فصل‌نامه‌ی مطالعات اقتصاد انرژی/ سال هشتم / شماره‌ی ۲۹/ تابستان ۱۳۹۰/ صفحات ۸۱- ۶۱

اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی ایران (۱۳۸۰ الی ۱۳۸۶)

علی امامی میبدی
دانشیار دانشکده‌ی اقتصاد دانشگاه علامه‌طباطبایی emami@atu.ac.ir

زهرا کریمیان*
کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه شهید بهشتی karimian.economy@gmail.com

محمد حسین رحمانی صفتی
کارشناس ارشد اقتصاد دانشگاه شهید چمران mohammadhosein.rahmani@yahoo.com
تاریخ دریافت: ۸۹/۱/۲۳ تاریخ پذیرش: ۸۹/۶/۶

چکیده

پتروشیمی به عنوان یکی از بخش‌های اصلی صنعت نفت، از جمله صنایع مهم و مادر در ایران است. این صنعت به عنوان یکی از گزینه‌های مهم صادرات غیرنفتی در جهت شکوفایی اقتصادی کشور، توسعه، بومی کردن فناوری و گسترش صنایع جانبی اعم از صنایع پایین‌دستی و یا صنایع تأمین‌کننده‌ی نیازهای فنی، مهندسی و تحقیقاتی در کشور نقش اساسی دارد، بنابراین با توجه به اهمیت صنعت پتروشیمی و کمیاب و تجدیدناپذیر بودن مواد اولیه‌ی مورد استفاده در این صنعت، هدف این مقاله‌ی تجربی اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی در ایران با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص مالم-کوییست است. نتایج نشان داده است که متوسط کارایی فنی مجتمع‌های پتروشیمی تحت فرض بازده‌ی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس در خلال سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ به ترتیب برابر ۵۵/۷ و ۶۴/۴ درصد است. مجتمع‌های پتروشیمی برزویه و خوزستان به ترتیب با ۱۰۰ و ۴/۴ درصد بالاترین و پایین‌ترین کارایی فنی در بین مجتمع‌های پتروشیمی را دارا هستند. رشد بهره‌وری همه‌ی مجتمع‌های مورد نظر در خلال سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ به طور متوسط ۳۴/۷ درصد است، که دلیل آن رشد ۱۸/۳ درصدی در تکنولوژی و رشد ۱۳/۹ درصدی در کارایی فنی می‌باشد، بنابراین تغییرات تکنولوژیکی، تأثیرگذارترین عامل در تغییرات بهره‌وری است.

طبقه بندی JEL: C61, D24, Z19

کلید واژه: تحلیل‌فراگیرداده‌ها، کارایی فنی، بهره‌وری، شاخص مالم‌کوییست، مجتمع‌های پتروشیمی

---

* نویسنده‌ی مسئول

۱- مقدمه

تولید، همواره مستلزم داشتن عوامل تولید است. افزایش تولید از دو طریق، افزایش در عوامل تولید و استفاده‌ی بهتر از عوامل تولید با اتخاذ مدیریت بهتر بر این منابع و به‌کارگیری روش‌های جدیدتر در ترکیب آن‌ها قابل حصول است. یکی از راه‌های بهینه‌سازی ترکیب عوامل تولید، استفاده از مفاهیم کارایی[1] و بهره‌وری[2] می‌باشد. کارایی و بهره‌وری، معیارهایی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان به طور مستمر شرایط موجود را بهبود بخشید. قدم ابتدایی در چرخه‌ی بهبود کارایی و بهره‌وری، اندازه‌گیری است. اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری به عنوان یک سیستم بسترساز، شرایطی را فراهم می‌آورد تا تصمیم‌گیران دریابند در چه وضعیتی قرار دارند و بتوانند برای بهبود شرایط فعلی اقدام به برنامه‌ریزی کنند.

موفقیت در هر صنعتی مستلزم استفاده از بهترین شیوه‌های تولید و بهره‌گیری بهینه از عوامل تولید و امکانات موجود است. بنابراین، افزایش کارایی و بهره‌وری در تمام صنایع کشور راهی مطمئن برای رسیدن به رشد اقتصادی هر چه بیش‌تر با همان منابع و امکانات موجود می‌باشد. در میان صنایع مختلف، صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از بخش‌های اصلی صنعت نفت از جمله صنایع مهم و مادر کشور به شمار می‌رود و به عنوان یکی از گزینه‌های مهم صادرات غیر نفتی در جهت شکوفایی اقتصادی کشور، توسعه، بومی کردن فناوری و گسترش صنایع جانبی اعم از صنایع پایین‌دستی و یا صنایع تأمین کننده‌ی نیازهای فنی، مهندسی و تحقیقاتی در کشور نقش اساسی دارد، بنابراین افزایش کارایی و بهره‌وری در این صنعت از اهمیت بسیار زیادی برخوردار است.

در حال حاضر میزان ذخایر نفتی ایران ۱۳۸ میلیارد بشکه (۱۰/۵ درصد ذخایر نفتی جهان) و میزان ذخایر گازی ایران ۹۷۴ تریلیون فوت مکعب (۱۶ درصد ذخایر گازی جهان) می‌باشد (EIA, 2008). صنعت پتروشیمی ایران به دلیل در اختیار داشتن منابع ارزان و در دسترس، دارای مزیت نسبی است و می‌توان از آن به عنوان موتور توسعه‌ی صنعتی یاد کرد، ولی با این وجود صنعت پتروشیمی ایران هنوز نتوانسته جایگاه امیدوارکننده‌ای را بین کشورهای تولیدکننده‌ی محصولات پتروشیمی به خود اختصاص دهد. به طوری که در حال حاضر سهم ایران از تولیدات ۵۷۰ میلیارد دلاری محصولات

1- Efficiency .
2- Productivity.

پتروشیمی در جهان نزدیک به ۲ درصد است (EIA, 2008)، با وجود این کاستی‌ها، تنها افزایش تولیدات نمی‌تواند تأمین‌کننده‌ی رشد و توسعه‌ی اقتصادی باشد، زیرا زمانی فرا می‌رسد که منابع کمیاب و تجدیدناپذیر مورد استفاده در صنعت پتروشیمی به پایان می‌رسد و رشد اقتصادی نیز متوقف خواهد شد و این جاست که اهمیت توجه به افزایش کارایی و بهره‌وری در صنعت پتروشیمی در کنار افزایش سطح تولید روشن می‌شود.

دست یابی به هدف افزایش کارایی و بهره‌وری در صنعت مستلزم شناخت میزان کارایی و رشد بهره‌وری و نیز شناخت عوامل مؤثر بر آن‌ها در هریک از بخش‌های صنعت می‌باشد، تا با چنین شناختی بتوان سیاست‌گذاران بخش‌های مختلف صنعت را نسبت به موقعیت آن بخش آشنا و آن‌ها را در اتخاذ سیاست‌های مناسب جهت تخصیص بهینه‌ی منابع، به حداکثر رساندن بازدهی، تأمین اشتغال نیروی انسانی متخصص و افزایش پتانسیل صادرات و صرفه‌جویی در مصرف انرژی در مجموعه‌ی صنعتی کشور یاری کرد. بنابراین با توجه به اهمیت صنعت پتروشیمی به عنوان یکی از عوامل بستر ساز توسعه‌ی اقتصادی، هدف از این مطالعه اندازه‌گیری کارایی فنی[1] و بهره‌وری به عنوان یکی از ارکان اصلی چرخه‌ی بهبود بهره‌وری در مجتمع‌های پتروشیمی ایران طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ می‌باشد.

سئوالات اساسی که در این مقاله به آن‌ها پاسخ داده می‌شود، عبارت است از:

۱. میانگین کارایی فنی هر یک از مجتمع‌های پتروشیمی ایران طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ چه مقدار است؟

۲. وضعیت تغییرات بهره‌وری و اجزای آن در مجتمع‌های پتروشیمی ایران طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ چگونه است؟

در این راستا، بخش دوم این مطالعه به پیشینه‌ی تحقیق اختصاص یافته است. در بخش سوم به مبانی نظری و مدل مورد استفاده در این مطالعه اشاره شده است. بخش چهارم، به معرفی روش و متغیرهای تحقیق پرداخته است. بخش پنجم و ششم به اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در مجتمع‌های پتروشیمی ایران اختصاص دارد. در بخش هفتم نتیجه‌گیری و پیشنهادات ارائه شده است.

1- Technical Efficiency .

۲- پیشینه‌ی تحقیق

باروس[1] (۲۰۰۸)، کارایی و بهره‌وری در ۲۵ نیروگاه مولد برق پرتغال را با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها[2] و شاخص مالم‌کوئیست[3] طی سال‌های ۲۰۰۴-۲۰۰۱ بررسی کرده است. نتایج نشان داده است که متوسط تغییرات کارایی فنی خالص،[4] متوسط تغییرات کارایی مقیاس[5] و متوسط تغییرات کارایی فنی به ترتیب معادل ۰/۲، ۴/۹ و ۵/۱ درصد بوده است. هم‌چنین متوسط رشد بهره‌وری در طی این ۴ سال معادل ۲۴/۲ درصد بوده است.

استاچ و دیگران[6] (۲۰۰۸)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست به محاسبه‌ی کارایی و تغییرات بهره‌وری در ۱۲ شرکت برق از ۱۲ کشور عضو SAPP [7] طی دوره‌ی زمانی ۲۰۰۵ پرداخته‌اند. نتایج نشان داده است، اگر چه شرکت‌ها طی دوره‌ی زمانی مورد نظر در این مطالعه پیشرفت قابل ملاحظه‌ای را در استفاده از سرمایه و نیروی انسانی تجربه نکرده‌اند، اما در زمینه‌ی بهره‌گیری از تکنولوژی‌های بهتر و رفتار تجاری مؤفق بوده‌اند. هم‌چنین با توجه به نتایج به دست آمده در این مطالعه، همبستگی روشنی بین اصلاحات انجام شده در این دوره‌ی زمانی و کارایی مشاهده نشده است.

پراویرات مادجا[8] (۲۰۰۲)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها به محاسبه‌ی کارایی فنی و کارایی اقتصادی[9] پالایشگاه‌های نفت اندونزی طی سال‌های ۱۹۹۹-۱۹۹۸ ۱۹۹۸ پرداخته است. کارایی پالایشگاه‌های نفت اندونزی در قیاس با سایر کشورهای منطقه‌ی آسیا-پاسیفیک محاسبه و رتبه‌بندی شده است. نتایج نشان داده است که برای افزایش درآمد و سود که عامل اصلی در محاسبات کارایی تخصیصی[10] محسوب می‌شود، لازم است در جهت افزایش تولید محصولات سبک‌تر حرکت کرد و این موضوع مطابق با بالا بودن شاخص تبدیل هر پالایشگاه می‌باشد.

1- Barros.
2- Data Envelopment Analysis.
3- Malmquist Index.
4- Pure Technical Efficiency .
5- Scale Efficiency .
6- Estache et al.
7- Southern Africa Power Pool.
8- Prawiraatmadja.
9- Economic Efficiency.
10- Allocative Efficiency.

رحمانی (۱۳۸۸)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست به اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در ۲۶ نیروگاه حرارتی ایران طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۱ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که متوسط کارایی فنی نیروگاه‌ها تحت فرض بازده‌ی ثابت[1] و متغیر[2] نسبت به مقیاس در سال ۱۳۸۶، معادل ۷۶/۴ بوده است. است. هم‌چنین رشد بهره‌وری تمام نیروگاه‌های مورد نظر در خلال سال‌های ۸۶-۱۳۸۱ به طور متوسط معادل ۱/۵ درصد بوده است.

یوسفی (۱۳۸۶)، با استفاده از توابع هزینه‌ی انعطاف‌پذیر، به برآورد رشد بهره‌وری کل عوامل تولید[3] و شناخت عوامل مؤثر بر رشد بهره‌وری در صنعت پتروشیمی ایران طی سال‌های ۸۴-۱۳۷۷ پرداخته است. نتایج برآورد تابع هزینه‌ی ترانسلوگ و تابع هزینه‌ی لئونتیف تعمیم یافته نشان داده که افزایش تولید و قیمت نهاده‌ها منجر به افزایش هزینه‌ها شده است، این امر بیانگر غیر نزولی بودن تابع هزینه نسبت به قیمت نهاده‌ها و سطح تولیدات بوده است. نکته‌ی حائز اهمیت در این مطالعه منفی بودن تأثیر قیمت انرژی بر روی هزینه‌های تولید می‌باشد.

فلاحی و احمدی (۱۳۸۴)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص مالم-کوییست، کارایی فنی، کارایی مقیاس، بهره‌وری و تحولات تکنولوژیکی ۴۲ شرکت توزیع برق ایران را طی سال‌های ۸۱-۱۳۷۷ مورد بررسی قرار داده‌اند، نتایج نشان می‌دهد که عدم کارایی مقیاس مهم‌ترین عامل ناکارایی شرکت توزیع برق ایران و رشد بهره‌وری شرکت های مزبور طی این دوره منفی بوده است.

۳- مبانی نظری

در این بخش، مبانی نظری در خصوص روش ها و شاخص های اندازه گیری کارایی و نیز شاخص مالم‌کوییست، مورد بررسی قرار می گیرد.

کارایی

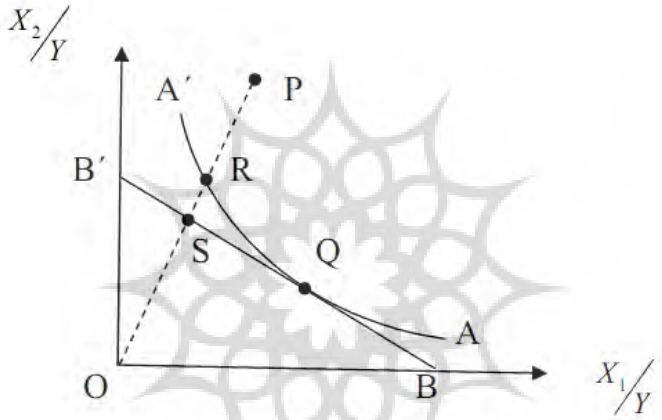
کارایی بیان‌گر این است که یک سازمان به چه خوبی از منابع خود در جهت تولید، نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان استفاده کرده است، بنابراین کارایی، معیار

1- Constant Returns To Scale.
2- Variable Returns To Scale.
3- Total Factor Productivity.

عملکرد یک سیستم سازمانی است، به عبارت دیگر کارایی، میـزان مصـرف منـابع بـرای تولید مقدار معینی محصول می‌باشد (مهرگان، ۱۳۸۳).

انواع کارایی

اندازه‌گیری کارایی به شیوه‌های نوین از مطالعه‌ی فارل[1] (۱۹۵۷) آغاز شـده اسـت. او کارایی هر بنگاه را به دو جزء کارایی فنی و کارایی تخصیصی تجزیه کرده و ایده‌ی خـود را با استفاده از نگـرش نهـاده محـور و فـرض بـازدهی ثابـت نسـبت بـه مقیـاس بـرای اندازه‌گیری کارایی بخش کشاورزی ایالات‌متحده به کار برده اسـت (فلاحـی و احمـدی، ۱۳۸۴).



نمودار ۱- توصیف انواع کارایی به روش فارل (دیدگاه نهاده‌محور)

برای بنگاه‌هایی که تنها دو نهاده‌ی X_1 و X_2 برای تولید ستاده‌ی Y مورد استفاده قرار می‌دهند، منحنی تولید یکسان[2] بنگاه‌های کاملاً کارا بـه وسـیله‌ی منحنـی $A'A$ بـا فرض بازده‌ی ثابت نسبت به مقیاس در نمودار ۱، نشان داده شده اسـت. اگـر نقطـه‌ی P نمایان‌گر یکی از بنگاه‌ها باشد، کارایی فنی که منعکس کننـده‌ی توانـایی یـک بنگـاه در حداقل‌سازی نهاده با توجه به مقدار ثابت ستاده است، به صورت $\frac{OR}{OP}$ تعریف مـی‌شـود. یک تولیدکننده زمانی به لحاظ فنی کاراست، که تولید او بر روی منحنی تولیـد یکسـان $A'A$ انجام شود.

1- Farrel.
2- Isoquants Curve .

در نمودار ۱، خط هزینه‌ی یکسان[1] $B'B$ نشانگر قیمت نهاده‌هاست. کارایی تخصیصی، منعکس کننده‌ی توانایی یک بنگاه در حداقل‌سازی هزینه با توجه به مقدار ثابت تولید است. برای بنگاهی که در نقطه‌ی P تولید می‌کند، کارایی تخصیصی به صورت $\frac{OS}{OR}$ قابل تعریف است. زمانی بنگاه از لحاظ تخصیصی کاراست که بر روی خط هزینه‌ی یکسان قرار گیرد. از حاصل‌ضرب کارایی فنی در کارایی تخصیصی، کارایی اقتصادی برای بنگاه P به صورت $\frac{OR}{OP}\times\frac{OS}{OR}=\frac{OS}{OP}$ تعریف می‌شود. زمانی بنگاه P دارای کارایی اقتصادی است که خود را از وضعیت P به وضعیت Q برساند. امتیاز مهم روش اندازه‌گیری کارایی فارل، استقلال از واحد اندازه‌گیری است (امامی، ۱۳۷۹).

اندازه‌گیری کارایی فنی به روش تحلیل فراگیرداده‌ها (DEA)

روش پیشنهادی فارل برای اندازه‌گیری کارایی بنگاه‌ها با توجه به فروض محدود کننده‌ای که به همراه داشت، کاربرد عملی چندانی نیافت تا این که چارنز و همکاران[2](۱۹۷۸) مدلی را تحت عنوان "تحلیل فراگیر داده‌ها" ارائه کردند، که توانایی اندازه‌گیری کارایی با چندین نهاده و ستاده را داشت. این روش اندازه‌گیری کارایی به دلیل قابلیت‌های فراوانی مانند: استفاده هم‌زمان از چندین نهاده و ستاده با مقیاس‌های اندازه‌گیری متفاوت، ارائه‌ی الگوی مرجع برای بنگاه‌های ناکارا، تفکیک کارایی فنی کل به کارایی فنی خالص (کارایی مدیریتی[3]) و کارایی مقیاس و عدم نیاز به وجود پیش فرض در مورد نوع تابع تولید به طور گسترده‌ای مورد توجه محققان قرار گرفت. هدف این مدل اندازه‌گیری و مقایسه‌ی کارایی نسبی بنگاه‌های همگن می‌باشد. در روش تحلیل فراگیر داده‌ها به بنگاه‌هایی همگن اطلاق می‌شود، که دارای چندین نهاده و ستاده‌ی شبیه به هم باشند.

برای ساختن مدل فرض می‌شود، n بنگاه وجود دارد و هدف، ارزیابی کارایی فنی بنگاه تحت بررسی (بنگاه صفر) می باشد، که نهاده‌های $x_{1.}, x_{2.}, ..., x_{m.}$ را برای

1- Isocosts Line.
2- Charnes et al.
۳ - کارایی مدیریتی (کارایی فنی خالص) یا همان کارایی فنی تحت فرض بازده متغیر نسبت به مقیاس می‌باشد.

تولید ستاده‌های $y_{1.}, y_{2.}, ..., y_{s.}$ مصرف می‌کند. $u_1, u_2, ..., u_s$ و $v_1, v_2, ..., v_m$، به ترتیب وزن‌های تخصیص داده شده به ستاده‌ها و نهاده‌ها می‌باشند.

متغیرهای مسأله وزن‌ها هستند، که مدل ریاضی آن به صورت مدل (۱) قابل نمایش است.

$$\begin{aligned} &\max z_{.} = \sum_{r=1}^{s} u_r y_{r.} \\ &st: \quad \sum_{i=1}^{m} v_i x_{i.} = 1 \qquad (1) \\ &\sum_{r=1}^{s} u_r y_{rj} - \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij} \le 0 \qquad (j = 0,1,2,...,n) \\ &u_r, v_i \ge 0 \end{aligned}$$

اگر متغیر متناظر با محدودیت اول و دوم در مسأله‌ی ثانویه به ترتیب با θ و λ_j بیان شود، مدل پوششی به صورت مدل (۲) به دست می‌آید.

$$\begin{aligned} &\min y_{.} = \theta \\ &st: \quad \sum_{j=0}^{n} \lambda_j y_{rj} \ge y_{r.} \qquad (r = 1,2,...,s) \qquad (2) \\ &\sum_{j=0}^{n} \lambda_j x_{ij} \le \theta x_{i.} \qquad (i = 1,2,...,m) \\ &\lambda_j \ge 0 \qquad (j = 0,1,2,...,n) \end{aligned}$$

در سال ۱۹۸۴ با در نظر گرفتن فرض بازده‌ی متغیر نسبت به مقیاس توسط بانکر[1] (۱۹۸۴)، چارنز و کوپر، اندازه‌گیری کارایی فنی با روش تحلیل فراگیر داده‌ها بسط یافت و به مدل BCC شهرت پیدا کرد. برای به دست آوردن مدل BCC کافی است که قید تحدب $\sum_{j=0}^{n} \lambda_j = 1$ به مدل (۲) اضافه و مدل با فرض بازده‌ی ثابت به مدلی با فرض بازده‌ی متغیر تبدیل شود. در این حالت کارایی فنی کل به دو جزء کارایی فنی خالص (کارایی مدیریتی) و کارایی مقیاس، قابل تفکیک است.

کارایی مقیاس × کارایی فنی خالص (کارایی مدیریتی) = کارایی فنی کل

1- Banker.

منحنی تولیدیکسان و تابع تولید مرزی ناپارامتریک که به صورت خط شکسته بـرای بنگاه‌های کارا به دست آمده، ممکن است در اندازه‌گیری کـارایی مشـکلاتی بـه صـورت نهاده‌ی مازاد[1] یا ستاده‌ی مازاد[2] ایجاد کند. در روش تحلیل فراگیر داده‌ها این مشکل بـا استفاده از مدل (۳)، یعنی مدل دومرحله‌ای تحلیل فراگیر داده‌ها برطرف شد.

$$
\begin{aligned}
&\min y_{\cdot} = \theta - \varepsilon\left(\sum_{i=1}^{m} s_i^- + \sum_{r=1}^{s} s_r^+\right) \\
&st: \quad \sum_{j=0}^{n} \lambda_j y_{rj} - s_r^+ = y_{r\cdot} \qquad (r = 1,2,\ldots,s) \\
&\qquad \sum_{j=0}^{n} \lambda_j x_{ij} + s_i^- = \theta x_{i\cdot} \qquad (i = 1,2,\ldots,m) \\
&\qquad \sum_{j=0}^{n} \lambda_j = 1 \\
&\qquad \lambda_j \geq 0 \qquad (j = 0,1,2,\ldots,n)
\end{aligned}
\tag{۳}
$$

s_i^- و s_r^+ به ترتیب نشان دهنده‌ی نهاده‌ی مازاد و ستاده‌ی مازاد هستند. یک بنگـاه زمانی کاراست، اگر و تنها اگر $\theta^* = 1$ و برای تمـامی $s_i^{-*} = 0$ و $s_r^{+*} = 0$ باشـد. اگـر برای یک بنگاه $\theta^* = 1$ و برای بعضی ها $s_i^{-*} \neq 0$ باشـد، آن‌گـاه بنگـاه تحـت بررسـی بنگاهی با کارایی ضعیف می‌باشد (مهرگان، ۱۳۸۳).

شاخص مالم‌کوییست

بهره‌وری یکی از مفاهیم مهم مطالعه‌ی عملکرد در طی زمان است. شاخص بهره‌وری بر مبنای مقایسه‌ی دوتایی است که عمدتاً به مقایسه‌ی کـارایی یـک بنگـاه در دو زمـان مختلف اشاره می‌کند. شاخص مالم‌کوییست برای دو دوره‌ی زمانی t و $t+1$، با نگـرش نهاده محور[3] و فرض عدم وجود بنگاه‌های ناکارا به صورت مدل (۴) قابل تعریف است.

$$
M_i^{t+1}\left(y^{t+1}, x^{t+1}, y^t, x^t\right) = \left[\frac{d_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_i^t(y^t, x^t)} \times \frac{d_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_i^{t+1}(y^t, x^t)}\right]^{1/2} \tag{۴}
$$

1- Input Slack.
2- Output Slack.
3- Input-Oriented.

چنان‌چه فرض واقعی وجود بنگاه‌های ناکارا در صنعت را در مدل وارد کنیم، شاخص مالم کوییست به صورت مدل (۵) به دست می‌آید.

$$M_i^{t+1} = \frac{d_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_i^t(y^t, x^t)} \left[\frac{d_i^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \times \frac{d_i^t(y^t, x^t)}{d_i^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2} \quad (۵)$$

$$= E^{t+1} \times T^{t+1}$$

به طوری که M^{t+1} تغییرات نسبی در بهره‌وری کل، E^{t+1} تغییرات در کارایی و T^{t+1} تغییرات تکنولوژیکی را با انتقال در تابع تولید مرزی بین دوره‌های t و $t+1$ اندازه‌گیری می‌کند.

تحلیل فوق بر اساس فرض بازده‌ی ثابت نسبت به مقیاس (CRS) می‌باشد. در صورت اعمال فرض بازده‌ی متغیر نسبت به مقیاس (VRS)، تغییرات کارایی نیز به اجزای خود، یعنی تغییرات کارایی فنی خالص (کارایی مدیریتی) و تغییرات کارایی مقیاس تفکیک می‌شود (امامی، ۱۳۷۹).

$$M_i^{t+1} = \frac{d_{iVRS}^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_{iVRS}^t(y^t, x^t)} \times \left[\frac{d_{iCRS}^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_{iVRS}^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \div \frac{d_{iCRS}^t(y^t, x^t)}{d_{iVRS}^t(y^t, x^t)} \right] \times$$

$$\left[\frac{d_{iCRS}^t(y^{t+1}, x^{t+1})}{d_{iCRS}^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})} \times \frac{d_{iCRS}^t(y^t, x^t)}{d_{iCRS}^{t+1}(y^t, x^t)} \right]^{1/2} \quad (۶)$$

$$= E^{t+1} \times T^{t+1}$$

تغییرات تکنولوژیکی × تغییرات کارایی مقیاس × تغییرات کارایی مدیریت = تغییرات بهره‌وری کل

با توجه به مدل (۵)، برای هر بنگاه باید چهار تابع مسافت عوامل تولید[1] محاسبه شود. در شرایط بازده‌ی ثابت نسبت به مقیاس و برای بنگاه تحت بررسی (بنگاه صفر)، این چهار تابع در صورت نشان دادن توابع مسافت عوامل تولید با d_i[2] به صورت مدل ۷، ۸، ۹ و ۱۰ قابل نمایش می‌باشد.[3]

1- Input Distance Functions.

۲- همان معکوس مقادیر کارایی مورد نظر فارل.

۳- برای این چهار مسأله روابط زیر بر قرار است:

θ و $\lambda_j \geq 0$, $(j = 0,1,2,...,n)$: آزاد در علامت

$$\left[d_i^{t+1}(y^{t+1}, x^{t+1})\right]^{-1} = \min \theta$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j y_{rj,t+1} \geq y_{r0,t+1} \qquad (r = 1,2,\ldots,s)$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j x_{ij,t+1} \leq \theta x_{i0,t+1} \qquad (i = 1,2,\ldots,m) \qquad (۷)$$

$$\left[d_i^{t}(y^{t}, x^{t})\right]^{-1} = \min \theta$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j y_{rj,t} \geq y_{r0,t} \qquad (r = 1,2,\ldots,s)$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j x_{ij,t} \leq \theta x_{i0,t} \qquad (i = 1,2,\ldots,m) \qquad (۸)$$

$$\left[d_i^{t+1}(y^{t}, x^{t})\right]^{-1} = \min \theta$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j y_{rj,t+1} \geq y_{r0,t} \qquad (r = 1,2,\ldots,s)$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j x_{ij,t+1} \leq \theta x_{i0,t} \qquad (i = 1,2,\ldots,m) \qquad (۹)$$

$$\left[d_i^{t}(y^{t+1}, x^{t+1})\right]^{-1} = \min \theta$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j y_{rj,t} \geq y_{r0,t+1} \qquad (r = 1,2,\ldots,s)$$

$$\sum_{j=0}^{n} \lambda_j x_{ij,t} \leq \theta x_{i0,t+1} \qquad (i = 1,2,\ldots,m) \qquad (۱۰)$$

برای اعمال فرض بازده‌ی متغیر نسبت به مقیاس، کافی است که محدودیت $\sum_{j=0}^{n} \lambda_j = 1$ به مسائل ۷، ۸، ۹ و ۱۰ اضافه شود.

۴- معرفی روش و متغیرهای تحقیق

این پژوهش از نوع تجربی است، که به اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در مجتمع‌های پتروشیمی فعال در ایران می‌پردازد. هر یک از مجتمع‌های پتروشیمی به

عنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده[1] قلمداد شده‌اند. در این مطالعه هزینه‌ی خوراک و مواد مصرفی، ارزش دارایی‌ها (مشهود و نامشهود)، تعداد نیروی‌کار دیپلم و زیر دیپلم و تعداد نیروی‌کار فوق دیپلم و بالاتر، به عنوان نهاده و ارزش فروش داخلی و صادرات به عنوان ستانده در نظر گرفته شده است. بنابراین متغیرهای این تحقیق شامل موارد زیر می‌باشد:

۱- هزینه‌ی خوراک و مواد مصرفی: شامل هزینه‌ی مواد مستقیم مصرفی، کاتالیست‌ها، مواد شیمیایی و سایر مواد مصرفی بر حسب میلیون ریال می‌باشد.

ارزش دارایی‌ها (مشهود و نامشهود): دارایی‌های مشهود شامل زمین، ساختمان، تأسیسات، ماشین‌آلات، جاده و محوطه‌سازی، تجهیزات واحدها، اثاثیه، منسوبات و وسایل نقلیه و دارایی‌های نامشهود شامل حق‌لیسانس پروژه‌ها، حق‌الامتیازها، ودیعه‌ها و مخارج قبل از بهره‌برداری می‌باشد.

۲- نیروی‌کار دیپلم و زیر دیپلم: شامل تعداد نیروی انسانی رسمی، پیمانی، قراردادی، شرکتی و تمامی افرادی است که در پروسه‌ی تولید در مجتمع‌ها دخیل و دارای مدرک تحصیلی دیپلم و زیر دیپلم هستند.

۳- نیروی‌کار فوق دیپلم و بالاتر: شامل تعداد نیروی انسانی رسمی، پیمانی، قراردادی، شرکتی و تمامی افرادی است که در پروسه‌ی تولید در مجتمع‌ها دخیل و دارای مدرک تحصیلی فوق دیپلم و بالاتر می‌باشند.

۴- ارزش فروش داخلی: ارزش فروش داخلی هر مجتمع بر حسب میلیون ریال به عنوان ستاده‌ی هر واحد در نظر گرفته شده است.

۵- ارزش صادرات: ارزش صادرات هر مجتمع بر حسب میلیون ریال به عنوان ستاده‌ی دیگر برای هر مجتمع در نظر گرفته شده است.

جدول ۱، خلاصه‌ای از آمار و اطلاعات نهاده‌ها و ستاده‌های مورد استفاده در این مطالعه می‌باشد که به روش میدانی برای دوره‌ی زمانی۸۶-۱۳۸۰ از منابعی هم‌چون گزارش‌های عملکرد شرکت ملی صنایع پتروشیمی، صورت‌های مالی مجتمع‌های پتروشیمی و گزارش‌های سالیانه‌ی شرکت ملی صنایع پتروشیمی گردآوری شده است. تعداد مجتمع‌های پتروشیمی که در خلال سال‌های ۸۶- ۱۳۸۰ مورد بررسی قرار گرفته‌اند، از ۹ مجتمع، شروع و به ۱۹ مجتمع در سال ۱۳۸۶ ختم می‌شود.

1- Decision Making Unit.

جدول ۱- مشخصات نهاده‌ها و ستاده‌های مورد بررسی بین سال‌های ۸۶-۱۳۸۰

	ردیف	متغیرها	واحد	حداقل مقدار	حداکثر مقدار	میانگین	انحراف از معیار
نهاده‌ها	۱	هزینه‌ی خوراک و مواد مصرفی	میلیون ریال	۱۳۰۷۵	۱۳۷۵۳۹۷۷	۱۲۶۷۴۹۷	۲۶۶۳۴۱۴
	۲	ارزش دارایی‌های مشهود و نامشهود	میلیون ریال	۱۵۳۴۱	۱۴۸۰۴۲۰۲	۴۱۴۰۸۷۱	۴۰۷۲۴۵۳
	۳	نیروی کار دیپلم و زیر دیپلم	نفر	۲۶	۲۵۹۰	۶۶۲	۶۸۴
	۴	نیروی کار فوق دیپلم و بالاتر	نفر	۴۴	۱۱۲۳	۳۹۹	۲۶۳
ستانده‌ها	۵	ارزش فروش داخلی	میلیون ریال	۱۱۲۱	۷۲۰۲۳۷۵	۱۱۲۸۶۶۰	۱۶۶۶۹۴۳
	۶	ارزش صادرات	میلیون ریال	۳۷۱۶	۱۸۶۶۹۰۳۱	۱۴۵۹۰۴۶	۲۸۶۳۶۷۹

مأخذ: ترازنامه‌ی مجتمع‌های پتروشیمی، سال‌های ۸۶-۱۳۸۰

در قسمت مبانی نظری اشاره شد که اندازه‌گیری کارایی بنگاه‌های همگن نسبت به هم از ویژگی‌های بارز روش تحلیل فراگیر داده‌ها می‌باشد. در این مطالعه از آن‌جا که مجتمع‌های پتروشیمی دارای نهاده‌ها، ستاده‌ها، ساختار و مکانیزم مشابهی می‌باشند، همگن فرض می‌شوند، بنابراین می‌توان عوامل محیطی و جغرافیایی غیر قابل کنترل بر تولید محصولات پتروشیمی را به دلیل تأثیر یکسانی که بر مجتمع‌های پتروشیمی دارند، نادیده انگاشت و از روش تحلیل فراگیر داده‌ها جهت اندازه‌گیری کارایی فنی در هر یک از مجتمع‌های پتروشیمی استفاده کرد.

پس از گردآوری آمار و اطلاعات لازم، به اندازه‌گیری کارایی فنی در مجتمع‌های پتروشیمی با استفاده از روش دو مرحله‌ای تحلیل فراگیر داده‌ها (مدل ۳) با دو فرض بازدهی ثابت و متغیر نسبت به مقیاس پرداخته می‌شود. بر اساس یک رابطه‌ی تجربی، بایستی تعداد مجتمع‌های مورد بررسی از سه برابر مجموع نهاده‌ها و ستاده‌ها بیش‌تر باشد، زیرا در غیر این صورت کارایی تمامی مجتمع‌ها صددرصد خواهد شد (راب و لیچتی[1]، ۲۰۰۲)، لذا می‌بایستی تعداد مجتمع‌های مورد بررسی حداقل از ۱۸ مجتمع بیش‌تر باشد. از آن جا که در تمام سال‌ها (به استثنای سال ۱۳۸۶)، تعداد مجتمع‌های مورد بررسی از ۱۸ مجتمع کم‌تر بوده است، در نتیجه رابطه‌ی فوق برقرار نمی‌شود. به منظور حل این مشکل از راه حل ابتکاری باروس (۲۰۰۸) استفاده شده است. به این صورت که هر سال و هر مجتمع به طور مستقل در نظر گرفته شده است، به گونه‌ای که

1- Raab and Lichty.

عملاً با ۹۱ مجتمع مواجه هستیم. پس از اجرای مدل، مجتمع‌ها بر اساس سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ دسته‌بندی شده اند.

سپس روند تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید مجتمع‌های پتروشیمی مزبور و اجزای آن (تغییرات کارایی فنی خالص، تغییرات کارایی مقیاس و تغییرات تکنولوژیکی) با استفاده از داده‌های تلفیقی دوره‌ی زمانی ۸۶-۱۳۸۰ و شاخص مالم‌کوییست (مدل ۵) برآورد می‌شود.

در مجتمع‌های پتروشیمی برای تک‌تک مجتمع‌ها یک برنامه‌ی مصوب تولید موجود است که بر اساس عملکرد سال‌های قبل نوشته می‌شود. این برنامه میزان صادرات و فروش داخلی مجتمع‌های پتروشیمی را تعیین می‌کند، لذا این مطالعه با دیدگاه نهاده-محور و به کارگیری نرم‌افزار Win4DEAP به اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در مجتمع‌های پتروشیمی ایران می‌پردازد.

۵- اندازه‌گیری کارایی فنی مجتمع‌های پتروشیمی ایران طی سال‌های۸۶-۱۳۸۰

با توجه به جدول ۲، متوسط کارایی فنی مجتمع‌های پتروشیمی مورد نظر تحت فرض CRS و VRS در خلال سال‌های۸۶-۱۳۸۰، به ترتیب برابر با ۵۵/۷ و ۶۴/۴ درصد است، یعنی اگر به طور متوسط مجتمع‌های پتروشیمی بدون تغییر در مقادیر تولید، استفاده از نهاده‌های خود را به میزان ۳۵/۶ درصد کاهش دهند، به مرز کارایی تحت فرض VRS می‌رسند و اگر ۴۴/۳ درصد در نهاده‌هایشان صرفه‌جویی کنند، علاوه بر قرار گرفتن بر روی مرز کارایی، به تولید در مقیاس بهینه نیز دست خواهند یافت.

در جدول ۲، مجتمع پتروشیمی برزویه تنها مجتمعی است که تحت فرض CRS دارای کارایی فنی واحد است. یعنی دارای کارایی فنی خالص (مدیریتی) و مقیاس صددرصد می‌باشد. سایر مجتمع‌های پتروشیمی همگی با توجه به فرض CRS، ناکارا تلقی می‌شوند، اما ناکارایی آن‌ها دارای دلایل یکسانی نیست. تعدادی از این مجتمع‌ها مانند: مجتمع‌های پتروشیمی ارومیه، فن‌آوران، برزویه و زاگرس، تحت فرض VRS دارای کارایی فنی واحد هستند و ناکارایی فنی آن‌ها تحت فرض CRS از ناکارایی مقیاس نشأت گرفته است. تعدادی دیگر از این مجتمع‌ها مانند مجتمع‌های پتروشیمی بندرامام، تبریز، خراسان، رازی، شیراز، امیرکبیر، بوعلی‌سینا، خوزستان، تندگویان، بیستون، مارون، پارس، اراک، اصفهان و خارک، تحت فرض VRS دارای کارایی فنی

جدول ۲- میانگین کارایی فنی مجتمع‌های پتروشیمی در طی سال‌های ۸۶- ۱۳۸۰

مجتمع‌های پتروشیمی	تحت فرض **CRS**	تحت فرض **VRS**	
	کارایی فنی	کارایی فنی خالص (کارایی مدیریت)	کارایی مقیاس
۱- ارومیه	۰/۴۱۱	۱	۰/۴۱۱
۲- بندر امام	۰/۶۷۹	۰/۹۰۸	۰/۷۵۰
۳- تبریز	۰/۳۳۱	۰/۳۵۶	۰/۸۸۲
۴- خراسان	۰/۷۹۸	۰/۸۴۳	۰/۹۳۱
۵- رازی	۰/۲۰۱	۰/۲۶۷	۰/۷۷۶
۶- شیراز	۰/۴۱۲	۰/۴۶۵	۰/۸۸۷
۷- امیرکبیر	۰/۲۹۵	۰/۳۹۰	۰/۷۲۱
۸- بوعلی‌سینا	۰/۷۳۴	۰/۷۷۶	۰/۸۹۳
۹- فن آوران	۰/۹۸۲	۱	۰/۹۸۲
۱۰- خوزستان	۰/۰۴۴	۰/۲۶۹	۰/۱۶۷
۱۱- تندگویان	۰/۳۱۰	۰/۳۴۰	۰/۸۷۴
۱۲- بیستون	۰/۱۸۳	۰/۵۶۸	۰/۳۱۶
۱۳- مارون	۰/۲۹۶	۰/۳۴۳	۰/۸۰۸
۱۴- پارس	۰/۸۹۷	۰/۹۳۹	۰/۹۵۴
۱۵- برزویه	۱	۱	۱
۱۶- زاگرس	۰/۸۳۶	۱	۰/۸۳۶
میانگین	**۰/۵۲۵**	**۰/۶۵۴**	**۰/۷۶۲**
واگذار شده به بخش خصوصی:			
۱۷- اراک	۰/۳۷۹	۰/۳۸۲	۰/۹۹۲
۱۸- اصفهان	۰/۷۶۷	۰/۷۸۴	۰/۹۶۵
۱۹- خارک	۰/۹۱۷	۰/۹۴۷	۰/۹۶۶
میانگین	**۰/۶۸۷**	**۰/۷۰۴**	**۰/۹۷۴**
میانگین کل	**۰/۵۵۷**	**۰/۶۴۴**	**۰/۸۳۰**

مأخذ: نتایج تحقیق

کم‌تر از واحد می‌باشند. در این مجتمع‌ها، ناکارایی تحت فرض CRS، از ناکارایی مدیریت و ناکارایی مقیاس نشأت می‌گیرد. طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۰، به جز مجتمع‌هایی که در سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ به بهره‌برداری رسیده‌اند، مجتمع‌های فن‌آوران، خارک، خراسان، اصفهان، بوعلی‌سینا و بندرامام، تحت فرض بازده‌ی ثابت نسبت به مقیاس،

به ترتیب با میانگین ۹۸/۲، ۹۱/۷، ۷۹، ۷۶/۷، ۷۳/۴ و ۶۸ درصد دارای بیش‌ترین کارایی فنی و مجتمع‌های خوزستان، رازی، امیرکبیر، تندگویان، تبریز، اراک، ارومیه و شیراز به ترتیب با میانگین ۴/۴، ۲۰، ۲۹/۵، ۳۱، ۳۳، ۳۸، ۴۱ و ۴۱/۲ درصد، دارای کم‌ترین کارایی فنی هستند.

با توجه به جدول ۲، می‌توان مشاهده کرد که طی سال‌های ۸۶- ۱۳۸۰، میانگین کارایی مدیریت کم‌تر از کارایی مقیاس بوده است. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت که ناکارایی مدیریت بیش‌ترین تأثیر را بر روی ناکارایی فنی تحت فرض CRS داشته است و این بدان معنی است که هر چند بیش‌تر مجتمع‌ها به تولید در مقیاس اهمیت می‌دهند، ولی مدیریت نتوانسته است از منابع موجود به صورت کارا استفاده کند. در تمام سال‌های مورد بررسی تحت هر دو فرض CRS و VRS، مجتمع‌های پتروشیمی واگذارشده به بخش خصوصی از میانگین کارایی فنی بالاتری نسبت به سایر مجتمع‌ها برخوردار بوده‌اند، که این مسئله بیان‌گر عملکرد بهتر بخش خصوصی نسبت به بخش دولتی در مباحث مربوط به کارایی می‌باشد.

الگوی مرجع و ارائه‌ی راهکارهای سیاستی

با توجه به جدول۲، تعدادی از مجتمع‌ها تحت فرض VRSدارای کارایی فنی واحد هستند. این مجتمع‌ها به عنوان مرجع برای مجتمع‌های ناکارا محسوب می‌شوند. در صورت اعمال وزن‌هایی که توسط واحدهای مرجع توصیه می‌شوند، می‌توان به مقدار کاهش در هر یک از نهاده ها با فرض ثبات در میزان تولید هر یک از مجتمع‌های ناکارا برای رسیدن به مرز کارایی پی برد.

جدول ۳، به عنوان راهکاری سیاستی به مدیران مجتمع‌های ناکارا تحت فرض VRS پیشنهاد می‌کند، چه میزان نهاده‌های خود را می‌توانند به شرط ثبات در تولید محصولات پتروشیمی کاهش دهند تا با قرار گرفتن بر روی مرز کارا دارای کارایی فنی صددرصد شوند.

جدول ۳- میزان کاهش نهاده‌های تولید مجتمع‌های پتروشیمی برای رسیدن به مرز کارا در سال ۱۳۸۶

مجتمع‌های پتروشیمی ناکارا	میزان کاهش ارزش هزینه‌ی خوراک و مواد مصرفی (مواد مستقیم مصرفی، کاتالیست‌ها، مواد شیمیایی و سایر مواد) (میلیون ریال)	میزان کاهش ارزش دارایی‌ها (مشهود ونامشهود) (میلیون ریال)	میزان کاهش تعداد نیروی کار دیپلم و زیردیپلم (نفر)	میزان کاهش تعداد نیروی کار فوق دیپلم و بالاتر (نفر)
۱- خراسان	۲۰۲۰	۷۵۵۲۱	۷۳	۱۰۴
۲- رازی	۲۴۹۶۹۵	۴۲۶۸۳۹۵	۶۱۹	۳۶۶
۳- شیراز	۱۳۴۷۷	۲۲۴۶۷۰	۶۴۰	۲۳۳
۴- امیرکبیر	۱۶۶۳۱۴۱	۷۴۶۰۲۷۸	۴۷	۳۵۲
۵- خوزستان	۱۰۵۴۴۲	۲۴۶۸۸۷۹	۱۰۷	۱۸۳
۶- تندگویان	۲۶۶۵۵۶۹	۷۴۸۶۷۷۲	۲۶۴	۳۸۴
۷- بیستون	۸۹۰۷۳	۱۸۰۹۴۱۸	۲۶	۱۴۲
۸- مارون	۵۱۳۸۷۷	۹۱۳۰۷۲۹	۱۱۳	۲۹۷
۹- اراک	۱۲۱۹۹۱۵	۲۴۶۲۶۶۷	۴۱۳	۶۴۵

مأخذ: نتایج تحقیق

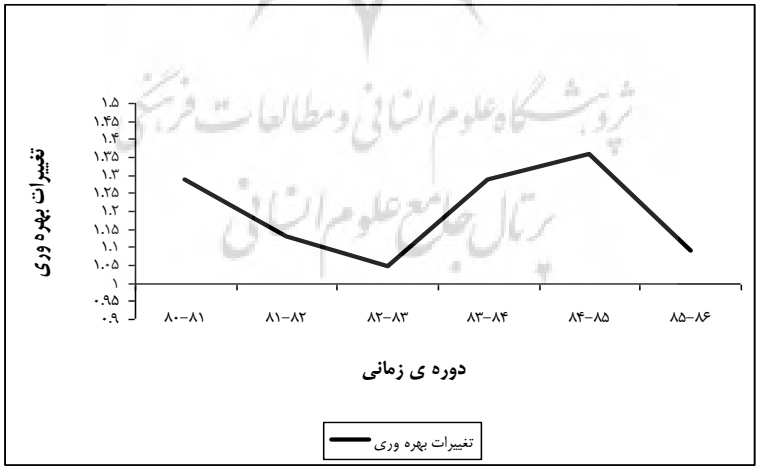
۶- اندازه‌گیری بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی با استفاده از شاخص مالم-کوییست

با توجه به جدول ۴، می‌توان مشاهده کرد که از میان ۱۷ مجتمع پتروشیمی مورد بحث در این مطالعه، ۱۴ مجتمع به طور متوسط رشد مثبت و ۳ مجتمع رشد منفی بهره‌وری را در خلال سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ تجربه کرده‌اند. طی این سال‌ها بهره‌وری کل عوامل تولید مجتمع‌ها به طور متوسط ۳۴/۷ درصد رشد داشته است، که دلیل آن رشد ۱۸/۳ درصدی در تکنولوژی و ۱۳/۹ درصدی در کارایی فنی می‌باشد. رشد ۱۳/۹ درصدی در کارایی فنی، از رشد ۳۱/۵ درصدی در کارایی فنی خالص و رشد منفی ۱۳/۴ درصدی در کارایی مقیاس نشأت گرفته است، یعنی به طور متوسط مجتمع‌های پتروشیمی در طی این ۷ سال هر چند نتوانسته‌اند به سمت مقیاس بهینه حرکت کنند، ولی با ترکیب سیاست‌هایی هم‌چون بهبود در روش مدیریت عوامل تولید و سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های مدرن‌تر، توانسته‌اند به رشد ۳۴/۷ درصدی در بهره‌وری دست یابند. بهترین جزء تغییرات بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی، تغییرات کارایی فنی خالص (مدیریت منابع) است که به‌طور متوسط سالانه دارای رشد ۳۱/۵ درصدی می‌باشد.

جدول ۴- متوسط تغییرات بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی و اجزای آن در طی سال‌های ۸۶-۱۳۸۰

مجتمع‌ها	متوسط تغییرات در کارایی فنی خالص	متوسط تغییرات در کارایی مقیاس	متوسط تغییرات در کارایی فنی	متوسط تغییرات در تغییرات تکنولوژی	متوسط تغییرات در بهره‌وری مجموع عوامل تولید
۱- ارومیه	۱/۰۲۹	۰/۷۹۵	۰/۸۱۸	۱/۱۲۷	۰/۹۲۲
۲- بندر امام	۱/۲۱۲	۰/۹۸۵	۱/۱۹۴	۱/۲۰۳	۱/۴۳۶
۳- تبریز	۰/۸۳۱	۱/۰۲۲	۰/۸۴۹	۱/۱۷۲	۰/۹۹۴
۴- خراسان	۰/۹۰۸	۰/۹۴۱	۰/۸۵۴	۱/۱۶۲	۰/۹۹۲
۵- رازی	۰/۹۴۸	۰/۹۸۳	۰/۹۳۲	۱/۱۳۷	۱/۰۵۹
۶- شیراز	۱/۰۱۱	۰/۹۸۹	۱	۱/۱۶۰	۱/۱۶۰
۷- امیرکبیر	۱/۲۸۳	۰/۹۹۴	۱/۲۷۵	۱/۲۷۹	۱/۶۳۲
۸- بوعلی‌سینا	۱/۴۹۶	۱	۱/۴۹۶	۱/۴۸۰	۲/۲۱۳
۹-فن‌آوران	۰/۹۲۲	۰/۹۵۸	۰/۸۸۴	۱/۳۴۸	۱/۱۹۱
۱۰- خوزستان	۲/۲۵۶	۰/۳۶۱	۰/۸۱۴	۱/۳۴۱	۱/۰۹۳
۱۱- تندگویان	۱/۳۳۴	۰/۹۸۴	۱/۳۱۳	۱/۴۵۲	۱/۹۰۷
۱۲- بیستون	۱/۴۴۶	۰/۵۷۱	۰/۸۲۶	۱/۲۸۴	۱/۰۶۱
۱۳- مارون	۳/۷۷۴	۰/۹۵۸	۳/۶۱۴	۰/۸۹۲	۳/۲۲۴
۱۴- پارس	۴/۴۰۰	۰/۶۷۸	۲/۹۶۸	۰/۸۴۳	۲/۵۰۱
۱۵- اراک	۰/۹۵۵	۰/۹۵۲	۰/۹۰۹	۱/۱۱۲	۱/۰۱۲
۱۶- اصفهان	۰/۹۵۷	۰/۹۹۳	۰/۹۵۰	۱/۱۳۱	۱/۰۷۵
۱۷- خارک	۱	۱	۱	۱/۱۸۵	۱/۱۸۵
میانگین	**۱/۳۱۵**	**۰/۸۶۶**	**۱/۱۳۹**	**۱/۱۸۳**	**۱/۳۴۷**

مأخذ: نتایج تحقیق



مأخذ: نتایج تحقیق

نمودار ۲- متوسط تغییرات بهره‌وری کل بین سال‌های ۸۶-۱۳۸۰

نمودار ۲، متوسط تغییرات بهره‌وری را در خلال سال‌های ۸۶-۸۰ برای ۱۷ مجتمع پتروشیمی نمایش می‌دهد. طی این دوره‌ی زمانی، با وجود آن متوسط تغییرات بهره‌وری دارای روند مشخصی نمی‌باشد، اما روند رشد آن همواره مثبت است. مجتمع‌ها طی دوره‌ی ۸۵-۱۳۸۴ دارای بیش‌ترین (۳۵/۸ درصد) و طی دوره‌ی۸۳-۱۳۸۲ دارای کم‌ترین رشد بهره‌وری (۴/۸ درصد) هستند.

۷- نتیجه‌گیری و پیشنهادات

نتایج به دست آمده از بررسی کارایی فنی ۱۹ مجتمع پتروشیمی حاکی از آن است که، متوسط کارایی فنی در مجتمع‌های مورد بررسی در خلال سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ تحت فرض CRS و VRS به ترتیب معادل ۵۵/۷ و ۶۴/۴ درصد بوده است.

مجتمع‌های پتروشیمی ارومیه، فن‌آوران، برزویه و زاگرس، به عنوان مجتمع‌های مرجع معرفی شده‌اند. توصیه می‌شود مجتمع‌های ناکارا برای بهبود کارایی فنی به کاهش در استفاده از نهاده‌های تولیدی خود به شرط ثبات در تولید محصولات پتروشیمی با ضرایبی که مجتمع‌های مرجع پیشنهاد می‌کنند، مبادرت ورزند تا علاوه بر اصلاح الگوی مصرف نهاده‌های تولید بر روی مرز کارا نیز قرار گیرند.

در طول سال‌های مورد بررسی تحت هر دو فرض CRS و VRS، مجتمع‌های پتروشیمی واگذارشده به بخش خصوصی از میانگین کارایی فنی بالاتری نسبت به سایر مجتمع‌ها برخوردار بوده‌اند، این مسئله بیان‌گر عملکرد بهتر بخش خصوصی نسبت به بخش دولتی در مباحث مربوط کارایی می‌باشد. بنابراین، می‌توان نتیجه گرفت خصوصی‌سازی یکی از عوامل مهم افزایش کارایی فنی در مجتمع‌های پتروشیمی است.

متوسط رشد بهره‌وری تمام مجتمع‌های پتروشیمی در خلال سال‌های ۸۶-۸۰ معادل ۳۴/۷ درصد بوده است. تغییرات کارایی فنی خالص، تغییرات کارایی مقیاس و تغییرات تکنولوژیکی در طی دوره‌ی مورد مطالعه برای تمامی مجتمع‌های پتروشیمی مورد نظر به طور متوسط به ترتیب دارای رشد ۳۱/۵، ۱۳/۴- و ۱۸/۳ بوده است.

در پایان به محققانی که علاقمند به مباحث کارایی و بهره‌وری در صنعت پتروشیمی می‌باشند توصیه می‌شود از آنجایی که توسعه‌ی صنعت بدون توجه به تأثیر آن بر محیط زیست، موجب بحران‌های زیست محیطی هم‌چون از بین رفتن لایه‌ی ازن، گرم شدن زمین، باران‌های اسیدی، تخریب جنگل‌ها و رودخانه‌ها و غیره می‌شود، در

تحقیقات بعدی متغیری را تعریف کنند که میزان آلاینده‌های ناشی از فعالیت هر مجتمع پتروشیمی را به منزله‌ی یک ستاده‌ی منفی وارد مدل کند.

فهرست منابع

امامی‌میبدی، علی، (۱۳۷۹) "اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری"، مؤسسه‌ی مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.

رحمانی صفتی، محمدحسین، (۱۳۸۸)، "اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در نیروگاه‌های حرارتی، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی اقتصاد و علوم اجتماعی، دانشگاه شهید چمران اهواز.

فلاحی، محمد علی و احمدی، وحیده، (۱۳۸۴)، "ارزیابی شرکت‌های توزیع برق ایران"، مجله‌ی تحقیقات اقتصادی، شماره‌ی ۷۱، صص ۳۲۰-۲۹۷.

مهرگان، محمد رضا، (۱۳۸۳)، "مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها"، دانشکده‌ی مدیریت، دانشگاه تهران، تهران.

یوسفی، احمد، (۱۳۸۶)، "برآورد رشد بهره‌وری، با به کارگیری توابع هزینه انعطاف‌پذیر طی سال‌های ۸۴-۱۳۷۷: مطالعه‌ی موردی صنعت پتروشیمی ایران"، پایان‌نامه‌ی کارشناسی ارشد، دانشکده‌ی اقتصاد، دانشگاه اصفهان.

Banker, R. D, A. Charnes, A. Cooper, (1984), "Some Models for Estimation Technical and Scale in Efficiency in Data Envelopment Analysis", Management Science, Vol. 30, No. 3, pp. 1078-1092.

Barros, Carlos Pestana, (2008), "Efficiency analysis of hydroelectric generating plants: A case study for Portugal", Energy Economics, Vol. 30, pp. 59–75

Charnes, A, W. Cooper, E. Rhodes, (1978), "Measuring The Efficiency of Decision Making Units", European Journal of Operational Research, Vol. 2, No. 6, pp. 429-444.

Estache, Antonio, Beatriz Tovar, Lourdes Trugillo, (2008), "How Efficient are African Electricity Companies?" Evidence from the Southern African Countries, Energy Policy, Vol. 36, pp. 1969-1979

Energy Information Administration (EIA), (2008)

Farrel, M.J, (1957), "The Measurment of Productive Efficiency", Journal of Royal Statistical Society, Vol. 120, No. 3, pp. 253-282.

Prawiraatmadja, Widhyawan, (2002), "An Investigation of Economic Efficiency in Indonesian Petroleum Refineries: a nonparametric approach", University of Hawaii.

Raab, R.L, W.L Lichty, (2002), "Identifying Subareas that Comprise a Greater Metropolitan Area: The Criterion of County Relative Efficiency", Journal of Regional Science, Vol. 42, No. 3, pp. 579-594

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی