (TC) مؤید پیشرفت تکنولوژی آن بخش در خلال یک دوره (دو سال متوالی) و کوچک‌تر از یک بودن TC خلاف آن را تبیین می‌کند، لذا بخش صنعت و معدن طی سال‌های ۱۳۷۴-۱۳۷۵، ۱۳۷۵-۱۳۷۶، ۱۳۷۷-۱۳۷۸، ۱۳۷۸-۱۳۷۹، ۱۳۷۹-۱۳۸۰، ۱۳۸۰-۱۳۸۱، ۱۳۸۱-۱۳۸۲، ۱۳۸۲-۱۳۸۳، ۱۳۸۳-۱۳۸۴ و ۱۳۸۴-۱۳۸۵ به لحاظ تکنولوژیکی با پیشرفت مواجه بوده است و در مقابل طی دوره‌ی ۱۳۷۶-۱۳۷۷ از لحاظ تکنولوژیکی با پیشرفت بسیار اندکی مواجه بوده است. هم‌چنین طی دوره‌های ۱۳۶۹-۱۳۷۰ از بالاترین میزان کارایی فنی به میزان عدد ۱ (کارایی واحد) و در دوره‌ی ۱۳۸۴-۱۳۸۵ از پایین‌ترین تغییرات کارایی فنی به میزان ۰/۶۵۷ درصد برخوردار بوده است. در نهایت در پاسخ به این سؤال که رشد بهروری در این بخش به‌چه‌صورت است؟ از آن‌جاکه مقدار بیشتر از یک در شاخص تورنکوییست به معنای رشد مثبت TFP در یک دوره (دو سال متوالی) و مقدار کمتر از یک نشان‌دهنده‌ی رشد منفی خواهد بود. بنابراین نتایج مبیّن آن‌است که بخش صنعت و معدن طی بازه تحقیق با رشد منفی بهره‌وری مواجه بوده است.

با توجه به وضعیت موجود بهره‌وری این بخش و میزان تغییراتی که برای رسیدن به مرز کارا (ستون سوم جدول شماره‌ی دو) وجود دارد و هم‌چنین رویکرد این تحقیق که بر کارایی فنی و تکنولوژی بخش صنعت و معدن تمرکز دارد (در کنار توجه اصولی به TFP این بخش)، به‌نظر می‌رسد توصیه‌های سیاستی زیر می‌تواند در ارتقای بهره‌وری این بخش بسیار مفید باشد:

Archive of SID

www.SID.ir

۱- طراحی و استقرار نظام ملی فناوری و نوآوری در جهت حمایت از تولید و ورود فناوری‌های جدید به این بخش با رویکرد ارتقای کارایی فنی و تکنولوژی؛

۲- هدایت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تسهیلات مالی خارجی در جهت گسترش فناوری جدید در این بخش با رویکرد ارتقای کارایی فنی و تکنولوژی؛

۳- تسریع در ایجاد زیرساخت‌های قانونی و فیزیکی لازم برای توسعه‌ی تجارت الکترونیکی در این بخش با رویکرد ارتقای کارایی فنی و تکنولوژی؛

۴- اولویت در اعطای تسهیلات از محل وجوه اداره شده در این بخش برای طرح‌های سرمایه‌گذاری که با خرید و انتقال فناوری جدید همراه است، با رویکرد ارتقای کارایی فنی و تکنولوژی این بخش.

یادداشت ها :

در این قسمت از اطلاعات آماری معاونت برنامه‌ریزی و نظارت راهبردی، دفتر اقتصاد کلان استفاده شده است.

منابع و مآخذ

1- Emami Meibodi A., Productivity and Efficiency measurement, Iran Institute for Trade Studies and Research, 1379(In Persian).
2- Arsalan M., Efficiency of agriculture section – case study on Beetroot product at Azarbaijan Gharbi Province, First National Productivity conference, 1384(In Persian).
3- Akbari N., Ranjkesh M., TFP Growth on Agriculture section, Agriculture Economics and Development Journal, Vol.43 & 44, 1382(In Persian).
4- Iran Central Bank, Statistics Annual Report(In Persian).
5- Bashiri A., Productivity evaluation on all Iran province Agriculture, National Productivity conference, 1384, (In Persian).
6- Shah Abadi A., Industry and Mine sector growth resource, Economic searches, Vol 4, P.55-80, 1384.

Archive of SID

www.SID.ir

7- Abbasian E., Mehrgan N., Total Factor Productivity measurement of Iran economic sectors by DEA, Economic Research, V. 78, P. 153-176, 1386, (in Persian).
8- Alirezaei M., Keshvari A., Hashemi S., Productivity evaluation by Malmquist and DEA, International Journal of Engineering Sciences, V. 16, P. 145-154, 1384 (in Persian).
9- Alirezaei M., Afsharian M., Analuei B., Total Factor Productivity with Non parametric methods: A case study on Electrical Industry, Bahar economic research, V. 78, P. 177-206, 1386 (in Persian).
10- Alizadeh H., Saleh I., TFP evaluation in Iran economic sectors of Iran in 1357-81 (with agriculture focus), Iran agriculture sciences Journal, Vol.36, P. 1131-1141, 1384 (in Persian).
11- Mojaverian M., Malmquist index for strategic products as a productivity measure ,Agriculture economic and development, V. 43, 13832 (in Persian).
12- Holistic monitoring office, Strategic monitoring deputy of president (in Persian).
13- Aftalion(1911) «Les Trois Notions de la Productivit، et les Revenues», ***Revue d'Economie Politique***, Vol. 25, p.145-84,.
14- Aigner, A,Lovell ,C.A.K,Schmidt(1977)«PFormulation and estimation of stochastic production function models», ***Journal of Econometrics 86***, 21-37,.
15- Caves, D, W., Chirstensen,L, R., and Dievert, W, E. (1982) «The Economic Theory of Index Number And The Measurment of Input, output, and productivity», ***Econometrica***, 50, p. 1393-1414.
16- Charnes, A., Cooper, W.W. and Lewin, A.Y. (1994) ***Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application***, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
17- Fare R, S,Grosskopf,O.Zaimd and R.Nehring(2000) ***Accounting for bads in the measurement of productivity growth*** ; A Cost indirect malmquist productivity measure its application to U.S S agriculture august.

Archive of SID

www.SID.ir

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 surface»,***Trabajos deEstatistica***, 4, p. 209-242.

20- Nishimizu, M. and J. M. Page Jr.(1982) «Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1965-78», ***Economic Journal*** 92, 368, 920-936 .

21- Solow, R.(1957)«Technical Change and The Aggregate Production Function», Review of Economics and Statistics, 39, p. 312-320.

22-Tornqvist(1936) «The bank of Finland's consumption price index», ***Bank of Finland Monthly Bulletin***, 10, p.1-8.

Archive of SID

www.SID.ir