

تحلیل تأثیر فناوری در کارایی صنایع با رهیافت تحلیل پوششی داده‌ها

■ عزت‌اله عباسیان

استادیار اقتصاد دانشکده اقتصاد و علوم
اجتماعی، دانشگاه بوعلی سینا
abassian@gmail.com

■ محمدرضا دهقان‌پور

عضو هیأت علمی مؤسسه آموزش عالی
امام جوادی (ع) یزد
m.r.dehghanpur@gmail.com

■ بابک ده‌موبد*

عضو هیأت علمی گروه مدیریت مؤسسه
آموزش عالی جهاد دانشگاهی یزد
b.dehmoobed@gmail.com

تاریخ دریافت: ۱۳۸۹/۰۶/۲۸
تاریخ پذیرش: ۱۳۸۹/۱۱/۲۶

چکیده

روند روزافزون رقابت، ارتقای فنی و تکنیکی اقتصاد را به امری اجتناب‌ناپذیر تبدیل نموده و بهبود کیفیت و کاهش هزینه را به عنوان شرط بقا در بازار معرفی نموده است. آنچه موجب این وضعیت می‌گردد و آن را سهولت می‌بخشد تحولات فنی، بالا بردن کارایی و بهره‌وری است. از سویی در نظریه‌های مربوط به رشد اقتصادی، فناوری جایگاه ویژه‌ای دارد و به سطوح مختلفی با ویژگی‌ها و تأثیرات متفاوتی تقسیم می‌شود. یکی از این تأثیرات تفاوت کارایی در بین سطوح مختلف فناوری است که این مقاله در نظر دارد تا کارایی صنایع با فناوری متفاوت را مورد مقایسه قرار دهد. بدین منظور از داده‌های مربوط به بنگاه‌های صنعتی با ۱۰ نفر نیروی کار و بیشتر در ایران که توسط سرشماری مرکز آمار ایران جمع‌آوری گردیده است، استفاده می‌شود. در این مطالعه کارایی صنایع با فناوری مختلف (صنایع با فناوری برتر، متوسط و پایین) با استفاده از روش ناپارامتریک تحلیل پوششی داده‌ها^۱ مورد سنجش قرار گرفته است. از آنجا که صنایع با فناوری‌های مختلف از توابع تولید متفاوتی برخوردارند، به منظور تخمین توابع تولید این صنایع با استفاده از روش اقتصادسنجی پانل دیتا، توابع تولید برآورد می‌گردند. نتایج نشان می‌دهد که کارایی مدیریتی در صنایع با فناوری ساده نسبت به سایر صنایع در سطح نازل‌تری قرار دارد و سطح کارایی فنی در صنایع با فناوری برتر در مقایسه با سایر سطوح فناوری، پایین‌تر است. این در حالی است که صنایع با سطح فناوری متوسط بر اساس کارایی فنی، فناوریانه، مدیریتی و همچنین صرفه‌های ناشی از مقیاس از سطح مناسبی برخوردار است.

واژگان کلیدی

بهره‌وری کل عوامل، سطح فناوری، کارایی فنی، کارایی فناوریانه، کارایی مدیریتی، کارایی مقیاس، تحلیل پوششی داده‌ها

مقدمه

امروزه در رویکردهای توسعه‌ای، تنها ایجاد ظرفیت‌های جدید کارساز نیست بلکه افزایش کارایی و ارتقای بهره‌وری ظرفیت‌های موجود و به عبارتی دیگر رویکرد ترکیبی و ارتقای همزمان نهاده‌ها و بهره‌وری آنها به عنوان مدل اصلی برنامه توسعه مورد استفاده قرار گرفته و نقش مؤثری در تسریع روند رشد و توسعه اقتصادی داشته است. از این‌رو، ارتقای کارایی مهمترین راهبردی است که در دهه‌های اخیر به عنوان کلید حل مسأله رشد و پیشرفت اقتصادی مطرح شده است. البته لازم به ذکر است که افزایش کارایی

و بهره‌وری به تنهایی می‌تواند بخش مهمی از رشد تولید ناخالص داخلی - که این نیز ناشی از رشد تولید زیربخش‌های اقتصادی است - را میسر ساخته و رفاه آحاد جامعه را تأمین نماید. از منظر اقتصادی دلایل متعددی توجه ویژه به بخش صنعت را موجه می‌سازد. اولاً با توجه به تفاوت کشش درآمدی تقاضا برای سایر کالاها نسبت به کالاهای صنعتی در اقتصاد جهانی این امکان همواره وجود دارد تا تولیدات صنعتی از وجود یک بازار نسبتاً پایدار بهره‌مند شوند. ثانیاً پدیده بازده صعودی نسبت به مقیاس و پویایی اقتصادی در اندازه‌های بزرگ صنعتی فقط در

قالب فعالیت‌های صنعتی متجلی می‌گردد و ثالثاً سایر بخش‌های اقتصادی می‌توانند از آثار مثبت و جانبی صنعتی بهره‌مند شوند [۱]. یکی از عوامل مؤثر در تحولات صنعت در گذر زمان را می‌توان تغییرات در فناوری و الگوهای تقاضا که موجب گسترش محصولات و ورود تولیدکنندگان جدید در برخی از بخش‌ها و در عین حال کاهش محصولات و خروج برخی تولیدکنندگان در بخش‌های دیگری می‌گردد، بیان کرد. الگوهای ورود و خروج که در نتیجه تغییر الگوی صنعت یک کشور از تولید کالاهای با فناوری سطح پایین^۲ به سمت تولید کالاهای با

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Low Technology

* نویسنده مسئول مکاتبات

فناوری سطح بالا^۱ صورت می‌گیرد، نمونه‌ای از این نوع تحولات بلندمدت است [۲]. هرکدام از انواع تحولات صنعتی می‌توانند بالقوه سودمند باشند. هنگامی که سطح کارایی در بین نگاه‌های مختلف صنعتی متفاوت است، تخصیص مجدد منابع می‌تواند رشد بهره‌وری را به ارمغان آورد. همچنین در صورتی که تغییرات در الگوی تقاضا، سودآوری در یک بخش را در مقایسه با بخشی دیگر کاهش دهد، جابجایی منابع بین بخش‌های مزبور در نهایت به بهبود رفاه کل جامعه می‌انجامد. حتی اگر منابع در بین بخش‌ها جابجا نشوند، پدیده‌های ورود، خروج و تخصیص مجدد سهم بازار، موجب فعال شدن نیروهای رقابتی شده و با محدود ساختن قدرت تولیدکنندگان ناکارا در بازار، می‌تواند باعث ارتقای کارایی تخصیصی گردد [۳].

این مطالعه در نظر دارد تا کارایی را در بین صنایع ایران با سطوح فناوری متفاوت طی سال‌های ۸۶-۱۳۷۹ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و با استفاده از نرم‌افزار DEAP مقایسه نماید. این مقاله از پنج بخش تشکیل شده است: پس از بیان اهمیت موضوع در بخش اول، بخش دوم به بیان تعریف سطوح مختلف فناوری و مبانی نظری موجود جهت تحلیل سنجش کارایی و بهره‌وری می‌پردازد. بخش سوم مطالعات تجربی موجود در این زمینه را بررسی می‌نماید. در بخش چهارم کارایی صنایع به روش تحلیل پوششی داده‌ها مورد بررسی قرار گرفته و جمع‌بندی و نتیجه‌گیری بخش پایانی این مطالعه را تشکیل می‌دهد.

مبانی نظری

سطوح فناوری در صنایع مختلف

برای فناوری با توجه به رویکردهای متفاوت،

3. Lall, S.
4. Medium Technology

تعاریف گوناگونی ارائه شده است. طارق خلیل با رویکرد مدیریتی، فناوری را به صورت "فرایند ترکیب نظام‌مند ابزار، دانش فنی و اطلاعات لازم برای بکارگیری ابزار و نیز مهارت‌های انسانی مورد نیاز برای استفاده از دانش و ابزار" تعریف می‌کند [۴]. پورتر با دید اقتصادی چنین بیان می‌کند: "فناوری عامل تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها است که از طریق تولید ارزش افزوده ایجاد مزیت رقابتی می‌کند" [۵]. از دیدگاه اقتصاددانان فناوری دانشی است که در امر تولید، تجاری‌سازی و توزیع کالا و خدمات به کار می‌رود و وسیله‌ای است جهت ارتقای توانایی‌های فیزیکی و فکری انسان و ابزاری برای تبدیل منابع ساده به منابع و کالاهای پیچیده است. لغت‌نامه وبستر فناوری را به "دانش علمی یا کاربردی" تعبیر کرده است [۶].

در ادامه برخی از تعاریف متداول در زمینه فناوری به صورت فهرست‌وار ارائه می‌شود:

- مجموعه‌ای از علوم و فنون برای نیل به یک محصول تولیدی یا خدماتی؛
- مجموعه‌ای از فرایندهای فیزیکی، روش‌ها و فنون و ابزار و تجهیزات که با آنها محصولی ساخته می‌شود و یا خدمتی عرضه می‌گردد؛
- عبارت است از مهارت، دانش و شیوه‌های لازم برای تهیه و تولید کالا و عرضه خدمات که حاصل قدرت فکری و شناخت انسان و ترکیب قوانین موجود در طبیعت می‌باشد.

در یک تعریف کلی می‌توان فناوری را از یک سو مجموعه‌ای از ماشین‌آلات و ابزار و از سوی دیگر مجموعه‌ای از فرایندها، روش‌ها و دانش

ساخت، نصب و راه‌اندازی، بهره‌گیری، نگهداری، تعمیر، اصلاح و مدیریت ماشین‌آلات و ابزار فنی تعریف کرد. فناوری‌ها با رویکردهای متفاوت به دسته‌ها و طبقات مجزا تفکیک می‌شوند. در

- ذیل به تعدادی از طبقه‌بندی‌های اشاره می‌شود:^۲
- طبقه‌بندی بر اساس توانمندی فناورانه؛
 - طبقه‌بندی بر اساس مبدأ فناوری؛
 - طبقه‌بندی بر حسب پیچیدگی؛
 - طبقه‌بندی بر حسب کاربری- سرمایه‌بری؛
 - طبقه‌بندی بر حسب طول عمر؛
 - طبقه‌بندی بر حسب ماهیت فناوری؛
 - طبقه‌بندی بر حسب نوآوری؛
 - طبقه‌بندی بر حسب کالا و تولید؛
 - طبقه‌بندی بر حسب میزان مستند بودن؛
 - طبقه‌بندی بر حسب خروجی.

در این مطالعه از معیار خروجی برای طبقه‌بندی صنایع استفاده می‌شود. لال^۳ یک نوع تقسیم‌بندی برای صنایع بر حسب خروجی ارائه داده است [۷]:

صنایع با فناوری پایین

در این فرایند محصولات با فناوری با ثبات تولید می‌شود. بخشی از این محصولات احتیاج به مهارت‌های کاری نسبتاً ساده دارند. در این گروه از محصولات، بسیاری از کالاهایی که مبادله می‌شوند دارای خصوصیات یکسان هستند و رقابت روی قیمت آنها است. برای این گونه محصولات، هزینه نیروی انسانی عامل مهمی در ایجاد مزیت رقابتی است. مقیاس محدود و موانع ورود به بازار برای این‌گونه محصولات معمولاً پایین است و بازار آنها به آرامی رشد می‌کند و کسب درآمدی تقاضای آن کمتر از یک است. محصولات این گروه بیشتر مورد توجه کشورهای در حال توسعه است.

صنایع با فناوری متوسط^۴

محصولات این فرایند تولید که مهارت و فناوری‌های حساس به مقیاس در کالاهای سرمایه‌ای و محصولات واسطه‌ای آنها تعیین‌کننده

1. High Tech

۲. برای مطالعه بیشتر در این مورد به گزارش مرکز صنایع نوین وزارت صنایع و معادن، بررسی سیاست‌های توسعه صنایع High Tech. ۱۳۸۴ مراجعه نمایید.

جدول ۱- تقسیم‌بندی صنایع بر حسب فناوری به تفکیک کدهای دو رقمی ISIC^[۸]

کدهای ISIC	نام صنعت	سطح فناوری
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	Low-Technology
۱۷	تولید منسوجات	
۱۸	تولید پوشاک- عمل آوردن و رنگ کردن پوست- خزدار	
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان و زین و ...	
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه- غیر از میلمان ...	
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه های ضبط شده	
۳۶	تولید میلمان و مصنوعات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
۲۳	صنایع تولید ذغال کک- پالایشگاه‌های نفت و سوخت‌های هسته‌ای	Medium-Technology
۲۴*	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	
۲۷	تولید فلزات اساسی	
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی به جز ماشین‌آلات و تجهیزات	
۲۹	تولید ماشین‌آلات و تجهیزات طبقه‌بندی نشده در جای دیگر	
۳۱	تولید ماشین‌آلات مولد و انتقال برق و دستگاه‌های برقی ...	
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	High-Technology
۳۵*	تولید سایر وسایل حمل و نقل	
۳۰	تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی	
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق و ساعت‌های مچی و ...	

* صنایع با کدهای ۲۴ و ۳۵ در کدهای دو رقمی فوق جزء صنایع با فناوری نوین (High-technology) هستند.

است. بخش اعظم فعالیت‌های صنعتی در اقتصادهای پیشرفته را تشکیل می‌دهد. این محصولات احتیاج به سطح نسبتاً بالای تحقیق و توسعه، مهارت‌های پیشرفته و دوره یادگیری طولانی دارد و ارتباط قوی بین بنگاهی، نقش تعیین‌کننده‌ای را در افزایش کارایی تولید دارد.

صنایع با فناوری برتر

این دسته از محصولات احتیاج به فناوری پیشرفته و سریع‌التغییر، هزینه تحقیق و توسعه زیاد و تأکید فراوانی بر طراحی محصول دارد. این دسته از محصولات همچنین به زیرساخت‌های مکفی به فناوری، نیروی انسانی بسیار متخصص و ارتباط قوی بین بنگاه‌ها از یکسو و بین بنگاه‌ها و مراکز تحقیقاتی و دانشگاه‌ها از سوی دیگر نیاز دارد.

بر اساس تعاریف فوق، گریف و سوفکا^۱ در مطالعه خود بر اساس طبقه‌بندی OECD (2007) صنایع را به سه دسته صنایع با فناوری ساده، صنایع با سطح فناوری متوسط و صنایع با فناوری برتر تقسیم‌بندی نموده‌اند [۸]. بر این اساس می‌توان تقسیم‌بندی صنایع را به صورت جدول ۱ در نظر گرفت.

سنجش کارایی و بهره‌وری

در سال ۱۹۵۰، سازمان توسعه و همکاری اقتصادی (OECD) به طور رسمی بهره‌وری را بدین شرح تعریف کرد که: بهره‌وری حاصل کسری است که از تقسیم مقدار یا ارزش محصول بر مقدار یا ارزش یکی از عوامل تولید به دست می‌آید و بر این اساس می‌توان از بهره‌وری سرمایه، مواد اولیه و نیروی کار صحبت کرد. این مفهوم به تدریج تکامل یافته

و مفاهیم کارایی و اثربخشی را نیز شامل گردید. بهره‌وری^۲ در حقیقت یکی از مفاهیم مهم در مطالعات و بررسی‌های عملکرد بنگاه طی زمان است. شاخص بهره‌وری بر مبنای مقایسه دوتایی است که معمولاً به عملکرد یک بنگاه در دو زمان مختلف اشاره می‌نماید. همچنین می‌توان عملکرد دو بنگاه را در یک زمان مورد مقایسه قرار داد. اگر چه تعاریف نخستین بهره‌وری عمدتاً در برگزیده مفهوم بهره‌وری جزئی عوامل تولید بود، لیکن از دیدگاه سیستمی، بهره‌وری عبارت است از نسبت مجموع خروجی‌های یک سیستم به مجموع ورودی‌های آن. خروجی‌ها^۳ می‌تواند

1. Grimpe and Sofka

2. Organization For Economic and Cooperation Development

3. International Standard Industrial Classification

4. Productivity

5. Outputs

6. Inputs

هر کدام از این نسبت‌ها، می‌تواند متضمن کیفیت، گستردگی عملیات، میزان مصرف مواد اولیه، موجودی و ظرفیت تولید تجهیزات سرمایه‌ای، میزان مهارت نیروی کار و ... باشد. اما کارایی، انجام بهتر آنچه تاکنون صورت گرفته است. یعنی تمرکز بر هزینه‌ها و زمان بوده و به دنبال راهکارهایی برای کاهش هزینه‌ها از طریق حداقل کردن نهاده‌های مورد نیاز برای تولید مقدار مشخصی محصول (کالا یا خدمت) و یا حداکثر نمودن میزان محصول قابل حصول از سطح مشخصی از نهاده‌ها و عوامل تولید است. کارایی بیان‌کننده این مفهوم است که یک بنگاه به چه نحوی از منابع خود در تولید کالاها و خدمات در مقطع معینی از زمان استفاده کرده است. در ادبیات موجود کارایی به اجزایی تقسیم می‌شود که عبارتند از:

کارایی فنی:

کارایی فنی به کسب حداکثر خروجی از منابع مصرفی معین اشاره دارد و بنگاهی کارا است که بتواند با استفاده از امکانات موجود، حداکثر کالاها یا خدمات را تولید نماید. کارایی فنی مفهومی نسبی است، به عبارتی بنگاهی کارا محسوب می‌شود که در مقایسه با سایر بنگاه‌ها یا با استاندارد موجود بتواند محصولات بیشتری تولید نماید.

کارایی تخصیصی:

کارایی تخصیصی توانایی یک بنگاه را در استفاده بهینه از نهاده‌ها، با توجه به قیمت‌های نسبی و فناوری تولید انعکاس می‌دهد. به عبارت دیگر این کارایی به تولید بهترین ترکیبات محصولات با استفاده از کم هزینه‌ترین ترکیب ورودی‌ها دلالت دارد. به این ترتیب کارایی تخصیصی مستلزم انتخاب مجموعه‌ای از عوامل

تولید است که سطح مشخصی از محصول را در حداقل هزینه تولید نماید. کارایی تخصیصی را کارایی قیمت نیز می‌نامند.

کارایی اقتصادی

فارل کارایی اقتصادی مؤسسات را شامل دو جزء کارایی فنی و تخصیصی (کارایی قیمت) می‌داند.

کارایی ساختاری:

کارایی ساختاری یک صنعت از متوسط وزنی کارایی شرکت‌های آن صنعت به دست می‌آید. با استفاده از معیارهای کارایی ساختاری می‌توان کارایی صنایع مختلف با محصولات متفاوت را مقایسه کرد.

کارایی مقیاس:

کارایی مقیاس یک واحد از نسبت کارایی آن واحد به کارایی در مقیاس بهینه بدست می‌آید. هدف این کارایی تولید در مقیاس بهینه می‌باشد [۲].

شاخص‌ها یا نسبت‌های بهره‌وری از نخستین و متداول‌ترین روش‌های سنجش کارایی و بهره‌وری بر مبنای تعاریف و مفاهیم اولیه در روش‌شناسی اندازه‌گیری بهره‌وری است که به دلیل سادگی روش و توضیح دهندگی مناسب، کاربردهای بسیاری یافته است. اما میزان دقت و اطمینان به این روش به شدت تحت تأثیر آمار و اطلاعات و داده‌های حاصل از فعالیت‌های سازمان مربوطه می‌باشد. از ویژگی‌های این روش قابلیت انعطاف‌پذیری بالای نسبت‌های قابل تعریف، متناسب با شرایط و فعالیت‌های خاص بنگاه مورد بررسی است و تا حد قابل توجهی، دست پژوهشگر در متناسب نمودن نسبت‌های قابل سنجش با اهداف و مقاصد مورد نظر باز است.

در حالی‌که در روش تحلیل فراگیر داده‌ها با استفاده از مجموعه اطلاعات مربوط به محصولات نهایی (خدمات) و همچنین کلیه عوامل و نهاده‌های مؤثر و مورد استفاده در فرایند تولید بر اساس عملکرد بنگاه‌های نمونه، یک حد استاندارد تولید، برآورد و به کمک روش‌های برنامه‌ریزی خطی، کارایی نسبی مؤسسات مورد بررسی در مقایسه با آن سنجیده می‌شود. در این روش که از مبانی تئوریک بهتری نسبت به روش قبلی برخوردار است، بهره‌وری کل عوامل تولید از طریق توابع مسافت^۱ عوامل تولید و شاخص مالم کوئیست^۲، به تفکیک اجزای آن یعنی کارایی فناوریانه، کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس، به صورتی که در زیر اشاره می‌شود، محاسبه و برآورد می‌گردد.

تحلیل پوشش داده‌ها، روشی است ناپارامتریک که از کلیه مشاهدات گردآوری شده برای اندازه‌گیری کارایی استفاده می‌نماید و هر کدام از مشاهدات را در مقایسه با مرزکارا بهینه کرده و با ساخت و حل n مدل، عملکرد n واحد را بررسی می‌کند. در این روش با ترکیب تمامی واحدهای تحت بررسی، یک واحد مجازی با بالاترین کارایی ساخته و واحدهای دیگر را با آن می‌سنجد. در این روش ضمن محاسبه کارایی فنی، تفکیک آن به کارایی تخصیصی (مدیریتی) و کارایی به مقیاس امکان‌پذیر می‌باشد.

در شاخص مالم کوئیست با استفاده از فناوری تولید (Ft) مجموعه عوامل تولید (Xt) کلیه بردارهای محصول (Yt) را تعریف می‌نماید.

بدین صورت:

$$Ft = \{ (xt, yt) \}$$

یعنی فناوری شامل مجموعه بردارهای ممکن عوامل تولید محصول است. بنابراین بر اساس

1. Distance Functions
2. Malmquist Index

توابع مسافت عوامل تولید شاخص مالم کوئیست عبارتست از:

$$M_0(y_w, x_w, y_t, x_t) = \left[\frac{d_0^w(y_t, x_t)}{d_0^w(y_w, x_w)} * \frac{d_0^t(y_t, x_t)}{d_0^t(y_w, x_w)} \right]^{0.5} = \frac{d_0^t(y_t, x_t)}{d_0^w(y_t, x_t)} \left[\frac{d_0^w(y_t, x_t)}{d_0^t(y_t, x_t)} * \frac{d_0^w(y_w, x_w)}{d_0^t(y_w, x_w)} \right]^{0.5} = E_0^t T_0^w$$

که در آن E_0^t تغییرات کارایی فنی کل و T_0^w تحولات فناوری را در خصوص تابع تولید مرزی بین دو دوره T و W نشان می‌دهد که البته E_0^t به تغییرات کارایی مدیریت و تغییرات کارایی مقیاس تجزیه می‌شود. حاصل ضرب دو نسبت داخل کروشه که میانگین هندسی آنها محاسبه می‌شود پیشرفت فناوری با انتقال تابع تولید مرزی طی دوره T و W را محاسبه می‌نماید.

و مقادیر $d_0^w(y_t, x_t)$: تولید بنگاه با فناوری دوره W و مقادیر $d_0^t(y_t, x_t)$: تولید بنگاه با فناوری دوره t و مقادیر $d_0^w(y_w, x_w)$ و مقادیر W و مقادیر $d_0^t(y_w, x_w)$: تولید بنگاه با فناوری دوره t و مقادیر W و مقادیر $m_0(y_w, x_w, y_t, x_t)$ عوامل تولید (TFPch)

از مزیت‌های این روش، عدم محدودیت در استفاده از محصولات و نهادهای گوناگون و متنوع سازمان یا مؤسسه مورد بررسی می‌باشد. اگرچه این روش بارها در فعالیتهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته، لیکن به شدت به آمار

و اطلاعات مربوط به فعالیت مورد بررسی، وابسته است و در فعالیتهایی که نظام جامع آماری منسجم و کاملی ندارند، قابلیت کاربرد چندانی نخواهد داشت. بدین ترتیب با در نظر گرفتن معایب و مزایای شاخص‌ها، در این مطالعه جهت محاسبه بهره‌وری از شاخص مالم کوئیست (تابع مسافت) و روش تحلیل فراگیر داده‌ها (DEA) استفاده می‌شود.

مطالعات تجربی

در طی دهه اخیر به موضوع بهره‌وری و کارایی اهمیت ویژه‌ای داده شده است و در مطالعاتی نیز از این معیار برای مقایسه بین بخش‌های مختلف استفاده شده است. در ذیل برخی از مطالعات موجود که از این معیار برای بیان تفاوت در بین بخش‌ها استفاده شده است اشاره می‌گردد: پورکاظمی و غضنفری [۹] در مطالعه خود با عنوان «ارزیابی کارایی کارخانجات قند کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها» با توجه به آمار نهاده‌ها و ستانده‌های ۳۳ کارخانه قند به ارزیابی کارایی کارخانجات قند پرداخته‌اند. به این منظور، کارایی کارخانجات در دو حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (کارایی فنی) و بازده متغیر نسبت به مقیاس (کارایی مقیاس) محاسبه شده است. نتایج کارایی فنی نشان می‌دهد که متوسط کارایی فنی کارخانجات قند معادل ۶۹ درصد و ۷ کارخانه دارای کارایی ۱۰۰ درصد است. این مطالعه طبق فرضیات و نتایج حاصل شده از کارایی فنی بدین نتیجه رسیده است که صرف حضور یک کارخانه در بورس، نشان دهنده کارایی بالاتر نیست. همچنین در مقایسه کارخانجات با ظرفیت مختلف نشان می‌دهد که کارخانه‌های بزرگ از کارخانه‌های کوچکتر کارتر هستند و

دلیل آن را صرفه‌های ناشی از مقیاس بیان کرده‌اند.

فریور در مطالعه خود با عنوان «بررسی ناکارایی تکنیکی در زیربخش‌های عمده صنعت ایران» با استفاده از داده‌های تابلویی و همچنین به کمک آمار و اطلاعات کارگاه‌های صنعتی دارای ده نفر نیروی کار و بیشتر طی سال‌های ۱۳۷۳ تا ۱۳۷۸، توابع تولید مرزی برای بخش صنعت و زیربخش عمده آن (صنایع محصولات غذایی، آشامیدنی و خوراکی؛ صنایع نساجی، پوشاک و چرم؛ صنایع تولید چوب و کاغذ؛ صنایع شیمیایی، نفت، زغال‌سنگ، لاستیک و پلاستیک، صنایع کانی غیر فلزی و فلزات اساسی و صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و ابزار) برآورد کرده است تا میزان ناکارایی را در هر یک از زیربخش‌های آن محاسبه نماید که به نتیجه ذیل دست یافت: [۱۰]

صنایع شیمیایی، نفت، زغال‌سنگ، لاستیک و پلاستیک و صنایع محصولات غذایی، آشامیدنی و خوراکی دارای بیشترین کارایی تکنیکی و صنایع نساجی، پوشاک و چرم و صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات و ابزار دارای کمترین کارایی تکنیکی هستند. پس از برآورد میزان متوسط کارایی تکنیکی در صنایع کشور، روند تغییرات زمانی کارایی مورد بررسی قرار داده و مشاهده کرده است که کارایی متوسط هر یک از زیربخش‌های عمده طی دوره مورد مطالعه که در سه گروه صنایع شیمیایی، نفت، زغال‌سنگ، لاستیک و پلاستیک، صنایع محصولات غذایی، آشامیدنی و خوراکی و صنایع نساجی، پوشاک و چرم روند زمانی تغییرات کارایی معنی‌دار و از لحاظ جهت تأثیرگذاری منفی برآورد شده است و روند تغییرات کارایی در سه گروه دیگر از لحاظ آماری بی معنی است. بدین معنی که میزان

بهره‌وری کل عوامل تولید (TFP) بخش‌های کشاورزی، حمل و نقل و پست و تلگراف به ترتیب دارای بیشترین رشد مثبت و بقیه بخش‌ها رشدی منفی داشته‌اند.

نمونه دیگر این نوع مطالعات با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها (روش DEA) برای اندازه‌گیری بهره‌وری کل عوامل (شاخص مال‌کوئیسیت) در سطوح بین‌المللی که شامل ۵۷ کشور می‌باشد در مطالعه فروستر و ایساکسون استفاده شده است. [۱۵] ایران هم در بین کشورهای مورد مطالعه وجود دارد که براساس نتایج آن در دوره ۱۹۹۰-۱۹۸۰ روند TFP ایران با ۲/۵ درصد رشد منفی مواجه بوده است.

علاوه بر موارد مذکور مطالعات دیگری نیز وجود دارد که برای مقایسه استان‌ها در بخش صنعت و همچنین محاسبه کارایی سازمان‌ها در سایر بخش‌ها وجود دارد. با این وجود و با توجه به اطلاعات محققین مطالعه‌ای که به بررسی کارایی صنایع در سطوح مختلف فناوری وجود داشته باشد نه در مطالعات داخلی و نه در مطالعات خارجی مشاهده نمی‌شود. این مطالعه می‌تواند نقطه شروعی برای تعیین فناوری کارا برای ایران و همچنین راهنمایی برای سیاست‌گذاران و سازمان‌های مرتبط با بخش صنعت از جمله سازمان صنایع و معادن باشد تا مجوزهای تأسیس صادره آنها بر این اساس باشد که آن واحد با توجه به نوع فناوری از کارایی لازم برخوردار باشد.

تملیل کارایی صنایع به روش تملیل پوششی داده‌ها

در برنامه چهارم توسعه آمده است که همه دستگاه‌های اجرایی مکلفند سهم ارتقای بهره‌وری

PIM و استفاده از آمار موجود برای دوره مذکور اقدام به برآورد تابع تولید مرزی به روش رگرسیون به ظاهر نامرتبط نموده است. نتایج حاصل از مقایسه کارایی این سه بخش نشان می‌دهد که کارایی فنی در بخش کشاورزی ۷/۳۴ درصد، بخش صنعت و معدن ۲۹/۶ درصد و خدمات ۳۰/۱ درصد است.

از جمله تحقیقات خارجی صورت پذیرفته در این رابطه، مطالعه‌ای است که توسط پیتون برای اقتصاد تایلند انجام یافته است. [۱۳] در این تحقیق که به بررسی چگونگی کارایی هشت بخش اصلی اقتصاد تایلند طی دوره ۱۹۷۰-۱۹۹۶ اختصاص دارد، میزان کارایی و رشد بهره‌وری برای این بخش‌ها به تفکیک و برای ۲۶ سال مورد بررسی واقع شده است. نتایج نشان می‌دهد که بخش خدمات پایین‌ترین کارایی و بخش‌های صنعت، برق و آب به ترتیب بالاترین کارایی را داشته‌اند. نتایج کلی این مطالعه حکایت از نقش اندک رشد TFP در بخش‌های مختلف اقتصاد تایلند بوده و اکثر بخش‌های اقتصادی تایلند با کاهش رشد بهره‌وری مواجه بوده‌اند و بخش خدمات از این جنبه ناکاراترین بخش بوده است.

مطالعه دیگری که توسط هو و مک‌آلر برای ۳۰ استان چین و برای دوره ۱۹۹۱-۱۹۹۷ صورت پذیرفته، مؤید این نکته است که در طی دوره مورد نظر در تمامی بخش‌های مورد مطالعه (کشاورزی، صنعت، خدمات، پست و تلگراف، حمل‌ونقل، ساختمان) بهترین عملکرد مربوط به دو استان شانگ‌های و جیانگ‌سو بوده است که هر دو استان مربوطه جزء توسعه یافته‌ترین مناطق چین محسوب می‌شوند. [۱۴] در طی دوره از لحاظ کارایی فنی (TE) بخش کشاورزی کاراترین و بخش ساختمان ناکاراترین و از لحاظ رشد

کارایی این سه گروه طی دوره زمانی مورد مطالعه ثابت بوده است.

آذر و مؤتمنی در مطالعه خود با عنوان اندازه‌گیری بهره‌وری در شرکت‌های تولیدی به وسیله تحلیل پوششی داده‌ها که در سال ۱۳۸۳ انجام داده‌اند، از نهاده‌ها و ستانده‌های غیرمحمسوس بر اساس دوره زمانی ماهیانه استفاده کرده‌اند و به وسیله مدل‌های CCR و رتبه‌بندی AHP کارخانجات مختلف تحت نظارت شرکت کارخانجات چینی ایران (کاشی ایرانا) با یکدیگر مقایسه کرده‌اند و کاراترین کارخانه را شناسایی کرده‌اند. [۱۱]

نصیری و صدرحقیقی در مطالعه خود به ارزیابی کارایی و رشد بهره‌وری بخشی در اقتصاد ایران با کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در چهار دوره مجزا به نام‌های دوره انقلاب (۵۹-۱۳۵۷)، دوره جنگ (۶۷-۱۳۶۰)، دوره برنامه اول توسعه (۷۳-۱۳۶۸) و دوران برنامه دوم توسعه (۷۸-۱۳۷۴) پرداخته‌اند. [۱۲] نتایج حاصل از این مطالعه مؤید آن است که در درجه اول در هر بخش کشاورزی، صنعت و خدمات، رشد بهره‌وری کل به طور متوسط منفی بوده است و در کل دوره مورد مطالعه نیز رشد بهره‌وری کل برای هر سه بخش اصلی اقتصاد منفی بوده و کاهش در حدود یک درصد را نشان می‌دهد. از عوامل اصلی آن کاهش ۱/۱ درصد کارایی تکنیکی و کاهش نیم درصدی کارایی مدیریتی بیان شده است. علاوه بر این مطالعه، محاسبه کارایی (کار و سرمایه) در بخش‌های عمده اقتصاد ایران طی دوره ۸۰-۱۳۴۷ توسط رحمان ستایش و خداپرست، عنوان مطالعه دیگر در این زمینه است. در این مطالعه پس از محاسبه موجودی سرمایه برای سه بخش کشاورزی، صنعت و خدمات با استفاده از روش

در رشد تولید مربوطه را تعیین کرده و الزامات و راهکارهای لازم برای تحقق آنها برای تحول کشور از یک اقتصاد نهاده محور به یک اقتصاد بهره‌ور محور مشخص نمایند. بنابراین، لزوم برنامه‌ریزی به منظور ارتقای بهره‌وری در هر سازمان، ابتدا باید روند تغییرات بهره‌وری در آن صنایع در دوره‌های گذشته محاسبه و مورد بررسی قرار گیرد. در تحلیل‌ها باید سهم عوامل مؤثر در تغییرات بهره‌وری معین گردد. چه آنکه ارائه یک برنامه عملی و منطقی در بهبود بهره‌وری وابسته به تحلیل و شناخت صحیح از عوامل تأثیرگذار بر بهره‌وری است. لذا در این بخش تغییرات کارایی فنی، تکنیکی، مدیریتی و مقیاس که در تغییرات بهره‌وری تأثیرگذار است، بررسی می‌گردد. در این قسمت با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها از طریق مقایسه نسبی صنایع با فناوری مختلف بر اساس مقادیر داده‌ها و ستانده‌های آنها به برآورد مقادیر کارایی و از طریق شاخص مالک کوئیست به محاسبه بهره‌وری پرداخته می‌شود. در این روش به کمک داده‌های موجود مرزی به نام «مرز کارایی» در نظر گرفته می‌شود که این سه گروه صنایع مورد بررسی با این مرز بهینه مقایسه می‌شوند. از آنجا که صنایع در این پژوهش بر اساس معیار خروجی مورد طبقه‌بندی قرار گرفته‌اند، لذا در تحلیل کارایی و محاسبه بهره‌وری نیز توجه خود را به خروجی‌ها (ستانده محور بودن تحلیل) معطوف می‌کنیم و محاسبات با حداکثرسازی محصول با ثابت در نظر گرفتن سطح داده‌ها صورت می‌گیرد.

ورودی‌ها در این مطالعه سرمایه، نیروی کار و ارزش انرژی مصرفی است. از آنجایی که در داده‌های منتشر شده توسط مرکز آمار ایران در سرشماری از بنگاه‌های ۱۰ نفر کارکن و بیشتر،

موجودی سرمایه وجود ندارد و تنها سرمایه‌گذاری ذکر گردیده است، لذا برای این تبدیل (داده‌های سرمایه‌گذاری به سرمایه) از روش تابع نمایی $I_t = I_0 e^{\lambda t}$ استفاده گردیده است. از آنجا که این روش در مطالعات متعددی از قبیل مطالعه زارع نژاد و انصاری [۱۶] و شاه‌آبادی [۱۷] معرفی شده است، در این مطالعه فقط به آن اشاره می‌گردد.

از طرف دیگر از آنجایی که کارکنان مشغول به کار در یک صنعت و حتی در یک کارگاه از لحاظ تحصیلات و مهارت همگن نیستند، لذا برای از بین بردن این ناهمگنی در این مطالعه به جای تعداد کارکنان از ارزش جبران دستمزد و خدمات استفاده شده است که با استفاده از شاخص PPI به قیمت ثابت ۱۳۷۶ تعدیل گردیده است. ورودی دیگر نیز ارزش انرژی مصرفی است که این متغیر نیز به قیمت ثابت سال ۱۳۷۶ تعدیل شده است. ارزش تولید، خروجی این مطالعه را تشکیل می‌دهد. این متغیر با استفاده از شاخص قیمت تولید کننده و به همان سال پایه تعدیل شده است. همان‌طور که در جدول ۲ مشاهده می‌شود، سه گروه صنایع در ایران (high, medium, low) از کارایی فنی مناسبی برخوردارند، اما با این وجود صنایع با فناوری پایین در مقایسه با دو گروه دیگر از این لحاظ کارا تر هستند. از آنجایی که کارایی فنی بیانگر توانایی بنگاه برای به دست آوردن حداکثر محصول از مجموعه عوامل تولید را منعکس می‌نماید، تفاوت در کارایی فنی سه گروه مورد بررسی در این مطالعه را می‌توان در ماهیت این طبقات جستجو نمود. همان‌طور که در تعریف صنایع با فناوری پایین بیان گردید، این محصولات نیاز به مهارت کاری نسبتاً ساده دارند و از آنجایی که خصوصیات

این صنایع یکسان است لذا نیروی کار موجود در این گروه بعد از چند سال به نیروی کار ماهر تبدیل می‌شود و از مزایای آموزش و یادگیری در حین عمل^۱ استفاده نموده و باعث می‌شود که در مقایسه با دو گروه دیگر مورد بررسی در این مطالعه (Medium & High Technology) که فناوری آنها متغیر و همچنین به نیروی کار متخصص نیازمندند، کارا تر باشد.

کارایی فناورانه بدین معنی است که تکنیک برتر و تحولات فناورانه، مقدار سرمایه و انرژی و یا نیروی کار لازم را برای تولید همان واحد محصول تقلیل داده و در نتیجه باعث افزایش بهره‌وری می‌گردد. لذا با توجه با این تعریف و همچنین نقش تحقیق و توسعه در صنایع با فناوری متوسط و مهارت نیروی کار که با توجه به ضرایب بالای عامل تولید نیروی کار در تابع تولید این گروه از صنایع، بالا به نظر می‌رسد، باعث گردیده که این گروه نسبت به دو گروه دیگر از لحاظ تغییرات فناورانه کارا تر باشد. اما در میان این سه گروه، صنایع با فناوری پیشرفته در مقایسه با سایر گروه‌ها ناکارا ظاهر شده است. این صنایع دارای کشش بسیار بالایی نسبت به تحقیق و توسعه هستند و از آنجایی که سهم تحقیق و توسعه به GDP طی دوره مورد بررسی بین ۰/۳ تا ۰/۵ درصد بوده است [۱۸] لذا این مقدار سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه نتوانسته باعث تغییرات تکنیکی در این صنایع گردد.

کارایی ناشی از مدیریت باعث می‌گردد که سخت‌کوشی، تلاش و حسن تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان و ترکیب صحیح عوامل تولید موجبات افزایش بهره‌وری بنگاه را فراهم نماید. این مهم در دو گروه از صنایع با فناوری بالا و متوسط از کارایی لازم برخوردار بوده است اما در

جدول ۲- نتایج سنجش کارایی صنایع با فناوری‌های مختلف

تغییرات بهره‌وری کل عوامل	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات کارایی مدیریتی	تغییرات کارایی فناورانه	تغییرات کارایی فنی	نوع فناوری
1.030	1.025	0.998	1.006	1.024	Low Technology
1.058	1.000	1.000	1.058	1.000	Medium Technology
0.966	1.000	1.000	0.966	1.000	High Technology
1.018	1.008	0.999	1.010	1.008	Mean

این مطالعه صنایع دارای کارایی متفاوت هستند و نوع فناوری نیز روی این تفاوت مؤثر است. با توجه به نتایج به دست آمده مبنی بر پایین بودن کارایی مدیریتی صنایع با فناوری ساده و همچنین پایین بودن کارایی فنی صنایع با فناوری پیشرفته، در راستای افزایش کارایی صنایع با فناوری‌های مختلف، لازم است که سیاست‌گذاران در سیاست‌ها برای تخصیص بهینه منابع بین صنایع مختلف تغییراتی ایجاد نمایند. در این رابطه به طور خاص برای سیاست‌گذاری صنعتی در ایران پیشنهاد می‌شود که توسعه قابلیت‌های فناوری و ایجاد شرایط بهره‌مندی از جریان‌های سرریز فناوری در جهان و تأکید ویژه بر حوزه‌های دارای توان توسعه‌ای بالا در صنایع نوین بکار گرفته شود. همچنین می‌توان با تقویت مزیت‌های رقابتی و توسعه صنایع مبتنی بر منابع (صنایع انرژی‌بر، صنایع معدنی، صنایع پتروشیمی، صنایع تبدیلی و تکمیلی کشاورزی و زنجیره‌های پایین‌دستی آنها) از قابلیت‌های آنها استفاده کرد. اصلاح و تقویت نهادهای پشتیبانی‌کننده توسعه کارآفرینی و صنایع کوچک و متوسط، حمایت از تولید کالاها و خدمات در عرصه‌های نوین و پیش‌تاز فناوری در کشور، که دولت می‌تواند از طریق اختصاص بخشی از تقاضای دولت به خرید این تولیدات از آنها حمایت به عمل آورد، نیز می‌تواند راهکاری کاربردی در این زمینه باشد. دولت همچنین می‌تواند مؤسسات پژوهشی لازم

فناوری‌های مختلف از توابع تولید متفاوتی برخوردارند. این تفاوت در تابع تولید منجر به عملکردهای متفاوتی برای صنایع با سطوح مختلف فناوری می‌شود. از طرف دیگر نهادهای تولید در صنایع با فناوری متفاوت از کارایی و بهره‌وری یکسانی برخوردار نیستند. این امر می‌تواند نشان‌دهنده تأثیر اختلاف در نوع فناوری به کار گرفته شده توسط بنگاه‌ها بر کارایی نهادهای مورد استفاده آنها از جمله نیروی کار و انرژی باشد که در تغییرات فناورانه این بنگاه‌ها لازم است مورد توجه قرار گیرد. به عبارتی سیاست‌گذاران در تخصیص منابع و عوامل تولید لازم است به کارایی نهادهای در صنایع با فناوری‌های مختلف توجه داشته باشند و صنایع را متفاوت در نظر بگیرند تا تخصیص‌های بهینه‌تری به دست آورند. به بیان دیگر، در راستای افزایش کارایی و بهره‌وری بنگاه‌ها و صنایع ایران لازم است که ملاحظات فناورانه در ملاحظات بنگاه‌ها گنجانده شود. به عبارت دیگر، نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که کارایی مدیریتی در صنایع با فناوری ساده نسبت به سایر صنایع در سطح نازل‌تری قرار دارد. سطح کارایی فنی در صنایع با فناوری برتر در مقایسه با سایر صنایع با سطوح مختلف فناوری پایین‌تر است و صنایع با سطح فناوری متوسط بر اساس کارایی فنی، فناورانه، مدیریتی و صرفه‌های ناشی از مقیاس از سطح مناسبی برخوردار است. لذا با توجه به

گروه صنایع با فناوری ساده ناکارا است. این امر می‌تواند ناشی از این حقیقت باشد که در صنایع با فناوری بالا و متوسط، بنگاه‌ها ناگزیر از بکارگیری مدیران متخصص و کار آشنا می‌باشند و جایجایی و تداخل در کار مدیران کمتر است، در حالی که این قاعده برای صنایع با فناوری ساده زیاد رعایت نمی‌شود.

از دیگر عوامل مؤثر بر بهره‌وری عوامل تولید، صرفه‌های ناشی از مقیاس است. بر اساس این معیار، سه گروه صنایع از کارایی لازم برخوردارند، اما صنایع با فناوری ساده از آنجا که در مقیاس محدود هستند و تقریباً دارای بازار رقابتی هستند (طبق تعریف) لذا دارای حداقل اندازه بهینه تولید پایین‌تری هستند و بنگاه‌ها (به طور نسبی کوچک) با فعالیت خود در حداقل اندازه بهینه از صرفه‌های ناشی از مقیاس بهره می‌برند. برای محاسبه ستون آخر جدول ۲ که بیانگر تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید است از شاخص مال‌کوئیس استفاده شده است و نشان می‌دهد که صنایع با فناوری متوسط نسبت به دو گروه دیگر وضعیت بهتری دارد. دلیل برتری نسبی، تغییرات کارایی فناورانه در این گروه است. در طرف مقابل صنایع با فناوری پیشرفته قرار دارند که از لحاظ تغییرات بهره‌وری کل عوامل در جایگاه آخر قرار دارد. از دلایل تغییرات منفی این گروه می‌توان به تأثیرات منفی تغییرات فناورانه استناد کرد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

این مطالعه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی صنایع با فناوری مختلف را طی سال‌های ۸۶-۱۳۷۹ مورد آزمون قرار داده است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد صنایع با

References

1. Nili, Msoud (2003), Industrial Development Strategies, Sharif University (in Persian).
 2. Emami Meibodi, Ali (2005), Principle of Measuring Efficiency and Productivity, Business Studies and Research Institute (in Persian).
 3. Rahmansetayesh Alireza & Khodaparast Shirazi, Jalil (2005), Measuring Efficiency (Labor and Capital) in Main Sectors of Iran Economy in the period of 1958-2001, Productivity Conference, Management and Planning Organization of East Azarbaijan Province (in Persian).
 4. Khalil TM. (2000), Management of Technology: The key to Competitiveness and Wealth The Creation.
 5. Porter M. (1985) Competitive Advantage: Creation and Sustain, Superior Performance, Free Press, New York.
 6. Webster, Gave (1981) , Third New International Dictionary, Merrian Webster-Inc, Massachusetts.
 7. Lall, S (2000). "Turkish Performance in Exporting Manufactures: A Comparative Structural Analysis." Working Paper Number 47.
 8. Grimpe, Christoph & Sofka, Wolfgang, (2007), Managing innovation and learning in dynamic environments: The role of rapid response capabilities, Contemporary corporate strategy, London, New York, 328-342.
 9. Pourkazemi, Hosein & Gazanfari, Seyed Hasan, (2005), Evaluating Efficiency of Sugar Industries in Iran using DEA, Journal of Economic Research, Vol 22, Pp 69-90 (in Persian).
 10. Farivar, Leila (2003), Surveying Inefficiency in Subfields of Industries by Panel Data, Journal of Business Research, Vol 26, Pp 121-143 (in Persian).
 11. Azar, Adel & Motameni, Alireza (2004), Measuring Productivity in Manufacturing Firms using Data Envelopment Analyzes, Daneshvar, Vol 11, Number 8, Pp 41-54 (in Persian).
 12. Nasiri, Naser & Sadrhaghghi, Khosro, New Industry Center of Mines and Industries Ministry (2005), Surveying Development Policies of High Tech Industries (in Persian).
 13. Paitoon K. (1998), Total Factor Productivity Growth in Thailand: An Econometric Approach, Final Report Of The Project With Finacial Support From Thailand Research Fund Office, Bankok.
 14. Hu. B. & Mcaleer M. (2002), Sectoral Productivity Growth in China, Journal Of comparative Economics, Vol. 30.
 15. Frostner, Helmut & Isaksson, Anders (2002): Capital, Technology Or Efficiency? A Comparative Assessment Of Source Of Growth In Industries And Developing Countries Discussion Paper No 3, Statistics And Information Network Branch Of UNIDO.
 16. Zaraneghad, Mansoor & Ansari, Elahe (2007), Measuring Capital Productivity in Vast Industries of Khozestan Province, Journal of Economic Research, Vol 4, Pp 1-26 (in Persian).
 17. Shahabadi, Abolfazl (2005), Growth Resources of Mines and Industries of Iran Economy, Journal of Economic Research, Vol 2, Pp 55-80 (in Persian).
 18. Mirzababazadeh, Soheila (2008), Internal and External Research and Development Activities Role through Import On Non-oil Export, Case study of Iran, MA Thesis in Economics, Hamedan University (in Persian).
- را برای توسعه فناوری‌های پیشرفته و جدید از طریق مشارکت شرکت‌ها و بنگاه‌های اقتصادی با مراکز پژوهشی (آموزش عالی) کشور ایجاد نماید. شاخص دیگر که باید مورد توجه خاص قرار گیرد میزان نوآوری‌های داخلی عملیاتی شده و موفق در زمینه فناوری محصول، فرایند و مدیریت در صنایع مهم کشور است. به عبارت دیگر، سهم نوآوری‌های داخلی در نوسازی‌های محصولات و فرایندهای صنعتی در صنایع کلیدی کشور مهم است. بدون داشتن شاخص‌های کلان و مشخص و اندازه‌گیری و نظارت بر آنها و به صرف صحبت‌های شیوا در مورد اهمیت تحقیق و نوآوری نمی‌توان مطمئن شد که در این راه مهم موفقیت‌آمیز حرکت را آغاز کرده‌ایم. در این زمینه علاوه بر توجه به نوآوری‌های داخلی، تعبیه یک سیستم اطلاعاتی مناسب و منسجم برای سنجش کارایی سازمان‌ها و صنایع مختلف از ضروریات یک اقتصاد در حال رشد و توسعه است.