ارزیابی کارآیی مجتمعهای صنایع پتروشیمی ایران با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها*

محمدحسین پورکاظمی**

چکیده: برای مدیران، تعیین کارایی واحدهای تحت مدیریت از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. باتوجه به روند جهانی‌سازی، از سال ۱۳۸۰ میزان کارایی واحدهای مختلف اهمیت ویژه‌ای پیدا کرده است، کشور ایران با داشتن ۱۴درصد ذخیرهٔ گاز جهان مقام دوم و ۹درصد منابع نفت مقام پنجم را در جهان دارد. با توجه به منابع اولیهٔ موجود و نیروی کار ارزان و همچنین تجربه در زمینهٔ صنعت نفت و گاز، صنعت پتروشیمی بعد از جنگ تحمیلی عراق علیه ایران گسترش خوبی پیدا کرده است. اکنون نه مجتمع صنایع پتروشیمی ایران با تولید بالغ بر ۱۴/۵ میلیون تن در حال کارند. با توجه به متنوع بودن تولیدات، عمل کرد کارامد این مجتمعها اهمیت ویژه ای دارد. در این مقاله با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها به تعیین کارایی این مجتمعها طی سالهای ۱۳۷۹ تا ۱۳۸۲ پرداخته‌ایم. در تحلیل پوششی داده‌ها، ابتدا متغیرهای ورودی x_i و خروجیهای y_j را در نظر می‌گیریم. با توجه به ضریب اهمیت هر یک که الگو آن را تعیین می‌کند کارایی مجتمع‌های پتروشیمی را محاسبه می‌کنیم. در این روش، تعداد واحدها، بایداز سه برابر مجموع متغیرهای ورودی و خروجی بزرگتر باشد. در این مقاله با ابتکاری خاص بر این مشکل فائق می‌آییم و نشان می‌دهیم، مجتمع‌های پتروشیمی ایران در مجموع دارای کارایی بالغ بر ۰/۸۴ درصد است و مجتمع پتروشیمی بندر امام خمینی و خارک کارا عمل می‌کنند.

کلیدواژه: مجتمع‌های پتروشیمی، کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، برنامه‌ریزی غیرخطی، گاز، نفت.

مقدمه

هر سازمان دولتی یا خصوصی برای به دست آوردن سطح بالای عملکرد در زمینه‌های مختلف نیاز به نظارت و ارزشیابی کلیهٔ واحدها دارد. بدون ارزشیابی و تشویق و ترغیب عملکرد کارکنان و مسئولان مربوط و تقویت نقاط قوت و از بین بردن کاستیها امکان دستیابی به سطوح بالای کارایی وجود ندارد. به همین جهت ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیر DMU[1] از اهمیت ویژه‌ای برخوردار

* این مقاله برگرفته از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای رحیم بیات دانشجوی رشته معارف اسلامی و اقتصاد است که با راهنمایی اینجانب در دانشگاه امام صادق(ع)، دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد تهیه شده است.

** عضو هیئت علمی دانشکده علوم اقتصادی دانشگاه شهیدبهشتی.

1. Decision Making Units

است. سنجش عملکرد با توجه به گسترش فناوری از وضعیت سنتی به وضعیت مدرن تبدیل شده است. سنجش عملکرد واحدهای مختلف از جمله صنعتی در ایران، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. با توجه به جهانی‌شدن اقتصاد و ضرورت ورود ایران به WTO[2] و دولتی بودن بیشتر صنایع بزرگ کشور این موضوع اهمیت ویژه‌ای دارد.

مجتمعهای بزرگ پتروشیمی در ایران از سالها پیش شروع به کار کرده و بخشی از صنایع مهم کشور و دارای تولیدات مختلف هستند.

کاربرد محصولات صنایع پتروشیمی از ابتدایی‌ترین نیازها، از قبیل ساخت انواع لوازم پلاستیکی تا پیچیده‌ترین آنها، حتی در ساخت نوعی الیاف جهت رگها و ماهیچه‌های مصنوعی قلب استفاده می‌شود. نیاز جهانی به این صنایع در زندگی مدرن امروز در حال افزایش است. از سوی دیگر آمارها نشان می‌دهد که نیاز به تولیدات پتروشیمی در جهان افزایش پیدا کرده است. در بازار، این صنایع در سطح جهان مازاد بر نیاز، تولید نمی‌شود. صنعت پتروشیمی را می‌توان حلقهٔ ارتباط میان موادخام با تولیدات دارای ارزش افزوده دانست. از این رو صنایع پتروشیمی نقش تعیین‌کننده‌ای در رشد اقتصاد ملی کشور دارد. این مسئله در کشور ما به لحاظ برخورداری از منابع هیدروکربوری به ویژه گاز برای استفاده از این مزیت نسبی جهت افزایش سرمایه‌گذاری در این بخش در جایگاه ممتازی قرار می‌دهد.

از طرفی امروز کشورها به منظور ارتقای نرخ رشد اقتصادی به جای راهبرد افزایش سرمایه‌گذاری به راهبرد افزایش بهره‌وری در برنامه‌های خود پرداخته‌اند. از جمله مالزی در برنامهٔ هفتم توسعه این راهبرد را مدنظر قرار داده است. اتفاقاً در مالزی برای تعیین کارایی و بهره‌وری در صنعت پتروشیمی از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است (Alcas Radam Shazali Abu Monsour, 1998).

تاکنون نگارنده این مقاله، به تعیین کارایی نیروگاههای برق ایران (پورکاظمی، محمدحسین و همکاران، ۱۳۷۹)، ارزیابی کارایی نواحی سیزده‌گانه راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران (پیشین، ۱۳۸۲)، ارزیابی کارخانجات قند کشور (پیشین، بهار ۱۳۸٤: ۹۰-٦۹)، به راهنمایی پایان‌نامه‌ها پرداخته است و مقالاتی از این پایان‌نامه‌ها ارائه شده است. این مقاله نیز نتیجهٔ حاصل از پایان‌نامه برای تعیین کارایی مجتمعهای پتروشیمی ایران است (بیات، رحیم) که با راهنمایی اینجانب انجام شده است. در استفاده از روشهای تعیین کارایی در این پایان‌نامه به مسائلی برخورد کردیم که با روشهای قبلی و معمول قابل حل نبود. با ابتکاری خاص موفق به حل آن شدیم. در این مقاله به این موضوع نیز می‌پردازیم و درنهایت میزان کارایی مجتمعهای پتروشیمی ایران را طی چهار سال اندازه‌گیری خواهیم کرد.

صنایع پتروشیمی و تاریخچهٔ آن در ایران

به طور کلی پتروشیمی به صنایعی اطلاق می‌شود که از مواد نفتی به دست می‌آید. مواد شیمیایی از هیدروکربورهای نفتی به کمک یک سری فعل و انفعالات شیمیایی حاصل می‌شود. فرآورده‌های نهایی ارزش افزوده‌ای بین ده تا سی برابر ارزش مواد اولیه ایجاد می‌کند. (*مدیریت برنامه‌ریزی و توسعه*، ۱۳۸۲) تنوع محصولات پتروشیمی فوق‌العاده است. به طوری که تاکنون تعداد فرآورده‌های ثبت‌شده پتروشیمی از مرز هفت میلیون گذشته است. مواد پتروشیمی را می‌توان به سه بخش کودهای شیمیایی، پلاستیکها و لاستیکها و مواد شیمیایی طبقه‌بندی کرد یا در طبقه‌بندی دیگر

2. The World Trade Organization

در پنج گروه کودهای شیمیایی و سموم، مواد پلیمری، آروماتیکها، مواد پایه و شیمیایی و بالاخره خوراک و سوخت طبقه‌بندی کرد. از عمر اولین کارخانهٔ پتروشیمی ایران در مرودشت شیراز که در سال ۱۳٤۲ آغاز به کار کرد ٤۲ سال می‌گذرد. در سال ۱۳٤٤ شرکت ملی پتروشیمی ایران تأسیس شد و در واقع مجتمع پتروشیمی شیراز پایه تشکیل این شرکت بود. بعدها مجتمع شیراز گسترش یافت و در هر دوره به تولید مواد جدید دیگر پرداخت. دومین مجتمع که در سال ۱۳٤۹ تأسیس شد، مجتمع پتروشیمی رازی است که بزرگترین تولیدکنندهٔ آمونیاک، کود اوره، اسیدسولفوریک و گوگرد و تنها تولیدکنندهٔ اسید فسفریک و کود دی آمونیم فسفات است.

گسترش صنایع پتروشیمی ایران بعد از انقلاب اسلامی ادامه یافت. بعد از جنگ تحمیلی سومین مجتمع، مجتمع پتروشیمی اصفهان، در سال ۱۳۷۱ شروع به کار کرد و اکنون بالغ بر ۲۰۰ هزار تن مواد آروماتیک تولید می‌کند. چهارمین مجتمع، مجتمع پتروشیمی بندرامام خمینی(ره) است. قرارداد احداث این مجتمع بین ایران و شرکت میتسوبیشی ژاپن در سال ۱۳۵۲ منعقد شد. ۷۰ درصد کارهای ساختمانی این مجتمع که قبل از انقلاب اسلامی انجام شده بود، در طول جنگ تحمیلی بارها بمباران شد و بعد از جنگ ژاپنیها کنار کشیدند و با همکاری دیگر شرکای اروپایی درنهایت این مجتمع در سال ۷۳ وارد چرخه تولید شد و گسترش واحدهای آن طی سالهای بعد ادامه یافت. پنجمین مجتمع، پتروشیمی فارابی است که در مجاورت مجتمع بندر امام خمینی، در جهت مواد مورد نیاز صنایع پلاستیک و رنگ‌سازی به صورت آزمایشی در سال ۱۳۵۵ شروع به کار کرد. این مجتمع در سال ۱۳۷۵ به صورت خصوصی درآمد و سهام آن به بورس واگذار شد.

ششمین مجتمع، که بعد از انقلاب اسلامی شروع به کار کرد مجتمع پتروشیمی اراک است که انواع پلی اتیلنها و انواع بوتانول، تولید می‌کند.

هفتمین مجتمع، مجتمع پتروشیمی خراسان که فرآورده‌های اوره با ٤٦ درصد ازت و آمونیاک تولید می‌کند.

هشتمین مجتمع، مجتمع پتروشیمی ارومیه است که انواع بلور ملامین و انواع روکشها را تولید می‌کند.

مجتمع نهم، مجتمع پتروشیمی خارک است که پروپان، متانول، گوگرد، پنتان و... تولید می‌کند.

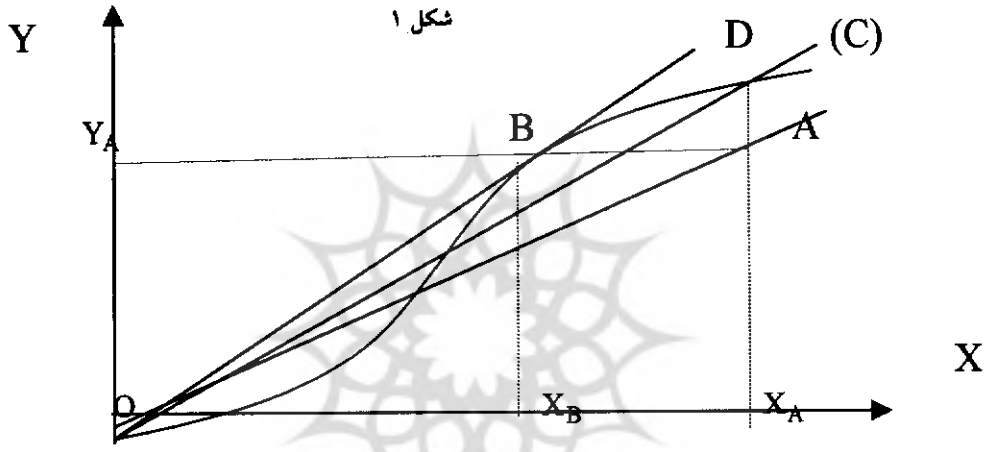
کل تولیدات پتروشیمی در سال ۱۳۵٦ نزدیک به ۲/۷ میلیون تن بوده (*شرکت ملی صنایع پتروشیمی*، فروردین ۱۳٦۱) و بعد از جنگ تحمیلی، گسترش مجتمعها و احداث مجتمعهای جدید اکنون میزان تولیدات به ۱٤/۵ تن یعنی تقریباً به ۵/٤ برابر رسیده است. (همان) حال مسئلهٔ مهم این است که کدام یک از این مجتمعها کاراتر عمل می‌کنند. از این رو، بهتر است ابتدا به مفهوم کارآیی و محاسبه آن بپردازیم سپس کارآیی این مجتمعها را حساب کنیم.

مفهوم کارآیی و محاسبهٔ آن

این مفهوم ابتدا در مکانیک و ترمودینامیک (ابطحی، حسن وهمکاران، ۱۳۷۵) و سپس در سایر زمینه‌ها مطرح شده است. اولین بار اصطلاح بهره‌وری توسط فردی به نام «کوئیزنی» در سال ۱۷٦٦ میلادی به کار برده شد. یک قرن بعد در سال ۱۳۸۸ فردی به نام «لیتر» بهره‌وری را به معنای «قدرت و توانایی تولید» به کار برد. در سال ۱۹۰۰ «ارلی» کارایی را به مفهوم رابطهٔ بین محصول (ستانده) و عوامل به کار رفته به کار برد. در سال ۱۹۵۰ سازمان همکاریهای اقتصادی اروپا «OECD» بهره‌وری را به عنوان خارج قسمت محصول به یکی از عوامل تولید تعریف کرد. در نتیجه بهره‌وری سرمایه، بهره‌وری انرژی، بهره‌وری نیروی کار، ...: در رابطه با سرمایه، انرژی، نیروی کار و ... بررسی می‌شود. این بهره‌وری موسوم به

بهره‌وری جزیی است. در گذشته دو اصطلاح بهره‌وری و کارآیی به جای یکدیگر به کار می‌رفت. ولی امروز این دو اصطلاح مفاهیم (همان) متفاوتی دارند. فارل (1957: 81-253) در سال ۱۹۵۷ انواع مختلف کارآیی یعنی کارآیی فنی[3]، کارآیی اقتصادی و کارآیی تخصصی[4] را تعریف کرد ولی برای محاسبهٔ آن در حالت کلی راهی ارائه نداد تا اینکه در سال ۱۹۷۸ چارنز، کوپر و رودز (1978:429-444) به این تعاریف مفهوم عملی دادند. امروز کارآیی بیشتر در سه حوزهٔ مهندسی، مدیریت و اقتصاد مطرح است. اگر فرض کنیم با یک عامل تولیدX محصول Y تولید شود و تولیدکنندگان که به ازای مقادیر مختلفxi، حداکثر مقادیرyi متناظر را تولید می‌کنند منحنی OC موسوم به منحنی مرزی[5] تشکیل می‌شود. بنگاههایی که روی این منحنی قرار دارند با توجه به عامل تولیدX، حداکثر کارآیی را ارائه می‌دهند. در ضمن این منحنی معرف سطحی از فناوری است. شکل (۱) را ملاحظه کنید. با تغییر فناوری این منحنی تغییر می‌کند.

شکل ۱



در بنگاه A زیر منحنی مرزی تولید می‌کند میزان کارآیی فنی برابر است با

$$E\frac{Y_A}{X_A} \qquad (1)$$

اگر A روی منحنی C قرار داشت کارا بود، می‌توان با اصلاح ساختار تولید با همین مقدار مواد اولیه به مقدار بیشتر تولید در نقطهٔ D رسید و مقدار و میزان کارآیی را افزایش و یا اینکه مقدار عامل تولید را کاهش داد ولی همین مقدار Y_A را تولید کرد. اگر دقت کند شیب خط OA مقدار کارآیی بنگاه A را تعیین می‌کند. شیب خط OD بیشتر از شیب خط OA است، می‌توان شیب این خط را حداکثر تا شیب مماس از نقطهٔ O بر منحنی C افزایش داد که همان حداکثر کارآیی است (امامی میبدی، علی، ۱۳۷۹). حال اگر به جای یک عامل تولید n عامل تولید یک محصول باشد، منحنی مرزی به یک رویه مرزی بدل می‌شود زیرا، یک تابع n متغیره خواهد بود. اگر n عامل تولید و m محصول داشته باشیم یک تابع مرزی به صورت $f: R^n \longrightarrow R^m$ است.

روشهای تعیین کارآیی

حال فرض کنیم تعداد عوامل تولید به جای یک عامل، n عامل Xj (j=1 تا n) و محصول m عامل Yi، (i=1 تا m) باشد. در این صورت تعریف کارآیی و تعیین آن چگونه است؟ به طور کلی برای محاسبهٔ کارآیی دو روش وجود دارد، روشهای پارامتری و ناپارامتری، که در زیر به تشریح آنها می‌پردازیم.

3. Technical Efficiency
4. Allocative Efficiency
5. Frontier

روش پارامتری

در روش پارامتری، تابع مرزی تصادفی تولید[6] را بـه روشهای اقتصادسنجی با استفاده از نظریهٔ اقتصاد خرد تعییـن مـی‌کنـیم. این تابع رویه‌ای در فضای n بعدی است که در فضای یک بعدی همان منحنی (C) است و در شـکل شمارهٔ (۱) نشان داده شده است. با توجه بـه تـابع تولـید مرزی تصادفی (SFA) به دست آمده کارآیـی دیگر بنگاهها را تعیین می‌کنیم. برتری روش (SFA) نسـبت بـه روشهای معمولی اقتصادسنجی در ایـن اسـت کـه در برآزش تابع، نقاط متوسط در نظر گرفته نمی‌شود بلکه نقاط مرزی لحاظ می‌شود معادله این تابع به صورت زیر است

$$y=f(X)+v-u$$
$$V \sim N(0,1) \qquad (۲)$$
$$U \sim |(o,1)|$$

که در آن V همان جزء تصادفی (جملهٔ اخلال) در اقتصادسنجی است و دارای توزیع نرمال است، U معرف عدم کارآیی است که عموماً دارای توزیع نرمال در نظر گرفته می‌شود. تابع f(X) تابع تولید و به شکل تابع کاب ـ داگلاس[7] یا از نوع ترانسلوگ[8] است.

روشهای ناپارامتری

در روشـهای ناپارامـتری تـابع تولید برآورد نمی‌شود، مهمتریـن روش ناپارامـتری روش تحلـیل پوششـی داده‌هـا (DEA)[9] اسـت و نیازی بـه تابع تولید برای تعییـن کارآیـی نیسـت. همـان طور که اشاره شد این روش توسـط سـه نفـر ارائـه شد و موسوم به روش C.C.R است.(Charnes, A. etal. 1978) در این روش واحدهای تصمیم‌گیر DMU موردنظر باید همگن باشند واگـر x_i (j=1 تا n) داده‌ها و یا عبارت دیگر متغیرهای ورودی و Y_i (i=1 تا m) ستانده‌ها یا متغیرهای خروجی باشند، کارآیی برابر است با

کارآیی
$$E=\frac{\sum_{i=1}^{m} u_i y_i}{\sum_{j=1}^{n} v_j x_j} \qquad (۳)$$

u_i ضـرایب اهمیـت سـتانده‌هـا و v_j ضـرایب اهمیت نهـاده‌هاسـت. مسـئلهٔ مهـم تعیین این ضرایب است. گاهـی ایـن ضـرایب مشخص، مثلاً قیمت هستند که مـی‌تـوان قیمـت آنهـا را در نظـر گرفت اما در بیشتر مواقـع ممکـن اسـت قیمـتها در دسـترس نباشـد و یانظـرات متفاوتـی در مورد این ضرایب وجود داشته باشـد. CCR بـه نحـو جالبـی در ایـن حالت مشکل ضرایب را حل می‌کند.

آنهـا پیشـنهاد کردند که این ضرایب را هر واحد تصـمیم‌گـیر می‌تواند هر مقدار دلخواه اختیار کند، به شـرط ایـنکه کارآیـی دیگر واحدها با این ضرایب از یـک بیشـتر نشـود؛ به عبارت دیگر برای بنگاه pام با فرض اینکه s واحد تصمیم‌ساز داشته باشیم، ماکزیمم مقـدار کارآیـی را با تعیین ضرایب u و v چنان تعیین می‌کنیم که دیگر واحدها کارآیی کمتر یا مساوی یک داشته باشند. یعنی:

$$Max\, E=\frac{\sum_{i=1}^{m} u_{ip} y_{ip}}{\sum_{j=1}^{n} v_{jp} x_{jp}} \qquad ٤$$

$$s.t.\ \frac{\sum_{i=1}^{m} u_{iq} y_{iq}}{\sum_{j=1}^{n} v_{jq} x_{jq}} \le 1 \qquad q=1 \text{ تا } s \quad , \quad q \neq p$$

$$u_{iq} \text{ و } v_{jq} \ge 0 \qquad q=1 \text{ تا } s$$

6. Stochastic Frontier Analysis (SFA)
7. Cobb Dauglus
8. Transelog
9. Data Envelpment Analysis

مسئلهٔ برنامه‌ریزی بالا یک مسئلهٔ برنامه‌ریزی غیرخطی است، ممکن است برای ضرایب v_{jq} و u_{iq} محدودیتهایی در نظر گرفته شود، مثلاً این ضرایب بزرگتر از صفر باشند و یا رابطه‌ای بین آنها باشد(European Journal of operational Research, vol2)، این مسئله را می‌توان به برنامه‌ریزی خطی تبدیل کرد. در ضمن اگر **u*** و **v*** جواب باشد **av*** و **au*** جواب هستند. به همین جهت اگر ضرایب مجهول u_{iq} و v_{jq} را استاندارد کنیم به ترتیب

$$q = ۱ \text{ تا } s \quad , \quad q \neq p$$

با حل مسئلهٔ برنامه‌ریزی خطی بالا به تعداد s بار، ضرایب متغیرها محاسبه و در نتیجه بالاترین کارآیی هر بنگاه حساب می‌شود. می‌توان به جای مسئله فوق دوگان[10] آن را حل کرد و در ضمن فرض کرد ضرایب باید از $(\varepsilon > ۰)$ بیشتر باشد، یعنی ضرایب صفر نباشد. این مدل را که موسوم به CCR/ε است بانکر، چارنز (Banker, etal, 1984: 1079-1092) ارائه کردند.

به روشهای تجربی ثابت شده است که تعداد واحدهای تصمیم‌گیر (DMU) باید از سه برابر مجموع تعداد متغیرهای ورودی و خروجی کمتر نباشد، یعنی داشته باشیم

$$s \geq 3(n+m) \qquad (۶)$$

با توجه به مراتب فوق مسئلهٔ برنامه‌ریزی غیرخطی (*مدیریت برنامه‌ریزی و توسعه*، ۱۳۸۲) را به صورت دوگان درمی‌آوریم و مسئله به صورت سادهٔ زیر درمی‌آید.

$$\min \theta_p - \varepsilon\left(\sum_{j=۱}^{n} W_j + \sum_{i=۱}^{m} Z_i\right)$$

تبدیل به u_{ip} و v_{jp} می‌شوند.

در نتیجه جوابها یکتا می‌شوند و مسئلهٔ برنامه‌ریزی غیرخطی (٤) به صورت زیر درمی‌آید

$$\text{MaX} \sum_{i=۱}^{m} \mu_{ip} y_{ip} \qquad (۵)$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{j=۱}^{n} v_{jp} x_{jp} = ۱ \\ \sum_{i=۱}^{n} \mu_{iq} y_{jq} - \sum_{j=۱}^{m} v_{jq} x_{jq} \leq ۰ \end{cases}$$

$$\mu_{iq} \ , \ v_{jq} \geq ۰$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{q=۱}^{s} \lambda_q X_{jq} - W_j < \theta_p X_{jq} & j = ۱ \text{ تا } n \\ \sum_{q=۱}^{s} \lambda_q Y_{iq} - Z_i \geq Y_{iq} & i = ۱ \text{ تا } m \end{cases} \qquad (۷)$$

$$\theta_p \ , \lambda_q \ , W_j \ , Z_i \geq ۰ \qquad q = ۱ \text{ تا } s$$

به راحتی ثابت می‌شود که θ_p همان کارآیی بنگاه p ام است و در این رابطه θ و λ متغیرهای دوگان و **w** و **z** متغیرهای کمکی هستند (Banker, R.D.A. etal, 1984: 1078-1092). از مدل فوق می‌توان کارآیی در زمینه‌های مختلف از جمله صنعت یا آموزش‌عالی(Johns Jill, 2005) یا رده‌بندی دانشگاهها استفاده کرد. (Johns Jill, 2004).

متغیرهای مدل

حال می‌خواهیم میزان کارآیی نُه مجتمع پتروشیمی ایران را با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها تعیین کنیم. دو مشکل پیش رو داریم. مشکل اول عدم همگنی پالایشگاهها، با توجه به تولید انواع

10. Dual

مختلف مواد آنهاست. مشکل دوم تعداد متغیرهای ورودی و خروجی هستند که رابطهٔ (٦) را نقض می‌کنند، ما در این مقاله به رفع این دو مشکل خواهیم پرداخت.

متغیرهای ورودی

اولین و دومین متغیر ورودی را در نظر می‌گیریم که بین تمام مجتمعها مشترک‌اند، متغیر نیروی انسانی هستند که آنها را به x_1 و x_2 نشان می‌دهیم، x_1 تعداد کارکنان معمولی و x_2 کارکنان متخصص هستند. متغیر ورودی سوم x_3 هزینهٔ سرمایه‌گذاری است. طبیعی است که با توجه به نوع تولید، امکانات لازم نیز تغییر می‌کند و هزینه‌های آنها نیز متفاوت است. به همین جهت هزینهٔ سرمایه‌گذاری از مجتمعی به مجتمع دیگر متفاوت است، برای رفع این تفاوتها با توجه به استهلاک سرمایه، میزان سهم سرمایه در هر سال با توجه به استهلاک آنها به عنوان x_3 هزینهٔ سرمایه‌گذاری در نظر گرفته شده است.

متغیر چهارم، هزینهٔ خوراک یا مواد اولیه است که آن را به x_4 نشان داده‌ایم.

متغیر پنجم، x_5 هزینهٔ مواد شیمیایی و کاتالیستهاست و در این صورت دارای پنج متغیر ورودی هستیم.

متغیرهای خروجی

تولیدات مجتمعها کاملاً متفاوت است و قابل مقایسه نیستند و تنها اگر ارزش آنها را در نظر بگیریم می‌توان آنها را با هم مقایسه کرد. به همین جهت دو متغیر خروجی در نظر گرفته شده است. y_1 ارزش تولیدات فروخته شدهٔ داخلی و y_2 ارزش تولیدات صادراتی است.

اگر توجه شود متغیرهای ورودی و خروجی دو دسته‌اند، یک دسته قیمت هستند، مانند x_3 و x_4 و x_5 و y_1 و y_2 که همهٔ آنها واحدشان پول است. دستهٔ دوم تعداد کارکنان یعنی x_1 و x_2 تعداد کارگران عادی و متخصص است برای هم‌جنس کردن این متغیرها ابتدا هر یک از متغیرها را از رابطهٔ زیر استاندارد می‌کنیم

$$Sx_{iq} = \frac{x_{iq} - \bar{x}_{iq}}{\sigma_{x_{iq}}} \qquad (۸)$$

یعنی میانگین و انحراف هر متغیر را حساب و از رابطه (۸)، x_{iq} را استاندارد می‌کنیم که به Sx_{iq} بدل می‌شود. اگر توجه کنید متغیرهایی که باید در رابطهٔ شماره (٤) یا روابط بعدی قرار داد هم‌جنس نیستند و با استاندارد کردن آن متغیرها همه بدل به عدد و مستقل از مقیاس و هم‌جنس می‌شوند.

مشکل اساسی و حل آن

اگر توجه کنید، ۹ پالایشگاه و ۷ متغیر داریم، اگر رابطهٔ (٦) را در نظر بگیریم داریم

$$s \geq 3(m+n)$$

چون $m = ۵$ و $n = ۲$ ، $s = ۹$ است رابطه فوق برقرار نیست. در نتیجه ما با مشکل اساسی رو به رو هستیم که نمی‌توان از روش DEA استفاده کرد.

برای حل این مشکل پیشنهاد ابتکاری زیر را در نظر گرفتیم.

ورودیها و خروجیهای هر یک از مجتمعها را برای سالهای ۷۹، ۸۰، ۸۱ و ۸۲ یعنی برای ٤ سال در نظر گرفتیم (جدول ۱) و هر سال هر مجتمع را مستقل از سال دیگر فرض کردیم، یعنی در عمل ۳٦ مجتمع در نظر گرفتیم و مشکل رابطه (٦) را حل کردیم، زیرا داریم:

$$s = ۳۶ \geq ۳(m+n) = ۳ \times ۷ = ۲۱ \qquad (۹)$$

طبیعی است که هر مجتمع ممکن است طی چهار سال کارآیی متفاوتی داشته باشد. از این رو، این تفاوتها اولاً در نظر گرفته شده است، ثانیاً با توجه به میزان کارآیی در هر سال به راحتی می‌توان مقدار کارآیی را در کل چهار سال برآورد کرد. از آنجا که کارآیی یک نسبت است، میانگین هندسی چهار سال برای هر مجتمع را میزان متوسط کارآیی طی این سالها در نظر گرفته‌ایم.

نتایج و پیشنهادها

با ابتکار فوق با استفاده از نرم‌افزار Deap (Johns Jill, 2004) بدین ترتیب، کارآیی فنی مجتمعهای پتروشیمی طی چهار سال یادشده در یک مدل مورد بررسی قرار گرفت که نتیجهٔ آن در جدول (شماره ۱) آمده است. در این جدول عدد مقابل نام هر مجتمع مربوط به سالی است که این بررسی در آن صورت گرفته است. بر اساس این نتایج مجتمعهای پتروشیمی بندر امام و خارک با اختصاص میانگین هندسی کارآییها به میزان صددرصد طی این سالها در رتبه‌های اول و دوم قرار می‌گیرند. این نتایج همچنین نشان می‌دهد که مجتمعهای پتروشیمی اراک و تبریز نیز رتبه‌های بعدی را از حیث اختصاص میانگین مقادیر کارآیی فنی طی این سالها حایز شده‌اند. بر همین اساس ناکارآیی فنی مجتمعهای پتروشیمی شیراز، رازی و ارومیه نیز به روشنی مشخص می‌شود. مجتمعهای پتروشیمی خراسان و اصفهان نیز از این حیث در رتبه‌های میانی کارآیی فنی قرار می‌گیرند. جزئیات این نتایج در پایان‌نامه (بیات، رحیم) آمده است.

جدول ۱

رتبه	نام مجتمع	سال	میزان کارآیی	رتبه	نام مجتمع	سال	میزان کارآیی
۱	بندر امام خمینی	۷۹	۱/۰۰۰	۱۹	اصفهان	۸۱	۰/۹۹۵
۲	بندر امام خمینی	۸۰	۱/۰۰۰	۲۰	خراسان	۸۲	۰/۹۵۶
۳	بندر امام خمینی	۸۱	۱/۰۰۰	۲۱	تبریز	۸۱	۰/۹۵۱
٤	بندر امام خمینی	۸۲	۱/۰۰۰	۲۲	اصفهان	۷۹	۰/۹٤۳
۵	شیراز	۷۹	۱/۰۰۰	۲۳	تبریز	۷۹	۰/۸۸۳
٦	اراک	۸۰	۱/۰۰۰	۲٤	اصفهان	۸۰	۰/۸۳۷
۷	اراک	۸۱	۱/۰۰۰	۲۵	ارومیه	۸۱	۰/۷۲٦
۸	اراک	۸۲	۱/۰۰۰	۲٦	شیراز	۸۲	۰/۷۲٦
۹	تبریز	۸۰	۱/۰۰۰	۲۷	ارومیه	۸۰	۰/٦۹۲
۱۰	تبریز	۸۲	۱/۰۰۰	۲۸	اراک	۷۹	۰/٦۳۱
۱۱	خراسان	۷۹	۱/۰۰۰	۲۹	شیراز	۸۰	۰/٦۲۹
۱۲	خراسان	۸۱	۱/۰۰۰	۳۰	ارومیه	۸۲	۰/٦۲۸
۱۳	خراسان	۸۲	۱/۰۰۰	۳۱	رازی	۷۹	۰/٦۱۹
۱٤	اصفهان	۸۲	۱/۰۰۰	۳۲	رازی	۸۲	۰/۵٤۱
۱۵	خارک	۷۹	۱/۰۰۰	۳۳	رازی	۸۰	۰/۵۳۷
۱٦	خارک	۸۰	۱/۰۰۰	۳٤	ارومیه	۷۹	۰/۵۱۸
۱۷	خارک	۸۱	۱/۰۰۰	۳۵	رازی	۸۱	۰/۵۰۱
۱۸	خارک	۸۲	۱/۰۰۰	۳٦	شیراز	۸۱	۰/٤٦۷

اگر میانگین هندسی کارآیی هر مجتمع را طی چهار سال حساب کنیم به نتیجهٔ آمده در جدول شماره (۲) می‌رسیم. بر اساس نتایج این جدول وضعیت کارآیی نُه مجتمع پتروشیمی کشور مشخص شده است. همان‌طور که در این جدول می‌بینیم، بندر امام‌خمینی و خارک دارای کارایی یک یعنی بیشترین کارآیی و

مجتمع ارومیه و رازی دارای کمترین کارآیی هستند.

جدول ۲

ردیف	نام مجتمع	کارآیی
۱	بندر امام خمینی	۱
۲	خارک	۱
۳	خراسان	۰/۹۸۹
٤	اراک	۰/۹۷۸
٥	تبریز	۰/۹۷۳
٦	اصفهان	۰/۹٥٤
۷	شیراز	۰/٦۷۹
۸	ارومیه	۰/٦٦٤
۹	رازی	۰/٥٥۰

اگر متوسط کارآیی کل پالایشگاههای کشور را بخواهیم میانگین هندسی[11] این نه مجتمع را حساب می‌کنیم.

$$G.M.E. = \sqrt[۹]{\prod_{p=۱}^{۹} \varepsilon_p} = \sqrt[۹]{۰/۲۲۳} \approx ۰/۸۴$$

پس میانگین کارآیی فنی پالایشگاهها نزدیک به ۰/۸٤ است.

تردیدی وجود ندارد که صنعت پتروشیمی کشور به دلیل برخورداری از خوراک ارزان و در دسترس بودن آن یک مزیت نسبی برای کشور ایجاد می‌کند. از این رو این بخش می‌تواند به عنوان موتور توسعهٔ صنعتی کشور عمل کند و تحقیقات نیز نشان می‌دهد که این صنعت در کشور ما جزء صنایع پیشتاز است. با این حال به گمان بسیاری از کارشناسان صنعت پتروشیمی کشورمان هنوز از نظر بین‌المللی نتوانسته است جایگاه مناسبی در بین کشورهای عمدهٔ تولیدکنندهٔ محصولات پتروشیمی پیدا کند و با توجه بیشتر به این صنعت و محور قرار دادن آن می‌توان این صنعت را به جایگاه اصلی ارتقا داد.

ملاحظه می‌شود که میانگین کارآیی فنی مجتمعهای پتروشیمی در مقایسه با هم است و بدون شک اگر مجتمعهای معیار که در خارج از کشور قرار دارند به این مجموعه اضافه شود، خواهیم دید که کارآیی به مراتب از این مقدار کمتر است. این بدان معناست که در کشور ما در این بخش به طور متوسط ۱٦ درصد اتلاف منابع وجود دارد. با یک مدیریت صحیح می‌توان بدون نیاز به سرمایه‌گذاری جدید با افزایش میزان کارآیی بر درآمد کشور افزود.

با الگو قرار دادن مجتمع بندرامام‌خمینی و خارک و با کاهش هزینه‌ها می‌توان دیگر مجتمعها را به مرز کارآیی نزدیک کرد. روش تحلیل پوششی داده‌ها این اطلاعات را به ما می‌دهد.

پیشنهادهایی برای آینده

میزان کارآیی به دست آمده برای مجتمعهای ایرانی در مقایسه با یکدیگر است، یعنی در مقایسه با کارآییهای مجتمعهای رازی یا ارومیه یا... خراسان، کارآیی بندرامام خمینی و یا خارک به یک می‌رسد. طبیعی است اگر در این بررسی مجتمعهای دیگر کشورهای پیشرفته که با فناوری یکسانی اداره می‌شوند بر این مجموعه اضافه شود، بدون شک نتایج متفاوت خواهد بود. از این رو، یکی از کارهای آینده می‌تواند گسترش این تحقیق با اضافه کردن سایر مجتمعهای پتروشیمی سایر کشورها باشد.

از طرفی بررسی وضعیت سه مجتمع شیراز، ارومیه و رازی با توجه به میزان کارآیی کم آنها در مقایسه باشش مجتمع دیگر، از طرف مدیریت شرکت ملی پتروشیمی ایران ضروری به نظر می‌رسد. با ارائهٔ اطلاعات و آمار و ارقام مورد نیاز طی سالهای بیشتر، می‌توان با استفاده از شاخص مالم کوئیست[12] تغییرات فناوری را نیز اندازه گرفت و این پژوهش نیز با همکاری شرکت ملی پتروشیمی ایران ضروری است.

11. Geometric Mean 12. Malem Queist

منابع

ابطحی، حسن، بابک، کاظمی(۱۳۷۵)، *بهره‌وری*، مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی؛

امامی‌میبدی، علی(۱۳۷۹)، *اصول اندازه گیری کارآیی و بهره‌وری*(علمی و کاربردی)، مؤسسه مطالعات و پژوهشهای بازرگانی؛

بیات، رحیم، *اندازه‌گیری کارآیی مجتمعهای پتروشیمی ایران*؛

پورکاظمی، محمدحسین، حیدری، علیرضا (۱۳۷۹)، «تعیین کارآیی نیروگاههای برق ایران»، *مجله مدرس*، دانشگاه تربیت مدرس؛

پورکاظمی، محمدحسین، رضایی، مهدی(۱۳۸۲)، «تعیین کارآیی نواحی سیزده‌گانه راه‌آهن جمهوری اسلامی ایران»، *مجله تحقیقات اقتصادی*، دانشگاه تهران؛

پورکاظمی، محمدحسین، غضنفری، سیدحسن(۱۳۸٤)، «ارزیابی کارآیی کارخانجات قند کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها»، *فصلنامه پژوهشهای ایران*، سال هفتم/ شماره ۲۲ ، صفحات ۹۰_۶۹؛

شرکت ملی صنایع پتروشیمی(۱۳٦۱)، گزارش کوتاه بر عملکرد شرکت ملی صنایع پتروشیمی از ابتدا تا پایان سال ۱۳٦۰ برنامه‌ریزی تلفیقی، تهران؛

مدیریت برنامه‌ریزی و توسعه(۱۳۸۲)، تلاش ۲۵ سال با صنعت پتروشیمی، شرکت ملی صنایع پتروشیمی؛

Alias Radom Shazali Abu Mansour(1998), Productivity change and technical efficiency in the Malaysia and related products manufacturing industries, npc;

Banker, R.D.ACharnes and w.w. Cooper, (1984), "Some models for estimating technical scale efficiencies in envelopment analysis management science", vol. 30, No 9, pp.1078-1092;

Charnes, A., Cooper, W. and Rhaodes E.(1978), "Measuring the efficiency of decisition making units" *European Jornal of operational research*, Vol. 2, pp. 429-444;

Farrel. M. J (1957), "The measurement of productive efficiency" *Journal of royal statistical society*, series A, 120 part 3, pp. 81-253;

Johns Jill (2005), *data envelopment analysis and its application to the measurement of efficiency in higher education department of economics, Lancaster Un.* Management School u.k;

——— (2004), Measuring teaching efficiency in higher education an application of D.E.A to economics graduate from U.K. universities revised .■

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی