چشم‌انداز مدیریت صنعتی
شماره ۶ ـ تابستان ۱۳۹۱
ص‌ص ۱۵۰ -۱۲۹

اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری بااستفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست در شرکت‌های مدیریت تولید برق

میرزا حسن حسینی*

چکیده

هر تلاشی برای افزایش کارایی و بهره‌وری که شامل اندازه‌گیری، تحلیل، برنامه‌ریزی و بهبود بهره‌وری است، در چرخهٔ بهره‌وری قرار می‌گیرد و در این سیکل، اندازه‌گیری بهره‌وری نخستین و مهم‌ترین گام آن می‌باشد. این مقاله پس‌از ارایهٔ کلیاتی دربارهٔ مبانی نظری اندازه‌گیری کارایی در صنعت برق، به‌مورد خاص اندازه‌گیری کارایی و روند آن در شرکت‌های مدیریت تولید برق بااستفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها DEA می‌پردازد. همچنین در این مقاله از شاخص مالم‌کوئیست برای ارزیابی تغییرات فاکتور بهره‌وری کل TFP برای مجموعه شرکت‌هایی که در خلال سال‌های ۱۳۸۱ تا ۱۳۸۷ اطلاعات موثق داشته‌اند، استفاده شده و فاکتور بهره‌وری کل به تغییرات کارایی و تحولات تکنیکی برای این مجموعه از واحدهای تصمیم گیرنده تجزیه شده است. نتایج حاصل از ارزیابی، نشانگر این است که متوسط نرخ رشد بهره‌وری کل در خلال سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۷ در شرکت‌های مدیریت تولید برابر ۱/۰۴ بوده است. شاخص بهره‌وری کل در این دورهٔ زمانی افزایش داشته است (۱/۰۴) که از افزایش در هر دو عامل کارایی عملکردی (۱/۰۱۴) و کارایی فناوری (۱/۰۲۵) ناشی می‌شود. کارایی عملکردی نیز به‌علت افزایش در کارایی مدیریت (۱/۰۲۳) افزایش و به‌علت افول در کارایی مقیاس (۰/۹۹۴) با کاهش مواجه بوده که در مجموع افزایش داشته است.

کلیدواژه‌ها: اندازه‌گیری؛ بهره‌وری؛ شرکت‌های مدیریت تولید برق؛ تحلیل پوششی داده‌ها؛ شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست.

تاریخ دریافت مقاله: ۹۰/۰۷/۲۳، تاریخ پذیرش مقاله: ۹۱/۰۱/۱۱.

* دانشیار، دانشگاه پیام نور تهران (نویسنده مسئول).

E-mail: ir_hosseini@yahoo.com

Archive of SID

www.SID.ir

۱. مقدمه

در پی تکامل و تعالی دانش بشری، مفاهیم کارایی و بهره‌وری نیز توسعه و تکامل یافته است. در مفهوم جدید، کارایی به مفهوم تلف نکردن منابع، قلمداد شده و از نسبت کل ستاده‌ها به کل نهاده‌ها به‌دست می‌آید. بهره‌وری نیز به‌مفهوم مقایسهٔ کارایی یک بنگاه، طی دو زمان متفاوت و یا مقایسهٔ کارایی دو بنگاه نسبت به یکدیگر در یک دورهٔ زمانی تعریف شده است. به‌عبارت دیگر، بهره‌وری را مقایسهٔ کارایی دانسته‌اند. روش قدیمی اندازه‌گیری بهره‌وری براساس محاسبهٔ نسبت‌ها و سهم بهره‌وری هر یک از عوامل تولید در کل محصول به‌طور مجزا بود. در این روش، بهره‌وری به‌صورت نسبت ساده‌ای بین ستاده و هریک از نهاده‌ها تعریف شده بود. اندازه‌گیری بهره‌وری بدین‌صورت در عمل با مشکلات و نارسائی‌هایی روبه‌رو بود و به‌علاوه در برخی موارد، گمراه کننده بوده، کاربرد چندانی نداشت. به همین خاطر به‌جای آن‌که فقط یکی از نهاده‌ها در مخرج کسر قرار گیرد، ترکیبی از کل نهاده‌ها را در مخرج کسر قرار دادند و نتیجهٔ حاصل را نشان‌دهندهٔ بهره‌وری کل عوامل تولید خواندند.

از میان روش‌های مدرن اندازه‌گیری، کارایی تکنیک ریاضی تحلیل پوششی داده‌ها یکی از روش‌های کارآمد ارزیابی کارایی سازمانی می‌باشد.

در روش تحلیل پوششی داده‌ها، منحنی مرزی کارا از یک سری نقاط که به‌وسیلهٔ برنامه‌ریزی خطی تعیین می‌شود، ایجاد می‌گردد. این تکنیک تمام داده‌ها (ارقام و اطلاعات) را تحت پوشش قرار داده و به‌همین دلیل تحلیل فراگیر داده‌ها نامیده شده است. همچنین این روش، یک گروه معنی‌دار به‌نام الگو یا مجموعهٔ مرجع را برای هر یک از مشاهدات غیرکارا به‌منظور الگوبرداری در افزایش کارایی مشخص و ارائه می‌نماید. به‌علاوه قادر است مدل‌هایی با چند عامل تولید و چند محصول را مورد بررسی قرار دهد. بنابراین در اکثر تحلیل‌های کاربردی و تجربی در شاخهٔ علم مدیریت به‌ویژه در بخش‌های دولتی نظیر مدارس، بیمارستان‌ها و بانک‌ها که محصولات عملاً غیرقابل قیمت‌گذاری بوده و اطلاعات قیمتی به‌ندرت وجود دارد، متعارف و مناسب است. در این روش علاوه‌بر اندازه‌گیری کارایی، می‌توان بااستفاده از شاخص مالم‌کوئیست، بهره‌وری را برای تک تک بنگاه‌ها، محاسبه و تغییرات بهره‌وری را به دو بخش تغییرات ناشی از کارایی و تغییرات تکنولوژیکی تقسیم نمود.

۲. مبانی و چارچوب نظری تحقیق

تحلیل پوششی داده‌ها و بازدهی ثابت نسبت به مقیاس. کارایی صنعتی که شامل N بنگاه، K عامل تولید یا نهاده و M محصول یا ستاده باشد، از طریق رابطهٔ زیر محاسبه می‌شود:

Archive of SID

www.SID.ir

$$Max: \frac{u'Y_i}{v'X_i}$$

به‌طوری‌که:

$$\frac{u'Y_j}{v'X_j} \le 1 \qquad j = 1,2,..., N \ , \quad u \ge 0 \ , \quad v \ge 0$$

و بیانگر M یک بردار U×۱ در رابطهٔ فوق

وزن محصولات و V یک بردار K×۱ حاوی وزن‌های عوامل تولید است. X یک ماتریس K×N از عوامل وY یک ماتریس M× N از محصولات، با هدف به‌دست‌آوردن مقادیر بهینه V و U می‌باشد. به‌نحوی که نسبت کل مجموع وزنی محصولات به‌مجموع وزنی عوامل تولید (میزان کارایی هر بنگاه) حداکثر گردد، مشروط بر این‌که اندازهٔ کارایی هر بنگاه بایستی کوچکتر و یا مساوی واحد باشد.

در این رابطه، هدف تنها با یک قید، محدود شده و دو بردار U و V مجهول هستند، بنابراین تعداد بیشماری راه‌حل بهینه دارد. این مشکل با اضافه کردن قید $v'X = 1$ (مخرج کسر مساوی یک)، توسط (CCR)، برطرف گردید. در این روش، مسئله به‌صورت حداکثر نمودن مجموع وزن‌های محصول (صورت کسر) در شرایط نرمالیزه‌شدن کل مجموع وزن‌های عوامل تولید و حفظ سایر قیود تبدیل می‌شود:

$$Max: \mu'Y_i$$

به‌طوری‌که

$$V'X_i = 1$$

$$\mu'Y_i - V'X_i \le 0$$

مسئلهٔ اخیر را می‌توان با تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی حل نمود و چون در این روش وضع قیود کمتر، حل مسئله را آسان‌تر می‌سازد؛ می‌توان رابطهٔ فوق را از طریق محاسبهٔ دوگان آن حل نمود. به‌خصوص، در این مورد فرم دوگان میزان کارآیی فنی (θ) را برای هر بنگاه به‌تفکیک ارائه می‌کند:

$$Min: \theta_i$$

به‌طوری‌که

$$-Y_i + Y\lambda \ge 0 \quad , \quad \theta X_i - X\lambda \ge 0 \quad , \quad \lambda \ge 0$$

Archive of SID

www.SID.ir

در رابطهٔ فوق، قید اول نشان می‌دهد که مقدار تولید بنگاه i ام باید حداکثر به اندازهٔ تولید بنگاه مرجع (کارا) باشد و قید دوم بیان می‌کند که مقدار استفادهٔ بنگاه i ام از نهاده‌های تولید باید حداقل به اندازهٔ بنگاه مرجع (کارا) باشد. λ نیز یک بردار N×۱ شامل اعداد ثابت است که وزن‌های مجموعهٔ مرجع را نشان می‌دهد. مدل برنامه‌ریزی خطی فوق N بار و هر مرتبه برای یکی از بنگاه‌ها حل می‌شود و به‌این‌ترتیب میزان کارایی (θ) برای هر بنگاه به‌دست خواهد آمد.

تحلیل پوششی داده‌ها و بازدهی متغیر نسبت به مقیاس. فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، تنها در صورتی قابل اعمال است که بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل نمایند. ولی مسائل متفاوتی از قبیل اثرات رقابتی، محدودیت‌ها و غیره باعث می‌شوند که بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل ننمایند. تحلیل میزان کارایی بنگاه‌ها در حالت بازده ثابت نسبت به مقیاس را می‌توان به‌عنوان وضعیت بلندمدت و حالت بازده متغیر نسبت به مقیاس را به‌عنوان وضعیت کوتاه‌مدت بنگاه‌ها درنظر گرفت. مدل (CCR) با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، کارایی فنی را ارائه می‌نمود که کارایی فنی خالص (کارایی ناشی از مدیریت) و کارایی ناشی از صرفه‌جویی مقیاس یک بنگاه را در بر می‌گیرد.

بانکر، چارنز و کوپر (BCC) در سال ۱۹۸۴، مدل CCR را به‌گونه‌ای بسط دادند که بازده متغیر نسبت به مقیاس را در بر گیرد. انجام این مهم با اضافه نمودن محدودیت $\sum_{i=1}^{n} \lambda_i \leq 1$ به برنامه‌ریزی خطی قبلی انجام می‌شود:

$$Min: \theta_i$$

به‌نحوی که

$$-Y_i + Y\lambda \geq 0 \quad , \quad \theta X_i - X\lambda \geq 0 \quad , \quad \sum_{i=1}^{n} \lambda_i \leq 1 \quad , \quad \lambda \geq 0$$

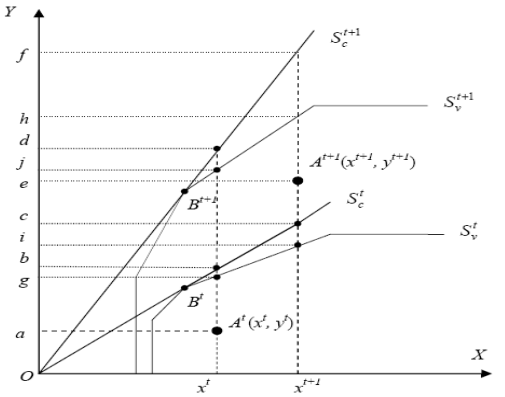
شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست[1].اولین بار شاخص مالم‌کوئیست، در سال ۱۹۵۳ توسط شخصی به‌نام استن مالم‌کوئیست به‌عنوان شاخص کیفیت، به‌صورت نسبت‌های توابع فاصله، به‌منظور تجزیه‌وتحلیل مصرف منابع تولید معرفی گردید. سپس از این شاخص برای اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری استفاده شد. کیوز[2] و همکارانش در سال ۱۹۸۲ این شاخص را در ادبیات بهره‌وری معرفی نمودند. برای اولین بار در زمینهٔ تجربی نیز، نیسچیمیزو[3] و پیج[1] از یک رویکرد

1. Malmquist Productivity Index(MPI)
2. Caves
3. Nischimizu

Archive of SID

www.SID.ir

برنامه‌ریزی پارامتریک برای محاسبهٔ این شاخص استفاده نمودند. فار و همکارانش در سال ۱۹۹۲ تغییر بهره‌وری را به دو قسمت تغییر در کارایی عملکردی و تغییر در کارایی فناوری تجزیه و از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی ناپارامتریک برای محاسبهٔ آن استفاده نمودند. شاخص مالم‌کوئیست تفکیک بهره‌وری را به دو جزء عمدهٔ آن یعنی تحولات فناوری و تغییرات در کارایی میسر ساخته است. به‌عبارت دیگر، تحلیل مالم‌کوئیست به ما اجازه می‌دهد تا جهش در مرز کارایی (تحولات فناوری) را از بهبود در کارایی نسبت به مرز (تغییر در کارایی عملکرد) جدا کنیم. این دو جزء از نظر تحلیلی و بنیانی کاملاً متفاوت بوده و از نظر سیاست‌گذاری نیز اقدامات متفاوتی را می‌طلبند. حاصل تحولات فناوری و تغییر در کارایی عملکرد، تغییرعامل بهره‌وری کل است که به‌وسیلهٔ شاخص مالم‌کوئیست اندازه‌گیری می‌شود. از شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست می‌توان اطلاعات بسیاری را استخراج نمود. شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست نه تنها به بررسی الگوی تغییر بهره‌وری می‌پردازد و ارائه‌دهندهٔ برداشت‌های جدید در کنار استنتاجات مدیریتی هر جزئی از مالم‌کوئیست می‌باشد، بلکه به ارائهٔ جهت‌گیری‌های استراتژیک هر واحد تصمیم گیرنده در یک دورهٔ زمانی می‌پردازد. بااستفاده از این شاخص می‌توان به ارزیابی جهت‌گیری‌های استراتژیک سازمان در دوره‌های گذشته پرداخت و برای دوره‌های آینده جهت صحیح را انتخاب نمود. برای توضیح مفهوم شاخص مالم‌کوئیست یک مورد با یک ورودی و یک خروجی ارائه می‌گردد (نمودار۱).



نمودار۱. تفکیک بهره‌وری کل (شاخص مالم کوئیست) حالت‌های CRS و VRS

1. Page

www.SID.ir

خط S_c^t در نمودار۱ نشان‌دهندهٔ مرز تولید در دورهٔ t است S_c^{t+1} این مرز را در دورهٔ $t+1$ نشان می‌دهد. تکنولوژی بهبودیافته (S_c^{t+1})، شرکت‌های کارا را قادر می‌سازد تا خروجی را بااستفاده از مقدار کمتر ورودی مورد نیاز در تکنولوژی S_c^t تولید کنند. فرض کنید شرکت مورد نظر ما ترکیبی از ورودی و خروجی $A^t(x^t,y^t)$ در دورهٔ t و $A^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})$ در دورهٔ $t+1$ داشته باشد. دو تغییر در طی دورهٔ t و $t+1$ اتفاق افتاده است؛ اول، به‌دلیل پیشرفت تکنولوژی، شرکت خروجی بیشتری را به‌ازاء هر ورودی در دورهٔ $t+1$ نسبت به دورهٔ t تولید کرده است. درواقع ترکیب ورودی- خروجی‌اش در دورهٔ $t+1$ استفاده از تکنولوژی دورهٔ t را غیرموجه می‌سازد. دوم، شرکت تغییر کارایی عملکردی را نیز تجربه کرده است.

تحلیل شاخص مالم‌کوئیست برمبنای به‌کارگیری توابع مسافت است. در تعریف شاخص مالم‌کوئیست، تابع مسافت با درنظر گرفتن ترکیب زمان، تعدیل می‌شود. توابع مسافت را باتوجه به دو دورهٔ زمانی متفاوت به‌صورت $D_c^{t+1}(x^t,y^t)$ و $D_c^t(x^{t+1},y^{t+1})$ تعریف می‌کنیم که در آن D_c^{t+1} تابع مسافت نسبت به مرز در زمان $(t+1)$ و (x^{t+1},y^{t+1}) بردارهای ورودی و خروجی در زمان $(t+1)$ هستند. تابع $D_c^{t+1}(x^t,y^t)$ دستهٔ ورودی- خروجی در دورهٔ t را نسبت به تکنولوژی دورهٔ $t+1$ ارزیابی می‌کند. درحالی‌که تابع $D_c^t(x^{t+1},y^{t+1})$ دستهٔ ورودی- خروجی مشاهده شده در دورهٔ $t+1$ را نسبت به تکنولوژی دورهٔ t ارزیابی می‌کند. توابع مسافت برای یک بردار ورودی- خروجی یکسال معین نسبت به مرز در همان سال با $D_c^t(x^t,y^t)$ و $D_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})$ برای سال‌های t و $t+1$ به‌ترتیب نشان داده می‌شوند.

باتوجه به نمودار۱ داریم:

$$D_c^{t+1}(x^t,y^t)=\frac{oa}{od} \quad \text{و} \quad D_c^t(x^{t+1},y^{t+1})=\frac{oe}{oc}$$

$$D_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})=\frac{oe}{of} \quad \text{و} \quad D_c^t(x^t,y^t)=\frac{oa}{ob}$$

شاخص مالم‌کوئیست می‌تواند نسبت به هر تکنولوژی در دورهٔ t یا $t+1$ به‌صورت زیر تعریف شود:

Archive of SID

www.SID.ir

$$M^{t}=\frac{D_c^{t}\ (x^{t+1},y^{t+1})}{D_c^{t}\ (x^{t},y^{t})} \qquad \text{یا} \qquad M^{t+1}=\frac{D_c^{t+1}\ (x^{t+1},y^{t+1})}{D_c^{t+1}\ (x^{t},y^{t})}$$

در اینجا M^{t} رشد بهره‌وری بین دوره‌های t و $t+1$ را بااستفاده از تکنولوژی دورهٔ t به‌عنوان تکنولوژی مرجع می‌سنجد و M^{t+1} این مقدار را با به‌کارگیری تکنولوژی دورهٔ $t+1$ به‌عنوان تکنولوژی مرجع اندازه‌گیری می‌کند.

برای اجتناب از انتخاب اختیاری تکنولوژی مرجع، فار و همکارانش پیشنهاد کردند که شاخص مالم‌کوئیست باید به‌صورت میانگین هندسی M^{t} و M^{t+1} تعریف شود.

$$M^{fare}=\left[M^{t}M^{t+1}\right]^{1/2}=\left[\frac{D_c^{t}\left(X^{t+1},Y^{t+1}\right)D_c^{t+1}\left(X^{t+1},Y^{t+1}\right)}{D_c^{t}\left(X^{t},Y^{t}\right)D_c^{t+1}\left(X^{t},Y^{t}\right)}\right]^{1/2}$$

فارل و همکارانش بیان کردند که چنانچه $M_0>1$ باشد، پیشرفت و یا افزایش بهره‌وری را نشان می‌دهد، $M_0<1$ نشان‌دهندهٔ کاهش بهره‌وری و $M_0=1$ عدم تغییر بهره‌وری درطی دو دوره را منعکس می‌سازد. بر طبق نظر فارل و همکارانش شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست به دو جزء تقسیم می‌گردد:

$$M^{fare}=\frac{D_c^{t+1}\ (x^{t+1},y^{t+1})}{D_c^{t}\ (x^{t},y^{t})}\times\left[\frac{D_c^{t}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)D_c^{t}\left(x^{t},y^{t}\right)}{D_c^{t+1}\left(x^{t+1},y^{t+1}\right)D_c^{t+1}\left(x^{t},y^{t}\right)}\right]^{1/2}$$

اولین جزء[1] یعنی TEC، تغییر در کارایی عملکردی را اندازه می‌گیرد و جزء دوم[2] یعنی FS، جهش (انتقال) در مرز تکنولوژی میان دو دورهٔ t و $t+1$ را اندازه‌گیری می‌کند. مقدار FS بزرگتر از یک نشان‌دهندهٔ جهش مثبت یا پیشرفت عملکردی و مقدار FS کوچکتر از یک جهش منفی یا عقب‌رفت عملکردی را نشان می‌دهد و FS مساوی یک، عدم جهش در مرز فناوری را منعکس می‌سازد.

اگر حالت VRS را فرض می‌کنیم خواهیم داشت: $D_c(x,y)=D_v(x,y)\times SE(x,y)$ که SE نشان‌دهنده کارایی مقیاس است.

1. Technical Efficiency Change(TEC)
2. Frontier Technology Shift(FS) or technical change

Archive of SID

www.SID.ir

طبق این معادله، فار و همکارانش بخش TEC را به دو جزء دیگر تقسیم کردند که یکی تغییرات فنی خالص[1] (تغییرات در کارایی مدیریت) و دیگری تغییرات در کارایی مقیاس[2] بود.

$$\frac{D_c^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_c^{t}(x^{t},y^{t})}=\frac{D_v^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_v^{t}(x^{t},y^{t})}\times\frac{SE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{SE^{t}(x^{t},y^{t})}$$

باتوجه به نمودار ۱ نسبت‌های این معادله را می‌توان به‌صورت زیر بازنویسی کرد:

$$PECH=\frac{D_v^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{D_v^{t}(x^{t},y^{t})}=\frac{oe}{oh}\times\frac{og}{oa}$$

$$SECH=\frac{SE^{t+1}(x^{t+1},y^{t+1})}{SE^{t}(x^{t},y^{t})}=\frac{oh}{of}\times\frac{ob}{og}$$

باتوجه به تجزیهٔ تغییرات بهره‌وری به دو قسمت تغییرات در کارایی عملکردی و تغییرات فناوری و نیز تجزیهٔ تغییرات کارایی عملکردی به دو جزء تغییر در کارایی مقیاس و تغییر در کارایی مدیریت، تغییرات بهره‌وری کل را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

تغییرفناوری × تغییر در کارایی عملکردی = تغییرات بهره‌وری کل

تغییرفناوری× تغییردرکارایی مقیاس× تغییر در کارایی مدیریت = تغییرات بهره‌وری کل

$$M^{Fare}(x^{t+1},y^{t+1},x^{t},y^{t})=PECH_v\times SECH\times FS_C$$

مزیت استفاده از شاخص کارایی این است که شاخص ویژه‌ای، آمادگی شرکت برای تغییر عملکردی را فراهم می‌سازد. این شاخص می‌تواند هم بااستفاده از تکنیک‌های برنامه‌ریزی خطی و هم تکنیک‌های اقتصادسنجی محاسبه گردد. مزیت شاخص بهره‌وری حاصل از روش مالم‌کوئیست این است که این شاخص، رشد بهره‌وری را از طریق مقایسه نسبت خروجی به ورودی شرکت برای حرکت‌های مرز بهترین عملکرد محاسبه می‌کند.

1. Pure Technical Efficiency Change (PECH)
2. Scale Efficiency Change (SECH)

Archive of SID

www.SID.ir

در این مقاله باتوجه بـه پیچیـدگی محاسـبهٔ توابـع مسـافت بـرای بـه‌دسـت آوردن شـاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست، از آن‌جا که توابـع مسـافت در واقـع بـه‌نحـوی بـه انـدازه‌گیـری کـارایی دوره‌های مختلف باتوجه به فناوری‌های هر دوره می‌پردازنـد، ایـن میـزان کـارایی را بااسـتفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌دست آورده‌ایم.

پیشینهٔ تحقیق‌های انجام‌شده. از روش تحلیل پوششی داده‌ها در بخش‌ها و نهادهای مختلف دولتی و خصوصی برای اندازه‌گیری کارایی استفاده شده است به‌عنوان مثال در مورد مدارس، بیمارستان‌ها، بانک‌ها، دادگاه‌ها، بنادر و...

همچنین از این روش درخصوص صنعت برق و سیستم قدرت به‌طور موفقیت‌آمیزی در حوزه‌های مختلف استفاده شده است.

به‌عنوان مثال:

علی امامی‌میبدی کارایی ۲۵ نیروگاه برق حرارتی در ایران را در خلال سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ مقایسه نمود و به کمک شاخص بهره‌وری مالم‌کوئیست تغییرات بهره‌وری آن‌ها را نیز محاسبه کرد. او در این تحقیق از ۳ ورودی (پرسنل، سوخت، ظرفیت نصب‌شده) و یک خروجی (خالص تولید) استفاده نمود. در همان تحقیق، وی کارایی ۳۰ شرکت توزیع برق در ایران را مقایسه و از ۳ ورودی (تعداد پرسنل، اندازهٔ شبکه و ظرفیت‌ترانسفورماتورها) و ۴ خروجی (برق فروخته‌شده به بخش خانگی، تعداد مشترکین خانگی، برق فروخته شده به بخش صنعتی، تعداد مشترکین بخش صنعتی) استفاده نمود.

فار و همکاران[1] برای ارزیابی کارایی نسبی شرکت‌های برق رگوله شده توسط کمیسیون تجاری الینویز از آن استفاده کردند و خروجی را (خالص تولید) و ورودی‌ها را (سوخت، پرسنل، سرمایه) درنظر گرفتند. آتانوسوپولوس و همکاران[2] از DEA[3] در جهت تنظیم اهداف نیروگاه‌های برق در انگلستان استفاده کردند و در آن از ۴ خروجی (برق تولیدشده، آمادگی نیروگاه، حوادث رخ داده و میزان آلودگی تولید شده) و ۳ ورودی (سوخت، هزینه‌های قابل کنترل و مخارج سرمایه‌ای) استفاده کردند. پارک و لسورد[4] کارایی عملیاتی ۶۴ نیروگاه را در کرهٔ شمالی با درنظر گرفتن (خالص انرژی تولیدی) به‌عنوان خروجی و (مصرف سوخت، قدرت نصب شده، پرسنل) به‌عنوان ورودی تحلیل کردند. سیوشی و گوتو[5] از یک مدل DEA تعدیل شده برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های تولید برق ژاپنی در خلال سال‌های ۱۹۹۳ تا ۱۹۹۸ انجام دادند و (کل انرژی

1. Fare et al
2. A. D. Athanassopoulos, N. Lambroukos, and L. Seiford
3. Data envelopment analysis
4. S. U. Park and J. B. Lesourd
5. T. Sueyoshi and M. Goto

Archive of SID

www.SID.ir

تولیدی) را خروجی و (ظرفیت، کل سوخت مصرفی و کل پرسنل) را ورودی درنظر گرفتند. رازکا[1] عملکرد ۴۱ نیروگاه برق حرارتی در لهستان را ارزیابی کرد و تنها از یک خروجی (تولید حرارت) و ۳ ورودی (پرسنل، سوخت، جریمهٔ آلودگی هوا) استفاده نمود. کوک و گرین[2] یک مدل سلسله مراتبی ۲ مرحله‌ای را برای ارزیابی مجموعه‌ای از نیروگاه‌های برق ارائه کردند و در آن از ۳ ورودی (خروج اضطراری، مخارج تعمیراتی، ساعات کارکرد) و ۲ خروجی (کل ساعات بهره‌برداری با ظرفیت کامل، تعداد خروج) برای تحلیل خود بهره بردند.

به‌علاوه با افزایش توجه به مباحث زیست‌محیطی همچون میزان آلوده‌کننده‌هایی مثل SO2، تعداد مطالعات مرتبط با این مقوله افزایش یافته است. به‌گونه‌ای که گولانی و همکاران [3] کارایی عملیاتی نیروگاه‌ها را با درنظر گرفتن ۴ خروجی (برق تولیدی، آمادگی عملیاتی، انحراف از پارامترهای عملیاتی، میزان آلودگی SO2) و ۳ ورودی (ظرفیت نصب شده، مصرف سوخت، تعداد پرسنل) مورد تحلیل قرار دادند. لی و همکاران [4] صنعت برق کره را بااستفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۹۰ تا ۱۹۹۵ مطالعه نموده و از ۳ ورودی (پرسنل، ظرفیت، سوخت) و یک خروجی (تولید سالیانهٔ انرژی) و ۳ خروجی نامطلوب (آلودگی SOX، NOX و ذرات ریز) استفاده کردند. فار و همکاران[5] کارائی عملیاتی ۲۰۹ شرکت تولید برق را قبل (۱۹۹۳) و بعد (۱۹۹۷) از اجرایی شدن قانون کنترل بارش‌های اسیدی مورد ملاحظه قرار داده و از ۳ ورودی (پرسنل، ظرفیت، سوخت) و یک خروجی مثبت (تولید سالیانهٔ برق) و یک خروجی نامطلوب (آلودگی SO2) بهره بردند و روشی را برای ارزیابی قیمت‌های سایهٔ SO2 پیشنهاد کردند.

در مطالعه‌ای درخصوص نیروگاه‌های برق آبی دیپاندرا کومار و همکاران[6] نیروگاه‌های تولید برق در نپال را بااستفاده از یک مدل DEA اصلاح شده، مورد تحلیل قرار داده و ۶ ورودی (ظرفیت نصب شده، هزینهٔ تعمیر و نگهداری، تعداد پرسنل دائمی، تعداد پرسنل موقتی، تعداد دفعات تریپ نیروگاه، تعداد دفعات تریپ واحد) و از ۴ خروجی (تولید سالیانهٔ انرژی، انرژی تولیدی در ماه‌های پرآبی، حداکثر توان خروجی نیروگاه در پیک تابستان و حداکثر توان خروجی نیروگاه در پیک زمستان) استفاده کردند. همچنین کارلوس پومبو و مانوئل رمیرز[7] در تحلیل عملکرد نیروگاه‌ها و اثر خصوصی‌سازی بر آن در کلمبیا، مطالعه‌ای انجام داده و بااستفاده از DEA کارایی عملیاتی را محاسبه نموده و در آن از ۳ ورودی (ظرفیت نصب شده، تعداد پرسنل و مصرف سوخت) و یک خروجی (تولید سالیانهٔ برق) استفاده نمودند.

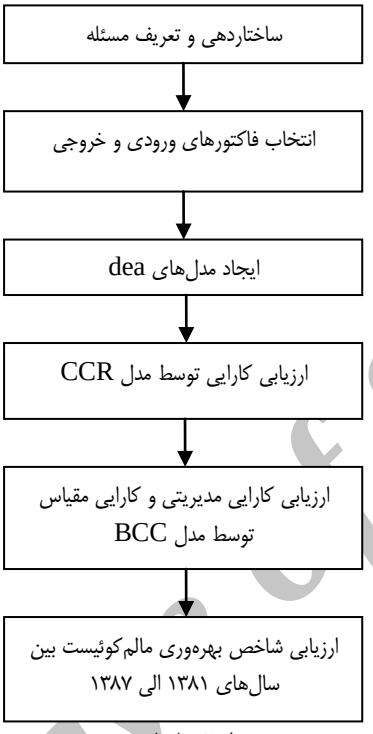
1. J. Raczka
2. W. D. Cook and R. H. Green
3. B. Golany, Y. Roll, and D. Rybak
4. J. D. Lee, J. B. Park, and T. Y. Kim
5. R. Fare, S. Grosskopf, D. W. Noh
6. Deependra Kumar Jha, Naoto Yorino and Yoshifumi Zoka
7. Pombo , Carlos , Ramírez, Manuel

Archive of SID

www.SID.ir

۳. روش‌شناسی تحقیق

در شکل زیر ساختار این تحقیق آورده شده است:



نمودار ۲. ساختار تحقیق

سازماندهی و تعریف مسئله. تامین برق در ایران اغلب براساس نیروگاه‌های حرارتی بوده است. همان‌طور که در جدول زیر مشاهده می‌کنید حدود ۸۰ تا ۸۵ درصد کل ظرفیت نصب شده در ایران مربوط به نیروگاه‌های حرارتی می‌باشد که بهره‌برداری از این نیروگاه‌ها به‌عهدهٔ شرکت‌های مدیریت تولید می‌باشد.

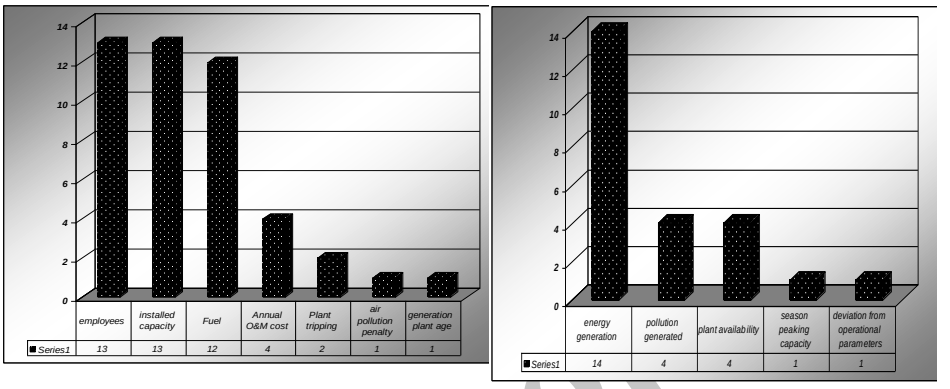
جدول ۱. درصد تولید برق تولیدی از نیروگاه‌های حرارتی

سال	1381	1382	1383	1384	1385	1386	1387
مجموع نیروگاه‌های حرارتی	26761	28348	30611	31896	34092	35664	36530
جمع شبکهٔ وزارت نیرو	31619	33234	36119	38443	41110	43129	45467
درصد از کل	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۵	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸۳	۰/۸

Archive of SID

www.SID.ir

انتخاب فاکتورهای ورودی و خروجی. در این تحقیق از نظرات خبرگان استفاده شده است. یعنی باتوجه به تحقیقات انجام‌شده و بررسی متغیرهای به‌کار رفته در آن تحقیقات و فراوانی به‌کارگیری هر یک از متغیرها، آن‌هایی را که بالاترین فراوانی را به خود اختصاص داده‌اند. به‌عنوان متغیرهای ورودی درنظر گرفته‌ایم. برای متغیرهای خروجی نیز همین روش انتخاب لحاظ گردیده است.



فراوانی به‌کارگیری فاکتورهای ورودی فراوانی به‌کارگیری فاکتورهای خروجی

نمودار ۳. فراوانی به‌کارگیری فاکتورهای ورودی و خروجی

باتوجه به نمودارهای بالا، متغییر تعداد پرسنل، ظرفیت نصب شده و سوخت مصرفی به‌عنوان ورودی و متغیر انرژی تولیدی به‌عنوان خروجی انتخاب شدند.

ایجاد مدل‌های DEA. تحلیل پوششی داده‌ها روشی است که برای ارزیابی کارائی واحدهای سازمانی همگن که به آن‌ها واحدهای تصمیم‌گیری گفته می‌شود به‌کار می‌رود. واحدهایی که در آن‌ها از ورودی‌های همسان برای رسیدن به خروجی‌های همسان استفاده شود. با به‌کارگیری مدل CCR به‌صورت خروجی‌گرا میزان کارایی فنی (با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس) حاصل می‌شود. از طرفی بااستفاده از مدل BCC و فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس مقادیر کارایی مدیریت و کارایی مقیاس به‌دست می‌آید.

همچنین برای ارزیابی روند بهره‌وری از شاخص مالم‌کوئیست استفاده خواهیم کرد. در این خصوص برای هر یک از بنگاه‌ها، تشکیل ۴ مدل ذکر شده در بالا ضروری خواهد بود. پس از محاسبهٔ توابع فاصله بااستفاده از فرمول ارائه‌شده در بخش ۲-۲ این شاخص به‌صورت دستی محاسبه می‌گردد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۲. نمونه‌ای از اطلاعات مرتبط با شرکت‌های مدیریت تولید به‌صورت فاکتورهای ورودی و خروجی قابل استفاده در مدل‌های DEA

installed capacity{I}	Fuel {I}	Employees {I}	energy generation {O}	DMU
50	771,770,888	92	226,743	81Firozi
60	990,958,281	167	281,733	81Zarand
316	4,641,451,106	385	1,513,499	81Mashad
360	4,403,643,232	340	1,834,580	81Loshan
247	3,228,910,433	287	1,125,973	81Besat
458	6,260,058,748	264	1,642,659	81Sistan&baluchestan
600	8,531,305,248	537	3,617,560	81Tous
1623	15,277,337,509	638	7,062,070	81Montazer ghaem
640	7,256,291,862	212	3,173,070	81Bistun
923	12,156,952,633	399	5,132,173	81Isfahan
2043	19,876,831,809	575	9,563,047	81Rajaee
1000	11,082,492,189	392	5,002,369	81Mofateh
1330	11,648,481,613	669	4,715,163	81Hormozgan
1360	13,032,687,813	243	6,224,209	81Shazand
1600	27,533,284,995	531	10,476,686	81Montazeri
2035	25,512,765,106	371	10,880,317	81Salimi
1890	23,569,867,094	694	10,843,534	81Ahwaz
900	9,045,581,006	530	3,485,832	81Azarbijan sharghi
409	3,703,955,169	147	1,597,829	81Azarbijan gharbi
1170	7,673,522,750	410	2,102,335	81Rey
714	6,713,490,700	133	3,336,725	81Qum
840	8,866,792,480	64	3,423,472	81Khayam
622	6,368,392,320	400	1,999,526	81Khorasan
813	9,262,318,460	177	3,019,790	81Jonub fars
1088	12,528,668,490	364	5,076,892	81Fars
1272	7,990,971,246	74	3,182,386	81Kerman
1306	12,178,299,497	254	6,724,627	81Gilan
464	3,669,951,296	84	1,306,254	81Yazd
418	4,195,090,453	225	1,713,501	81Modhej

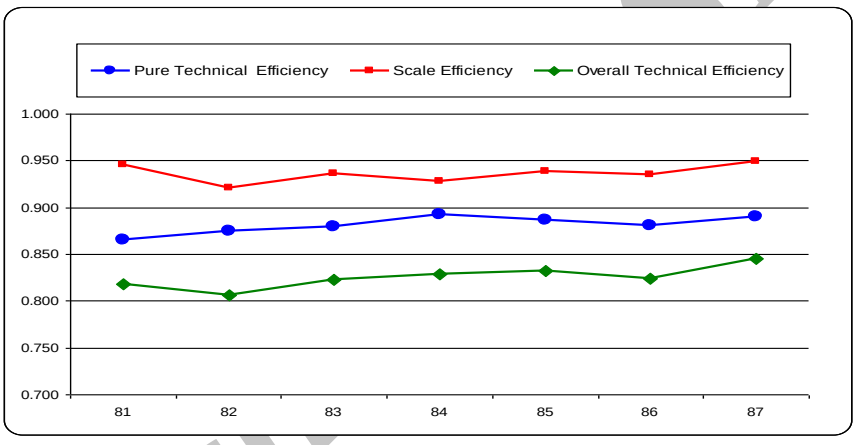
Archive of SID

www.SID.ir

٤. تحلیل داده‌ها و یافته‌های پژوهش

جدول ۳. میانگین مقادیر کارایی شرکت‌های مدیریت تولید در خلال سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۷

سال	81	82	83	84	85	86	87
میانگین کارایی فنی خالص	0.866	0.875	0.879	0.893	0.887	0.881	0.891
میانگین				0.882			
میانگین کارایی مقیاس	0.946	0.921	0.936	0.928	0.939	0.936	0.950
میانگین				0.936			
میانگین کارایی فنی کل	0.819	0.806	0.823	0.829	0.833	0.824	0.846
میانگین				0.825			



نمودار ۲. میانگین مقادیر کارایی شرکت‌های مدیریت تولید در خلال سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۷

به‌طور کلی کارایی مدیریت در سال‌های مورد مطالعه به‌میزان ۰/۸۸۲ به‌دست آمده است که نشان از امکان بهبود به‌میزان ۱۱/۸٪ را دارد. کارایی فنی در سال‌های مورد مطالعه به‌میزان ۰/۸۲۵ به‌دست آمده است و کارایی مقیاس در سال‌های مورد مطالعه به‌میزان ۰/۹۳۶ به‌دست آمده است که نشان از امکان بهبود به‌میزان ۰/۶۴٪ را دارد.

Archive of SID

www.SID.ir

جدول ۵. میانگین شاخص تغییرات بهره‌وری کل و اجزاء آن در هر یک از شرکت‌های مدیریت تولید (۱۳۸۷-۱۳۸۱)

DMU	Technical efficiency Change (TEC)	Technological Change (FS)	Pure technical Efficiency change (PECH)	Scale efficiency Change (SECH)	TFP[1] change
Firozi	0.901	1.035	1.000	0.885	0.932
Zarand	0.997	1.029	1.030	0.968	1.027
Mashad	0.929	1.040	0.935	0.982	0.966
Loshan	0.923	1.043	0.932	0.978	0.963
Besat	1.051	1.033	1.075	0.986	1.086
Sistan	1.097	1.039	1.113	1.001	1.140
Tous	0.952	1.040	0.960	0.984	0.990
ghaem	1.031	1.017	1.012	1.023	1.048
Bistun	1.035	1.043	1.045	0.996	1.080
Isfahan	0.962	1.042	0.955	1.001	1.002
Rajaee	1.037	1.024	1.000	1.043	1.061
Mofateh	0.903	1.040	0.894	0.993	0.940
Hormozgan	1.118	1.018	1.144	0.996	1.138
Shazand	1.023	1.038	1.029	0.998	1.062
Montazeri	1.000	1.007	1.000	1.000	1.007
Salimi	0.979	1.048	1.000	0.976	1.026
Ahwaz	0.919	1.037	0.970	0.934	0.953
Azarbijan sr	1.086	1.030	1.116	0.986	1.118
Azarbijan gr	1.041	1.000	1.034	1.014	1.041
Rey	0.993	1.018	0.990	1.001	1.011
Qum	1.066	1.005	1.000	1.077	1.071
Khayam	0.990	1.005	0.992	0.996	0.995
Khorasan	1.190	1.014	1.256	0.975	1.207
Jonub fars	1.161	1.050	1.134	1.050	1.219
Fars	1.087	1.042	1.106	0.997	1.133
Kerman	0.970	0.990	1.000	0.965	0.960
Gilan	0.995	1.001	0.998	0.995	0.995
Yazd	1.056	0.991	0.991	1.076	1.046
Modhej	0.992	1.019	1.029	0.962	1.010
average	1.014	1.025	1.023	0.994	1.040

تحلیل بهره‌وری صنعت. درمجموع، کمتر از ۱ شدن متوسط تغییرات کارایی مقیاس در صنعت، نشان از این دارد که اگر افولی در کارایی عملکردی وجود دارد، به‌خاطر ناکارایی مقیاس است. به‌عبارت دیگر، متوسط نرخ رشد ۰/۹۹۹ مربوط به کارایی مقیاس، نرخ رشد بالای مربوط به کارایی مدیریتی یعنی ۱/۰۲۳ را تضعیف نموده و در کل، برای کارایی عملکردی متوسط ۱/۰۱۴ به‌دست آمده است.

1. Total factor productivity

Archive of SID

www.SID.ir

درنهایت متوسط نرخ رشد بهره‌وری کل در شرکت‌های مدیریت تولید برابر ۱/۰۴ به‌دست آمده است. شاخص بهره‌وری کل در این دورهٔ زمانی افزایش داشته است (۱/۰۴) که این افزایش، از افزایش در هر دو عامل کارایی عملکردی (۱/۰۱۴) و کارایی فناوری (۱/۰۲۵) ناشی می‌شود. کارایی عملکردی نیز به‌علت افزایش در کارایی مدیریت (۱/۰۲۳) افزایش و به‌علت افول در کارایی مقیاس (۰/۹۹۴) با کاهش مواجه بوده که در مجموع افزایش داشته است.

تحلیل شرکت‌ها. درمجموع، از ۲۹ شرکت تحت مطالعه، ۹ شرکت (شرکت‌های مدیریت تولید برق فیروزی، مشهد، لوشان، توس، مفتح، اهواز، خیام، کرمان و گیلان) در خلال سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۷ افول شاخص بهره‌وری کل را تجربه نموده‌اند و۲۰ شرکت باقی‌مانده بهبود بهره‌وری داشته‌اند. همچنین شرکت تولید برق خراسان با میانگین ۱/۱۹ بالاترین تغییرات عملکردی و با میانگین ۱/۲۵۶ بالاترین کارایی مدیریت را تجربه نموده است. بیشترین جهش به‌سوی مرزهای تکنولوژی مربوط به شرکت مدیریت تولید برق جنوب فارس با میانگین تغییرات فناوری ۱/۰۵ می‌باشد. شرکت مدیریت تولید برق قم بالاترین نمره را در تغییرات و اصلاح ساختاری با میانگین کارایی مقیاس ۱/۰۷۷ به خود اختصاص داده است. پایین‌ترین نرخ رشد تغییرات عملکردی مربوط به شرکت مدیریت تولید برق فیروزی با میانگین ۰/۹۰۱ بوده است و لخت‌ترین شرکت در استفاده از تکنولوژی‌های جدید شرکت مدیریت تولید برق کرمان با میانگین ۰/۹۹ بوده است. جالب توجه است که در این دوره، تنها این شرکت به‌همراه شرکت مدیریت تولید برق یزد، میانگین تغییرات فناوری کمتر از ۱ را تجربه نموده‌اند.

پایین‌ترین سطح کارایی مدیریت مربوط به شرکت مدیریت تولید برق مفتح با میانگین ۰/۸۹۴ می‌باشد که لزوم تلاش بیشتر بدنهٔ مدیریت را در تدبیر امور می‌طلبد.

در نهایت، پایین‌ترین تغییرات کارایی مقیاس به شرکت مدیریت تولید برق فیروزی با میانگین ۰/۸۸۵ اختصاص یافته است.

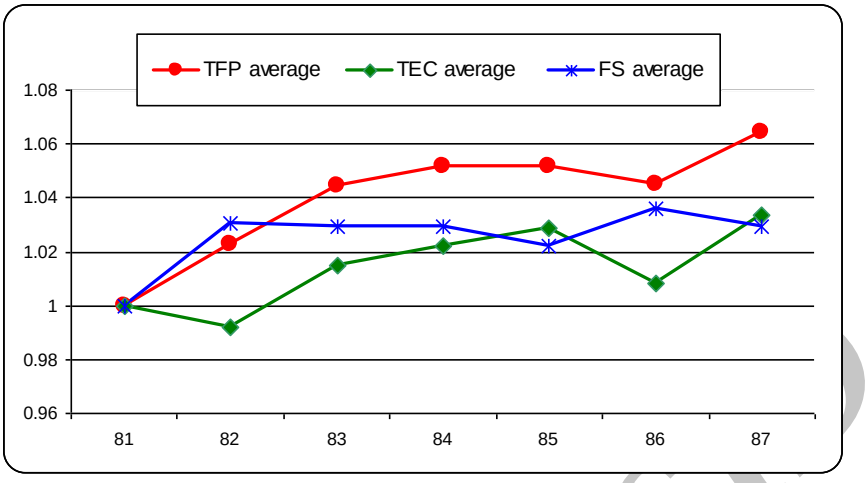
خلاصهٔ نتایج در جدول زیر آورده شده است:

جدول ۶. میانگین تغییرات

معیار	81	82	83	84	85	86	87	میانگین
میانگین تغییرات کارایی عملکردی	۱/۰۰۰	۰/۹۹۲	۱/۰۱۵	۱/۰۲۲	۱/۰۲۹	۱/۰۰۸	۱/۰۳٤	۱/۰۱٤
میانگین تغییرات تکنولوژیک	۱/۰۰۰	۱/۰۳۱	۱/۰۲۹	۱/۰۲۹	۱/۰۲۲	۱/۰۳٦	۱/۰۲۹	۱/۰۲٥
میانگین تغییرات فاکتور بهره‌وری کل	۱/۰۰۰	۱/۰۲۳	۱/۰٤٥	۱/۰٥۲	۱/۰٥۲	۱/۰٤٥	۱/۰٦٤	۱/۰٤۰

Archive of SID

www.SID.ir



نمودار ۳. روند تغییرات بهره‌وری کل و اجزاء آن در شرکت‌های مدیریت تولید در خلال سال‌های ۱۳۸۱ الی ۱۳۸۷

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

کارایی مدیریت در سال‌های مورد مطالعه به‌میزان ۰/۸۸۲ به‌دست آمده است که نشان از امکان بهبود به‌میزان ۱۰/۹٪ را دارد. کارایی فنی در سال‌های مورد مطالعه به‌میزان ۰/۸۲۵ به‌دست آمده است که نشان از امکان بهبود به‌میزان ۱۷/۵٪ را دارد. کارایی مقیاس در سال‌های مورد مطالعه به‌میزان ۰/۹۳۶ به‌دست آمده است که نشان از امکان بهبود به‌میزان ۰/۶۴٪ را دارد.

باتوجه به اعداد ۰/۸۲۵ برای کارایی فنی، ۰/۸۸۲ برای کارایی مدیریت و ۰/۹۳۶ برای کارایی مقیاس، می‌توان چنین نتیجه گرفت که ناکارایی فنی، بیشتر منبعث از ناکارایی مدیریت است تا ناکارایی مقیاس.

کارایی عملکردی در خلال سال‌های مورد مطالعه به‌طور متوسط با نرخ ۱/۰۱۴ رشد داشته است.

در شرکت‌های مدیریت تولید، کارایی مدیریت به‌طور متوسط با نرخ ۱/۰۲۳ رشد داشته است. کمتر از ۱ شدن (۰/۹۹۴) متوسط تغییرات کارایی مقیاس در صنعت نشان از این دارد که اگر افولی در کارایی عملکردی وجود دارد، به‌خاطر ناکارایی مقیاس است. به‌عبارت دیگر، متوسط نرخ رشد ۰/۹۹۴ مربوط به کارایی مقیاس، نرخ رشد بالای مربوط به کارایی مدیریتی یعنی ۱/۰۲۳ را تضعیف نموده و در کل برای کارایی عملکردی متوسط ۱/۰۱۴ به‌دست آمده است. متوسط نرخ رشد تغییر فناوری در صنعت برابر ۱/۰۲۵ به‌دست آمده است.

Archive of SID

www.SID.ir

پیشنهادهای اجرایی. - فقدان انگیزهٔ کافی درجهت افزایش سطح کارایی و تقلیل هزینه‌ها، دستیابی به مدیریت کارا را تحت‌الشعاع خود قرار داده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود که حقوق مدیران بنگاه‌ها به‌صورت تابعی از عملکرد بنگاه‌های تحت پوشش آن‌ها تعریف گردد. تا انگیزهٔ لازم را در بدنهٔ مدیریت به‌منظور کاهش هزینه‌ها ایجاد نماید.

- برای هر یک از شرکت‌های مدیریت تولید، مجموعه مرجعی مشخص گردیده که از لحاظ خصوصیات و مشخصه‌های عملیاتی بیشترین تطابق را با آن‌ها دارد، این شرکت‌ها باتوجه به جایگاهی که از لحاظ مقادیر مختلف کارایی کسب نموده‌اند، باید نسبت به الگوبرداری از واحدهای مرجع خود اقدام نمایند. این کار با اعزام پرسنل R&D و پرسنل فنی برای آموختن تکنیک‌های عملیاتی در مواقعی که نمرهٔ کارایی فنی پایین به‌دست آمده است و یا آموزش مدیران در مواقعی که کارایی خالص، دور از مرز کارا واقع شده است، عملی خواهد بود. در این راستا به این شرکت‌ها پیشنهاد می‌شود نسبت به توسعهٔ سرمایه‌های انسانی و افزایش مهارت پرسنل خود اقدام نمایند.

- اتخاذ سیاست‌های تشویقی و تنبیهی متناسب با سطح عملکرد هر یک از واحدهای تحت پوشش در شرکت‌های مدیریت تولید خواهد توانست بر عملکرد این واحدها تأثیر بگذارد. به‌عبارت دیگر، نتایج این تحقیق می‌تواند به‌عنوان راهنمایی درخصوص نحوهٔ پیوند عملکرد با پاداش به‌کار گرفته شود.

- شرکت مادرتخصصی توانیر که به‌عنوان مالک نیروگاه‌ها مسئولیت اتخاذ سیاست‌های کلان در صنعت برق را به‌عهده دارد، می‌بایست روند تغییرات کارایی و بهره‌وری مجموعهٔ تحت پوشش خود را رصد نموده و در مواردی که رشد بهره‌وری در صنعت کند یا معکوس باشد، نسبت به جستجوی علل آن اقدام نماید. بنابراین اتخاذ سیاست‌های تشویقی و تنبیهی متناسب با عملکرد واحدهای تحت پوشش و استفاده از یافته‌های این تحقیق به‌عنوان مرجعی درخصوص اصلاح و یا تغییر استراتژی‌های پیش‌رو مفید خواهد بود.

پیشنهاد برای تحقیقات آتی. اندازه‌گیری کارایی از طریق تابع مرزی تصادفی و مقایسهٔ نتایج آن با نتایج حاصل از روش تحلیل پوششی داده‌ها.

۱. با افزایش توجه به مباحث زیست‌محیطی همچون میزان آلوده‌کننده‌هایی مثل SOX، NOX و ذرات ریز، درنظر گرفتن فاکتورهای مرتبط با آن به‌عنوان خروجی‌های نامطلوب[1] محک قوی‌تری درخصوص الگویابی ارائه خواهد نمود.

1. Undesirable Outputs

Archive of SID

www.SID.ir

۲. از آن‌جایی که مدل مورد استفاده در این تحقیق، مدل کلاسیک تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد، بنابراین واحدهایی که امتیاز کارایی آن‌ها برابر ۱ شده است، در این مدل قابل رتبه‌بندی نیستند و لازم است روش‌هایی همچون روش اندرسون- پترسون و یا رتبه‌بندی کارایی متقاطع برای آن‌ها استفاده شود.

۳. در این تحقیق به‌عواملی همچون بحث مالکیت بنگاه‌ها (خصوصی، دولتی، تعاونی و...) که تحت کنترل مدیریت نیستند، پرداخته نشده است. این عوامل به‌طور معمول به‌عنوان فاکتورهای ورودی و خروجی محسوب نمی‌شوند ولی چون بر کارایی بنگاه‌ها تأثیر می‌گذارند، بهتر است درنظر گرفته شوند.

۴. این تحقیق تنها نیروگاه‌های برق حرارتی را در بر گرفته که درمجموع، ۸۵٪ ظرفیت نصب شده در کشور را شامل می‌شوند. از این‌رو، ارزیابی نیروگاه‌های برق آبی و روند تغییرات بهره‌وری در آن می‌تواند به برداشت صحیح‌تر از روندی که صنعت دنبال می‌کند کمک نماید.

۵. درنهایت پیشنهاد می‌شود درخصوص نیروگاه‌های برق حرارتی بااستفاده از مدل ترکیبی AHP/DEA رتبه‌بندی کامل انجام شود.

Archive of SID

www.SID.ir

منابع

۱. مهرگان، محمد رضا، مدل‌های کمی در ارزیابی عملکرد سازمان‌ها (تحلیل پوششی داده‌ها)، دانشکدهٔ مدیریت دانشگاه تهران، ۱۳۸۳

۲. امامی میبدی، علی، اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری: چاپ اول، موسسهٔ مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی،۱۳۷۹

۳. محقر، علی، دهقان نیری، محمود، حسین‌زاده، مهناز، تحلیل بهره‌وری بااستفاده از مدل ترکیبی DEA و شاخص مالم‌کوئیست، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران

4. Chen-Fu Chien, *Member, IEEE*, Wen-Chih Chen, Feng-Yu Lo, and Yi-Chiech Lin , A Case Study to Evaluate the Productivity Changes of the Thermal Power Plants of the Taiwan Power Company
5. Deependra Kumar Jha, Naoto Yorino and Yoshifumi Zoka , Benchmarking Results of Electricity Generating Plants in Nepal Using Modified DEA Models , The 1st NEA-JC Seminar on "Current and Future Technologies", 7th October, 2007, Osaka, Japan
6. Pombo , Carlos , Ramírez, Manuel , Privatization in Colombia: A Plant Performance Analysis , Universidad del Rosario June 2003
7. Feng-Yu Lo, Chen-Fu Chien, and James T. Lin , A DEA Study to Evaluate the Relative Efficiency and Investigate the District Reorganization of the Taiwan Power Company
8. Yang,Hongliang , Pollit , Michael , Incorporating Undesirable Outputs into Malmquist TFP Index: Environmental Performance Growth of Chinese Coal-Fired Power Plants , 2008
9. SEE , Kok Fong , COELLI , Tim , The Effects of Competition Policy on TFP Growth:
10. Some Evidence from the Malaysian Electricity Supply Industry , School of Economics
11. University of Queensland ,Australia ,ISSN No. 1932 – 4398 ,August 2009
12. Golany,Boaz; Roll,yaakov;Rybak,David,Measuring Efficiency of Power Plants by data envelopment Analysis , IEEE Transactions on Engineering Management , vol.41,NO.3,august 1994
13. Emami Meibodi , Ali, Efficiency considerations in the Electricity Supply Industry: the case of Iran , Department of Economics, University of Surrey , July 1998
14. Tongzon, J. "Efficiency measurement of selected Australian and other international ports using data envelopment analysis", Transportation Research A, Vol. 35 No. 2, pp. 113-28., (2001)
15. Y. Lewin, R. C. Morey, and T. J. Cook, "Evaluating the administrative efficiency of courts," OMEGA, vol. 10, pp. 401–411, 1982.
16. Yeh, Q. "The application of data envelopment analysis in conjunction with financial ratios for bank performance evaluation", Journal of Operational Research Society, Vol. 47 No. 8, pp. 980-8., 1996
17. Sherman, H.D. and Ladino, G. "Managing bank productivity using data envelopment analysis", Interfaces, Vol. 25 No. 2, pp. 60-73.,1995

Archive of SID

www.SID.ir

18. Oral, M. and Yolalan, R., "An empirical study on measuring operating efficiency and profitability of bank branches", European Journal of Operational Research, Vol. 46 No. 3, pp. 282-94.1990
19. P. L. Brockett, A. Charnes, W. W. Cooper, Z. M. Huang, and D. B. Sun, "Data transformations in DEA cone ratio envelopment approaches for monitoring bank performances," Eur. J. Oper. Res., vol. 98, pp. 250–268,
20. Schaffnit, D. Rosen, and J. C. Paradi, "Best practice analysis of bank branches: An application of DEA in a large Canadian bank," Eur. J.Oper. Res., vol. 98, pp. 269–289, 1997.
21. R. R. Bannick and Y. A. Ozcan, "Efficiency analysis of federally funded hospitals: Comparison of DoD and VA hospitals using data envelopment analysis," Health Services Manage. Res., vol. 8, pp. 73–85, 1995.
22. A. Dittman, R. Capettini, and R. C. Morey, "Measuring efficiency in acute care hospitals: An application of data envelopment analysis," J. Health Human Resource Admin., vol. 14, pp. 89–108, 1991.
23. T. Y. Chen, "A measurement of the resource utilization efficiency of university libraries," Int. J. Prod. Economics, vol. 53, pp. 71–80, 1997.
24. S. Sarricl, S. M. Hogan, R. G. Dyson, and A. D. Athanassopoulos, "Data envelopment analysis and university selection," J. Oper. Res. Soc., vol. 48, pp. 1163–1177, 1997.
25. J. Arcelus and D. F. Coleman, "An efficiency review of university departments," Int. J. Syst. Sci., vol. 28, no. 7, pp. 721–729, 1997.
26. Somesh K.Mathur , Indian IT Industry : A Firm Level Analysis Using DEA & Malmquist Index
27. Kalevi Luoma , Maija Liisa Jarvio , Productivity chandes in finnish health centers in 1988-1998 , A Malmquist Index Approach
28. Orlando Pérez Alemán , Yezid , Guillermo García Cáceres, Rafael A DEA Application to the colombian market of electric energy generation
29. S. U. Park and J. B. Lesourd, The efficiency of conventional fuel power plants in South Korea: A comparison of parametric and non-parametric approaches, Int. J. Prod. Econ., vol. 63, pp. 59–67, 2000.
30. J. Raczka, Explaining the performance of heat plants in Poland, Energy Econ., vol. 23, pp. 355–370, 2001.
31. R. Fare, S. Grosskopf, D. W. Noh, and W. Weber, Characteristics of a polluting technology: Theory and practice, J. Econ., vol. 126, pp. 469– 492, 2005.
32. R. Fare, S. Grosskopf, and J. Logan, The relative efficiency of Illinois electric utilities, Resources and Energy, vol. 5, pp. 349–367, 1983.
33. D. Athanassopoulos, N. Lambroukos, and L. Seiford, Data envelopment scenario analysis for setting targets to electricity generating plants,Eur. J. Oper. Res., vol. 115, pp. 413–428, 1999.
34. S. U. Park and J. B. Lesourd, The efficiency of conventional fuel power plants in South Korea: A comparison of parametric and non-parametric approaches, Int. J. Prod. Econ., vol. 63, pp. 59–67, 2000.
35. T. Sueyoshi and M. Goto, Slack-adjusted DEA for time series analysis: Performance measurement of Japanese electric power generation industry in 1984–1993,
36. Eur. J. Oper. Res., vol. 133, pp. 232–259, 2001.

Archive of SID

www.SID.ir

37. J. Raczka, Explaining the performance of heat plants in Poland, Energy Econ., vol. 23, pp. 355–370, 2001.
38. W. D. Cook and R. H. Green, Evaluating power plant efficiency: A hierarchical model, Comput. Oper. Res., vol. 32, pp. 813–823, 2005.
39. J. D. Lee, J. B. Park, and T. Y. Kim, Estimation of the shadow prices of pollutants with production environment inefficiency taken into account: A nonparametric directional distance function approach, J. Environ. Manage, vol. 64, pp. 365–375, 2003.

Archive of SID

www.SID.ir