فصلنامــه علوم اقتصادی
سال ۹ / شماره ۳۰ / بهار ۱۳۹٤

اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری در پالایشگاه‌های گاز طبیعی ایران*

علی امامی میبدی [۱]
تیمور محمدی [۲]
عارف بهروز [۳]

تاریخ دریافت: ۱۳۹۳/۱۰/۱۲ تاریخ پذیرش: ۱۳۹۳/۱۲/۱۱

چکیده

این مقاله اقدم به اندازه‌گیری کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی و بهره‌وری پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور با روش نا پارامتری تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) و شاخص مالم کوئیست طی سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳ کرده است. برای این منظور از روش نهاده محور با سه نهاده و دو ستانده استفاده شده است. نتایج نشان داد که متوسط کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور در خلال سال‌های ۸۹-۱۳۸۳، به ترتیب ۹۵، ۹۸,۱ و ۹۳ درصد است. از میان پالایشگاه‌های گاز طبیعی؛ در محاسبه بهره‌وری ۲ پالایشگاه به طور متوسط رشد مثبت و ۴ پالایشگاه دیگر رشد منفی بهره‌وری را در خلال سال‌های ۸۹-۱۳۸۳ تجربه کرده‌اند. طی این سال‌ها بهره‌وری کل عوامل تولید پالایشگاه‌ها به طور متوسط ۸,۲ درصد رشد منفی داشته است که دلیل اصلی آن رشدمنفی ۸ درصدی در کارایی تکنولوژی می‌باشد.

واژه‌های کلیدی: کارایی اقتصادی، کارایی تخصیصی، پالایشگاه‌های گاز طبیعی، بهره‌وری.
طبقه بندی JEL : C61 ،D24 Z19

* این مقاله حاصل استخراج پایان نامه کارشناسی ارشد اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی است.

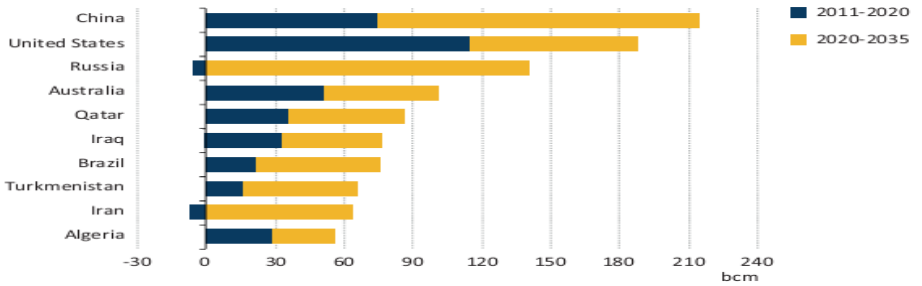
۱- دانشیار و عضو هئیت علمی دانشگاه علامه طباطبائی تهران. Emami@atu.ac.ir
۲- استادیار و عضو هئیت علمی دانشگاه علامه طباطبائی تهران. atmahmadi@gmail.com
۲- کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی تهران، (نویسنده مسئول) Aref.behrooz2013@gmail.com

۱- مقدمه

تولید همواره مستلزم داشتن عوامل تولید است. افزایش تولید از دو طریق، افزایش در عوامل تولید و استفاده بهتر از آن ها با اتخاذ مدیریت مناسب بر منابع و بکار گیری روش‌های جدیدتر در ترکیب آن‌ها قابل حصول است. یکی از راه‌های بهینه‌سازی ترکیب عوامل تولید، توجه به مقوله کارایی[۱] و بهره‌وری[۲]است. کارایی و بهره‌وری، معیارهایی هستند که به کمک آن‌ها می‌توان به طور مستمر شرایط موجود را بهبود ببخشید. قدم ابتدایی در چرخه‌ی بهبود کارایی و بهره‌وری، اندازه‌گیری است. اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری به‌عنوان یک سیستم بسترساز، شرایطی را فراهم می‌آورد تا تصمیم گیران دریابند در چه وضعیتی قرار دارند و برای بهبود شرایط فعلی اقدام به برنامه‌ریزی کنند. بخش گاز، از بعد ملی و از جهات مختلف اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و اجتماعی از اهمیت قابل‌توجهی برخوردار است و از دیدگاه اقتصادی گاز می‌تواند نقش مهمی را در تولید ناخالص داخلی، تجارت خارجی، تشکیل سرمایه ملی، اشتغال، بودجه و حتی گسترش زمینه صادرات غیر نفتی ایجاد نماید، از سوی دیگر ایران دارای صنایع پتروشیمی قابل‌توجهی است که هر روزه بر تعداد آن ها افزوده‌شده و گاز را به‌عنوان خوراک اصلی مورد استفاده قرار می‌دهند. توسعه پیوسته و هرچه سریع‌تر این صنعت موجبات افزایش ارزش‌افزوده و کاهش بهای تمام‌شده تولیدات بسیاری از صنایع دیگر را فراهم آورده و از سوی دیگر با جابجایی نوع سوخت مصرفی از نفت به گاز در صنایعی که هم اینک از نفت به‌عنوان انرژی در تولیدات خود استفاده می‌کنند شرایط برای صرفه‌جویی های عظیم ارزی در اقتصاد ملی و کلان کشور فراهم خواهد آمد (شرکت ملی گاز ایران،۱۳۹۲). تقاضای روزافزون جهانی برای گاز طبیعی باعث گردیده تا این حامل انرژی به‌عنوان انرژی قرن بیست و یکم مورد توجه قرار گیرد (شرکت بازرگانی گاز ایران[۳]، ۱۳۹۲). از طرفی دیگر در حال حاضر گاز طبیعی در بخش بالادستی صنعت نفت و گاز جهان، به‌عنوان یکی از سوخت‌های پاک و جایگزین نفت خام در قرن بیست و یکم مورد توجه قرار گرفته است (ترازنامه انرژی، ۱۳۸۹). در این میان کشور ایران با میزان ۳۳,۶ میلیون مترمکعب ذخایر گاز طبیعی، در رتبه نخست کشورهای دارنده‌ی ذخایر گاز طبیعی جهان قرار دارد (BP[۴]، ۲۰۱۳).

از آنجایی که بخش اعظم گاز طبیعی مصرفی در داخل کشور و همچنین گازهای طبیعی صادراتی به کشورهای هم‌جوار پس از پالایش و فراورش، تأمین و عرضه می‌گردد، نیاز است تا کارایی و بهره‌وری پالایشگاه‌های گاز کشور مورد ارزیابی و بررسی قرار گیرد (افخمی اردکانی، ۱۳۹۲). با توجه به اینکه خوراک اصلی پالایشگاه‌های گازی در کشور گازترش هستند و این گاز از میدان‌ها مستقل گازی یا میدان‌ها نفتی حاصل می‌شود، جهت حفظ و صیانت از این منابع طبیعی، نیاز است تا پالایشگاه‌های کشور از حداکثر امکانات و با کمترین میزان اتلاف و پسماند به تولید گاز طبیعی قابل مصرف بپردازند (افخمی اردکانی، ۱۳۹۲). شرکت ملی گاز ایران با دارا بودن ظرفیت پالایش گاز به میزان ۴۴۶میلیون مترمکعب در روز و ۲۸۰۰۰ کیلومتر خطوط انتقال فشارقوی و پیش از ۱۵۰ هزار کیلومتر شبکه توزیع، مصارف بخش خانگی/ تجاری (۴۴ درصد)، نیروگاه‌ها (۳۰ درصد) و صنعتی (۲۶ درصد) را تأمین می‌کند. ۶۶۰ شهر و ۵۷۰۰ روستا (حدود ۷۶درصد جمعیت کشور) تحت پوشش گاز رسانی قرارگرفته‌اند و سهم گاز در سبد مصرف انرژی

فسیلی کشور به ۶۱ درصد رسیده است۵.با توجه به برآوردهای انجام‌شده، پیش‌بینی می‌شود تقاضای جهانی گاز طبیعی بیش از سایر انرژی‌های اولیه، افزایش یابد، به‌گونه‌ای که با توجه به برآورد آژانس بین‌المللی انرژی[۶]، انتظار می‌رود تقاضای جهانی گاز طبیعی تا سال ۲۰۳۰ به دو برابر آن در سال۲۰۰۲ افزایش یابد. با توجه به برآورد آژانس بین‌المللی انرژی، تقاضای گاز طبیعی جهان تا سال ۲۰۳۰ به‌طوری‌که متوسط سالانه ۲/۳درصد رشد را ازسر خواهد گذراند که بخش عمده آن ناشی از افزایش تقاضای گاز طبیعی در بخش نیروگاهی خواهد بود. به‌این‌ترتیب، سهم گاز طبیعی در سبد انرژی مصرفی جهان از ۲۱درصد در سال ۲۰۰۲ به ۲۵درصد در سال ۲۰۳۰ افزایش خواهد یافت. بر اساس این برآوردها، رشد مصرف گاز طبیعی در آفریقا، آمریکای لاتین و کشورهای در حال توسعه آسیا، بیش از میانگین جهانی آن خواهد بود. (ترازنامه انرژی، ۱۳۹۰). از طرف دیگر بسیاری از کشورهای عمده تولیدکننده گاز طبیعی در جهان در حال حرکت به سمت یک سناریوی جدیدی در تولید گاز طبیعی خود هستند و رویکرد چشم‌اندازی خود را بر اساس رشد تولید بیشتری تمرکز می‌دهند (نمودار (۱)).



نمودار (۱). تغییر در تولید گاز طبیعی سالانه در کشورهای منتخب در سناریو جدید

Source :IEA, 2013

از طرفی دیگر پالایشگاه‌ها ضمن آن که بالاترین مصرف‌کننده انرژی هستند، تبدیل‌کننده و تولیدکننده انرژی نیز به شمار می‌آیند. از طرفی اجرای برنامه بهبود و ارتقای کار آیی و بهره‌وری انرژی در صنایع می‌تواند در کوتاه‌مدت و با مخارج بسیار کم، صرفه‌جویی های عمده‌ای را به دنبال داشته باشد و برای مشخص کردن ظرفیت‌های موجود برای صرفه‌جویی انرژی باید اقدام به اندازه‌گیری کار آیی و بهره‌وری کرد[۷].

بنابراین با توجه به اهمیت صنعت گاز طبیعی و به‌خصوص بخش پالایش آن به‌عنوان یکی از عوامل بسترساز توسعه‌ی اقتصادی، هدف از این مطالعه اندازه‌گیری کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی و بهره‌وری کل پالایشگاه‌های گاز طبیعی در ایران طی سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳ می‌باشد.

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

۱) میانگین کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی هر یک از پالایشگاه‌های گاز طبیعی ایران طی سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳ چقدر است؟

۲) وضعیت تغییرات بهره‌وری و اجزای آن در هر یک از پالایشگاه‌های گاز طبیعی ایران طی سال-های ۸۹- ۱۳۸۳ چگونه است؟

در این راستا، بخش دوم این مطالعه به پیشینه‌ی تحقیق اختصاص یافته است. در بخش بعد به مبانی نظری و مدل مورد استفاده در این مطالعه اشاره شده است. بخش پنجم و ششم به اندازه‌گیری کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی، مدیریتی، مقیاس و بهره‌وری در پالایشگاه‌های ایران اختصاص دارد. در بخش هفتم نتیجه‌گیری و پیشنهاد ارائه شده است.

۲- پیشینه‌ی تحقیق

در مطالعه های خارجی پراویرات مادجا[۸](۲۰۰۲)، با استفاده از روش تحلیل داده‌ها به محاسبه کارایی فنی و کارایی اقتصادی پالایشگاه‌های نفت اندونزی طی سال های ۱۹۹۹-۱۹۹۸ پرداخته‌اند. کارایی پالایشگاه‌های نفت اندونزی در قیاس با سایر کشور های منطقه‌ی آسیا- پاسیفیک محاسبه و رتبه‌بندی شده است. نتایج نشان داده‌ها است برای افزایش درآمد و سود که عامل اصلی در محاسبه ها کارایی تخصیصی محسوب می‌شود، لازم است در جهت افزایش تولید محصولات سبک تر حرکت کرد و این موضوع مطابق با بالا بودن شاخص تبدیل هر پالایشگاه می‌باشد.

استاچ[۹] و دیگران (۲۰۰۸)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص مالم کوئیست به محاسبه‌ی کارایی و تغییرات بهره‌وری در ۱۲ شرکت برق از ۱۲ کشور عضوSAPP[۱۰] طی دوره زمانی ۲۰۰۵ پرداخته‌اند. نتایج نشان داده است، اگرچه شرکت‌ها طی دوره زمانی مورد نظر در این مطالعه پیشرفت قابل‌ملاحظه‌ای را در استفاده از سرمایه و نیروی انسانی تجربه نکرده‌اند، اما در زمینه‌ی بهره‌گیری از تکنولوژی‌های برتر و رفتار تجاری موفق بوده‌اند. همچنین با توجه به نتایج به‌دست آمده در این مطالعه، همبستگی روشنی بین اصلاحات انجام‌شده در این دوره‌ای زمانی و کارایی مشاهده نشده است.

رامولو اس دی لیما[۱۱] و رابرتو اسکافر[۱۲](۲۰۱۱) در مقاله کارایی انرژی پالایشگاه نفت خام در برزیل: یک مطالعه موردی پالایشگاه برزیلی، به ارزیابی کارایی انرژی در پالایشگاه نفت خام برزیلی در مقایسه با پالایشگاه نفت خام ایالات‌متحده بین سال‌های ۱۹۳۰ و ۲۰۰۸ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که افزایش پیچیدگی پالایشگاه مصرف انرژی تولیدات ارزش‌افزوده بالا را کاهش می‌دهد؛ مانند سوخت جت و دیزل و بنزین.

سیوشی و گوتو (۲۰۱۲)[۱۳] در مطالعه خود با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی زیست‌محیطی در صنایع نفت و گاز پرداخته است. در این مطالعه خروجی‌های مدل به خروجی‌های مطلوب (خوب) و خروجی‌های نامطلوب (بد) طبقه‌بندی شده است. علاوه بر این مالکیت بخش خصوصی و دولتی بودن صنعت نفت و گاز در هر کشور در تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که شرکت‌های ملی نفت که تحت مالکیت دولتی قرار دارند، با عدم کارایی زیست‌محیطی بیشتری نسبت به شرکت‌های بین‌المللی نفتی که تحت مالکیت بخش خصوصی هستند، همراه هستند.

در مطالعه های داخلی اکرم غیبی هاشم‌آبادی (۱۳۸۴)، به بررسی کارایی و بهره‌وری برخی از پالایشگاه-های نفت ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته است.وی در مدل خود نهاده‌ها را تعداد پرسنل، برق مصرفی، سوخت مصرفی و ظرفیت پالایشگاه‌ها و از سوی دیگر ستانده‌ها را نسبت مجموع فرآورده‌های سبک به کل فرآورده‌ها و ضایعات در نظر گرفته است. نتایج به‌دست آمده نشانگر این است که میزان متوسط کارایی مقیاس در پالایشگاه‌ها در طی سال‌های ۱۳۸۲-۱۳۷۶ با فرض بازدهی ثابت به مقیاس، به ترتیب برابر با ۶۳، ۷۱، ۶۶، ۶۶، ۶۹، ۶۹، ۶۷ درصد می‌باشد.

زهرا ایزدی (۱۳۸۸)، کارایی و بهره‌وری ۹ پالایشگاه کشور را برای سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۰ را با استفاده از رویکرد ستاده محور و نرم‌افزار Windeap و با توجه به فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) اندازه‌گیری کرده است. ایشان برخلاف مطالعه‌ی غیبی به‌جای برق مصرفی و ظرفیت پالایشگاه‌ها به‌عنوان نهاده‌ها از خوراک و ضریب پیچیدگی پالایشگاه استفاده کرده است. نتایج حاصل نشانگر این است که پالایشگاه تهران در سال های ۸۰ و ۸۱ و پالایشگاه بندرعباس در اکثر سال‌ها کمترین میزان کارایی را داشته‌اند. همچنین از نظر بهره‌وری، تغییرات بهره‌وری کل از سال ۸۰ تا ۸۶ روند ملایم افزایشی داشته است.

میبدی و همکاران (۱۳۸۸) در مطالعه‌ای دیگر، به بررسی و اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در نیروگاه‌های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی پرداخته‌اند. نتایج از حاصل از این مطالعه برای ۲۶ نیروگاه حرارتی فعال در ایران در طی دوره زمانی ۱۳۸۶-۱۳۸۱ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، نشان می‌دهد که متوسط کارایی فنی نیروگاه‌ها تحت فرض بازده ثابت و متغیر در سال ۱۳۸۶ به ترتیب برابر ۷۶/۴ و ۹۲/۸ درصد بوده است و ناکارایی مقیاس بیشترین تأثیر را روی کارایی فنی دارد.

رحمانی (۱۳۸۸)، با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص مالم کوئیست با اندازه‌گیری فنی و بهره وری در ۲۶ نیروگاه حرارتی ایران سال های ۱۳۸۶-۱۳۸۱ پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که متوسط کارایی فنی نیروگاه‌ها تحت فرض بازده ثابت[۱۴] و متغیر نسبت به مقیاس[۱۵]در سال ۱۳۸۶، معادل ۷۶/۴ بوده است. همچنین رشد بهره‌وری تمام نیروگاه‌های مورد نظر در خلال سال های ۱۳۸۶-۱۳۸۱ به طور متوسط معادل ۱/۵ درصد بوده است.

۳- مبانی نظری

در این بخش، مبانی نظری در خصوص روش‌ها و شاخص‌های اندازه‌گیری کارایی و نیز شاخص مالم کوئیست، مورد بررسی قرار می‌گیرد

کارایی یک مفهوم مشترک میان علم اقتصاد و مدیریت می‌باشد که پایه و اساس بسیاری از تصمیم‌های سیاستی می‌باشد. کارایی تبیین‌کننده میزان موفقیت یک واحد اقتصادی در استفاده بهینه از نهاده، برای تولید ستانده در قیاس با سایر واحدهای اقتصادی می‌باشد (گرشاسبی، ۱۳۹۱).

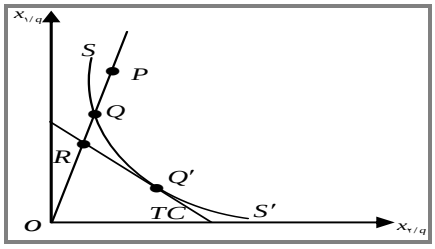
سنجش کار آیی در سطح صنعت باهدف اساسی سنجش کار آیی نسبی بنگاه‌های یک صنعت و ارائه‌ی تصویری از ساختار صنعت صورت می‌گیرد و تئوری‌های بهترین[۱۶] بنگاه در عمل یا تابع مرزی[۱۷] روش‌هایی برای سنجش عملکرد بنگاه در این سطح است. اندازه‌گیری کار آیی در سطح خرد از معیارهای سنجش در

سطح صنعت که مبتنی بر مجموعه‌ای از امکانات تولید مشخص برای هر بنگاه (تکنولوژی ثابت) می‌باشد، استفاده می‌نماید و بهترین عملکرد تکنولوژی (بهترین بنگاه در عمل) منبع مهم سنجش کار آیی در این سطح می‌باشد (احمدی،۱۳۹۰).

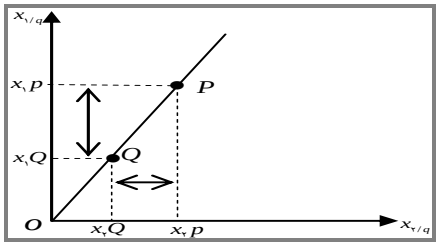
کارایی بیانگر این است که یک سازمان به چه خوبی از منابع خود در جهت تولید، نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان استفاده کرده است، بنابراین کارایی، معیار عملکرد یک سیستم سازمانی است، به‌عبارت‌دیگر کارایی، میزان مصرف منابع برای تولید مقدار معینی محصول می‌باشد (مهرگان، ۱۳۸۳). از نظر تئوری‌های اقتصاد، کارایی نتیجه بهینه‌سازی تولید و تخصیص منابع می‌باشد. به‌عبارت‌دیگر، در یک واحد تولیدی، مدیران و نیروی کار با توجه به اهداف مورد نظر بنگاه و توان تکنولوژیکی موجود درصدد تعیین میزان تولید خود به گونه‌ای هستند که ضمن استفاده از بهینه مورد استفاده قرار دهند. کارایی مفهومی نسبی بوده و برای سنجش آن و درک میزان فاصله کارایی از مقادیر مورد انتظار حداکثر امکانات و منابع، تخصیص مطلوب هزینه‌ها، عوامل تولید (سرمایه و نیروی کار) را به‌صورت و ایده‌آل باید به مقایسه عملکرد واحدهای اقتصادی با کارایی در شرایط بالقوه تولید پرداخت (سوری و همکاران، ۱۳۸۶).

انواع کارایی

فارل[18](۱۹۵۷) تعاریف انواع کارایی را با استفاده از یک نمونه ساده که در آن بنگاهی برای تولید یک واحد محصول q ارائه و تحت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس از دو نهاده x_1 و x_2 استفاده می‌کند. منحنی هم‌مقدار در مورد یک واحد اقتصادی که تابع فاصله‌ای آن روی مرز منحنی امکانات تولید قرار دارد، به‌وسیله (SS') در نمودار (۱) نشان داده می‌شود.



(الف)



(ب)

نمودار (۱). منحنی‌های هم‌مقدار در مورد یک واحد اقتصادی در محاسبه کارایی‌ها

اگر یک بنگاه فرضی برای تولید یک واحد محصول مقادیر نهاده‌ای را در سطحی استفاده کند که توسط موقعیت P تعریف شود،توان با بهره‌گیری از ویژگی‌های توابع فاصله‌ای، انواع کارایی از نگاه فارل را بر اساس نمودار (۱) ارائه کرد:

کارایی فنی[۱۹]. به توانایی بنگاه در تولید حداکثر محصول از مجموعه معین نهاده اطلاق می‌شود. چنان چه تولید بنگاه فرضی P ، با استفاده از نهاده‌های (x_1P, x_2P)، تنها معادل سطح تولیدی باشد که توسط منحنی هم‌مقداری SS' در نقطه Q نشان داده شده است. پس این بنگاه می‌تواند با کاهش میزان استفاده از نهاده به‌همان مقدار تولید دست یابد. از لحاظ نموداری، بنگاه P می‌تواند با کاهش مقدار نهاده به‌میزان ($x_1P - x_1Q$) برای نهاده اول و ($x_2P - x_2Q$) برای نهاده دوم (بخش «ب» نمودار ۱) سطح تولید خود را حفظ کند. این امر به این معنا است که بنگاه می‌تواند با کاهش $\frac{QP}{OP}$ درصد از مقادیر x_1P و x_2P به نقطه‌ای دست یابد که در آن حداقل نهاده‌ها را برای تولید مورد استفاده قرار داده است. با این توضیح، نسبت $\frac{OQ}{OP}$ نشان‌دهنده کارایی فنی بنگاه P است که کمتر از واحد است (رابطه ۱). بدیهی است که جنان چه بنگاه از ابتدای در نقطه Q قرار داشت این نسبت برابر با «واحد» می‌شد که این به معنای آن بود که بنگاه از لحاظ فنی کاراست.

$$TE = OQ/OP \qquad (۱)$$

کارایی قیمتی[۲۰] (تخصیصی). به توانایی بنگاه در انتخاب مجموعه بهینه نهاده‌ها در مرز فنی با کمترین هزینه اشاره دارد. در آن صورت کارایی قیمتی و فنی در خصوص بنگاه فرضی P به‌صورت رابطه (۲) قابل ارائه است.

$$AE = \frac{W'X^*}{W'\hat{X}} = \frac{OR}{OQ} \qquad (۲)$$

که در آن: W بردار قیمت نهاده‌ها، X بردار نهاده‌ها مشاهده‌شده در نقطه P ، $\hat{X}$ بردار نهاده‌ای است که از نظر فنی کارا بوده (نقطه Q) و X^* نشان‌دهنده بردار نهاده با حداقل هزینه (نقطه Q') است. چنانچه روی یک منحنی هم‌مقداری، تولید به‌جای نقطه Q(کارای فنی و ناکارای قیمتی) در Q' (کارای فنی و قیمتی) صورت پذیرد، رابطه فوق نشان‌دهنده کاهش هزینه‌های تولید خواهد بود. هزینه بنگاه زمانی که در نقطه Q تولید می‌کند از مجموع هزینه خرید نهاده اول ($P_{x1}x_1Q$) و نهاده دوم ($P_{x2}x_2Q$) به‌دست می‌آید که روی خط هزینه همسان TC_Q قرار دارد. هزینه همین بنگاه چنانچه در نقطه Q' تولید کند از مجموع هزینه خرید نهاده اول ($P_{x1}x_1Q'$) و نهاده دوم ($P_{x2}x_2Q'$) به‌دست می‌آید که روی خط هزینه همسان $TC_{Q'}$ قرار دارد. ازاین‌رو، بنگاه می‌تواند همان تولید را با کاهش هزینه ($P_{x1}x_1Q - P_{x1}x_1Q'$) برای نهاده اول و ($P_{x2}x_2Q - P_{x2}x_2Q'$) برای نهاده دوم انجام دهد[۲۱]. این امر به معنای آن است که

بنگاه می‌تواند با کاهش هزینه به نسبت $\frac{RQ}{OR}$ از $P_{x1}x_1Q$ و $P_{x2}x_2Q$، به سطوح اولیه از تولید دست یابد. لذا، کارایی قیمتی برابر است با نسبت $\frac{OR}{OQ}$.

کارایی کلی[۲۲] (اقتصادی). به توانایی بنگاه در تولید حداکثر ستانده با انتخاب مجموعه بهینه نهاده‌ها (بیشترین ستانده با کمترین هزینه در مرز فنی) گفته می‌شود (رابطه ۳). با مشخص بودن قیمت نهاده می‌توان این نوع کارایی را محاسبه کرد. اگر W بردار قیمت نهاده‌ها باشد و X بردار نهاده‌ها مشاهده‌شده در نقطه P باشد. همچنین $\hat{X}$ نشان‌دهنده بردار نهاده‌ای است که از نظر فنی کارا بوده (نقطه Q) و X^* نشان‌دهنده بردار نهاده با حداقل هزینه (نقطه Q') است. بنابراین، کارایی کلی بنگاه با نسبت هزینه‌های نهاده مربوط به بردارهای نهاده در X و X^* مربوط به نقاط P و Q' برابر است.

$$EE = \frac{W'X^*}{W'X} = \frac{OR}{OP} \qquad (۳)$$

فاصله RQ می‌باشد. این امر را می‌توان با ترسیم دو خط هزینه همسان از نقاط Q و Q' نشان داد. همچنین کارایی اقتصادی از حاصل‌ضرب کارایی فنی و تخصیصی نیز به‌دست می‌آید (رابطه ۴).

$$TE \times AE = \frac{OQ}{OP} \times \frac{OR}{OQ} = \frac{OR}{OP} = EE \qquad (۴)$$

کارایی فنی، قیمتی و کلی بین صفر تا یک در نوسان خواهند بود. این امر نشان می‌دهد که کارایی کلی همواره کمتر یا مساوی کارایی فنی است (گرشاسبی، ۱۳۹۱).

روش‌های اندازه‌گیری کارایی

روش‌های مختلفی برای تعیین و محاسبه کارایی وجود دارد که این روش‌ها به طور کلی بر دو دسته‌اند:

۱.روش‌های پارامتری

۲.روش‌های غیر پارامتری

در روش های پارامتری، تابع مرزی به‌صورت فرم تابعی خاص مثل کاب-داگلاس، ترانسلوگ و ... در نظر گرفته‌شده و توسط روش‌های اقتصادسنجی تخمین زده می‌شود. از آن جایی که تابع مرزی هیچ‌گاه در عمل قابل‌دسترس نیست، طبق نظر فارل (۱۹۵۷) به‌وسیله‌ی اطلاعات نمونه تخمین زده می‌شود. در روش های پارامتری ابتدا مباحث مربوط به روش پارامتری معین[۲۳] یا قطعی مطرح و سپس با بسط این روش، روش پارامتری تصادفی[۲۴]معرفی شده است. روش پارامتری بر مبنای روش های ریاضی و بر اساس فاصله تولید بنگاه از مرز کارای تولید توانست «مرز کارایی فارل» را به‌عنوان مرز غیر پارامتری کارایی معرفی نماید (فارل، ۱۹۵۷).

پیدایش روش ناپارامتری (تحلیل پوششی داده‌ها DEA) به مطالعه فارل (۱۹۵۷) بازمی‌گردد. وی کارایی بخش کشاورزی آمریکا را به طور عملی محاسبه کرد؛ اما به دلیل بروز مشکلاتی در اندازه‌گیری کارایی و محدودیت‌های روش وی، این روش کاربرد عملی چندانی نیافت و تا سال‌ها مسکوت ماند.

بعد از فارل محققان دیگری نیز از مدل برنامه‌ریزی خطی برای اندازه‌گیری کارایی استفاده کردند، اما به این مقاله ها توجه زیادی نشد تا اینکه در دهه هفتاد در دو قاره از جهان (آمریکا و اروپا) به طور همزمان اندازه‌گیری عملی کارایی بر حسب تعریف فارل به روش تحلیل مرزی تصادفی (SFA) و از طریق برنامه-ریزی خطی (DEA) امکان‌پذیر شد. در روش برنامه‌ریزی خطی که اولین بار توسط چارنز، کوپر، رودز [۲۵] (۱۹۷۸) معرفی شد با جامعیت بخشیدن به روش فارل به گونه‌ای که خصوصیات فرآیند تولید با چند نهاده و چند ستانده را در برگیرد، توسعه یافت. روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارائه مدل زیر به‌منظور اندازه‌گیری کارایی نسبی می‌پردازد.

(۵)

$$Max \ \frac{\sum_{r=1}^{s} u_{ro} Y_{ro}}{\sum_{i=1}^{n} v_{io} X_{io}}$$

$$S.t: \ \frac{\sum_{r=1}^{s} u_{ro} Y_{rj}}{\sum_{i=1}^{n} v_{io} X_{ij}} \le 1 \quad i = 1,2,...,n \ \ r = 1,2,...,s$$

$$u_{ro}, v_{io} \ge 0 \quad j = 1,2,...,m$$

به‌عبارت‌دیگر در روش تحلیل پوششی داده‌ها نسبت موزون خروجی‌ها و ورودی‌ها را ماکزیمم می‌کنیم به این شرط که همین ضرایب در سایر بنگاه‌ها کارایی آن‌ها را از واحد بیشتر ننماید. ازآنجاکه مدل فوق یک مدل غیرخطی است، به‌منظور سهولت در حل مدل فوق با فرض $\sum_{i=1}^{n} v_{io} X_{io} = 1$ آن را به یک مدل خطی تبدیل می‌نماییم که در نهایت با اعمال یکسری عملیات ریاضی و با توجه به دوآل مدل فوق داریم:

(۶)

$$\theta \ Min$$

$$S.t \ -\sum_{r=1}^{s} u_r Y_{ro} + \sum_{r=1}^{s} \lambda_j Y_{ij} \ge 0 \quad j = 1,2,...,n$$

$$\theta \sum_{i=1}^{m} v_i X_{io} - \sum_{i=1}^{m} \lambda_j X_{ij} \ge 0$$

$$\lambda \succ 0$$

که در آن λ یک بردار $N\times1$ شامل اعداد ثابت است، که وزن‌های مجموعه مرجع برای θ را نشان می‌دهد. مقادیر اسکالر به‌دست آمده کارائی بنگاه‌ها خواهد بود. که شرط $\theta\leq1$ را تأمین می‌نماید. مدل فوق در روش (DEA) به نام طراحان آن به مدل CCR معروف گشته است.

بازده به مقیاس در تحلیل پوششی داده‌ها

همان طور که می‌دانیم مفهوم بازده به مقیاس زمانی مطرح می‌گردد که، می‌خواهیم بدانیم اگر ورودی‌ها را به یک نسبت مشخصی تغییر دهیم، خروجی‌ها چه تغییری می‌کنند.این بحث را با فروضی می‌توان در مدل (DEA) گنجاند که دارای دو نتیجه مهم است: اول اینکه کارایی فنی به دو جزء کارایی مدیریتی و کارایی مقیاس تفکیک می‌گردد و دوم اینکه بنگاه‌های بزرگ از بنگاه‌های کوچک تمیز داده می‌شود. همچنین با توجه به اهمیت‌های متفاوت نهاده‌ها در ایجاد ستانده، برای بنگاهی که با استفاده از چندین نهاده به تولید چندین ستانده می‌پردازند، محاسبه این شاخص با مشکلاتی مواجه شد. تحت این شرایط باید برای هر یک از نهاده‌ها و ستانده‌ها ضرایب اهمیت مناسبی انتخاب کرد که در انتخاب این ضرایب اختلاف‌نظرهایی در میان محققان وجود داشت. برخی از آن ها از شاخص قیمت، هزینه و ... به‌عنوان ضرایب استفاده کرده‌اند. در سال ۱۹۷۸، چارنز، کوپر و رودز با ارائه مدل خود بر مبنای حداقل‌سازی نهاده و با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس این مشکل را مرتفع کردند.

بازده نسبت مقیاس ثابت

فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس تنها در صورتی قابل‌اعمال است که بنگاه‌ها در مقیاس بهینه (قسمت مسطح منحنی هزینه متوسط بلندمدت) عمل نمایند (امامی میبدی، ۱۳۷۹) .مدل CCR با فرض بازده ثابت نسبت به مقیاس، کارائی را به گونه‌ای ارائه می‌نمود که فاقد اطلاعات مربوط به ارزیابی تأثیرات تغییر و اصلاح ساختاری، اطلاعاتی در مورد کارائی مقیاس مورد نیاز است و همچنین برای تشویق مدیران نمونه، داشتن اطلاعاتی در مورد کارایی ناشی از مدیریت ضرورت می‌یابد. لذاست که کارایی فنی با فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس اهمیت پیدا می‌کند (سوری و همکاران).

بازده نسبت به مقیاس متغیر

به دنبال مشکلات ناشی از بازدهی ثابت، بنکر، چارنز و کوپر[۲۶] در سال ۱۹۸۴ فرض بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) را به مدل اولیه افزودند که به مدل BCC معروف شد. در این مدل، علاوه بر اندازه-گیری کارایی؛ نوع بازده نسبت به مقیاس نیز به تفکیک مشخص گردید.

فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، فقط زمانی منطقی به نظر می‌رسد که همه‌ی بنگاه‌ها در مقیاس بهینه عمل کنند. مسائلی از قبیل عدم وجود رقابت کامل، محدودیت‌های مالی و غیره ممکن است باعث شود که بنگاه در مقیاس بهینه عمل نکند. به همین دلیل بود که بانکر، چارنز و کوپر مدل DEA با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس را به حالت بازدهی متغیر نسبت به مقیاس بسط دادند. استفاده از تصریح

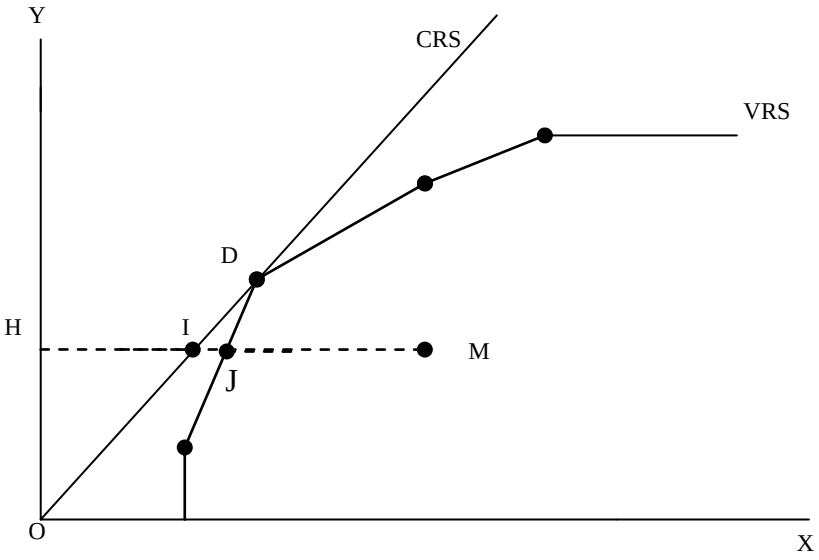
بازدهی فزاینده نسبت به مقیاس[۲۷] این مزیت را دارد که ارقام مربوط به کارایی فنی شامل آثار کارایی مقیاس نخواهد بود.

به تبعیت از مقاله کوئلی (۱۹۹۸)، مسئله‌ی برنامه‌ریزی خطی بازدهی ثابت نسبت به مقیاس (CRS) می‌تواند با اضافه نمودن محدودیت تحدب یعنی $\sum_{i=1}^{N}\lambda_i = 1$، به یک مسئله‌ی بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) تبدیل شود.

$$
\begin{aligned}
&MIN_{\theta,\lambda}\theta \\
&s.t \quad -y_i + Y\lambda \geq 0 \\
&\qquad \theta x_i - X\lambda \geq 0 \\
&\qquad \sum_{i=1}^{N}\lambda_i = 1 \\
&\lambda \geq 0
\end{aligned}
\qquad (۷)
$$

در این سیستم y_i بردار ستانده‌های بنگاه iام و Y ماتریس ستانده‌های همه‌ی بنگاه‌ها، x_i بردار نهاده‌های بنگاه iام و X ماتریس نهاده‌های همه بنگاه‌ها می‌باشند. λ وزن بنگاه‌های مرجع و θ کارایی فنی بنگاه i است. در رابطه فوق اولین قید دلالت بر این دارد که آیا مقادیر واقعی محصول تولیدشده توسط بنگاه با استفاده از عوامل تولید مورد استفاده می‌تواند بیش از این باشد؟ به عبارتی میزان ستانده بنگاه باید کمتر یا مساوی با مجموع وزنی ستانده‌های بنگاه‌های مرجع برای آن باشد. قید دوم بیان می‌کند که عوامل تولیدی که توسط بنگاه به‌کار می روند، حداقل بایستی برابر با مجموع وزنی عوامل تولید به‌کاررفته توسط بنگاه‌های مرجع باشد، زیرا نهاده‌های بهینه بنگاه در بهترین حالت باید مساوی با مجموع وزنی بنگاه‌های مرجع باشد.

این رهیافت شامل پاره خط های متقاطع به شکل محدب است که نقاط داده‌ها را به هم وصل می‌کند و کامل زیر خط مرزی CRS قرار می‌گیرد. ازاین‌رو مقادیر کارایی فنی به‌دست آمده بزرگ‌تر یا مساوی با مقادیر حالت CRS می‌شود. نمودار (۲) تصویر واضحی از این امر را ارائه می‌دهد. به‌عنوان مثال بنگاهی را که در نقطه M فعالیت می‌کند در نظر می‌گیریم. کارایی فنی این بنگاه با تصریح CRS برابر با $\frac{HI}{HM}$ می‌باشد، درحالی‌که با تصریح VRS این مقدار برابر با $\frac{HJ}{HM}$ می‌باشد. فقط در نقطه D این دو مقدار باهم برابر می‌باشند.



نمودار ۲ : تفکیک کارایی فنی در دو رویکرد CRS و VRS

مأخذ : کوئلی و همکاران،۱۹۹۸

تصریح بازدهی متغیر نسبت به مقیاس (VRS) متداول‌ترین تصریح استفاده‌شده بعد از دهه ۱۹۹۰ بوده است. قید تحدب $\sum_{i=1}^{N} \lambda_i = 1$ ضرورتاً تضمین می‌کند که بنگاه ناکارا فقط در مقابل بنگاه‌هایی که در همان اندازه فعالیت می‌کنند، محک زده شود؛ یعنی نقطه تصویر شده (مربوط به بنگاه مورد نظر) بر روی مرز DEA، ترکیبی محدب از بنگاه‌های مشاهده‌شده خواهد بود. قید تحدب در حالت بازدهی ثابت نسبت به مقیاس وجود ندارد؛ بنابراین در یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها با فرض بازدهی ثابت نسبت به مقیاس، بنگاه مورد نظر ممکن است با بنگاه‌هایی محک زده شود که به طور قابل‌توجهی بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از آن هستند. در این حالت وزن های λ در مجموع، مقداری بزرگ‌تر (کوچک‌تر) از یک خواهد بود.

مجموعه مرجع

در یک بخش تولیدی، اگر تولیدکنندگانی قادر باشند با مقدار حداقلی از عوامل تولید، مقدار معینی از محصولات مختلف را تولید نمایند و یا اینکه با مقدار معینی از عوامل تولید، حداکثر ممکن از محصولات مختلف را تولید نمایند، سایر تولیدکنندگان این بخش اقتصادی در صورتی کارا خواهند بود که بتوانند مشابه این تولیدکنندگان عمل نمایند. کلیه بنگاه‌های کارا بر روی منحنی‌هم‌مقداری تولید یا منحنی تابع تولید مرزی قرار دارند (امامی میبدی، ۱۳۹۰). در روش DEA برای هر یک از بنگاه‌های غیرکارا، یک بنگاه کارا یا

ترکیبی از دو یا چند بنگاه کارا به‌عنوان مرجع و الگو معرفی می‌گردند. از آنجایی که این بنگاه‌مرکب (ترکیب دو یا چند بنگاه کارا)به ضرورت در صنعت وجود نخواهد داشت، به‌عنوان یک بنگاه مجازی کارا شناخته می‌شود. به‌عبارت‌دیگر بنگاه مرجع برای یک بنگاه غیرکارا، می‌تواند یک بنگاه واقعی، یا در حالت کلی یک بنگاه‌مجازی باشد. نتیجه کلام اینکه، یکی از مزایای روش DEA، یافتن بهترین بنگاه مجازی کارا برای هر بنگاه واقعی (چه کارا و چه غیرکارا) می‌باشد. چنانچه بنگاهی کارا باشد، مجموعه مرجع آن (بنگاه مجازی کارا) خود این بنگاه خواهد بود. شایان یادآوری است که سهم هر یک از بنگاه‌های کارا در تشکیل بنگاه مجازی کارا (الگوی مرجع) برای یک بنگاه غیرکارا بستگی به وزن λ ($\lambda 1, \lambda 2, \ldots \lambda n$) دارد که توسط روش DEA برای هر یک از بنگاه‌های کارا محاسبه و ارائه می‌شود.

۴- بهره‌وری و روش‌های اندازه‌گیری آن

شاخص بهره‌وری، عبارت است از نسبت بین حجم یا ارزش بین حجم ستانده‌ها به حجم یا ارزش یک، چند یا تمامی عوامل تولیدی که برای تولید آن ستانده مورد استفاده قرارگرفته‌اند (خاکی، ۱۳۷۶). زمانی که در جریان تولید محصول تنها یک نهاده و یک ستانده وجود دارد، محاسبه بهره‌وری موضوع ساده‌ای است، اما در بیشتر موارد چنین نیست. در اینجا نیاز به روشی است که تمامی نهاده‌ها (ستانده‌ها) را به نوعی باهم ترکیب و از ترکیب آن‌ها یک شاخص نهاده‌ها (ستانده‌ها) جهت محاسبه‌ی بهره‌وری کل ارائه کند (کوئلی[۲۸]، ۱۹۹۶)

بهره‌وری جزئی عبارت است از نسبت ستانده به یکی از نهاده‌ها که همان تعریف سنتی بهره‌وری است (امامی میبدی و همکاران، ۱۳۸۸).

برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید، شاخص‌ها و روش‌های مختلفی وجود دارد که برخی از آن‌ها عبارت‌اند از شاخص ابتدایی، شاخص سولو، مدل کندریک-کرایمر، مدل هاینس، شاخص تورنکوییست، روش ویتو و شاخص مالم کوئیست (جزایری، ۱۳۸۵).

محاسبه بهره‌وری، از شاخص مالم‌کوئیست (Malmquist) و مقادیر کارایی حاصل از روش DEA استفاده‌گردیده است. شاخص مالم‌کوئیست همچنین تفکیک بهره‌وری کل به دو جزء عمده آن، یعنی تحولات تکنولوژیکی و تغییرات در کارایی را میسر ساخته است.

در این روش شاخص مالم‌کوئیست بر اساس مقادیر کارایی که از طریق مدل DEA به‌دست می‌آید قابل‌محاسبه است.

فرض نمایید که طی دوره زمانی $t = 1, 2, \ldots, T$ با استفاده از تکنولوژی تولید Ft عوامل‌تولید ($xt \in RN$) به‌صورت محصولات ($qt \in RM$) قابل تبدیل باشند:

$Ft = \{ (xt, qt)$: می‌تواند qt را تولید نماید$\} \; Xt$

یعنی تکنولوژی شامل مجموعه بردارهای ممکن عوامل تولید - محصول‌می‌باشد.

بنابراین‌بر اساس توابع مسافت عامل تولید، شاخص‌مالم‌کوئیست (بهره‌وری) به‌صورت زیر تعریف شد (Caves,Christencen,Diewert-1982):

(۸)

$$Mit+1\ (qt+1, Xt+1, qt, Xt) = \left[\frac{Dti\ (qt+1\ ,\ xt+1)}{Dti\ (qt\ ,xt)} \qquad \frac{Dti\ (qt+1\ ,\ xt+1)\ \ 1/2}{Dt+1i\ (qt,\ xt)} \right]$$

ابتدا فرض بر این بود که Dti (qt, xt) و Dt+1i (qt+1, xt+1) (توابع مسافت) مساوی واحد است یعنی بر اساس تعاریف فارل عدم‌کارایی فنی وجود ندارد. به عبارت روشن‌تر اگر Dti (qt, xt)=1 باشد، آنگاه بردار عامل‌تولید xt برداری است که حداقل عامل‌تولید مورد نیاز برای تولید سطح محصول qt با استفاده از تکنولوژی تولید در دوره tرا نشان می‌دهد. ولی اگر Dti (qt, xt) >1 باشد، آنگاه بردار xt از مجموعه حداقل عامل تولید مورد نیاز برای تولید محصول qt در دوره t بزرگ‌تر است. در حالت اخیر نقطه مشاهده‌شده (Xt, qt) یک مجموعه‌کارا نیست. چنانچه فرض واقعی وجود بنگاه‌های غیرکارا در صنعت را منظور نماییم، (Fare,Grosskopf,Lindgren&Roos,1992)

شایان‌ذکر است که این توابع مسافت، معکوس مقادیر کارایی بر پایه نظریه فارل می‌باشند:

(۱۰)

$$Mit+1\ (qt+1, Xt+1, qt, Xt) =$$

$$\left[\frac{Dti\ (qt+1\ ,\ xt+1)}{Dti\ (qt\ ,xt)} \qquad \frac{Dti\ (qt+1\ ,\ xt+1)}{Dt+\ \ 1i\ (qt+1\ ,\ xt+1)} \qquad \frac{Dti\ (qt,\ xt)\ \ 1/2}{Dt+1i\ (qt,\ xt)} \right]$$

به‌طوری که Et+1i تغییرات در کارایی و Tt+1i تغییرات تکنولوژیکی را (با انتقال در تابع تولید مرزی بین دوره t+1 و t) اندازه‌گیری می‌نمایند. یعنی:

$Mit+1\ (qt+1, Xt+1, qt, Xt)$= تغییرات کارایی × تغییرات تکنولوژیکی

این رابطه علت اساسی وجود اختلاف بهره‌وری بین بنگاه‌ها را آشکار می‌سازد. به عبارت دقیق‌تر معلوم می‌گردد که به‌عنوان مثال افزایش بهره‌وری به لحاظ حسن‌تدبیر مدیریت و تلاش کارکنان، استفاده از صرفه‌جوئی‌های مقیاس، تکنولوژی برتر و یا ترکیبی از آنها بوده است.

کارایی تکنولوژیکی به این معنی است که تکنیک‌برتر و تحولات‌تکنولوژیکی، مقدار سرمایه، انرژی و یا نیروی کار لازم را برای تولید همان واحد محصول تقلیل‌داده و در نتیجه باعث افزایش بهره‌وری گردیده است. به‌عبارت‌دیگر مفهوم بهره‌وری در پی تعالی دانش بشر همواره از نظر شکل و محتوا در حال تکامل و توسعه بوده است. تعریف جدید بهره‌وری سبب شده است که هدف‌های بهبود بهره‌وری نیز تغییریافته و ارتقاء پیدا کنند، (امامی میبدی، ۱۳۹۰).

۵- معرفی روش و متغیرهای تحقیق

این پژوهش از نوع تجربی است که با توجه به اطلاعات و آمارهای جمع‌آوری شده از ترازنامه هیدروکربوری سال ۱۳۸۸ وزارت نفت و ترازنامه انرژی سال ۱۳۸۹ وزارت نیرو و جمع‌آوری اطلاعات قیمتی نهاده‌ها؛ از واحدهای تعرفه‌گذاری، پالایش، مدیریت و برنامه‌ریزی مدیریت پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز ایران، اقدام به اندازه‌گیری کارایی فنی، تخصیصی، اقتصادی و بهره‌وری در ۶ پالایشگاه گاز طبیعی فعال شامل پالایشگاه‌های گاز بید بلند، پارس جنوبی فاز ۱، پارس جنوبی فاز ۲ و ۳، پارس جنوبی فاز ۴ و ۵، مسجدسلیمان و فجر؛ طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۳ می‌پردازد[۲۹]. هر یک از پالایشگاه‌های گاز طبیعی به‌عنوان یک واحد تصمیم‌گیرنده (DMU) قلمداد شده‌اند. در این مطالعه از دو ستانده و سه نهاده استفاده شده است که عبارت‌اند از:

نهاده‌ها

۱) گاز ورودی پالایشگاه‌ها
۲) مصرف داخلی پالایشگاه‌ها
۳) سوخت مشعل

ب) ستانده‌ها

۱) گاز خشک ارسالی به خط ۵۶ اینچ
۲) ضایعه های اسیدی سوزانده شده

جدول (۱)، خلاصه‌ی از آمار و اطلاعات نهاده‌ها و ستانده مورد استفاده در این مطالعه می‌باشد که به روش میدانی برای دوره‌ی زمانی ۸۹- ۱۳۸۳ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول (۱)مشخصات نهاده‌ها و ستانده مورد بررسی بین سال‌های ۸۹-۱۳۸۳(*میلیون مترمکعب)

	ردیف	متغیرها	میانگین	میانه	ماکزیمم	مینیمم	انحراف معیار	جمع	مشاهده
نهاده‌ها	۱	گاز ورودی پالایشگاه	13856.55	13415.5	35943.4	45.9	11772.5	581975	۴۲
	۲	مصرف داخلی پالایشگاه	296.11	230.74	1002.12	5.3	286.55	12436.74	۴۲
	۳	سوخت مشعل	160.38	144.55	344.3	0.08	132.765	6736.15	۴۲
ستانده-ها	۴	گاز خشک ارسالی به خط ۵۶ اینچ	188.34	102.1	589.6	0.0849	196.59	7910.53	۴۲
	۵	ضایعات اسیدی سوزانده	12936.93	11755.25	34680.3	40.6	11252.2	543350.9	۴۲

منبع: محاسبات تحقیق

اندازه‌گیری کارایی بنگاه‌های همگن نسبت به هم از ویژگی‌های بارز روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. در این مطالعه از آنجا پالایشگاه‌های گاز طبیعی منتخب دارایی نهاده‌ها، ستانده‌ها، ساختار و مکانیزم

مشابهی می‌باشند، همگن فرض می‌شوند، بنابراین می‌توان عوامل محیطی و جغرافیایی غیرقابل‌کنترل بر فرآیند پالایش گاز طبیعی را به دلیل تأثیر یکسانی که بر پالایشگاه‌های گاز طبیعی دارند، نادیده انگاشت و از روش تحلیل پوششی داده‌ها جهت اندازه‌گیری انواع کارایی‌ها در هر یک از استان‌ها استفاده کرد.

از طرفی در مطالعه ها و تحقیقات تجربی، کارایی فنی بیش از کارایی تخصیصی مورد ارزیابی قرار می-گیرد زیرا در محاسبه کارایی فنی به اطلاعات قیمتی در مورد عوامل تولید و محصول نیاز است که عموماً غیرقابل‌دسترس است (امامی میبدی، ۱۳۹۰)، ازاین‌رو به طور کلی برای محاسبه کارایی تخصیصی و اقتصادی نیازمند قیمت عوامل تولید یا نهاده‌های مورد استفاده در مدل هستیم که در این پژوهش نیز مورد محاسبه قرار می‌گیرد. از طرف دیگر با توجه به اینکه قیمت عوامل تولید در این پژوهش اسمی هستند و اتکا به این قیمت اسمی برای محاسبه کارایی تخصیصی و اقتصادی صحیح به نظر نمی‌رسد لذا با استخراج شاخص CPI[۳۰] از بانک مرکزی و تقسیم کردن میزان قیمت عوامل تولید(نهاده‌ها) بر این شاخص مذکور، اقدام به محاسبه قیمت حقیقی نهاده‌ها شده است[۳۱]. بنابراین این مطالعه با دیدگاه نهاده‌محور و به‌کارگیری نرم‌افزار WinDeap به اندازه‌گیری کارایی‌های فنی، تخصیصی، اقتصادی و بهره‌وری پالایشگاه‌های گاز طبیعی منتخب کشور می‌پردازد.

۶- اندازه‌گیری کارایی اقتصادی

با توجه به جدول (۲)، متوسط کارایی فنی پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور تحت فرض VRS در خلال سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳، ۹۵ درصد است، یعنی اگر به طور متوسط پالایشگاه‌های گاز طبیعی بدون تغیر در مقادیر تولید، استفاده از نهاده‌های خود را ۵ درصد کاهش دهند، به مرز کارایی تحت فرض VRS می‌رسند. متوسط کارایی تخصیصی (قیمتی) و اقتصادی نیز به ترتیب ۹۸,۱ و ۹۳ درصد است و این نشان از این دارد که پالایشگاه‌های گاز طبیعی منتخب کشور در سطح مناسبی از کارایی‌های مذکور قرار دارند، در واقع سطح مناسب متوسط کارایی تخصیصی این مفهوم را بیان می‌کند که پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور توانستند به طور مطلوب اقدام به تخصیصی بهینه نهاده‌های تولید (گاز ورودی، مصرف داخلی و سوخت مشعل) خود با توجه به قیمت آن‌ها، کنند. همان طور که در بخش مبانی نظری بیان شد کارایی اقتصادی از حاصل‌ضرب کارایی فنی و تخصیصی محاسبه‌شده و وجود ناکارایی (فاصله‌ی معنادار با واحد) ۸ درصدی در آن، نشان از ضعف (ناکارایی) دو بعدی هم از ناحیه کارایی فنی[۳۲]و هم از ناحیه کارایی تخصیصی است. در این میان پالایشگاه مسجدسلیمان با ناکارایی اقتصادی ۱۱,۱ درصد دارای بیشترین ناکارایی نسبت به سایر پالایشگاه-ها است که این ناکارایی ناشی از ناکارایی ۱۰ درصدی فنی و ۷,۲ درصدی قیمتی است.

در جدول (۲)، قابل مشاهده است که پالایشگاه فجر با کارایی فنی واحد بیشترین کارایی فنی را نسبت به سایر پالایشگاه‌ها دارند یعنی پالایشگاه فجر توانسته با حداقل هزینه به سطح معینی از ستانده‌ها دست یابد. کمترین کارایی فنی با میزان۸۹,۸و ۹۰ درصد به ترتیب مربوط به پالایشگاه‌های پارس جنوبی ۲ و ۳ و مسجدسلیمان است. از نظر ناکارایی تخصیصی (قیمتی)؛ پالایشگاه‌های مسجدسلیمان، پارس جنوبی ۱ و

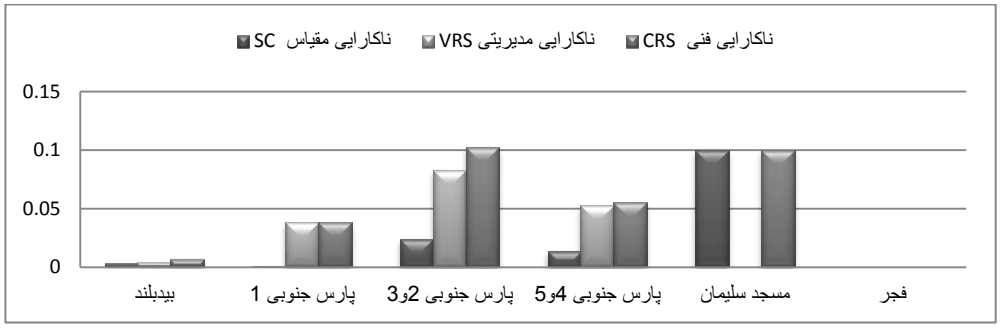
پارس جنوبی ۴ و ۵ به ترتیب با میزان ناکارایی‌های تخصیصی۷,۲، ۱,۸، ۱,۵ درصدی بیشترین ناکارایی در تخصیص نهاده‌های خود با توجه به قیمت آن‌ها قرار دارند.

جدول (۲) میانگین کارایی فنی، تخصیصی و اقتصادی پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور طی سالهای ۸۹- ۱۳۸۳

پالایشگاه گاز طبیعی	کارایی فنی($te^{۳۳}$)	کارایی تخصیصی($ae^{۳۴}$)	کارایی اقتصادی($ce^{۳۵}$)
بید بلند	0.993	0.996	0.987
پارس جنوبی ۱	0.962	0.982	0.944
پارس جنوبی ۲و۳	0.898	0.993	0.889
پارس جنوبی ۴و۵	0.945	0.985	0.930
مسجدسلیمان	0.90	0.928	0.829
فجر	1	0.999	0.999
میانگین	0.950	0.981	0.930

منبع: محاسبات تحقیق

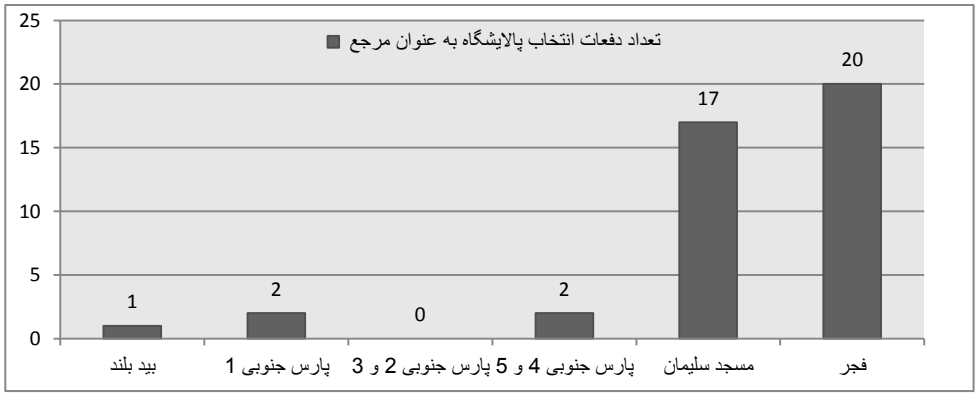
نمودار (۳). متوسط میزان ناکارایی‌های فنی، مدیریتی، مقیاس پالایشگاه‌های گاز طبیعی را طی سال-های ۸۹-۱۳۸۳ نشان می‌دهد. پالایشگاه فجر با ناکارایی فنی تحت فرض CRS و ناکارایی مدیریتی (فنی تحت فرض VRS) صفر نسبت به سایر پالایشگاه‌ها در سطح کارایی مطلوب‌تری قرار دارد. همان طور که قابل مشاهده است، در پالایشگاه‌های پارس جنوبی ۲ و ۳، پارس جنوبی ۴ و ۵ و بید بلند ناکارایی در واحد مقیاس بیشتر از ناحیه ناکارایی فنی بوده است. این به این معنی است که هرچه بیشتر پالایشگاه‌ها به تولید در مقیاس اهمیت می‌دهند ولی کارایی در بخش فنی نتوانسته است از منابع موجود به‌صورت کارایی مطلوب (واحد) استفاده کند.



نمودار (۳). متوسط میزان ناکارایی‌های فنی، مدیریتی، مقیاس در پالایشگاه‌های گاز طبیعی طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۳

۷- مجموعه مرجع

مجموعه‌های مرجع به مجموعه‌هایی گفته می‌شود که با توجه به مرز تعیین‌شده توسط داده‌های نمونه، بهترین عملکرد را داشته‌اند به‌عبارت‌دیگر دارای مقادیر کارایی واحد هستند (امامی میبدی، ۱۳۹۰). نمودار (۴) تعداد دفعاتی را که هر پالایشگاه به‌عنوان مرجع پالایشگاه‌های ناکارا معرفی شده است را طی دوره‌ی زمانی ۸۹-۱۳۸۳ نشان می‌دهد که طول دوره هفت ساله مورد بررسی به ترتیب پالایشگاه گاز طبیعی فجر و مسجدسلیمان با تعداد ۲۰ و ۱۷ دارای بیشترین تعداد انتخاب الگو و مرجع برای پالایشگاه‌های ناکارا شناخته‌شده‌اند. در میان این پالایشگاه‌ها، پارس جنوبی ۲ و ۳ در هیچ یک از سال‌های مورد در نظر به‌عنوان پالایشگاه مرجع نبوده است.



نمودار (۴). تعداد دفعات انتخاب پالایشگاه به‌عنوان مرجع طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۳

۸- اندازه‌گیری بهره‌وری بر اساس شاخص مالم‌کوئیست

چنانچه میزان شاخص مالم کوئیست بر مبنای حداقل سازی عوامل تولید، کمتر از یک باشد، بر بهبود عملکرد دلالت دارد. درحالی‌که اگر بزرگ‌تر از یک باشد به کاهش عملکرد در زمان اشاره می‌نماید. از طرف دیگر، اگر بر مبنای حداکثر سازی محصول، مقدار شاخص مالم کوئیست یا هر یک از اجزای آن کمتر از واحد شود، به معنی بدتر شدن عملکرد بنگاه می‌باشد، درحالی‌که اگر مقدار شاخص مذکور بزرگ‌تر از یک باشد، نشان‌دهنده‌ی بهبود عملکرد آن بنگاه خواهد بود (امامی میبدی، ۱۳۹۰). ازاین‌رو در این پژوهش با استفاده از رویکرد حداکثر سازی محصول یا ستانده محور[۳۶] اقدام به محاسبه بهره‌وری و اجزای آن شده است.

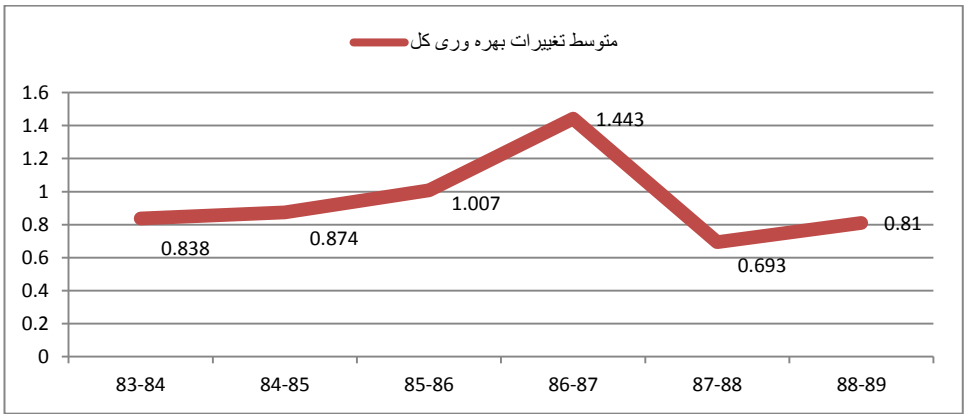
با توجه به جدول (۳)، می‌توان مشاهده کرد که از میان پالایشگاه‌های گاز طبیعی در محاسبه بهره‌وری، ۲ پالایشگاه به طور متوسط رشد مثبت و ۴ پالایشگاه دیگر رشد منفی بهره‌وری را در خلال سال‌های ۸۹-۱۳۸۳ تجربه کرده‌اند. طی این سال‌ها بهره‌وری کل عوامل تولید پالایشگاه‌ها به طور متوسط ۸,۲ درصد رشد

منفی داشته است که دلیل اصلی آن رشد منفی ۸ درصدی در کارایی تکنولوژی می‌باشد. به طور کلی با توجه به شاخص مالم کوئیست، بهره‌وری از دو جزء تکنولوژی و کارایی فنی محاسبه می‌شود، بنابراین می‌توان بیان کرد که روند نامناسب در بهره‌وری پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور، بیشتر از ناحیه دلیل ناکارایی تغییرات تکنولوژی بوده است. با بررسی رتبه‌ای بهره‌وری پالایشگاه‌ها، قابل‌بیان است که پالایشگاه‌های بید بلند و پارس جنوبی ۱ به ترتیب بیشترین و کمترین میزان بهره‌وری در مقایسه با سایر پالایشگاه را دارند.

جدول (۳) متوسط تغییرات بهره‌وری پالایشگاه‌های گاز طبیعی و اجزای آن طی سال‌های ۸۹-۱۳۸۳

پالایشگاه گاز طبیعی	تغییرات بهره‌وری کل عوامل تولید	تغییرات کارایی مقیاس	تغییرات کارایی خالص	تغییرات کارایی تکنولوژی	تغییرات کارایی فنی
بید بلند	1.045	1.001	1.002	1.042	1.003
پارس جنوبی ۱	0.752	1	0.976	0.770	0.976
پارس جنوبی ۲و۳	0.976	1.031	0.989	0.957	1.019
پارس جنوبی ۴و۵	0.956	1.۰۲	0.999	0.954	1.002
مسجدسلیمان	0.809	0.984	1	0.822	0.984
فجر	1.008	1	1	1.008	1
میانگین	0.918	1.003	0.994	0.920	0.997

منبع: محاسبات تحقیق



نمودار (۵). روند تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌های گاز طبیعی طی سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳

روند تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌های گاز طبیعی را می‌توان در نمودار (۵) مشاهده کرد، همان طور که قابل مشاهده است روند متوسط تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌های گاز طبیعی ایران، یک روند

مشخصی ندارد و میزان متوسط تغییرات بهره‌وری در بسیاری از دوره‌های زمانی در مجموع یک روند کاهشی است و تنها در دو بازه زمانی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۶-۱۳۸۵ مورد نظر این روند یک روند مثبتی را طی کرده است. پالایشگاه‌های گاز طبیعی طی دوره‌ی زمانی ۸۷-۱۳۸۶ دارای بیشترین (مثبت ۰,۴۴۳درصد) و طی دوره ۸۹-۱۳۸۸ دارای کمتری (منفی ۰,۱۹ درصد) رشد بهره‌وری هستند.

۹- نتیجه‌گیری

این مقاله از روش تحلیل پوششی دادها (DEA) به‌عنوان یک روش نا پارامتری و شاخص مالم کوئیست اقدام به اندازه‌گیری کارایی اقتصادی و بهره‌وری پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور نموده است. نتایج نشان داد پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور تحت فرض VRS در خلال سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳ کشور تحت فرض VRS در خلال سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳، به ترتیب ۹۵ درصد است، یعنی اگر به طور متوسط پالایشگاه‌های گاز طبیعی بدون تغیر در مقادیر تولید، استفاده از نهاده‌های خود را ۵ درصد کاهش دهند، به مرز کارایی تحت فرض VRS می‌رسند. متوسط کارایی تخصیصی (قیمتی) و اقتصادی نیز به ترتیب ۹۸,۱ و ۹۳ درصد است و این نشان از این دارد که پالایشگاه‌های گاز طبیعی منتخب کشور در سطح مناسبی از کارایی‌های مذکور قرار دارند. از طرفی پالایشگاه مسجدسلیمان با ناکارایی اقتصادی ۱۱,۱درصدی دارای بیشترین ناکارایی نسبت به سایر پالایشگاه‌ها است که این ناکارایی ناشی از ناکارایی ۱۰ درصدی فنی و ۷,۲ درصدی قیمتی است.

پالایشگاه فجر با کارایی فنی واحد بیشترین کارایی فنی را نسبت به سایر پالایشگاه‌ها دارند یعنی پالایشگاه فجر توانسته با حداقل هزینه به سطح معینی از ستانده‌ها دست یابد. از نظر مرجع بودن پالایشگاه گاز طبیعی فجر و مسجدسلیمان با تعداد ۲۰ و ۱۷ دارای بیشترین تعداد انتخاب الگو و مرجع برای پالایشگاه‌های ناکارا شناخته‌شده‌اند. با توجه به شاخص مالم کوئیست مشخص شد که ۲ پالایشگاه به طور متوسط رشد مثبت و ۴ پالایشگاه دیگر رشد منفی بهره‌وری را در خلال سال‌های ۸۹- ۱۳۸۳ تجربه کرده‌اند. طی این سال‌ها بهره‌وری کل عوامل تولید پالایشگاه‌ها به طور متوسط ۸,۲ درصد رشد منفی داشته است. میزان متوسط تغییرات بهره‌وری در بسیاری از دوره‌های زمانی در مجموع یک روند کاهشی بوده است و تنها در دو بازه زمانی ۸۷-۱۳۸۶ و ۸۶-۱۳۸۵ مورد نظر این روند یک روند مثبتی را طی کرده است. پالایشگاه‌های گاز طبیعی طی دوره‌ی زمانی ۸۷-۱۳۸۶ دارای بیشترین (مثبت ۰,۴۴۳درصد) و طی دوره ۸۹-۱۳۸۸ دارای کمتری (منفی ۰,۱۹ درصد) رشد بهره‌وری هستند.

در پایان به محققانی که علاقمند به مباحث کارایی و بهره‌وری در پالایشگاه‌های گاز طبیعی می‌باشند، توصیه می‌شود از آنجایی که توسعه صنعت بدون توجه به تـأثیر آن بر محیط‌زیست، موجب بحران‌های زیست‌محیطی همچون از بین رفتن لایه‌ی ازون، گرم شدن زمین، باران‌های اسیدی، تخریب جنگل‌ها و رودخانه‌ها و غیره می‌شود، در تحقیقات بعدی متغیری را تعریف کنند که میزان آلاینده‌های ناشی از هر پالایشگاه گاز طبیعی را به‌منزله ی یک ستانده نامطلوب وارد مدل کنند.

تشکر و قدردانی

از زحمات استادان گران‌قدر راهنما و مشاور و همچنین از واحدهای تعرفه‌گذاری، پالایش، مدیریت، برنامه-ریزی، پژوهش و فناوری شرکت ملی گاز ایران به دلیل همکاری در تهیه آمارها تشکر و قدردانی می‌شود.

فهرست منابع

۱) احمدی، مریم (۱۳۹۰)، اندازه‌گیری کارایی زیست‌محیطی نیروگاه‌های حرارتی کشور به روش تحلیل پوششی داده‌ها و مقایسه‌ی کارایی زیست‌محیطی ایران با کشورهای منتخب OECD، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد دانشگاه تهران.

۲) افخمی اردکانی، مهدی (۱۳۸۷)، بررسی روند کارایی بانک های تجاری ایران با رویکرد ترکیبی تحلیل پنجره‌ای و شاخص بهره‌وری مالم کوئیست، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده مدیریت دانشگاه تهران.

۳) امامی میبدی، علی و ایزدی، زهرا (۱۳۸۸)، اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری پالایشگاه‌های نفت ایران (۱۳۸۰ الی ۱۳۸۶)، فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال پنجم، شماره ۱۷.

۴) امامی میبدی، علی، (۱۳۷۹)، اصول اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری، مؤسسه مطالعات و پژوهش‌های بازرگانی، تهران.

۵) امامی میبدی، علی، افقه، مرتضی، رحمانی و صفتی، محمدحسین (۱۳۸۸) اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در نیروگاه‌های بخاری. گازی و سیکل ترکیبی. فصلنامه اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق). دوره ۶. شماره ۳. صص. ۱۰۳-۷۹.

۶) امامی میبدی، علی، با همکاری خوش‌کلام خسروشاهی، موسی، مهدوی، روح‌الله (۱۳۹۰)، کارایی و بهره‌وری از دیدگاه اقتصادی، انتشارات دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.

۷) ایزدی، زهرا (۱۳۸۸)، اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری پالایشگاه‌های نفت ایران به روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)، پایان‌نامه دانشگاه علامه طباطبائی، شهریور ۸۸.

۸) ترازنامه انرژی، (۱۳۹۰).

۹) ترازنامه انرژی (۱۳۸۹). وزارت نیرو.

۱۰)جزایری، آزاده (۱۳۸۵)، ارزیابی کارایی شرکت‌های آب و فاضلاب، پایان‌نامه کارشناسی ارشد. دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.

۱۱)خاکی، غلامرضا (۱۳۷۶). مدیریت بهره‌وری (تجزیه‌وتحلیل آن در سازمان). مرکز انتشارات علمی دانشگاه آزاد اسلامی، تهران.

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

۱۳)سوری، امیررضا و همکاران (۱۳۸۶)، مقایسه تطبیقی کارایی بانک‌های تجاری ایران با استفاده از دو روش DEA و SFA، نشریه اقتصاد و تجارت نوین ، جلد ۲ شماره ۸ صفحات ۳۳- ۶۰.

۱۴)شرکت بازرگانی گاز ایران، ۱۳۹۲، http://www.igcc.ir

۱۵)شرکت ملی گاز ایران، ۱۳۹۲،http://www.nigc.ir/Site.aspx

۱۶)غیبی هاشم‌آبادی، اکرم (۱۳۸۴)، اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری پالایشگاه‌های نفت کشور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه تهران.

۱۷)کریمیان، زهرا، ۱۳۹۰، اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی ایران با روش تحلیلی پوششی داده‌ها، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران.

۱۸)مهرگان، محمدرضا (۱۳۸۳)، مدل‌های کمی برای ارزیابی عملکرد سازمان‌ها، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران.

19) Banker, R.D., Charnes, A., Cooper, W.W. (1984). Some Modelsfor Estimating Technical and Scale Inefficiencies in Data Envelopment Analysis", Management Science. Vol. 30. No.9. pp.61-92.

20) Caves .d .W , Christensen . L .R andDiwert . W . E (1982) "The Economic Theory of Index Numbers and Measurment of Input , Output and Productivity" Economical , 50 , 1393 – 1414 .

21) Coeli, T.J.,(1996) A Guide to DEAP Version 2.1, Data Envelopement Analysis (Computer) program",CEPA Working Paper,Department of Economics, University of New England.

22) Coelli, T. Prasada, R and Battese, G. (1998), "An Introduction Efficiency and Productivity Analysis", Kluwer Academic Publishers, Boston.

23) EmamiMeibodi, ali.,(1998), "Efficiency Considerations in the Electricity Supply Industry : The Case of Iran", Ph.D Thesis, Department of Economics, University of Surrey.

24) Estach, Aantonio, Beatrize Tovar, Lourdes Trugillo, (2008), How Efficient are African Electricity Companies? Evidence from the Southern African Countries, Energy Policy, vol. 36, pp. 1969-1979

25) Farrel, M.J., 1957," The Measurement of Productive Efficiency", Journal of Royal Statistical Society, Series A, vol 120, pp 81- 253.

26) http://vista.ir/

27) http://www.borhan.ir/ NSite/FullStory/?Id=5195

28) http://www.imf.org/, Regional Economic Outlook, Middle East and Central Asia, IMF, November 2012

29) https://www.bp.com/

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

31) Romulo S.de Lima, Roberto Schaeffer (2011), "The energy efficiency of crude oil refining in Brazil: A Brazilian refinery plant case ", Energy 36 (2011) 3101-3112.

32) Sueyoshi, T. and Goto, M. (2012). Data Envelopment Analysis for Environmental Assessment: Comparison between Public and Private Ownership in Petroleum Industry. European Journal of Operational Research. No.216. pp.668-678

یادداشت‌ها

[1]. Efficiency
[2]. Productivity
[3]. http://www.igcc.ir
[4]. https://www.BP.com," British Petroleum"
[5]. http://www.igcc.ir/
[6]. International Energy Agency
[7]. http://vista.ir/
[8]. Prawiraatmadj
[9]. Estach
[10]. Southern Africa Power Pool
[11]. Romulo S.de Lima
[12]. Roberto Schaeffer
[13]. Sueyoshi, T. and Goto, M
[14]. Constant Returns To Scale
[15]. Variable Returns To Scale
[16]. Best Firm in Practice
[17]. Frontier Function
[18]. Farrel
[19]. Technical Efficiency
[20]. Price Efficiency

[۲۱]. فرض شده که قیمت عوامل تغییر نکرده است.

[22]. Economic Efficiency
[23]. Deterministic
[24]. Stochastics
[25]. Charnez, Cooper &Rothes
[26]. Benker, Charnez& Cooper
[27]. Increasing returns to scale
[28]. Coelli

[۲۹]. اطلاعات تفصيلي مربوط به ساير پالايشگاه‌ها در كشور به دلايل مختلفي از جمله جديدالتأسيس بودن و بهره‌برداري جديد از پالايشگاه‌ها براي دوره زماني يادشده در دسترس نيستند.

[30]. Consumer Price Index

[۳۱]. در محاسبه قیمت حقیقی عوامل تولید با توجه به اینکه دوره‌ی زمانی مورد بررسی ۱۳۸۹- ۱۳۸۳ است، بنابراین نیازمند وجود شاخص‌های CPI در بازه‌ی زمانی مورد مطالعه هستیم. در این مدل سال پایه سال ۱۳۸۳ گرفته شده است؛ چرا که اگر سال ۱۳۷۹ سال پایه مورد استفاده قرار می‌گرفت داده‌های آن توسط بانک مرکزی ایران گزارش نشده از این رو قادر به حقیقی کردن قیمت عوامل تولید نبودیم.

[۳۲]. پایین بودن کارایی فنی این مفهوم را بیان می‌کند که پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور نتوانستند با حداقل نهاده‌های خود به سطح معینی از ستانده یا تولید برسند

[33]. technical efficiency
[34]. allocative efficiency
[35]. cost efficiency
[36]. Output Oriented