

ارزیابی بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران

رضایوسفی حاجی آباد^۱

چکیده

هدف اصلی تحقیق حاضر، ارزیابی بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست و روش تحلیل پوششی داده‌ها است. برای این منظور داده‌های ترکیبی صنایع کارخانه‌ای ایران بر اساس طبقه‌بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های صنعتی (ISIC)، جمع‌آوری و بهره‌وری کل عوامل تولید در رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی، طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۹ مورد ارزیابی قرار گرفته است. در مجموع نتایج تحقیق نشان می‌دهد که سطح بهره‌وری اکثریت رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی ایران طی دوره مورد بررسی کاهش یافته است که علت آن کاهش کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس این صنایع بوده است. صنایع فعال در زمینه تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه شده بیشترین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را داشته است که علت آن تغییرات تکنولوژیکی مثبت در این رشته فعالیت صنعتی بوده است. در مقابل، رشته فعالیت صنعتی تولید و تعمیر انواع کشتی نیز بیشترین کاهش سطح بهره‌وری را به علت کاهش کارایی فنی تجربه کرده است. تغییرات بهره‌وری بیشتر صنایع طی دوره مورد بررسی متغیر بوده و فقط ۱۸ رشته فعالیت صنعتی از رشد بهره‌وری برخوردار بوده‌اند. میانگین کارایی فنی صنایع کارخانه‌ای ایران با فرض بازده متغیر و بازده ثابت نسبت به مقیاس طی این دوره به ترتیب ۰/۴۲ و ۰/۳۴ بوده است. همچنین، میانگین کارایی مقیاس صنایع ۰/۷۹ بوده است.

واژگان کلیدی: شاخص مالم کوئیست، صنایع کارخانه‌ای، تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی فنی، کارایی مقیاس، کارایی تکنولوژیکی.

Keywords: Malmquist Index, Manufacturing Sector, Data Envelopment Analysis, Technical Efficiency, Scale Efficiency, Technological Efficiency.

JEL Classification: C61, D70, D24.

^۱ استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور (نویسنده مسئول)

۱- مقدمه

در دهه‌های اخیر استراتژی‌های رشد و توسعه صنعتی تحت تاثیر دو عامل رشد و انباشت سرمایه و افزایش کارایی^۱ و بهره‌وری^۲ در بخش صنعت بوده است. در این زمینه، کمیابی عوامل تولید، به ویژه سرمایه، در کشورهای در حال توسعه باعث شده است که افزایش بهره‌وری در فرآیند رشد اقتصادی از اهمیت خاصی برخوردار باشد، به گونه‌ای که این استراتژی‌ها تا حدود زیادی به ارتقای بهره‌وری در بخش‌های مختلف اقتصادی پرداخته است. در این میان، یکی از متداول‌ترین شاخص‌هایی که از طریق آن می‌توان به قدرت یک فعالیت صنعتی برای دستیابی به مزیت‌های نسبی در بین صنایع مختلف پی‌برد، بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP)^۳ و ارتقای آن است. بدون شک افزایش بهره‌وری در یک صنعت می‌تواند با کاهش هزینه متوسط تولید کالاها و خدمات، موجب کاهش سطوح قیمت‌ها در بازار و افزایش میزان سودآوری محصولات نهایی واحدهای تولیدی صنعت شود، که پیامد چنین تحولی نیز افزایش توان رقابت محصولات داخلی در بازارهای خارجی و در نتیجه رشد حجم سرمایه‌گذاری‌های جدید صنعتی است. لذا افزایش بهره‌وری بخش‌های مختلف صنعتی کشور باید مورد توجه خاص سیاست‌گذاران و برنامه‌ریزان اقتصادی کشور قرار گیرد. با توجه به اهمیت موضوع، هدف تحقیق حاضر ارزیابی بهره‌وری صنایع کارخان‌های با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست^۴ است. برای این منظور، پژوهش حاضر در صدد پاسخگویی به سئوالات زیر است:

بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای در ایران طی دوره مورد بررسی چه تغییراتی داشته است؟

تاثیر عوامل موثر بر بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران چگونه بوده است؟ در این راستا، مقاله حاضر در چند بخش تنظیم شده است. ابتدا، مفهوم کارایی و بهره‌وری و سپس روش‌های اندازه‌گیری آن‌ها بیان شده است. سپس پیشینه و مبانی نظری تحقیق ارائه گردیده است. بخش پایانی تحقیق نیز به نحوه جمع‌آوری داده‌ها، تجزیه و تحلیل داده‌ها و نتایج و توصیه‌های سیاستی می‌پردازد.

^۱. Efficiency

^۲. Productivity

^۳. Total Factor Productivity

^۴. Malmquist Index

۲- مفهوم کارایی و بهره‌وری

کارایی یک مفهوم نسبی است و مقایسه بین عملکرد واقعی و عملکرد ایده‌آل را نشان می‌دهد. می‌توان گفت که کارایی به نحوه بهره‌گیری از منابع توجه دارد و میزان استفاده مفید از منابع را نشان می‌دهد. به عبارت دیگر، نسبت بازدهی واقعی بدست آمده به بازدهی استاندارد و تعیین شده، کارایی یا راندمان است. فارل^۱ سه نوع کارایی فنی^۲، کارایی تخصیصی^۳ و کارایی اقتصادی^۴ را مورد بررسی قرار می‌دهد. در کارایی فنی رابطه بین نهاده و محصولات و چگونگی تبدیل نهاده‌ها به محصولات مطرح است. به عبارت دیگر، کارایی فنی مربوط به ساختار تکنولوژیکی می‌باشد. کارایی فنی یک مفهوم نسبی است، زیرا مقایسه بین بنگاه‌ها در نوع و نحوه استفاده از تکنولوژی است. در کارایی فنی به دو مفهوم توجه می‌شود. طبق تعریف بنگاهی دارای کارایی فنی بالاتر است که بتواند با مجموعه داده‌های مفروض و ثابت، یعنی تکنولوژی یا نحوه به کارگیری عامل کار و سرمایه که قبلاً تعیین شده است، میزان محصول بیشتری نسبت به سایر بنگاه‌ها تولید نماید. در این تعریف محور بحث بر روی تغییر میزان تولید است. بنابراین به آن کارایی ستاده‌مدار می‌گویند^۵. طبق تعریفی دیگر، یک بنگاه زمانی کاراست که با توجه به سطح ثابت محصول، از یک یا چند عامل تولید، بدون افزایش در مقادیر سایر عوامل، در قیاس با سایر بنگاه‌ها کمتر استفاده کند. به این روش سنجش کارایی، روش نهاده‌مدار^۶ می‌گویند (چارنز و همکاران، ۱۹۸۱^۷: ۴۳۶). کارایی فنی ارتباطی با قیمت عوامل ندارد، و لذا در مواقعی که نتوان قیمت عوامل را به درستی ارزش‌گذاری کرد، می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. کارایی تخصیصی توانایی یک واحد اقتصادی در استفاده از ترکیب بهینه عوامل با توجه به قیمت‌های آن‌ها می‌باشد. کارایی اقتصادی نیز که از حاصلضرب کارایی فنی و تخصیصی بدست می‌آید، عبارت است از توانایی یک واحد اقتصادی در به دست آوردن حداکثر سود ممکن با توجه به قیمت و سطح نهاده‌ها. تشخیص کارایی منوط به تعریف و مقایسه با یک حد استاندارد مشخص است. روش تحلیل مرزی یکی از روش‌هایی است که بیشترین کاربرد را در زمینه ارزیابی کارایی و بهره‌وری بنگاه‌های اقتصادی داراست. در این روش ابتدا واحدهای اقتصادی با برآورد توابع تولید، هزینه یا سود، مرزی به نام مرز کارایی را به وجود می‌آورند و سپس بنگاه‌هایی که در روی این مرز فعالیت

^۱. Fare

^۲. Technical Efficiency

^۳. Allocative Efficiency

^۴. Economic Efficiency

^۵. Output Oriented

^۶. Input Oriented

^۷. Charens (1981)

می‌کنند به عنوان واحدهای کارآمد، و دیگر واحدها که در خارج از آن قرار دارند، به عنوان واحدهایی ناکارآمد شناخته می‌شوند (امامی میبدی، ۱۳۷۹: ۲۴).

بهره‌وری یک بنگاه نیز براساس مقدار محصول سرانه تولید شده به ازای هر واحد نهاد اندازه‌گیری می‌شود. در حالت یک ستاده و یک نهاد، بهره‌وری نسبت مقدار ستاده به مقدار نهاد می‌باشد. به عبارت دیگر، اگر در دوره صفر بنگاه محصول y را از نهاد x تولید کند، بهره‌وری آن به صورت زیر مشخص می‌شود:

$$\Pi = \frac{y}{x} \quad (۱)$$

اگر در دوره یک، محصول y_1 از نهاد x_1 تولید شود، میزان بهره‌وری در این دوره برابر است با:

$$\Pi_1 = \frac{y_1}{x_1} \quad (۲)$$

و شاخص بهره‌وری در دوره یک نسبت به دوره صفر یا دوره پایه به صورت زیر به دست می‌آید:

$$\pi_1 = \frac{\Pi_1}{\Pi} = \frac{\frac{y_1}{x_1}}{\frac{y}{x}} = \frac{y_1/x_1}{y/x} \quad (۳)$$

که نشان می‌دهد بهره‌وری بنگاه چگونه نسبت به دوره پایه تغییر می‌کند. نرخ رشد بهره‌وری از تفاوت نرخ رشد مقادیر ستاده و نهاد به دست می‌آید. در حالت وجود چندین نهاد یا ستاده، شاخص مقدار نهاد و ستاده جایگزین مقادیر نهاد و ستاده در فرمول فوق می‌گردد. در این حالت شاخص بهره‌وری عوامل تولید (MFP)^۱ به صورت زیر است:

$$\pi_1 = \frac{\Pi_1}{\Pi} = \frac{Q_y}{Q_x} \quad (۴)$$

^۱. Multi-Factor Productivity

که در آن، Q_y و Q_x به ترتیب شاخص مقدار ستاده و نهاده بنگاه در دوره یک نسبت به دوره پایه هستند. امروزه روش‌های اقتصادسنجی و برنامه‌ریزی خطی از مهم‌ترین روش‌های بررسی بهره‌وری عوامل تولید در واحدهای اقتصادی است. شاخص بهره‌وری مال‌کوئیست نیز از جمله ابزارهای موجود در روش‌های برنامه‌ریزی خطی برای سنجش بهره‌وری کل عوامل تولید است (زرانژاد و یوسفی حاجی‌آباد، ۱۳۸۸: ۱۲۴).

۳- روش‌های اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری

روش‌های پارامتریک اقتصادسنجی همانند روش مرز تصادفی (SFA)^۱ و روش مرز قطعی و روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، از جمله روش‌هایی هستند که بیشترین کاربرد را در مطالعات مربوط به تحلیل مرز کارایی دارا می‌باشند. در روش‌های پارامتریک کارایی هر واحد اقتصادی با تابع تولید مرزی بدست آمده از توابع تولید یا هزینه ترانسلوگ و کاب-داگلاس تعیین می‌شود. در این روش‌ها به دلیل استفاده از مدل‌های اقتصادسنجی، امکان آزمون فرضیه وجود دارد. مهم‌ترین ایراد روش‌های پارامتریک، این است که در فعالیت‌های خدماتی بر خلاف فعالیت‌های تولیدی، امکان تصریح یک شکل به خصوص برای اغلب توابع مشکل است. از این رو محدودیت‌های خاصی را در تخمین‌ها ایجاد می‌کند. همچنین در این روش نمرات کارایی به واحدهای اندازه‌گیری نهاده‌ها و ستاده‌ها وابسته می‌باشند. به عبارت دیگر، تغییر واحدهای اندازه‌گیری و تخمین جدید تابع مرزی تصادفی، نمرات کارایی متفاوتی را برای واحدهای مورد بررسی ارائه خواهد نمود.

تحلیل پوششی داده‌ها نیز یک روش برنامه‌ریزی خطی برای ارزیابی عملکرد بنگاه‌های اقتصادی است. در این روش با استفاده از اطلاعات موجود مربوط به نهاده‌ها و ستاده‌ها، مقادیر مربوط به کارایی‌های مختلف هر یک از بنگاه‌ها محاسبه می‌شود. در این روش واحدها با یک سطح استاندارد از قبل تعیین شده یا تابعی معلوم و مشخص مقایسه نمی‌شوند، بلکه ملاک ارزیابی آن‌ها واحدهای تصمیم‌گیرنده‌ای است که در شرایط یکسان، فعالیت‌های مشابهی انجام می‌دهند. از آنجا که تعیین تابع تولید مرزی در عمل مشکل می‌باشد، در روش DEA بنگاه‌هایی که بالاترین نسبت ستاده به نهاده را داشته باشند، تشکیل دهنده مرز کارایی خواهند بود. فار^۲ و همکاران (۱۹۹۴)،

^۱. Stochastic frontier Approach

^۲. Fare (1994)

نشان دادند که می‌توان با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، شاخصی از بهره‌وری کل عوامل تولید را به دست آورد؛ که به آن شاخص مال‌کوئست گفته می‌شود. در این شاخص بر خلاف دیگر شاخص‌های مهم سنجش بهره‌وری کل عوامل تولید، نظیر ترنکوئست^۱، نیاز به داشتن قیمت ستاده‌ها و نهاده‌ها نیست. همچنین در این شاخص، تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید به تغییرات تکنولوژیکی یا انتقال مرز کارایی و تغییرات کارایی فنی یا رسیدن به مرز کارایی، قابل تفکیک است. استفاده از شاخص مال‌کوئست نیازمند داشتن داده‌های مقطعی و سری زمانی واحدهای اقتصادی^۲ است، در حالی که در شاخصی نظیر ترنکوئست، صرفاً با استفاده از داده‌های سری‌زمانی برای یک بنگاه، محاسبه بهره‌وری عوامل تولید امکان‌پذیر است (موهان و ری^۳، ۲۰۰۴: ۱۱).

۴- پیشینه تحقیق

با توجه به کاربرد فراوان شاخص‌های بهره‌وری در ارزیابی عملکرد اقتصادی، امروزه مطالعات زیادی در خصوص اندازه‌گیری و تحلیل شاخص‌های بهره‌وری انجام گرفته است که به چند مورد اشاره می‌گردد. چن^۴ (۲۰۱۱)، بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع خودروسازی آمریکا را طی سال‌های ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۰، با استفاده از شاخص بهره‌وری مال‌کوئست مورد بررسی قرار داده است. در مجموع نتایج این تحقیق نشان می‌دهد که سطح بهره‌وری کل عوامل تولید طی زمان افزایش داشته است. تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی مقیاس بیشترین نقش را در رشد بهره‌وری عوامل تولید در کارخانجات مورد بررسی داشته است.

سن‌ترک^۵ (۲۰۱۱)، در تحقیقی دیگر به ارزیابی بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ترکیه طی سال‌های ۱۹۹۵ تا ۲۰۱۰، با استفاده از شاخص بهره‌وری مال‌کوئست پرداخته است. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که بهره‌وری کل عوامل تولید طی این زمان ۵/۶ درصد رشد داشته است. صنایع با درصد مالکیت دولتی بالا از نرخ رشد بهره‌وری کمتری نسبت به صنایعی با مالکیت خصوصی بالا، برخوردار بوده‌اند. تغییرات تکنولوژیکی نیز بیشترین نقش را در رشد بهره‌وری عوامل تولید طی این زمان داشته است. بون^۶ (۲۰۱۳)، در پژوهشی عوامل موثر بر بهره‌وری عوامل تولید در استرالیا، طی سال‌های ۲۰۰۱ تا ۲۰۱۰ با استفاده از شاخص مال‌کوئست

^۱. Tronqvist

^۲. Panel Data

^۳. Mohan and Ray (2004)

^۴. Chen (2011)

^۵. Senturk (2011)

^۶. Boon (2013)

را مورد بررسی قرار داده است. این نتایج حاکی از رشد بهره‌وری عوامل تولید در این کشور بوده، که عوامل تکنولوژیکی و فنی بهترین سهم را در رشد بهره‌وری عوامل داشته‌اند. از دیگر مطالعات انجام شده در این زمینه می‌توان به مطالعات یونل^۱ (۲۰۰۳)، رودریک^۲ و همکاران (۲۰۰۴)، یورک و زیم^۳ (۲۰۰۵) و گاجانجا^۴ و همکاران (۲۰۱۳) نیز اشاره کرد.

اما در زمینه تحقیقات صورت گرفته در داخل کشور، امامی‌میدی و دیگران (۱۳۸۸)، به بررسی بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت در استان آذربایجان شرقی، طی دوره ۱۳۸۵-۱۳۷۴، پرداخته‌اند. نتایج این تحقیق حاکی از آن است که تغییرات کارایی مدیریت با ضریب تقریباً یکسانی با سایر عوامل بر بهره‌وری عوامل در صنایع مورد بررسی اثرگذار بوده است. همچنین سطح بهره‌وری کل عوامل تولید طی این زمان تغییر چندانی نداشته است.

حکیمی‌پور و دیگران (۱۳۹۱)، در تحقیقی دیگر تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید صنایع بزرگ در استان‌های ایران را با استفاده از شاخص مال‌کوئیست، طی دوره ۱۳۸۸-۱۳۷۱، مورد ارزیابی قرار داده‌اند. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که به طور متوسط، بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع بزرگ در استان‌های کشور طی سال‌های مورد بررسی افزایش نسبی داشته است. بر اساس این نتایج، متوسط میزان تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی صنایع مذکور در کل استان‌ها، در این دوره ۵ درصد بوده و این در حالی است که متوسط تغییرات کارایی منفی ۰/۸ درصد و متوسط تغییرات تکنولوژی برابر با ۵/۸ درصد بوده است. به عبارت دیگر منشأ افزایش در سطح بهره‌وری کل عوامل تولیدی ناشی از تغییرات تکنولوژی بوده و ضمن اینکه اثری تقویت‌کننده بر بهره‌وری داشته، اثر منفی تغییرات کارایی را نیز خنثی نموده است.

صادقیان (۱۳۹۱)، در پژوهشی به بررسی سطح بهره‌وری کل عوامل تولید در صنایع فولاد ایران، طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۸ پرداخته است. نتایج به دست آمده نشان می‌دهد که بهره‌وری عوامل تولید در این بخش طی زمان از روند کاهشی برخوردار بوده، که تغییرات کارایی فنی و کارایی مقیاس بهترین سهم را در این مورد داشته است.

^۱ Unel (2003)

^۲ Rodrik (2004)

^۳ Yoruk and Zaim (2005)

^۴ Gachanja (2013)

۵- مبانی نظری و روش تحقیق

۵-۱- تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)^۱

ارزیابی عملکرد و کارایی بنگاه‌ها در روش تحلیل پوششی داده‌ها، تحت دو فرض بازده ثابت^۲ و متغیر به مقیاس^۳، با دو رویکرد نهاده‌گرا^۴ یا ستاده‌گرا^۵ صورت می‌پذیرد. بر همین اساس در روش DEA دو مدل CCR ^۶ و BCC ^۷ مطرح می‌شود؛ که اصولاً ارزیابی عملکرد واحدهای اقتصادی از طریق آن‌ها انجام می‌گیرد. اگر فرض شود که هر یک از N رشته فعالیت صنعتی با استفاده از K نهاده مقدار M ستاده را تولید می‌کند کارایی فنی واحد تصمیم‌گیرنده با توجه به مدل CCR ، با جهت‌گیری نهاده‌ای به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\begin{aligned}
 TE_I^{CRS} &= \min_{\lambda, \theta} \theta_i \\
 S.t \quad &-y_i + Y \lambda \geq 0 \\
 &\theta_i X_i - X \lambda \geq 0 \\
 &\lambda_j \geq 0 \\
 &NI' \lambda \geq 0
 \end{aligned} \tag{۵}$$

جایی که θ یک عدد اسکالر و بیان‌کننده کارایی فنی تحت فرض بازدهی ثابت به مقیاس می‌باشد. در واقع θ نسبت بهینه نهاده مورد نیاز برای تحصیل مقدار معینی محصول به میزان مورد استفاده آن را نشان می‌دهد. مقدار عددی θ بین صفر و یک قرار دارد و هرچه به یک نزدیکتر باشد نشان دهنده سطح کارایی بالاتری است. λ یک بردار $N \times 1$ از اعداد ثابت است که نشان دهنده وزن مجموعه‌های مرجع برای شعب ناکارا می‌باشد و به عنوان مجهول در نظر گرفته می‌شود که با حل الگو مقادیر بهینه آن بدست می‌آید. Y یک ماتریس $M \times N$ ستاده‌هاست. X یک ماتریس $K \times N$ از نهاده‌هاست. y_j و x_j نیز بردارهایی $M \times 1$ و $K \times 1$ از ستاده‌ها و نهاده‌های صنعت J ام می‌باشد. مدل مذکور باید N بار و هر بار برای یک رشته فعالیت صنعتی محاسبه شود. از آنجا که همه صنایع مورد بررسی در مقیاس بهینه عمل نمی‌کنند، فرض بازدهی

^۱ Data Envelopment Analysis

^۲ Constant Return to Scale

^۳ Variable Return to Scale

^۴ Input Oriented

^۵ Output Oriented

^۶ Charnes, Cooper, Rhodes

^۷ Banker, Charnes, Cooper

ثابت به مقیاس نمی‌تواند همیشه مناسب باشد، لذا با افزودن قید $NI'\lambda = 1$ در مدل بالا می‌توان مدل CCR را بسط داد، تا به مدل BCC ، که شامل فرض بازدهی متغیر به مقیاس می‌باشد، تبدیل شود. میزان کارایی مقیاس نیز از تقسیم کارایی نمره کارایی بنگاه در حالت فرض بازده ثابت به مقیاس بر نمره کارایی بدست آمده در حالت بازده متغیر به مقیاس بدست می‌آید. کارایی مقیاس^۱، یا توانایی یک صنعت برای قرار گرفتن در مقیاس بهینه اقتصادی، اشاره به مزایایی دارد که یک بنگاه در حالت بازده متغیر به مقیاس می‌تواند با تغییر اندازه‌اش بدست آورد. وجود فرض بازده ثابت به مقیاس در اندازه‌گیری کارایی صنایع، به آن معناست که میزان کارایی صنعت با تغییر مقیاس عملکرد آن تغییر نخواهد کرد.

اما فرض بازده متغیر به مقیاس تنها بیانگر این حقیقت است که بنگاه در محدوده بازدهی ثابت نسبت به مقیاس عمل نمی‌نماید، به منظور تعیین نوع بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده یا کاهشنده باید قید سوم را به صورت بازده نزولی نسبت به مقیاس ($NI'\lambda = 1$) تغییر داد. به عبارت دیگر، تعیین نوع بازده به مقیاس حاکم بر فرآیند تولید برای یک بنگاه خاص، با مقایسه مقدار کارایی فنی واحد مزبور در حالت بازده غیر صعودی نسبت به مقیاس با مقدار کارایی فنی متغیر نسبت به مقیاس تعیین می‌شود، به این صورت که اگر این دو با هم برابر باشند، آنگاه واحد مورد نظر در شرایط بازدهی نزولی نسبت به مقیاس تولید فعالیت می‌نماید و در غیر این صورت شرط بازدهی صعودی نسبت به مقیاس برقرار می‌باشد. در روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی هر یک از بنگاه‌های مورد بررسی در مقایسه با عملکرد سایر بنگاه‌ها تعیین می‌شود (امامی مبدی، ۱۳۷۹: ۵۲).

۵-۲- شاخص بهره‌وری مالم کوئیست

شاخص مالم کوئیست، تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید را با استفاده از دو مجموعه اطلاعات داده شده براساس محاسبه نسبت مسافت هر مجموعه از داده‌ها در مقایسه با تکنولوژی مشترک اندازه‌گیری می‌کند. اگر تکنولوژی دوره t به عنوان تکنولوژی مرجع استفاده می‌شود، شاخص مالم کوئیست با جهت‌گیری نهاده‌مدار، در محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید بین دوره S و دوره t ، به صورت زیر است:

^۱. Scale Efficiency

$$M_i^t(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_i^t(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)} \quad (۶)$$

از طرف دیگر، اگر تکنولوژی دوره S به عنوان تکنولوژی پایه استفاده شود، این شاخص به صورت زیر خواهد بود:

$$M_i^s(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_i^s(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)} \quad (۷)$$

که در آن نماد $d_i^s(y_t, x_t)$ اشاره به تابع مسافت مشاهدات دوره t تا تکنولوژی دوره S دارد. اگر $t = S$ باشد، این مسافت معادل با میزان کارایی فنی گفته شده در بخش قبل خواهد بود. مقادیر بزرگ‌تر از یک برای M_i نشان دهنده وجود رشد بهره‌وری عوامل تولید از دوره S تا دوره t است، در حالی که مقادیر کمتر از یک نشان‌دهنده کاهش بهره‌وری کل عوامل تولید است (لاول، ۱۹۹۸: ۱۱۴). فار، گروسکاپ و رومز^۱ (۱۹۹۸)، نشان دادند که اگر تکنولوژی به صورت تکنولوژی خنثای هیکسی باشد، دوشاخص مالم کوئیست فوق معادل هستند (کولی و والدینگ^۲، ۲۰۰۵: ۱۷). در این صورت تابع مسافت را می‌توان به صورت $d_i^t(x, y) = A(t)d_i(x, y)$ نوشت. جهت اجتناب از تحمیل دیگر قیود لازم برای کاربرد هر یک از دو فرمول فوق، اغلب شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید بر حسب میانگین هندسی این دو عبارت بیان می‌شود، یعنی:

$$M_i(y_s, x_s, y_t, x_t) = \left[\frac{d_i^s(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)} \times \frac{d_i^t(y_t, x_t)}{d_i^t(y_s, x_s)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۸)$$

یا

$$M_i(y_s, x_s, y_t, x_t) = \frac{d_i^t(y_t, x_t)}{d_i^s(y_s, x_s)} \left[\frac{d_i^s(y_t, x_t)}{d_i^t(y_t, x_t)} \times \frac{d_i^s(y_s, x_s)}{d_i^t(y_s, x_s)} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (۹)$$

^۱. Fare, Grooskap, Rooms (1998)

^۲. Coelli and Walding (2005)

که در آن $d_i^s(y_s, x_s)$ / $d_i^t(y_t, x_t)$ ، تغییر در میزان کارایی فنی (EFCH)^۱، را براساس معیار فارل در زمان S تا t، اندازه‌گیری می‌کند. به عبارت دیگر، تغییر در کارایی برابر با نسبت کارایی فنی فارل در دوره t به کارایی فنی فارل در دوره S است. قسمت باقیمانده این عبارت نیز مقیاسی از تغییرات تکنولوژیکی (TCH)^۲ را نشان می‌دهد. در معادله ۸، چهار مقیاس مسافت با حل چهار مدل برنامه‌ریزی خطی (LP)، همانند مدل تحلیل پوششی داده‌ها، محاسبه می‌شود. این چهار مدل برنامه‌ریزی خطی باید π بار و هر بار برای یک بنگاه نمونه حل شوند. در حالتی که در فرآیند تولید بازده نسبت به مقیاس ثابت برقرار باشد، فقط دو منبع رشد بهره‌وری، یعنی تغییرات کارایی و تغییرات تکنولوژیکی وجود دارد.

جدول (۱): مدل‌های برنامه‌ریزی خطی برای حل مسئله بهره‌وری

$d_i^t(y_t, x_t) = \min_{\lambda, \theta} \theta$ $S.t \quad -y_{it} + Y_t \lambda \geq 0 \quad (10)$ $\theta x_{it} - X_t \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$	$d_i^s(y_s, x_s) = \min_{\lambda, \theta} \theta$ $S.t \quad -y_{is} + Y_s \lambda \geq 0 \quad (11)$ $\theta x_{is} - X_s \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$
$d_i^t(y_s, x_s) = \min_{\lambda, \theta} \theta$ $S.t \quad -y_{is} + Y_t \lambda \geq 0 \quad (12)$ $\theta x_{is} - X_t \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$	$d_i^s(y_t, x_t) = \min_{\lambda, \theta} \theta$ $S.t \quad -y_{it} + Y_s \lambda \geq 0 \quad (13)$ $\theta x_{it} - X_s \lambda \geq 0$ $\lambda \geq 0$

اما چنانچه در فرایند تولید بازده متغیر نسبت به مقیاس برقرار باشد، علاوه بر دو منبع فوق، اثرات کارایی مدیریتی یا کارایی فنی خالص (PTECH)^۳ و کارایی مقیاس (SECH)^۴ نیز به عنوان دیگر منابع رشد بهره‌وری در نظر گرفته می‌شوند (پاسیوراس و سافیوداسکالاکیس، ۲۰۰۷: ۴). تغییرات کارایی مدیریتی به صورت زیر مشخص می‌شود:

^۱ Technical Efficiency Change

^۲ Technological Change

^۳ Pure Technical Efficiency

^۴ Scale Efficiency Change

^۵ Pasiouras and Sifodaskalakis (2007)

$$PTECH = \frac{d_{ov}^t(y_t, x_t)}{d_{ov}^s(y_s, x_s)} \quad (14)$$

اثر کارایی مقیاس در واقع میانگین هندسی دو مقیاس کارایی با توجه به تکنولوژی زمان t و زمان s است. تغییرات کارایی مقیاس نیز به صورت زیر است:

$$SECH = \left[\frac{\frac{d_{ov}^t(y_t, x_t)}{d_{oc}^t(y_t, x_t)}}{\frac{d_{ov}^s(y_s, x_s)}{d_{oc}^s(y_s, x_s)}} \times \frac{\frac{d_{ov}^s(y_t, x_t)}{d_{oc}^s(y_t, x_t)}}{\frac{d_{ov}^t(y_s, x_s)}{d_{oc}^t(y_s, x_s)}} \right]^{\frac{1}{2}} \quad (15)$$

که در آن اندیس v و c به ترتیب اشاره به بازده نسبت به مقیاس متغیر و ثابت دارد. تغییرات کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس تعیین‌کننده تغییرات کارایی فنی است. همچنین حاصل ضرب کارایی مدیریتی، کارایی تکنولوژیکی و کارایی مقیاس، تغییرات بهره‌وری عوامل تولید را رقم می‌زند (امامی‌میبدی، ۱۳۸۸: ۸۷).

۶- منابع داده‌ها و نحوه جمع‌آوری آن‌ها

در این تحقیق به منظور ارزیابی بهره‌وری و کارایی فنی صنایع کارخان‌های ایران، داده‌های ترکیبی ۱۳۰ رشته فعالیت صنعتی بر اساس استاندارد بین‌المللی طبقه‌بندی صنایع (ISIC)^۱ در سطح کدهای ۴ رقمی، طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۰ جمع‌آوری^۲ و با استفاده از شاخص بهره‌وری مالم کوئیست و روش تحلیل پوششی داده‌ها، تاثیر عوامل موثر بر تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید در بخش صنعت ایران مورد بررسی قرار گرفته است^۳. با توجه به اهداف تحقیق، نهاده‌ها و ستاده‌های مورد استفاده هر یک از رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی، با توجه به میزان تاثیر و اهمیت

^۱. International Standard Industrial Classification

^۲. واقعی‌سازی متغیرهای مورد بررسی بر اساس شاخص قیمتی مصرف‌کننده CPI، بر مبنای قیمت‌های ثابت سال ۱۳۸۳ صورت پذیرفته است.

^۳. در طبقه‌بندی (ISIC)، بر اساس کدهای ۴ رقمی، صنایع کارخانه‌ای ایران به ۱۴۰ رشته فعالیت صنعتی تقسیم می‌شوند. اما با توجه به در دسترس نبودن آمار و اطلاعات لازم ۱۰ رشته فعالیت صنعتی و عدم انتشار آمار و اطلاعات کارگاه‌های صنعتی دارای ده نفر کارکن و بیشتر پس از سال ۱۳۸۹، در نهایت عملکرد ۱۳۰ رشته فعالیت، طی دوره ۱۳۸۹-۱۳۸۰ مورد ارزیابی قرار گرفته است.

هر یک از عوامل موثر در عملکرد هر یک از صنایع، تعریف و در نهایت تعداد شاغلین، حجم سرمایه و ارزش انرژی مصرفی این صنایع به عنوان نهاده در نظر گرفته شده‌اند^۱. سطح ارزش افزوده هر یک از صنایع کارخانه‌ای نیز به عنوان ستاده در نظر گرفته شده است.

۷- تجزیه و تحلیل داده‌ها

پس از جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز، با روش چندمرحله‌ای و جهت‌گیری نهاده‌مدار، ابتدا میزان کارایی هر یک از رشته‌های فعالیت‌های مختلف صنعتی، برای هر یک از سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۹، محاسبه شده است^۲. در مجموع، نتایج ارزیابی کارایی فنی با گرایش نهاده‌مدار، نشان می‌دهد که میانگین کارایی صنایع مورد بررسی در حالت *VRS* در هر یک از سال‌های مورد بررسی به ترتیب ۰/۲۵، ۰/۳۵، ۰/۳۲، ۰/۴۸، ۰/۵۸، ۰/۳۱، ۰/۳۶، ۰/۵۱، ۰/۵۷ و ۰/۴۹ بوده است. به عبارت دیگر، با توجه به سطح کنونی ارزش افزوده این صنایع، در هر یک از سال‌های مورد بررسی به ترتیب به طور میانگین امکان کاهش ۰/۷۵، ۰/۶۵، ۰/۶۸، ۰/۵۲، ۰/۴۲، ۰/۶۹، ۰/۶۴، ۰/۴۹، ۰/۴۳ و ۰/۵۱ در سطح نهاده‌های مورد استفاده صنایع وجود دارد.

جدول (۲): میانگین کارایی رشته‌های فعالیت‌های مختلف صنعتی طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۹

سال	بازده ثابت نسبت به مقیاس (CRS)	بازده متغیر نسبت به مقیاس (VRS)	کارایی مقیاس (SC)
۱۳۸۰	۰/۱۵	۰/۲۵	۰/۷۲
۱۳۸۱	۰/۳	۰/۳۵	۰/۹
۱۳۸۲	۰/۲۵	۰/۳۲	۰/۸۴
۱۳۸۳	۰/۴۱	۰/۴۸	۰/۸۹
۱۳۸۴	۰/۵	۰/۵۸	۰/۸۸
۱۳۸۵	۰/۲۴	۰/۳۱	۰/۳۱
۱۳۸۶	۰/۳	۰/۳۶	۰/۸۵
۱۳۸۷	۰/۴۴	۰/۵۱	۰/۸۸
۱۳۸۸	۰/۴۶	۰/۵۷	۰/۸۳
۱۳۸۹	۰/۴۱	۰/۴۹	۰/۸۶
میانگین دوره	۰/۳۴	۰/۴۲	۰/۷۹

ماخذ: یافته‌های تحقیق

با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس در هر یک از سال‌های مورد بررسی تعداد ۷، ۸، ۹، ۱۱، ۲۰، ۶، ۱۱، ۱۴، ۱۶، و ۱۳ رشته فعالیت صنعت از کارایی صد درصد برخوردار بوده‌اند. همچنین، با

^۱. موجودی سرمایه استفاده شده در این تحقیق با استفاده از روش بانگ محاسبه شده است.

^۲. تجزیه و تحلیل داده‌ها با استفاده از نرم افزار DEAP صورت پذیرفته است.

فرض بازده نسبت به مقیاس ثابت، میانگین کارایی صنایع مختلف طی زمان مورد بررسی ۰/۱۵، ۰/۳، ۰/۲۵، ۰/۴۱، ۰/۵۰، ۰/۲۴، ۰/۳۰، ۰/۴۴، ۰/۴۶ و ۰/۴۱ بوده است. سطوح کارایی به دست آمده نشان می‌دهد که به عنوان مثال؛ در سال ۱۳۸۹ این صنایع باید به طور میانگین، ۵۱ درصد در نهاده‌هایشان صرفه‌جویی کنند تا به کارایی فنی نهاده برسند، و قریب به ۵۹ درصد در نهاده‌هایشان صرفه‌جویی نمایند تا هم به کارایی فنی نهاده برسند و هم به مقیاس بهینه دست یابند.

میانگین کارایی مقیاس صنایع در این زمان به ترتیب ۰/۷۲، ۰/۹، ۰/۸۴، ۰/۸۹، ۰/۸۸، ۰/۳۱، ۰/۸۵، ۰/۸۸، ۰/۸۳ و ۰/۸۶ بوده است که نشان‌دهنده لزوم حرکت به سمت مقیاس بهینه تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران است. اکثریت صنایع در محدوده بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده فعالیت می‌کنند. در مجموع، نتایج ارزیابی کارایی فنی نشان می‌دهد که علی‌رغم بالاتر بودن کارایی مقیاس، اکثریت این صنایع از لحاظ کارایی مدیریتی در وضعیت مناسبی قرار ندارند.

بررسی میانگین سالانه شاخص مالمکوئیست، نسبت به سال پایه، ۱۳۸۰، در جدول ۳ نشان می‌دهد که بهره‌وری کل عوامل تولید طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۸۹ از میانگین کاهش ۷ درصدی برخوردار بوده است.^۱

جدول (۳): میانگین سالانه شاخص بهره‌وری مالم کوئیست صنایع کارخانه‌ای ایران طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۰

سال	تغییرات کارایی فنی (EFCH)	تغییرات تکنولوژیکی (TCH)	تغییرات کارایی مدیریت (PECH)	تغییرات کارایی مقیاس (SECH)	تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH)
۱۳۸۱	۲/۲۶۷	-۰/۴۶۷	۱/۶۳۰	۱/۳۹۱	۱/۰۵۸
۱۳۸۲	-۰/۸۰۶	۱/۵۲۱	۰/۸۸۴	۰/۹۱۲	۱/۲۲۶
۱۳۸۳	۱/۷۱۵	۰/۵۲۸	۱/۵۷۶	۱/۰۸۹	۰/۹۰۶
۱۳۸۴	۱/۲۹۳	۰/۸۵۴	۱/۲۹۴	۰/۹۹۹	۱/۱۰۴
۱۳۸۵	-۰/۴۳۷	۲/۴۱۳	۰/۴۸۰	۰/۹۰۹	۱/۰۵۳
۱۳۸۶	۱/۲۶۰	-۰/۸۴۹	۰/۲۰۶	۱/۰۴۵	۱/۰۶۹
۱۳۸۷	۱/۵۳۹	۰/۷۱۵	۱/۴۶۶	۱/۰۵۰	۱/۱۰۰
۱۳۸۸	۱/۰۴۱	۱/۰۹۴	۱/۱۱۰	۰/۹۳۹	۱/۱۳۹
۱۳۸۹	-۰/۸۸۵	۱/۱۸۱	۰/۸۶۷	۱/۰۲۱	۱/۰۴۵
میانگین دوره	۱/۱۳۶	۰/۹۴۶	۱/۱۰۲	۱/۰۳۱	۱/۰۷۵

ماخذ: یافته‌های تحقیق

^۱. چنانچه تغییرات شاخص مالم کوئیست بر مبنای حداقل سازی عوامل تولید کمتر از یک باشد، بر بهبود عملکرد دلالت دارد. در حالتی که بزرگتر از یک باشد به کاهش عملکرد طی زمان اشاره دارد و در حالتی که تغییرات شاخص مالم کوئیست بر مبنای حداکثر سازی عوامل تولید بزرگتر از یک باشد، بر بهبود عملکرد دلالت دارد (کولی و دیگران، ۱۹۹۸: ۱۸).

در این زمینه، شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH)، پس از کاهش حدوداً ۵ درصدی در سال ۱۳۸۱، در سال بعد نیز کاهش داشته است. در این زمان، کارایی فنی (EFCH)، از روند کاهنده برخوردار بوده و در سال‌های بعد روندی نوسانی داشته است، که ناشی از کاهش کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس بوده است.

کارایی مدیریتی رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی (PECH)، به طور میانگین حدود ۱۰ درصد کاهش را نشان می‌دهد. تغییرات تکنولوژیکی (TCH)، نیز اگرچه نسبت به سال پایه از روندی نوسانی برخوردار بوده، اما در کل نسبت به این سال میانگین رشد ۶ درصدی داشته است. کارایی مقیاس (SECH) صنایع نیز علی‌رغم روند نوسانی، میانگین کاهش ۳ درصد را نشان می‌دهد.

در سال ۱۳۸۹، کارایی فنی صنایع به علت افزایش کارایی مدیریتی آن‌ها افزایش یافته و علی‌رغم تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی مقیاس، کارایی صنایع نسبت به سال پایه رشد داشته است. همچنین، در جدول شماره ۴ در پیوست تحقیق، میانگین سالانه شاخص بهره‌وری مالم کوئیست به تفکیک برای هر یک از رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی ارائه شده است. به عنوان مثال در این جدول، صنایع فعال در زمینه آماده‌سازی و ریسندگی الیاف منسوج دارای میانگین حدوداً ۱۴ درصدی کاهش در کارایی فنی و افزایش حدوداً ۲ درصدی تغییرات تکنولوژیکی بوده است. تغییرات کارایی مقیاس این رشته فعالیت صنعتی میانگین کاهش ۷ درصدی را نشان می‌دهد. همچنین، کارایی خالص فنی یا کارایی مدیریتی این صنعت به طور میانگین ۶ درصد کاهش داشته است. در مجموع، بهره‌وری کل عوامل تولید در این رشته فعالیت صنعتی براساس شاخص مالم کوئیست از میانگین کاهش ۱۱ درصد برخوردار بوده است.

بنگاه‌های فعال در زمینه تولید محصولات چوبی و سیم و کابل عایق‌بندی با نرخ رشد ۱۵ و ۵۵- درصد، به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین میانگین تغییرات کارایی فنی را دارا بوده‌اند. رشته فعالیت‌های صنعتی تولید پوشاک، تولید وسایل نقلیه موتوری، و تولید سایر محصولات چوبی به ترتیب با ۱۹، ۲۰ و ۱۵ درصد بیشترین رشد تغییرات تکنولوژیکی، تغییرات کارایی مدیریتی و تغییرات کارایی مقیاس را دارا بوده‌اند و در مقابل، گروه محصولات اساسی مسی، تولید ورقه‌های روکش شده و تخته چندلانی و تولید گلیم و زیلو و جاجیم دستباف بدترین عملکرد را داشته‌اند.

صنایع فعال در زمینه تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه شده بیشترین رشد بهره‌وری کل عوامل تولید را داشته است که علت آن تغییرات تکنولوژیکی مثبت در این رشته فعالیت صنعتی بوده است. در مقابل، رشته فعالیت‌های صنعتی تولید و تعمیر انواع کشتی نیز با کاهش میانگین بهره‌وری عوامل

تولید به میزان ۳۲ درصد بیشترین کاهش بهره‌وری را تجربه کرده است. تغییرات بهره‌وری بیشتر صنایع بین ۱۰ تا ۱۵ درصد متغیر بوده و فقط ۱۸ رشته فعالیت صنعتی از رشد بهره‌وری برخوردار بوده‌اند. سطح بهره‌وری بیشتر صنایع کارخانه‌ای ایران طی زمان کاهش یافته است که علت آن کاهش کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس در این صنایع بوده است.

۸- نتایج و توصیه‌های سیاستی

در این پژوهش، با استفاده از شاخص بهره‌وری مالیم کوئیست و همچنین روش تحلیل پوششی داده‌ها به بررسی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید و وضعیت کارایی ۱۳۰ رشته فعالیت صنعتی، طی سال‌های ۱۳۸۹-۱۳۸۰ پرداخته شده است. از نتایج تحقیق، تشخیص روند تغییرات بهره‌وری عوامل تولید و نقش هر یک از عوامل فنی، مدیریتی در این تغییرات و نحوه رسیدن به سطح مطلوب بهره‌وری و کارایی است. با توجه به نتایج بدست آمده، طی سال‌های موردبررسی به ترتیب ۴، ۹، ۳، ۵، ۱۰، ۵، ۶، ۹، ۶، و ۷ درصد از رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی در هر دو حالت *CRS* و *VRS* کارا می‌باشند. به عبارتی فقط همین صنایع توانسته‌اند هر دو کارایی فنی و مقیاس را به دست آورند. در نقطه مقابل، در طی این زمان، ۵، ۶، ۷ و ۸، ۴، ۸، ۱۰، ۱۲ و ۱۰ درصد از صنایع کارخانه‌ای ایران وجود دارد که در حالت *VRS*، کارا هستند. این صنایع در حالت *CRS* کارا نبوده و لذا فقط کارایی خالص فنی دارند و فاقد کارایی مقیاس می‌باشند.

میانگین سالانه شاخص بهره‌وری مالیم کوئیست، نسبت به سال ۱۳۸۰، نشان می‌دهد که میانگین بهره‌وری کل عوامل تولید طی دوره مورد بررسی از کاهش ۷ درصدی برخوردار بوده است. اکثریت صنایع دارای تغییرات تکنولوژیکی مثبت بوده، که این امر باعث شده است علی‌رغم کاهش در کارایی فنی و کارایی فنی خالص، بهره‌وری عوامل تولید در صنایع کارخانه‌ای ایران چندان کاهش نیابد. در این میان، با وجود ثابت ماندن میانگین کارایی مقیاس برخی از صنایع طی زمان، کارایی فنی، کارایی تکنولوژیکی و کارایی فنی خالص و بهره‌وری کل عوامل تولید طی زمان تغییر کرده است.

با توجه به ماهیت مدل نهاده‌مدار، فرض بر آن بوده است که رشته فعالیت‌های صنعتی توانایی کنترل نهاده‌های مورد استفاده را دارد. از این رو صنایع ناکارا باید برای رسیدن به کارایی فنی و مقیاس در میزان استفاده از نهاده‌های خود، مقادیر خاصی نهاده‌ها را صرفه‌جویی کنند. در این مورد، روند تغییرات نمرات کارایی و شاخص‌های بهره‌وری مالیم کوئیست ایجاب می‌کند مطالعات

جانبی بیشتری در مورد علل این تغییرات انجام شود. همچنین لازم است که بررسی‌هایی نظیر ارزیابی کارایی سودآوری، انجام شود، تا در کنار اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری صنایع، عملکرد واحدها از جنبه‌های دیگری - که همگی مکمل یکدیگر بوده مشخص شود تا با اطمینان بیشتری بتوان پیشنهادات سیاستی را در مورد این شعب ارائه کرد. علاوه بر این، مواردی همچون؛ استفاده بهینه از نهاده‌های مورد استفاده صنایع همانند نیروی کار و سرمایه، ایجاد زمینه مناسب برای حرکت به سمت مقیاس بهینه تولید، استفاده از ابزارهای لازم جهت ارتقای سطح کارایی مدیریتی (کارایی خالص) صنایع، جهت بهبود عملکرد رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی ضروری می‌باشد. علاوه بر موارد ذکر شده، با استفاده از یافته‌های تحقیق می‌توان پیشنهادات زیر را در جهت بهبود کارایی صنایع کارخانه‌ای ایران بیان نمود:

۱. با توجه به عدم رشد کارایی مقیاس صنایع کارخانه‌ای ایران لزوم تجدید ساختار صنایع کارخان‌های، به منظور استفاده بهینه از ظرفیت‌های تولیدی و سایر نهاده‌های مورد استفاده و ایجاد زمینه مناسب برای بروز صرفه‌های ناشی از مقیاس در فرآیند تولید بیش از پیش نمایان می‌شود.
۲. با توجه به اینکه نتایج تحقیق نشان دهنده وجود تفاوت‌های معنی‌دار در عملکرد رشته فعالیت‌های مختلف صنعتی ایران با یکدیگر است، بررسی عملکرد رشته فعالیت‌های صنعتی مختلف با استفاده از شاخص‌هایی همچون میزان کارایی و بهره‌وری صنایع طی زمان، به منظور در اولویت قرار دادن صنایع کارا در سیاست‌های حمایتی دولت لازم به نظر می‌رسد.
۳. با توجه به پایین بودن سطوح کارایی فنی صنایع مورد بررسی، لازم است مسئله ارتقای سطح کارایی و استفاده از منافع حاصل از آن در برنامه‌های توسعه اقتصادی جهت افزایش سطح مزیت نسبی صنایع کارخانه‌ای ایران در جهت کاهش هزینه‌ها، رشد تولید و افزایش توان رقابت‌پذیری آن‌ها مورد توجه قرار گیرد.

جدول (۴): میانگین سالانه شاخص بهره‌وری مال‌کوئیسیت به تفکیک صنایع کارخانه‌های ایران طی سال‌های ۱۳۸۰-۱۳۸۹

کد	رشته فعالیت	تغییرات کارایی فنی (EFCH)	تغییرات تکنولوژیکی (TCH)	تغییرات کارایی مدیریتی (PECH)	تغییرات کارایی مقیاس (SECH)	تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH)
۱۵۱۲	عمل‌آوری و حفاظت ماهی و فراورده‌های ماهی	۱/۱۴۵	۰/۹۱۸	۱/۱۴۲	۱/۰۰۳	۱/۰۵۲
۱۵۱۴	تولید روغن و چربی حیوانی و نباتی خوراکی	۱/۱۰۴	۰/۹۸۳	۱/۰۸۸	۱/۰۱۵	۱/۰۸۵
۱۵۱۵	کشتار دام و طیور	۱/۱۴۸	۰/۹۷۱	۱/۱۴۱	۱/۰۰۶	۱/۱۱۵
۱۵۱۶	عمل‌آوری و حفاظت گوشت و فراورده‌های گوشتی از فساد	۱/۱۵۸	۰/۹۸۴	۱/۱۳۷	۱/۰۱۸	۱/۱۴۰
۱۵۱۷	پاک کردن و درجه‌بندی و بسته‌بندی خرما	۱/۱۳۰	۰/۸۴۳	۱/۰۲۰	۱/۱۰۸	۰/۹۵۲
۱۵۱۸	پاک کردن و درجه‌بندی و بسته‌بندی پسته	۱/۱۱۰	۰/۹۰۲	۱/۰۸۲	۱/۰۲۷	۱/۰۰۲
۱۵۱۹	عمل‌آوری و حفاظت میوه‌ها	۱/۱۴۰	۰/۹۸۲	۱/۰۸۵	۱/۰۲۶	۱/۰۹۳
۱۵۲۰	تولید فراورده‌های لبنی	۱/۱۰۷	۱/۰۰۱	۱/۱۱۵	۰/۹۹۰	۱/۱۰۸
۱۵۳۱	آماده‌سازی و آرد کردن غلات و حبوبات	۱/۱۴۷	۱/۰۱۱	۱/۱۴۵	۱/۰۰۱	۱/۱۵۹
۱۵۳۲	تولید نشاسته و فراورده‌های نشاسته‌ای	۱/۰۷۵	۰/۹۸۰	۱/۰۶۹	۱/۰۰۶	۱/۰۵۴
۱۵۳۳	تولید خوراک دام و حیوانات	۱/۱۷۶	۱/۰۰۸	۱/۱۵۷	۱/۰۱۶	۱/۱۸۴
۱۵۴۲	تولید قند و شکر	۱/۰۶۷	۰/۹۶۲	۱/۰۴۹	۱/۰۱۷	۱/۰۲۶
۱۵۴۳	تولید آب نبات و شکلات و نقل	۱/۱۰۲	۰/۹۸۴	۱/۰۹۰	۱/۰۱۲	۱/۰۸۵
۱۵۴۴	تولید رشته و ماکارونی و ورمیشل	۱/۱۶۸	۰/۹۶۹	۱/۱۶۰	۱/۰۰۷	۱/۱۳۱
۱۵۴۵	نانوایی	۱/۱۵۴	۰/۹۴۱	۱/۰۸۹	۱/۰۶۰	۱/۰۸۶
۱۵۴۶	تولید نان و شیرینی و بیسکویت	۱/۱۲۸	۰/۹۴۹	۱/۰۸۸	۱/۰۳۷	۱/۰۷۰
۱۵۴۷	چای سازی	۱/۲۱۵	۰/۹۸۵	۱/۱۹۸	۱/۰۱۴	۱/۱۹۷
۱۵۴۸	تولید سایر محصولات غذایی طبقه‌بندی نشده	۱/۱۰۳	۱/۰۰۳	۱/۰۹۸	۱/۰۰۵	۱/۱۰۷
۱۵۵۱	تولید الکل اتیلیک از مواد تخمیر شده	۱/۰۷۲	۰/۹۸۱	۱/۰۵۲	۱/۰۱۹	۱/۰۵۲
۱۵۵۳	تولید مالتا و ماء‌الشعیر	۱/۲۳۳	۰/۹۱۳	۱/۱۶۰	۱/۰۶۳	۱/۱۲۵
۱۵۵۵	تولید نوشابه‌های غیرالکلی گازدار	۱/۱۰۶	۰/۹۶۱	۱/۰۶۶	۱/۰۳۸	۱/۶۳
۱۵۵۶	تولید دوغ و آب‌معدنی	۱/۱۳۰	۰/۹۷۳	۰/۹۷۵	۱/۱۵۹	۱/۰۹۹
۱۶۰۰	تولید محصولات از توتون و تنباکو - سیگار	۱/۱۲۰	۰/۸۵۲	۱/۰۵۱	۱/۰۶۶	۰/۹۵۵
۲۲۱۲	انتشار روزنامه و مجله و نشریات ادواری	۱/۱۳۳	۰/۹۰۵	۱/۱۲۹	۱/۰۰۳	۱/۰۲۵

کد	رشته فعالیت	تغییرات کارایی فنی (EFCH)	تغییرات تکنولوژیکی (TCH)	تغییرات کارایی مدیریتی (PECH)	تغییرات کارایی مقیاس (SECH)	تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH)
۲۲۱۹	سایر انتشارات	۱/۲۴۳	۰/۹۶۷	۱/۰۵۱	۱/۱۸۳	۱/۲۰۲
۲۲۲۱	چاپ	۱/۱۲۹	۰/۹۵۱	۱/۱۳۲	۰/۹۹۸	۱/۰۷۴
۲۲۲۲	فعالیت‌های خدماتی مربوط به چاپ	۱/۱۴۶	۰/۹۳۸	۱/۰۳۸	۱/۱۰۴	۱/۰۷۵
۲۳۱۰	تولید فرآورده‌های کوره کک	۱/۲۷۳	۰/۹۱۱	۱/۰۶۹	۱/۱۹۱	۱/۱۶۰
۲۳۲۰	تولید فرآورده‌های نفتی تصفیه شده	۱/۰۰۰	۰/۷۹۵	۱/۰۰۰	۱/۰۰۰	۰/۷۹۵
۲۴۱۱	تولید مواد شیمیایی اساسی بجز کود و ترکیبات ازت	۰/۹۴۴	۱/۰۱۲	۰/۹۴۲	۱/۰۰۳	۰/۹۵۵
۲۴۱۲	تولید کود شیمیایی و ترکیبات ازت	۱/۰۸۴	۱/۰۱۵	۱/۰۷۶	۱/۰۰۸	۱/۱۰۰
۲۴۱۳	تولید مواد پلاستیکی به شکل اولیه	۰/۹۶۲	۱/۰۰۴	۰/۹۵۶	۱/۰۰۷	۰/۹۶۷
۲۴۲۱	تولید سموم دفع آفات و سایر فرآورده‌های	۱/۱۳۳	۱/۰۰۵	۱/۱۰۸	۱/۰۲۳	۱/۱۳۸
۲۴۲۲	تولید انواع رنگ و روغن جلا و	۱/۱۱۱	۰/۹۲۵	۱/۱۱۳	۰/۹۹۸	۱/۰۲۷
۲۴۲۳	تولید دارو و مواد شیمیایی مورد استفاده در پزشکی و	۱/۲۴۸	۰/۹۰۷	۱/۱۸۹	۱/۰۵۰	۱/۱۳۲
۲۴۲۴	تولید صابون و مواد پاک‌کننده	۱/۰۷۵	۰/۹۹۹	۱/۰۳۲	۱/۰۴۲	۱/۰۷۴
۲۴۲۹	تولید سایر محصولات شیمیایی طبقه‌بندی نشده	۱/۱۲۶	۱/۰۱۰	۱/۱۲۹	۰/۹۹۷	۱/۱۳۶
۲۴۳۰	تولید الیاف مصنوعی	۱/۰۲۶	۰/۹۸۱	۱/۰۳۴	۰/۹۹۲	۱/۰۰۷
۲۵۱۱	تولید لاستیک روئی و توئی و روکش کردن مجدد	۱/۱۵۷	۰/۹۲۱	۱/۱۲۱	۱/۰۳۱	۱/۰۶۵
۲۵۱۹	تولید سایر محصولات لاستیکی	۱/۱۲۲	۱/۰۰۶	۱/۱۱۷	۱/۰۰۴	۱/۱۲۹
۲۵۲۰	تولید محصولات پلاستیکی بجز کفش	۱/۲۰۰	۰/۹۳۹	۱/۱۵۳	۱/۰۴۰	۱/۱۲۶
۲۶۱۱	تولید شیشه جام	۱/۰۳۰	۰/۹۷۶	۱/۳۱۰	۰/۹۹۰	۱/۰۰۵
۲۶۱۲	تولید محصولات شیشه‌ای بجز شیشه جام	۱/۱۳۲	۰/۹۶۴	۱/۱۳۳	۱/۰۰۰	۱/۰۹۲
۲۶۹۱	تولید کالاهای سرامیکی غیر نسوز غیر ساختمانی	۱/۱۳۹	۰/۹۵۲	۱/۱۴۱	۰/۹۹۸	۱/۰۸۵
۲۶۹۲	تولید محصولات سرامیکی نسوز- عایق حرارت	۱/۰۳۵	۱/۰۵۵	۱/۰۳۹	۰/۹۹۶	۱/۰۹۲
۲۹۱۵	تولید تجهیزات بالابرنده و جابه‌جا کننده	۱/۱۳۶	۰/۸۸۶	۱/۱۳۱	۱/۰۰۵	۱/۰۰۷
۲۹۱۹	تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد عام	۱/۱۶۰	۰/۹۳۲	۱/۱۳۷	۱/۰۲۰	۱/۰۸۰
۲۹۲۱	تولید ماشین‌آلات کشاورزی و جنگلداری	۱/۲۴۹	۰/۹۱۸	۱/۲۴۵	۱/۰۰۴	۱/۱۴۷
۲۹۲۲	تولید ماشین ابزار	۱/۰۹۳	۰/۹۴۶	۱/۰۹۳	۱/۰۰۰	۱/۰۳۴

کد	رشته فعالیت	تغییرات کارایی فنی (EFCH)	تغییرات تکنولوژیکی (TCH)	تغییرات کارایی مدیریتی (PECH)	تغییرات کارایی مقیاس (SECH)	تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH)
۲۹۲۳	تولید ماشین‌آلات متالورژی ذوب فلز	۰/۹۷۲	۰/۹۹۸	۰/۹۷۳	۰/۹۹۹	۰/۹۷۱
۲۹۲۴	تولید ماشین‌آلات معدن و استخراج	۱/۳۰۷	۱/۰۰۴	۱/۲۹۶	۱/۰۰۸	۱/۳۱۲
۲۹۲۵	تولید ماشین‌آلات عمل‌آوری مواد غذایی	۱/۱۶۰	۰/۹۰۲	۱/۱۳۶	۱/۰۱۲	۱/۰۴۷
۲۹۲۶	تولید ماشین‌آلات برای تولید منسوجات	۱/۱۵۴	۰/۹۴۰	۱/۱۲۳	۱/۰۲۷	۱/۰۸۴
۲۹۲۹	تولید سایر ماشین‌آلات با کاربرد خاص	۰/۹۲۲	۰/۸۷۳	۰/۸۸۶	۱/۰۴۱	۰/۸۰۵
۲۹۳۰	تولید وسایل خانگی طبقه‌بندی نشده	۱/۰۵۶	۰/۹۲۹	۰/۹۲۷	۱/۱۴۰	۰/۹۸۲
۳۰۰۰	تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	۱/۰۵۱	۰/۸۳۹	۱/۰۴۹	۱/۰۰۲	۰/۸۸۲
۳۱۱۰	تولید موتورهای برق و ژنراتور	۱/۲۶۹	۰/۹۵۴	۱/۲۶۷	۱/۰۰۱	۱/۲۱۱
۳۱۲۰	تولید دستگاههای توزیع و کنترل نیروی برق	۱/۲۱۸	۰/۸۷۹	۱/۲۲۲	۰/۹۹۷	۱/۰۷۱
۳۱۳۰	تولید سیم و کابل عایق‌بندی شده	۱/۵۵۵	۰/۹۸۱	۱/۱۳۵	۱/۰۱۷	۱/۱۳۴
۳۱۴۰	تولید انباره‌ها و پیلها و باتریهای اولیه	۱/۱۱۲	۰/۹۹۰	۱/۱۱۵	۰/۹۹۷	۱/۱۰۱
۳۱۵۰	تولید لامپهای الکتریکی و تجهیزات روشنایی	۱/۱۷۲	۰/۹۳۵	۱/۱۶۳	۱/۰۰۷	۱/۰۹۵
۳۱۹۰	تولید سایر تجهیزات الکتریکی طبقه‌بندی نشده	۱/۲۴۹	۰/۸۶۳	۱/۲۱۹	۱/۰۲۵	۱/۰۷۹
۳۲۱۰	تولید لامپها و لامپهای لوله‌ای الکترونیکی	۱/۱۳۵	۰/۹۱۲	۱/۰۵۴	۱/۰۷۶	۱/۰۳۵
۳۲۲۰	تولید فرستنده‌های تلویزیونی و رادیویی	۱/۳۳۷	۰/۸۲۶	۱/۳۲۰	۱/۰۱۳	۱/۱۰۵
۳۲۳۰	تولید گیرنده‌های تلویزیون و رادیو	۱/۰۷۹	۰/۹۰۹	۱/۰۵۹	۱/۰۱۹	۰/۸۹۰
۳۳۱۱	تولید تجهیزات پزشکی و جراحی	۱/۱۸۶	۰/۹۴۰	۱/۱۷۴	۱/۰۱۰	۱/۱۱۵
۳۳۱۲	تولید ابزارها و وسایل ویژه اندازه‌گیری و	۱/۱۶۰	۰/۹۱۰	۱/۱۴۷	۱/۰۱۱	۱/۰۵۶
۳۳۱۳	تولید تجهیزات کنترل عملیات صنعتی	۱/۲۱۸	۰/۸۷۹	۱/۰۰۰	۱/۲۱۸	۱/۰۷۱
۳۳۲۰	تولید ابزارهای اپتیکی و تجهیزات عکاسی	۱/۲۳۸	۰/۹۱۳	۱/۰۶۵	۱/۱۶۳	۱/۱۳۱
۳۳۳۰	تولید ساعت‌های مچی و انواع دیگر ساعت	۱/۲۳۷	۰/۸۸۹	۱/۰۶۴	۱/۱۶۳	۱/۱۰۰
۳۴۱۰	تولید وسایل نقلیه موتوری	۰/۹۱۵	۰/۹۸۸	۰/۸۰۳	۱/۱۴۰	۰/۹۰۴

کد	رشته فعالیت	تغییرات کارایی فنی (EFCH)	تغییرات تکنولوژیکی (TCH)	تغییرات کارایی مدیریتی (PECH)	تغییرات کارایی مقیاس (SECH)	تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید (TFPCH)
۳۴۲۰	تولید بدنه- اتاق‌سازی - برای وسایل نقلیه موتوری و	۱/۲۸۷	۰/۸۷۸	۱/۲۴۷	۱/۰۳۲	۱/۱۳۰
۳۴۳۰	تولید قطعات و ملحقات برای وسایل نقلیه	۰/۹۰۴	۰/۹۶۲	۰/۸۶۸	۱/۰۴۲	۰/۸۷۰
۳۵۱۱	تولید و تعمیر انواع کشتی	۱/۴۲۳	۰/۹۳۲	۱/۲۹۳	۱/۱۰۰	۱/۳۲۶
۳۵۱۲	تولید و تعمیر انواع قایق و سایر شناورها بجز کشتی	۱/۲۰۲	۰/۸۸۶	۱/۰۹۰	۱/۱۰۳	۱/۰۶۴
۳۵۲۰	تولید و تعمیر تجهیزات راه‌آهن	۱/۱۹۸	۰/۹۲۶	۱/۱۸۱	۱/۰۱۴	۱/۱۰۹
۳۵۹۱	تولید انواع موتورسیکلت	۱/۱۵۲	۰/۹۲۰	۱/۱۵۱	۱/۰۰۱	۱/۶۰
۳۵۹۲	تولید انواع دوچرخه و صندلی چرخ‌دار معلولین	۱/۱۷۲	۰/۹۳۳	۱/۱۶۲	۱/۰۰۹	۱/۰۹۴
۳۵۹۹	تولید سایر وسایل حمل و نقل طبقه‌بندی نشده	۱/۲۱۹	۰/۹۳۲	۱/۱۲۱	۱/۰۸۷	۱/۱۳۶
۳۶۱۰	تولید مبلمان	۱/۲۴۱	۰/۸۷۸	۱/۲۳۰	۱/۰۰۸	۱/۰۸۹
۳۶۹۱	تولید جواهرات و کالاهای وابسته	۱/۱۵۸	۰/۹۶۰	۱/۰۶۰	۱/۱۲۹	۱/۱۱۲
۳۶۹۳	تولید کالاهای ورزشی	۱/۱۱۳	۰/۸۸۴	۱/۱۰۱	۱/۰۱۱	۰/۹۸۴
۳۶۹۴	تولید وسایل بازی و اسباب بازی	۱/۲۱۵	۰/۹۱۱	۱/۰۰۱	۱/۲۱۴	۱/۱۰۷
۳۶۹۹	تولید سایر مصنوعات طبقه‌بندی نشده	۱/۱۲۰	۰/۹۵۷	۱/۱۰۳	۱/۰۱۵	۱/۰۷۱
۳۷۲۰	بازیافت ضایعات و خرده‌های غیرفلزی	۱/۲۲۳	۱/۰۱۳	۱/۰۰۷	۱/۲۱۴	۱/۲۳۸

منابع و مأخذ

الف) منابع و مأخذ فارسی

۱. امامی‌مبیدی، علی (۱۳۷۹). اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری، موسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی.
۲. امامی‌مبیدی، علی. خوشکلام، موسی. و مهدوی، روح‌الله (۱۳۸۸). "تاثیر سرمایه انسانی بر بهره‌وری کل عوامل تولید بخش صنعت استان آذربایجان شرقی". فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران ۴۱.
۳. حکیمی‌پور، نادر. عوضعلی پور، محمد صادق. و قائمی، ذبیح‌الله (۱۳۹۱). "ارزیابی تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولیدی صنایع بزرگ در استان‌های ایران با استفاده از شاخص مالم کوئیست". فصلنامه پژوهش‌های مدیریت عمومی، ۱۸.
۴. زراء‌نژاد، منصور. و یوسفی حاجی‌آباد، رضا (۱۳۸۸). "ارزیابی بهره‌وری کل عوامل تولید بانک مسکن". فصلنامه پول و اقتصاد. بانک مرکزی. ۲.
۵. صادقیان، محمد (۱۳۹۱). ارزیابی بهره‌وری عوامل تولید صنایع فولاد در ایران، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه پیام نور، تهران.

ب) منابع و مأخذ لاتین

1. Boon, L. (2013). "Efficiency and Productivity Change of Australia Manufacturing Sector 2001-2010: An Analysis Using Bootstrapped Truncated Approach". Singapore Economic Review 44 (2): 41-82.
2. Charnes. A. Cooper, W. and Rhodes, E. (1981). "Measuring the efficiency of decision making units". European Journal of Operational Research 2(6): 429-444.
3. Chen, Y. (2011). "Productivity of Automobile Industries using the Malmquist Index: Evidence from the Last Economic Recession". Journal of Centrum Cathedra 4(2): 165-181.
4. Coelli, T. (1998). "A Guide to DEAP Version 2.1: A Data Envelopment Analysis Program". Department of Econometrics, University of New England
5. Coelli, T. Prasada Rao, D. S. & Battese, G. E. (1998). *An Introduction to Efficiency and Productivity Analysis*, New York, Springer, Science Business Modia.
6. Coelli, T. and Walding, S. (2005). "Performance Measurement in the Australian Water Supply Industry". CEPA Working Paper Series 01/2005.

7. Fare R & Grosskopf.(1992)."Malmquist Productivity Indexes and Fisher Ideal Indexed". Economic Journal (102):158-160.
8. Fare, R., S. Grosskopf, Norris, and P. Zhang (1994). "Productivity Growth, Technical Progress and Efficiency Changes in Industrialized Countries". American Economic Review **84**(1): 66-83.
9. Färe, R, Grosskopf, S, Lindgren, B & Roos, P. (1998). *Productivity Developments in Swedish Hospitals: A Malmquist Output Index Approach*, Boston, Kluwer.
10. Gachanja, P and Were,N and Etyang,M.(2013). *Total Factor Productivity Change in the Kenyan Manufacturing Sector*, Scholar's Press, Kenya.
11. Lovell, C.(1998). *Applying Efficiency Measurement Techniques to the Measurement Productivity Analysis*, Kluwer Academic Publishers.
12. Mohan R, and Ray, C. (2004). "Productivity Growth and Efficiency in Indian Banking: A Comparison of Public, Private, and Foreign Banks". University of Connecticut, Economics Working Papers.
13. Pasiouras, E and Sifodaskalakis, E. (2007). "Total Factor Productivity Change of Greek Cooperative Banks". University of Bath. Working Paper Series,13.
14. Rodrik, D and Subramanian, A. (2004). "From 'Hindu Growth' to Productivity Surge: The Mystery of the Indian Growth Transition".IMF Working Paper WP/04/77, International Monetary Fund, Washington DC.
15. Senturk, S.(2011). Total Factor Productivity Growth in Turkish Manufacturing Industries A Malmquist Productivity Index Approach. Royal Institute of Technology. Stockholm, Sweden.
16. Unel, B. (2003). "Productivity Trends in India's Manufacturing Sectors in the Last Two Decades".IMF Working Paper, WP/03/22, International Monetary Fund, Washington DC.
17. Yörük, B and Zaim, O.(2005). "Productivity Growth in OECD Countries: A Comparison with Malmquist Indices". Journal of Comparative Economy (33):401-420.