



پژوهشنامه‌ی اقتصاد کلان

علمی - پژوهشی

سال هشتم، شماره‌ی ۱۵، نیمه‌ی اول ۱۳۹۲

بررسی ارتباط میان بهره‌وری و رشد بخش صنعت در اقتصاد ایران

محمد نادعلی*

جواد رضایی**

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۰/۶/۷

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۲/۴

چکیده

هدف اصلی این تحقیق، بررسی ارتباط میان بهره‌وری و رشد بخش صنعت در اقتصاد ایران است. در جهت همین هدف با استفاده از داده‌های دوره‌ی زمانی ۱۳۶۰-۱۳۸۶ رشد بهره‌وری بخش صنعت در کشور اندازه‌گیری شده است. سپس با بررسی مبانی نظری و مطالعات تجربی انجام شده، به بررسی رابطه‌ی علی میان رشد بهره‌وری و رشد بخش صنعت، با استفاده از تکنیک آزمون ریشه‌ی واحد و هم‌انباشتگی در چارچوب روش خود رگرسیون برداری پرداخته شده است. نتایج، دلالت بر رابطه‌ی مثبت میان رشد بهره‌وری و رشد بخش صنعت در ایران با علیت گرنجری از طرف رشد بهره‌وری به رشد بخش صنعت دارد.

واژه‌های کلیدی: بهره‌وری کل عوامل تولید، رشد اقتصادی، بخش صنعت

طبقه بندی JEL: O30, C21, Q16

* دکترای علوم اقتصادی دانشگاه علامه طباطبایی Email: mohammadnadali@yahoo.com
** کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی و عضو هیات علمی موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی

۱- مقدمه

دستیابی به رشد اقتصادی بالا و با ثبات و به تبع آن سطح بالای توسعه یافتگی، از اهداف اصلی هر کشور تلقی می شود. بدیهی است استفاده ی بهینه از منابع موجود در کشور، لازمه ی تحقق چنین اهدافی است. بررسی ها نشان می دهد که یکی از راه های دستیابی به این مهم، بهبود بهره وری عوامل تولید است. در پژوهش های نظری موجود، رابطه ی میان بهره وری و رشد اقتصادی یک رابطه ی همبسته و قوی است. از سوی دیگر، بخش صنعت یکی از مهم ترین بخش های اقتصادی است که هرگونه نوسان در سطح و فرآیند بهره وری در آن، رشد اقتصادی کشور را تحت الشعاع قرار می دهد. ضمن آن که توجه و تأکید بر مقوله ی بهره وری و ارتقای آن یکی از برنامه های مهم دولت ها در بخش صنعت به منظور رشد و توسعه ی این بخش است. رشد این بخش و استفاده ی بهینه از عوامل تولید، تولید بیش تر در این بخش را به همراه دارد. هرگونه برنامه ریزی و سیاست گذاری برای رشد و توسعه ی این بخش، باید به ارتقای بهره وری در کلیه ی زیربخش های آن معطوف باشد. ارتقای بهره وری، بر پدیده های اصلی اقتصادی، اجتماعی و سیاسی جامعه، مانند سطح تورم، ارزش افزوده ی تولیدات، افزایش سطح اشتغال، و نیز توان رقابتی سیاسی و اقتصادی تأثیر به سزایی دارد. در حال حاضر، تقریباً تمامی کشورهای توسعه یافته و بسیاری از کشورهای در حال توسعه ی موفق، سرمایه گذاری های زیادی برای ارتقای بهره وری در سطح ملی و منطقه ای و ... انجام داده اند و رشد و توسعه ی روزافزون خود را مرهون توجه و نگرش صحیح به این رویکرد می دانند.

رشد بهره وری کل عوامل تولید، موجب کاهش هزینه های تولید و افزایش قدرت رقابت تولیدکننده ها در بازار می شود. به بیان دیگر، رشد بهره وری کل عوامل تولید، سبب کاهش سطوح قیمت ها می شود. کاهش سطوح مختلف قیمت ها از جمله قیمت عوامل تولید، هم به کاهش هزینه های متوسط تولید کالا و خدمات در بازار و افزایش میزان سودآوری محصولات واحدهای تولیدی می انجامد. پیامد چنین تحوّل چشمگیری هم افزایش تقاضا و از همه مهم تر، افزایش توان رقابتی محصولات داخلی در بازارهای خارجی خواهد بود. این امر، به توسعه ی تولید و استفاده از حداکثر ظرفیت های تولیدی می انجامد. در نتیجه، حجم سرمایه گذاری های جدید افزایش می یابد و به

دنبال آن، بهره‌گیری از ابداعات و فناوری‌های جدید را گسترش می‌دهد و این خود، عامل مؤثر در «رشد بهره‌وری» در مرحله‌ی بعدی خواهد شد.

در این مقاله، ابتدا مطالعات نظری و تجربی در زمینه‌ی بهره‌وری و رشد اقتصادی بررسی شده، سپس به محاسبه‌ی رشد بهره‌وری در بخش صنعت در ایران پرداخته شده است. در نهایت، با آزمون رابطه‌ی علی‌دو متغیر رشد بهره‌وری بخش صنعت و رشد بخش صنعت در کشور، نتیجه‌گیری ارائه شده است.

۲- مطالعات نظری

بررسی دلایل ایجاد رشد در پژوهش‌های اقتصادی به عنوان یکی از پرسش‌های اساسی توجه بسیاری از اقتصاددانان را به خود جلب کرده و به دنبال آن طیف گسترده‌ای از مطالعات در این باره انجام گرفته است. مطالعات اولیه عمدتاً بر نقش سرمایه‌ی فیزیکی به عنوان عامل رشد تأکید داشت و مطالعات اخیر با گسترش مفهوم سرمایه از حیطه‌ی محدود ماشین‌آلات و تجهیزات به محدوده‌ی وسیع‌تری شامل دانش متبلور شده در انسان و تحقیقات به عنوان سرمایه‌ی انسانی که ارتقا دهنده بهره‌وری است، بسط یافته تا نواقص تحلیل‌های کلاسیک رشد اقتصادی را برطرف کنند (رومر^۱، ۱۹۸۶).

در اواسط دهه‌ی ۱۹۸۰ در دانشگاه شیکاگو، پل رومر و رابرت لوکاس^۲ (۱۹۸۸) توجه اقتصاددانان را به رشد اقتصادی با تأکید بر اقتصاد سرمایه‌ی انسانی جلب کردند. با استفاده از پیشرفت‌های جدید در نظریه‌ی رقابت ناقص، رومر اقتصاد فناوری را به اقتصاد دانان کلان‌نگر معرفی کرد. پس از این پیشرفت‌های نظری، مطالعات تجربی از سوی تعدادی از اقتصاددانان، مانند رابرت بارو از دانشگاه هاروارد، برای کمی‌کردن و آزمون نظریه‌های رشد آغاز شد؛ به طوری که در دهه‌ی ۱۹۹۰ هم کارهای نظری و هم کارهای تجربی به صورت وسیع‌تری ادامه یافت. در سال‌های اخیر نیز تعدادی از اقتصاددانان با ارائه‌ی الگوهای رشد درون‌زا، برای توضیح دانش و فناوری‌های جدید به عنوان عامل رشد به صورت درون‌زا کوشیدند.

1-Romer

2-Lucas, R. E.

رشد اقتصادی، هر چند که تنها معیار توسعه ی اقتصادی نیست، اهمیت آن همواره بیش از سایر شاخص های توسعه بوده است. افزایش تولید، بیان دیگری از رشد اقتصادی است. بشر در تلاش برای افزایش تولید همواره کوشیده است تا مقدار بیش تری از مواهب در دسترس را به کار بگیرد. مسائلی هم چون محدود بودن منابع و هزینه های افزایشی بهره برداری و دسترسی به منابع جدید، باعث تقویت این انگیزه شده است که هم از منابع موجود حداکثر بهره برداری به عمل آید و هم روش ها و فناوری هایی که عملکرد بالاتری نسبت به شیوه های رایج تولید دارند ابداع، و از آن ها استفاده شود. نیروی کار و سرمایه دو عامل مهم و اصلی تولید در اقتصاد هستند. از این رو بررسی روند تغییرات بهره وری این دو نهاد در طول زمان می تواند در جهت دهی و هدف گذاری سیاست های توسعه ی اقتصادی کمک کند.

در کل، ارتباط میان رشد بهره وری و رشد براساس مباحث نظری به صورت زیر است:

$$Y_t = A_t f(L_t, K_t)$$

L: عامل نیروی کار

K: عامل سرمایه

A: سایر عوامل مؤثر در تولید (مانند فناوری)

$$\frac{d Y_t}{d t} = \frac{d A_t}{d t} \times f(L_t, K_t) + A_t \left[\frac{d f}{d L_t} \times \frac{d L_t}{d t} + \frac{d f}{d K_t} \times \frac{d K_t}{d t} \right]$$

$$\frac{d Y_t / d t}{Y_t} = \frac{d A_t / d t}{A_t} + \left[\frac{A_t \left(\frac{d f}{d L_t} \right) L_t}{Y_t} \times \frac{d L_t / d t}{L_t} + \frac{A_t \left(\frac{d f}{d K_t} \right) K_t}{Y_t} \times \frac{d K_t / d t}{K_t} \right]$$

$$g_y = a g_l + (1 - a) g_k + \phi$$

g: نشان دهنده ی نرخ رشد متغیر است.

سهم عامل کار از تولید = a (عبارت ضریب متغیر رشد نیروی کار)

سهم عامل سرمایه از تولید = $1 - a$ (عبارت ضریب متغیر رشد سرمایه)

پسماند سولو یا بهره وری کل عوامل تولید = ϕ (اولین عبارت سمت راست معادله)

$$a(g_y - g_l) = (1-a)(g_k - g_y) + \varphi$$

$$g_y - g_l = \frac{1-a}{a}(g_k - g_y) + \frac{1}{a}\varphi$$

بر طبق حقایق آشکار شده کالدور در بلندمدت میزان رشد تولید و رشد سرمایه با یک دیگر برابر است لذا:

$$g_k - g_y = 0$$

$$g_y - g_l = \frac{1}{a}\varphi \Rightarrow \varphi = a(g_y - g_l)$$

بنابراین مشاهده می‌شود که بهره‌وری عوامل تولید توضیح دهنده ی بخشی از رشد اقتصادی است که قابل بیان با رشد نیروی کار و نیروی سرمایه نیست. بلانچارد و فیشر^۱ (۱۹۹۶) با اشاره به مطالعه ی مدینسون از سال ۱۸۷۴ تا ۱۹۸۶ نشان داده اند که از رشد ۳/۴ درصدی آمریکا در این دوره، تنها ۱/۴ درصد آن مربوط به تولید نیروی کار بوده و حدود ۲ درصد آن به بهره‌وری کل عوامل تولید مربوط بوده است که سهم بالایی در توضیح رشد اقتصادی داشته است.

بسیاری از متغیرهای کلان اقتصادی، به طور علمی و عملی، دارای همبستگی پویا با بهره‌وری کل عوامل است. متغیرهایی هم چون سطح تورم، نرخ ارز مؤثر واقعی و ذخایر بین‌المللی از این جمله‌اند. تورم کمتر، با سطوح بهره‌وری بالاتر کل عوامل، رابطه ی مستقیم دارد. به بیان دیگر، بی‌ثباتی اقتصاد کلان، به ویژه نرخ تورم بالاتر، اثری منفی بر عملکرد اقتصاد کشور خواهد داشت. هم‌چنین نرخ ارز مؤثر واقعی پایین‌تر نیز با سطوح بهره‌وری بالاتر بهره‌وری کل عوامل، رابطه ی مستقیم دارد؛ زیرا این امر، باعث کاهش واردات و افزایش صادرات می‌شود و در نتیجه، موجب افزایش بهره‌وری کل عوامل خواهد شد. هم‌چنین بالاتر بودن ذخایر بین‌المللی، به افزایش بهره‌وری کل عوامل کمک می‌کند.

سیاست‌های اقتصادی و بازرگانی نیز از عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل است. یکی از مهم‌ترین این سیاست‌ها، سیاست آزادسازی تجاری است. این سیاست‌ها، به عنوان عاملی مهم در رشد بهره‌وری کل معرفی شده‌اند. براساس مطالعات تجربی، توسعه ی

1- Blanchard Olivier J. and Fischer , Stanley

صادرات و واردات ناشی از آزادسازی تجاری، به افزایش بهره وری کلّ عوامل کمک می کند. آزاد سازی تجاری، یا توسعه ی تکنیک های جدید تولید یا بهره گیری کارا تر از عوامل تولید، موجب ایجاد فضای رقابتی برای صنایع داخلی می شود. هم چنین آزادسازی تجاری، موجب ایجاد فضای رقابتی برای صنایع داخلی می شود. هم چنین آزادسازی تجاری، موجب انتخاب وسیع تری در زمینه ی کیفیت بالای نهاده های واسطه ای به قیمت های پایین تر برای فعالیت های اقتصادی می شود. این امر، موجب بهبود بهره وری کلّ عوامل می گردد.

برای ایجاد حرکت و ارتقای بهره وری با هدف رشد و توسعه ی اقتصادی رویکردهای مختلفی وجود دارد. این رویکردها را می توان در سه زمینه ی زیر خلاصه کرد(شاه آبادی، ۱۳۸۴):

الف- توسعه ی اقتصادی با ایجاد ظرفیت های جدید (افزایش نهاده ها): در این رویکرد توسعه، بر این باورند که با ایجاد ظرفیت های جدید از طریق افزایش سرمایه گذاری و اشتغال و به کارگیری منابع سرمایه ای و انسانی بیش تر، توسعه ی محقق شده و درآمد ملی افزایش می یابد. درحالی که تجربه ی جهانی و تجربه ی اقتصاد ایران در طی سال های اخیر نشان می دهد این رویکرد چندان موفق نبوده است؛ چراکه:

- سرمایه ی فیزیکی یکی از مقتضیات و شرایط توسعه است و نه همه ی آن. برای آن که سرمایه به بهره برداری برسد و بازده مطلوب داشته باشد، باید سایر مقتضیات و شرایط بهره برداری از قبیل منابع انسانی، اطلاعات و دانش فنی و از همه مهم تر قوانین، مقررات، ساختارها، مدیریت و ... به صورت موزون و متناسب توسعه بیابند.
- مانع عمده در این رویکرد، محدودیت سرمایه است. به عبارت دیگر ممکن است تا چند سال دیگر نتوان از محل فروش ذخایر نفت و سایر منابع طبیعی، منابع مالی لازم را برای سرمایه گذاری فراهم کرد.
- با این رویکرد توسعه ای، تلاش چندانی برای افزایش بهره وری سرمایه نخواهد شد و بنابراین سرمایه گذاری های موجود، انباشت سرمایه ای را برای سرمایه گذاری مجدد تأمین نخواهد کرد و از طرف دیگر بهره وری

پایین سرمایه، رغبت سرمایه داران را برای سرمایه گذاری کاهش خواهد داد.

ب- توسعه ی اقتصادی با ارتقای بهره وری ظرفیت های موجود(افزایش ستانده ها): در این رویکرد، اصل پذیرفته شده این است که توسعه، از طریق ارتقای بهره وری از ظرفیت های موجود (بهبود بهره وری سرمایه، بهبود بهره وری نیروی انسانی و بهبود بهره وری ساختارهای مدیریتی) محقق خواهد شد. ویژگی های این رویکرد عبارت است از:

• ارتقای بهره وری از ظرفیت های موجود، این امکان را به وجود خواهد آورد که سرمایه های موجود توان بازسازی خود را داشته باشند و در فرصت مناسب، برای نوسازی خود اقدام کنند. افزون بر توان بازسازی، بتوانند انباشت سرمایه ای را به وجود آورند و برای توسعه ی سرمایه گذاری مورد استفاده قرار گیرند.

• ارتقای بهره وری از ظرفیت های موجود، امکان ارتقای کیفیت زندگی را برای شاغلان تأمین می کند و از این طریق انگیزه ای مضاعف برای کار و تولید فراهم خواهد کرد.

ج- توسعه ی اقتصادی با روش ترکیبی: رویکردی است که هم ایجاد ظرفیت های جدید (افزایش سرمایه گذاری و افزایش اشتغال) را مدنظر قرار می دهد و هم از طریق ارتقای بهره وری کل عوامل، افزایش بهره وری ظرفیت های موجود (بهبود بهره وری سرمایه، بهبود بهره وری نیروی انسانی و بهبود بهره وری ساختارهای مدیریتی) را دنبال می کند. رویکرد ترکیبی برای توسعه، می تواند رویکرد مناسبی باشد؛ زیرا هم مزایای ایجاد ظرفیت های جدید و هم مزایای ارتقای بهره وری ظرفیت های موجود را دارد. به طور فاصله ی اساسی نوآوری های تکنولوژیکی، کیفیت نیروی کار، بهبود سیستم ها، کاربرد اصول صرفه جویی، سیاست های دولت، مقررات و توانایی مدیریت برای ایجاد ترکیب بهینه ی این عوامل از عوامل کیفی و کمی مؤثر بر بهبود بهره وری است. رشد بهره وری نیز اثر نهایی خود را در رشد بخش اقتصادی و رشد اقتصاد کلان نشان خواهد داد.

۳ - پیشینه ی تحقیق

بازنگری در خصوص مطالعات انجام شده در خصوص بررسی ارتباط میان بهره وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی به تفکیک بخش های اقتصادی در داخل و خارج، حاکی از آن است که در داخل کشور با دو رویکرد مجزا به این مقوله پرداخته شده است. در بیش تر مطالعات تنها به محاسبه ی بهره وری بخش های اقتصادی پرداخته شده و به موضوع ارتباط آن با سایر شاخص پرداخته نشده است. از سوی دیگر در برخی مطالعات، با بررسی منابع رشد بخشی به تحلیل اثرات متغیرهای مختلف در رشد بخش های اقتصادی پرداخته شده است. لیکن در مطالعات خارجی ضمن بررسی و محاسبه ی بهره وری کل عوامل تولید به ارتباط میان این شاخص و سایر شاخص های کلان اقتصادی مانند رشد اقتصادی نیز پرداخته شده است که در ادامه به برخی از آن ها اشاره می شود.

- گاوفن هان و همکاران^۱ (۲۰۰۳)، ارتباط میان کارایی، بهره وری و رشد اقتصادی را در کشورهای شرق آسیا مورد بررسی قرار داده اند. نتایج برآورد نشان می دهد که در طول ۱۹۷۰-۱۹۹۰، کشورهای ژاپن، سنگاپور، کره جنوبی و تایوان رشد اقتصادی خود را مرهون رشد بهره وری کل عوامل تولید بوده اند.
- شورچولو^۲ (۲۰۰۳) یک ارتباط پویا بین بهره وری و رقابت پذیری نشان داده است. براساس نظر وی، زمانی که دارایی ها و فرایندها به طور اثربخشی مدیریت و تغییر داده شوند، بهره وری بالاتری به دست می آید. این امر هزینه ی واحد نیروی کار را کاهش می دهد و باعث تولید محصولاتی می شود که مطابق یا حتی فراتر از خواسته ی مشتریان است. پیامد این کارها رقابت پذیری بیش تر، غلبه ی شرکت ها بر رقبا و توسعه ی سهم بازار است. رابطه ی علت و معلولی بین بهره وری و رقابت پذیری، یک طرفه و ایستا نیست؛ بلکه به صورت یک چرخه ی بازخوردی پویاست، به گونه ای که رقابت پذیری بالاتر، باعث ارتقای سطح استاندارد زندگی، افزایش سودآوری شرکت، افزایش سرمایه گذاری در دارایی ها و فرایندهای مناسب می شود. این کارها به نوبه ی خود، باعث بهبود بهره وری و آن

1- Gaofeng Han and et al (2003)

2 -Shurchuluu P. (2002)

هم باعث افزایش بیش تر قدرت رقابت پذیری می شود و این چرخه به صورت پویا، موجبات رشد و توسعه ی بیش تر را فراهم می کند.

- از دیگر مطالعات موجود در این زمینه می توان به مطالعه ی مجمیر هاجیک^۱ (۲۰۰۵) با همکاری بانک ملی جمهوری چک اشاره کرد. این مطالعه، به بررسی ارتباط میان رشد اقتصادی و بهره وری کل عوامل تولید در کشور چک، طی دوره ی ۱۹۹۲-۲۰۰۴ می پردازد. در این مطالعه، ضمن بررسی منابع رشد اقتصادی در جمهوری چک طی دوره ی مذکور، با استفاده از روش حسابداری رشد، به بررسی ارتباط میان بهره وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی پرداخته شده است. نتایج حاکی از آن است که شتاب رشد بهره وری کل عوامل، قاطعانه به سرعت رشد اقتصادی طی دوره ی مورد بررسی کمک می کند.
- اسکات و همکاران^۲ (۲۰۰۵) با استفاده از داده های ۱۴۵ کشور، به بررسی اهمیت بهره وری کل عوامل تولید بر رشد اقتصادی پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که به طور متوسط ۱۴ درصد از رشد تولید، با رشد بهره وری کل عوامل تولید همراه است.
- دهیچی و لاجال^۳ (۲۰۰۶) در این مطالعه ای، الگوی بهره وری و رشد اقتصادی را در بخش کشاورزی کشور تونس در طی دوره ی سال های ۱۹۹۶-۲۰۰۰ را مطالعه کرده اند. نتایج این مطالعه، حاکی از آن است که رشد بهره وری در دهه ی ۸۰ و ۹۰ در بخش کشاورزی به دلیل رشد اقتصادی در این بخش در طی مدت مذکور بوده است.
- گادفری^۴ (۲۰۰۶) در مطالعه ای که با همکاری صندوق بین المللی پول انجام داده است، به بررسی رشد اقتصادی و بهره وری کل عوامل تولید در کشور نیجریه میان سال های ۱۹۶۳-۲۰۰۳ پرداخته است. نتایج این مطالعه نشان می دهد که رشد منفی بهره وری کل عوامل تولید با رشد منفی تولید همراه بوده که گویای ارتباط منطقی میان این دو شاخص است.

1- Mojmir Hajek

2- Scott L. Baier and et al

3- Dhehibi, B. and Lachaal, L.

4-Godfrey Kalinga

- رضا حسینی و همکاران (۱۳۸۶) ، منابع رشد بخش کشاورزی در اقتصاد ایران را مورد بررسی قرار داده اند، نتایج این مطالعه نشان می دهد که عامل عمده ی رشد تولید در بخش کشاورزی طی دوره ی ۱۳۵۶-۱۳۸۴ ، افزایش قیمت ها و بهره وری عوامل تولید بوده است.
- به طور کلی بررسی مطالعات تجربی، بیان کننده ی ارتباط مستقیم میان بهره وری کل عوامل تولید و رشد اقتصادی است.

۴ - محاسبه ی رشد بهره وری عوامل تولید در بخش صنعت

تحقیقات اولیه در خصوص رشد بهره وری، به مطالعات کوپمنز و سولو^۱ باز می گردد. سولو در مطالعه ی رشد بهره وری ایالات متحده، تأثیر تکنولوژی و دانش فنی را در رشد بهره وری مورد بررسی قرار می دهد. نیشی میتزو و پیچ^۲ (۱۹۸۲)، رشد بهره وری را به دو عامل تغییر در کارایی و تغییر تکنولوژی تجزیه کردند. با توجه به ایرادات مطرح شده در روش های پارامتری، دانشمندان به استفاده از روش های ناپارامتری روی آوردند.

کیوز، کریستنسن و دیورت^۳ در سال ۱۹۸۲، شاخص بهره وری مالیم کویست را با توجه به تابع مسافت - عوامل تولید به صورت زیر تعریف کردند، به طوری که E_i^{t+1} تغییر کارایی فنی و T_i^{t+1} تغییرات تکنولوژی را در شرایط انتقال تابع مرزی، بین دو دوره ی t و $t+1$ اندازه گیری می کرد.

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

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

1- Koopmans & Solow

2- Nishmizu & Page

3- Caves, Chrisfensen & Diewert

با توجه به رابطه‌ی فوق و در صورت افزایش رشد بهره‌وری، این شاخص بزرگ‌تر از واحد و در صورت کاهش 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 $p = \{t, t+1\}$ ، $D^p(x, y)$) داده‌های کل مقادیر واحدها به کار گرفته می‌شود که براساس مدل‌های زیر به دست می‌آید.

$$\{D_0^{t+1}(X_{t+1}, Y_{t+1})\}^{-1} = \max \phi$$

$$St: -\phi Y_{it+1} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

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

$$\{D_0^t(X_t, Y_t)\}^{-1} = \max \phi$$

$$St: -\phi Y_{it} + Y_t \lambda \geq 0$$

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

$$\{D_0^{t+1}(X_t, Y_t)\}^{-1} = \max \phi$$

$$St: -\phi Y_{it} + Y_{t+1} \lambda \geq 0$$

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

$$\{D_0^t(X_{t+1}, Y_{t+1})\}^{-1} = \max \phi$$

$$St: -\phi Y_{it+1} + Y_t \lambda \geq 0$$

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

فیر، گروسکیف، لیندگرین و روس^۱، بحث عدم کارایی در شاخص بهره‌وری مالیم کویبست را مطرح کردند که در شرایط تابع فاصله، ارزشی کمتر از یک دارد. شاخص بهره‌وری مالیم کویبست به دو شاخص تفکیک می‌شود:

۱- اندازه‌گیری تغییرات کارایی (EC)

۲- اندازه گیری تغییرات تکنولوژی (TEC): اندازه ی تغییرات تکنولوژی به صورت تغییرات منحنی هم مقداری داده و ستانده نمایش داده می شود .

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

در تحلیل های اندازه گیری بهره وری، بحث بازده متغیر به مقیاس مطرح می شود. در این صورت با توجه به تفکیک کارایی به دو دسته ی کارایی خالص (کارایی مدیریتی) و کارایی مقیاس، می توان وضعیت صرفه جوئی نسبت به مقیاس را نیز بررسی نمود: تغییرات کارایی تکنولوژی * تغییرات کارایی مقیاس * تغییرات کارایی مدیریتی =

تغییرات بهره وری کل عوامل تولید

اشکال این روش آن است که محاسبه ی شاخص مالم کوپبیست با بهره گیری از مدل های تحلیل پوششی داده ها بر اساس مقایسه ی رشد بهره وری تعداد واحد تصمیم گیرنده در طی دو دوره انجام می گیرد. به عبارت دیگر، به دلیل ماهیت مقایسه ای مدل های DEA و برای محاسبه ی این شاخص در هر دوره، به داده هایی خاص، شامل تعدادی واحد تصمیم گیرنده نیاز است. بنابراین در حالتی که فقط یک واحد تصمیم گیرنده موجود است و هدف، محاسبه ی رشد بهره وری این واحد در طول زمان است، این شاخص، از محاسبه ی رشد بهره وری ناتوان خواهد بود؛ از این رو در این مقاله به منظور حل این مشکل، از شاخص دیگری به نام شاخص بهره وری تورنکوپیست استفاده می شود. (رک : رضایی و همکاران، ۱۳۸۷).

فرض کنیم داده هایی از یک واحد تصمیم گیرنده در طول n سال، شامل m ورودی و s خروجی موجود باشد. این واحد در سال k ام (دوره ی 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 ی $k+1$ ام به ترتیب دارای بردار ورودی $X^{k+1} = (x_1^{k+1}, x_2^{k+1}, \dots, x_m^{k+1})$ و بردار خروجی $Y^{k+1} = (y_1^{k+1}, y_2^{k+1}, \dots, y_s^{k+1})$ باشد. بنابراین اگر وضعیت این واحد در هر سال به عنوان یک DMU در نظر گرفته شود و مدل DEA با بازده ثابت به مقیاس و خروجی محور در نظر بگیریم، آن گاه شاخص مقدار ورودی تورنکوپیست به صورت زیر تعریف و محاسبه می شود:

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

که در آن ex_i به صورت میانگین هندسی از کشش ورودی i ام یک بار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ محاسبه می‌شود و X_i ورودی‌های مورد نظر یک بار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ است.

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

در حقیقت مقدار TQ_X بیان کننده ی 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 یک بار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ است. به همین ترتیب می‌توانیم شاخص مقدار خروجی تورنکوویست را تعریف و محاسبه کنیم.

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

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

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

مقدار TQ_Y ، بیان کننده ی تغییر خروجی در طی دو سال است که با بهره‌گیری از کشش هر خروجی محاسبه می‌شود و q_i وزن خروجی‌ها، یک بار در سال k و بار دیگر در سال $k+1$ می‌باشد؛ لذا داریم:

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

نتایج محاسبه ی شاخص بهره وری کل عوامل تولید در بخش صنعت در جدول زیر مشاهده می‌شود:

جدول شماره ی یک-نتایج تغییرات کارایی فنی، تکنولوژی و TFP

دوره	تغییرات کارایی	تغییرات تکنولوژی	رشد بهره‌وری کل عوامل
۱۳۶۰-۱۳۶۱	۰/۷۸۹	۰/۹۱۶	۰/۷۲۳
۱۳۶۱-۱۳۶۲	۰/۸۰۶	۰/۸۸۶	۰/۷۱۵
۱۳۶۲-۱۳۶۳	۰/۸۷۴	۰/۸۲۵	۰/۷۲۱
۱۳۶۳-۱۳۶۴	۰/۹۲۲	۰/۹۱۱	۰/۸۴
۱۳۶۴-۱۳۶۵	۰/۸۸۴	۰/۹۳۳	۰/۸۲۵
۱۳۶۵-۱۳۶۶	۰/۹۰۵	۰/۸۹۶	۰/۸۱۱
۱۳۶۶-۱۳۶۷	۰/۹۴۱	۰/۸۸۵	۰/۸۳۳
۱۳۶۷-۱۳۶۸	۰/۹۱۱	۰/۹۲۲	۰/۸۴
۱۳۶۸-۱۳۶۹	۰/۹۷۹	۰/۹۳۱	۰/۹۱۲
۱۳۶۹-۱۳۷۰	۱	۰/۹۴۹	۰/۹۴۹
۱۳۷۰-۱۳۷۱	۰/۹۸۱	۰/۹۴۶	۰/۹۳۱
۱۳۷۱-۱۳۷۲	۰/۹۸۲	۰/۹۵۵	۰/۹۳۸
۱۳۷۲-۱۳۷۳	۰/۹۷۵	۰/۹۶۶	۰/۹۴۲
۱۳۷۳-۱۳۷۴	۰/۹۸۹	۰/۹۶۳	۰/۹۵۲
۱۳۷۴-۱۳۷۵	۰/۸۵	۱/۰۹۵	۰/۹۳۱
۱۳۷۵-۱۳۷۶	۰/۷۹۷	۱/۰۰۴	۰/۸۲۵
۱۳۷۶-۱۳۷۷	۰/۸۲۹	۰/۹۱۴	۰/۷۵۸
۱۳۷۷-۱۳۷۸	۰/۷۵۹	۱/۰۴۴	۰/۷۹۲
۱۳۷۸-۱۳۷۹	۰/۶۹۳	۱/۰۳۲	۰/۷۱۵
۱۳۷۹-۱۳۸۰	۰/۶۸۸	۱/۰۸۳	۰/۷۴۵
۱۳۸۰-۱۳۸۱	۰/۶۸۳	۱/۰۶۵	۰/۷۲۷
۱۳۸۱-۱۳۸۲	۰/۶۳۵	۱/۰۱۷	۰/۶۴۶
۱۳۸۲-۱۳۸۳	۰/۶۴۸	۱/۰۲۴	۰/۶۶۴
۱۳۸۳-۱۳۸۴	۰/۶۶۳	۱/۰۰۷	۰/۶۸۸
۱۳۸۴-۱۳۸۵	۰/۶۵۷	۱/۰۲۵	۰/۶۷۳
۱۳۸۵-۱۳۸۶	۰/۷۴۲	۱/۰۰۵	۰/۷۴۶
۱۳۸۶-۱۳۸۷	۰/۷۹۷	۱/۰۱۵	۰/۸۰۹

مأخذ: محاسبات محققین

مشاهده‌ی جدول شماره ی یک حاکی از آن است که میانگین تغییرات کارایی فنی، تکنولوژی، رشد TFP طی دوره ی تحقیق به ترتیب ۰/۸۲۸، ۰/۹۷۱، ۰/۸۰۱ است. براساس نتایج این جدول، میزان تغییرات کارایی فنی طی دوره ی ۱۳۶۹-۱۳۷۰ عدد یک است. این بدین مفهوم است که طی دوره ی مذکور، بخش صنعت و معدن روی منحنی امکانات تولید قرار داشته است؛ هم چنین کمترین میزان کارایی فنی طی دوره ی ۱۳۸۱-۱۳۸۲ به میزان ۰/۶۳۵ است. بیش ترین میزان تغییرات تکنولوژی طی دوره ی ۱۳۷۴-۱۳۷۵، به میزان ۱/۰۹۵ بوده است و کمترین میزان آن طی دوره ی ۱۳۶۲-۱۳۶۳ به میزان ۰/۸۲۵ می‌باشد. هم چنین بیش ترین میزان تغییرات بهره‌وری کل عوامل بخش صنعت و معدن برای دوره ی ۱۳۷۳-۱۳۷۴، به میزان ۰/۹۵۲ درصد است. براساس نتایج جدول مذکور، رشد بهره وری کل عوامل تولید طی دوره ی مورد بررسی، معادل ۰/۸۰۱ درصد است، که از هدف گذاری ۴/۴ درصدی برنامه ی چهارم توسعه فاصله ی بسیار زیادی دارد.

۵- آزمون رابطه ی علی رشد بهره‌وری با رشد بخش صنعت در ایران

در این بخش، رابطه ی علی میان رشد بهره‌وری صنعت با رشد این بخش، طی سال های ۱۳۶۰-۱۳۸۶ بررسی می‌شود. در این مقاله، برای تبیین رابطه ی علیت میان دو متغیر مورد بررسی در چارچوب مدل ها و روش های استفاده شده از سوی سایر محققین، روش زیر در حوزه ی هدف مقاله انتخاب و براساس آن به آزمون رابطه ی علی مورد اشاره پرداخته شد^۱.

۵-۱- روش تحقیق

در این مقاله، از روش خود رگرسیون برداری (VAR) برای شناسایی رابطه ی میان رشد بهره‌وری صنعت با رشد این بخش استفاده شده است. در ابتدا آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته^۱ (ADF) برای بررسی ایستایی سری زمانی و آزمون ریشه ی واحد به کاربرده شد. سپس از آزمون هم‌انباشتگی متکی بر رهیافت VAR برای بررسی

1- Augmented Dickey Fuller (ADF).

رابطه ی بلندمدت میان رشد بهره‌وری بخش صنعت با رشد بخش صنعت استفاده شده است. بر مبنای نتایج حاصل شده، آزمون علیت گرنجری، برای تعیین جهت علیت میان رشد بهره‌وری صنعت با رشد این بخش، به کار رفته است.

۵-۲- آزمون ریشه واحد

در آزمون ADF، فرضیه ی صفر (H_0) عبارت است از وجود ریشه ی واحد و فرضیه ی آلترناتیو (H_1) عبارت از مانایی متغیر است. اگر آماره‌های محاسبه شده، بزرگ تر از مقدار بحرانی مک‌کینون باشد، آن گاه فرضیه ی H_0 یا نامانایی متغیر رد می‌شود. نتایج آزمون ADF و PP در جدول شماره ی دو نشان داده شده است. همان طور که ملاحظه می‌شود، دو سری های زمانی می‌توانند فرضیه ی H_0 را در سطح $I(1)$ رد کنند که این مسأله به مفهوم مانایی متغیرها است.

جدول شماره ی دو - نتایج آزمون ریشه ی واحد متغیرها طی دوره ی ۱۳۶۰-۱۳۸۶

متغیرها	آزمون با عرض از مبدأ	آزمون با عرض از مبدأ و روند
TFP INDUSG مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد مقدار بحرانی در سطح ۱۰ درصد درصد	(ADF)	(ADF)
	-۲.۷۳۲۲	-۳.۷۲۸۷
	-۳.۳۴۲۳	-۳.۷۵۱۹
	-۲.۹۸۱۰	-۳.۵۹۵۰
	-۲.۶۲۹۹	-۳.۲۳۳۴

مأخذ: محاسبات محققین

۵-۳- آزمون هم‌انباشتگی

ابتدا توسط یوهانسن در سال ۱۹۹۸ آزمون هم‌انباشتگی مبتنی بر چارچوب VAR را به کار برد. در این آزمون فرضیه ی صفر (H_0)، دلالت بر عدم وجود هم‌انباشتگی میان متغیرها داشته و در مقابل فرضیه ی آلترناتیو (H_1) دلالت بر وجود یک بردار هم‌انباشتگی دارد. نتایج آزمون هم‌انباشتگی مبتنی بر رهیافت یوهانسن، در جدول شماره ی سه خلاصه شده است. نتایج نشان می‌دهد فرضیه ی H_0 رد می‌شود که به مفهوم عدم وجود رابطه ی بلندمدت میان رشد بهره‌وری بخش صنعت با رشد این بخش است.

بررسی ارتباط میان بهره‌وری و رشد بخش صنعت در ... ۱۴۹.....

جدول شماره ی سه - آزمون هم انباشتگی یوهانسن (۱۳۶۰-۱۳۸۶)

متغیر	فرضیه ی صفر (H_0)	آماره ی آزمون	مقدار بحرانی در سطح ۵ درصد
TFP&INDUSG	$r=0$	۱۴.۹۷۰۸	۱۵.۴۹۴۷
	$r \leq 1$	۲.۷۲۶۷	۳.۸۴۱۴

مأخذ: محاسبات محققین

۵-۴- آزمون علیّت گرنجری^۲

سؤال این است که آیا رشد بهره‌وری باعث رشد بخش صنعت می‌شود و یا رشد بخش صنعت سبب رشد بهره‌وری در این بخش می‌گردد؟ به دلیل عدم وجود هم انباشتگی، برای پی بردن به پاسخ این سؤال از رهیافت علیّت گرنجری تحت VAR متغیرها استفاده شد. رهیافت علیّت گرنجری تقدم و اطلاعات ایجاد شده توسط متغیری مانند X را در توضیح ارزش جاری متغیر دیگر مانند Y را اندازه‌گیری می‌کند. فرضیه ی صفر (H_0) در این حالت این است که X علیّت گرنجر Y و Y نیز علیّت گرنجر X نیست. نتایج آزمون علیّت گرنجری در جدول شماره ی چهار به صورت خلاصه آمده است.

جدول شماره ی چهار - آزمون علیّت گرنجری تحت چارچوب bVAR (۱۳۶۰-)

(۱۳۸۶)

فرضیه ی صفر (H_0) (با دو وقفه)				متغیرها
\Rightarrow TFP / INDUSG		\Rightarrow INDUSG / TFP		
مقدار P	آماره ی F	مقدار P	آماره ی F	
۰.۶۸	۰.۱۷۷	۰.۰۵	۳.۹۹۳	TFP&INDUSG

مأخذ: محاسبات محققین

همان طور که در جدول شماره ی چهار مشاهده می‌شود، نتایج حاصل از آزمون علیّت گرنجری نشان می‌دهد:

- علیّت گرنجری میان رشد بهره‌وری و رشد بخش صنعت یک طرفه است.
- رابطه ی علی از طرف رشد بهره‌وری به رشد بخش صنعت است که در سطح ۵ درصد معنی‌دار است.

۶- نتیجه گیری

بهبود قابلیت های اجتماعی یک جامعه، از اساسی ترین نیازهای هر جامعه در رسیدن به توسعه است. نوآوری و خلق فناوری های جدید، یکی از مهم ترین عوامل رشد و افزایش بهره وری در جوامع توسعه یافته است. جوامع در حال توسعه، هم از شکاف ایده ای که بین آن ها و کشورهای توسعه یافته، ایجاد شده رنج می برند. از یک سو، نوآوری و خلق فناوری های جدید، یک فرآیند زمان بر است که مستلزم ایجاد زمینه های مناسب و زیر ساختارهای هماهنگ و مشوق این گونه فرآیندها است. از سوی دیگر، علاوه بر زمان بر بودن، ایجاد چنین بستر مناسبی، هزینه های نوآوری نیز بسیار بالاست. از همه مهم تر این که در دنیای فناوری امروز، با تغییر نوع فناوری ها و به خصوص با شکل گیری فناوری های مربوط به اطلاعات و ارتباطات، امکان انتقال و سرعت انتقال فناوری ها افزایش یافته است. در مقایسه با ایجاد فناوری، اقتباس و تقلید یک فرایند، کم هزینه تر و سریع تر است. بررسی های تجربی، حاکی از آن است که افزون بر موجودی سرمایه ی فیزیکی، نیروی انسانی و مواد خام، دانش و افکار جدید نیز موجب شکوفایی فعالیت های اقتصادی می شود و رشد بخش های مختلف اقتصادی هر کشور تابعی از رشد بهره وری کل عوامل می باشد. بنابراین بهبود بهره وری به عنوان یکی از نیروهای محرکه توسعه یک عامل کلیدی است که جامعه را قادر به ایجاد ارزش افزوده می کند، که این ارزش افزوده از طریق ترکیب بهینه منابع در اختیار، دانش و مهارت های انسانی، فناوری تجهیزات، مواد خام، انرژی، سرمایه و خدمات میانی به دست می آید. در نتیجه افزایش و رشد بهره وری، به رقابت پذیر شدن فعالیت های اقتصادی بخش های مختلف منجر می شود (رومر، ۱۹۸۶).

با توجه به جایگاه بخش صنعت در اقتصاد ایران و تأکید بر افزایش بهره وری و رشد اقتصادی در برنامه ی پنجم توسعه و سند چشم انداز ۲۰ ساله ی کشور، این مطالعه بر روی رشد ارزش افزوده ی این بخش متمرکز شده و با محاسبه ی رشد بهره وری بخش صنعت طی دوره ی زمانی ۱۳۶۰-۱۳۸۶، به تبیین جهت علیت این متغیر و رشد بخش صنعت پرداخته است. نتایج تحقیق نشان می دهد که:

- عمده ی تغییرات TFP بخش صنعت در سال های اخیر، به سبب تغییرات تکنولوژیکی بوده است و تغییرات کارایی، سهم اندکی نسبت به تغییرات کارایی در رشد TFP این بخش داشته است. به عبارتی تغییرات این متغیر

بیان‌کننده‌ی ظرفیت بسیار خالی موجود در این بخش به لحاظ استفاده‌ی مطلوب و بهینه از منابع است.

- علیت گرنجری میان رشد بهره‌وری و رشد بخش صنعت یک طرفه است.
- رابطه‌ی علی از طرف رشد بهره‌وری به رشد بخش صنعت است که در کوتاه‌مدت کاملاً معنی‌دار است.

در مجموع با توجه به اثر مثبت رشد بهره‌وری بر روی رشد بخش صنعت از یک سو و تأثیرپذیری بیش‌تر رشد بهره‌وری این بخش از تغییرات تکنولوژی از سوی دیگر، باید به برنامه‌ریزی و ارائه‌ی راهکارهایی در زمینه‌ی ارتقای بهره‌وری و تحقق اهداف برنامه‌ی پنجم توسعه اقدام کرد که البته با تدوین درست راهبرد بهبود بهره‌وری و نیز ارزیابی مستمر و سرانجام با اجرای متناسب آن‌ها، تحقق‌پذیر خواهد بود. در این چارچوب اجرای سیاست‌هایی هم چون: تسریع در اجرای سیاست‌های اصل ۴۴، اجرای طرح‌های بهینه‌سازی و کمک به اصلاح و ارتقای فناوری وسایل و تجهیزات کارخانجات توصیه می‌شود.

یادداشت ها:

- ۱- لازم به ذکر است که آمار و ارقام استفاده شده در این مقاله، اطلاعات منتشره ی بانک مرکزی ایران است.
- ۲- تکنیک آزمون علیت گرنجری مربوطه در پیوست (۱) آمده است.

منابع و مأخذ:

- Alirezaei, M.R., M. Afsharian and B. Nalauyi (2007) «calculate the total factor productivity growth using non-parametric data envelopment analysis model with a case study in the power industry», *Economic Research*, No. 78 (in persian).
- Barro, R. J(1997)*Determinants of Economic Growth: A cross country Empirical study*, Cambridge MA: Harvard Institute of International Development Disscussin , paper 579.
- Barro R (1991)«Economic Growth in Cross- Section Countries», *Quarterly Journal of Economic*.
- Blanchard Olivier J. and Fischer , Stanley (1996) *Lectures on Macroeconomics* , the MIT Press.
- Central Bank Economic Indicators, *various years* (in persian).
- Dhehibi, B . and Lachaal, L. (2006) *Productivity and Economic Growth in Tunisian agriculture: an empirical evidence, I AA E conference*. Glod Coast, Australia, August .
- Economic reports and balance sheets of central banks, *various years*(in persian).
- Fare R, S (2000) *Grosskopf,O.Zaimd and R.Nehring*, Accounting for bads in the measurement of Productivity Growth ; ACost Indirect Malmquist Productivity Measure its Application. to U.S S Agriculture August.
- Gaofeng Han & Kaliappa Kalirajan & Nirvikar Singh, (2003) *Productivity, Efficiency and Economic Growth: East Asia and the Rest of the World*, Santa Cruz Center for International Economics, Working Paper Series 1005, Center for International Economics, UC Santa Cruz.
- Godfrey Kalinga (2006) *Economic Growth and Total Factor Productivity in Niger*, IMF Working Paper, WP/06/208.
- Granger, C. W. J.(1980)«Testing for Causality», *Journal of Economic Dynamics and Control*, November.
- Gholizadeh, H., Saleh, I. (2005)« of total factor productivity in manufacturing sectors of the Iranian economy in the period 1357-1381

(with emphasis on agriculture and the role of capital)», *Iranian Journal of Agricultural Sciences*, No. 36 (in persian).

-Hicks, J.A.(1969) *A Theory of Economic History*, Oxford: Clarendon Press.

-Hosseini, R. and Salami, H. (2005)«Sources of growth in the economy of Iran: A Case Study, Department of Agriculture», *Economic Research Journal*, Year 7, Number 1, Spring (in persian).

-Johansen, S. and Juselius(1992)«Testing structural hypotheses in a multivariate cointegration nalysis of the PPP and the UIP for Uk», *Journal of Econometrics*,Vol .53.

-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.

-Lucas, R. E. (1988)«On the Mechanics of Economic Development», *Journal of Monetary Economics*, July.

-Mojmír Hájek (2005) *Economic Growth and Total Factor Productivity in the Czech Republic from 1992 to 2004*, Working Paper CES VŠEM No 5/2005.

-Meybodi Emami, A. (2000) *Measurement of productivity and efficiency*, Tehran, Institute of Business Research (in persian).

-Shah Abadi, A. (2005) *Iran's economy, service sector growth*, economic ESSAYS No. 3, Spring and Summer (in persian).

-Romer, Paul M., (1986)«Increasing Returns and Long Run Growth», *Journal of Political Economy*, Vol. 94, pp.1002–37.

-Romer, Paul M., (1990)«Endogenous Technical Change», *Journal of Political Economy*, Vol. 98, pp. 71–102.

-Romer, Paul M., (1994)«The Origins of Endogenous Growth», *Journal of Economic Perspectives*, Vol. 8, pp. 3–22.

-Rezaei,J., M. R, Tavakoli ,Ghazanfari Sayyed Hassan .(2008) «evaluated changes in Total Factor Productivity in the business sector using a linear programming model», *Quarterly Journal of Commerce*, No. 49, Winter (in persian).

- Scott L. Baier & Gerald P. Dwyer & Robert Tamura, (2006)«How Important are Capital and Total Factor Productivity for Economic Growth?», *Economic Inquiry*, Oxford University Press, vol. 44(1), pages 23-49, January.
- Solow, R., (1957)«Technical Change and The Aggregate Production Function», *Review of Economics and Statistics*, 39, pp. 312-320.
- Shurchuluu, P.(2002)« National Productivity and Competitiveness Strategies for the new millennium», *Integrated Manufacturing Systems*. Vol.13, No.6.,pp.408-414.
- 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, Pages 273-293.
- Tornqvist. (1936)«The bank of Finland's consumption price index», *Bank of Finland Monthly Bulletin*, 10, pp.1-8.

پیوست (۱)

آزمون علیّت گرنجری

در مدل های دو متغیره X و Y ، رویکرد علیّت گرنجری از استفاده ی معمول آن ها؛ یعنی استفاده از اطلاعات و سابقه ی قبلی X در توضیح ارزش های فعلی Y، متفاوت است. بر اساس این دیدگاه، گفته می شود Y معلول گرنجری X است در صورتی که X به پیش بینی Y کمک کند یا به مفهومی معادل آن وقفه های X باشد که از نظر آماری معنادار هستند.

بیان سری زمانی مدل دو متغیره ی VAR (b VAR) برای دو متغیر X و Y به صورت شکل زیر است:

$$\begin{matrix} Y_t \\ X_t \end{matrix} = \begin{matrix} C_1 \\ C_2 \end{matrix} + \begin{matrix} a_{11}^1 & a_{12}^1 \\ a_{21}^1 & a_{22}^1 \end{matrix} \begin{matrix} Y_{t-1} \\ X_{t-1} \end{matrix} + \dots + \begin{matrix} a_{11}^k & a_{12}^k \\ a_{21}^k & a_{22}^k \end{matrix} \begin{matrix} Y_{t-k} \\ X_{t-k} \end{matrix} + \begin{matrix} \varepsilon_{1t} \\ \varepsilon_{2t} \end{matrix}$$

به طوری که t نشانه ی زمان است، a_{ij} ضرایب ماتریس های مرتبط با VAR هستند، پایین نویس ها اشاره به رتبه ی ماتریس دارند، $\sum_{t=(\varepsilon_{1t}, \varepsilon_{2t})}$ عبارت است از بردار شوک های ناهمبسته و نهایتاً C_1 و C_2 ضرایب ثابت می باشند. با سیستمی شامل دو معادله ، رابطه ی بالا به صورت زیر نوشته می شود:

$$\begin{aligned} Y_t &= C_1 + \sum_{i=1}^k \alpha_{11} Y_{t-i} + \sum_{j=1}^k \alpha_{12} X_{t-j} + \varepsilon_{1t} \\ X_t &= C_2 + \sum_{i=1}^k \alpha_{21} Y_{t-i} + \sum_{i=1}^k \alpha_{22} X_{t-i} + \varepsilon_{2t} \end{aligned}$$

آزمون علیّت گرنجری بین X و Y شامل کنترل معناداری ضرایب a_{12} و a_{22} می شود. به عبارت دیگر، X نمی تواند علت گرنجری Y باشد، در صورتی که بردار $(X_{t-1}, X_{t-2}, \dots, X_{t-k})$ هیچ قدرتی در پیش بینی X نداشته باشد. هر معادله ی نشان داده شده در بالا به طور جداگانه در آزمون علیّت گرنجری تخمین زده می شود و فرضیه ی صفر آزمون این است که X علیّت گرنجری Y و Y علت گرنجری X نیست.