

ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش بازرگانی با استفاده از الگوی برنامه‌ریزی خطی

جواد رضایی* محمدرضا توکلی بغدادآباد**
سیدحسن غضنفری***

پذیرش: ۸۷/۱۰/۲۳

دریافت: ۸۶/۸/۲۳

بهره‌وری کل عوامل / تحلیل پوششی داده‌ها / شاخص تورنکوئیست / بخش بازرگانی

چکیده

بر اساس تعریف، بهره‌وری (یا تولیدافزایی) دستیابی به تخصیص بهینه منابع و امکانات در راستای تحقق حداکثر میزان تولید می‌باشد. به منظور محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید به طور عمده دو دسته روش وجود دارد که به روش‌های پارامتری و ناپارامتری تقسیم‌بندی می‌شوند. در این مطالعه سعی بر آن است تا با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی خطی که در حیطه روش‌های ناپارامتری است و بهره‌گیری از شاخص تورنکوئیست، رشد بهره‌وری عوامل تولید در بخش بازرگانی مورد ارزیابی قرار گیرد. نتایج حاکی از آنست که متوسط تغییرات کارایی و تکنولوژیکی بخش بازرگانی

* کارشناس ارشد اقتصاد، عضو هیأت علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی (Jrezaea@yahoo.com)

** کارشناس ارشد مدیریت، پژوهشگر معاونت برنامه‌ریزی و امور اقتصادی وزارت بازرگانی

(Mr_tavakkoli@yahoo.com)

*** کارشناس ارشد اقتصاد

■ جواد رضایی - مسئول مکاتبات.

طی دوره تحقیق به ترتیب ۰/۸۸۵ و ۰/۹۱۵ درصد بوده و درصد رشد بهره‌وری عوامل تولید طی دوره ۱۳۶۹-۱۳۸۵ معادل ۰/۸ درصد محاسبه شده است. در نهایت براساس نتایج حاصل از این مطالعه مشخص شد که رشد بهره‌وری کل عوامل در بخش بازرگانی طی دوره تحقیق منفی می‌باشد.

طبقه‌بندی JEL: F1, D61, D24, C6

مقدمه

بی تردید، کمیابی منابع و امکانات به عنوان یک محدودیت مهم و اساسی در فرآیند تولید مطرح بوده است. این محدودیت و کمیابی در تمام زمینه‌ها از جمله عوامل تولید و به تبع آن کالاها و خدمات کاملاً محسوس می‌باشد. از این رو بشر همواره برای ایجاد یک زندگی مطلوب چاره‌ای جز استفاده هرچه بهتر از امکانات موجود جهت دسترسی به تولید بیشتر و با کیفیت بالاتر ندارد. در حال حاضر آنچه که به روشنی پاسخگوی این نیاز می‌باشد، مقوله بهره‌وری است که تلاش خواهد شد تا مفهوم آن در خصوص بخش بازرگانی مورد بررسی قرار گیرد.

براساس آخرین آمار موجود در سال ۱۳۸۵، بخش بازرگانی ۲۲۶۵۴۱/۶۶ هزار میلیارد ریال ارزش افزوده به قیمت‌های جاری ایجاد نموده که این میزان بالغ بر ۱۴ درصد از تولید ناخالص داخلی به قیمت جاری است. در این سال سهم ارزش افزوده بخش بازرگانی از خدمات به قیمت جاری ۲۲/۷ درصد بوده است.

همچنین بررسی‌ها بر اساس نتایج جدول داده - ستانده سال ۱۳۸۰، نشان می‌دهد که بخش بازرگانی در شاخص پیوند پیشین بالاتر از متوسط کل این شاخص در سایر بخش‌های اقتصادی است و در رتبه دوم به همراه بخش کشاورزی قرار دارد. به عبارت دیگر بخش بازرگانی در تامین نهاده‌های سایر بخش‌ها دارای ارتباطات قوی بوده و توسعه سایر بخش‌ها بدون توجه به بخش بازرگانی امکان‌پذیر نمی‌باشد.^۱

از سوی دیگر، مطابق با برنامه چهارم توسعه کلیه بخش‌های اقتصادی کشور مکلفند، بخشی از رشد تولید ناخالص داخلی کل کشور را در طول برنامه چهارم توسعه از محل بهره‌وری کل عوامل تولید تامین نمایند و بر این اساس، سهم رشد بهره‌وری کل عوامل بخش بازرگانی از رشد تولید بخش‌ها و تولید ناخالص داخلی به میزان ۳۰/۳ درصد پیش‌بینی شده است که از این میزان، روند رشد سالانه بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و عوامل کل به ترتیب ۵/۷، ۱/۶ و ۳/۳ درصد می‌باشد. بی تردید یکی از عوامل کلیدی دستیابی به این میزان رشد، همانا ارتقا بهره‌وری در این بخش می‌باشد. لذا در این مطالعه به

۱. محمدعلی مرادی، (۱۳۸۵).

بررسی وضعیت بخش بازرگانی به لحاظ تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید می‌پردازیم. همچنین در این مطالعه به دنبال پاسخ به این سؤال هستیم که آیا در بخش بازرگانی کشور، منابع موجود به صورت بهینه تخصیص می‌یابد یا خیر؟ چرا که قبل از هرگونه توسعه‌ای در بخش بازرگانی می‌بایستی بستر به کارگیری منابع طوری 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 بخش بازرگانی میسر خواهد شد.

در مجموع می‌توان گفت، در این مطالعه ما دنبال پاسخ به این سؤال اساسی هستیم که آیا بخش بازرگانی کشور با تمام امکانات موجود - این قابلیت و انعطاف‌پذیری را دارد تا بتوانیم ارزش افزوده آن را افزایش دهیم و با همین میزان نهاده مقدار ستاده بیشتری حاصل نماییم؟ به علاوه، طرح این پرسش ضروری است که آیا می‌توان بخش بازرگانی 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 نمود؟ به منظور پاسخ به این سؤال، 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 جهت پاسخگویی به پرسش‌های اساسی فوق‌الذکر استفاده خواهیم نمود.

۱. پیشینه تحقیق

برای اندازه‌گیری بهره‌وری از ابزارها و روش‌های متعددی استفاده می‌شود که روش داده-ستانده لئونتیف^۱ یکی از اولین روش‌ها محسوب می‌شود. این روش ابتدا برای مطالعه جریان‌ات اقتصاد ملی به کار گرفته شد و سپس در سطح ملی مورد استفاده قرار گرفت.^۲ در روش دیگری که تحت عنوان روش ارزش افزوده متداول است، میزان ارزشی که بر مواد یا کالا و خدمات افزوده می‌گردد، به عنوان معیار کارایی تولید محسوب می‌شود. این روش برای بنگاه‌هایی که ستانده آن‌ها ارزش پولی ندارد، به کار برده می‌شود. روش شاخصی

1. Leontief (1936).

2. Dorfman (1973).

که شامل شاخص کندریک و ابتدایی است، روش دیگری برای محاسبه بهره‌وری می‌باشد. در شاخص کندریک که براساس نسبت محصول خالص (تولید واقعی) به میانگین وزنی عوامل تولید (کار و سرمایه) است، فرض بر آن است که شرایط رقابت کامل حاکم است و کالاها و عوامل تولید دارای بازاری رقابتی می‌باشند. رابطه مورد استفاده در این روش به صورت زیر می‌باشد:

$$TFP = \frac{V}{r.k + w.l} \quad (1)$$

که در آن r و w به ترتیب سهم نیروی کار و سرمایه در ارزش افزوده و V ، k و l به ترتیب ارزش افزوده، موجودی سرمایه و تعداد نیروی کار می‌باشد. در شاخص ابتدایی نسبت ارزش تولید به مجموع موزون از ارزش عوامل تولید به صورت زیر در نظر گرفته می‌شود.

$$TFP = \frac{Q}{\alpha(r, k) + \beta(w, l)} \quad (2)$$

که α و β سهم عامل کار و سرمایه و r و w ارزش سرمایه و نیروی کار به کار گرفته شده در تولید می‌باشد. از جمله مطالعات انجام شده با این روش شامل، «بررسی اطلاعات بهره‌وری در کشور به تفکیک بخش‌های مختلف اقتصادی و تحلیل بهره‌وری بخش بازرگانی» می‌باشد. در این تحقیق، با استفاده از روش مستقیم، بهره‌وری کل عوامل تولید مورد محاسبه قرار گرفت و بدون استفاده از تابع تولید به برآورد شاخص بهره‌وری نیروی کار، سرمایه و عوامل کل بخش بازرگانی و مقایسه شاخص‌های مذکور با سایر بخش‌های اقتصادی از ابتدای سال ۱۳۳۸ تا ۱۳۸۲ پرداخته شده است. نتایج نشان می‌دهد که علیرغم وضعیت مناسب بهره‌وری نیروی کار بخش بازرگانی طی دوره تحقیق، رشد بهره‌وری در این سال‌ها منفی می‌باشد. بهره‌وری سرمایه نیز علیرغم روند صعودی طی سال‌های ۱۳۶۰ تا ۱۳۶۶، در حال حاضر از وضعیت مناسبی برخوردار نمی‌باشد. همچنین در این بررسی شاخص TFP نیز با روش دویژیا^۱ محاسبه شد، که بر اساس این روش رشد بهره‌وری کل عوامل از وضعیت مناسبی برخوردار نبوده و میانگین رشد TFP این بخش

۰/۵- درصد محاسبه شده است.^۱

روش تابع تولید نیز یکی دیگر از روش‌های متداول می‌باشد که با کمک روش‌های اقتصادسنجی به تخمین بهره‌وری و کارایی می‌پردازد. مزیت این روش آن است که محاسبه انواع کَشش‌ها محدودیت‌هایی مانند بازده ثابت به مقیاس را از بین می‌برد. از جمله مطالعات انجام شده در ارتباط با این روش شامل؛ مطالعه «رشد بهره‌وری کل عوامل بخش بازرگانی ایران» می‌باشد که با رویکرد مسیر توسعه و بهره‌گیری از الگوهای رشد به محاسبه TFP بخش بازرگانی پرداخته است. در این تحقیق ضمن تخمین تابع تولید بخش بازرگانی و شناسایی سهم عوامل تولید در رشد این بخش، شاخص بهره‌وری کل عوامل محاسبه و عوامل کلیدی تعیین‌کننده رشد TFP شناسایی شده است. نتایج نشان می‌دهد که رشد موجودی سرمایه سرانه، رشد متوسط سال‌های تحصیل و نرخ ارز واقعی، تاثیر مثبت و معنی‌داری بر رشد بهره‌وری کل عوامل بخش بازرگانی دارند و رشد متوسط سال‌های تحصیل، بیشترین اثر مثبت و نرخ تورم بیشترین اثر منفی را بر رشد بهره‌وری کل عوامل داشته است.^۲

استفاده از روش‌های ناپارامتری نظیر، شاخص مال‌کوئست نیز یکی از مهم‌ترین روش‌های محاسبه بهره‌وری است. در این روش‌ها بر پایه تابع مسافت - محصول و یا تابع مسافت - عوامل تولید به محاسبه TFP می‌پردازند. این روش دارای مزایایی است که از اطلاعات مقداری استفاده نموده، فروض محدودکننده کمتری دارد و نیازی به تخمین‌های اقتصادسنجی ندارد. از جمله مطالعات مهم در این ارتباط شامل؛ اندازه‌گیری بهره‌وری با استفاده از شاخص مال‌کوئست و با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها برای بخش صنعت ۱۷ کشور آسیایی طی سال‌های ۱۹۹۰ و ۱۹۹۹ می‌باشد. در این تحقیق با بررسی ویژگی‌های شاخص مال‌کوئست، رشد بهره‌وری به دو مولفه رشد در اثر تغییرات کارایی تکنولوژی و رشد در اثر تغییرات کارایی فنی تجزیه شده و قابلیت‌های این شاخص در رفع

۱. معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی وزارت بازرگانی، گزارش بررسی اطلاعات بهره‌وری در کشور به تفکیک بخش‌های مختلف اقتصادی و تحلیل بهره‌وری در بخش بازرگانی، (۱۳۸۵).

۲. مرادی، محمدعلی و صفوی، (۱۳۸۵).

محدودیت‌های سایر روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری مورد بررسی و تدقیق قرار گرفته است. همچنین در این مطالعه مقایسه‌ای میان وضعیت بهره‌وری صنعت ایران با سایر کشورها به لحاظ تغییرات تکنولوژی و کارایی شده است.^۱

در مطالعه دیگری، تغییرات بهره‌وری در هفت بخش کلان اقتصاد ایران طی دوره ۸۱-۱۳۵۷ مورد بررسی قرار گرفته است. ابتدا این تغییرات با استفاده از شاخص مالم کوئست محاسبه و در ادامه با استفاده از آزمون انگل - گرنجر به بررسی وجود رابطه علی بین سرمایه‌گذاری و تغییرات بهره‌وری پرداخته شده است. نتایج این تحقیق بیانگر آن است که در بخش کشاورزی 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. همچنین آزمون علیت، وجود رابطه علی سرمایه‌گذاری به بهره‌وری را در بخش کشاورزی تایید می‌نماید.^۲

در مطالعه دیگری با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA)، بهره‌وری کل عوامل تولید و اجزا آن در بخش حمل و نقل و ارتباطات اندازه‌گیری شده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد که بهره‌وری کل عوامل تولید حمل و نقل و ارتباطات در مقایسه با بهره‌وری کل عوامل تولید بخش‌های اقتصادی کشور در پایین‌ترین حد قرار دارد. همچنین براساس نتایج این مطالعه تغییرات کارایی مدیریتی و کارایی فنی سبب تنزل بهره‌وری کل عوامل تولید در زیربخش حمل و نقل و ارتباطات می‌شود.^۳

روش دیگر مورد استفاده که موضوع این تحقیق می‌باشد و در زمره روش‌های ناپارامتری محسوب می‌شود، استفاده از شاخص تورنکوئست برای ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل می‌باشد. با ذکر این نکته که این روش در مقایسه با روش مالم کوئست دارای این تفاوت اساسی است که روش تورنکوئست برای ارزیابی تغییرات

۱. علیرضایی، محمدرضا و همکاران، (۱۳۸۴).

۲. قلی‌زاده، حیدر و صالح، (۱۳۸۴).

۳. عباسیان، عزت‌الله، مهرگان، (۱۳۸۶).

بهره‌وری یک واحد تصمیم‌گیر (در اینجا بخش بازرگانی) استفاده می‌شود. همچنین بررسی مطالعات انجام پذیرفته در زمینه بهره‌وری حکایت از آن دارد که ابزار پیشنهادی این مطالعه (شاخص تورنکوئیست) تاکنون در محاسبه بهره‌وری بخش بازرگانی عملیاتی نشده است، لذا در ادامه به ارزیابی مطالعاتی برای محاسبه بهره‌وری با استفاده از روش مذکور پرداخته خواهد شد.

در یک مطالعه با استفاده از شاخص تورنکوئیست، بهره‌وری بخش کشاورزی آمریکا طی دوره ۱۹۴۸-۷۹ ارزیابی و نرخ متوسط سالیانه رشد بهره‌وری ۱/۷۵ درصد برآورد گردید.^۱ در مطالعه دیگری بازده ثابت به مقیاس در بخش کشاورزی کانادا با این هدف که چه عواملی را در شاخص تورنکوئیست می‌بایستی تغییر دهیم تا به ارزیابی دقیق‌تری از تغییرات فنی دست یابیم، مورد بررسی قرار گرفت.^۲ در مطالعه دیگری از شاخص تورنکوئیست و ورودی‌هایی نظیر نیروی کار، سرمایه و زمین برای محاسبه TFP در بخش کشاورزی استرالیا استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که متوسط رشد TFP این بخش ۲/۷ درصد می‌باشد.^۳ همچنین در مطالعه‌ای با استفاده از شاخص تورنکوئیست، عملکرد صنایع گاز با رویکرد مقایسه بین کشوری اندازه‌گیری شده است.^۴

علاوه بر این، در مطالعه دیگری با تلفیق مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و شاخص رشد بهره‌وری تورنکوئیست، علاوه بر محاسبه رشد TFP، میزان تاثیر تغییرات کارایی فنی و تغییرات تکنولوژی در رشد مربوطه، در طول زمان و با وجود تنها یک واحد تصمیم‌گیرنده (DMU)، محاسبه گردید. مطالعه موردی این تحقیق در صنعت برق می‌باشد که به بررسی رشد TFP و عوامل موثر در رشد آن در طی سال‌های ۱۳۴۷ تا ۱۳۸۳ پرداخته است.^۵

با این توصیف، ملاحظه می‌شود که در زمینه اندازه‌گیری شاخص TFP در بخش بازرگانی تنها دو مطالعه آن هم با بهره‌گیری از روش مستقیم و الگوی رشد انجام شده

1. Ball (1985).

2. Chan and Dean (1983).

3. Coelli (1996).

4. Tai, Jeong, Yearn (1999).

۵. علیرضایی، محمدرضا و همکاران، (۱۳۸۶).

است و بنابراین بهره‌گیری از سایر روش‌های پایش بهره‌وری کل عوامل مفید و ضروری است، تا علاوه بر ایجاد زمینه توسعه سایر شیوه‌های ارزیابی TFP در بخش بازرگانی، امکان مقایسه نتایج این روش با سایر روش‌ها فراهم شود.

۲. مفاهیم و روش‌های اندازه‌گیری بهره‌وری

کوشش‌های بشر همواره بر آن بوده تا حداکثر نتیجه را با کمترین امکانات و عوامل موجود به دست آورد، این کوشش‌ها را می‌توان دستیابی به بهره‌وری بالاتر نامید. بهره‌وری، مفهومی است که به عنوان یک ویژگی بسیار مهم به سیستم‌های باز نسبت داده می‌شود و اهمیت آن تا اندازه‌ای است که می‌توان آن را هدف نهایی هر سیستمی به حساب آورد.

برای بهره‌وری تعاریف متعددی ارائه شده است، بعضی از آن‌ها به شدت توصیفی هستند مانند اینکه: «بهره‌وری استفاده بهینه از منابع انسانی و مادی سازمان است» که براساس این تعریف اندازه‌گیری بهره‌وری یک مسأله بسیار پیچیده و غامض تلقی می‌گردد. آلبرت آفتالیون^۱ در مقاله‌ای تحت عنوان «سه مفهوم قدرت، تولید و درآمد» که در مجله اقتصاد سیاسی در سال ۱۹۱۱ میلادی به چاپ رسید، بهره‌وری را به مفهوم رابطه میان مقدار محصولی که در مدت معینی به دست می‌آید و مقدار عوامل مصرف شده در جریان تولید آن محصول تعریف نمود.

اشتاینر^۲ بهره‌وری را به مثابه معیار عملکرد و یا قدرت و توان موجود در تولید کالا یا خدمات معین مطرح نمود.

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 نماید.
- ۳- بهره‌وری میزان نسبی کارایی است.

1. Albert Aftalion (1911).

2. Eshtainer

به طور کلی مفاهیم بهره‌وری به نوعی ارتباط میان مقدار کالاها و خدمات تولید شده و مقدار منابع مصرف شده در جریان تولید این کالاها و خدمات را بیان می‌نمایند، که این روابط کمی و قابل اندازه‌گیری است.

به منظور ارزیابی بهره‌وری روش‌های متفاوتی از سوی پژوهشگران مختلف ارائه شده است که عمدتاً می‌توان آنها را به دو دسته پارامتری (مرزی تصادفی، مرزی قطعی و ...) ^۱ و ناپارامتری (تحلیل پوششی داده‌ها) ^۲ تقسیم‌بندی نمود.

۳. روش‌های ناپارامتری

همان‌طور که بیان شد، محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید 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. در این مطالعه از مدل‌های ناپارامتری تحلیل پوششی داده‌ها ^۳ و شاخص بهره‌وری تورنکوئیست ^۴ استفاده شده است.

۳-۱. محاسبه کارایی با بهره‌گیری از مدل‌های DEA

تحلیل پوششی داده‌ها، تکنیکی برای محاسبه کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده است، که با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی انجام می‌گیرد. عبارت نسبی به این دلیل است که کارایی، حاصل مقایسه واحدها با یکدیگر است. لذا کارایی به دست آمده نسبی است، نه مطلق. در واقع هنگامی که می‌گوییم واحد *i* کاراست، یعنی از منابع به خوبی استفاده می‌نماید.

DEA معمولاً به صورت نسبت یک محصول به عوامل تولید معرفی می‌شود و به‌چند

-
1. Aigner, A., Lovell, C. A. K., Schmidt, P. (1977).
 2. Charnes, A., Cooper, W. W. and Lewin, A. Y. (1994).
 3. Data Envelopment Analysis (DEA).
 4. Tornqvist t. (1936).

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 هزینه ورودی‌ها، کارایی به شکلی تعریف می‌شود که به کارایی اقتصادی معروف است.^۱

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

$$\begin{aligned} \text{MIN } & \theta_k \\ \text{S.t. : } & \theta_k X_k \geq \sum_{i=1}^n \lambda_i X_i \\ & Y_k \leq \sum_{i=1}^n \lambda_i Y_i \\ & \lambda_i \geq 0 \quad i = 1, 2, \dots, n \end{aligned} \quad (3)$$

۴. رشد بهره‌وری کل عوامل

تحقیقات اولیه در خصوص رشد بهره‌وری، به مطالعات کوپمنز و سولو^۲ باز می‌گردد. سولو در مطالعه رشد بهره‌وری ایالات متحده، تاثیر تکنولوژی و دانش فنی را در رشد بهره‌وری مورد بررسی قرار می‌دهد. نیشی میتزو و پیچ^۳ (۱۹۸۲)، رشد بهره‌وری را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر تکنولوژی تجزیه نمودند. با توجه به ایرادات مطرح شده در روش‌های پارامتری، دانشمندان به استفاده از روش‌های ناپارامتری روی آوردند.

۱. امامی میبدی، علی، (۱۳۷۹).

2. Koopmans (1951) & Solow (1957).

3. Nishimizu & Page (1982).

کیوز، کریستنسن و دیورت^۱ در سال ۱۹۸۲ شاخص بهره‌وری مالم کوئیست^۲ را با توجه به تابع مسافت - عوامل تولید به صورت زیر تعریف نمودند، به طوری که E_i^{t+1} تغییر کارائی فنی و T_i^{t+1} تغییرات تکنولوژی را در شرایط انتقال تابع مرزی بین دو دوره t و $t+1$ اندازه‌گیری می‌نمود.

$$\begin{aligned}
 M_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) &= \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t) D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{2}} \\
 &= \left(\frac{D_o^{t+1}(y^t, x^t) D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})} \right)^{\frac{1}{2}} = E_i^{t+1} \times T_i^{t+1} \quad (۴) \\
 &= \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)} \times \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{2}} \\
 &= \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \times \left(\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) D_o^{t+1}(y^t, x^t)}{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1}) D_o^t(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{2}}
 \end{aligned}$$

با توجه به رابطه 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 پایه بررسی مقایسه موقعیت واحد تحت بررسی در دوره $\{t, t+1\}$ ، $D(x^q, y^q)$ از تابع مرزی (ترکیب داده‌ها - ستانده‌ها در دوره زمانی p ، $D^p(x, y)$ ، $p = \{t, t+1\}$) داده‌های کل مقادیر واحدها به کار گرفته می‌شود که براساس مدل‌های زیر به دست می‌آید.

$$\begin{aligned}
 \{D^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})\}^{-1} &= \max \phi \\
 \text{St : } -\phi Y_{it+1} + Y_{t+1} \lambda &\geq 0, \quad (۵) \\
 X_{it+1} - X_{t+1} \lambda &\geq 0, \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

$$\begin{aligned}
 \{D^t(X_t, Y_t)\}^{-1} &= \max \phi \\
 \text{St : } -\phi Y_{it} + Y_t \lambda &\geq 0, \quad (۶) \\
 X_{it} - X_t \lambda &\geq 0, \quad \lambda \geq 0
 \end{aligned}$$

1. Caves, Christensen & Diewert (1982).

2. Malmquist (1953).

$$\{D^{t+1}(X_t, Y_t)\}^{-1} = \max \phi$$

$$\text{St} : -\phi Y_{it} + Y_{t+1} \lambda \geq 0, \quad (7)$$

$$X_{it} - X_{t+1} \lambda \geq 0, \quad \lambda \geq 0$$

$$\{D^t(X_{t+1}, Y_{t+1})\}^{-1} = \max \phi$$

$$\text{St} : -\phi Y_{it+1} + Y_t \lambda \geq 0, \quad (8)$$

$$X_{it+1} - X_t \lambda \geq 0, \quad \lambda \geq 0$$

فیر، گروسکیف، لیندگرین و روس^۱ بحث عدم کارایی در شاخص بهره‌وری مالم کوئیست را مطرح نمودند که در شرایط تابع فاصله، ارزشی کمتر از یک دارد. شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به دو شاخص تفکیک می‌گردد.

۱- اندازه‌گیری تغییرات کارایی EC

۲- اندازه‌گیری تغییرات تکنولوژی TEC

اندازه تغییرات تکنولوژی به صورت تغییرات منحنی هم مقداری داده و ستانده نمایش داده می‌شود.

$$M^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t) = EX \times TEC \quad (9)$$

در تحلیل‌های اندازه‌گیری بهره‌وری، بحث بازده متغیر به مقیاس مطرح می‌گردد. در این صورت با توجه به تفکیک کارایی به دو دسته کارایی خالص (کارایی مدیریتی) و کارایی مقیاس، می‌توان وضعیت صرفه جوئی نسبت به مقیاس را نیز بررسی نمود. تغییرات کارایی تکنولوژی \times تغییرات کارایی مقیاس \times تغییرات کارایی مدیریتی = تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید کارایی مدیریت مؤید سخت کوشی، تلاش و خلاقیت مدیریت و کارکنان و ترکیب مناسب عوامل تولید جهت افزایش بهره‌وری محسوب می‌شود. در شرایطی که هزینه متوسط تولید برای تولید کنندگان در صنعت با مقیاس بزرگ کمتر از هزینه متوسط تولید برای تولید کنندگان با مقیاس کوچک باشد، صرفه جوئی ناشی از مقیاس در تولید (کارایی مقیاس) وجود خواهد داشت. کارایی تکنولوژی بیانگر تکنیک و تکنولوژی برتر به منظور به کارگیری 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.

1. Fare, Grosskof, Lindgren & Roos (2000).

در روش DEA و به کمک تکنیک برنامه ریزی خطی، از یک روش ناپارامتریک برای تخمین تابع تولید استفاده می شود. برای تحلیل این روش و برای تخمین تابع تولید یکسان (تابع هم مقداری تولید)، پیش فرض خاصی در ارتباط با شکل تابع مدنظر نخواهد بود. چنانچه تابع فاصله - محصول به کار گرفته شود حال در صورت وجود شرایط به کارگیری منابع نیروی کار I و سرمایه k داریم:

$$D^p(x_q, y_q)^{-1} = \text{Max } \phi_h$$

$$\text{st. } \phi_h y_{hq} - \sum_{i=1}^n \lambda_i y_{ip} \leq 0$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i k_{ip} \leq k_{hq} \quad (10)$$

$$\sum_{i=1}^n \lambda_i I_{ip} \leq I_{iq}, \lambda_1, \lambda_2, \dots, \lambda_n$$

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

و تابع فاصله، معکوس ϕ است. در این روش ترکیب داده و ستانده هر واحد تصمیم گیری در دوره q با تابع تولید مرزی که شامل ترکیبات داده و ستانده واحد در دوره p است، مقایسه می گردد. با فرض عدم تغییر سرمایه (k) و نیروی کار (I)، تابع فاصله - محصول بالا بیانگر آن است که ستانده واحد تصمیم گیری h در دوره q چه مقدار می تواند افزایش یابد تا به نقطه ای روی تابع مرزی که از ترکیب داده - ستانده همه واحدها در دوره p است، دست یابیم. بنابراین هر واحد در دوره q با یک نقطه بر روی تابع که از ترکیب خطی با وزن داده ها و ستانده های همه واحدها در دوره p ساخته شده است، مقایسه می گردد. همچنین تحلیل بالا با فرض بازده ثابت به مقیاس انجام می پذیرد و در شرایط بازده متغیر به مقیاس نتایج تحلیل کارائی فنی، به دو جزء کارائی مقیاس و کارائی مدیریت نسبت داده می شود.

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

$$(11)$$

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

$$\begin{aligned}
&= \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)} \times \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \\
&= \frac{D_o^t(y^t, x^t)}{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \times \left(\frac{D_o^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_o^t(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_o^{t+1}(y^t, x^t)}{D_o^t(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \\
\text{EFFCH} &= \text{SECH} \times \text{PECH} = \frac{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^t(y^t, x^t)}, \\
\text{TECHCH} &= \left(\frac{D_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \frac{D_i^t(y^t, x^t)}{D_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right)^{\frac{1}{\alpha}} \\
\text{SECH} &= \frac{D_{i,C}^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1}) / D_{i,V}^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_{i,C}^t(y^t, x^t) / D_{i,V}^t(y^t, x^t)}, \quad (12) \\
\text{PECH} &= \frac{D_{i,V}^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{D_{i,V}^t(y^t, x^t)} \\
\text{TPFCH} &= \text{EFFCH} \times \text{TECHCH}
\end{aligned}$$

محاسبه شاخص مالم کوئیست با بهره‌گیری از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها بر اساس مقایسه رشد بهره‌وری تعداد واحد تصمیم‌گیرنده در طی دو دوره انجام می‌پذیرد. به عبارت دیگر، به دلیل ماهیت مقایسه‌ای مدل‌های DEA و برای محاسبه این شاخص در هر دوره، به داده‌هایی خاص شامل تعدادی واحد تصمیم‌گیرنده نیاز است. بنابراین در حالتی که فقط یک واحد تصمیم‌گیرنده موجود است و هدف محاسبه رشد بهره‌وری این واحد در طول زمان می‌باشد، این شاخص از محاسبه رشد بهره‌وری ناتوان خواهد بود. لذا در این مقاله به منظور حل این مشکل از شاخص دیگری به نام شاخص بهره‌وری تورنکوئیست استفاده می‌شود. این شاخص یک ابزار مفید برای محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل در طی دوره زمانی است و با استفاده از کشش ورودی‌ها و خروجی‌ها در مدل تحلیل پوششی داده‌ها به محاسبه رشد بهره‌وری می‌پردازد. در ادامه خواهیم دید که با بهره‌گیری از کشش‌های به دست آمده توسط مدل‌های 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 TFP بدون نیاز به

داده‌هایی خاص (چند واحد تصمیم‌گیرنده) است و این روش قابلیت محاسبه رشد TFP را با وجود حتی یک واحد تصمیم‌گیرنده داراست.

فرض کنیم داده‌هایی از یک واحد تصمیم‌گیرنده در طول n سال، شامل m ورودی و s خروجی موجود باشد. این واحد در سال k (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 $k+1$ 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 DMU در نظر گرفته شود و مدل DEA با بازده ثابت به مقیاس و خروجی محور در نظر بگیریم، آنگاه شاخص مقدار ورودی تورنکوئیست به صورت زیر تعریف و محاسبه می‌شود.

$$TQ_X = \prod_{i=1}^m \left[\frac{X_i^{k+1}}{X_i^k} \right]^{ex_i} \quad \sum_{i=1}^m ex_i = 1 \quad (13)$$

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 و X_i ورودی‌های مورد نظر یکبار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ می‌باشد.

$$ex_i^{k+1} = \frac{r_i^{k+1} X_i^{k+1}}{\sum_i r_i^{k+1} X_i^{k+1}} \quad ex_i^k = \frac{r_i^k X_i^k}{\sum_i r_i^k X_i^k} \quad (14)$$

در حقیقت مقدار TQ_X بیانگر تغییرات ورودی در طی دو سال است که با استفاده از مقدار کشش هر ورودی در درآمد کل محاسبه می‌شود که r_i وزن ورودی‌ها یکبار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ می‌باشد. به همین ترتیب می‌توانیم شاخص مقدار خروجی تورنکوئیست را تعریف و محاسبه نماییم.

$$TQ_Y = \prod_{j=1}^s \left[\frac{y_j^{k+1}}{y_j^k} \right]^{ey_j} \quad \sum_{j=1}^s ey_j = 1 \quad (15)$$

که در آن ey_j به صورت میانگین هندسی از کشش خروجی j ام یکبار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ می‌باشد و y_j خروجی مورد نظر یکبار در سال k و بار دیگر در

سال $k+1$ است.

$$ey_j^k = \frac{q_j^k y_j}{\sum_j q_j^k y_j} \quad ey_j^{k+1} = \frac{q_j^{k+1} y_j}{\sum_j q_j^{k+1} y_j} \quad (۱۶)$$

مقدار TQ_Y بیانگر تغییر خروجی در طی دو سال است که با بهره‌گیری از کشش هر خروجی محاسبه می‌شود و q_i وزن خروجی‌ها یکبار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ می‌باشد. لذا داریم:

$$TFPG_{k,k+1} = \frac{TQ_Y}{TQ_X} \quad (۱۷)$$

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

$$EC_{k,k+1} = \frac{EFF_{k+1}}{EFF_k} \quad (۱۸)$$

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

$$TC_{k,k+1} = \frac{TFPG_{k,k+1}}{EC_{k,k+1}} \quad (۱۹)$$

با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص تورنکوئیست، می‌توانیم رشد بهره‌وری کل عوامل یک بخش را در طول دوره‌های متوالی محاسبه کنیم. همچنین نقش تغییر کارایی و تغییر تکنولوژی در رشد بهره‌وری کل عوامل این بخش در طی گذر از هر دوره به راحتی از فرمول‌های مذکور قابل محاسبه و بررسی است. نتایج محاسبه فرمول‌های مربوط به شاخص تورنکوئیست و تجزیه‌های آن به شرح زیر می‌باشد.

بزرگتر از یک بودن شاخص TC موید پیشرفت تکنولوژی آن بخش در خلال یک دوره (دو سال متوالی) و کوچکتر از یک بودن TC خلاف آن را تبیین می‌نماید.

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 نشان‌دهنده خواهد بود.

۵. متغیرهای مدل

در بخش بازرگانی کشور از منابع گوناگونی برای ایجاد ارزش افزوده و ارائه خدمت بازرگانی استفاده می‌شود. این منابع به دو دسته منابع سرمایه‌ای و نیروی کار تفکیک می‌شود که به کمک آن‌ها نیازهای ارباب رجوع و ذینفعان بخش بازرگانی تامین می‌گردد. انتخاب دقیق و مناسب نهاده‌ها و ستانده‌ها یکی از عوامل تعیین کننده در دستیابی به نتایج قابل اطمینان و متناسب با اهداف بخش بازرگانی 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.

۱- تعداد نیروی کار:

از آنجا که فعالیت بخش بازرگانی توسط افرادی به عنوان نیروی کار شاغل در آن هدایت، کنترل و مدیریت می‌شود و این افراد مطابق با تخصص و تجربه خود در زمینه‌های مختلف بخش بازرگانی به فعالیت می‌پردازند، لذا مطلوب بودن و متناسب بودن تعداد این نیروها نقش مهمی در بهینگی این سیستم خواهد داشت.

۲- هزینه‌های عمرانی دولت:

هزینه‌های عمرانی دولت با ایجاد زیرساخت‌های مناسب، نقش قابل ملاحظه‌ای در بهبود عملکرد بخش بازرگانی ایفا می‌نماید. شکی نیست که افزایش در هزینه‌های عمرانی دولت در این بخش موجبات کارکرد مطلوب این بخش را فراهم می‌سازد.

۳- مانده تسهیلات بخش بازرگانی:

این شاخص، در برگیرنده کلیه تسهیلات اعطا شده از سوی بانک‌ها به بخش بازرگانی است و شامل تسهیلات تبصره‌ای و غیرتبصره‌ای جاری و سرمایه‌ای می‌باشد. پرداخت تسهیلات نقش اساسی در توسعه و گسترش این بخش ایفا می‌نماید.

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

۴- سرمایه‌گذاری:

این شاخص میزان حجم سرمایه‌گذاری انجام شده در این بخش را طی سال‌های مختلف نشان می‌دهد. روند رو به رشد سرمایه‌گذاری در این بخش به عنوان یک علامت مشخص در بهبود فضای کاری این بخش تلقی می‌شود.

ب) خروجی‌ها^۱

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.

۱- ارزش افزوده:

خروجی مورد استفاده در این تحقیق، میزان ارزش افزوده بخش بازرگانی می‌باشد.

۶. استخراج نتایج مدل

با در نظر گرفتن ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحقیق و استفاده از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و به طور مشخص شاخص تورنکوئیست، رشد بهره‌وری عوامل تولید بخش بازرگانی به شرح زیر محاسبه می‌شود.

برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل بخش بازرگانی به عنوان نمونه دوره ۷۱-۱۳۷۰ را در نظر می‌گیریم و محاسبات را برای آن انجام می‌دهیم. برای این منظور ابتدا با استفاده از رابطه ۱ اقدام به تعیین ضرایب مدل ورودی و خروجی‌های این دوره و همچنین دوره بعد $(k+1)$ می‌نماییم. که نتایج آن برای دوره ۷۱-۱۳۷۰ و ۷۲-۱۳۷۱ در جدول شماره ۱ و ۲ ارائه شده است.

جدول ۱- نتایج خروجی LINGO با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی
برای دوره ۷۱-۱۳۷۰

Global Optimal Solution found at iteration:		3
Objective Value:		1.000000
Variable	Value	Reduced Cost
U1	0.2573075E-04	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.8708292E-03	0.000000
V3	0.1575049E-05	0.000000
V4	0.000000	0.000000

ماخذ: محاسبات محققین

برای دوره ۷۲-۱۳۷۱ نیز مدل برنامه ریزی خطی حل شده است که در جدول ۲ قابل مشاهده می باشد.

جدول ۲- نتایج خروجی LINGO با استفاده از مدل برنامه ریزی خطی
برای دوره ۷۲-۱۳۷۱

Global Optimal Solution found at iteration:		3
Objective Value:		1.000000
Variable	Value	Reduced Cost
U1	0.2573075E-04	0.000000
V1	0.000000	0.000000
V2	0.8708292E-03	0.000000
V3	0.1575049E-05	0.000000
V4	0.000000	0.000000

ماخذ: محاسبات محققین

سپس برای محاسبه روابط ۱۳ و ۱۵ ابتدا روابط ۱۴ و ۱۶ که به ترتیب بیانگر تغییر ورودی و خروجی در طی دو سال است با بهره گیری از کشش هر ورودی و خروجی

محاسبه می‌شوند. بنابراین با استفاده از رابطه ۱۴ کشش ورودی‌ها به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$ex_1^r = \frac{(. * 3234 / 3)}{[(. * 3234 / 3) + (. / . . . 8708292 * 10 / 65) + (. / 1575049 * 629012 / 8) + (. * 1238305)]} = 0$$

$$ex_1^r = \frac{(. * 3983 / 9)}{[(. * 3983 / 9) + (. * 24 / 11) + (. / 1120763 * 663261 / 6) + (. / 1884889 * 1361569)]} = 0$$

$$ex_2^r = \frac{(. / . . . 8708292 * 10 / 65)}{[(. * 3234 / 3) + (. / . . . 8708292 * 10 / 65) + (. / 1575049 * 629012 / 8) + (. * 1238305)]} = 0 / 990727$$

$$ex_2^r = \frac{(. * 24 / 11)}{[(. * 3983 / 9) + (. * 24 / 11) + (. / 1120763 * 663261 / 6) + (. / 1884889 * 1361569)]} = 0$$

$$ex_3^r = \frac{(. / 1575049 * 629012 / 8)}{[(. * 3234 / 3) + (. / . . . 8708292 * 10 / 65) + (. / 1575049 * 629012 / 8) + (. * 1238305)]} = 0 / 990725$$

$$ex_3^r = \frac{(. / 1120763 * 663261 / 6)}{[(. * 3983 / 9) + (. * 24 / 11) + (. / 1120763 * 663261 / 6) + (. / 1884889 * 1361569)]} = 0 / 743$$

$$ex_4^r = \frac{(. * 1238305)}{[(. * 3234 / 3) + (. / . . . 8708292 * 10 / 65) + (. / 1575049 * 629012 / 8) + (. * 1238305)]} = 0$$

$$ex_4^r = \frac{(. / 1884889 * 1361569)}{[(. * 3983 / 9) + (. * 24 / 11) + (. / 1120763 * 663261 / 6) + (. / 1884889 * 1361569)]} = 0 / 256$$

سپس از رابطه ۱۶ استفاده نموده و کشش خروجی را به صورت زیر محاسبه می‌نماییم.

$$ey_1^r = \frac{(. / 2573075 * 38864)}{(. / 2573075 * 38864)} = 1$$

$$ey_1^r = \frac{(. / 2414526 * 41416)}{(. / 2414526 * 41416)} = 1$$

پس از محاسبه کشش‌های ورودی و خروجی برای دوره ۷۱-۱۳۷۰ و دوره بعد آن یعنی ۷۲-۱۳۷۱ میانگین هندسی ex_i^k و ex_i^{k+1} و همچنین ey_i^k و ey_i^{k+1} (لازم به یادآوری است که i بیانگر عدد ورودی و خروجی در یک دوره و k یا $k+1$ بیانگر عدد دوره می‌باشد) را برای هر یک از ورودی‌ها و خروجی‌ها در دو دوره متوالی محاسبه می‌کنیم. در نتیجه بر اساس محاسبات روابط بالا، میانگین هندسی ex_1^r و ex_1^r برابر با صفر، ex_2^r و ex_2^r برابر با $0 / 0463716$ ، ex_3^r و ex_3^r برابر با $0 / 8670424$ و ex_4^r و ex_4^r برابر با $0 / 128320$ و همچنین میانگین هندسی ey_1^r و ey_1^r برابر با ۱ خواهد شد.

سپس روابط ۱۳ و ۱۵ به صورت زیر محاسبه می‌شوند.

$$TQ_x = \left[\frac{3983/9}{3234/3} \right]^1 * \left[\frac{24/11}{10/65} \right]^{0.0463716} * \left[\frac{663261/6}{629012/8} \right]^{0.8670424} * \left[\frac{1361569}{1238305} \right]^{0.1282036} = 1/0.63892638$$

$$TQ_y = \left[\frac{41416}{38864} \right]^1 = 1/0.6566$$

حال رابطه ۱۷ به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$TFPG = \frac{1/0.656648826}{1/0.63892638} = 1/0.01$$

برای محاسبه کارایی تکنولوژی نیز می‌توانیم از رابطه ۱۸ و سپس ۱۹ بصورت زیر استفاده نماییم.

$$EC = \frac{1}{1} = 1 \quad TC = \frac{1/0.01}{1} = 1/0.01$$

پس از به دست آوردن کارایی تکنولوژی، مقدار بهره‌وری کل عوامل از حاصل ضرب تغییرات کارایی فنی در تغییرات تکنولوژی به دست می‌آید. یعنی؛

$$TFP = 1 * 1/0.01 = 1/0.01$$

بدین ترتیب برای سایر دوره‌ها می‌توان TFP را محاسبه نمود که به دلیل آنکه دارای فرآیند محاسباتی بسیار پیچیده و طولانی است، در اینجا از نرم‌افزار DEAP2 استفاده می‌نماییم.

مشاهده جدول شماره (۳) حاکی از آن است که میانگین تغییرات کارایی فنی، تکنولوژی، رشد TFP طی دوره تحقیق به ترتیب ۰/۸۸۵، ۰/۹۱۵، ۰/۸۰۶ می‌باشد. بیشترین میزان تغییرات کارایی فنی طی دوره‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۲ به میزان یک (کارایی واحد) می‌باشد که عملاً این دوره‌ها، به عنوان دوره‌های مرجع در بازه زمانی تحقیق محسوب می‌شوند و کمترین میزان کارایی فنی در دوره ۱۳۷۵-۱۳۷۴ به میزان ۰/۸۱۵ می‌باشد. بیشترین میزان تغییرات تکنولوژی طی دوره‌های ۷۱-۱۳۷۰، ۱۳۷۷-۱۳۷۶ و ۷۸-۱۳۷۷ به ترتیب به میزان ۱/۰۰۱، ۱/۰۷۵ و ۱/۱۰۶ بوده است و کمترین میزان آن طی دوره ۸۲-۱۳۸۱ به میزان ۰/۲۹۵ می‌باشد. همچنین بیشترین میزان تغییرات بهره‌وری کل عوامل بخش بازرگانی برای دوره‌های ۷۱-۱۳۷۰ و ۸۱-۱۳۸۰ به ترتیب به میزان ۱/۰۰۱ و ۲/۱۷

درصد است که این بخش رشد مثبت را در طی این دو دوره تجربه نموده است و کمترین میزان آن در دوره ۸۲-۱۳۸۱ به میزان ۰/۲۶ می‌باشد.

جدول ۳- نتایج تغییرات کارایی فنی، تکنولوژی و TFP^۱

دوره	تغییرات کارایی	تغییرات تکنولوژی	رشد بهره‌وری کل عوامل
۱۳۶۹-۱۳۷۰	۱	۰/۶۲	۰/۶۲
۱۳۷۰-۱۳۷۱	۱	۱/۰۰۱	۱/۰۰۱
۱۳۷۱-۱۳۷۲	۱	۰/۶۹	۰/۶۹
۱۳۷۲-۱۳۷۳	۰/۸۹۶	۰/۵۵۱	۰/۴۹۳
۱۳۷۳-۱۳۷۴	۰/۸۴۱	۰/۸۰۴	۰/۶۷۶
۱۳۷۴-۱۳۷۵	۰/۸۱۵	۰/۹۲۴	۰/۷۵۳
۱۳۷۵-۱۳۷۶	۰/۸۵۵	۰/۹۲۷	۰/۷۹۲
۱۳۷۶-۱۳۷۷	۰/۸۵۱	۱/۰۷۵	۰/۹۱۴
۱۳۷۷-۱۳۷۸	۰/۸۵۹	۱/۱۰۶	۰/۹۵
۱۳۷۸-۱۳۷۹	۰/۸۳۴	۰/۸۶۸	۰/۷۲۳
۱۳۷۹-۱۳۸۰	۰/۸۴۹	۰/۸۷۲	۰/۷۴
۱۳۸۰-۱۳۸۱	۰/۸۷۴	۲/۴۹۲	۲/۱۷
۱۳۸۱-۱۳۸۲	۰/۸۸۶	۰/۲۹۵	۰/۲۶
۱۳۸۲-۱۳۸۳	۰/۸۸	۰/۷۴۸	۰/۶۵۸
۱۳۸۳-۱۳۸۴	۰/۸۷۳	۰/۸۵۷	۰/۷۴۸
۱۳۸۴-۱۳۸۵	۰/۸۶۹	۰/۸۶۵	۰/۷۵۱
۱۳۸۵-۱۳۸۶	۰/۸۶۹	۰/۸۶۸	۰/۷۵۴

ماخذ: محاسبات محققین

۱. نتایج با استفاده از نرم‌افزار Deap 2 محاسبه شده است.

نتیجه گیری و توصیه های سیاستی

استفاده از روش های برنامه ریزی خطی برای محاسبه کارایی و بهره وری بنگاه های اقتصادی با توجه به کاستی های موجود در روش های پارامتری، نتایج مثبتی را به منظور ارائه راهکار برای بهبود بهره وری بنگاه ها ارائه می نمایند. در این میان ارائه شاخص تورنکوئیست برای محاسبه تغییرات بهره وری بخش بازرگانی در این مطالعه مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج حاکی از آن است که عمده تغییرات TFP بخش بازرگانی در سال های اخیر، به سبب تغییرات تکنولوژیکی بوده است و تغییرات کارایی سهم اندکی نسبت به تغییرات تکنولوژیکی در رشد TFP این بخش داشته است، به نحوی که میانگین تغییرات کارایی فنی، تکنولوژی، رشد TFP طی دوره تحقیق (۸۵-۱۳۶۹) به ترتیب ۰/۸۸۵، ۰/۹۱۵ و ۰/۸۰۶ برآورد شده است. به عبارتی در پاسخ به این سوال تحقیق که این بخش در استفاده از منابع کارآمد عمل نموده است یا خیر؟ می بایستی تغییرات کارایی این بخش را مورد بررسی قرار داد که این تغییرات بیانگر ظرفیت خالی موجود در این بخش به لحاظ استفاده مطلوب و بهینه از منابع می باشد. همچنین در خصوص سؤال دوم تحقیق که آیا بخش بازرگانی کشور با تمام امکانات موجود - این قابلیت و انعطاف پذیری را دارد تا بتوانیم ارزش افزوده آن را افزایش دهیم و با همین میزان نهاده مقدار ستاده بیشتری حاصل نماییم؟ با توجه به نتایج حاصله، پاسخ مثبت است و میانگین کارایی فنی (۰/۸۸۵) و در نتیجه وجود ۱۱/۵ درصد ظرفیت خالی در این بخش دلیل این مدعاست. از سوی دیگر در پاسخ به این پرسش که آیا می توان بخش بازرگانی کشور را با توجه به نهاده هایی که در اختیار آن قرار می گیرد و مقدار ستانده ای که از آن حاصل می شود، به عنوان یک بخش کارا قلمداد نمود؟ نتایج عدم کارایی این بخش را طی دوره مورد بررسی بیان می نماید.

همچنین از آنجا که بزرگتر از یک بودن شاخص تغییرات تکنولوژی (TC) مویید پیشرفت تکنولوژی آن بخش در خلال یک دوره (دو سال متوالی) و کوچکتر از یک بودن TC خلاف آن را تبیین می نماید. لذا بخش بازرگانی طی سال های ۷۱-۱۳۷۰، ۷۷-۱۳۷۶، ۷۸-۱۳۷۷ و ۸۱-۱۳۸۰ از لحاظ تکنولوژیکی با پیشرفت مواجه بوده است و در مقابل طی دوره ۸۲-۱۳۸۱ به لحاظ تکنولوژیکی از پیشرفت بسیار اندکی برخوردار

می‌باشد. همچنین طی دوره‌های ۱۳۶۹ تا ۱۳۷۲ از بالاترین تغییرات کارایی فنی به میزان یک و طی دوره ۷۵-۱۳۷۴ از پایین‌ترین به میزان ۰/۸۱۵ برخوردار بوده است. از نتایج مهم دیگر این تحقیق اینست که مقدار بیشتر از یک در شاخص تورنکوئیست به معنای رشد مثبت TFP در یک دوره (دو سال متوالی) و مقدار کمتر از یک نشان‌دهنده رشد منفی خواهد بود. بنابراین نتایج بیانگر آنست که بخش بازرگانی بجز دو دوره، در سایر دوره‌های تحقیق با رشد منفی بهره‌وری مواجه بوده است که با توجه به مطالعه انجام شده در زمینه بهره‌وری عوامل تولید در بخش بازرگانی که در بخش پیشینه تحقیق این مقاله بدان اشاره شد، می‌توان همخوانی نتایج را به روشنی ملاحظه نمود. به نحوی که در مطالعات پیشین رشد بهره‌وری کل عوامل ۰/۵- درصد محاسبه گردید که با توجه به منفی بودن این رشد، نتایج مطالعه حاضر با مطالعات پیشین مشابه می‌باشد.

همچنین مقایسه رشد بهره‌وری کل عوامل بخش بازرگانی ایران با کشورهای پیشرو نظیر کشورهای عضو OECD نشان می‌دهد که طی دوره ۲۰۰۴-۱۹۹۶ کشورهای استرالیا، کانادا، نروژ، سوئد و آمریکا بترتیب دارای متوسط رشد سالیانه ۱/۲، ۱/۳، ۱/۹، ۱/۵ و ۱/۹ می‌باشند و با مقایسه متوسط رشد ۰/۸ درصد بخش بازرگانی کشور با آن‌ها، عملاً وضعیت این بخش در مقایسه با کشورهای منتخب پیشرو به خوبی مشخص می‌شود.^۱

به هر ترتیب با بررسی روند رشد بهره‌وری کل عوامل در طول زمان و عوامل تأثیرگذار بر آن، می‌توان به برنامه‌ریزی و ارائه راهکارهایی در جهت ارتقای بهره‌وری و تحقق اهداف کمی ذکر شده در قانون برنامه چهارم توسعه اقدام نمود. این مهم با تدوین صحیح استراتژی بهبود بهره‌وری و همچنین ارزیابی مستمر و در نهایت اجرای متناسب آن تحقق می‌یابد. حال با عنایت به توضیحات مذکور و براساس یافته‌های این تحقیق می‌توان، توصیه‌های سیاستی به شرح زیر ارائه نمود:

۱- محاسبه رشد TFP در بخش بازرگانی و نتایج حاصل آن طی دوره مطالعه، همان‌گونه که قبلاً عنوان شد، نتیجه تغییرات در تکنولوژی است و تغییرات کارایی نقش اندکی در این زمینه ایفا نموده است. این امر نشان‌دهنده آن است که

می بایستی در کنار توجه به به ورود تکنولوژی های جدید به این بخش، بر نحوه استفاده از منابع و ظرفیت های موجود در این بخش توجه ویژه ای شود و الزام کلیه فعالین بخش بازرگانی بر لزوم استفاده بهینه از منابع در دسترس ضروری است که به نظر می رسد برای به وجود آوردن این مهم تدوین سند ارتقا بهره وری و کارایی در بخش بازرگانی برای آنکه خطوط راهنما، بایدها و نبایدهای تحقق اهداف ارتقا بهره وری و کارایی را تعیین و مشخص نماید، ضروری خواهد بود.

۲- بخش بازرگانی برای تبدیل شدن به نهادهایی بهره ور محور می بایستی ابتدا ساز و کارهای مربوط به جمع آوری اطلاعات را در سرلوحه فعالیت های خود قرار دهند، زیرا محاسبه و ایجاد ساختار بهبود بهره وری بر پایه اطلاعات صحیح و جامع از فعالین و زیربخش های بازرگانی امکان پذیر خواهد بود. لذا ضرورت ایجاد بانک های اطلاعاتی مناسب در این خصوص جهت پیاده سازی چرخه بهبود بهره وری توصیه می شود.

۳- پس از ایجاد بانک های اطلاعاتی و مشخص شدن شاخص های بهره وری و جمع آوری اطلاعات، یک تکنیک مناسب مانند تحلیل پوششی داده ها می تواند محاسبات مربوط به شاخص های بهره وری را انجام دهد و عوامل موثر در تغییرات بهره وری را معین نماید. لیکن ساخت یک سیستم مکانیزه، که به طور پیوسته با اتصال به سیستم اطلاعاتی وزارت بازرگانی، روند بهره وری بخش بازرگانی را مورد پایش قرار دهد، می تواند در تصمیم گیری و تجدیدنظر در قبال فعالیت های بخش بازرگانی بسیار موثر باشد.

۴- باید دقت کرد که محاسبه بهره وری و عوامل موثر در تغییرات آن، فقط بخشی از چرخه بهبود بهره وری به حساب می آید و نتایج این محاسبات به تنهایی نمی تواند به افزایش بهره وری کمک نماید، بلکه افزایش بهره وری نیازمند یک برنامه ریزی و تهیه نقشه راه برای بهبود بهره وری می باشد. لیکن برای برنامه ریزی در جهت افزایش بهره وری، احتیاج به شناخت بخش از لحاظ پیشینه بهره وری و همچنین عوامل موثر در تغییرات بهره وری در دوره های گذشته می باشد. لذا نتایج

محاسبات مربوط به تغییرات بهره‌وری می‌تواند پایه برنامه‌ریزی صحیح و عملی در افزایش بهره‌وری قرار گیرد و این مهم از طریق طراحی سیستم‌های برنامه‌ریزی استراتژیک میسر خواهد شد.

منابع

- امامی میبدی، علی (۱۳۷۹)؛ *اصول اندازه گیری کارائی و بهره وری*، تهران، انتشارات موسسه مطالعات و پژوهش های بازرگانی.
- بانک مرکزی ج.ا.ا، سالنامه آماری، سال های مختلف.
- عباسیان عزت الله، مهرگان، نادر (۱۳۸۶)؛ «اندازه گیری بهره وری عوامل تولید بخش های اقتصادی کشور به روش تحلیل پوششی داده ها»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، صص ۱۵۳-۱۷۶.
- علیرضایی، محمدرضا، ابوالفضل کشوری و سیده مریم هاشمی (۱۳۸۴)؛ «ارزیابی رشد بهره وری به کمک شاخص مالم کوئیست با رویکرد تحلیل پوششی داده ها»، *مجله بین المللی علوم مهندسی*، صص ۱۴۵-۱۵۴، ۱۶(۲).
- علیرضایی محمدرضا، محسن افشاریان و بیتا آنالویی (۱۳۸۶)؛ «محاسبه رشد بهره وری کل عوامل به کمک مدل های ناپارامتری تحلیل پوششی داده ها؛ با یک مطالعه موردی در صنعت برق»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، صص ۱۷۷-۲۰۶، (۷۸).
- قلی زاده حیدر و ایرج صالح (۱۳۸۴)؛ «بررسی بهره وری کل عوامل تولید در بخش های اقتصاد ایران در دوره ۸۱-۱۳۵۷ (با تاکید بر بخش کشاورزی و نقش سرمایه)»، *فصلنامه علوم کشاورزی ایران*، صص ۱۱۴۱-۱۱۳۱: (۵)۳۶.
- مرادی، محمدعلی (۱۳۸۵)؛ جایگاه بخش بازرگانی در اقتصاد کشور و مستندات برنامه چهارم توسعه، معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی وزارت بازرگانی.
- مرادی، محمدعلی و بیژن صفوی (۱۳۸۵)؛ «رشد بهره وری کل عوامل بخش بازرگانی ایران»، *مجله اقتصاد و تجارت نوین*، شماره سوم.
- معاونت برنامه ریزی و امور اقتصادی وزارت بازرگانی، گزارش بررسی اطلاعات بهره وری در کشور به تفکیک بخش های مختلف اقتصادی و تحلیل بهره وری در بخش بازرگانی، ۱۳۸۵.
- گزارش آمارهای بهره وری، معاونت نظارت راهبردی نهاد ریاست جمهوری، دفتر اقتصاد کلان، ۱۳۸۷.

- A. Aftalion (1911); "*Les Trois Notions de la Productivité et les Revenues*", *Revue d'Economie Politique*. Vol. 25, p. 145-84.
- Aigner, A, Lovell, C. A. K., Schmidt, P. (1977); "Formulation and Estimation of Stochastic Production Function Models" *Journal of Econometrics* 86, pp. 21-37.
- Caves, D, W., Chirstensen, L, R., and Dievert, W., E. (1982); "The Economic Theory of Index Number And The Measurement of Input, Output, and Productivity", *Econometrica*, 50, pp. 1393-1414.
- Charnes, A., Cooper, W. W. and Lewin, A. Y. (1994); *Data Envelopment Analysis: Theory, Methodology and Application*, Kluwer Academic Publishers, Boston, MA.
- Coelli T. J., (1996); Measurement of Total Factor Productivity Growth and Biases in Technological Change in Western Australian Agriculture, *Journal of Applied Econometrics*, Vol. 11, No. 1, pp. 77-91.
- Douglas W. Caves, Laurits R. Christensen and W. Erwin Diewert (1982); "The Economic Theory of Index Numbers and the Measurement of Input, Output, and Productivity", *Econometrica*, Vol. 50, No. 6, pp. 1393-1414.
- Eldon Ball, V., (1985); Output, Input, and Productivity Measurement in U.S. Agriculture, 1948-79, *American Journal of Agricultural Economics*, Vol. 67, No. 3, pp. 475-486.
- 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 Agriculture, August.
- 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.
- Dorfman, R., (1973); "Wassily Leontief's Contribution to Economics", *Journal of Economics*, Vol. 75, No. 4, pp. 430-449.
- Leontief, W., (1936), "Quantitative Input and Output Relations in the Economic System of the United States", *Review of Economics and Statistics* 18, No. 3, 105-25.
- Luke Chan M. W. and Dean C. Mountain., (1983); "*Economies of Scale and the Tornqvist Discrete Measure of Productivity Growth*", *The Review of Economics and Statistics*, Vol. 65, No. 4, pp. 663 -667.
- Malmquist. S, (1953); "*Index Numbers and Indifference Surfaces*", *Trabajos de Estadística*, 4, pp. 209-242.
- 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.
- Solow, R., (1957); "Technical Change and The Aggregate Production

-
- Function", *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-320.
- Tai Y. K., Jeong D. L, Y. H., Park and Boyoung Kim., (1999); International Comparisons of Productivity and its Determinants in the Natural Gas Industry, *Energy Economics*, Volume 21, Issue 3, pp. 273-293.
- Tornqvist. (1936); "*The Bank of Finland's Consumption Price Index*", Bank of Finland Monthly Bulletin, 10, pp.1-8.
- www.oecd.org.