

# بهینه‌سازی عملکرد پالایشگاه‌های گازی ایران با رویکرد کارایی زیست‌محیطی در چارچوب تحلیل پوششی داده‌ها

علی امامی میبدی\*

مجتبی غیائی\*\*

مسعود مکاری\*\*\*

## چکیده

اولین گام برای افزایش کارایی و بهره‌وری، اندازه‌گیری، تجزیه و تحلیل، برنامه‌ریزی و بهبود بخشیدن به این بخش کاربردی است که مهمترین گام می‌تواند اندازه‌گیری عملکرد و بهینه‌سازی در مسیر توسعه شرکت‌ها باشد. این تحقیق با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها DEA و شاخص مالم کوئیست برای ارزیابی تغییرات فاکتورها بهره‌وری کل TFP برای تمام پالایشگاه‌های گاز طبیعی در طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۴ و بهره‌گیری از روش نهاده‌محور با دو نهاده و دو ستانده انجام شده است. نتایج حاصل از ارزیابی نشان از کارآمدی فنی- محیط‌زیستی پالایشگاه‌های خانگیران (هاشمی‌نژاد) و پارسیان در بین ۱۲ پالایشگاه گاز طبیعی در طی سال‌های مورد بررسی دارد. با محاسبه شاخص بهره‌وری کل مالم کوئیست در بین پالایشگاه‌های گاز طبیعی به‌طور متوسط ۶ پالایشگاه رشد مثبت و ۶ پالایشگاه دیگر رشد منفی بهره‌وری را طی سال‌های ۹۴-۱۳۸۸ استخراج شده است.

**واژه‌های کلیدی:** کارایی فنی، تحلیل پوششی داده‌ها، پالایشگاه گاز طبیعی، شاخص

مالم کوئیست، بهره‌وری محیط‌زیست

طبقه‌بندی JEL: L60، C61، Q57

ali\_meibodi@yahoo.com

mogshu@gmail.com

masoudmkari@yahoo.com

تاریخ پذیرش: ۹۷/۱۰/۹

فصلنامه راهبرد اقتصادی، سال پنجم، شماره شانزدهم، بهار ۱۳۹۵، صص ۲۴۰-۲۱۱

\* دانشجوی دکتری اقتصاد دانشگاه علامه طباطبائی

\*\* استادیار، دکتری صنایع و مدیریت صنعتی شاهرود

\*\*\* کارشناسی ارشد صنایع و مدیریت (نویسنده مسئول)

تاریخ دریافت: ۹۷/۵/۱۷

## مقدمه

با افزایش قیمت انرژی و نگرانی در مورد گرمایش جهانی و توسعه پایدار، بهره‌وری انرژی بخش مهمی از استراتژی انرژی در بسیاری از کشورها تبدیل شده است. برآورد انجام شده آژانس بین‌المللی در سال ۲۰۱۶ انرژی تقاضای جهانی گاز طبیعی تا سال ۲۰۳۰ به دو برابر آن در سال ۲۰۰۲ خواهد بود که این امر توجه به بهینه‌سازی در تمام بخش‌های تولیدی از جمله پالایش گاز و فرآورده‌های آن را نیز دوچندان می‌کند.

از این سو کاهش ذخایر نفتی جهان و رشد چشمگیر قیمت نفت خام، قیمت نسبتاً پایین گاز طبیعی در مقایسه با دیگر حامل‌های انرژی و سلامت محیط‌زیست، مهم‌ترین رویکرد کشورها به استفاده از گاز طبیعی است (موسسه مکینزی). گاز طبیعی با وجود حجم عمده متان ( $CH_4$ ) تقریباً نسبت هیدروژن به کربن آن چهار است که در میان هیدروکربن‌های مختلف، بزرگ‌ترین نسبت است و هرچه به سمت هیدروکربن‌های سنگین‌تر پیش می‌رویم، این نسبت کمتر و از سویی تولید  $CO_2$  بیشتر و میزان آلاینده‌گی آن‌ها نیز افزایش می‌یابد. از این رو، رشد نگران‌کننده تولید گاز گلخانه‌ای به‌ویژه  $CO_2$  و  $SO_2$  کشورها را در افزایش سهم گاز طبیعی در سبد مصرف انرژی ترغیب می‌کند. پیش‌بینی‌ها حاکی از این موضوع است که به‌رغم تخلیه ذخایر محدود پراکنده گاز طبیعی در دنیا و افول تولید آن‌ها رشد مصرف گاز طبیعی بی‌وقفه ادامه یابد که بیش از نیمی از این افزایش تقاضا مربوط به نیروگاه‌های برق است (هاگرتی ۲۰۱۷). به‌طور مثال کشور ژاپن برنامه‌های جامعی به‌منظور حداکثر استفاده از ظرفیت موجود پالایشگاه‌های خود برای

افزایش سهم تولیدی انرژی تا سال ۲۱۰۰ پیش‌بینی کرده است.

در کشور نیز در سال‌های اخیر طرح جامع انرژی به‌خصوص گاز طبیعی در حال شکل‌گیری است که بدین منظور دولت وقت با بازنگری در سیاست‌ها، خط‌مشی‌ها و ساختارهای مرتبط با صنعت گاز امکان رشد حداکثری شرکت ملی و خصوصی در این صنعت را فراهم کرده است. بر این اساس برای رسیدن به تولید و توسعه پایدار باید به ویژگی کلیدی تولید بهینه، حداکثر اکتشاف و حداقل هزینه در فرایند تولید را با توجه به کاهش هزینه‌های اجتماعی در طی تولید گاز طبیعی (محیط‌زیست) را مورد توجه خود قرار داد. بر طبق آخرین برآورد ایران با در اختیار داشتن ۱۸۶/۹ تریلیون مترمکعب گاز، یکی از بزرگ‌ترین دارندگان ذخایر گاز جهان است و طبق بررسی‌های ژئوپلیتیکی و زمین‌شناختی دوسوم حوزه جغرافیایی ایران هنوز اکتشاف جدید نفت و گاز صورت نگرفته است که کارشناسان این امر را عامل توسعه اقتصادی ایران در زمینه انرژی قلمداد می‌کنند. در مباحث امروز انرژی و توجه به خروج‌های نامطلوب و مطلوب با عنوان کارایی محیطی یا محیط‌زیستی در تمام بخش‌های انرژی در دست‌کار پژوهشگران قرار می‌گیرد. دلایل بسیاری از پژوهشگران، نبود شاخص مشخص در آسیب‌های زیستی از جمله خاک، زیست‌بوم‌های مناطق مدنظر است. به همین دلیل بهترین معیاری که سازمان جهانی سلامت (WHO) و کشورهای عضو پیمان پاریس بر آن در حال حاضر اکتفا کرده‌اند، مربوط به انتشار گازهای گلخانه‌ای از جمله پالایشگاه‌ها و نیروگاه‌های برق است.

در شرایط حاضر با افت قیمت نفت در عرصه بین‌الملل و به دنبال جایگزینی مناسب به‌جای نفت و آلاینده‌گی‌های زیست‌محیطی فراوان، این ماده سیاه در جهان باعث توجه روزافزون جامعه بین‌الملل به منبع و سوخت جایگزین و دوستاندار محیط‌زیست از جمله گاز طبیعی شده است. از آنجایی که بخش اعظم گاز طبیعی مصرفی در داخل کشور و همچنین گاز طبیعی صادراتی به کشورهای هم‌جوار پس از پالایش و فرورش تأمین و عرضه می‌گردد، نیاز است تا کارایی و بهره‌وری پالایشگاه‌های گازی کشور که بعضاً گاز ترش هستند؛ مورد توجه قرار بگیرند.

جهت حفظ از این منابع طبیعی از مخازن قابل استحصال، نیاز است تا پالایشگاه‌های کشور از حداکثر امکانات و با کمترین میزان اتلاف و پسماند به تولید گاز طبیعی قابل مصرف پردازد (امامی مبینی ۱۳۹۲).

از سویی با افزایش بی سابقه ۳۶/۹ درصدی مصرف گاز طبیعی نیروگاه‌های کشور در سال ۱۳۹۴ نسبت به سال قبل به دلیل افزایش تولید گاز طبیعی و اعمال سیاست تخصیص حداکثری گاز به بخش نیروگاهی و ادامه این روند؛ نشان از کاهش مصرف سوخت‌های مایع و کاهش آلودگی است ولی این امر در بیشتر مواقع بدون توجه به میزان اتلاف و هدررفت در حین پالایش گاز بوده است (وزارت نیرو). از آنجاکه بخش پالایشگاهی شامل صنایع مادر و پیشرو کشور ایران به حساب می‌آید و از ضریب همبستگی بالایی با بقیه بخش‌های مرتبط از جمله پتروشیمی و نیروگاه (گازی و سیکل ترکیبی) و شرکت‌های معدنی مولد دارد به همین دلیل هرگونه تغییر در این بخش حساس و کلیدی می‌تواند تأثیرات مستقیم و جانبی متفاوتی بر روی سیستم اقتصادی و تولیدی کلان کشور و نفوذپذیری هرچه بیشتر کشور در بازارهای بین‌المللی انرژی داشته ایفا کند. این پژوهش به بررسی جامع ۱۲ پالایشگاه‌های گازی کشور در طی سال‌های ۱۳۹۴-۱۳۸۸ و محاسبه میزان کارایی و بهره‌وری آن‌ها با نگاه ویژه به شرایط زیست‌محیطی می‌پردازد که از اولویت‌های سیاستی حوزه نفت و گاز در راستای توسعه اقتصادی این بخش و افزایش حفاظت روزافزون از محیط‌زیست است.

به‌طورکلی در این مقاله به پرسش‌های زیر پاسخ داده می‌شود:

- بررسی بازدهی عملکرد فنی- محیط‌زیستی واحدهای پالایشگاه‌های گازی کشور و مقایسه آن‌ها با یکدیگر به چه میزان است؟
- دلایل عدم کارایی در برخی از پالایشگاه‌های گازی بهینه کشور ایران از منظر کارایی فنی- زیست‌محیطی و نخستین اقدام متناسب آن چیست؟
- رتبه‌بندی پالایشگاه‌های گاز طبیعی بر مبنای کارایی زیست‌محیطی (EEPL)، شاخص مالم کوئیست و مؤلفه‌های تأثیرگذار آن به چه صورت خواهد بود؟

ساختار مقاله بدین صورت است که بخش بعدی به مطالعه پیشینه تحقیق و سپس به مبانی نظری و مدل‌های مورد استفاده در این تحقیق اختصاص می‌یابد. در بخش‌های بعدی مقاله شاخص‌های بهره‌وری و عملکردی پالایشگاه‌های گاز طبیعی ایران اندازه‌گیری شده است. در نهایت نیز نتیجه‌گیری و پیشنهاد‌های ارائه می‌شود.

### ۱. پیشینه تحقیق

از تحلیل پوششی داده‌ها در بخش‌ها و نهاد‌های مختلف از جمله بیمارستان‌ها، بانک‌ها و... به منظور اندازه‌گیری کارایی (فنی، اقتصادی و...) استفاده شده است و همچنین از این روش در خصوص صنعت برق و سیستم‌های توزیعی این حوزه استفاده‌هایی شده است. با جست‌وجو‌هایی که در صنایع بالادستی و میان‌دستی انرژی فسیلی صورت گرفت، به موردی که کارایی فنی - زیست‌محیطی این بخش‌ها را دربر گیرد، چند مورد مشاهده شد. امامی و میبیدی (۱۳۸۸) به بررسی کارایی فنی و بهره‌وری ۲۵ نیروگاه برق در طی سال‌های ۱۳۸۶-۱۳۸۸ پرداخته است، نتایج حاصل از این پژوهش نشان می‌دهد ناکارایی بازده به مقیاس بیشترین تأثیر را روی ناکارایی فنی دارد و رشد بهره‌وری در طی سال مورد بررسی ۱,۵ درصد به دلیل تأثیرپذیری از تغییرات تکنولوژیکی بوده است. امامی میبیدی و همکاران (۱۳۹۵) به تجزیه و تحلیل کارایی فنی - زیست‌محیطی پالایشگاه‌های نفت ایران توسط یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای فازی چند هدفه در طی سال‌های ۹۲-۱۳۸۹ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد که متوسط کارایی پالایشگاه‌های ایران در طی سال‌های مورد مطالعه با استفاده از مدل پیشنهادی از ۰/۷۶ تجاوز نکرده است. تن و سوسویی (۲۰۱۱) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها اقدام به اندازه‌گیری کارایی خروجی‌های مطلوب و نامطلوب تأسیسات برق آمریکا کرده‌اند. آن‌ها با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها<sup>۱</sup> جهت اندازه‌گیری راندمان کلی کارخانه‌های برق آمریکا به وسیله خروجی‌های مطلوب و نامطلوب نشان دادند که خدمت عمومی مدیریت و بهره‌وری محیطی در بین سال‌های

۲۰۰۰-۱۹۹۶ بهبود یافته است. سیوشی و گوتو (۲۰۱۷) در مطالعه خود با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی زیست‌محیطی و تأثیرپذیری آن از صنعت نفت در سال‌های ۲۰۱۰-۱۹۸۰ پرداختند. در این مطالعه، خروجی‌های مدل به خروجی‌های مطلوب و خروجی‌های نامطلوب طبقه‌بندی شده است. علاوه بر این مالکیت بخش خصوصی و دولتی بودن صنعت نفت در هر کشور در تحلیل مورد استفاده قرار گرفته است. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد شرکت ملی نفت با مالکیت دولتی، عدم کارایی بیشتری نسبت به شرکت‌های بین‌المللی نفتی که تحت مالکیت بخش خصوصی است، دارد.

## ۲. مبانی نظری

یکی از محرک‌های اصلی کاهش هزینه نگه‌داری، عملیات تولیدی و زیست‌محیطی پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور توجه ویژه به برنامه‌ریزی و کنترل تولید است. بدین منظور برنامه‌ریزی برای اجتناب از درهم‌ریختن مراحل جداسازی و مقاومت کمتر در برابر آلودگی در راستای متوالی واحدها را برنامه‌ریزی می‌کند. چون سوخت یک هزینه عمده عملیاتی در بخش پالایشگاه‌های کشور است، پس محرک برای کمپرسورها و مشعل‌های سوخت و تغییرات فناوری کارایی می‌تواند فشار و مشخصات جریان دلخواه را تعیین کند. بنابراین با به‌روزرسانی و ارتقا برای افزایش کارایی واحدهای قدیمی و جدید باید تا حد امکان پالایشگاه‌ها و نیروگاه‌های کشور به صورت دوره‌ای ارزیابی شوند. استفاده از سیکل بهینه‌سازی با تکنولوژی قابل استحصال در بخش میان‌دستی صنعت انرژی کشور می‌توان پارامترهایی از جمله افزایش سود، کاهش هزینه تولید، کاهش رفع ضایعات، بهبود کیفیت و سلامت محیط‌زیست در حداکثر مقدار خود قرار گیرد (لی و همکاران ۲۰۱۷). مسئله اصلی در اندازه‌گیری عملکرد بهره‌وری انرژی تعریفی از اصطلاح بهره‌وری انرژی است. تعاریف مختلفی در مورد بهره‌وری انرژی وجود دارد که به‌طور کلی نسبت عملکرد خروجی‌های انرژی به میزان ورودی معمول‌ترین آن به حساب می‌آید. تعاریف مختلف بهره‌وری انرژی منجر به استفاده از شاخص‌های مختلف برای نظارت بر تغییرات در بهره‌وری انرژی می‌شود که

می‌تواند نتایج و پیامدهای بسیار متفاوتی را به دنبال داشته باشد. از آنجاکه هیچ اندازه معناداری برای خدمات انرژی در تمام بخش‌های مصرف انرژی وجود ندارد، به همین دلیل روش‌های مختلفی برای اندازه‌گیری کارایی انرژی در ادبیات موضوع ارائه شده است.

یک روش معمول برای سنجش کارایی بهره‌وری انرژی در کل اقتصاد، تغییر در مصرف انرژی یا شدت انرژی کل بر تعدادی از عوامل تجزیه‌شده مؤثر و نیز تغییرات شدت انرژی در همان سطح یا بخش‌های پایین برای ارزیابی کارایی انرژی است (موجیکا و همکاران ۲۰۱۷). مطالعات بهره‌وری مبتنی بر انرژی عمدتاً مربوط به اندازه‌گیری تغییرات بهره‌وری انرژی در طول زمان در یک واحد خاص (به‌طور مثال یک کشور) با یک بخش مصرفی (به‌طور مثال پالایشگاه‌ها آن کشور) است که تعداد اندکی از آن‌ها برآوردهایی از عملکرد بهره‌وری انرژی نهادهای مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. در تجزیه و تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) به تازگی به‌طور گسترده‌ای برای ارزیابی عملکرد بهره‌وری بخش‌های مختلف انرژی مورد استفاده قرار گرفته است. پیشینه DEA در سال ۱۹۷۸ توسط چارلز و همکاران بوده که یک رویکرد موازنه غیرپارامتریک به منظور ارزیابی کارایی نسبی مجموعه‌ای از نهادهای قابل مقایسه با چندین ورودی و خروجی ارائه کرده است.

یکی از ویژگی‌های مشترک مدل‌های DEA در مطالعات این است که مصرف انرژی به‌عنوان یک ورودی در یک چارچوب تولید که در آن انرژی و دیگر ورودی‌های غیرانرژی برای تولید خروجی‌های مطلوب و نامطلوب استفاده شده، مدل می‌شود. با این حال، استفاده از انرژی منجر به تولید برخی از خروجی‌های نامطلوب می‌شود، به‌عنوان مثال انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌عنوان محصولات جانبی تولید خروجی نامطلوب به حساب می‌آید. اندازه‌گیری بهره‌وری انرژی بدون توجه به خروجی نامطلوب نشانه درستی برای ارزیابی و مقایسه کارایی انرژی ارائه نمی‌کند. بر همین اساس، در این مقاله دو مدل برنامه‌ریزی خطی DEA در یک چارچوب تولید مشترک برای اندازه‌گیری کارایی بهره‌وری انرژی در سطح اقتصادی ارائه شده است.

## ۲-۱. مدل برنامه‌ریزی خطی برای اندازه‌گیری کارایی واحد مورد بررسی

یک فرایند تولید را در نظر بگیرید که در آن خروجی مطلوب و نامطلوب به صورت مشترک با مصرف انرژی وارد شده است. فرض کنیم که  $x, e, y, u$  به ترتیب بردارهای ورودی غیرانرژی، ورودی انرژی، خروجی مطلوب و خروجی نامطلوب که در آن ورودی‌های انرژی شامل  $L$  منابع مختلف انرژی است. به عبارت دیگر تولید برای مدل‌سازی فرایند تولید مشترک را می‌توان به صورت زیر توصیف کرد:

$$T = \{(x, e, y, u) : (x, e) \rightarrow (y, u)\}$$

در نظریه تولید  $T$  مجموعه‌ای محدود و بسته از خروجی‌ها فرض شده است و بدین معنی است که مقدار محدودی از ورودی‌ها می‌تواند مقدار محدودی از خروجی‌ها باشد. همچنین اگر شرط زیر برقرار باشد:

$$(x, e, y, u) \in T, x', e' \geq (x, e) \text{ or } (y' \leq y) \rightarrow (x', e', y, u) \in T$$

به منظور تطابق با تولید مشترک تولید خروجی‌های مطلوب و نامطلوب بعد از آن دو شرط زیر را قرار می‌دهیم:

(۱) خروجی‌ها بر اساس اصل ضعیف قابل دسترسی می‌شود. به طور مثال، اگر داشته باشیم:

$$(x, e, y, u) \in T, 0 \leq \theta \leq 1 \rightarrow (x, e, \Omega y, \Omega u) \in T$$

(۲) خروجی‌های مطلوب و نامطلوب، خروجی‌های ناپیوسته خواهد بود اگر:

$$(x, e, y, u) \in T, u = 0 \text{ f } y = 0$$

نخستین شرط نشان از کاهش خروجی‌های نامطلوب آزاد نیست، اما کاهش متناسب در هر دو خروجی مطلوب و نامطلوب امکان‌پذیر است. وضعیت دوم نشان می‌دهد که تنها راه برای از بین بردن تمام خروجی‌های نامطلوب، توقف روند تولید است. اگرچه تکنولوژی تولید  $T$  برای مدل‌سازی تولید مشترک خروجی مطلوب و نامطلوب تعریف شده است، اما نمی‌تواند به طور مستقیم در مطالعات تجربی مورد استفاده قرار گیرد. کار بسیار مهم صورت گرفته آن است که مدل را در یک چارچوب DEA غیرپارامتری قرار می‌دهیم. بنابراین فناوری حاصل



می‌تواند به‌عنوان یک فناوری محیط‌زیستی DEA در حوزه پالایشگاهی شناخته شود.

در مواردی که  $K$  وجود دارد عملکرد کارایی مصرفی انرژی سنجیده می‌شود و برای داده‌های مشاهده‌شده در مورد ورودی‌های انرژی (گاز ناخالص ورودی به پالایشگاه) و غیرانرژی (مصرف داخلی پالایشگاه)، خروجی‌های مطلوب (گاز طبیعی خالص) و خروجی‌های نامطلوب (گازهای اسیدی و ضایعات آن)، که می‌تواند تکنولوژی DEA محیطی بازده به مقیاس ثابت (CRS) بیان کرد.

$$T = \{x, e, y, u\} : \begin{cases} \sum_{k=1}^k z_k x_{nk} \leq x_n, n = 1, K, N \\ \sum_{k=1}^k z_k e_{lk} \leq e_l, l = 1, K, L \\ \sum_{k=1}^k z_k y_{mk} \geq y_m, m = 1, K, M \\ \sum_{j=1}^n z_k u_{jk} = u_j, j = 1, K, J \\ z_k \geq 0, \{k = 1, 2, K, k\} \end{cases} \quad (2)$$

پس می‌توان CRS را فناوری DEA محیط‌زیست بیان کرد چون تمام شرایط ذکرشده در بالا را رعایت می‌کند. در مطالعه موردی فناوری محیط‌زیستی DEA با اقدامات بهره‌وری و بازده ثابت نسبت به مقیاس به‌طور گسترده در مناطق مختلف مورد استفاده قرار گرفته است. بر اساس مدل برنامه‌ریزی خطی مدل زیر را برای محاسبه شاخص عملکرد بهره‌وری انرژی ارائه می‌کنیم:

$$EEPL_1(x_0, e_0, y_0, u_0) = \min \theta$$

$$s.t. \begin{cases} \sum_{k=1}^k z_k x_{nk} \leq x_{n0} & n = 1, K, N \\ \sum_{k=1}^k z_k e_{lk} \leq \theta e_{l0} & l = 1, K, L \\ \sum_{k=1}^k z_k y_{mk} \geq y_{m0} & m = 1, K, M \\ \sum_{k=1}^k z_k u_{jk} = u_{j0} & j = 1, K, J \\ z_k \geq 0, & k = 1, 2, K, k \end{cases} \quad (3)$$

در معادلات (۳) تلاش می‌شود تا مقادیر ورودی‌های انرژی را برای اندازه‌گیری را برای مقادیر غیرمستقیم، خروجی‌های مطلوب و نامطلوب به میزان قابل قبولی قرار دارد. یک شاخص عرضه و استاندارد شده (در بازه ۰ و ۱) برای اندازه‌گیری عملکرد بهره‌وری انرژی است. اگر  $EEPI_1$  مطلقاً بزرگ‌تر از یک باشد، این امر نشان‌دهنده آن است که این نهاد از لحاظ مصرف انرژی بهتر عمل می‌کند و از این رو بهره‌وری انرژی بالاتری نسبت به دیگر بخش‌ها دارد. اگر  $EEPI_1$  برابر یک باشد به این معنی است که در مرز بهترین عمل واقع شده است، بنابراین نمی‌تواند مصرف انرژی خود را به‌طور نسبی کاهش دهد. از لحاظ تئوری  $EEPI_1$  متقارن تابع فاصله از جاگذاری بردار شپارد بر ورودی‌های انرژی است. بحث در مورد توابع ورودی و خروجی شپارد را می‌توان در تحقیقات فارل و همکاران یافت که با استفاده از اطلاعات نمونه اقدام به تخمین توابع مرزی در روش پارامتری کرده و با بسط آن به روش پارامتری تصادفی و فاصله تولید از مرز کارایی تولید توانست مرز کارایی فارل غیرپارامتری را معرفی کند. با امکانات مدل (۳) اندازه‌گیری راندمان را که یک شاخص عملکرد کارایی خالص برای اندازه‌گیری کارایی بهره‌وری انرژی است، به‌عنوان نتیجه  $EEPI_1$  قدرت تفکیک‌پذیری ضعیف در مقایسه با کارایی انرژی ارائه می‌دهد. از سویی چون مدل (۳) اثرات ترکیبی انرژی را در نظر می‌گیرد پس با توجه به این موضوع می‌توانیم ارزیابی بهره‌وری انرژی را تا حد ممکن بیشتر کنیم. بنابراین مدل زیر برای DEA مورد بررسی شد:

$$\begin{aligned}
 EEPI_2 = (x_0, e_0, y_0, u_0) &= \min \frac{1}{L} \sum_{l=1}^L \theta_l \\
 s.t. \quad & \sum_{k=1}^k z_k x_{nk} \leq x_{n0}, \quad n = 1, K, N \\
 & \sum_{k=1}^k z_k x_{lk} \leq \theta_l e_{l0}, \quad l = 1, K, L \\
 & \sum_{k=1}^k z_k y_{mk} \geq y_{m0}, \quad m = 1, K, M \\
 & \sum_{k=1}^k z_k u_{jk} = u_{j0}, \quad j = 1, K, J \\
 & z_k \geq 0, \quad k = 1, 2, K, k
 \end{aligned}
 \tag{۴}$$

مدل (۴) به‌عنوان غالبی از مدل DEA در زمینه اندازه‌گیری کارایی انرژی مورد توجه قرار گیرد. در واقع این مدل زمانی می‌تواند جایگزین مدل (۳) قرار گیرد که تنظیم غیرمستقیم برای ورودی‌های انرژی مجاز است. بدیهی است، ارزش هدف مطلوب  $EEPI_2$  بزرگ‌تر از صفر است، اما بزرگ‌تر از  $EEPI_1$  نمی‌تواند باشد. بنابراین  $EEPI_2$  یک شاخص استاندارد شده با قدرت تفکیک‌پذیری بالاتری نسبت به  $EEPI_1$  برای اندازه‌گیری کارایی بهره‌وری انرژی در تمام سطوح فراهم می‌کند. از آنجاکه مدل (۴) برای تنظیمات غیرمتناسب برای ورودی‌های انرژی در ارزیابی بهره‌وری انرژی است، پس با تغییر ورودی‌ها نسبت به هم به‌منظور دستیابی به نقطه ایده‌آل خود در مرز بهترین عملکرد به مقدار زیاد اقدام می‌کند. از آنجاکه  $EEPI_2$  اساساً حداقل میانگین نسبت مصرف انرژی مورد انتظار به ورودی‌های واقعی انرژی است،  $EEPI_2$  به‌عنوان شاخص عملکرد متوسط انرژی استفاده کنیم.

## ۲-۲. بهره‌وری و شاخص اندازه‌گیری آن

به‌رغم استفاده گسترده از مدل‌های معمول DEA مدل‌های  $CCR^1$  و  $BCC^2$  دارای نقطه‌ضعف‌هایی هستند که تنها یک چارچوب مقطعی را نشان می‌دهند و در طول زمان نیز کاربرد لازم برای مطالعه را ندارند، بنابراین لازم است برای تجزیه و تحلیل سری زمانی بهره‌وری انرژی از ابزار پیشرفته و کاربردی‌تر شود. به همین منظور سعی شد از شاخص مالم کوئیست برای اندازه‌گیری بهره‌وری انرژی استفاده شود. در سال‌های اخیر شاخص مالم کوئیست به روش استاندارد DEA برای اندازه‌گیری کارایی پویا تبدیل شده است که مزایای بسیاری دارد که در مباحث مدل تحقیق با شاخص مالم کوئیست مورد مطالعه قرار گرفته شده است (ریکاردی و همکاران ۲۰۱۵).

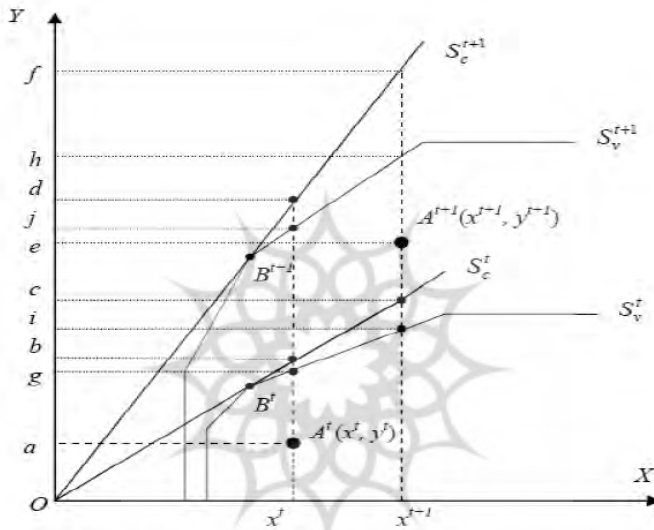
نخستین بار شاخص مالم کوئیست در سال ۱۹۵۳ توسط شخصی به نام استن مالم کوئیست به‌عنوان شاخص کیفیت به‌صورت نسبت‌های توابع فاصله به‌منظور تجزیه و تحلیل مصرف منابع تولید معرفی شد. سپس از این شاخص برای

<sup>1</sup> Charns, Cooper & Rothes

<sup>2</sup> Benker, Charnez & Cooper

اندازه‌گیری و تحلیل بهره‌وری استفاده شد. فارل و همکارانش در سال ۱۹۹۲ تغییر بهره‌وری را به دو قسمت تغییر در کارایی عملکردی و تغییر در کارایی فناوری بررسی و از مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی ناپارامتریک برای محاسبه آن استفاده کردند. شاخص مالم کوئیست تفکیک بهره‌وری را به دو جزء عمده آن یعنی تحولات فناوری و تغییرات در کارایی میسر ساخته است.

نمودار ۱. تفکیک بهره‌وری کل (شاخص مالم کوئیست) حالت‌های CRS و VRS



خط  $sct$  در نمودار ۱ نشان‌دهنده مرز تولید در دوره  $t$  است.  $S_c^{t+1}$  این مرز را در دوره  $t+1$  نشان می‌دهد. تکنولوژی بهبودیافته  $S_c^{t+1}$  شرکت‌های کارا را قادر می‌سازد تا خروجی را با استفاده از مقدار کمتر ورودی مورد نیاز تکنولوژی  $S_c^t$  تولید کنند. فرض کنید شرکت مورد نظر ترکیبی از ورودی و خروجی  $A^t(x^t, y^t)$  در دوره  $t$  و  $A^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})$  در دوره  $t+1$  داشته باشد. دو تغییر در طی  $t$  و  $t+1$  اتفاق افتاده است، نخست، به دلیل پیشرفت تکنولوژی، شرکت خروجی بیشتری را به ازای هر ورودی در دوره  $t+1$  نسبت به دوره  $t$  به نسبت به دوره  $t$  تولید کرده است. در واقع ترکیب ورودی-خروجی‌اش در دوره  $t+1$  استفاده از تکنولوژی دوره  $t$  را غیرموجه می‌سازد. دوم، شرکت تغییر کارایی عملکردی را نیز تجربه کرده است. تحلیل مالم کوئیست بر مبنای به‌کارگیری توابع مسافت است. در تعریف شاخص مالم

کوئیسیت بر مبنای به‌کارگیری توابع مسافت با در نظر گرفتن ترکیب زمان تعدیل می‌شود. توابع مسافت را با توجه به دو دوره زمانی متفاوت به صورت  $(x^{t+1}, y^{t+1})$  و  $D_e^t(x^t, y^t)$  تعریف می‌کنیم که در آن  $D_e^{t+1}$  تابع مسافت نسبت به مرز در زمان  $(t+1)$ ،  $(x^{t+1}, y^{t+1})$  بردارهای ورودی و خروجی در زمان  $t+1$  هستند، به عبارت دیگر تابع  $D_e^{t+1}(x^t, y^t)$  دسته ورودی-خروجی در دوره  $t$  را نسبت به تکنولوژی دوره  $t+1$  ارزیابی می‌کند درحالی‌که تابع  $D_e^t(x^{t+1}, y^{t+1})$  دسته ورودی-خروجی مشاهده شده در دوره  $t+1$  را نسبت به تکنولوژی دوره  $t$  ارزیابی می‌کند. پس توابع مسافت بردار ورودی-خروجی یک سال مشخص نشان از نسبت مرز همان سال برای سال‌های  $t$  و  $t+1$  است.

در ابتدا مدل DEA (تحلیل پوششی داده‌ها) ورودی‌محور معرفی می‌شود که برای اندازه‌گیری کارایی بهره‌وری است. DEA نوعی از روش ارزیابی بهره‌وری جدید توسعه یافته توسط چارنر و همکاران (۱۹۹۴) بر اساس کارایی نسبی است. آن‌ها خروجی و ورودی هر یک از واحدها را به روش‌های ورودی/خروجی چندگانه گسترش می‌دهند و سپس کارایی نسبی را در میان انواع واحدها تصمیم‌گیری مشابه مورد بررسی قرار داده‌اند. به‌طور کلی مدل CCR و BBC روش‌های معمول DEA است. مدل CCR (چارنر و همکاران) کارایی فنی کل را بررسی می‌کند که این مدل به‌طور خلاصه به شرح زیر است:

فرض کنید  $n$  واحد تصمیم‌گیری (DMU) وجود دارد و هر کدام دارای  $m$  خروجی و  $S$  ورودی است و ماتریس ورودی‌ها و خروجی‌ها سطح کارایی (DEA) ورودی‌محور) به صورت برنامه‌ریزی خطی زیر حل می‌شود:

$$\begin{aligned} x_j &= (x_{1j}, x_{2j}, \dots, x_{sj})^T > 0 \\ y_j &= (y_{1j}, y_{2j}, \dots, y_{mj})^T > 0 \\ j &= 1, 2, 3, \dots, n. \end{aligned} \quad (4)$$

$$(P)CCR \begin{cases} \max \mu^T y_{j0} \\ s.t. \\ \omega^T X_j - \mu^T Y_j \geq 0 \\ \omega^T X_{j0} = 1 \\ \omega \geq \varepsilon e', \quad \mu \geq \varepsilon e \\ j = 1, 2, \dots, n \\ e' = (1, 1, \dots, 1)^T \in E_m \\ e = (1, 1, \dots, 1)^T \in E_s \end{cases} \quad (5)$$

$$(D)CCR \begin{cases} \min [\theta - \varepsilon(e'^T s^- + e^T s^+)] \\ s.t. \\ \sum_{j=1}^n X_j \lambda_j + s^- = \theta X_{j0} \\ \sum_{j=1}^n Y_j \lambda_j - s^+ = Y_{j0} \\ \lambda_j \geq 0, \quad j = 1, 2, \dots, n \\ s^+ \geq 0, s^- \geq 0 \end{cases} \quad (6)$$

مدل ۶ دوگان<sup>(۱)</sup> برنامه ریزی خطی ۵ است. جایی که  $\lambda_j$  متغیر وزن داده شده به واحد تصمیم گیری ز مورد بررسی است.  $e^T$  و  $e'^T$  نشان دهنده ماتریس های متفاوت در مدل و  $s^+$  و  $s^-$  متغیرهای کمکی هستند.  $\theta$  کارایی فنی کل و  $\varepsilon$  به میزان  $10^{-6} \sim$  است. از طرفی  $(\theta^0, \lambda^0, s^0, s^{+0})$  راه حل بهینه برای مدل ۵ نشان می دهد. اگر  $\theta = 1$  و همه متغیرهای کمکی صفر باشند واحد تصمیم گیری مورد ارزیابی قرار گرفته کارآمد است و به این معنی است که  $DMU_{j0}$  در مرز بهترین عملکرد قرار دارد. اگر  $\theta < 1$  یا برخی از متغیرهای غیر صفر باشند، پس  $DMU_{j0}$  ناکارآمد است. در مدلی که بیان شد این نکته حائز اهمیت است کارایی فنی کل را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$TE = PTE \times SE$$

در اینجا TE به معنای بهره وری کل و PTE کارایی فنی خالص و SE نشان دهنده مقیاس کارایی است خاطر نشان می شود که مدل DEA برای داده های

مقطعی مورد استفاده قرار می‌گیرد، پس ارزیابی کارایی برای مدت‌زمان مشخصی به دست می‌آید؛ اما باگذشت زمان میزان کارایی آن مشخص نیست که به‌منظور برطرف کردن این نقص از شاخص مالم کوئیست در طی یک دوره می‌توان استفاده کرد (وندونگ، ۲۰۱۵).

شاخص مالم کوئیست بر مبنای چندین ورودی - خروجی از مرز فناوری تولید استوار است. شاخص مالم کوئیست به‌عنوان یک روش غیرپارامتریک اجازه تجزیه و تحلیل به لحاظ پیشرفت تکنولوژی و تغییرات کارایی را نیز در اختیار قرار می‌دهد تا بتوان بینش عمیقی از تغییرات بهره‌وری به دست آورد (امامی‌مبیدی، ۱۳۹۰).

در این روش شاخص مالم کوئیست بر اساس مقادیر کارایی که از طریق مدل DEA به دست می‌آید، قابل محاسبه است. بدین منظور فرض کنید  $X^t \in R_+^N$  و  $Y^t \in R_+^M$  از طرفی  $N \times 1$  بردار ورودی و  $M \times 1$  بردار خروجی در طی زمان  $t$  باشد تکنولوژی تولید را می‌توان به‌صورت امکان تولید به شرح زیر بیان کرد:

$$T^t = \{(x^t, y^t) : x^t \rightarrow y^t\}$$

فرض کنید که تکنولوژی تولید دارای تحدب و اصل قوی در ورودی‌هاست، از این‌رو، توابعی که می‌تواند خروجی را ایجاد کنند عبارتند از:

$$D_0^t(x^t, y^t) = \inf\{\varphi > 0 : (x^t, y^t / \varphi) \in T^t\}$$

در اینجا معیار مرز کارایی فنی چن و یانگ (۲۰۱۱) در توابع فاصله‌ای را نیز در همان سال و واحدهای مختلف بیان می‌شود:

$$D_0^t(x^t, y^t) \leq 1$$

فقط زمانی که  $y_t$  در مرز امکان تولید با  $x_t$  قرار گرفته است می‌توان معادله به‌صورت زیر تعیین کرد:

$$D_0^t(x^t, y^t) = 1$$

با کمک توابع فاصله‌ای، می‌توان شاخص مالم کوئیست را در دوره  $t$  به‌صورت زیر نشان داده شود (چارنز و همکاران ۱۹۸۲):

$$M_t = \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)}$$

و همین طور در دوره t+1 شاخص مالم کوئیست به صورت زیر انجام می شود:

$$M_t = \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)}$$

برای جلوگیری از یک معیار می توان از شاخص جدیدی از مالم کوئیست

استفاده کرد:

$$\begin{aligned} M_0(x^t, y^t, x^{t+1}, y^{t+1}) \\ &= (M^t \times M^{t+1})^{1/2} \\ &= \left[ \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \times \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right]^{1/2} \end{aligned}$$

در نهایت، نیز می توان شاخص مالم کوئیست را محاسبه کرد که به صورت

زیر است:

$$\begin{aligned} M_0(x^{t+1}, y^{t+1}, x^t, y^t) &= EFFCH \times TECH \\ &= \frac{D_0^{t+1}(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^t, y^t)} \quad (efficiency\ change) \\ &\times \sqrt{\left( \frac{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})}{D_0^t(x^{t+1}, y^{t+1})} \right) \left( \frac{D_0^t(x^t, y^t)}{D_0^{t+1}(x^t, y^t)} \right)} \quad (technical\ change) \end{aligned}$$

پس جایی که تغییرات کارایی مورد بررسی قرار می گیرد، نشان دهنده این موضوع است که آیا حرکت در جهت مرز کارایی در دوره t و t+1 رخ داده است یا خیر...

### ۳. روش تحقیق

در این پژوهش با استفاده از اطلاعات و آمارهای جمع آوری شده از آمارنامه شرکت ملی گاز و پایگاه اطلاعاتی دانشکده نفت و ترازنامه وزارت نیرو در سال ۱۳۹۴ اقدام به تجزیه و تحلیل عملکرد ۱۲ پالایشگاه های گاز طبیعی کشور در زمینه های فنی و محیط زیستی پرداخته شد که پالایشگاه های فعال مورد نظر در



این پژوهش شامل پالایشگاه‌های فجر، خان‌گیران، بید بلند، مسجد سلیمان، سرخون و قشم، پارس جنوبی (فاز ۱)، پارس جنوبی (فاز ۲ و ۳)، پارس جنوبی (فاز ۴ و ۵)، پارس جنوبی (۶ و ۷ و ۸)، پارس جنوبی (۹-۱۸)، پارسین ۱ و ۲ و میمک طی سال‌های ۹۴-۱۳۸۸ است.

در این پژوهش هر یک از پالایشگاه‌های گاز طبیعی به‌عنوان یک واحد تصمیم‌گیری (DMU) قلمداد می‌شود. در این مطالعه از دو ستانده و دو نهاده استفاده شده است که عبارتند از:

نهاده‌ها: (۱) گاز ورودی پالایشگاه‌ها

(۲) مصرف داخلی پالایشگاه‌ها

ستانده‌ها: (۱) گاز خشک ارسالی به خطوط گازی ۵۶ اینچ

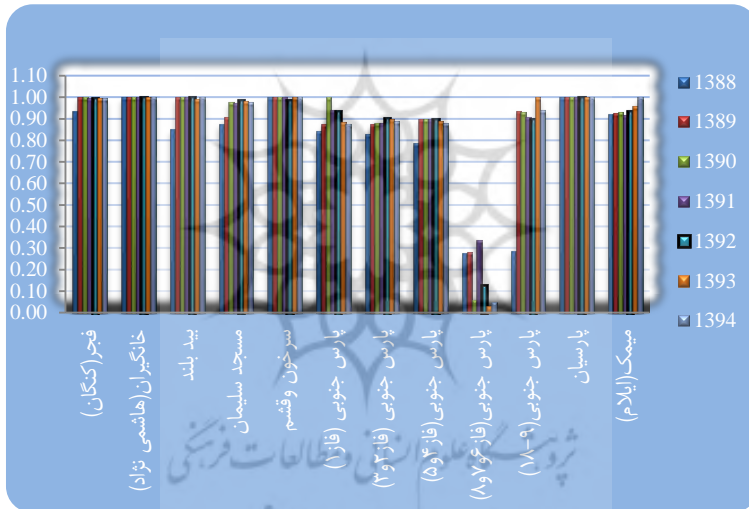
(۲) آلاینده‌های حاصل از فرآورش (سوخت مشعل+تجمیع گازهای اسیدی).

از بررسی‌هایی صورت گرفته از پالایشگاه‌های گاز طبیعی در کشور و جهان این موضوع استنتاج می‌شود که اکثراً تمام پالایشگاه‌های گازی دارای ساختار، مکانیسم و نهاده‌ها، ستانده‌های مشابهی هستند که تأییدکننده شرط همگنی است. از طرفی به دلیل تأثیر یکسان عوامل محیطی و جغرافیایی غیرقابل انکار بر روی فرایند پالایش گاز طبیعی نادیده قرار داده و از روش تحلیل پوششی داده‌ها جهت اندازه‌گیری عملکرد پالایشگاه‌های گازی (با استفاده از نرم‌افزار LINGO.۱۷) به بررسی کارایی اقتصادی و محیط‌زیستی پرداخته می‌شود. بنابراین، در این مطالعه به دنبال رتبه‌بندی پالایشگاه‌های بهینه کشور از منظر کارآمدی فنی، محیط‌زیستی و ایجاد راهکارهای لازم و مؤثر به منظور فرایند تولید بهینه در راستای توجه هرچه تمام‌تر به مسئله محیط‌زیست هستیم. فقط باید این نکته را مدنظر بگیریم که انتشار گاز  $CO_2$  و  $SO_2$  می‌تواند از داده‌های مصرف سوخت و عوامل انتشاری قلمداد شود، زیرا مصرف گاز طبیعی عامل اصلی سهم عمده‌ای از انتشار گاز گلخانه‌ای از جمله  $CO_2$  است که منطقی به نظر می‌آید اگر سوخت مشعل‌ها نیز عامل خروجی‌های نامطلوب مدنظر قرار گیرد.

#### ۴. تجزیه و تحلیل داده‌ها

جدول ۱ نشان‌دهنده شاخص کارایی فنی و زیست‌محیطی مدل DEA، دو پالایشگاه از بین ۱۲ پالایشگاه‌های گازی موجود کشور هستند که به‌عنوان پالایشگاه‌های کارآمد از منظر عملکرد فنی بر اساس  $EEPL_1$  رفتار کرده‌اند. از سویی کارایی عملکردی تمام پالایشگاه‌ها به‌غیر از فازهای پالایشگاه‌های (۱) و (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی در طی سال‌های اخیر روند رو به افزایشی و نزدیک به مرز بهترین عملکرد را داشته‌اند، ولی اگر به‌صورت کلی به این مسئله نگاه کنیم میانگین کارایی بهره‌وری پالایشگاه‌ها تغییرات کمی در طی این سال‌ها داشته‌اند.

نمودار ۲. روند تغییرات عملکرد پالایشگاه‌های گاز طبیعی ایران سال‌های ۹۴-۱۳۸۸



با توجه به نتایج به‌دست‌آمده تحقیق، متوسط عملکرد فنی - محیط‌زیستی ۱۲ پالایشگاه گاز طبیعی کشور برای سال‌های ۹۴-۱۳۸۸ طبق جدول زیر است:

جدول ۱. محاسبه متوسط روند تغییرات عملکرد پالایشگاه‌های گازی کشور بر اساس  $EEPL_1$

فجر (کنگان)	۰٫۹۸۷
خانگیران (هاشمی نژاد)	۱
بیدبند ۱ و ۲	۰٫۹۷۷
مسجد سلیمان	۰٫۹۵۳
سرخون و قشم	۰٫۹۹۷
پارس جنوبی فاز ۱	۰٫۹۰۶
پارس جنوبی فاز ۲ و ۳	۰٫۸۷۸
پارس جنوبی فاز ۳ و ۴	۰٫۸۷۷
پارس جنوبی فاز ۵ و ۶	۰٫۱۶۳
پارس جنوبی فاز ۷ و ۸	۰٫۸۴۲
پارس جنوبی فاز ۹ و ۱۰	۰٫۹۹۹
پارسیان	۰٫۹۴۰
میمک (ایلام)	۰٫۹۴۰

مشاهده می‌شود پالایشگاه خانگیران (هاشمی‌نژاد) و پارسیان با اختلاف بسیار جزئی با کارایی واحد، بیشترین و بهترین عملکرد را نسبت به پالایشگاه‌های دیگر دارا هستند و این امر بیان‌کننده این موضوع است که پالایشگاه‌های خانگیران و پارسیان توانسته‌اند با یک مقدار مشخص از نهاده‌ها و با بهره‌گیری از حداقل‌سازی نهاده‌ها ورودی به حداکثر ستانده مطلوب دست یابند. در مقابل، کمترین کارایی فنی  $EEPL_1$  به میزان ۰/۱۶۳ درصد مربوط به فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی است که بدترین عملکرد فنی - محیط‌زیست DEA در بین پالایشگاه‌های کشور را به دلایلی از جمله فرسودگی تجهیزات تولیدی و سوء مدیریت‌های متداول در امر تولید اختصاص داده است. به‌طور کلی، تحقیقات به‌دست‌آمده دلالت بر این موضوع است با اصلاح سیاست‌های مدیریتی و برنامه‌ریزی در بخش‌های مختلف تولیدی می‌توان به میزان ۵ درصد بهره‌وری و عملکرد موجود در کل پالایشگاه‌های کشور با کمترین آسیب به محیط‌زیست پیرامون به سمت مرز کارایی سوق داد و از تمام ظرفیت‌های قابل‌دسترس با بیشترین بازدهی بهره‌مند شد.

## ۵. شاخص مالِم کوئِست

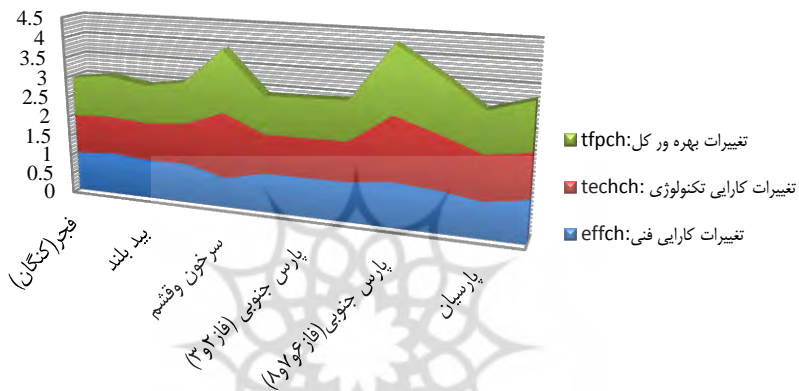
شاخص مالِم کوئِست در زمینه پالایشگاه‌های کشور برای به دست آوردن بهره‌وری فنی کل آن‌ها با توجه به تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات کارایی فنی آن‌ها مدنظر می‌گیرد و داده‌های تجربی مورد استفاده برای سال‌های ۹۴-۱۳۸۸ نیز است.

جدول ۲ شاخص بهره‌وری مالِم کوئِست و جدول ۳ نیز مؤلفه‌های مربوط به تغییر آن را در طی دوره‌های تحقیق نیز نشان می‌دهد. در جدول ۲ به‌طور متوسط شاخص بهره‌وری پویا مالِم کوئِست به میزان ۱/۱۲۴ درصد افزایش یافته است. به‌عبارت‌دیگر، این مقدار نشان از رشد مثبت در این حوزه انرژی دارد. از این‌رو، برای استفاده کارآمد و حفظ موقعیت در این بخش از انرژی اهمیت زیادی داشته و با توجه به میزان منابع سوختی موجود و شرایط جهانی انرژی از جمله گاز طبیعی حمایت از رشد این بخش صنعت و آلودگی محیط‌زیست امر بسیار مهم و

جدی تلقی می شود.

همان طور که در نمودار ۳ نشان داده شده است، روند کلی تغییرات تکنولوژیکی و تغییرات بهره‌وری کل عوامل سازگار و نوسانی است، در حالی که تغییر کارایی فنی با میانگین حدود ۹۸/۴ درصد روندی پایدار و خنثی را نشان می دهد.

نمودار ۳. متوسط تغییرات شاخص مالم کوئیست و مؤلفه‌های آن طی سال‌های ۱۳۸۸-۱۳۹۴



جدول ۲. روند متوسط شاخص بهره‌وری مالم کوئیست و تجزیه و تحلیل نتایج به دست آمده

رتبه بهره‌وری پالایشگاه‌ها TFPCH rank	تغییرات بهره‌وری کل TFPCH (M Index)	تغییرات کارایی مقیاس SECH	تغییرات کارایی خالص PECH	تغییرات کارایی تکنولوژیکی TECHCH	تغییرات کارایی فنی EFFCH	پالایشگاه گاز طبیعی
۸	۰,۹۷۷	۰,۹۹۷	۰,۹۹۲	۰,۹۸۸	۰,۹۸۹	فجر (کنگان)
۵	۱,۰۳۹	۱,۰۲۴	۱,۰۴۵	۰,۹۴۸	۱,۰۷۱	خانگیران (هاشمی نژاد)
۱۱	۰,۹۵۲	۰,۹۹۰	۰,۹۹۴	۰,۹۶۲	۰,۹۸۵	بیدلند ۱ و ۲
۶	۱,۰۲۳	۱,۰۰۵	۰,۹۹۶	۱,۰۲۲	۱,۰۰۱	مسجد سلیمان
۲	۱,۵۳۱	۱,۰۰۰	۰,۷۵۱	۱,۶۲۹	۰,۷۵۱	سرخون و قشم
۱۲	۰,۹۴۹	۰,۹۸۹	۰,۹۸۴	۰,۹۷۱	۰,۹۷۳	پارس جنوبی فاز ۱
۱۰	۰,۹۵۷	۰,۹۷۹	۱,۰۰۰	۰,۹۷۲	۰,۹۸۰	پارس جنوبی

فاز ۳ و ۲						
پارس جنوبی فاز ۴ و ۵	۰,۹۸۷	۰,۹۸۳	۰,۹۹۹	۰,۹۸۸	۰,۹۷۱	۹
پارس جنوبی فاز ۶ و ۷ و ۸	۱,۱۰۹	۱,۵۶۵	۱,۱۱۱	۰,۸۷۰	۱,۶۱۲	۱
پارس جنوبی ۹-۱۸	۱,۰۳۶	۱,۳۰۰	۱,۰۴۲	۰,۹۹۴	۱,۳۳۴	۳
پارسیان	۰,۸۸۲	۱,۰۸۵	۰,۸۴۷	۱,۰۷۳	۰,۹۹۹	۷
میمک (ایلام)	۱,۰۴۸	۱,۰۷۶	۱,۰۴۹	۰,۹۹۹	۱,۱۴۰	۴

توضیح: محاسبات توسط نرم‌افزار لینگو ورژن ۱۷,۱ انجام شد.

طبق نتایج به دست آمده در جدول ۲، شاخص بهره‌وری کل مالیم کوئیسیت در تمام پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور بیش از ۹۵ درصد است. بر این اساس ۶ پالایشگاه که از بین آن‌ها پالایشگاه‌های میمک و فازهای (۹-۱۸) پارس جنوبی از جمله پالایشگاه‌های جوان هستند، جزء برترین پالایشگاه‌های گاز طبیعی به حساب می‌آیند. از سویی فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی نشان از افزایش میزان متوسط شاخص بهره‌وری در این سال‌ها بوده است. در مقابل کمترین مقدار متوسط شاخص بهره‌وری مالیم کوئیسیت (tfpch) به ترتیب ۰,۹۴۹ و ۰,۹۵۲ درصد برای (فاز ۱) پارس جنوبی و بیدبلند است که نشان‌دهنده به‌کارگیری کمتری از ابزارهای بهره‌وری و بهبودسازی نسبت به دیگر پالایشگاه‌ها است. البته با توجه دقیق‌تر نیز در برخی پالایشگاه‌ها بعضاً در مؤلفه‌های بهره‌وری عملکرد ضعیف‌تری از خود ثبت کرده‌اند ولی توانسته‌اند با به‌کارگیری دیگر عوامل مؤثر تولیدی تأثیر منفی بر شاخص را تعدیل کنند. به عبارت دیگر، نتایج در جدول دلالت بر ناکارایی برخی مؤلفه‌های شاخص بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها دارد؛ به‌طور مثال سرخون و قشم به علت عدم کارایی مناسب فنی به دلیل ناکارایی خالص فنی و ناکارآمدی مقیاس آن است، ولی به دلیل استفاده و روند رو به رشد تکنولوژی در سال‌های مورد بررسی در این پالایشگاه عامل مهمی در تغییر شاخص بهره‌وری کل (مالیم کوئیسیت) در بین پالایشگاه‌ها است. در نهایت در بین ۱۲ پالایشگاه‌های گاز طبیعی فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی با وجود عدم کارایی در مقیاس توانسته با کمک کارآمدی خالص فنی و کارایی تکنولوژی بهترین عملکرد را به خود اختصاص دهد و از مزایای

نوآوری، علم و توسعه در بخش تولیدی بهره لازم را ببرد. البته بدیهی است در پالایشگاه‌های خانگیان (هاشمی‌نژاد) و میمک (ایلام) دستاوردهای بزرگی در تغییر کارایی فنی (effch) به میزان ۱,۰۷ و ۰,۴۱ درصدی نسبت به دیگر پالایشگاه‌ها بوده است، این امر مطمئناً به دلیل استراتژی توسعه این بخش در پالایشگاه باوجود شرایط حساس منطقه‌ای و بین‌المللی کشور مورد توجه بوده است.

جدول ۳. برآورد تغییرات شاخص بهره‌وری مالم کوئیسست پالایشگاه‌های گازی طبیعی و مؤلفه‌های آن

۱۳۸۸-۱۳۹۴

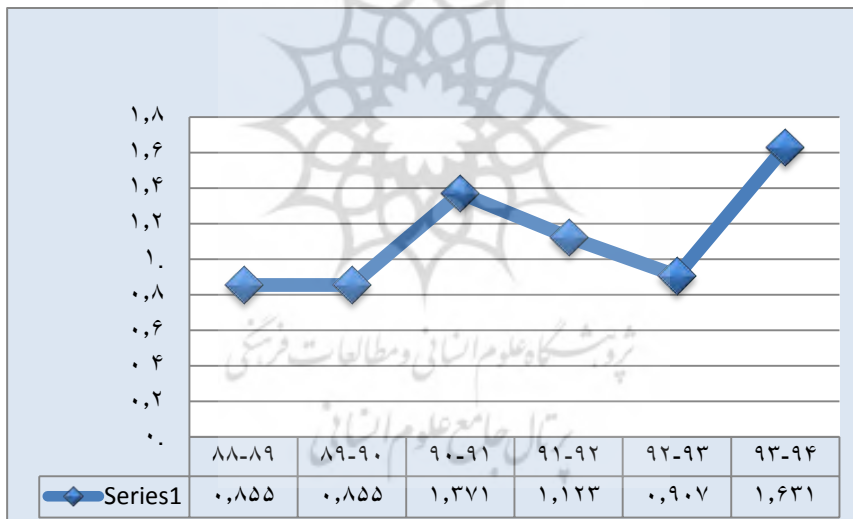
سال	تغییرات کارایی فنی EFFCH	تغییرات کارایی تکنولوژیکی TECHCH	تغییرات کارایی خالص PECH	تغییرات کارایی مقیاس SECH	تغییرات بهره‌وری کل TFPCH (M Index)
۱۳۸۸-۱۳۸۹	۰,۸۷۰	۰,۹۶۴	۰,۹۰۹	۱,۰۳۳	۰,۸۵۵
۱۳۸۹-۱۳۹۰	۰,۹۳۸	۰,۸۸۵	۰,۹۴۲	۰,۹۹۹	۰,۸۵۵
۱۳۹۰-۱۳۹۱	۱,۰۲۵	۱,۳۷۶	۰,۹۹۴	۱,۰۱۹	۱,۳۷۱
۱۳۹۱-۱۳۹۲	۱,۰۵۱	۱,۰۷۹	۱,۰۴۷	۱,۰۰۰	۱,۱۲۳
۱۳۹۲-۱۳۹۳	۰,۹۷۹	۰,۸۹۲	۰,۹۸۱	۰,۸۴۵	۰,۹۰۷
۱۳۹۳-۱۳۹۴	۱,۰۴۱	۱,۵۵۴	۱,۰۳۰	۱,۰۱۴	۱,۶۳۱
میانگین	۰,۹۸۴	۱,۱۴۲	۰,۹۸۴	۰,۹۸۵	۱,۱۲۴

مأخذ. محاسبات تحقیق

مشاهدات نتایج به‌دست‌آمده در جدول ۳ و ۴ نشان می‌دهد که برخی پالایشگاه‌ها به دلیل ناکارایی و تغییرات کم در مؤلفه‌های بهره‌وری باعث نتایج بد رتبه‌بندی درون شاخص شده‌اند. تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها (MI) در طول سال ۹۰-۱۳۸۸ در یک‌روند خنثی بوده، ولی در سال‌های بعد با رشد چشمگیری را در برهه‌های زمانی تجربه کرده است. به‌طور مشخص دلیل عقب‌نشینی MI (شاخص بهره‌وری) در سال ۹۴-۱۳۹۳ عملکرد شدیداً کاهشی پالایشگاه‌های سرخون، قشم و فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی است که در سال بعد تعدیل رو به مثبتی در روند تولیدی پالایشگاه‌ها رخ می‌دهد.

در سال‌های اخیر با نشست اجلاس پاریس و افزایش تقاضا و رویکرد جامعه جهانی به انرژی‌های پاک بهره‌وری انرژی مسئله اصلی در برنامه‌ریزی تولیدی قرار گرفته و این امر منجر به تغییر ساختار مدیریتی، صنعتی و تکنولوژی شده است. در ایران نیز سعی در پیشرفت همگام با جوامع بین‌المللی اقدام به سیاست‌های اصلاحات ساختاری در این بخش صورت گرفته، ولی به دلیل مسائل میدانی و منطقه‌ای و عدم زیرساخت‌های مناسب این تغییرات نیز با روند کندی همراه بوده است. البته می‌توان به‌وضوح بعضی تغییرات عملیاتی و استراتژی‌های راهبردی و کلیدی را مشاهده کرد. توجه داشته باشید که در جدول ۴ تغییرات کارایی خالص فنی (PECH) و کارایی مقیاس (SECH) روند خنثی را داشته‌اند، پس بیشترین تأثیر شاخص بهره‌وری نیز از تغییرات تکنولوژی بوده است.

نمودار ۴. متوسط تغییرات بهره‌وری کل (MI)



طبق نمودار ۴ در سال‌های ۹۱-۱۳۹۰ و ۹۴-۱۳۹۳ بالاترین مقدار متوسط بهره‌وری در دوره زمانی مورد بررسی است. همچنین در دوره‌هایی نیز روند خنثی و کاهشی نیز در میزان MI با درجه‌های مختلف مشاهده می‌شود. به‌طورکلی این نکته حائز اهمیت است که عملکرد بهره‌وری کل (شاخص مالم کوئیست MI) بستگی به همه تقسیمات دارد و به همین دلیل اختلاف در ۱۲ واحد پالایشگاه‌های

گازی کشور نیازمند بهبود کارایی و عملکرد کلی آن‌ها با توجه به شرایط خاص است.

### نتیجه‌گیری و پیشنهادی سیاستی

مدل DEA به‌طور گسترده برای اندازه‌گیری کارایی، راندمان و بهینه‌سازی در سطوح مختلف انرژی از جمله نفت و گاز می‌تواند مورد استفاده قرار گیرد. در این تحقیق از روش تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) متناسب با پالایشگاه‌های گاز طبیعی و شاخص مالم کوئیست اقدام به اندازه‌گیری بهره‌وری و بهینه‌سازی پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور با رویکرد محیط‌زیستی است. بدین منظور بهره‌وری عملکرد مربوط به DEA از پالایش گاز طبیعی که منجر به تولید خروجی مطلوب و نامطلوب بر اساس موارد تجربی و کاربردی مدنظر قرار می‌گیرد و تلاش برای ارزیابی بهره‌وری پالایشگاه‌ها در چارچوب دو خروجی «گاز خالص حاصل از پالایش و گازهای آلاینده حاصل از مراحل تولید است». هدف اصلی این مقاله ارائه مدل برنامه‌ریزی خطی DEA پالایشگاه‌های گاز طبیعی برای اندازه‌گیری کارایی و بهره‌وری عملکرد آن‌ها در تمام سطوح ممکن است و با استفاده از مفهوم فنی و زیست‌محیطی DEA دو مدل شاخص بهره‌وری است. نخستین شاخص  $EEPL_1$  تلاش در کاهش نهاده‌های ورودی به‌منظور حفظ و افزایش خروجی مطلوب به‌منظور هدایت به سمت مرز بهترین عملکرد باشد. نتایج حاصل از  $EEPL_1$  نشان از عملکرد دو پالایشگاه خانگیان (هاشمی‌نژاد) و پارس‌یان بر روی مرز کارایی است که در بین تمام پالایشگاه‌ها بهترین عملکرد فنی و زیست‌محیطی واحد و در مقابل فاز ۶ و ۷ و ۸ پارس جنوبی به میزان ۰/۱۶۸ بدترین کارایی فنی - محیطی را به دست آورده‌اند و بقیه پالایشگاه‌ها به ترتیب فجر (۰/۹۸۷)، بیدبلند ۱ و ۲ (۰/۹۷۷)، مسجدسلیمان (۰/۹۵۳)، میمک (۰/۹۴۰)، فاز (۱) پارس جنوبی (۰/۹۰۶)، فاز ۲ و ۳ پارس جنوبی (۰/۸۷۸)، فاز ۴ و ۵ پارس جنوبی (۰/۸۷۷)، فاز ۹-۱۸ پارس جنوبی (۰/۸۴۲) روند نزولی نسبت به یکدیگر مبتنی بر کارایی محیطی دارا هستند. به‌طورکلی نتایج حاصل از  $EEPL_1$  در طی سال‌های مورد بررسی به میزان ۰/۸۷۷ است. تحقیقات در این مدل دلالت بر اصلاح سیاست‌های مدیریتی و



برنامه‌ریزی در بخش‌های تولیدی با نگاه فراتر از جناح‌بندی‌های سیاسی و اجتماعی را می‌طلبد. از سویی ضعف‌های ازجمله بخش خصوصی ضعیف و مالکیت مطلق دولت و کارتل‌های داخلی، سیستم ناکارآمد مالی و عدم توجه به بهینه‌سازی زنجیره تأمین در بخش‌های تولید، توزیع و بازگشت سرمایه، عدم نظارت و قوانین ساختاری منسجم بر تعهدات پیمانکارها و مطالبات، فشارهای خارجی بدون توجه به ظرفیت‌های موجود تولیدی، تنوع در تجهیزات و وابستگی شدید آن‌ها به خارج مرزهای کشور و عدم شناسایی موقعیت جغرافیایی و زیست‌بوم در زمان احداث برخی پالایشگاه‌ها می‌توان اشاره کرد. در صنایع بالادستی نفت، گاز، نیروگاه و نیز مدیریت پروژه‌های بزرگ به دلیل تمرکز بر هزینه‌های سرمایه‌ای به نسبت هزینه‌های عملیاتی باید به طراحی و بهینه‌سازی شبکه تولیدی توجه کافی داشت. به‌منظور دستیابی به اهداف اقتصادی و اطمینان از برنامه‌ریزی عرضه-تقاضا و حفاظت از محیط‌زیست در راستای چشم‌اندازهای صاحب‌نظران اقتصادی انرژی قرارگیرد. بهتر است متخصصان انرژی به‌جای فکرکردن به سال جاری و سال بعد به ده سال آینده یا دورتر بیانديشند تا از انحراف‌ها و غفلت‌های هرچند کوچک در این زمینه که می‌تواند به فجایع بزرگ منجر شود را به حداقل تقلیل دهند. با توجه به موارد ذکرشده اگر به‌طور متوسط ۵ درصد بر میزان عملکرد پالایشگاه‌ها این اصلاحات لحاظ گردد، می‌توان باعث کاهش اختلاف پالایشگاه از مرز کارایی شده و از سویی تمام ظرفیت‌های قابل دسترسی آن‌ها با بیشترین بازدهی با حفظ شرایط محیطی مناطق بهره‌مند شد. لازم به ذکر است مدل EEPL2 یک مدل ترکیبی برای پارامترهای مختلف در حوزه‌های پایین‌دستی انرژی با توجه به شرایط تولیدی آن‌ها است؛ به‌طوری‌که اگر میزان ضرایب ورودی یا خروجی مورد توجه بیشتری قرار بگیرد؛ پس می‌توان تابع هدف را به تعداد هر واحد از آن نیز تعدیل و برآورد دقیق‌تری از نهاده‌ها و ستانده‌های ترکیبی را استخراج کرد. در ادامه با بهره‌گیری از شاخص مالم کوئیست قادر به اندازه‌گیری کارایی مبتنی بر این شاخص در چارچوب عوامل مؤثر در واحد مورد بررسی قرار گرفته است.

نتایج برآورد شاخص مالم کوئیست نشان از وجود افزایش رشد بهره‌وری با نوسانات رو به مثبت است. کارایی فنی ۱۲ پالایشگاه گاز طبیعی در طی سال‌های مورد مطالعه به میزان ۰/۹۸۴ به دست آمده است که نتیجه کارایی خالص فنی (مدیریتی و...) و ۰/۹۸۵ کارایی مقیاس است. با مشاهده متوسط میزان دو کارایی فنی خالص و کارایی مقیاس در طی دوره می‌توان نتیجه ناکارایی فنی متأثر از این دو مؤلفه دانست. از طرفی بهره‌وری کل (MI) پالایشگاه‌ها در خلال سال‌های مورد مطالعه به‌طور متوسط با نرخ ۱/۱۲۴ درصد رشد داشته است. متوسط تغییرات کارایی تکنولوژی به میزان ۱/۱۴۲ نشان از روند مثبت و اثرگذاری به‌مراتب بیشتر نسبت به کارایی فنی به میزان ۰/۹۸۴ دارد و نشان از ضعف و بی‌توجهی در کارایی فنی با روندی خنثی و منفی در واحدهای پالایشگاه‌های کشور است. پالایشگاه‌های گاز طبیعی کشور با بهبود در کیفیت و رشد عملکردی نیازمند توجه بیشتر از بازده نسبت به مقیاس تولید با توجه به کاهش شدت منابع مصرفی است. با توجه به تجزیه و تحلیل از تمام پالایشگاه‌ها بهره‌وری عوامل و مؤلفه‌های مؤثر بر شاخص به میزان قابل قبولی تقویت و مثبت شده است.

## پی‌نوشت

۱. در مواردی بهتر است به جای حل مدل اولیه یک مسئله برنامه‌ریزی خطی دوگان آن مسئله (معکوس ماتریسی) را حل کنیم. در این حالت مقدار بهینه تابع هدف مدل دوگان و اولیه یکسان است و به راحتی می‌توان مقدار متغیرهای تصمیم مدل اصلی در حالت بهینه را از روی دوگان آن به دست آورد.

## منابع

- آمارنامه شرکت ملی گاز ایران و ترازنامه وزارت نیرو.  
امامی‌میبیدی، علی (۱۳۸۸). «اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری در نیروگاه‌های بخاری، گازی و سیکل ترکیبی»، *اقتصاد مقداری* (بررسی‌های اقتصادی سابق) سال ششم، شماره ۳، ۱۰۳-۷۹.
- امامی‌میبیدی علی، کریمیان زهرا، رحمانی صفتی محمدحسین (۱۳۹۰). «اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی ایران»، *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی* - سال هشتم، شماره ۲۹، ۸۱-۶۱.
- امامی‌میبیدی، جایدری، فرزانه (۱۳۹۳). «اندازه‌گیری زیست‌کارایی پالایشگاه‌های نفت ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها». *پژوهش‌های رشد و توسعه پایدار* (پژوهش‌های اقتصادی)، سال چهاردهم، شماره ۴، ۹۶-۷۹.
- حسینی، امینه، کاوه خلیلی‌دامغانی و علی‌امامی‌میبیدی (۱۳۹۵). «تجزیه و تحلیل کارایی فنی - زیست محیطی پالایشگاه‌های نفت ایران توسط یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای فازی چند هدفه چند دوره‌ای»، *مطالعات مدیریت صنعتی*، سال چهاردهم، شماره ۴۲، ۱۶۷-۱۲۳.
- درخشان، مسعود (۱۳۹۰)، *مشقات و مدیریت ریسک در بازارهای نفت* (ویرایش دوم)، تهران: مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی.
- ترازنامه انرژی (۱۳۹۴). وزارت نیرو.

Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1978). Measuring the efficiency of decision making units. *European journal of operational research*, Vol. 2, No.6, 429-444.

- Färe, R., & Grosskopf, S. (1985). A nonparametric cost approach to scale efficiency. The Scandinavian *Journal of Economics*, 594-604.
- Charnes, A., & Zlobec, S. (1989). Stability of efficiency evaluations in data envelopment analysis. *Zeitschrift für Operations research*, Vol.33, No.3, 167-179.
- Färe, R., & Grosskopf, S. (1992). Malmquist productivity indexes and Fisher ideal indexes. *The Economic Journal*, Vol.102, No.410, 158-160.
- Charnes, A., Cooper, W. W., Lewin, A. Y & Seiford, L. M. (Eds). (1994). Data envelopment analysis: Theory, methodology, and applications. *Springer Science & Business Media*, Boston: Kluwer.
- De Lima, R. S. & Schaeffer, R. (2011). “The energy efficiency of crude oil refining in Brazil: A Brazilian refinery plant case”, *Energy*, Vol.36, No.5, 3101-3112.
- Haggerty, J. H. (2017). “A Horse That Has Left the Barn: Expanding Geographies of Natural Gas”, *Handbook on the Geographies of Energy*, 57-71.
- Li, D. & Li, X. (2017). A new optimization model and a customized solution method for natural gas production network design and operation, *AIChE Journal*, Vol.63, No.3, 933-948.
- Mojica, J. L. Petersen, D. Hansen, B. Powell, K. M. & Hedengren, J. D. (2017). “Optimal combined long-term facility design and short-term operational strategy for CHP capacity investments”, *Energy*, Vol.118, 97-115.
- Riccardi, R. Oggioni, G. & Toninelli, R. (2012). “Efficiency analysis of world cement industry in presence of undesirable output: application of data envelopment analysis and directional distance function”, *Energy Policy*, Vol.44, 140-152.
- Lv, W., Hong, X., & Fang, K. (2015). Chinese regional energy efficiency change and its determinants analysis: Malmquist index and Tobit model. *Annals of Operations Research*, Vol.228, No.1, 9-22.
- Sueyoshi, T. & Goto, M. (2017). World trend in energy: an extension to DEA applied to energy and environment, *Journal of Economic Structures*, Vol.6, No.1, 13.
- Tone, K. & Tsutsui, M. (2011). “Applying an efficiency measure of desirable and undesirable outputs in DEA to US electric utilities”, *Journal of CENTRUM Cathedra: The Business and Economics Research*

*Journal*, Vol.4, No.2, 236-249.

Zhang, Bing J. et al. (2017). "Operational strategy and planning for raw natural gas refining complexes: Process modeling and global optimization",

*AIChE Journal*, Vol.63, No.2, 652-668.

<https://www.mckinsey.com/industries/oil-and-gas/our-insights>



**پیوست: خروجی مدل‌های پژوهش در یک قالب**

متوسط خروجی مدل‌های برنامه‌ریزی خطی (۱۲ پالایشگاه گاز طبیعی)						
شاخص	شاخص EEPL (DEA)			شاخص مالم کوئیست (MI)		
	سال	کارترین عملکرد فنی-زیست محیطی	کارایی متوسط فنی-زیست محیطی	ناکارترین عملکرد فنی-زیست محیطی	بالاترین میزان شاخص (MI)	متوسط میزان شاخص (MI)
۱۳۸۸-۸۹	خانگیران، سرخون و قشم	فاز (۴ و ۵) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸ و ۹-۱۸) پارس جنوبی	مسجدسلیمان	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی	پارسیان
	۱	۰,۷۸۵	۰,۲۷۴ - ۰,۲۸۵	۱,۰۱۹	۰,۸۵۵	۰,۲۹۰
۸۹-۹۰	خانگیران، پارسیان، بیدبلند	فاز (۱) و (۲) و (۳) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی	مسجدسلیمان	پارسیان	سرخون و قشم
	۱	۰,۸۷۳	۰,۲۸۲	۱,۰۸۱	۰,۸۷۱	۰,۱۹۴
۹۰-۹۱	خانگیران، پارسیان، فجر، بیدبلند	فاز (۴ و ۵) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی	خانگیران	پارسیان	سرخون و قشم
	۱	۰,۸۷۹	۰,۰۵۵	۱,۳۹۳	۱,۱۲۶	۱,۰۰۶
۹۱-۹۲	خانگیران، پارسیان، بیدبلند	فاز (۹-۱۸) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی	خانگیران	میمک	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی
	۱	۰,۹۰۶	۰,۲۳۳	۱,۵۶۹	۱,۱۹۴	۰,۶۹۸
۹۲-۹۳	خانگیران، پارسیان، بیدبلند	فاز (۹-۱۸) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی	فاز (۹-۱۸) پارس جنوبی	فاز (۱) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی
	۱	۰,۸۹۶	۰,۱۲۵	۱,۸۷۰	۰,۹۳۹	۰,۰۲۴
۹۳-۹۴	خانگیران، پارسیان، سرخون و قشم	فاز (۴ و ۵) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی	میمک	پارسیان	فاز (۹-۱۸) پارس جنوبی
	۱	۰,۶۹۰	۰,۰۲۷	۱,۶۳۶	۱,۳۳۸	۰,۷۳۵
۹۴-۹۵	خانگیران، پارسیان، بیدبلند، میمک	فاز (۲) و (۳) پارس جنوبی	فاز (۶ و ۷ و ۸) پارس جنوبی	-	-	-
	۱	۰,۸۸۷	۰,۰۴۶	-	-	-