Archive of SID

فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، دوره 6، شماره 1، بهار 1388، صفحات 128- 101

تجزیه‌ی رشد بهره وری کل عوامل تولید در صنعت ایران با استفاده از رهیافت اقتصادسنجی[1]

دکتر نادر دشتی، دکترکاظم یاوری و دکتر مجید صباغ *

تاریخ وصول: 1387/9/30 تاریخ پذیرش: 1388/3/19

چکیده:

بهره وری نقش مهم و موثری در رشد تولید و افزایش رقابت پذیری دارد. از طریق محاسبه و تحلیل شاخص‌های بهره وری عوامل تولید می‌توان میزان عملکرد بخش‌های مختلف اقتصادی را در استفاده از منابع تولیدی بررسی نمود. در این مطالعه، منابع رشد بهره وری کل عوامل تولید در صنعت ایران طی دوره‌ی زمانی 1385-1350 با استفاده از رهیافت اقتصادسنجی مورد بررسی قرار گرفته است. بدین منظور ابتدا یک تابع هزینه‌ی ترانسلوگ به همراه سیستم معادلات سهم هزینه با استفاده از داده‌های جمع‌آوری شده برای دوره‌ی زمانی مورد مطالعه به روش سیستم معادلات به ظاهر نامرتبط (SURE)[2] برآورد گردید. سپس با استفاده از نتایج حاصل از تخمین مدل، رشد بهره وری کل عوامل تولید به دو جزء تغییر تکنولوژی و صرفه‌های مقیاس تجزیه شد. نتایج نشان داد که سهم تغییر تکنولوژی در رشد بهره وری کل، بیشتر از سهم گسترش مقیاس تولید بوده است.

***طبقه بندی JEL*: D24، O33**

واژه‌های کلیدی: *بهره‌وری کل عوامل تولید، تغییر تکنولوژی، تابع ترانسلوگ، صنعت*

---

[1] این مقاله برگرفته از رساله دکتری علوم اقتصادی نادر دشتی تحت عنوان "تخمین و تحلیل تغییر تکنولوژی در صنعت ایران" می باشد که به راهنمایی جناب آقای دکتر کاظم یاوری و حمایت مرکز تحقیقات سیاست علمی کشور انجام شده است.

* به ترتیب، دانش آموخته دکتری اقتصاد و دانشیاران گروه اقتصاد دانشگاه تربیت مدرس
(dashti_n@yahoo.com)

[2] Seemingly Unrelated Regression Equations

www.SID.ir

Archive of SID

1- مقدمه

بخش صنعت اهمیت ویژه‌ای در اقتصاد ایران دارد. این بخش یکی از تواناترین بخش‌های اقتصاد کشور بوده و تامین کننده‌ی بیش از 40 درصد تولید ناخالص داخلی، 30 درصد اشتغال و 35 درصد صادرات غیر نفتی می باشد (مرکز آمار ایران، 1388). از این‌رو می توان گفت توسعه‌ی بخش صنعتی، پیش شرط و نیاز ضروری توسعه‌ی اقتصادی کشور می باشد و تا زمانی که موانع توسعه در این بخش برطرف نشود سایر بخش‌ها نیز به رشد و توسعه دست نخواهند یافت.

توسعه‌ی بخش صنعتی، مستلزم افزایش تولید در آن بخش است. بنا بر تئوری‌های تولید، رشد تولید از دو طریق تحقق می یابد. در روش اول، افزایش تولید با به کارگیری عوامل تولیدی بیشتر با ثابت بودن تکنولوژی حاصل می شود. در طریق دوم، سهم اصلی و عمده در افزایش تولید با به کارگیری روش‌های پیشرفته و کارآمد تولید با بهره وری بالا تامین می شود (سلامی، 1376).

در ایران محدودیت سرمایه به عنوان یکی از عوامل اصلی تولید در بخش صنعت، افزایش تولید از طریق اول را در درازمدت محدود می سازد؛ لذا توجه به روش دوم، یعنی بالا بردن بهره‌وری عوامل تولید، ضرورتی اجتناب ناپذیر برای افزایش عرضه‌ی محصولات است.

اقتصاددانان برای بهره وری و نقش آن در توسعه اهمیت زیادی قائل هستند. تاکید در این مورد به حدی است که برخی از آنها پدیده توسعه نیافتگی را مولود پایین بودن بهره وری می دانند. در شرایط کنونی بهره‌وری بالاتر و استفاده از امکانات موجود عملاً از یک انتخاب بالاتر رفته و به یک ضرورت تبدیل گردیده است. بررسی مولفه های رشد اقتصادی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه پیشرو نشان می دهد که سهم افزایش بهره وری عوامل تولید از سهم افزایش میزان سرمایه گذاری پیشی گرفته است. می توان گفت که امروزه بهره وری به ثروت ملل تبدیل گردیده است و ارتقای مستمر آن به عنوان شرط بقای نظام ها شناخته شده است (امامی میبدی، 1384).

بدین ترتیب اندازه گیری و تجزیه و تحلیل دقیق بهره‌وری ضروری بوده و در سالهای اخیر مورد توجه پژوهشگران مختلف قرار گرفته است. بنابراین هدف این مقاله اندازه‌گیری رشد بهره‌وری کل و تجزیه‌ی آن در بخش صنعت کشور

www.SID.ir

Archive of SID

می‌باشد. تا بر اساس آن بتوان تاثیر سیاست‌های قبلی و در صورت لزوم، اتخاذ سیاست‌های مناسب را در بخش صنعت مشخص کرد.

در مقاله‌ی حاضر، ابتدا مفهوم بهره‌وری و انواع آن بیان شده است. سپس پیشینه‌ی تحقیق و مطالعات انجام شده، مرور شده است. در ادامه به معرفی الگو و داده‌ها و بررسی نتایج پرداخته شده و نهایتاً جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه شده است.

2- مفهوم بهره‌وری

عبارت بهره‌وری در ادبیات اقتصادی معنی گوناگونی دارد. زیرا علی رغم کاربرد وسیع آن، شاید هنوز بسیاری از کسانی که در حرکت بهره‌وری نقش اساسی دارند استنباط روشنی از آن نداشته باشند.

واژه‌ی بهره‌وری در لغت به معنای «قدرت تولید، باروری و مولد بودن است». ساده‌ترین تعریف از بهره‌وری آن را «نسبت مقدار معینی محصول و مقدار معینی از یک یا چند عامل تولید» می‌داند. این معیار بازگو کننده‌ی نحوه‌ی استفاده از منابع و عوامل تولیدی در یک برهه از زمان می‌باشد و آثار سه‌گانه تغییر تکنولوژی، تغییر مقیاس و تغییر در راندمان استفاده از نهاده‌ها را در بر می‌گیرد (امیر تیموری و خلیلیان، 1386). در این مفهوم، بهره‌وری شاخص استفاده مؤر، مفید و کارا از منابع مختلف تولید است (طاهری، 1380). بهره‌وری بالاتر به مفهوم تولید کالای بیشتر با همان مقدار منابع، یا دستیابی به محصول بیشتر از نظر حجم و کیفیت با همان مقدار نهاده است (پروپنکو، 1372). به طور کلی بهره‌وری تنها یک رابطه‌ی ساده نیست؛ بلکه مجموعه‌ای از روش‌ها برای رسیدن به یک استاندارد بالای زندگی است. مفهوم بهره‌وری در سیستم‌های مختلف اقتصادی و یا سیاسی تفاوت نمی‌کند و به قول ژان فوراستیه مفهوم بهره‌وری رنگ سیاسی و وطن خاصی ندارد و مللی که از لحاظ ایدئولوژی اجتماعی کاملاً مخالف یکدیگرند آن را به یک اندازه پذیرفته‌اند.

3- انواع بهره‌وری

به طور کلی دو نوع بهره‌وری وجود دارد (امامی میبدی، 1384):

1- بهره‌وری جزئی که با توجه به تک تک عوامل تولید بیان می‌شود.

www.SID.ir

Archive of SID

2- بهره وری کل که با توجه به مجموع عوامل تولید مشخص می گردد.

3-1- بهره وری جزئی

بهره وری جزئی (PP)[3] یا بهره‌وری عامل مشخص تولید (FSP)[4] برای هر یک از عوامل تولید، توسط نسبت تولید به عامل تولید مورد نظر محاسبه می‌شود. با استفاده از تعریف تابع تولید کل یعنی $Q = f(x,t)$ که در آن x یک بردار $n\times 1$ از نهاده‌ها و t سطح تکنولوژی است، بهره‌وری عامل تولید i به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$FSP_i = \frac{Q}{X_i} = \frac{1}{X_i} f(X_1, X_2, ..., X_n) \qquad (1)$$

از دیدگاه اقتصاد تولید، اگر این نسبت به صورت نسبت ارزش ستانده به یکی از نهاده‌ها ارائه شود، بهره‌وری متوسط یا تولید متوسط عامل گفته می‌شود و اگر این نسبت به صورت تغییرات ستانده به تغییرات یک نهاده بیان شود، بهره‌وری نهایی یا تولید نهایی عامل نامیده می‌شود. افزایشی در یک نسبت در طول زمان نشان می‌دهد که بهره‌وری افزایش یافته، یا در مصرف عامل صرفه‌جویی شده است و بر عکس، کاهشی در یک نسبت در طول زمان نشان‌دهنده‌ی کاهش بهره‌وری یا کاربرد بیشتر عامل تولید می‌باشد. بهره‌وری نیروی کار، بهره‌وری سرمایه، بهره‌وری انرژی و بهره‌وری مواد واسطه، مثال‌هایی رایج از بهره‌وری جزئی در بخش صنعت می‌باشد.

3-2- بهره وری کل عوامل تولید[5]

تحلیل شاخص‌های بهره‌وری جزئی به تنهایی، می‌تواند گمراه کننده باشد. زیرا افزایشی در یک نسبت، ممکن است واقعاً نتیجه افزایش بهره‌وری نباشد؛ بلکه در اصل ممکن است ناشی از افزایش کاربرد نهاده دیگر باشد. بنابراین بهره‌وری افزایش یافته نیروی کار، ممکن است در حقیقت نتیجه افزایش سرمایه یا افزایش نسبت $\frac{K}{L}$ باشد. از طرف دیگر شاخص‌های بهره‌وری جزئی عموماً شاخص‌های اریبی از پیشرفت فنی هستند؛ زیرا اثر جایگزینی عوامل را توام با آثار پیشرفت‌های

[3] Partial Productivity
[4] Factor Specific Productivity
[5] Total Factor Productivity

www.SID.ir

Archive of SID

فنون تولید به صورت یکجا در نظر می‌گیرند. اقتصاددانان در جستجوی عوامل راهبردی در توسعه‌ی اقتصادی تلاش نموده‌اند که آثار تغییرات فنی را جدا از آثار جایگزینی عوامل ارزیابی کنند که از تلاش‌های آنها شاخص بهره‌وری کل عوامل بوجود آمده است. از این رو شاخص‌های بهره‌وری کل به واسطه‌ی لحاظ داشتن اثرات متقابل و جایگزینی بین عوامل تولید از درجه‌ی اطمینان بیشتری نسبت به شاخصهای بهره‌وری جزئی برخوردارند.

بهره‌وری کل از نسبت تولید به ترکیب وزنی عوامل محاسبه می‌شود. در نتیجه رشد بهره‌وری کل، رشد اضافی تولید علاوه بر رشد ترکیب وزنی عوامل تولید می‌باشد.

4- روش‌های اندازه‌گیری شاخص‌های بهره‌وری

در حال حاضر برای اندازه‌گیری بهره‌وری از دو روش اصلی استفاده می‌شود که عبارتند از:

الف- روش غیر پارامتری

ب- روش پارامتری (اقتصادسنجی)

در روش غیر پارامتری، شاخص بهره‌وری با استفاده از برنامه‌ریزی ریاضی و یا محاسبه‌ی اعداد شاخص تعیین می‌شود. در این میان، روش اعداد شاخص نسبت به روش‌های دیگر مستقیم‌تر و به اصطلاح آماری‌تر محسوب می‌شود. این روش یکی از روش‌های عمده‌ی متداول و کاربردی تعیین بهره‌وری است و به همین علت، روش برگزیده‌ی موسسات آماری تولیدکننده‌ی آمارهای رسمی محسوب می‌گردد. البته کیفیت نتایج کار در این روش، منوط به کم و کیف اطلاعات اولیه مورد نیاز می‌باشد (خاوری‌نژاد، 1384). در روش اقتصاد سنجی، محاسبه‌ی بهره‌وری از طریق برآورد یک تابع تولید یا دوگان آن یعنی تابع هزینه صورت می‌گیرد.

www.SID.ir

Archive of SID

5- مروری بر تحقیقات انجام شده

در چند دهه‌ی گذشته، مطالعات متعددی در زمینه بهره‌وری انجام گرفته است. از جمله این مطالعات، تحقیق کندریک و کرایمر[6] در سال 1965 مبتنی بر نسبت ستاده به نهاده است. در این مطالعه به کمک شاخص‌های بهره‌وری جزئی و بهره‌وری کل، عملکرد بنگاه مورد بررسی قرار گرفته است. کریک و هریس[7] نیز در سال 1973 با ارزش گذاری مقادیر فیزیکی ستانده‌ها و نهاده‌ها بر اساس قیمت‌های سال پایه، مدلی را برای اندازه‌گیری بهره‌وری معرفی کرده‌اند. تاکید اصلی این مدل، بر بهره‌ی کل است؛ اما بهره‌وری جزئی را نیز در نظر دارد (خاکی، 1376).

سامنت[8] در سال 1979 مدل دیگری را برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل ارائه نمود که در آن، اثر نهاده‌ها بر سطح محصول اندازه‌گیری می‌شود. همچنین مدل‌های دیگری برای اندازه‌گیری بهره‌وری ارائه شده است که از جمله آنها می‌توان به مدل هیتس، مدل ماندل، مدل تیلور و مدل دیویس اشاره نمود (زراء نژاد و قنادی، 1384).

فار و دیگران[9] (1994) رشد بهره‌وری را در 17 کشور عضو *OECD* طی سال‌های 88-1979 محاسبه کردند. نتایج نشان داد رشد بهره‌وری در آمریکا بیشتر از سایر کشورها می‌باشد که علت آن پیشرفت تغییرات فناوری بوده است.

ایدسون و والتر[10] (1999) بهره‌وری نیروی کار را در صنایع کوچک و بزرگ فلزات فابریکی، ماشین‌آلات، برق ، تجهیزات حمل و نقل و ابزارآلات با استفاده از روش تابع تولید مورد محاسبه و مقایسه قرار داده و نتیجه‌گیری می‌کنند نیروی کار صنایع بزرگ به علت استفاده از تکنولوژی، تجهیزات و سازماندهی پیشرفته، دارای بهره‌وری بیشتری نسبت به صنایع کوچک است.

کانت و نائوتی‌یال[11] (1997) ساختار تولید، جانشینی عوامل، تغییر تکنولوژی و بهره‌وری کل عوامل در صنعت کشتی‌سازی کانادا را با بهره‌گیری از تئوری دوگان تولید و هزینه‌ی مورد مطالعه قرار داده‌اند. مطابق نتایج به دست آمده ساختار تولید همگن است؛ اما کشش جانشین برابر واحد نمی‌باشد. در ضمن نرخ تغییر

[6] Kenderik and Krimer
[7] Kerik and Heris
[8] Sament
[9] Fare
[10] Idson and Walter
[11] Kant and Nautiyal

www.SID.ir

Archive of SID

تکنولوژی در طی دوره‌ی سی ساله مورد مطالعه منفی بوده است و تکنولوژی موردنظر کار و سرمایه‌اندوز و انرژی و موادبر بوده است.

شوماخر و ساتایه[12] (1998) به بررسی بهره‌وری و کارایی انرژی در صنعت سیمان هند پرداخته و نتیجه گرفته‌اند که طی دوره‌ی 1993-1973 بهره‌وری کل عوامل تولید به اندازه 8 درصد افزایش یافته است، به طوری‌که شاخص ترانسلوگ نشان می‌دهد. محاسبه‌ی شاخص‌های سولو و کندریک، نتیجه مذکور را تأیید کرده است. به نظر آنها افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید، بدنبال آزادسازی صنعت سیمان در سال 1982 حاصل گردیده است. همچنین تحلیل اقتصادسنجی نشان داده است که بهبود فنی در صنعت سیمان هند، سبب استفاده بیشتر از انرژی و سرمایه شده، در حالی که در مصرف مواد و نیروی کار صرفه‌جویی شده است

هیونبا و ندیری[13] (2008) منابع رشد بهره وری را در صنعت کامپیوتر آمریکا بررسی نموده اند. نتایج نشان داده است که رشد بهره وری کل عوامل تولید، ناشی از نوآوری‌های فنی و صرفه های ناشی از افزایش مقیاس بوده است.

در ایران نیز مطالعات متعددی در زمینه بهره وری انجام شده است. یکی از این مطالعات بررسی بهره وری صنایع طی سال‌های 64- 1346 می باشد که توسط آذربایجانی در سال 1368 انجام گرفته است. او در این مطالعه با استفاده از تابع کاب- داگلاس، شاخص‌های بهره وری کل را در صنایع ایران اندازه گیری کرده است. نتایج حاکی از آن است که صنایع ماشین آلات، ابزار و محصولات فابریکی، صنایع فلزات اساسی و صنایع شیمیایی در مقایسه با دیگر گروه‌های صنعتی از بهره وری بیشتری برخوردار بوده اند.

جمشیدیان و شهشهانی (1380) عوامل موثر بر تغییرات بهره وری در صنعت نساجی کشور را مورد تحلیل قرار داده اند. نتایج نشان می دهد عوامل نرم افزاری علت اصلی تغییرات بهره وری در این صنعت بوده است.

قلی زاده و صالح (1384) با اندازه گیری و تحلیل بهره وری کل عوامل تولید در بخش های مختلف اقتصاد ایران (با تاکید بر بخش کشاورزی و نقش سرمایه) به این نتیجه رسیده اند که در بخش کشاورزی، علیرغم عدم تغییر کارایی تکنولوژیکی و مقیاس، بهره وری عوامل تولید به دلیل کارایی مدیریتی افزایش یافته است.

[12] Schumacher and Sathaye
[13] Hyunbae and Nadiri

www.SID.ir

Archive of SID

مولایی (1384) به مقایسه‌ی بهره‌وری گروه‌های مختلف صنعتی کوچک و بزرگ ایران پرداخته است. نتایج پژوهش حاکی از آن است که بهره وری کل، متوسط و نهایی کل صنایع کوچک کمتر از کل صنایع بزرگ است. اما برخی از گروه‌های صنایع کوچک نسبت به صنایع بزرگ دارای بهره‌وری بیشتری است.

امیرتیموری و خلیلیان (1386) با استفاده از تخمین تابع تولید کشاورزی، رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را در بخش کشاورزی ایران محاسبه نموده‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی کشور در دوره‌ی مورد بررسی، نوسان‌های زیادی داشته و میانگین آن برابر 2/5 درصد بوده است.

طیبی و دیگران (1387) تأثیر صادرات صنعتی و سرمایه‌ی انسانی بر بهره‌وری عوامل تولید و رشد اقتصادی در کشورهای عضو *OIC* را بررسی کردند.

6- روش تحقیق

در این تحقیق به منظور محاسبه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و تجزیه آن از روش پارامتری (اقتصادسنجی) استفاده می‌گردد. همان‌طور که اشاره گردید در این روش برای اندازه‌گیری بهره‌وری از برآورد تابع تولید یا هزینه استفاده می‌شود. برآورد مستقیم تابع تولید زمانی مناسب است که مقدار محصول به شکل درونزا مشخص شود؛ در حالیکه برای مقدار برونزای تولید، تابع هزینه ترجیح داده می‌شود (کانت و نائوتی یال، 1997). تئوری دوگان این امکان را فراهم می‌سازد که تمامی اطلاعات مربوط به مقیاس و تقاضای نهاده‌ها به سهولت قابل محاسبه باشند (شرافت، 1375).

به منظور برآورد شکل تابعی مناسب از میان شکل‌های تابعی موجود، با توجه به مزایای توابع انعطاف‌پذیر، شکل تابعی ترانسلوگ به استناد کاربرد وسیع آن در مطالعات مشابه و همچنین به لحاظ ویژگی‌های نظری و آماری از جمله امکان استخراج راحت‌تر توابع تقاضای عوامل تولید، می‌تواند شکل مناسب تابع هزینه برای مطالعه‌ی حاضر در نظر گرفته شود (امینی، 1379).

شکل عمومی تابع هزینه با در نظر گرفتن متغیر روند زمان T به صورت زیر است (رسموسن،[14] 2000).

[14] Rasmussen

www.SID.ir

$$C = f(P_l , P_k , P_e , P_m , Q , T) \quad (2)$$

که در آن Pl ، Pk ، Pe و Pm به ترتیب قیمت‌های نیروی کار، سرمایه، انرژی و مواد، Q مقدار تولید، C هزینه و T متغیر روند زمانی می باشد.

بنابراین تابع هزینه‌ی ترانسلوگ به صورت زیر نوشته می شود:

$$\begin{aligned} LnC = v &+ \sum_i a_i LnP_i + a_q \ln Q + \frac{1}{2}\sum_i\sum_j b_{ij} LnP_i LnP_j \\ &+ \sum_i b_{iq} LnQ \ln P_i + \frac{1}{2} b_q (\ln Q)^2 + b_t T + \frac{1}{2} b_{tt} (T)^2 \\ &+ \sum_i b_{ti} (\ln p_i) T + b_{qt} (\ln Q) T \\ & \qquad i, j = k, l, e, m \end{aligned} \quad (3)$$

مشتق جزئی تابع ترانسلوگ نسبت به قیمت نهاده‌ی i ام، تابع تقاضای سهم نهاده i ام را وقتی قیمت نهاده‌های تولید داده شده است ارائه می‌کند. بنابراین:

$$\frac{\partial \boldsymbol{lnC}}{\partial \boldsymbol{ln\, P_i}} = \frac{\partial c}{\partial P_i}\frac{P_i}{C} = \frac{x_i P_i}{C} = s_i \quad (4)$$

$$S_i = a_i + \sum_j b_{ij} \ln P_j + b_{iq} \ln Q + b_{ti} T \quad (5)$$

در رابطه‌ی فوق، $\boldsymbol{C = \sum P_i x_i}$ و S_i سهم هزینه‌ی نهاده‌ی i ام است.

از آنجایی‌که جمع سهم هزینه‌ها برای هر مشاهده برابر یک است، سیستم معادلات تقاضای سهم نهاده‌ها، باید قیدهای زیر را در مورد پارامترهای مدل تامین نماید:

$$\sum_j a_i = 1 \quad , \sum_j b_{ij} = 0 \quad (6)$$

در عین حال برای آنکه سیستم معادلات تقاضای سهم نهاده‌ها خصوصیات مربوط به نظریه‌ی تولید نئوکلاسیک را ارضاء کند (تابع هزینه‌ی همگن از درجه‌ی یک نسبت به قیمت‌ها)، باید قیدهای زیر بر روی پارامترها صادق باشد:

$$\sum b_{ij} = 0 \quad , \sum b_{iq} = 0 \quad (7)$$

به علاوه شرط تقارن

$$b_{ij} = b_{ji} \quad (8)$$

www.SID.ir

Archive of SID

با توجه به معادله‌ی سهم هزینه، تغییرات آنرا می‌توان بـه صـورت زیـر نـشان داد:

$$\Delta S_i = \sum_j b_{ij} \Delta \ln P_j + b_{iq} \Delta \ln Q + b_{ti} \Delta T \qquad (9)$$

برای یـک دوره‌ی زمـانی ناپیوسـته، تغییـر در سـهم هزینـه‌ی عوامـل تولیـد نتیجه‌ی تغییرات قیمت عوامل، تغییر مقدار تولید و تغییر در تکنولـوژی مـی باشـد. تمایل و جهت تغییر تکنولوژی با ثابت بودن قیمت نسبی عوامل، به وسیله‌ی تغییـر در سهم اندازه گیری می شود. با استفاده از برآورد پارامترهای تابع هزینه مـی تـوان رابطه‌ی تغییر تکنولوژی را به صورت زیر به دست آورد (کانت و نـائوتی یـال، 1997 و دیتا و کریستوفرسن،[15] 2004).

$$\overset{\circ}{C} = \frac{\partial \ln c}{\partial T} = b_t + b_{tt} T + \sum b_{ti} \ln P_i + b_{qt} \ln Q \qquad (10)$$

با توجه به رابطـه‌ی (10) تغییـرات تکنولـوژی بـه سـه مولفـه قابـل تفکیـک می‌باشد:

1- تغییر فنی خالص $b_t + b_{tt} T$

2- تغییر فنی غیرخنثی $\Sigma b_{ti} \ln P_i$

3- تغییر فنی ناشی ازگسترش مقیاس $b_{qt} \ln Q$

مولفه‌ی اول نشان می‌دهد که تغییر تکنولوژی خالص، هیچ ارتباط مشخصی با عوامل تولید و میزان تولید و قیمت عوامل ندارد. در یک تابع به عنوان جزء ثابت یا عرض از مبدا در نظر گرفته می‌شود و افزایش یا کاهش آن تنها باعث انتقال تابع هزینه به سمت پایین و بالا می‌شود. زمانی‌که این مولفه منفی باشد بیانگر این است که تابع هزینه به سمت پایین انتقال می‌یابد و بیانگر تحولات مثبت تکنولوژیکی است.

مولفه‌ی دوم نشان می‌دهد که عوامل تولید چه تاثیر متقابلی در طول زمان روی یکدیگر دارند. به عبارتی دیگر، تحولات تکنولوژیکی در طول زمان چه تاثیری روی عوامل داشته است. آیا موجب جایگزینی عوامل یا منجر به صرفه جویی در عوامل شده است؟ تغییر این مولفه موجب تغییر شیب منحنی هزینه می‌شود.

مولفه‌ی سوم نشان می‌دهد که تحولات فنی بر روی ظرفیت بنگاه چه تأثیری داشته است. واضح است که تحولات فنی گسترش مقیاس تولید، موجب بهره‌گیری

[15] Data and Christoffersen

www.SID.ir

Archive of SID

از صرفه‌های اقتصادی ناشی از افزایش تولید شده و هزینه را کاهش می‌دهد و در نتیجه باعث شیفت تابع هزینه می‌شود.

در تابع هزینه‌ی دوگان، بازده به مقیاس (کشش مقیاس) توسط رابطه‌ی زیر تعیین می‌شود:

$$E=\left[\frac{\partial \ln C}{\partial \ln Q}\right]^{-1}=\left(a_q+b_q \ln Q+\sum_i b_{iq}\ln P_i+b_{qt}T\right)^{-1} \qquad (11)$$

عبارت داخل کروشه، کشش هزینه را نسبت به میزان ستاده نشان می‌دهد. اگر افزایش میزان ستاده به طور متناسب، بیشتر از افزایش کلیه‌ی نهاده‌ها باشد، افزایش هزینه به طور متناسب، کمتر از افزایش ستاده خواهد بود و در این حالت E بزرگتر از یک خواهد بود؛ بنابراین ساختار تولید دارای خصوصیت بازده به مقیاس افزایشی است. در حالت عکس نیز ساختار تولید بیانگر خصوصیت بازده به مقیاس نزولی می‌باشد.

همچنین با محاسبه‌ی سهم هرکدام از نهاده‌ها با استفاده از پارامترهای تابع هزینه‌ی برآورد شده، می‌توان کشش جانشینی جزئی آلن (s_{ij}) و کشش‌های خودقیمتی و متقاطع (h_{ij}) را برای نهاده‌ها محاسبه کرد. کشش‌های جزئی جانشینی به صورت زیر محاسبه می‌شوند:

$$s_{ij}=\frac{1}{S_i S_j}b_{ij}+1 \qquad i\neq j \qquad (12)$$

$$s_{ii}=\frac{1}{S_i^2}(b_{ii}-S_i^2-S_i) \qquad (13)$$

در روابط فوق S_i و S_j به ترتیب نشانگر سهم هزینه‌ی نهاده‌های i و j می‌باشند. کشش متقاطع تقاضای نهاده‌ها نیز با توجه به معادلات سهم از رابطه‌ی زیر به دست می‌آید:

$$h_{ij}=\frac{b_{ij}}{S_i}+S_j \qquad i\neq j \qquad (14)$$

$$h_{ij}=\frac{b_{ii}}{S_i}+S_i-1 \qquad (15)$$

www.SID.ir

Archive of SID

در هر حال با داشتن آمار و اطلاعات مورد نیاز می‌توان نسبت به تخمین سیستم توابع هزینه اقدام نمود. هر چند که پارامترهای تابع هزینه‌ی اصلی (رابطه‌ی 3) با روش *OLS* قابل برآورد است، اما معادلات سهم هزینه را شامل نمی‌شود. یک روش جایگزین برای تخمین عبارت از برآورد معادلات سهم هزینه به عنوان سیستم رگرسیون چند متغیره می‌باشد. باوجود این، این رهیافت، پارامترهای مربوط به ستاده و تکنولوژی و اثر متقابل بین آنها را که صرفاً در تابع هزینه وجود دارند در نظر نمی‌گیرد. لذا در چنین موردی بهترین روش، برآورد همزمان تابع هزینه و معادلات سهم هزینه به منزله‌ی یک سیستم رگرسیون چند متغیره می‌باشد. وارد کردن معادلات سهم عوامل سبب نیز کاراتر شدن پارامترهای برآوردی می‌شود. بدین ترتیب در عمل از روش برآورد معادلات به ظاهر نامرتبط[16] (*SURE*) استفاده می‌گردد (باتاجی و ریچ[17]، 2005). با توجه به اینکه در سیستم هزینه مجموع سهم هزینه‌ها برابر یک می‌باشد می‌توان با حذف یکی از معادلات سهم هزینه نسبت به برآورد ضرایب اقدام کرد. بعداً می‌توان ضرایب معادله‌ی حذف شده را از روی ضرایب بقیه‌ی معادلات به دست آورد (کانت و نائوتی یال، 1997). در نهایت مطابق روابطی که در بهره‌وری کل عوامل تولید ارائه گردید می‌توان رشد بهره‌وری را اندازه‌گیری نمود. در این مطالعه، معادله‌ی سهم هزینه‌ی انرژی حذف می شود.

7- تغییر تکنولوژی و رشد بهره‌وری کل

از لحاظ تئوری، پیشرفت تکنولوژی به صورت تغییر مکان تابع تولید به سمت بالا با فرض عدم تغییر در مجموعه عوامل تولید و همین طور تغییر مکان تابع هزینه به سمت پایین با فرض ثابت بودن سطح تولید و قیمت نهاده‌ها تعریف می‌شود. بدین ترتیب به واسطه‌ی تغییر موقعیت تابع تولید، تولید متوسط و بهره‌وری عوامل تولید نیز تغییر پیدا می‌کند. از این رو بهبود در تکنولوژی تولید یکی از عوامل و منابع اصلی تغییر بهره‌وری در واحدهای تولیدی محسوب می‌شود.

به طور کلی تغییر در بهره‌وری کل عوامل (رشد بهره‌وری) شامل اثرات تغییر در مقیاس تولید، تغییر راندمان (کارایی) تولید و تغییر تکنولوژی می‌باشد. این

[16] Seemingly Unrelated Regression Equations
[17] Baltagi and Rich

www.SID.ir

Archive of SID

بدین معنی است که چنانچه مقیاس تولید در طول زمان ثابت بماند و یا در بین واحدهای تولیدی در یک زمان یکسان باشد و هم چنین عدم کارایی در تولید وجود نداشته باشد و یا لااقل میزان عدم کارایی در طول زمان ثابت بماند، آنگاه رشد بهره‌وری کل عوامل تولید به عنوان معیار تغییر تکنولوژی در نظر گرفته می‌شود (سلامی،1376).

به باور کانت و نائوتی یال (1997)، نرخ رشد بهره‌وری به صورت باقیمانده‌ی تفاوت بین نرخ رشد محصول جمعی و نهاده جمعی تعریف می‌شود. این باقیمانده به دو صورت تعبیر می‌شود؛ نخست، بهره‌وری کل به پیشرفت فنی که باعث انتقال تابع تولید می‌شود مربوط می‌گردد. با داشتن یک تابع تولید و تحت دو فرض بازده‌ی ثابت نسبت به مقیاس و بازارهای رقابت کامل نهاده و ستاده، تغییر تکنولوژی و بهره وری یکسان خواهد بود. دوم، تغییر تکنولوژی می‌تواند به مواردی مانند مقیاس، جانشینی عوامل، تحقیق و توسعه و کارایی مدیریتی ربط داده شود. دنی و دیگران[18] (1981) با لحاظ هر دو رهیافت، رشد *TFP* را به اثرات مقیاس و نرخ تغییر تکنولوژی تفکیک کردند:

$$\overset{\circ}{TFP} = -\overset{\circ}{T} + (1 - E_{CQ})\overset{\circ}{Q} \qquad (16)$$

در سمت راست این رابطه، جزء اول، نشان دهنده‌ی اثر تغییر تکنولوژی و جزء دوم، نشانگر اثر مقیاس می‌باشد. در حالتی که بازده به مقیاس ثابت باشد، کشش هزینه برابر یک بوده و لذا رشد *TFP* معادل نرخ تغییر تکنولوژی خواهد بود. از این رو، هنگامی که اثر مقیاس وجود داشته باشد رشد *TFP* با رشد تغییر تکنولوژی، یکسان نخواهد بود.

8- منابع داده‌ها و ساختار متغیرها

داده‌های به کار رفته در این مطالعه از کتاب آمار کارگاه‌های صنعتی ایران، برای سال‌های 1385-1350 به دست آمده‌اند. تمامی شاخص‌های بهره‌وری بر حسب معیار ارزشی (ارزش تولید) اندازه‌گیری شده‌اند. در ضمن همه‌ی داده‌های مورد استفاده در تحقیق بر حسب قیمت واقعی می‌باشد که برای تبدیل داده‌های اسمی به حقیقی، از شاخص بهای عمده‌فروشی کالاها در ایران استفاده شده و سال 1376

[18] Denny

www.SID.ir

Archive of SID

به عنوان سال پایه انتخاب گردیده است. از این‌رو در این تحقیق، کلیه داده‌هایی که به صورت ارزشی هستند به قیمت ثابت سال 1376 بوده و نرخ رشدهای محاسبه شده، نشان‌دهنده‌ی نرخ رشد واقعی در صنعت مورد مطالعه می‌باشند. ارزش تولید، مجموع ارزش کالاهای تولید شده، ارزش ضایعات قابل فروش و تغییرات ارزش موجودی کالاهای در جریان ساخت می‌باشد. برای محاسبه‌ی موجودی سرمایه، از روش موجودی‌گیری دائمی[19] (PIM) استفاده شده است. این روش به پیشنهاد سازمان ملل متحد، در بیشتر کشورها مورد استفاده قرار می‌گیرد (رحمانی و حیاتی، 1386). هزینه‌ی سرمایه، به صورت هزینه‌ی کاربرد سرمایه، ضربدر موجودی سرمایه محاسبه می‌شود. به منظور محاسبه‌ی هزینه‌ی کاربرد سرمایه، رابطه‌ی $Puk = (r+P)Pi$ به کار برده شده است که r نرخ بهره‌ی بلندمدت است و P نرخ استهلاک سرمایه می‌باشد که این نرخ برای صنعت از طریق نظرخواهی از کارشناسان وزارت صنایع و معادن و سازمان مدیریت و برنامه‌ریزی کشور، فرض شده در هر سال 5/5% می‌باشد و Pi شاخص تعدیل کننده‌ی قیمت سرمایه‌گذاری می‌باشد.

هزینه‌ی کل، مجموع هزینه‌ی سرمایه، نیروی کار، انرژی و مواد می‌باشد. برای عامل نیروی کار (شامل کارگران ساده و ماهر، تکنسین‌ها، مهندسین و شاغلان غیر تولیدی) تعداد افرادی که استخدام شده و دستمزدی که به عنوان حقوق و مزایا به آنها پرداخت شده است، جهت تخمین مدل به کار رفته‌اند. قیمت نیروی کار به صورت نسبت کل حقوق و دستمزد پرداختی به نیروی کار، تقسیم بر تعداد نیروی کار به دست آمده است. هزینه‌ی سوخت، مجموع هزینه‌ی همه نوع سوخت به کار رفته در تولید (شامل بنزین، گازوئیل، نفت کوره، نفت سفید، گاز مایع و گاز طبیعی) می‌باشد. هزینه‌ی انرژی، از مجموع هزینه‌ی سوخت و هزینه‌ی برق به دست آمده است. قیمت انرژی از طریق محاسبه‌ی میانگین وزنی قیمت سوخت و قیمت برق تعیین شده است. برای به دست آوردن قیمت سوخت، میانگین وزنی قیمت چهار سوخت عمده در صنعت (شامل بنزین، گازوئیل، گاز طبیعی و نفت کوره) محاسبه گردیده است. سهم هزینه‌ی سرمایه، نیروی کار، انرژی و مواد از طریق تقسیم هزینه‌ی متناظر به هزینه‌ی کل به دست آمده است.

[19] Perpetual Inventory Method

www.SID.ir

Archive of SID

9- بررسی ساکن بودن متغیرها و جملات باقیمانده

برای استفاده از داده‌های سری زمانی در تخمین مدل، ابتدا باید از ثابت‌بودن واریانس، کواریانس و میانگین داده‌ها در طول زمان اطمینان حاصل کرد؛ در غیر این صورت، آماره‌های F و t معتبر نبوده و مدل تخمین‌زده‌شده نیز قابلیت استناد ندارد (گجراتی، 1378 و بیدرام، 1381).

نتایج حاصل از آزمون دیکی فولر تصحیح‌شده (ADF) حاکی از آن است که تمامی متغیرهای مورد نظر از ریشه‌ی واحد بوده است. بنابراین پس از یک بار تفاضل‌گیری، ساکن شده است. همچنین آزمون مذکور برای جملات باقیمانده‌ی معادلات نشان‌دهنده‌ی ساکن بودن آنهاست. لذا می‌توان گفت که بحث رگرسیون کاذب منتفی بوده و نتایج حاصل از برآورد قابل اعتمادند.

جدول 1: نتایج بررسی ساکن بودن متغیرهای تفاضل مرتبه‌ی اول

نام متغیر	آماره ADF	مقادیر بحرانی مک‌کینون		
		% 10	% 5	% 1
D(LC)	-4/856	-2/614	-2/951	-3/639
D(LPL)	-3/912	-2/614	-2/951	-3/639
D(LPK)	-3/896	-2/614	-2/951	-3/639
D(LPE)	-6/633	-2/614	-2/951	-3/639
D(LPM)	-5/845	-2/614	-2/951	-3/639
D(ML)	-3/104	-2/614	-2/951	-3/639
D(MK)	-5/066	-2/614	-2/951	-3/639
D(ME)	-6/360	-2/614	-2/951	-3/639
D(MM)	-3/140	-2/614	-2/951	-3/639
D(LQ)	-5/260	-2/614	-2/951	-3/639

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 2: نتایج بررسی ساکن بودن جملات باقیمانده

نام متغیر	آماره ADF	مقادیر بحرانی مک‌کینون		
		% 10	% 5	% 1
RESID 01	-5/451	-2/612	-2/948	-3/632
RESID 02	-5/234	-2/612	-2/948	-3/632
RESID 03	-5/883	-2/612	-2/948	-3/632
RESID 04	-5/975	-2/612	-2/948	-3/632

10- برآورد مدل و تحلیل نتایج

نتیجه‌ی برآورد تابع هزینه‌ی ترانسلوگ به همراه سیستم معادلات سهم نهاده‌های تولید در جدول (3) آمده است. وجود تعداد قابل توجهی متغیرهای معنی‌دار و نیز بالابودن R^2 از نشانه‌های خوبی برازش الگو بوده است. بر اساس مقدار آماره‌ی دوربین ـ واتسن استخراج الگوی برآورد شده مشکل خودهمبستگی نداشته است.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول 3: پارامترهای برآورشده الگوی هزینه‌ی ترانسلوگ

نام متغیر	ضریب برآورد شده	آماره t	نام متغیر	ضریب برآورد شده	آماره **t**
v	-84/109	-2/826	b_{lm}	-0/144	-14/658
a_l	2/349	6/552	b_{ke}	-0/041	-3/600
a_k	0/240	1/473	b_{km}	-0/091	-11/830
a_e	-2/021	-1/824	b_{em}	-0/062	-2/453
a_m	0/432	1/177	b_{tt}	-0/001	-1/381
a_q	8/275	2/342	b_{lt}	-0/011	-6/200
b_t	-0/514	-2/388	b_{kt}	0/0003	0/474
b_q	-0/257	-1/159	b_{et}	0/034	2/663
b_{ll}	0/104	9/086	b_{mt}	0/011	7/412
b_{kk}	0/097	16/093	b_{qt}	-0/029	-2/296
b_{ee}	-0/757	-1/828	b_{lq}	-0/218	-8/688
b_{mm}	0/022	0/882	b_{kq}	0/102	9/858
b_{lk}	0/034	7/495	b_{eq}	-0/448	-4/167
b_{le}	-0/037	-1/328	b_{mq}	0/316	15/599
R^2 =0/99 آماره های معادله هزینه			R^2 = 0/96 $D.W$ =1/88 تعدیل شده		
R^2 =0/89 آماره‌های معادله سهم نیروی کار			R^2 = 0/87 $D.W$ =1/81 تعدیل شده		
R^2 =0/92 آماره‌های معادله سهم سرمایه			R^2 = 0/90 $D.W$ =2/04 تعدیل شده		
R^2 =0/94 آماره‌های معادله سهم مواد			R^2 = 0/93 $D.W$ =1/96 تعدیل شده		

10-1- کشش هزینه‌ی نسبت به ستانده و بازدهی نسبت به مقیاس

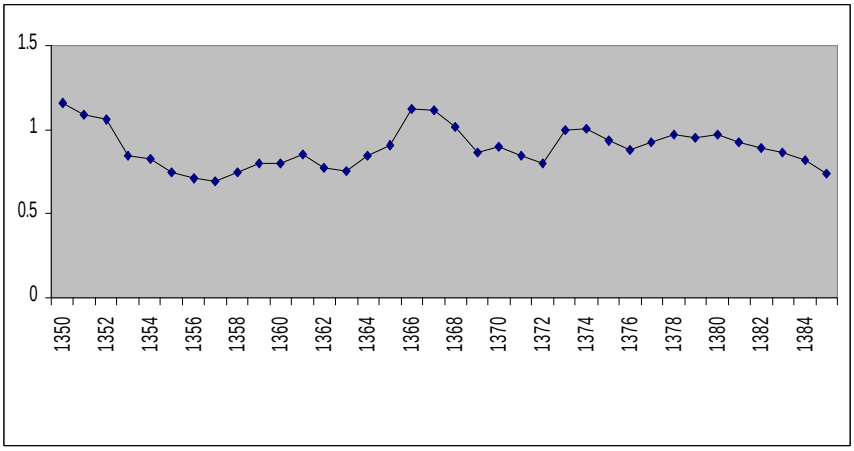
کشش هزینه‌ی نسبت به ستانده، نشان دهنده‌ی درصد تغییر در هزینه‌ی کل در نتیجه افزایش یک درصد در تولید بوده است. این کشش توسط رابطه‌ی (11) برای صنعت کشور طی دوره‌ی مورد مطالعه محاسبه گردیده و در نمودار (1) نشان داده شده است. میانگین آن معادل 0/894- بوده است؛ بدین معنی که افزایش یک درصدی در تولید، مقدار هزینه‌ی کل را به اندازه‌ی 0/894 درصد افزایش می دهد. این میزان را می توان ناشی از بازدهی صعودی نسبت به مقیاس در صنعت کشور دانست. به عبارتی دیگر، بررسی میزان کشش هزینه نسبت به تولید طی دوره‌ی مورد مطالعه بیانگر بازدهی صعودی نسبت به مقیاس بوده است. ارتباط بین کشش هزینه نسبت به تولید و بازدهی نسبت به مقیاس خلاف جهت هم بوده است. این

www.SID.ir

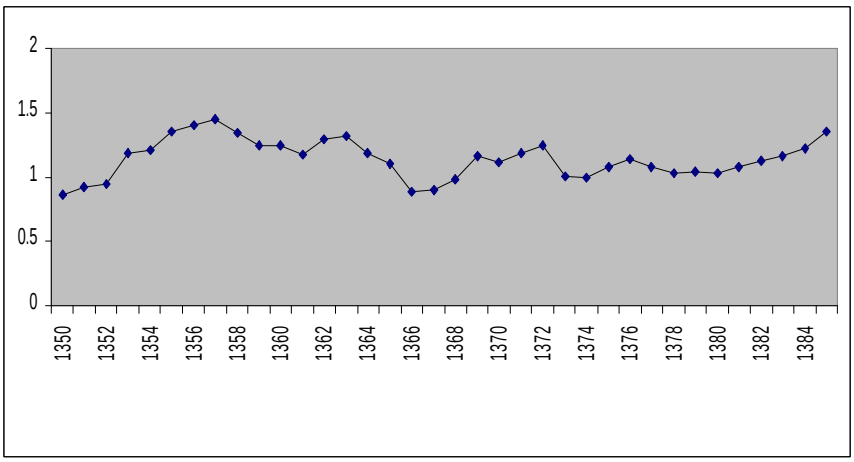
Archive of SID

موضوع به روشنی از مقادیر بازدهی نسبت به مقیاس قابل ملاحظه است. میانگین بازدهی نسبت به مقیاس طی دوره‌ی مورد مطالعه در صنعت ایران برابر با 1/14 بوده است. این روند مطابق نمودار (2) نشان دهنده‌ی بازدهی صعودی نسبت به مقیاس بوده است.

نمودار 1: روند کشش هزینه نسبت به ستانده



نمودار 2: روند بازدهی نسبت به مقیاس



www.SID.ir

Archive of SID

10-2- کشش‌های خودقیمتی و متقاطع عوامل تولید

در جدول (4) نتایج حاصل از محاسبه‌ی کشش‌های خودقیمتی و متقاطع عوامل تولید در واحدهای صنعتی نشان داده شده است. بر اساس اطلاعات این جدول در طی دوره‌ی زمانی مورد مطالعه، کشش‌های خودقیمتی تمامی عوامل تولید مطابق انتظار و منفی بوده است. به جز نهاده انرژی، سایر کشش‌های خود قیمتی کوچکتر از یک بوده و لذا کشش‌ناپذیر بوده است. این بدان مفهوم است که تقاضای نهاده‌های موردنظر حساسیت کمتری نسبت به تغییرات قیمت آنها از خود نشان داده است. در رابطه با عامل انرژی نیز هر چند که مقدار عددی کشش قیمتی تقاضا اندکی بیشتر از یک بوده است، لیکن کمیت محاسبه شده نشان می‌دهد در صورت افزایش قیمت انرژی تولیدکنندگان باز هم عکس‌العمل زیادی از خود نشان نخواهد داد. ممکن است سهم پایین انرژی در هزینه‌ی تولید صنعت ایران باعث بروز چنین واکنشی از جانب تولیدکنندگان شده باشد.

هر چند که بخش بزرگی از هزینه‌ی تولید در واحدهای صنعتی مربوط به نهاده مواد می‌باشد، ولی واکنش مدیران واحدهای تولیدی نسبت به تغییر قیمت این عامل تولید کمتر می‌باشد؛ زیرا مواد به عنوان یک نهاده ضروری در فرایند تولید نقش ایفا می‌کند و امکان جایگزینی آن با سایر نهاده‌ها وجود ندارد. از همین رو علی‌رغم افزایش قیمت مواد اولیه، تولیدکنندگان عکس‌العمل چندانی نمی‌توانند نشان دهند.

جدول 4: کشش‌های خودقیمتی و متقاطع عوامل تولید

عامل تولید	نیروی کار	سرمایه	انرژی	مواد
نیروی کار	-0/28	0/059	-0/165	-0/049
سرمایه	0/109	-0/081	-0/37	-0/156
انرژی	-1/65	-2/03	-1/33	-2/42
مواد	-0/014	-0/025	-0/072	-0/297

با استفاده از رابطه‌ی (14) می‌توان به محاسبه‌ی کشش متقاطع عوامل تولید اقدام نمود. همان‌طوری‌که جدول(4) نشان می‌دهد به جز کشش متقاطع بین نیروی کار و سرمایه، تمامی کشش‌های متقاطع عوامل تولید منفی بوده است. علاوه بر این قدرمطلق کشش متقاطع تقاضای نهاده‌ها عمدتاً کوچکتر از یک بوده

www.SID.ir

Archive of SID

است. بدین‌ترتیب می‌توان استنباط کرد که تغییرات تقاضای عوامل تولید به‌واسطه‌ی تغییر قیمت سایر نهاده‌ها ناچیز بوده است.

نتایج حاصل از برآورد کشش‌های جانشینی عوامل نیز با بهره‌گیری از رابطه‌ی (12) طی دوره‌ی زمانی مورد مطالعه در جدول (5) گزارش شده است. اگر کشش جانشینی مثبت باشد دو نهاده جانشین هم بوده و در صورتی که منفی باشد، دو نهاده مکمل هم خواهند بود. مطابق ارقام جدول، به غیر از کشش جانشینی بین نهاده های نیروی کار و سرمایه، تمامی مقادیر کشش‌های جانشینی منفی بوده است. بر اساس کشش جانشینی مثبت بین نیروی کار و سرمایه استفاده از امکانات ماشینی، اتکای واحدهای تولیدی به نیروی کار را کاهش می-دهد؛ بنابراین جانشینی نیروی کار و سرمایه امری عادی تلقی می گردد.

جدول 5: کشش‌های جانشینی عوامل تولید

عوامل تولید	کشش جانشینی	عوامل تولید	کشش جانشینی
نیروی کار- سرمایه	0/545	سرمایه- انرژی	-18/53
نیروی کار- انرژی	-8/25	سرمایه- مواد	-0/234
نیروی کار- مواد	-/074	انرژی- مواد	-3/62

10-3- نرخ تغییر تکنولوژی

در جدول (6) نتایج محاسباتی تغییر تکنولوژی به صورت روند زمانی و همچنین به صورت تفکیک اجزای تشکیل دهنده‌ی آن نشان داده شده است. همان‌طور که در رابطه‌ی (10) اشاره گردید تغییر فنی متشکل از سه جزء زیر می باشد:

1- تغییر فنی خالص
2- تغییر فنی غیر خنثی
3- تغییر فنی ناشی از گسترش مقیاس

در میان سه مولفه‌ی فوق، تغییر فنی خالص است که موجب انتقال بیشتر تابع هزینه به سمت پایین شده و اثر آن بیشتر از سایر اجزا بوده است. مولفه‌ی تغییر فنی غیر خنثی نیز نشان می دهد که تغییرات قیمت عوامل تولید با تکنولوژی تولید در ارتباط بوده است؛ یعنی استفاده از نهاده های نسبتاً ارزانتر به کاهش هزینه‌ی تولید کمک نموده است. همچنین مولفه‌ی تغییر فنی ناشی از

www.SID.ir

Archive of SID

گسترش مقیاس ناشی از آن است که با افزایش مقیاس تولید، هزینه‌های تولید کاهش یافته و یا به بیانی دیگر در صنعت کشور، صرفه‌های ناشی از اقتصاد مقیاس وجود داشته است.

جدول 6: نرخ تغییر تکنولوژی و اجزای آن در صنعت ایران (درصد)

سال	نرخ تغییر تکنولوژی	نرخ تغییر فنی خالص	نرخ تغییر فنی غیرخنثی	نرخ تغییر فنی ناشی از گسترش مقیاس
1350	-0/995	-0/515	0/011	-0/491
1351	-1/000	-0/517	0/008	-0/491
1352	-1/006	-0/518	0/007	-0/495
1353	-1/026	-0/519	0/002	-0/509
1354	-1/029	-0/521	0/001	-0/508
1355	-1/037	-0/522	-0/001	-0/513
1356	-1/040	-0/523	-0/005	-0/510
1357	-1/043	-0/525	-0/009	-0/508
1358	-1/041	-0/526	-0/011	-0/503
1359	-1/043	-0/527	-0/010	-0/505
1360	-1/048	-0/529	-0/010	-0/509
1361	-1/048	-0/530	-0/010	-0/507
1362	-1/056	-0/531	-0/013	-0/510
1363	-1/062	-0/533	-0/017	-0/512
1364	-1/060	-0/534	-0/016	-0/509
1365	-1/058	-0/535	-0/021	-0/501
1366	-1/049	-0/537	-0/012	-0/500
1367	-1/059	-0/538	-0/018	-0/501
1368	-1/069	-0/539	-0/024	-0/505
1369	-1/084	-0/541	-0/029	-0/513

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه‌ی جدول 6: نرخ تغییر تکنولوژی و اجزای آن در صنعت ایران (درصد)

1370	-1/084	-0/542	-0/025	-0/515
1371	-1/089	-0/543	-0/029	-0/516
1372	-1/095	-0/545	-0/033	-0/516
1373	-1/088	-0/546	-0/013	-0/527
1374	-1/090	-0/547	-0/019	-0/522
1375	-1/097	-0/549	-0/023	-0/525
1376	-1/103	-0/550	-0/022	-0/530
1377	-1/102	-0/552	-0/020	-0/530
1378	-1/102	-0/553	-0/017	-0/532
1379	-1/108	-0/554	-0/017	-0/536
1380	-1/111	-0/556	-0/015	-0/539
1381	-1/118	-0/557	-0/015	-0/545
1382	-1/125	-0/558	-0/015	-0/551
1383	-1/131	-0/560	-0/016	-0/555
1384	-1/137	-0/561	-0/019	-0/556
1385	-1/147	-0/562	-0/024	-0/560
میانگین	-1/072	-0/540	-0/014	-0/518

10-4- رشد بهره وری کل عوامل تولید و تغییر تکنولوژی

همان‌طور که اشاره گردید تغییر تکنولوژی یکی از منابع اصلی تغییر بهره وری کل عوامل تولید در واحدهای تولیدی است. بنابراین بهبود تکنولوژی می تواند به رشد بهره وری کل عوامل تولید کمک نماید. از همین رو با برآورد پارامترهای تابع هزینه و استفاده از رابطه‌ی (16)، نتیجه حاصل از ارتباط بین این دو در جدول (7) گزارش شده است.

ملاحظه می گردد که در محدوده‌ی زمانی مورد مطالعه و به استناد رهیافت اقتصادسنجی مورد استفاده، بهره وری کل عوامل تولید به طور متوسط سالانه 1/84 درصد رشد داشته است. این رشد خود ناشی از تاثیر دو عامل تغییر تکنولوژی و

www.SID.ir

Archive of SID

اندازه‌ی واحد تولیدی (مقیاس تولید) بوده است. همان‌طوری‌که از جدول فوق پیداست بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید تا اندازه‌ی قابل‌توجهی تحت تأثیر تغییر تکنولوژی بوده است. با توجه به منفی بودن نرخ تغییر تکنولوژی مشخص می شود به‌کارگیری نمادهای تکنولوژی در طول زمان سبب گردیده که نرخ تغییر هزینه‌ی واحدهای تولیدی سیر نزولی داشته باشد. بدین ترتیب با صرف هزینه‌ی کمتر امکان به دست آوردن واحد محصول وجود داشته است. از طرف دیگر گسترش اندازه‌ی واحد تولیدی نیز موجب بهبود بهره‌وری کل عوامل تولید گردیده است. بدین ترتیب نتیجه‌ی بهبود تکنولوژی و نیز مقیاس تولید به صورت رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در صنعت ایران نمایان گردیده است.

جدول 7: نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و اجزای آن در صنعت ایران (درصد)

سال	رشد بهره‌وری کل عوامل تولید	نرخ تغییر تکنولوژی	صرفه های ناشی از اقتصاد مقیاس
1350	0/995	-0/995	-
1351	0/766	-1/000	-0/235
1352	0/091	-1/006	-0/916
1353	9/994	-1/026	8/967
1354	0/905	-1/029	-0/124
1355	5/472	-1/037	4/435
1356	-2/123	-1/040	-3/163
1357	-0/594	-1/043	-1/638
1358	-2/875	-1/041	-3/916
1359	2/379	-1/043	1/335
1360	3/652	-1/048	2/604
1361	0/260	-1/048	-0/789
1362	3/706	-1/056	2/649
1363	1/978	-1/062	0/915
1364	-0/268	-1/060	-1/328

مأخذ: یافته‌های تحقیق

www.SID.ir

Archive of SID

ادامه‌ی جدول 7: نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید و اجزای آن در صنعت ایران (درصد)

1365	-1/201	-1/058	-2/259
1366	1/618	-1/049	0/568
1367	0/593	-1/059	-0/466
1368	0/884	-1/069	-0/186
1369	5/747	-1/084	4/663
1370	1/734	-1/084	0/650
1371	1/435	-1/089	0/345
1372	1/729	-1/095	0/633
1373	1/228	-1/088	0/139
1374	1/229	-1/090	0/139
1375	1/833	-1/097	0/735
1376	3/348	-1/103	2/245
1377	1/101	-1/102	-0/002
1378	1/299	-1/102	0/197
1379	1/817	-1/108	0/708
1380	1/477	-1/111	0/366
1381	2/746	-1/118	1/627
1382	3/711	-1/125	2/586
1383	3/169	-1/131	2/038
1384	1/978	-1/137	0/841
1385	4/723	-1/147	3/375
میانگین	1/848	-1/072	0/776

11- خلاصه و نتیجه گیری

به طور کلی نتیجه‌ی حاصل از برآورد تابع هرینه‌ی ترانسلوگ و معادلات سهم هزینه به روش *SURE* نشان داد که با توجه به معنی‌دار بودن تعداد زیادی از

www.SID.ir

Archive of SID

ضرایب و بالا بودن ضریب تعیین، تابع فوق رفتار واحدهای تولیدی را به طرز مناسبی تبیین کرده است.

مطابق یافته های تحقیق، آماره‌ی کشش مقیاس بیانگر وجود بازدهی صعودی نسبت به مقیاس در صنعت ایران بوده است. به این ترتیب افزایش متناسب به کارگیری همه‌ی عوامل تولید، موجب می شود تولید به میزانی بیشتر از تغییر منابع تولید دستخوش تحول گردد. نتیجه‌ی این امر کاهش هزینه‌ی واحد تولید و صرفه اقتصادی فرآیند تولید خواهد بود. لذا اتخاذ راهکارهایی که امکان افزایش اندازه‌ی واحدهای تولیدی را فراهم سازد توصیه می شود.

علامت منفی نرخ تغییر تکنولوژی حاکی از آن است که با گذشت زمان، نرخ تغییر هزینه‌ی واحدهای تولیدی کاهش یافته است. از آنجایی‌که تکنولوژی تولید در طول زمان موجب کاهش نرخ تغییر هزینه‌ی تولید در کارخانه های تولیدی گردیده است، بدین ترتیب می توان استنباط نمود که استفاده از تکنولوژی‌های نوین و پیشرفته عملاً موجب بهبود تغییرات هزینه در دوره‌ی زمانی مورد مطالعه گردیده است. لذا انتظار می رود که با ترویج این قبیل نمادهای تکنولوژیکی بتوان به اقتصادی تر شدن فرآیند تولید در صنعت کشور کمک نمود.

ارزیابی نتایج حاصل از محاسبه‌ی رشد بهره‌وری کل عوامل تولید نشان داد که در محدوده‌ی زمانی مورد مطالعه و به استناد رهیافت اقتصادسنجی مورد استفاده، بهره‌وری کل به طور متوسط سالانه 1/84 درصد رشد داشته است. این رشد خود ناشی از تاثیر دو عامل تغییر تکنولوژی و اندازه‌ی واحد تولیدی (مقیاس تولید) بوده است؛ لیکن سهم تغییر تکنولوژی در رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، بیشتر از سهم گسترش مقیاس تولید بوده است.

www.SID.ir

Archive of SID

فهرست منابع:

آذربایجانی، کریم. (1368). اندازه گیری و تجزیه و تحلیل بهره‌وری صنایع کشور. اصفهان: سازمان برنامه و بودجه.

امامی میبدی، علی. (1384). اصول اندازه‌گیری بهره‌وری و کارایی. تهران: موسسه مطالعات وپژوهشهای بازرگانی.

امیرتیموری، سمیه و صادق خلیلیان. (1386). رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران و چشم‌انداز آن در برنامه چهارم توسعه. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال پانزدهم، 59: 52-37.

امینی، امرالله. (1379). تخمین و تحلیل تحولات فنی، کارآیی و بهره وری در صنعت خودروسازی ایران. پایان نامه دکتری اقتصاد، دانشگاه تربیت مدرس.

بیدرام، رسول. (1381). Eviews همگام با اقتصادسنجی. تهران: منشور بهره‌وری.

پروپنکو، جوزف. (1372). مدیریت بهره‌وری. ترجمه محمدرضا ابراهیمی مهر، تهران: موسسه کار و تأمین اجتماعی.

جمشیدیان، مهدی و سید محمدحسن شهشهانی. (1380). بررسی علل افت و خیز بهره‌وری در صنعت نساجی کشور، مورد کارخانجات بارش. پژوهشهای اقتصادی مدرس، سال اول، 3: 152-131.

خاکی، غلامرضا. (1376). ارزش افزوده (راهی برای اندازه‌گیری بهره‌وری). تهران: سازمان گسترش و نوسازی صنایع ایران.

خاوری نژاد، ابوالفضل. (1384). سنجش بهره‌وری اقتصاد ایران: روشها و چالشها. کتاب مقالات نخستین همایش ملی بهره وری و توسعه: 554-529.

رحمانی، تیمور و سارا حیاتی. (1386). بررسی اثر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر رشد بهره‌وری کل عوامل تولید، مطالعه بین کشوری. فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران، سال نهم، 33: 51- 25.

زراء نژاد، منصور و بهروز قنادی. (1384). تخمین تابع بهره‌وری نیروی کار در بخش صنایع استان خوزستان. فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران، سال هفتم، 24: 52-33.

سلامی، حبیب‌الله. (1376). مفاهیم و اندازه‌گیری بهره‌وری در کشاورزی. فصلنامه اقتصاد کشاورزی و توسعه، سال پنجم، 18: 31-7.

شرافت، محمد ناصر. (1375). بررسی ساختار تکنولوژیک تولید و برآورد تقاضای نهاده های تولید. معاونت امور اقتصادی وزارت امور اقتصادی و دارایی.

طاهری، شهنام. (1380). بهره‌وری و تجزیه و تحلیل آن در سازمانها. تهران: نشر هوای تازه.

www.SID.ir

Archive of SID

طیبی، سید کمیل، مصطفی عماد زاده و آزیتا شیخ بهایی. (1387). تأثیر صادرات صنعتی و سرمایه‌ی انسانی بر بهره‌وری عوامل تولید و رشد اقتصادی در کشورهای عضو *OIC*. فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق)، 5(2): 106- 85.

قلی زاده، حیدر و ایرج صالح. (1384). بررسی بهره وری کل عوامل تولید در بخش های اقتصاد ایران در دوره 81-1357 (با تاکید بر بخش کشاورزی و نقش سرمایه). مجله علوم کشاورزی ایران، 5: 1141-1131.

گجراتی، دامودار. (1378). مبانی اقتصادسنجی. ترجمه حمید ابریشمی، تهران: انتشارات دانشگاه تهران.

مرکز آمار ایران، آمار کارگاههای صنعتی کشور، سالهای مختلف.

مرکز آمار ایران. (1388). گزیده آمار و اطلاعات اقتصادی و اجتماعی چهل سال کشور.

مولایی، محمد. (1384). بررسی و مقایسه بهره وری گروههای مختلف صنعتی کوچک و بزرگ ایران. فصلنامه پژوهشهای اقتصادی ایران، سال هفتم، 22: 176-157.

Baltagi, B. H. & D. P. Rich. (2005). Skilled-biased Technical Change on US Manufacturing: a General Index Approach. Journal of Econometrics, 126: 570-594.

Datta, A. & S. Christoffersen. (2004). Production Costs, Scale Economies and Technical Change in U.S. Textile and Apparel Industries. School of Business Administration, Philadelphia University.

Denny, M., M. Fuss & L. Waverman. (1981). The Measurement and Interpretation of Total Factor Productivity in Regulated Industries, with Application to Canadian Telecommunications. Academic Press, New York: 179-218.

Fare, R., S. Grosskopf, M. Noirris & Z. Zhongyang. (1994). Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Change in Industrialized Countries. American Economic Review, 84: 66-83.

Hyunbae, C. & M. Ishaq Nadiri. (2008). Decomposing Productivity Growth in the U.S. Computer Industry. The Review of Economics and Statistics, 90: 174-180.

Idson Todd L. & Y.O. Walter. (1999). Workers are More Productivity in Large Firms. American Economic Review, 15, (3). June.

Kant, S. & J. C. Nautiyal. (1997). Production Structure, Factor Substitution, Technical Change, and Total Factor Productivity. Can. J. Forest Research, No.27: 701-710.

Rasmussen, S. (2000). Technological Change and Economies of Scale in Danish Agriculture. The Royal Eterinary and Agricultural University KVL, Copenhagen.

Salami, H. & S. Veeman. (2000). Using a General Dynamic Econometric Framework to Specify the Appropriate Model in Studing

www.SID.ir

Archive of SID

Agricultural Production Structure: A Case Study of Crop Production in Iran. J. Agr. Sci: Tech. 2: 231-241.
Schumacher, K. & S. Jayant. (1998). India's Cement Industry: productivity, Energy Efficiency and Carbon Emmissions. Lawrence Berkeley National Laboratory, 41842, Berkeley, California.

www.SID.ir