Archive of SID

تعیین میزان اهمیت اقتصادی صنایع مختلف با استفاده از روشهای تحلیل چندگانه

محمدعلی آزاده
استادیار گروه مهندسی صنایع - دانشکده فنی - دانشگاه تهران
سیاوش جلال
فارغ التحصیل کارشناسی ارشد مهندسی صنایع - دانشکده فنی - دانشگاه تهران

(تاریخ دریافت ۷۸/۶/۹، تاریخ تصویب ۸۰/۸/۳۰)

چکیده

هدف از این مقاله بررسی وتعیین اهمیت زیر شاخه های صنایع ایران می‌باشد. با استفاده از تحلیل چندگانه می‌باشد. این مطالعه برای اولین بار زیرشاخه‌های صنعت را در دنیا با استفاده از روش تحلیل چندگانه رتبه‌بندی و نقاط ضعف و قوت آنها را منعکس می‌کند. برای این منظور صنایع کشور را براساس نوع فعالیت‌ها، و استانداردهای متداول بین‌المللی تقسیم‌بندی و با استفاده از شاخص‌های اقتصادی از نظر عملکرد و همچنین داشتن زمینهٔ رشد مورد مقایسه و ارزیابی قرار می‌دهیم. ملاک تقسیم بندی بر مبنای طبقه بندی استاندارد بین‌المللی فعالیت‌های اقتصادی است (I.S.I.C)که توسط سازمان یونیدو[1] ارائه شده است. در این استاندارد صنعت بر مبنای کدهای ۲ رقمی الی ۴ رقمی تقسیم‌بندی شده است. کدهای ۲ رقمی نشان دهندهٔ زیر شاخه‌های اصلی صنعت می باشد و به همین ترتیب کدهای سه رقمی و چهار رقمی، تقسیم‌بندی زیر شاخه‌ها را بصورت ریزتر و جزئی‌تر نشان می‌دهند. در این مقاله تقسیم‌بندی صنایع براساس کدهای دو رقمی صورت گرفته است. بعلاوه، از آنالیز مؤلفه‌های اصلی PCA[2] و روش DEA[3] به منظور مقایسه بین زیرشاخه‌ها مورد استفاده قرار گرفته است. با استفاده از این روش‌ها بستری مناسب جهت اتخاذ تصمیم در سطوح مختلف صنعت و بکارگیری آن ایجاد می‌شود.

ضمناً DEA به عنوان یک روش برنامه‌ریزی ریاضی در مقابل یک روش آنالیز چند متغیره از روش‌های آماری به نام روش تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) مورد مقایسه قرار گرفته است. نتایج بدست آمده نشان دهندهٔ میزان اهمیت هر یک از شاخص های بکار برده شده و در نتیجه مشخص شدن نقاط قوت و ضعف هر یک از زیر شاخه‌های صنعت در رابطه با شاخص‌های اقتصادی این مطالعه می‌باشد. شایان ذکر است که برای اولین‌بار صنایع داخلی (و در دنیا) طبق استانداردهای بین‌المللی با استفاده از روش‌های تحلیل چندگانه مورد ارزیابی و رتبه‌بندی قرار می‌گیرند، مضافاً نتایج بررسی مورد تعیین اعتبار و تصدیق با استفاده از روش‌های PCA و DEA قرار گرفته است. ثالثاً شاخص‌های استفاده شده طبق آخرین تحقیقات و استانداردهای بین‌المللی انتخاب گردیده است.

واژه های کلیدی : تحلیل چندگانه، واحدهای صنعتی، ISIC ، روش مولفه‌های اصلی، روش بسته‌های اطلاعاتی، آزمون اسپیرمن، بهره‌وری، شاخص‌های اقتصادی

مقدمه

بررسی روشهای مختلف اندازه گیری عملکرد و تکنیکهای موجود نشان می دهد که تلاشهای زیادی در زمینه گسترش متدهای پیچیده برای ارزیابی کارایی یک واحد در رابطه با دیگر واحدها در یک مجموعه انجام شده است. چیزی که در اینگونه مسائل حائز اهمیت است چندگانه بودن ورودی‌ها و خروجی‌ها می‌باشد [۱]. در برخی از روش‌ها مانند روشهای تحلیل فرایند سلسله مراتبی [۵] و دلفی [۶] پس از ساختن شاخصهای مختلف که هر یک میزان اثر بخشی هر کدام از ورودی ها در خروجی ه نشان می‌دهند، براساس اهمیت شاخصها به آنها وزن داده و اساس ترکیب وزنی بدست آمده عملکرد واحدها را مشخص می ک [۲] و [۳]. در سال ۱۹۷۸ در تلاشهای چارنز، کوپر و رادس ه (DEA) در تعیین کارایی نسبی واحدهایی که دارای اه مشترک و ورودی‌ها و خروجی‌های مشابه می‌باشند، ارائه شد. اگر مقالهٔ سال ۱۹۵۷ فارل را نقطهٔ آغازین کار بدانیم [۵]، بی

www.SID.ir

Archive of SID

پایهٔ تمام پیشرفتهای بعدی در مسائل ناپارامتری برای ارزیابی کارایی، مقالهٔ سال ۱۹۷۸ این سه محقق می‌باشد. مدلی که آنها ارائه دادند به نام مدل CCR معروف است [۴]. در مطالعات بعدی چارنز و کوپر در سال ۱۹۸۵ تعریف کلی برای کارایی را بدین صورت ارائه دادند [۶]: کارایی ۱۰۰ درصد برای یک واحد زمانی حاصل می‌شود که:

(الف) هیچ کدام از خروجی‌ها افزایش نمی‌یابد مگر آنکه یکی از دو حالت زیر اتفاق بیفتد:

۱- افزایش یک یا چند تا از ورودی‌ها.

۲- کاهش تعدادی از دیگر خروجی‌ها.

(ب) هیچ یک از ورودی ها نمی تواند کاهش یابد مگر آنکه:

۱- تعدادی از خروجی ها کاهش یابند.

۲- تعداد دیگری از ورودی‌ها افزایش یابند.

این تعریف با دیدگاه اقتصادی پارتو (یا پارتو -کوپمان) در رابطه با بهینه بودن مطابقت می‌کند [۱]. در مقالهٔ اصلی آنها، CCR مقولهٔ واحدهای ساخت تصمیم DMUs را برای تشریح مجموعه کردن شرکتها، دپارتمان‌ها، واحدها یا سازمانها که دارای ورودی‌ها و خروجی‌های مشترک هستند معرفی کرده است[۳]. پس از آن محققین دیگری این مدل را در مسائل مختلف توسعه دادند که می‌توان به بانکر و کنراد ۱۹۸۶ و تاناسولیس در سال ۱۹۸۷ اشاره کرد [۶,۷]. در مطالعات دیگر این روش در موارد مختلفی مانند بررسی عملکرد شهرهای کشور چین را از نظر وضعیت صنعت در سال ۱۹۹۶ بوسیله جو-زو مورد استفاده قرار گرفته است. همچنین مدلهای مشابهی در بررسی عملکرد دانشگاههای کشور انگلستان در سال ۱۹۹۷ توسعه داده شده است [۸,۹].

در اینجا ما براساس روش تحلیل بسته‌ای داده‌ها (DEA) و مدل CCR، عملکرد زیر شاخه‌های صنایع را بر اساس میزان کارایی نسبی بدست آمده تعیین کرده‌ایم. ثانیاً نتایج بدست آمده از روش DEA را با نتایج حاصل از رتبه‌بندی براساس یک روش آنالیز چند متغیره به نام تحلیل مؤلفه‌های اصلی (PCA) مقایسه می‌کنیم. این امر ما را در تعیین اعتبار و تصدیق نتایج یاری و نتایج حاصل کار را بعنوان الگویی تنومند برای تحقیقات بعدی قرار خواهد داد.

روش مؤلفه‌های اصلی اولین بار توسط پیرسن در سال ۱۹۰۱ مطرح گردید. در این روش شاخصهای که جهت مقایسهٔ واحدها تعریف شده‌اند، تبدیل به چند شاخص مستقل می‌شوند که هر کدام از شاخص‌های جدید بیان‌کنندهٔ یک صفت خاص از واحدها می‌باشد. این شاخص های مستقل بنام مؤلفه‌های اصلی خوانده می‌شوند. سپس براساس وزن هر کدام از مؤلفه‌ها که بیانگر اثر بخشی آن مؤلفه در تغییرپذیری جوامع (واحدها) می‌باشند، ترکیب وزنی مؤلفه‌ها بدست آمده و بر آن اساس می‌توان جوامع را مرتب کرد.

در این تحقیق از نسبت یک خروجی به یک ورودی که در روش DEA به کار برده می‌شود شاخص‌های مورد استفاده در روش مؤلفه‌های اصلی ساخته شده‌اند، و براساس آنها زیر شاخه‌های اصلی صنایع ایران رتبه‌بندی شده است. با توجه به اهمیت روشهای DEA و PCA در بخشهای بعدی به معرفی آنها پرداخته شده است تا موارد ابهام از خوانندگان محترم رفع گردد. ثانیاً سعی گردیده است ساختار مقاله طبق آخرین کارهای انجام شده در ژورنال‌های معتبر بین‌المللی (برای مثال عملکرد شهرهای صنعتی در چین و دانشگاههای کشور انگلستان با استفاده از روشهای DEA و PCA) ایفاد گردد.

روش‌های DEA و PCA

روش DEA از جمله کاربردهای جدید برنامه‌ریزی خطی است که به منظور اندازه‌گیری کارایی نسبی واحدهای مشابه که دارای اهداف و آرمان مشترک هستند به کار می‌رود. به عنوان مثال، DEA برای اندازه‌گیری کارایی نسبی بیمارستانها، دانشکده‌ها و یا دانشگاههائیکه که در یک زمینه فعالیت دارند و کارخانه‌های مشابه، بانکها و غیره به کار می‌رود.

واحدهای اجرایی اکثر سازمانها دارای ورودی مشترک مثل تعداد پرسنل، درآمد کارکنان، ساعات فعالیت، بودجه تبلیغات و همچنین خروجیهای مشابه مثل سود، سهم بازار و نرخ رشد و سطح سرویس می‌باشند. در چنین وضعیتی برای وزارتخانه‌ها و یا مراکز مافوق، فوق‌العاده مشکل است که واحدهایی که کارا نیستند را تشخیص دهند. روش DEA به عنوان یک ابزار مدیریتی مؤثر و منطقی به منظور تشخیص واحدهای ضعیف با توجه به شاخص‌های مورد استفاده مصداق دارد.

روش DEA یک مدل برنامه‌ریزی خطی را ارائه می‌دهد که خروجی آن ترکیب وزنی خروجی واحدهای مشابه است. با توجه به آنکه هدف این روش مشخص نمودن واحدهای غیر کارا است، لذا نشان داده می‌شود که خروجی وزنی سایر واحدها (کارا) از خروجی واحد غیر کارا بیشتر است. بعلاوه، آن واحد غیر کارا چون با راندمان بالا فعالیت داشته است مدل خطی بدست آمده به ما نشان خواهد داد که کارایی نسبی آن واحد از یک کم‌تر است. ضمناً در مقایسه

www.SID.ir

Archive of SID

ورودی سایر واحدها با ورودی واحد مورد نظر، نشان داده می‌شود که این واحد نتوانسته است از امکانات موجود خود بهره‌برداری بهینه کند. به عبارت دیگر واحد مزبور نتوانسته است از امکانات موجود بطریق بهینه استفاده کند.

برای نشان داده مدل ریاضی DEA یک واحد با دو خروجی O_1 و O_2 و یک ورودی I را در نظر می‌گیریم. برای اندازه‌گیری کارایی این واحد ضرایب ورودی و خروجی باید طوری تعیین کرد که نسبت کل خروجی به ورودی حداکثر به عدد یک برسد. بنابراین کارایی به این صورت محاسبه می‌شود:

$$\frac{aO_1 + bO_2}{cI}$$

a و b به ترتیب ضرایب خروجی‌ها و c ضریب ورودی می‌باشد. حال اگر n واحد مشابه داشته باشیم و این واحدها دارای

s خروجی که به صورت y_j $\quad j = 1, 2, \ldots, s$

و r ورودی که به صورت x_i $\quad i = 1, 2, \ldots, r$

نمایش داده شده‌اند باشند، کارایی نسبی واحد ۰ به صورت زیر محاسبه می‌شود

$$max\ e_0 = \frac{\sum_{j=1}^{s} w_j y_{j0}}{\sum_{i=1}^{r} v_i x_{i0}} \qquad (1)$$

با محدودیتهای:

$$\frac{\sum_{j=1}^{s} w_j y_{jm}}{\sum_{i=1}^{r} v_i x_{im}} \leq 1 \quad ; \quad m = 1, 2, \ldots, n$$

$$w_j \geq 0 \quad ; j = 1, 2, \ldots, s$$

$$v_i \geq 0 \quad ; i = 1, 2, \ldots, r$$

در واقع هدف پیدا کردن ضرایب ورودی و خروجی می‌باشد بترتیبی که کارایی همهٔ واحدها کوچکتر از یک و کارایی واحد مورد نظر بیشترین مقدار خود را کسب کند. مسئله فوق یک مدل برنامه‌ریزی کسری می‌باشد که می‌توان آن را به یک مسئله برنامه‌ریزی خطی به فرم زیر تبدیل کرد:

$$max\ e_0 = \sum_{j=1}^{s} w_j y_{j0} \qquad (2)$$

با محدودیتهای:

$$\sum_{i=1}^{r} v_i x_{im} - \sum_{j=1}^{s} w_j y_{jm} \geq 0 \quad ; \quad m = 1, 2, \ldots, n$$

$$\sum_{i=1}^{r} v_i x_{i0} = 1$$

$$w_j \geq 0 \quad ; j = 1, 2, \ldots, s$$

$$v_i \geq 0 \quad ; i = 1, 2, \ldots, r$$

در واقع جواب مدل شمارهٔ (۲) با جواب مدل شمارهٔ (۱) برابر می‌باشد. مدل فوق توسط چارنز، کوپر و رودز در سال ۱۹۷۵ ارائه شده است [۶].

برای بدست آوردن دوگان مسئله فوق بترتیب ذیل عمل می‌کنیم. زمانی که تعداد واحدهای مورد بررسی زیاد باشد تعداد محدودیتها در مدل شماره (۲) افزایش و عملاً حل مسئله برنامه‌ریزی خطی را مشکل می‌سازد. بنابراین دوگان مدل شمارهٔ (۲) را به صورت زیر تعیین می‌کنیم:

$$min\ f_0$$

$$(3)$$

با محدودیتهای:

$$-\sum_{m=1}^{n} L_{0m} x_{im} + f_0 x_{i0} \geq 0 \quad ; i = 1, 2, \ldots, r$$

$$\sum_{m=1}^{n} L_{0m} y_{jm} \geq y_{j0} \quad ; j = 1, 2, \ldots, s$$

معادلهٔ شماره ۱ را می‌توان به فرم دیگری به یک معادلهٔ خطی تبدیل کرد. اگر در معادلهٔ (۱) کسرها را بصورت معکوس بنویسیم خواهیم داشت:

$$min\ e'_0 = \frac{\sum_{i=1}^{r} v_i x_{i0}}{\sum_{j=1}^{s} w_j y_{j0}} \qquad (4)$$

با محدودیتهای:

$$\frac{\sum_{i=1}^{r} v_i x_{im}}{\sum_{j=1}^{s} w_j y_{jm}} \geq 1 \quad ; \quad m = 1, 2, \ldots, n$$

$$w_j \geq 0 \quad ; j = 1, 2, \ldots, s$$

$$v_i \geq 0 \quad ; i = 1, 2, \ldots, r$$

اگر مخرج تابع هدف را برابر با یک قرار داده و آن را در محدودیتها نمایان کرد، مسئله به فرم زیر تبدیل می‌شود:

$$min\ e_0 = \sum_{i=1}^{r} v_i x_{i0} \qquad (5)$$

www.SID.ir

Archive of SID

با محدودیتهای:

$$\sum_{i=1}^{r} v_i x_{im} - \sum_{j=1}^{s} w_j y_{jm} \geq 0 \quad ; \quad m = 1, 2, \ldots, n$$

$$\sum_{j=1}^{s} w_j y_{jo} = 1$$

$$w_j \geq 0 \quad ; j = 1, 2, \ldots, s$$

$$v_i \geq 0 \quad ; i = 1, 2, \ldots, r$$

حال اگر دوگان معادلهٔ (۵) را بدست آوریم خواهیم داشت:

$$max\ f'_0$$

(۶)

با محدودیتهای:

$$\sum_{m=1}^{n} L'_{om} x_{im} \leq x_{i0} \quad ; i = 1, 2, \ldots, r$$

$$\sum_{m=1}^{n} L'_{om} y_{jm} \geq f'_0 y_{j0} \quad ; \quad j = 1, 2, \ldots, s$$

جواب مسئله فوق برابر با جواب مسئله اولیه می‌باشد. به عبارت دیگر مقدار ماکزیمم f_0 که از مسئله شمارهٔ (۶) بدست می‌آید با مقدار ماکزیمم e_0 در مسئله شمارهٔ (۱) برابر است.

از جمله روشهایی که در برنامه‌ریزی به منظور مقایسه و یا رتبه‌بندی جوامع مورد استفاده قرار می‌گیرند، تحلیل مولفه اصلی (PCA)[۴] می‌باشد. این روش به طور عام در تحلیل جامعه‌های آماری چند متغیره در موضوعات مختلف علوم کاربرد وسیعی دارد و به منظور کاهش تعداد متغیرهای مورد بررسی به تعداد کمتری شاخص در جهت خلاصه کردن و منسجم کردن اطلاعات مورد استفاده قرار می‌گیرد.

هدف از بکارگیری این روش یافتن ترکیباتی از P متغیر X_1 و X_2 ... X_p جهت ایجاد شاخص‌های نابسته (غیر وابسته)، Z_1 و Z_2 ... Z_p می‌باشد. عدم همبستگی به این معنی است که شاخص‌ها هرکدام جنبه‌های متفاوتی از داده‌ها را توضیح می‌دهند. اگر بخواهیم یک مورد واحد یک جامعه با P مشخصه را بررسی کنیم، خود مشخصات با هم مقداری وابستگی دارند و به عبارتی هریک از آنان شامل بخشی یا همهٔ اطلاعات موجود در یک یا چند مشخصه دیگر می‌باشند. از اینرو ممکن است بعضی از مشخصه‌ها زائد باشند که سبب اتلاف منابع جهت تحلیل داده‌ها می‌شود. بنابراین فقط باید مشخصاتی مورد بررسی قرار گیرند که واقعاً اعضاء جامعه را از هم متمایز می‌سازد. بنابراین می‌توان P تابع خطی از این مشخصه‌ها را در نظر گرفت و بهترین ممیزها را از بین آن‌ها انتخاب کرد. اگر این تبدیل‌های خطی به گونه‌ای صورت گیرند که P تابع خطی غیر همبسته شوند کار بسیار ساده می‌شود. زیرا در اینصورت توابع مورد بررسی که تغییرات کمتری را منعکس می‌کند از صورت مسئله حذف و فقط توابعی را در نظر گرفته که واریانس بزرگتری دارند. به عبارتی توابع مورد بررسی درصد بیشتری از تغییرات را منعکس می‌کنند. این P تابع خطی ناهمبسته را مؤلفه‌های اصلی می‌گویند.

این روش برای اولین بار توسط پیرسن در سال ۱۹۰۱ برای حل بعضی از مسائل دانشمندان بیومتری پیشنهاد شد. در سال ۱۹۳۳ روش PCA توسط هاتلینگ بسط داده شد. در سال ۱۹۶۴ رائو به تفصیل بیشتر روش و انعکاس کاربردهای آن پرداخت [۱۱,۱۰].

همانطوریکه قبلی اشاره شده در مدل DEA میزان کارایی از نسبت وزنی خروجی ها به ورودی ها محاسبه می گردد . در صورتیکه نسبت بین هر یک از خروجی ها به ورودی ها را به عنوان یک شاخص در نظر بگیریم خواهیم داشت :

$$d_{ij}^{m} = \frac{y_{jm}}{x_{im}} \qquad \begin{matrix} i = 1, \ldots, r \\ j = 1, \ldots, s \\ m = 1, \ldots, n \end{matrix}$$

هر یک از d_{ij}^{m} هانشان دهندهٔ نسبت بین jامین خروجی بر iامین ورودی مربوط به واحد mام می باشد .

با در نظر گرفتن $d_k^m = d_{ij}^m$ شاخص $k=1$ از ورودی اول و خروجی اول و شاخص $k=2$ از ورودی اول و خروجی دوم الی آخر بدست می‌آید و $k = 1, \ldots, p$ و $p = r \times s$. بنابراین یک ماتریس از شاخص‌های ساخته شده بدست می‌آید که عبارت است از:

$$D = \left(d_1, \ldots, d_p\right)_{n \times p}$$

هر سطر نشان دهندهٔ p شاخص مختلف تولید شده از نسبتهای خروجی به ورودی برای هر یک از واحدها می‌باشد. هر ستون ماتریس فوق برابر با $\left(d_k^1, \ldots, d_k^n\right)^T = d_k$ می‌باشد و نشان‌دهندهٔ یک شاخص است.

در روش مؤلفه‌های اصلی براساس ترکیبات خطی از $d_1, \ldots, d_p$ شاخصهای جدید و مستقلی بدست می‌آوریم که می توانیم با استفاده از آنها واحدها را رتبه‌بندی کنیم.

www.SID.ir

Archive of SID

روش PCA به منظور بدست آوردن ملاکهای مستقل (مؤلفه‌های اصلی) بکار گرفته می‌شود که بترتیب ترکیبات خطی متفاوت از $d_1, \ldots, d_p$ هستند. بترتیبی که مؤلفه‌های اصلی بتوانند بوسیله مقادیر ویژه خود (Eigen Value) به منظور بدست آوردن مقدار وزنی d_k^m ترکیب شوند. روش مؤلفه‌های اصلی یا PCA بصورت زیر انجام می‌پذیرد:

۱) مقادیر میانگین بردارهای نمونه و ماتریس واریانس کوواریانس را محاسبه می کنیم. برای این کار قرار می‌دهیم:

$$\bar{d} = \left(\overline{d_1}, \ldots, \overline{d_p}\right)_{1\times p}$$

که در آن:

$$\overline{d_k} = \frac{1}{n}\sum_{m=1}^{n} d_k^m$$

ماتریس کوواریانس D به صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$S = \left[s_{kq}\right]_{p\times p} = \frac{1}{n-1}\left[D-\bar{d}\right]^T\left[D-\bar{d}\right]$$

۲) ماتریس ضرایب همبستگی را به صورت زیر محاسبه می‌کنیم:

$$\bar{d} = (\bar{d}_1, \ldots, \bar{d}_p)_{1\times p}$$

$$R = C_{1/\sqrt{s_{kk}}} \times S \times C_{1/\sqrt{s_{kk}}}$$

$$\overline{d_k} = \frac{1}{n}\sum_{m=1}^{n} d_k^m$$

$C_{1/\sqrt{s_{kk}}}$ یک ماتریس متعامد $p\times p$ با مؤلفهٔ تعامد k ام برابر با $\frac{1}{\sqrt{s_{kk}}}$ برای $k = 1, \ldots, p$ می‌باشد. S_{kk} ماتریس کوواریانس نمونه را با k شاخص معرفی می‌کند.

۳) مقادیر ویژه و بردارهای ویژهٔ ماتریس R را بدست می‌آوریم. بدین منظور معادلهٔ زیر را حل می‌کنیم:

$$|R - \lambda I_P| = 0$$

I_P یک ماتریس یکهٔ $p\times p$ می باشد. بنابراین می توانیم P مقدار ویژهٔ مرتب شدهٔ $\lambda_1 \geq \lambda_2 \geq \ldots \geq \lambda_p$ را بدست آوریم بطوریکه $\sum_{k=1}^{p} \lambda_k = p$. و همچنین می‌توان P بردار ویژهٔ $\left(l_1^k, \ldots, l_p^k\right)$, $\left(k = 1, \ldots, p\right)$ را تعیین کرد. این بردارهای ویژه مؤلفه‌های اصلی PC_k را بدست می‌دهند.

۴) از بردارهای ویژهٔ بدست آمده مقادیر مؤلفه های اصلی را بدست می‌آوریم.

هر یک از مؤلفه های اصلی که آنها را با PC_k نمایش می‌دهیم، به صورت زیر بدست می‌آیند:

$$PC_k = \sum_{q=1}^{p} l_q^k \hat{d}_q^m = \sum_{q=1}^{p} L_q^k \hat{d}_{ij}^m$$

که در آن $\hat{d}_q^m$ ، $\left(q = 1, \ldots, p\right)$ مقادیر استاندارد شدهٔ d_q^m ها می‌باشند و همانطوریکه قبلاً اشاره شد $d_{ij}^m = d_q^m$ نشان دهندهٔ نسبت بین iامین خروجی به jامین ورودی مربوط به واحد m می‌باشد.

۵) مؤلفه های اصلی را که دارای بیشترین تأثیر می‌باشند بوسیلهٔ رابطهٔ زیر انتخاب می‌کنیم:

$$C_M = \frac{\sum_{k=1}^{M}\lambda_k}{\sum_{k=1}^{p}\lambda_k} = \frac{\sum_{k=1}^{M}\lambda_k}{p}$$

در عبارت فوق λ_k ها مقادیر ویژه می‌باشند. اولین M مؤلفهٔ اصلی که مقدار C_M بدست آمدهٔ آنها به طور مثال از ۹۰ درصد بیشتر باشد می‌تواند تقریباً کل تغییرات را توضیح دهد. بعبارت دیگر اولین M مولفه اصلی ۹۰ درصد از کل واریانس نمونه را به خود اختصاص می‌دهند.

۶)بر مبنای M مؤلفهٔ اصلی، مقدار ترکیب وزنی شاخص‌ها جهت رتبه‌بندی واحدها به ترتیب ذیل بدسته می‌آید:

$$Z = \sum_{k=1}^{M} w_k PC_K = \sum_{q=1}^{p} \tilde{W}_q \hat{d}_q^m$$

در عبارت فوق مقادیر وزنها برابر با $w_k = \lambda_k / p$ و λ_k ها و $\tilde{W}_q$ معرف میانگین وزنی برابر با $\sum_{k=1}^{p} W_k L_q^k \quad (q = 1, \ldots, p)$ می‌باشد. بنابراین می‌توان از تشکیل ماتریس ضرایب همبستگی بین مؤلفه های اصلی و ماتریس شاخص‌های اولیه مفهوم هر یک از مؤلفه های بدست آمده را تفسیر کرد. البته باید توجه داشت که در همهٔ موارد مؤلفه‌های اصلی قابل تفسیر نمی‌باشند. بعبارت دیگر در برخی موارد می‌توان با مؤلفه‌های مثبت و منفی در بردار ویژه

www.SID.ir

Archive of SID

مواجه شد. در اینگونه موارد علامت W_k به ترتیبی مشخص می‌شود که میانگین وزنی فوق مثبت شود[۱۴].

شاخص‌های اقتصادی

جدول (۱) زیر شاخه‌های صنعت طبق استانداردهای معتبر ISIC را در سال ۱۳۷۳ نشان می‌دهد. مجموعاً ۲۲ زیر شاخه صنعتی وجود دارد که بوسیله روشهای DEA و PCA مورد مقایسه قرار می‌گیرند. شایان ذکر است که طبق استاندارد بین‌المللی ISIC صنایع از کد شماره ۱۵ (صنایع مواد غذایی و آشامیدنی شروع شده و به کد ۳۸ یعنی کشت و صنعت خاتمه می‌یابد و جدول (۱) مؤید این امر می‌باشد. ورودی‌ها و خروجی‌های تعریف شده براساس اهمیت اقتصادی صنایع تعریف گردیده و نشان‌دهنده قوت و ضعف هریک از زیر شاخه‌ها در این ارتباط خواهد بود. خروجی‌ها و ورودی‌ها به ترتیب ذیل تعریف شده است:

- ورودی ۱ (x_1) تعداد کل شاغلان
- ورودی ۲ (x_2) کل پرداختی به شاغلان
- ورودی ۳ (x_3) هزینه مواد خام و اولیه داخلی
- ورودی ۴ (x_4) هزینه مواد خام و اولیه خارجی
- خروجی ۱ (y_1) ارزش محصولات تولید شده
- خروجی ۲ (y_2) ارزش افزوده فعالیتهای صنعتی

بنابراین ۸ نسبت خروجی به ورودی بوسیله ۴ ورودی به ۲ خروجی بالا تعریف می‌شود:

$$d_1=\frac{y_1}{x_1},\ d_2=\frac{y_1}{x_2},\ d_3=\frac{y_1}{x_3},\ d_4=\frac{y_1}{x_4}$$

$$d_5=\frac{y_2}{x_1},\ d_6=\frac{y_2}{x_2},\ d_7=\frac{y_2}{x_3},\ d_8=\frac{y_2}{x_4}$$

تجزیه و تحلیل نتایج بدست آمده

جدول (۲) تجزیه و تحلیل مقادیر ویژه[5] ماتریس همبستگی مجموعه اطلاعات در رابطه با تحلیل PCA را نشان می‌دهد. در این جدول مقادیر ویژه و بردارهای ویژهٔ بدست آمده از ماتریس همبستگی شاخصها نشان داده شده است. در سطر اول مقادیر ویژه، (λ_k ها) بدست آمده‌اند. همانطور که مشاهده می‌شود درصد وزنی چهار مؤلفهٔ اول PC_1، PC_2، PC_3 و PC_4 برابر با ۹۷/۷ درصد می‌باشد، یعنی ۹۷/۷ درصد از تغییرات را می‌توان بوسیلهٔ این چهار مؤلفه بیان کرد. مقادیر بردارهای ویژهٔ مولد مؤلفه‌های اصلی در زیر هریک از مؤلفه‌ها درج گردیده است. در واقع از حاصل ضرب این مقادیر در مقادیر شاخصهای استاندارد شدهٔ اولیه، مؤلفه‌های اصلی بدست می‌آیند. امتیاز هر زیر شاخه، پس از بدست آمدن مقادیر مؤلفه‌های اصلی از مجموع وزنی آنها محاسبه می‌شود. بعبارت دیگر

$$Z = ۰/۴۳۸\times PC_1+۰/۲۵۵\times PC_2+۰/۲۲۵\times PC_3+۰/۰۵۹\times PC_4$$

پس از محاسبهٔ امتیازات بدست آمده این روش می‌توان زیر شاخه‌ها را براین اساس مرتب نمود.

جدول (۳) نتایج امتیازات PCA و DEA را نشان می‌دهد. ستون اول حرف کد زیر شاخه دو رقمی صنعت (واحد تصمیم‌گیری) و ستون دوم نام زیر شاخه صنعت را نشان می‌دهد. نتایج DEA طبق مدل شماره (۳) در ستون چهارم آورده شده است. تنها زیر شاخه شماره ۳۸ (کشت و صنعت)، زیرشاخه ۱۶ (تولید محصولات از توتون و تنباکو)، زیرشاخه ۳۰ (تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محاسباتی)، زیرشاخه ۲۳ (صنایع تولید ذغال کک) زیرشاخه ۲۴ (صنایع تولید مواد شیمیایی)، زیرشاخه ۱۵ (صنایع مواد غذایی) یا زیرشاخه ۲۶ (تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی) و زیر شاخه ۲۷ (تولید فلزات اساسی) بترتیب بهترین کارائی و عملکرد را نشان داده‌اند. زیرشاخه ۳۸ (با کارائی ۶/۵۹) بهترین عملکرد و کارائی در مقایسه با دیگران داشته است. نتایج PCA در ستون سوم نشان داده شده است و نتایج رتبه‌بندی آن کم و بیش مانند DEA است. زیر شاخه ۳۸ (کشت و صنعت) به جای رتبه اول، رتبه دوم را داراست و زیر شاخه ۱۶ (تولید محصولات از توتون و تنباکو) به جای رتبه دوم رتبه چهارم را بدست آورده است. بعلاوه زیرشاخه ۳۰ (تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر) به جای رتبه سوم، رتبه اول را با استفاده از PCA بدست آورده است. زیر شاخه ۳۶ (تولید مبلمان و محصولات طبقه‌بندی شده) بوسیله هر دو روش آخرین رتبه را با استناد به چهار ورودی و دو خروجی مورد اشاره این مطالعه بدست آورده است.

جدول (۴) رتبه‌بندی زیر شاخه‌های مختلف را برای روشهای PCA و DEA نشان می‌دهند. بعلاوه روش اسپیرمن (Sperman) که میزان همبستگی رتبه‌های PCA و DEA را تجزیه و تحلیل می‌کند، مقادیر $r_s = ۰/۸۷۳$ را نشان می‌دهد. بعبارت دیگر فرض H_0 مبنی بر استقلال رتبه‌های بدست آمده در مقابل فرض H_1 که نشان از گرایش مقادیر PCA به مقادیر DEA و بالعکس می‌دهد در سطح ۰/۰۱ رد می‌شود.

www.SID.ir

جدول ۱: اطلاعات اولیه زیربنای شاخص‌های اصلی صنعت.

ردیف	عنوان	تعداد کل شاغلان (نفر)	کل هزینه‌ها (میلیون ریال)	کل ارزش افزوده (میلیون ریال)	ارزش ستانده کالاها و خدمات (میلیون ریال)	ارزش افزوده قیمت جاری (میلیون ریال)
۱	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۱۰۷۲۵۱	۶۹۸۶۴۶	۴۲۲۵۳۲۷	۶۹۱۱۱۲	۲۰۲۱۸۰۰
۲	تولید محصولات از توتون و تنباکو - سیگار	۸۰۲۷	۵۲۲۶۶	۳۰۸۲۲	۶۷۹۲۱۹	۱۶۹۱۰۶
۳	تولید منسوجات	۱۷۶۲۵۵	۲۲۱۶۸۵	۳۰۷۷۶۷	۵۳۶۹۹۶۹	۱۵۰۵۱۹۸
۴	تولید پوشاک	۱۲۲۳۶۷	۲۹۰۲۱	۱۱۲۶۶۲	۲۶۱۵۷۶	۱۱۲۲۸۷
۵	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	۱۹۷۱۲	۸۲۲۳۱	۳۲۵۶۱۶	۵۳۹۹۲۱	۱۸۰۶۲
۶	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه و ...	۱۳۶۰۲	۵۲۱۸۵	۱۰۷۵۸۰	۱۶۰۸۱	۱۲۱۵۷۳
۷	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	۱۲۶۲۵	۱۱۱۶۸۰	۳۳۹۷۸۲	۸۲۰۱۲	۳۶۲۹۲۲
۸	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	۱۲۷۹۹	۷۰۰۱۲	۹۵۸۸۷	۹۲۵۲۲۰	۱۶۱۷۱۲
۹	صنایع تولید ذغال کک - پالایشگاه‌های نفت	۱۸۲۲۳	۱۳۱۸۲۰	۲۶۲۹۳۰	۲۹۰۸۶۸	۷۴۸۲۱۳
۱۰	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۵۵۸۸۲	۲۳۲۵۹۷	۱۰۸۶۶۸۲	۶۲۷۱۰۵۸	۲۱۸۳۳۱۲
۱۱	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۲۷۸۶۲	۱۳۱۱۹۶	۷۸۰۲۲۱	۱۲۰۳۷۷۶	۶۹۰۷۲۱
۱۲	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۱۱۸۸۵۹	۵۳۱۸۰۷	۷۶۳۰۷۸	۲۷۸۶۲۹۸	۱۰۹۷۷۸۹
۱۳	تولید فلزات اساسی	۷۱۹۰۶	۵۰۷۵۹۹	۲۱۸۰۲۱۶	۶۱۸۰۶۸۵	۲۲۶۹۸۶۲
۱۴	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات	۶۳۵۲۰	۱۸۶۱۶۳	۵۰۷۹۵۰	۱۶۳۱۴۶۷	۶۳۲۳۲۷
۱۵	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در جای دیگر	۷۱۵۱۲	۳۲۱۴۷۶	۸۶۲۷۱۲	۲۱۴۶۲۱۰	۱۱۰۱۲۷۳
۱۶	تولید ماشین آلات اداری و حسابگر و حسابیابی	۷۸۲	۶۶۹۶	۲۲۱۸۰	۲۸۹۶۲	۲۷۸۶۸
۱۷	تولید ماشین آلات برق و انتقال برق و الکتریکی	۲۷۲۶۹	۱۲۰۰۶۳	۳۶۲۰۸۹	۸۲۷۹۱۰	۳۲۰۵۶۲
۱۸	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاه‌ها و وسایل ارتباطی	۹۲۷۳	۶۹۸۹۶	۹۱۹۲۰	۱۰۱۶۰۳	۱۲۱۳۹۶
۱۹	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق	۷۱۸۶	۳۰۰۹۲	۷۱۵۸۹	۲۰۷۰۱	۷۳۵۰۶
۲۰	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۲۷۶۷۵	۲۰۸۰۱۲	۵۰۰۲۸۳	۶۸۴۶۸۲	۲۶۱۶۷۲
۲۱	تولید سایر وسایل حمل و نقل	۹۲۸۵	۶۲۷۲۶	۷۱۷۳۳	۲۳۷۵۲۱	۱۲۲۱۲۶
۲۲	تولید مبلمان و محصولات طبقه بندی نشده	۱۱۰۸۹	۳۶۸۶۳	۹۳۰۱۸	۱۰۶۰۳۸	۹۹۰۰۱
۲۳	بازیافت	۵۷	۱۲۶	۸۹۹	۰	۳۶۶
۲۸	کتب و منتشرات	۳۶۶۸	۲۲۷۶۰	۱۱۲۶۸۶	۶۱۶۰۲۸	۷۱۱۰۶

Archive of SID
www.SID.ir

جدول ۲ : تجزیه و تحلیل مقادیر ویژه ماتریس همبستگی مجموعه اطلاعات.

مقادیر ویژه (λ_k)	۳/۵۰۲۸	۲/۳۷۲	۱/۸۰۲۳	۰/۴۷۲۱	۰/۱۴۱۰	۰/۰۳۱۸	۰/۰۰۹۹	۰/۰۰۲۸
نسبت (Proportion)	۰/۴۳۸	۰/۲۵۵	۰/۲۲۵	۰/۰۵۹	۰/۰۱۸	۰/۰۰۴	۰/۰۰۱	۰/۰۰۰
Vaviable (متغیر، فاکتور)	PC_1	PC_2	PC_3	PC_4	PC_5	PC_6	PC_7	PC_8
d_1	۰/۶۷۵۵	۰/۴۱۱۱	-۰/۵۵۶۷	۰/۱۴۲۵	-۰/۲۰۹۲	-۰/۰۰۲۶	۰/۰۳۷۲	-۰/۰۱۸۶
d_2	۰/۵۳۶۵۴	۰/۳۷۷۴	-۰/۶۹۴۱	۰/۲۱۸۳	۰/۱۹۱۱	۰/۰۵۶۵	-۰/۰۱۸۲	۰/۰۱۵۶
d_3	۰/۷۲۵۱	-۰/۳۴۸۱	۰/۳۹۳۹	۰/۴۳۷۷	-۰/۰۲۴۵	-۰/۰۶۴۶	-۰/۳۹۶	۰/۰۰۳۹
d_4	-۰/۰۳۵۸	۰/۹۰۱۲	۰/۴۱۰۹۱	۰/۰۷۳۵	۰/۰۵۸۰	-۰/۰۸۶۶	۰/۰۳۴۴	۰/۰۱۸۲
d_5	۰/۹۳۰۵	۰/۰۶۲۷	۰/۰۳۴۶	-۰/۳۲۵۶	-۰/۱۴۵۸	-۰/۰۰۲۸	-۰/۰۳۰۴	۰/۰۲۸۲
d_6	۰/۹۳۱۹۷	-۰/۰۲۸۳	۰/۰۰۸۸	-۰/۳۰۵۹	۰/۱۸۳۷	-۰/۰۵۰۵	۰/۰۰۵۶	-۰/۰۲۵۵
d_7	۰/۷۰۴۷	-۰/۳۴۵۹	۰/۶۰۳۴	۰/۰۸۵۳	۰/۰۳۳۵	۰/۰۸۹۷	۰/۰۵۴۵	۰/۰۰۸۰
d_8	۰/۰۱۹۸۵	۰/۸۱۷۳	۰/۵۶۷۸	-۰/۰۱۶۶	-۰/۰۲۵۶	۰/۰۷۹۶	-۰/۰۳۹۴	-۰/۰۱۹۳۰

www.SID.ir
Archive of SID

Archive of SID

جدول ۳: امتیازات بدست آمده ۲۲ زیر شاخه صنعت از روشهای DEAو PCA.

کد	عنوان	PCA score	DEA score
۳۸	کشت و صنعت	۲,۷۰۷۴۶	۶,۵۹۴۵۳
۱۶	تولید محصولات از توتون و تنباکو - سیگار	۱,۶۱۳۲۵	۲,۴۴۹۳۵
۳۰	تولید ماشین‌آلات اداری و حسابگر و محسباتی	۴,۲۲۷۹	۲,۰۵۳۷۷
۲۳	صنایع تولید ذغال کک - پالایشگاههای نفت	۱,۰۹۹۴۲	۱,۵۸۹۲۲
۲۴	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	۲,۲۶۹۶۶	۱,۲۶۱۶
۱۵	صنایع مواد غذایی و آشامیدنی	۰,۳۲۸۹۵	۱,۱۶۷۵۱
۲۶	تولید سایر محصولات کانی غیرفلزی	-۰,۲۹۱۴۵	۱,۱۴۰۹
۲۷	تولید فلزات اساسی	۱,۲۳۹۲۵	۱,۱۲۱۹۴
۳۴	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر ونیم تریلر	۰,۸۴۴۷۸	۰,۹۴۶۲
۲۱	تولید کاغذ و محصولات کاغذی	-۰,۲۱۰۳۹	۰,۸۶۴۵۵
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین‌آلات	-۰,۶۶۶۴۷	۰,۸۱۴۸۸
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی و ابزار دقیق	-۱,۱۵۰۰۲	۰,۷۹۸۳۸
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف و چمدان	-۱,۳۲۴۷۹	۰,۷۹۲۰۱
۲۵	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	-۰,۱۲۷۵۸	۰,۷۸۱۶۳
۳۱	تولید ماشین‌الات مولد و انتقال برق و الکتریکی	-۰,۹۱۰۹	۰,۷۴۸۰۷
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه و ...	-۱,۳۸۳۴۸	۰,۷۳۷۶۹
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباطی	-۰,۸۳۱۶۹	۰,۷۲۵۸۲
۱۸	تولید پوشاک	-۱,۱۷۹۵۷	۰,۷۲۵۲
۲۹	تولیدماشین‌آلات‌وتجهیزات‌طبقه‌بندی‌نشده‌درجای‌دیگر	-۰,۷۴۶۰۲	۰,۷۰۷۸۲
۱۷	تولید منسوجات	-۱,۴۳۰۴۹	۰,۷۰۲۹۶
۲۲	انتشار و چاپ و تکثیر رسانه‌های ضبط شده	-۱,۰۸۷۳۵	۰,۶۹۵۱۴
۳۵	تولید سایر وسایل حمل و نقل	-۱,۲۰۷۸۴	۰,۵۷۱۷۶
۳۶	تولید مبلمان و محصولات طبقه‌بندی نشده	-۱,۷۸۲۶۱	۰,۴۶۴۶۱

این نتیجه موید آن است که نتایج دو روش تأیید کننده یکدیگر می‌باشند. این دو روش می‌توانند بعنوان ابزاری تنومند برای برآورد و مانیتور عملکرد این ۲۲ زیر شاخه صنایع در سالهای جاری و آتی استفاده گردد. بعلاوه این امر را می‌توان در نمودار شماره (۱) که امتیازات PCA و DEA را مقایسه کند ملاحظه نمود. اعدادی که در محور x نمودار وجود دارند معرف شماره کد استاندارد زیر شاخه صنعت در جدول (۳) می‌باشند.

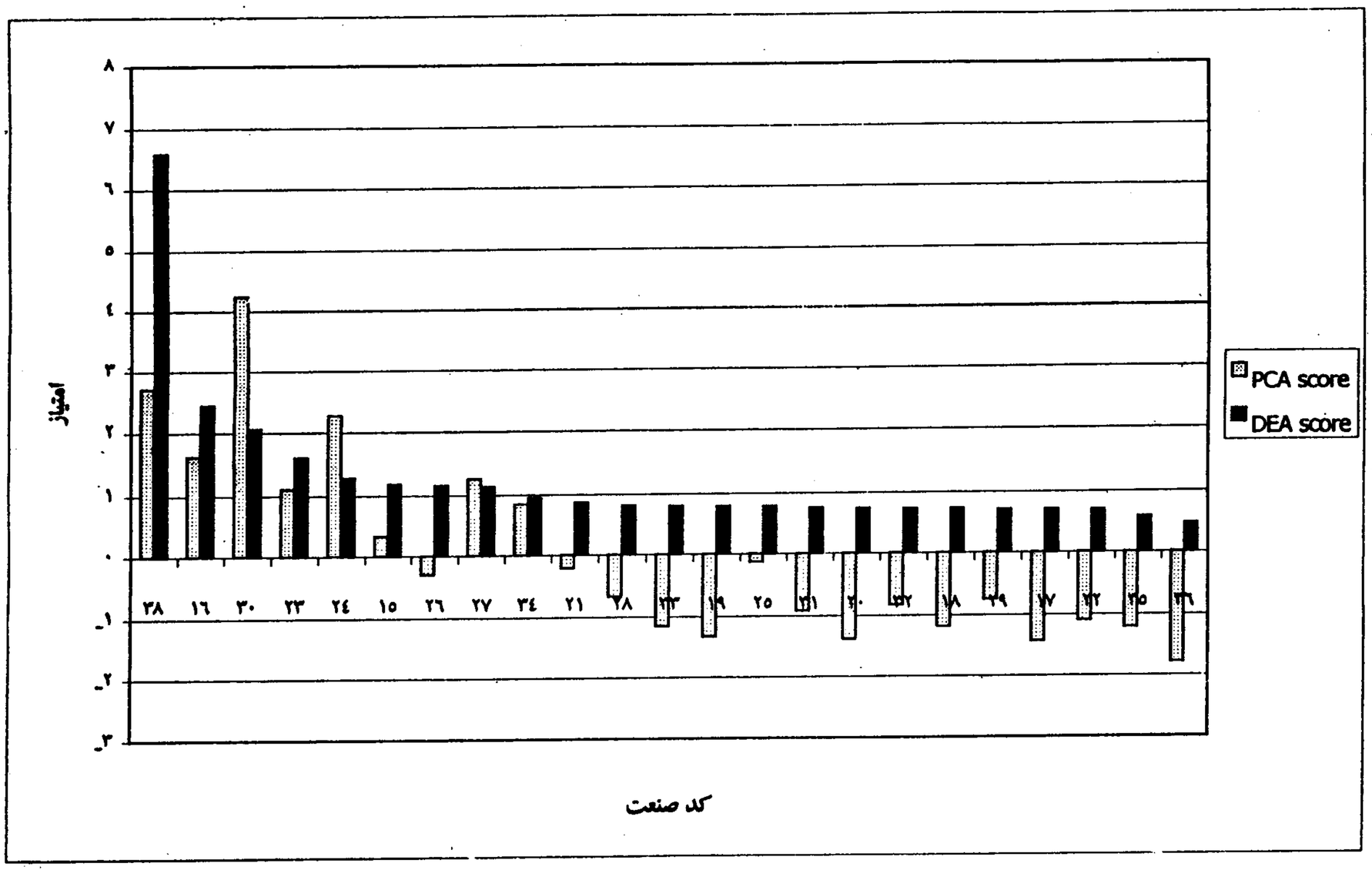
مقادیر کارایی با استفاده از مدل شمارهٔ (۳) که قبلاً به آن اشاره شده است، بدست آمده‌اند. در مدل مورد استفاده که به نام CCR معروف است، محدودیتهایی که به صورت کوچکتر یا مساوی می‌باشند نشان دهندهٔ ورودی ها و محدودیتهایی که به صورت بزرگتر یامساوی هستند نمایانگر خروجی‌های واحدها می‌باشند [۳]. پس از حل مدل برنامه ریزی خطی مقادیر دوگان ومقادیر کمبود ومازاد محدودیتها بدست آمده‌اند. با توجه به مدل شمارهٔ (۲) نتیجه میشود که مقادیر دوگان، وزن ورودی و خروجی‌های مورد استفاده در تعیین کارایی می‌باشند. در صورتیکه مقدار کمبود یا مازاد مربوط به محدودیت یک ورودی و یا خروجی برابر با صفر باشد ورودی و یا خروجی مورد نظر در تعیین مقدار کارایی دارای وزن شده است. به عبارت دیگر واحد مورد نظر در این ورودی و یا خروجی در مقایسه با ورودی ها و خروجی های دیگر دارای توانایی بیشتری است. توانایی در اینجا به معنای استفادهٔ مطلوب و بهینه از مقادیر ورودی و بالا بودن میزان خروجی می باشد. مقادیر کمبود

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۴ : مقایسه همبستگی رتبه‌ای روشهای DEA و PCA.

کد	عنوان	DEA rank (U)	PCA rank (V)	Spearman $(U_i - \bar{U})$	$(V_i - \bar{V})$	$(U_i - \bar{U})(V_i - \bar{V})$
۳۸	کشت و صنعت	۱	۲	-۱۱	-۱۰	۱۱۰
۱۶	تولید محصولات از توتون و تنباکو - سیگار	۲	٤	-۱۰	-۸	۸۰
۳۰	تولید ماشین آلات اداری وحسابگر ومحاسباتی	۳	۱	-۹	-۱۱	۹۹
۲۳	صنایع تولید ذغال کک - پالایشگاههای نفت	٤	٦	-۸	-٦	٤۸
۲٤	صنایع تولید مواد و محصولات شیمیایی	٥	۳	-۷	-۹	٦۳
۱٥	صنایع مواد غذایی وآشامیدنی	٦	۸	-٦	-٤	۲٤
۲٦	تولید سایر محصولات کانی غیر فلزی	۷	۱۱	-٥	-۱	٥
۲۷	تولید فلزات اساسی	۸	٥	-٤	-۷	۲۸
۳٤	تولید وسایل نقلیه موتوری و تریلر و نیم تریلر	۹	۷	-۳	-٥	۱٥
۲۱	تولید کاغذ ومحصولات کاغذی	۱۰	۱۰	-۲	-۲	٤
۲۸	تولید محصولات فلزی فابریکی بجز ماشین آلات	۱۱	۱۲	-۱	۰	۰
۳۳	تولید ابزار پزشکی و ابزار اپتیکی وابزار دقیق	۱۲	۱۷	۰	٥	۰
۱۹	دباغی و عمل آوردن چرم و ساخت کیف وچمدان	۱۳	۲۰	۱	۸	۸
۲٥	تولید محصولات لاستیکی و پلاستیکی	۱٤	۹	۲	-۳	-٦
۳۱	تولید ماشین آلات مولد و انتقال برق و الکتریکی	۱٥	۱٥	۳	۳	۹
۲۰	تولید چوب و محصولات چوبی و چوب پنبه و ...	۱٦	۲۱	٤	۹	۳٦
۳۲	تولید رادیو و تلویزیون و دستگاهها و وسایل ارتباط	۱۷	۱٤	٥	۲	۱۰
۱۸	تولید پوشاک	۱۸	۱۸	٦	٦	۳٦
۲۹	تولید ماشین آلات و تجهیزات طبقه بندی نشده در	۱۹	۱۳	۷	۱	۷
۱۷	تولید منسوجات	۲۰	۲۲	۸	۱۰	۸۰
۲۲	انتشار و چاپ وتکثیر رسانه های ضبط شده	۲۱	۱٦	۹	٤	۳٦
۳٥	تولید سایر وسایل حمل ونقل	۲۲	۱۹	۱۰	۷	۷۰
۳٦	تولید مبلمان و محصولات طبقه بندی نشده	۲۳	۲۳	۱۱	۱۱	۱۲۱
					SUM	۸۸۳
					$r_s = 0.873$	



نمودار ۱ : مقایسه امتیازات روشهای DEA و PCA در زیرشاخه‌های صنعت.

www.SID.ir

Archive of SID

جدول ۵ : مقادیر مازاد و کمبود خروجی و ورودی‌های مدل دوگان DEA.

کدزیرشاخه	میزان کارایی	ورودی۱ مواد خام و اولیه داخلی	ورودی۲ کل پرداختی با شاغلین	ورودی۳ مواد خام و اولیه خارجی	خروجی۱ ارزش محصولات تولید شده	خروجی۲ ارزش افزوده	ورودی ۴ کل شاغلان
۱۵	۱/۱۶۸	۱۱۸۳۱۳۵۰	۰	۰	۰	۴۳۴۳۳۰	۴۰۳۰۹
۱۶	۲/۴۴۹	۰	۹۳۰۴۰	۰	۰	۰	۱۱۲۷۴
۱۷	۰/۷۰۳	۰	۰	۰	۰	۴۶۳۶۳۰	۴۰۴۰۴
۱۸	۰/۷۲۵	۰	۰	۰	۰	۳۰۰۴۰	۴۳۹۷
۱۹	۰/۷۹۲	۰	۰	۰	۰	۵۸۰۷۰	۳۵۹۹
۲۰	۰/۷۳۸	۰	۰	۰	۰	۱۱۵۶۰	۱۱۱۸
۲۱	۰/۸۶۵	۰	۰	۰	۰	۵۳۲۶۰	۰
۲۲	۰/۶۹۵	۰	۰	۰	۰	۹۴۱۰۰	۱۵۷۵
۲۳	۱/۵۸۹	۲۶۲۶۶۶۰	۶۴۷۰	۰	۴۳۴۱۶۰	۰	۰
۲۴	۱/۲۶۲	۰	۰	۰	۰	۲۲۹۴۵۰	۰
۲۵	۰/۷۸۲	۰	۰	۳۳۶۱۶۰	۰	۸۴۸۱۰	۴۷۳۲
۲۶	۱/۱۴۱	۰	۰	۰	۰	۵۳۴۶۷۰	۴۷۳۷۹
۲۷	۱/۱۲۲	۵۹۲۶۹۱۰	۴۸۰۴۰	۰	۰	۳۹۲۵۴۰	۰
۲۸	۰/۸۱۵	۰	۰	۰	۰	۸۶۷۰	۷۸۵۲
۲۹	۰/۷۰۸	۰	۰	۰	۰	۳۴۳۴۰	۶۸۹
۳۰	۲/۰۵۴	۰	۰	۴۰۷۸۱	۰	۰	۲۹۲
۳۱	۰/۷۴۸	۰	۰	۰	۰	۸۲۹۵۰	۲۹۱۹
۳۲	۰/۷۲۶	۰	۰	۰	۰	۹۰۲۹۰	۱۰۹۳
۳۳	۰/۷۹۸	۰	۰	۰	۰	۲۲۰۸۰	۱۱۰۴
۳۴	۰/۹۴۶	۰	۲۹۲۳۰	۲۹۸۵۰۲	۰	۲۷۰۳۴۰	۰
۳۵	۰/۵۷۲	۰	۰	۰	۰	۶۸۷۰	۱۳۸۵
۳۶	۰/۴۶۵	۳۸۳۵۰	۰	۰	۰	۰	۲۶۸۴
۳۷	۶/۵۹۴	۷۱۲۶۳۱۰	۹۶۴۱۰	۰	۰	۱۱۳۲۹۰	۱۶۴۹۸

نشان دهندهٔ مقداری از ورودی است که باید کاهش یابد تا در مقایسه با کارایی ورودی واحدهای دیگر قابل رقابت باشد. مقادیر مازاد نشان دهندهٔ مقداری است که با افزایش خروجی به اندازهٔ آن واحد مورد نظر می‌تواند در حد کارایی واحدهای دیگر عمل کند. براین اساس می توان نقاط ضعف و قدرت هر زیر شاخه را با توجه به میزان ورودی‌ها و خروجی‌های بدست آمده تحلیل کرد.

به عنوان مثال مقدار کارایی نسبی بدست آمده مربوط به صنایع غذایی و آشامیدنی برابر با ۱/۱۶۷ می باشد. جدول (۵) مقادیر مازاد و کمبود خروجی و ورودی‌های مدل دوگان DEA را نشان می‌دهد. مقادیر دوگان نشان می‌دهد که این صنعت از ورودی های مواد خام و اولیهٔ خارجی کمتری در مقایسه با واحدهای دیگر استفاده کرده است. مضافاً، میزان ارزش محصولات تولید شدهٔ آن نسبت به ارزش افزوده در مقایسه با واحدهای دیگر بیشتر می باشد. مقدار مازاد بدست آمده در رابطه با تعداد کل شاغلان وکل پرداختی به شاغلان نشان دهندهٔ این مطلب است که در صورتی که این ورودی‌ها به اندازهٔ مقادیر بیان شده کاهش یابند قابل رقابت با ورودی های دیگر در مقایسه با دیگر واحدها می‌باشند.

بنابراین میتوان برای هر زیر شاخه نقاط قوت و ضعف ورودی‌ها و خروجی‌ها را تعیین نموده و در جهت تقویت آنها برنامه ریزی کرد. البته باید توجه داشت که برخی از ورودی‌ها و یا خروجی ها با توجه به ماهیت زیر شاخه ممکن است بطور طبیعی کم و یا زیاد باشد. به عنوان مثال زیرشاخه کشت و صنعت دارای ورودی مواد خام و اولیهٔ پایینی می باشد. بنابر این در تعیین میزان کارایی این ورودی‌ها وزن می‌گیرند. کارایی بالای بدست آمده نشان دهندهٔ نقطهٔ قوت این زیر شاخه در ورودی‌های وزن گرفته می‌باشد. بعبارت دیگر این امر عدم وابستگی این زیر شاخه به مواد خام و اولیهٔ داخلی و

www.SID.ir

Archive of SID

بخصوص مواد خام و اولیهٔ خارجی را می‌رساند.

در این مطالعه آمار سال ۱۳۷۳ در مورد ۲۲ زیر شاخه صنعت در رابطه با شاخص‌های منتخب مورد استفاده قرار گرفته است. مطالعات دیگری بوسیله مولفین در دست انجام است که مجموعه دیگری از شاخص‌ها را با تاکید بر فاکتورهای سیستمی انجام می‌دهد. در صورت وجود آمار سالانه و به روز در صنعت میتوان با استفاده از روش‌های PCA و DEA میزان کارایی نسبی زیر شاخه های صنایع در کشور را هر ساله تعیین کرده و تغییرات عملکرد زیر شاخه‌ها را مورد تحلیل قرار داد. همچنین براساس نقاط ضعف و قوت زیر شاخه‌ها میزان تحقق برنامه های گذشته را مورد بررسی قرار داده و در جهت بهبود وضعیت پارامترهای مورد بررسی، برنامه‌های جدیدی تدوین کرد.

نتیجه‌گیری و جمع‌بندی

این مقاله موجود روشی نوین برای بررسی وضعیت صنایع داخلی با احتساب خروجی و ورودیهای چندگانه و استفاده از روشهای PCA و DEA ارائه می‌نماید. اهمیت این مقاله از دو دیدگاه کلی قابل بررسی است: ۱) این امر برای اولین‌بار برای رتبه‌بندی صنایع جمهوری اسلامی ایران بطور اخص و دنیای صنعتی بطور اعم صورت می‌پذیرد و ۲) مدلهای ارائه شده می‌تواند بعنوان ابزاری تنومند در اختیار سیاستگذاران و مدیران ارشد به منظور بررسی، نظارت و بهبود مستمر صنایع داخلی قرارگیرد. در این مطالعه، آمار سال ۷۳ در رابطه با شاخص‌های منتخب مورد استفاده قرار گرفته است. لذا می‌توان از الگوهای ارائه شده برای سالهای جاری و آتی استفاده نمود و وضعیت صنایع را بصورت مستمر بررسی، نظارت و بهبود بخشید. شاخص‌های منتخب نه تنها میزان بهره‌وری نیروی کار و هزینه شاغلین زیر شاخه‌های صنعت را در نظر می‌گیرند بلکه میزان وابستگی آنها را به مواد اولیه داخلی و خارجی در نظر می‌گیرد. بعلاوه، بهره‌وری فرآیند تولید با توجه به شاخص‌های ارزش محصولات تولید شده به تعداد کل شاغلین یا هزینه کلی شاغلین یا هزینه مواد اولیه (داخلی و خارجی) در نظر گرفته شده است. الگوهای ارائه شده در این مقاله می‌تواند برای رتبه‌بندی، بررسی وضعیت، (نقاط قوت و ضعف) و ارائه راهکارهای بهینه کلیه واحدهای صنعتی و خدماتی مورد استفاده قرار گیرد و این امر اهمیت این مقاله را دو چندان می‌کند. همانطوریکه اشاره شد، در صورت وجود آمار سالیانه می‌توان با استفاده از روشهای مزبور میزان کارایی نسبی زیر شاخه‌های صنایع تاکد چهار رقمی را تعیین و مورد بررسی و تفسیر قرار داد. بعلاوه می‌توان با استناد به نتایج بدست آمده و نقاط ضعف و قوت صنایع، برنامه‌های بهتر و کاراتری به منظور رقابت‌پذیر بودن آنها ارائه نمود.

مراجع

1 - Michael Norman - Barry Stoker. (1991). *Data envelopment analysis*. The Assessment of Performance.

2 - Shone, J. B. (1992). "Ranking methods for compositional data." *Applied statistics,* Vol. 41, No. 3, PP. 533-537.

3 - Saaty, T. L. (1980). *The analytic hierarchy process.* McGraw-Hill, New York.

4 - Charnes. A., Cooper. W. W. and Rhodes. E. (1978). "Measuring the efficiency of decision making units." *European Journal of operational Research 2,* PP. 429-44.

5 - Farrell, M. J. (1957). "The measurement of productive efficiency." *Journal of the Royal Statistical Society,* Series A, 120, PP. 253-290.

6 - Charnes. A. and Cooper. W. W. (1985). "Preface to topics in data envelopment Analysis." *Annals of Operations Research 2,* PP. 59-94.

7 - Banker, R. D., Conrad. R. F. and Strauss, (1986). "A comparative application of data envelopment analysis." *Management Science 32,* PP. 30-44.

8 - Thanassoulis, E., Dyson.R. G. and Faster.M. J. (1987). "Relative efficiency assessments using DEA: an application to data on rates departments." *Journal of the Operational Research Society 38,* PP. 397-411.

9 - Joe Zhu. (1998). "Data envelopment analysis vs. principal component analysis: an illustrative study of

www.SID.ir

Archive of SID

economic performance of chinese cities." *European Journal of Operational Research,* Vol. 111, No. 1, PP. 50-61.

10 - Sarrico.CS, Hogan.SM., Dyson and Athanassopoulas.AD. (1997). "Data envelopment analysis and university selection." *Journal of the Operational Research Society 48,* PP. 1163-1177.

11 - Anderson, T. W. (1984). *An introduction to multivariate statistical analysis.* John Wiley and Sons, New York.

12 - Johnson, R. A. and Wichern, D. W. (1988). *Applied multivariate statistical analysis.* Prentice Hall International Inc, New Jersey.

13 - Daniel, C. and Wood, F. S. (1971). *Fitting equations to data.* J. Wiley & Sons, New York.

۱۴ - آریانژاد، م. ب. ق. "برنامه‌ریزی خطی والگوریتهای نوین." انتشارات دانشگاه علم‌وصنعت، (۱۳۷۴).

واژه‌های انگلیسی به ترتیب استفاده در متن

1 - UNIDO
2 - Principal Component Analysis
3 - Data Envelopment Analysis
4 - Principal Component Analysis
5 - Eigen Value

www.SID.ir