

Evaluating the efficiency of the refining industry with integrated data

Seyyed Abdollah Razavi¹

Received: 07-07-2024

Accepted: 22-05-2025

Extended Abstract

Purpose: The efficiency and performance of the refining industry has always been an important issue in the economic literature. The purpose of this research is to investigate the efficiency of Iran's refineries using a random frontier production function from consolidated data.

Methodology: Linear programming is a mathematical programming method that is benchmarked in order to compare and evaluate the efficiency of the minimum number of identical decision-making units with different amounts of used inputs and produced outputs. Cover analysis models can be based on two separate approaches including a) reducing the amount of inputs without reducing the amount of outputs (input-oriented approach), and b) increasing the amount of outputs without increasing the amount of inputs (output-oriented approach) (Farsijani et al., 2010).

The parametric production boundary using the production function as cross-sectional data can be considered as follows:

$$Y_i = f(x_i, \beta) \cdot TE_i$$

where the number of production enterprises in an economic sector (y) is the production of each enterprise, x is a vector of N raw materials (inputs) of production, and f(0) is the production boundary, which depends on the inputs and vector of technical parameters. It indicates the technical efficiency of the manufacturer based on the product, which is defined as the ratio of the realized production to the maximum possible production:

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i, \beta)}$$

The above equation can be summarized as follows:

$$J_i = f(x_i, \beta) e \times P(-u_i) \quad u_i \geq 0$$

where the technical inefficiency shows how much production deviates from the efficient frontier. Being a positive value guarantees that it is consistent with the second equation above. The boundary of the specific production function is as follows:

1. Corresponding Author. Associate Professor, Department of Energy Economics and Management, Tehran Petroleum Faculty, Petroleum University of Technology, Tehran, Iran. Email: srazavi@put.ac.ir

$$\lim y_i = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_{ni} - u_i$$

When the parameters of the production structure are determined, it is possible to estimate the vector of coefficients and use the ideal planning and econometric methods.

Findings and Discussion: In the radial Anderson-Peterson model, in order to rank efficient and inefficient refinery units among the studied refineries, the average scores based on the super-efficiency model were from 1.9 to 1.18. The results show that Isfahan and Shiraz refineries have the highest scores, but Tabriz and Tehran refineries have the lowest super efficiency scores. An important reason for this ranking is the optimization of speeding methods and the fruition of refining projects, including improvement of the quality of oil products.

In general, the five-year average of the total productivity changes in the studied refineries has a significant difference. The refineries ranked first to ninth in terms of total efficiency are Shiraz Refinery (97.6) as the highest, Isfahan Refinery (95.6), Tabriz Refinery (93.6), Abadan Refinery (91.8), Shazand Arak Refinery (90.6), Lavan Refinery (89), Bandar Abbas Refinery (88.8), Tehran Refinery (81.6), and Kermanshah Refinery (71.2) as the lowest.

The inefficiency of the refining industry was calculated by the stochastic frontier production function, and the values of 3.7% (assuming constant inefficiency over time) to 4.4% (assuming variable inefficiency over time) were obtained. Therefore, the efficiency values of the refining industry are 96.3 and 95.6. The difference between the values estimated by the two models is due to different assumptions about random effects. Also, the results indicate that the cross-sectional effects are zero, suggesting that the efficiency ratings of the refining companies are equal at a certain point in time, and that these companies have a level of inefficiency. Changes in inefficiency over time can be caused by factors beyond control of companies, such as exogenous economic shocks, laws and regulations, and the economic business environment. The change in the amount of investment in other economic sectors, growth of product demand, and, as a result, the increase in market volume cause changes in inefficiency over time. The noteworthy point is that, according to the results, efficiency is somehow increasing in Iran's refining industry. In microeconomics, it is argued that, if the sum of the elasticities of production factors in the production function is equal to 1, it returns to a constant scale, but, if it is less or more than 1, it is decreases or increases, respectively. In a situation where the efficiency of scale increases, the total cost of production increases at a decreasing rate, and the average cost of production decreases. Production does not take place in the economic zone, and firms are not profit maximizers. Also, the increasing efficiency shows that the producers of petroleum products in Iran have not reached the minimum scale of production efficiency.

The comparison of the two mentioned methods shows that, in the DEA data coverage analysis method, the estimated total productivity of the refining industry fluctuates from 0.71 to 0.95. The numerical average of the total productivity of the studied industry is 0.90, which almost seems to be more realistic. The estimation of the

production efficiency frontier with the frontier production function technique shows that the total productivity value is high and is from 96.3 to 95.6%. This is related to the level of technology, and the state of Iran's refinery industries (management, manpower and the other factors affecting efficiency) does not fit.

Conclusions and Policy Implications: The obtained results show that Iran's economic sanctions, especially the oil and gas sector, can be a factor reducing the efficiency of refineries. The expansion of this sector and the technological dependence on modern refinery technologies has caused the efficiency of refineries to gradually decrease.

It is suggested to improve the productivity of the refineries or review the handovers. Also, the National Oil Products Refining and Distribution Company affiliated to the Oil ministry should assume the legal role of regulation in product development and improvement projects to increase productivity. In addition to the productivity of the refining industry, due to large discounts in the price of the input feed, refineries have not improved their productivity, nor have they made any effort to enhance the level of technology. Also, the waste of resources is considerable. In this regard, it is suggested to improve the pricing of feeds in refineries in order to increase the overall productivity of the Ministry of Petroleum.

Keywords: Super efficiency, refining industry, random frontier production function, productivity, fixed and random effects model.

JEL Classification: D20 D24, C60.

بررسی و مقایسه بهره‌وری کل صنعت پالایشی از رویکردهای داده‌های تلفیقی و تحلیل پوششی داده‌ها

سید عبدالله رضوی^۱

دریافت: ۱۷-۰۴-۱۴۰۳

پذیرش: ۰۲-۰۳-۱۴۰۴

چکیده

مزیت کشور در برخورداری از منابع سرشار نفت و گاز و همچنین وابستگی اقتصادی به درآمدهای نفتی و ارتباط پسین و پیشین با صنایع متعدد دیگر، آن را به عامل محرکه‌ای برای بخش‌های مختلف اقتصادی تبدیل کرده است. از طرفی، صنعت پالایشی نقش قابل توجهی در تأمین نیازهای انرژی بخش‌های مختلف اقتصاد داشته، بنابراین افزایش بهره‌وری این صنعت می‌تواند منجر به افزایش تولیدات صنعتی و تأثیر مثبت بر رشد اقتصاد شود. از این رو، ارزیابی عملکرد صنعت پالایشی حائز اهمیت است. در این راستا در پژوهش حاضر ارزیابی صنعت پالایشی، با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و همچنین یک تابع تولید مرزی تصادفی از داده‌های تلفیقی انجام می‌شود. هدف از پژوهش حاضر بررسی بهره‌وری پالایشگاه‌های کشور با استفاده از مقایسه دو روش مذکور است. پژوهش حاضر با استفاده از داده‌های پالایشگاه‌ها در بازه زمانی ۱۴۰۱-۱۳۹۷ با روش تحلیلی توصیفی با برنامه‌ریزی ریاضی و اقتصادسنجی تکنیک داده‌های تلفیقی انجام شده است. در برآورد بهره‌وری کل با تکنیک تابع تولید مرزی، مقدار کارایی برآورد شده، بین ۹۶/۳ و ۹۵/۶ درصد است، درحالی‌که در روش تحلیل پوششی داده‌ها شاخص بهره‌وری کل بین ۰/۷۱ تا ۰/۹۵ در نوسان است. درنهایت، در بین پالایشگاه‌های مورد مطالعه متوسط امتیازها بر اساس مدل ابر کارایی بین ۱/۹ و ۱/۱۸ قرار دارد.

واژگان کلیدی: ابر کارایی، صنعت پالایشی، تابع تولید مرزی تصادفی، بهره‌وری، مدل اثرات ثابت و تصادفی.

طبقه‌بندی JEL: C60, D24, D20

۱. نویسنده مسئول. دانشیار گروه اقتصاد و مدیریت انرژی، دانشکده نفت تهران، دانشگاه صنعت نفت، تهران، ایران

srazavi@put.ac.ir

۱- مقدمه

در محیط رقابتی امروز جهان که بنگاه‌ها برای ماندن در گردونه رقابت نیاز به توانمندی‌ها و تلاش زیاد دارند، توجه به بهره‌وری به مفهوم حداکثر سازی خروجی با استفاده از مقدار معین نهاده، یکی از ضرورت‌های توسعه اقتصادی است. بهره‌وری، یکی از مفاهیم مهم در اقتصاد به شمار می‌آید که چگونگی استفاده از عوامل تولید در فرآیند تولید محصول را نشان می‌دهد.

ارتقای بهره‌وری به عنوان یکی از منابع مهم تأمین رشد اقتصادی کشورها و افزایش رقابت‌پذیری بنگاه از اهمیت زیادی برخوردار است. به گونه‌ای که کشورهای پیشرفته و در حال توسعه موفق، بخش مهمی از رشد اقتصادی خود را از این طریق به دست آورده‌اند. افزایش تولید از دو طریق، افزایش در عوامل تولید و استفاده بهتر از آن‌ها با اتخاذ مدیریت مناسب بر منابع و به کارگیری روش‌های جدید در ترکیب آن‌ها قابل حصول است. بهره‌وری، معیاری است که به کمک آن می‌توان به طور مستمر شرایط موجود را بهبود بخشید. «چنری»، اقتصاددان سرشناس، در پژوهشی نشان داده است که سهم رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در رشد کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، از سال ۱۹۳۰ تا ۱۹۸۰ (میلادی)، به ترتیب ۳۱٪ و ۳۹٪ بوده است (نصر اصفهانی^۱، ۱۳۸۹: ۹۰). قدم ابتدایی در چرخه‌ی بهبود بهره‌وری، اندازه‌گیری است. اندازه‌گیری بهره‌وری به عنوان یک سیستم بستر ساز، شرایطی را فراهم می‌آورد تا تصمیم گیران دریابند در چه وضعیتی قرار دارند و برای بهبود شرایط فعلی برنامه‌ریزی کنند.

در ایران به لحاظ دارا بودن میدان‌های سرشار نفتی و گازی، بخش عظیمی از انرژی توسط نفت و گاز تأمین می‌شود. بخش زیادی از نفت خام تولیدی به صورت خام و بدون هیچ گونه فرآوری صادر می‌شود؛ متوسط تولید نفت خام ایران در سال ۲۰۲۳ میلادی، ۳/۶ میلیون بشکه در روز بوده است که از این میزان، ۱/۵ میلیون بشکه در روز سهم صادرات نفت خام بوده و باقیمانده آن یعنی ۲/۱ میلیون بشکه در روز نیز خوراک پالایشگاه‌های کشور بوده است (اداره اطلاعات انرژی

1. Chenry, 1980

2. Nasr Isfahani (2011)

آمریکا^۱، ۲۰۲۴: ۱۴). از آنجا که ظرفیت پالایش کشور در زمینه تولید بنزین کمتر از مصرف آن بوده است، حدود ۴ میلیارد دلار، واردات بنزین در کشور داشته‌ایم (آرگوس^۲، ۲۰۲۴: ۱۲). در این میان در صورت افزایش بهره‌وری پالایشگاه‌های کشور می‌توان تولید بنزین را افزایش داد. درحالی‌که با انجام عملیات پالایش و جداسازی بر روی نفت خام، ارزش افزوده فرآورده‌های حاصل از آن افزایش می‌یابد. از آنجایی که از یک طرف چشم‌انداز رشد اقتصادی به رقابت‌پذیری صنایع بستگی دارد و از طرف دیگر یکی از متداول‌ترین شاخص‌هایی که از طریق آن می‌توان به قدرت یک فعالیت صنعتی برای دستیابی به مزیت نسبی در بین صنایع مختلف پی برد، بهره‌وری و ارتقای آن است، موضوع بهره‌وری پالایشگاه‌ها به عنوان رکن اصلی تبدیل و فرآوری ماده خام نفت نقشی حیاتی در اقتصاد کشور و تولید ناخالص ملی دارد (رضوی^۳، ۱۴۰۱: ۱۰۰). بخش نفت، از بعد ملی و از جهات مختلف اقتصادی، سیاسی، فرهنگی و اجتماعی از اهمیت قابل توجهی برخوردار است و از دیدگاه اقتصاد ملی نفت نقش اصلی را در تولید ناخالص داخلی، تجارت خارجی، تشکیل سرمایه ملی، اشتغال، بودجه و حتی گسترش زمینه صادرات دارد، از سوی دیگر ایران دارای صنایع پالایشگاهی فراوانی است که هرروزه بر تعداد آن‌ها افزوده شده و نفت خام را به عنوان خوراک اصلی مورد استفاده قرار می‌دهند. توسعه پیوسته و سریع این صنعت می‌تواند به افزایش ارزش افزوده و کاهش بهای تمام‌شده تولیدات بسیاری از صنایع دیگر کمک کند. از سوی دیگر فراورده‌ها و مشتقات نفتی در بسیاری از صنایع استفاده می‌شود، به همین دلیل اهمیت بسیار زیادی در تولید ملی دارد.

صنعت پالایشگاهی به عنوان یکی از بخش‌های اصلی صنعت نفت، از صنایع مادر کشور و یکی از گزینه‌های مهم صادرات است که در شکوفایی اقتصادی کشور، توسعه، بومی کردن فناوری و گسترش صنایع جانبی اعم از صنایع پایین‌دستی و... نقش اساسی دارند. این صنعت می‌تواند عامل محرکه‌ای برای بخش‌های مختلف اقتصادی باشد. زیرا این صنعت، ارتباط پسی و پیشین با صنایع

1. Energy Information Administration (EIA) (2024)

2. Argus (2024)

3. Razavi (2022)

متعدد دیگر دارد. به لحاظ جایگاه این صنعت در اقتصاد کشور، افزایش بهره‌وری این صنعت می‌تواند منجر به افزایش تولیدات صنعتی و رشد اقتصادی شود (نادعلی^۱ و همکاران، ۱۳۹۲: ۱۵۰). همان‌طور که اشاره شد اندازه‌گیری بهره‌وری برای هر بنگاه از این جهت ضروری است که با اندازه‌گیری بهره‌وری می‌توان به نقاط قوت و ضعف یک بنگاه پی برد و در مرحله بعد اقدامات مؤثر در جهت بهبود بهره‌وری صورت داد. در این راستا هدف پژوهش حاضر بررسی بهره‌وری پالایشگاه‌ها با استفاده از یک تابع تولید مرزی تصادفی و داده‌های تلفیقی و همچنین تحلیل پوششی داده‌ها است.

ساختار مقاله به این شکل تنظیم شده که ابتدا مفاهیم ابر کارایی و روش‌های سنجش و ارزیابی بهره‌وری کل تشریح می‌شود. در ادامه با استفاده از داده‌های موجود و با روش تحلیل پوششی داده‌ها و همچنین داده‌های تلفیقی و روش‌های اقتصادسنجی تابع تولید مرزی تصادفی صنعت پالایشی برآورد می‌شود. در برآورد مدل از داده‌های ۹ شرکت پالایشگاهی یعنی پالایشگاه‌های آبادان، تهران، اصفهان، تبریز، شیراز، کرمانشاه، لاوان، شازند اراک و بندرعباس استفاده شده است. بر این اساس فرم خطی لگاریتمی تابع تولید کاب-داگلاس برای صنعت پالایشی برآورد شده است.

۲- ادبیات موضوع

در این بخش مفاهیم بهره‌وری، ابر کارایی و روش‌های سنجش و ارزیابی بهره‌وری کل تشریح شده است.

۲-۱- بهره‌وری و ابر کارایی

بهره‌وری: از سوی سازمان‌های بین‌المللی برای بهره‌وری تعاریف مختلفی مطرح شده است، به‌عنوان مثال سازمان بین‌المللی کار^۲، بهره‌وری را این گونه تعریف می‌کند: محصولات مختلف با ادغام چهار عامل اصلی تولید می‌شود، این چهار عامل عبارت‌اند از: زمین، سرمایه، کار و

1. Nadali et al. (2012)

2. International Labor Organization (ILO)

سازمان‌دهی. رابطه بازدهی تولید با یکی از این عوامل مشخص‌کننده، میزان بهره‌وری است. آژانس بهره‌وری اروپا^۱ بهره‌وری را درجه استفاده مؤثر از هر یک از عوامل تولید تعریف می‌کند. سازمان همکاری اقتصادی و توسعه^۲ بهره‌وری را نسبت ستانده به یکی از عوامل تولید یعنی سرمایه، کار، مواد خام، انرژی و مواد دیگر تعریف می‌کند (ولی زاده زنوز^۳، ۱۳۸۴: ۸).

برای درک بهتر مفهوم بهره‌وری بهتر است این مفهوم در مقایسه با مفاهیم کارایی و اثربخشی تعریف شود. کارایی نشان‌دهنده میزان بهره‌برداری یک سازمان از منابع خود در عرصه تولید، نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان است. کارایی صرفاً مقایسه بین میزان مورد انتظار مصرف از منابع موجود جهت رسیدن به اهداف و میزان منابع مصرف‌شده در عمل است. بنابراین طبق این تعریف، کارایی، معیار عملکرد سازمان بر مبنای میزان مصرف منابع (ورودی‌ها) است. به عبارت دیگر کارایی میزان مصرف منابع برای تولید مقدار معینی محصول است. مفهوم کارایی معمولاً با دو واژه بهره‌وری و اثربخشی اشتباه گرفته می‌شود. اثربخشی میزان هم‌جهت بودن فعالیت‌های یک سازمان با اهداف تعیین‌شده برای آن و به عبارت دیگر درجه دستیابی به هدف را بیان می‌کند اما بهره‌وری ترکیبی از اثربخشی و کارایی است، زیرا اثربخشی با عملکرد و کارایی منابع در ارتباط است (مهرگان^۴ و همکاران، ۱۳۹۱: ۸۶). به‌طور کلی، کارایی مرتبط با مصرف بهینه منابع است، اثربخشی با دستیابی به اهداف مشخص و بهره‌وری با تولید حداکثر خروجی با استفاده از منابع محدود اندازه‌گیری می‌شود. به عبارت دیگر کارایی به بهینه‌سازی استفاده از منابع می‌پردازد، اثربخشی اطمینان می‌دهد که این منابع به اهداف صحیح هدایت می‌شوند. با تعادل بین کارایی و اثربخشی، افراد و سازمان‌ها می‌توانند بهره‌وری بالایی را تجربه کنند و در جهان پویای امروزی به موفقیت پایدار برسند.

-
1. European Productivity Agency (EPA)
 2. Economic Co-Operation and Development
 3. Valizadeh Zannoz (2006)
 4. Mehregan et al. (2012)

با پایان جنگ جهانی دوم، توجه محققان به مطالعه و بحث در خصوص رشد اقتصادی و بهره‌وری، معطوف و در سال ۱۹۵۷ میلادی مقاله معروف سولو^۱ در خصوص بهره‌وری منتشر شد. به‌طور کلی می‌توان گفت سال ۱۹۵۷ نقطه عطفی در بخش موضوعات کارایی و بهره‌وری به حساب می‌آید و عملاً اساس روش‌های نوینی برای مطالعه بهره‌وری و کارایی در سطح خرد، پایه‌ریزی شد (حکیمی‌پور^۲، ۱۳۹۶: ۱۹۳).

در این میان، بررسی روند تغییر بهره‌وری با بستر روش‌های پارامتریک، اولین بار در سال ۱۹۵۷ توسط رابرت سولو مطرح شد. وی در پژوهشات خود رشد بهره‌وری را به پیشرفت در فناوری و دانش فنی نسبت داد. پژوهش‌های سولو تنها قادر به پاسخگویی و توجیه برخی اتفاقات اقتصادی بود. اما یکی از اشکالات در این روش آن است که چون تابع تولید بیانگر بیشترین خروجی ممکن به‌دست‌آمده از ترکیب عوامل ورودی است، تنها مقایسه برای واحدهایی انجام می‌گیرد که در هر دو دوره کارا هستند. پس این روش برای محاسبه میزان رشد واحدهای ناکارا مناسب نیست. پس از سولو، استفاده از بستر پارامتریک و تابع تولید با مشکلات محاسباتی و کاربردی مواجه شد؛ به‌طور مثال در این روش‌ها نیاز به دانستن فناوری پایه، تحلیل‌گر را مجبور به انتخاب یک نوع تابع (مثلاً کاب داگلاس و ...) برای تابع تولید می‌کند. همچنین در این حالت فرض می‌شود که نوع تابع تولید از یک دوره به دوره دیگر تغییر نمی‌کند. حال آنکه در واقعیت شاید به این گونه نباشد (علیرضایی^۳ و همکاران، ۱۳۸۶: ۱۸۵). یکی دیگر از مشکلات محاسباتی، مربوط به ماهیت گسسته داده‌هاست. زیرا در روش‌های پارامتریک همواره یک تابع تولید پیوسته برای داده‌های گسسته موجود، برآورد می‌شود و این موضوع باعث خطا در محاسبات می‌شود. مشکلاتی که در به‌کارگیری روش‌های پارامتریک علی‌رغم قوت تئوری آن‌ها وجود داشت، محققانی نظیر کیوس و همکاران^۴ (۱۹۸۲) را بر آن داشت تا از روش‌های ناپارامتریک برای پوشش

1. Solow (1957)
2. Hakimipoor (2017)
3. Alirezaei et al. (2007)
4. Caves et al. (1982)

مشکلات مذکور استفاده نمایند. آن‌ها شاخص بهره‌وری مالم کوئیست^۱ را به عنوان یک شاخص رشد، اولین بار در سال ۱۹۸۲ در تئوری تولید به کاربردند اما با معرفی تحلیل پوششی داده‌ها در سال ۱۹۷۸ به عنوان تعمیمی از روش نا پارامتریک فارل^۲، توسط چارنز و همکاران^۳ (۱۹۸۱) روش‌های محاسبه رشد بهره‌وری به‌سوی بهره‌گیری از این تکنیک برنامه‌ریزی ریاضی سوق پیدا نمود. از این‌رو در سال ۱۹۹۴، فار و همکاران^۴ برای محاسبه شاخص مالم کوئیست تکنیک‌های تحلیل پوششی داده‌ها را ارائه کردند (کایدپور^۵، ۱۳۹۹: ۳۶۵).

برای محاسبه شاخص بهره‌وری مالم کوئیست با استفاده از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها نیاز به داده‌های ورودی و خروجی بوده به‌طوری‌که در این روش مرز تکنولوژیکی (مرز کارا) مبنای محاسبه شاخص‌های رشد بهره‌وری کل از طریق برنامه‌ریزی ریاضی و مقایسه واحدهای تولیدی است (علیرضایی و همکاران، ۱۳۸۶: ۸۰).

تفاوت کارایی و ابر کارایی: در مقایسه کارایی یک واحد صنعتی با سایر واحدهای صنعتی مشابه، واحدی کارا است که هزینه کمتری (ورودی کمتر) نسبت به درآمد ثابت (خروجی ثابت) و مشابه دارد و یا با هزینه‌های یکسان (ورودی مساوی)، درآمد بیشتری (خروجی بیشتری) ارائه کند (مهرگان، ۱۳۹۱: ۸۹). مدل‌های ارزیابی کارایی در تحلیل پوششی داده قادر به متمایز کردن واحدهای تصمیم‌گیری کارا نیستند. این مدل‌ها فقط واحدها را در دو گروه کارا و ناکارا تقسیم‌بندی می‌کنند و تنها رتبه واحدهای ناکارا نسبت به واحدهای کارا را مشخص می‌کنند. این در حالی است که در روش ابر کارایی علاوه بر ایجاد تمایز بین واحدهای کارا و ناکارا امکان مقایسه آن‌ها با یکدیگر و رتبه‌بندی نیز فراهم می‌شود. به‌طور کلی در روش‌های ابر کارایی از طریق حذف

1. Malmquist

2. Farrell (1957)

3. Charnes et al. (1981)

4. Färe et al. (1994)

5. Kayedpour et al. (2020)

واحد تصمیم گیرنده از مجموعه امکان تولید و بررسی تغییرات در مرز کارایی آن را رتبه بندی می‌کنند (رضایی پارسا^۱، ۱۳۹۳: ۶).

۲-۲- تحلیل پوششی داده‌ها

برنامه‌ریزی خطی یک روش برنامه‌ریزی ریاضی است که برای مقایسه و ارزیابی کارایی تعداد واحدهای تصمیم گیرنده همسان که مقدار دروندادهای بکار گرفته شده و بروندادهای فرآورده شده گوناگونی دارند، به کار می‌رود. مدل‌های واکاوی پوششی داده‌ها به کار گرفته در ارزیابی کارایی واحد مورد بررسی می‌توانند از دو رویکرد جداگانه بهره بگیرند: ۱- کاهش میزان دروندادهای بی‌آنکه در میزان بروندادها کاهش داده شود (رویکرد درونداد گرا) ۲. افزایش میزان بروندادها بی‌آنکه میزان دروندادها افزایشی داده شود (رویکرد برونداد گرا) (فارس‌جانی^۲ و همکاران، ۱۳۹۰: ۴۷). در این میان، کارایی مفهومی است که هزینه منابع صرف شده در فرایند کسب هدف را ارزیابی می‌کند. بدین صورت که مقایسه خروجی‌های به دست آمده با ورودی‌های مصرف شده میزان کارایی را مشخص می‌کند. برای سنجش کارایی، هزینه تأمین منابع انسانی، هزینه استفاده از تجهیزات، نگهداری تسهیلات و نرخ بازگشت سرمایه و نظایر آن مورد ملاحظه قرار می‌گیرد (رضائیان^۳، ۱۳۹۶: ۵۴). محاسبه میزان کارایی یک واحد پالایشگاهی، در قیاس با مجموعه‌های مشابه با آن و تحلیل تصمیم‌هایی که برای اداره واحدهای در حال بررسی گرفته شده، در حوزه‌های مختلف مدیریتی و مهندسی، مورد نیاز است. در این پژوهش با استفاده از رابطه (۱) کارایی واحدهای پالایشگاهی از تقسیم ستاندها بر داده‌ها به دست می‌آید. به عبارت دیگر شاخص بهره‌وری کل عبارت است از:

$$TFP = \frac{\alpha_1 y_1 + \alpha_2 y_2 + \dots}{\beta_1 x_1 + \beta_2 x_2 + \dots} \quad (1)$$

در مرحله بعد با توجه به اینکه خوراک پالایشگاه‌ها (نفت خام) ثابت است، اثر تغییرات منابع انسانی از نظر ساعات آموزش و رشته تحصیلی و تعداد کارکنان در فرآورده‌های نفتی فرعی مورد بررسی قرار می‌گیرد. همچنین آثار تغییراتی که در برخی از پالایشگاه‌ها از نظر تغییر ورودی

1. Rezaei Parsa et al. (2014)

2. Farsijani et al. (2011)

3. Rezaian (2017)

نظیر تغییر فناوری و تجهیزات و... به وجود آمده نیز در میزان تولید فرآورده‌های اصلی مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۳- چارچوب داده‌های مقطعی^۱

مرز تولید پارامتری با استفاده از تابع تولید و داده‌های مقطعی، را می‌توان به صورت معادله شماره (۲) در نظر گرفت:

$$Y_i = f(x_i, \beta) \cdot TE_i \quad (2)$$

که در آن $i = 1, \dots, I$ تعداد بنگاه‌های تولیدی در یک بخش اقتصادی، Y تولید هر بنگاه، X برداری از N مواد اولیه (نهاده) تولید و f (مرز تولید است که به نهادها و بردار پارامترهای فنی یعنی β بستگی دارد. TE_i نشان‌دهنده کارایی فنی تولیدکننده i مبتنی بر محصول است که به صورت نسبت تولید تحقق یافته به حداکثر تولید ممکن تعریف می‌شود:

$$TE_i = \frac{y_i}{f(x_i, \beta)} \quad (3)$$

معادله (۳) را می‌توان به صورت زیر بازنویسی کرد:^۲

$$Y_i = f(x_i, \beta) \times P(-u_i)U \quad i \geq 0 \quad (4)$$

که در آن Y تولید هر بنگاه اقتصادی، $P(-u_i)U$ نشان دهنده تابع ناکارایی در صنعت که u_i در آن جز اخلاف هر بنگاه و نشان دهنده میزان انحراف تولید از مرز کارا است. مثبت بودن u_i تضمین می‌کند $TE_i \leq 1$ باشد که با معادله (۳) سازگار است به عبارت دیگر با کسر آن از یک می‌توان بهره‌وری کل صنعت را به دست آورد. فرم خطی لگاریتمی تابع تولید و مرز تابع تولید معین^۳ به شکل رابطه (۵) خواهد بود (رضوی و همکاران، ۱۳۹۲):

1. Cross-sectional Frame Work

2. اثبات رابطه در کتاب "سنجش بهره‌وری در صنعت نفت" انتشارات مؤسسه مطالعات بین‌المللی انرژی نوشته کریم بیات و همکاران موجود است.

3. Deterministic Frontier Production Function

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_i - u_i \quad (5)$$

زمانی که پارامترهای ساختار تولید تعیین شود، می‌توان با استفاده از روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی^۱ و اقتصادسنجی، بردار ضرایب و همچنین u_i و TE_i را برآورد کرد. در روش‌های برنامه‌ریزی آرمانی پارامترهای تابع تولید از حل مسئله بهینه‌سازی معین^۲ به دست می‌آید. آینر و چو^۳ (۱۹۶۸)، فورساند و جالمارسون^۴ (۱۹۹۰) نیشیمیزو و پیچ^۵ (۱۹۸۲) با استفاده از این روش پارامترهای تابع تولید را برآورد کرده‌اند. مهم‌ترین ایراد روش برنامه‌ریزی آرمانی این است که پارامترهای تابع تولید بر اساس تکنیک‌های برنامه‌ریزی ریاضی برآورد می‌شوند و جنبه‌های آماری نادیده گرفته می‌شود (یعنی تأثیر عوامل خارج از کنترل بنگاه‌ها در نظر گرفته نمی‌شود). این امر باعث پیچیده‌تر شدن استنباط آماری می‌شود و آزمون فرض امکان‌پذیر نیست. برای حل این مشکلات می‌توان از روش‌های اقتصادسنجی استفاده نمود. بر اساس نحوه تصریح جزء خطای مدل، رویکردهای اقتصادسنجی به دو گروه رویکرد معین^۶ و تصادفی^۷ تقسیم می‌شوند. در رویکرد معین، ساختار تولید مشابه رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی در نظر گرفته می‌شود اما پارامترها به جای محاسبه، برآورد می‌شود. در این شرایط استنباط آماری امکان‌پذیر است. روش‌های مختلفی چون روش حداقل مربعات معمولی تعدیل شده^۸، حداقل مربعات معمولی تصحیح شده^۹ و حداکثر درست‌نمایی^{۱۰} (گرین^{۱۱}، ۲۰۱۲: ۷۰) برای برآورد پارامترهای مدل مرز تولید مورد استفاده قرار گرفته است.

در مدل‌های معین اقتصادسنجی برخلاف رویکرد برنامه‌ریزی ریاضی، کارایی اقتصادی به‌عنوان یک عامل توضیح‌دهنده تغییرات تولید در نظر گرفته می‌شود اما این مدل‌ها با یک مشکل

1. Good Programming
2. Deterministic Optimization Problem
3. Aigner & Chu (1968)
4. Forsund & Jalmarsson (1990)
5. Nishimizu & Page (1982)
6. Deterministic Approach
7. Stochastic Approach
8. Modified Ordinary Least Squares
9. Corrected Ordinary least squares
10. Maximum Likelihood Estimation
11. Greene (2012)

جدی یعنی در نظر نگرفتن شوک‌های تصادفی مواجهه‌اند. بنابراین معیار دقیقی از ساختار تولید در مدل‌های برنامه‌ریزی ریاضی و مدل‌های معین اقتصادسنجی وجود ندارد. برای حل این مشکل از مدل‌های تصادفی اقتصادی استفاده می‌شود. به علاوه، با وارد کردن شوک‌های برون‌زای تصادفی خارج از کنترل بنگاه، مدل‌های تصادفی مرز تولید^۱ (SFM) آینر و همکاران^۲ (۱۹۷۷)، راه‌حل جدیدی را ارائه دادند. همچنین این مدل‌ها خطای اندازه‌گیری تولید بنگاه‌ها را نیز در برمی‌گیرند، تابع تولید را از نوع کاب داگلاس در نظر می‌گیریم. فرم خطی لگاریتمی مرز تولید به صورت زیر خواهد بود:

$$\ln y_i = \beta_0 + \sum_{n=1}^N \beta_n \ln x_i + v_i - u_i \quad (5)$$

جزء $v_i - u_i$ جز خطای ترکیبی است که در آن v_i نشان‌دهنده شوک‌های تصادفی و u_i نشان‌دهنده ناکارایی است. فرض می‌شود که v_i دارای توزیع یکسان و مستقل باشد. پس در مجموع آنچه در این بخش بیان شد، ابتدا با استفاده از مدل ابر کارایی رتبه پالایشگاه‌ها مورد بررسی قرار گرفته و سپس شاخص بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برآورد شده است. در نهایت با استفاده از روش برآورد تابع تولید مرزی بهره‌وری کل پالایشی مورد ارزیابی قرار گرفت.

۳- پیشنهاد پژوهش

استاتیته و همکاران^۳ (۲۰۲۴) به بررسی عوامل تعیین‌کننده کارایی عملیاتی بانک‌های اردن پرداخته‌اند. این مقاله تجزیه و تحلیل جامعی از شاخص‌های مالی کلیدی مؤثر بر کارایی عملیاتی بانک‌ها در اردن طی دوره ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۱ ارائه می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که رابطه مثبت و معنی‌داری میان نسبت کارایی عملیاتی و بازده دارایی‌ها، اندازه بانک و نسبت ذخایر زیان وام به سود خالص وجود دارد. در مقابل، یک رابطه منفی معنی‌دار بین نسبت کارایی عملیاتی و نسبت هزینه

1. Stochastic Frontier Models

2. Aigner et al. (1977)

3. Istaitieh et al. (2024)

کل مشاهده شده که بر اهمیت حیاتی مدیریت دقیق هزینه تأکید می‌کند. همچنین، هیچ ارتباط معنی - داری بین نسبت کارایی عملیاتی و ریسک اعتباری، نسبت حقوق صاحبان سهام به دارایی، نسبت سپرده به بدهی و نسبت حقوق صاحبان سهام به بدهی یافت نشده است.

سیف‌الله و همکاران^۱ (۲۰۲۳) به بررسی عوامل تعیین‌کننده کارایی بانک در یک اقتصاد نوظهور می‌پردازد. این مطالعه از داده‌های هفده بانک تجاری در بازه زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ استفاده کرده است. نتایج مدل لاجیت نشان می‌دهد که حاکمیت شرکتی، مالکیت جهانی و بازده حقوق صاحبان سهام از نظر آماری تأثیر مثبت و معنی‌داری بر کارایی بانک دارد. مدیریت ریسک شرکت و اهرم مالی بر کارایی بانک تأثیر منفی می‌گذارد. حاکمیت شرکتی بهتر می‌تواند به بانک‌ها در کنترل ریسک و هزینه سرمایه و افزایش اثربخشی سرمایه کمک کند. به‌طور مشابه، مدیریت ریسک بهتر بانک‌ها می‌تواند منجر به تصمیم‌گیری‌های عملیاتی و استراتژیک بهتر در محیط رقابتی بانکی شود.

نیکبخت و همکاران^۲ (۲۰۲۳) ارزیابی کارایی انرژی با تمام عوامل و عملکرد محیط‌زیستی کشورهای خلیج فارس بررسی کردند. این مطالعه با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون توییت، تحلیلی دومرحله‌ای از کارایی انرژی و عملکرد محیط‌زیستی کشورهای خلیج فارس در سال‌های ۲۰۱۴ - ۲۰۲۰ ارائه می‌کند. نتایج رگرسیون توییت نشان داد که تولید ناخالص داخلی سرانه، قیمت نفت، درجه صنعتی شدن و اندازه جمعیت با بهره‌وری انرژی رابطه مستقیم دارد، درحالی‌که رشد شاخص تکنولوژی و فناوری با بهره‌وری انرژی رابطه معکوس نشان می‌دهد. در این راستا، نتایج نشان می‌دهد، کشورهای حوزه خلیج فارس به‌طور بالقوه می‌توانند مصرف انرژی خود را تا ۱۸ درصد کاهش دهند.

جیانگ و همکاران^۳ (۲۰۲۲) در مطالعه خود به محاسبه و تحلیل بهره‌وری کل عوامل تولید در شرکت‌های نظامی چینی پرداخته‌اند. در این مطالعه برای محاسبه بهره‌وری از مدل CCR مربوط

1. Saif Ullah et al. (2023)

2. Nikbakht et al. (2023)

3. Jiang et al. (2022)

به روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم-کوئست در طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۲۰ استفاده شده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که سطح کارایی تولید صنایع نظامی شرکت‌ها در سال‌های اخیر پیشرفت قابل توجهی داشته است.

همچنین شی و همکاران^۱ (۲۰۲۲) در مقاله‌ای به بررسی کارایی و بهره‌وری پالایشگاه‌ها با لحاظ مسائل محیط‌زیستی و برآورد منحنی کوزنتس پرداخته‌اند. نتایج این مطالعه نشان می‌دهد که میانگین بازده رشد سبز شهرهای اصلی دارای منابع نفت و گاز در چین به یک نمی‌رسد به طوری که راندمان به حد مطلوب پارتو نمی‌رسد. این در صورتی است که راندمان رشد سبز شهرهای شرقی مبتنی بر منابع نفت و گاز بیشتر از سایر مناطق است که حکایت از بهبود شاخص محیط‌زیست است.

موسوی‌نژاد نایینی و همکاران^۲ (۱۴۰۰)، در مقاله خود با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم-کوئست به بررسی بهره‌وری مالی در بیمارستان‌ها پرداخته‌اند. برآورد و محاسبه بهره‌وری مالی بیمارستان‌ها با استفاده از روش مذکور و با لحاظ ۱۰ معیار اصلی در این پژوهش نتایج پژوهش‌های پیشین را تأیید کرد.

دباغ و همکاران^۳ (۱۳۹۴) در مقاله خود با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها، میزان کارایی واحدهای صنعتی را محاسبه کرده‌اند. نتایج حاصل از تجزیه و تحلیل‌ها نشانگر آن است که علاوه بر پایین بودن میزان کارایی در اکثر زیر بخش‌های صنعتی، رشد کارایی در آن‌ها نیز بسیار کم بوده و بیشتر صنایع نیز دارای بازده به مقیاس کاهشی هستند و به عبارت دیگر باید در شرایط موجود حجم و دامنه فعالیت فعلی خود را برای کارا شدن کاهش دهند. همچنین میانگین کارایی فنی، برای صنایع ایران برابر با ۶۴/۹ درصد است.

1. Shi et al. (2022)

2. Mousavinezhad-Naini et al. (2021)

3. Dabbagh et al. (2015)

امامی میبدی و همکاران^۱ (۱۳۹۰)، در پژوهشی به اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی در ایران با استفاده از روش تحلیل فراگیر داده‌ها و شاخص مال-کوئست پرداختند. نتایج نشان داده است که متوسط کارایی فنی مجتمع‌های پتروشیمی تحت فرض بازده 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 همه مجتمع‌های موردنظر در خلال سال‌های ۸۶-۱۳۸۰ به‌طور متوسط ۳۴/۷ درصد است، که دلیل آن رشد ۱۸/۳ درصدی در تکنولوژی و رشد ۱۳/۹ درصدی در کارایی فنی است، بنابراین تغییرات فن‌آورانه، تأثیرگذارترین عامل در تغییرات بهره‌وری است.

امامی میبدی و همکار (۱۳۸۷)، در پژوهشی، با استفاده از روش تحلیل پوششی (فراگیر) داده‌ها (DEA)، به محاسبه کارایی فنی و بهره‌وری پالایشگاه‌های نفت کشور طی دوره زمانی ۱۳۸۰-۱۳۸۶، پرداخته‌اند. نتایج این پژوهش نشان داد متوسط کارایی فنی پالایشگاه‌های کشور طی سال‌های مذکور، حداکثر ۸۸ درصد در سال ۱۳۸۰ و حداقل ۸۱ درصد در سال ۱۳۸۲ بوده است. پالایشگاه لاوان در تمام سال‌ها به‌صورت کارا و پالایشگاه اصفهان نیز در بیش‌تر سال‌ها کارایی واحد داشته است. پالایشگاه تهران در سال‌های ۱۳۸۰ و ۱۳۸۱ و پالایشگاه بندرعباس در بیش‌تر سال‌ها کم‌ترین میزان کارایی را داشته‌اند. هم‌چنین کارایی فنی پالایشگاه بندرعباس دارای روند کاهشی بوده است، به‌طوری‌که از میزان ۷۲ درصد در سال ۱۳۸۰، به ۵۶ درصد در سال ۱۳۸۶ رسیده است. نتایج حاصل از اندازه‌گیری بهره‌وری حاکی از آن است که تغییرات بهره‌وری کل از سال ۱۳۸۰ الی ۱۳۸۶ روند ملایم افزایشی داشته است. هم‌چنین در سال ۱۳۸۶، میزان افزایش بهره‌وری کل به‌طور قابل‌توجهی افزایش داشته، که ناشی از تغییرات تکنولوژیکی بوده و بنابراین عامل اصلی بهبود بهره‌وری پیشرفت تکنولوژیکی قلمداد شده است.

ابریشمی و همکاران^۱ (۱۳۸۴)، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده، میزان کارایی و بهره‌وری ۷ پالایشگاه کشور را در دوره زمانی ۱۳۸۲-۱۳۷۶ محاسبه کردند. در این پژوهش ستانده‌ها، نسبت مجموع فرآورده‌های سبک به کل فرآورده‌ها و ضایعات و نهاده‌ها شامل تعداد کارکنان، برق مصرفی، سوخت مصرفی، و ظرفیت پالایشگاه در نظر گرفته شد. نتایج این پژوهش نشان داد که میزان کارایی پالایشگاه‌ها در سال ۱۳۷۷ حداکثر برابر ۷۱ درصد بوده است. پالایشگاه آبادان پایین‌ترین کارایی را داشته است.

در پژوهش‌های مورد بررسی، کارایی و بهره‌وری پالایشگاه‌ها صرفاً بر اساس متغیرهای ترازنامه‌ای محاسبه شده است. (نیروی انسانی، موجودی سرمایه، انرژی مصرفی و خوراک پالایشگاه لحاظ گردیده است). مشکل رویکردهای استفاده شده این است که نقش متغیرهای عملیاتی و فنی در محاسبه کارایی در نظر گرفته نشده است؛ درحالی‌که با توجه به ماهیت این صنعت، متغیرهای عملیاتی نقش بسزایی را در آن ایفا می‌نمایند. بنابراین، در پژوهش حاضر علاوه بر متغیرهای یادشده (ترازنامه‌ای) ضریب پیچیدگی (شاخص فنی طراحی پالایشگاه)، شاخص خودکفایی و شاخص آلایندگی نیز لحاظ شده است. علاوه بر این مطالعات انجام شده در خصوص بهره‌وری پالایشگاه‌ها بسیار قدیمی بوده، تحولات و ظرفیت‌های جدید در آن دیده نشده است. در مقاله امامی میبدی (۱۳۸۷) تمرکز روی کارهای فنی بوده و تغییرات بهره‌وری کل صنعت بدون تفکیک پالایشگاهی در نظر گرفته شده است و تنها از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. درحالی‌که در پژوهش حاضر علاوه بر رتبه‌بندی از طریق ابر کارایی از روش تحلیل پوششی داده‌ها به تفکیک شرکت و مرز کارای تولید مورد ارزیابی قرار گرفته است.

۴- روش پژوهش

به منظور بررسی ابر کارایی^۲ و شاخص بهره‌وری کل صنعت پالایشی و مقایسه آن با بهره‌وری کل این صنعت با استفاده از مرز کارا با داده‌های تلفیقی، ابتدا با روش مدل شعاعی ابر

1. Abrishami et al. (2005)

2. Super Efficiency

کارایی اندرسون- پیترسون (تحلیل پوششی داده‌ها) به رتبه‌بندی پالایشگاه‌های مورد مطالعه پرداخته و در گام دوم در این بخش روند تغییرات بهره‌وری کل بر مبنای شاخص مالم کوئیست با استفاده از داده‌های نه پالایشگاه (آبادان، تهران، اصفهان، تبریز، شیراز، کرمانشاه، لاوان، شازند اراک و بندرعباس) از تاریخ ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱ با روش‌های مدل شعاعی ابر کارایی و تحلیلی پوششی داده‌ها شاخص مالم کوئیست مورد بررسی قرار خواهد گرفت. متغیرهای ورودی و خروجی مورد استفاده در این پژوهش در جدول (۱) آمده است.

جدول (۱): متوسط آماره‌های ورودی‌ها و خروجی‌های پالایشگاه‌های مورد مطالعه (۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱)

متغیرهای خروجی				متغیرهای ورودی				
متغیر پالایشگاه	نفت خام بشکه در روز	سرمایه (میلیارد ریال)	شاخص ضریب پیچیدگی نلسون	منابع انسانی / نفر	پنج فرآورده اصلی (بشکه در روز)	فرآورده‌های فرعی (بشکه در روز)	شاخص آلاینده‌های پالایشگاه	درجه خودکفایی
آبادان	۳۶۵۸۸۸	۱۶۶۳۸۳۹۳	۳/۸۱	۲۷۵۴	۳۱۷۰۱۸	۴۸۸۷۰	۰/۱۱	۱۲/۹۲
تهران	۲۳۹۹۷۹	۹۲۸۵۶۷۷	۵/۹۸	۷۹۰	۱۸۸۸۷۱	۵۱۱۰۷	۰/۱۶	۸/۴۰
اصفهان	۳۴۱۸۱۴	۶۱۵۸۸۶۶	۵/۰۴	۷۶۸	۲۷۶۵۳۰	۶۵۲۸۵	۰/۱۷	۱۴/۳۱
تبریز	۱۰۶۵۵۸	۵۲۴۰۱۱۴	۶/۰۱	۵۰۳	۹۱۸۱۸	۱۴۷۴۰	۰/۲۱	۴/۵۳
شیراز	۵۴۰۶۶	۴۴۰۸۷۵	۴/۹۰	۴۳۸	۴۲۵۹۴	۱۱۴۷۲	۰/۳۰	۱/۸۵
کرمانشاه	۲۰۷۹۱	۳۴۲۸۳۸	۳/۲۸	۴۰۶	۱۷۵۵۳	۳۲۳۷	۱/۴۵	۰/۸۰
لاوان	۵۰۵۳۱	۴۰۴۳۸۳۸	۵/۳۱	۸۸۴	۳۸۵۱۱	۱۲۰۲۰	۰/۰۴	۲/۶۲
شازند اراک	۲۴۵۴۱۱	۴۵۸۳۸۵۵۶	۸/۶۷	۸۷۸	۲۱۸۶۱۷	۲۶۷۹۴	۰/۱۶	۱۹/۲۳
بندرعباس	۳۰۴۷۸۵	۷۵۳۶۱۷۶	۵/۴۱	۱۰۵۰	۲۵۷۹۷۳	۴۶۸۱۱	۰/۱۶	۱۱/۶۹

منبع: یافته‌های پژوهش

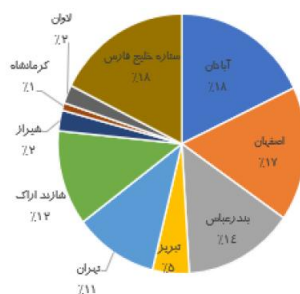
در این پژوهش، کل پالایشگاه‌های کشور با خوراک نفتی مورد مطالعه قرار گرفته است که تعداد آن‌ها نه پالایشگاه نفتی است و در جدول (۲) نام پالایشگاه‌ها و ظرفیت خوراک پالایشگاه‌ها و آغاز بهره‌برداری از آن‌ها آمده است. از آنجا که برخی از پالایشگاه‌ها از خوراک گاز و میعانات گازی استفاده می‌کنند، پس در این پژوهش تنها پالایشگاه‌هایی که بر اساس خوراک نفت خام طراحی شده‌اند مورد بررسی و ارزیابی قرار گرفته‌اند.

جدول شماره (۲): ظرفیت پالایشگاه‌های کشور (بر حسب هزار بشکه در روز)

ردیف	پالایشگاه	ظرفیت بالفعل (هزار بشکه در روز)	سال بهره‌برداری
۱	آبادان	۲۸۲	۱۲۹۱
۲	اصفهان	۳۵۷	۱۳۵۸
۳	بندرعباس	۳۰۶	۱۳۷۶
۴	تبریز	۱۰۲	۱۳۵۶
۵	تهران	۲۳۲	۱۳۴۷
۶	شازند اراک	۲۵۳	۱۳۷۲
۷	شیراز	۵۵	۱۳۵۲
۸	کرمانشاه	۲۰	۱۳۰۱
۹	لاوان	۴۹	۱۳۵۵
۱۰	ستاره خلیج فارس	۳۷۵	۱۳۹۶
۱۱	جمع	۲۱۳۱	

منبع: وبگاه آمار و اطلاعات وزارت نفت^۱

در این میان سهم پالایشگاه‌ها از لحاظ ظرفیت تولید محصولات نفتی که می‌توان آن را مرتبط با خوراک و نوع طراحی پالایشگاه دانست، در نمودار (۱) آمده است.



نمودار (۱): سهم پالایشگاه‌ها در صنعت پالایش کشور

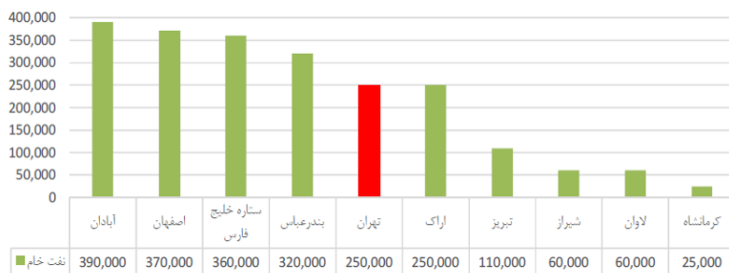
منبع: کلیات پالایشگاه‌های نفت خام ایران^۲

الف - متغیرهای ورودی: نفت خام، میزان نفتی است که بر حسب هزار بشکه در روز به خوراک پالایشگاه‌ها تخصیص داده می‌شود (رضوی، ۱۴۰۱). به منظور رتبه‌بندی پالایشگاه‌ها و محاسبه

1. <https://www.mop.ir/>

2. <https://www.vcmstudy.ir/group>

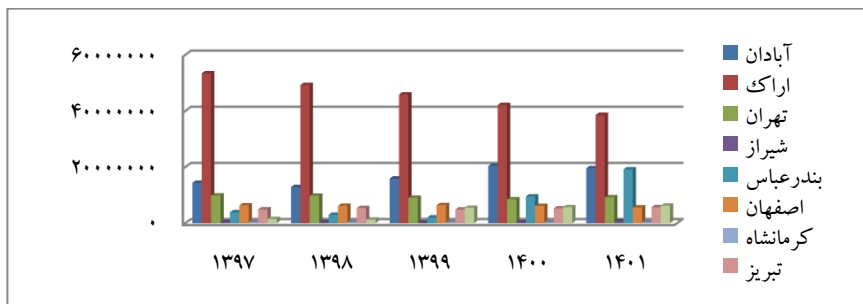
بهره‌وری کل آن‌ها، نیازمند شناسایی متغیرهای ورودی و خروجی بوده که این امر از طریق شناسایی فرایند تولید فرآورده‌های نفتی در پالایشگاه‌ها میسر است.



نمودار (۲): مقایسه ظرفیت پالایش نفت خام شرکت‌های پالایش نفت (بشکه در روز)

منبع: سازمان بورس، ۱۴۰۲

موجودی سرمایه (k): موجودی سرمایه هر واحد پالایشی؛ ارزش دفتری هر سهم عبارت از حاصل تقسیم ارزش ویژه (مجموع حقوق صاحبان سهام) یک شرکت به تعداد سهام آن که نشان‌دهنده ارزش ریالی (ترازنامه‌ای) شرکت است. (برانسون^۲، ۱۳۸۴: ۳۶۳).



نمودار (۳): موجودی سرمایه شرکت‌های پالایشی برحسب ریال

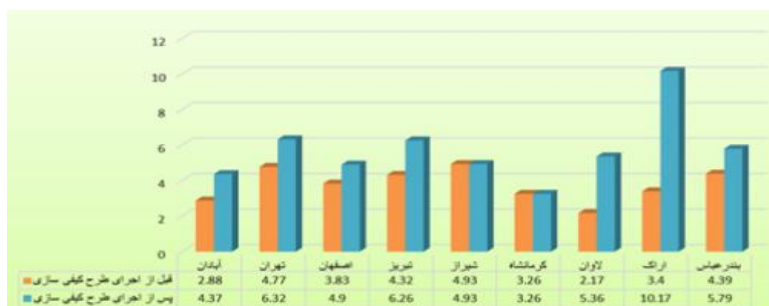
منبع: سازمان بورس، ۱۴۰۲

1. <https://www.seo.ir/>

2. Branson, 2005

نیروی انسانی (۱): تعداد نیروی انسانی، متشکل از کارمندان، متخصصان و کارگرانی است که در هر پالایشگاه مشغول به کار هستند و مجموع نفرات این نیروی انسانی به عنوان متغیر در پژوهش حاضر مورد استفاده قرار گرفته است.

شاخص ضریب پیچیدگی نلسون: ضریب پیچیدگی، پالایشگاه‌ها متناسب با میزان پیچیدگی فناوری‌های به کاررفته در واحدهای فرآیندی، فرآورده‌های متفاوتی را تولید می‌کنند که خود تعیین‌کننده سبد فرآورده‌های پالایشگاهی است. هرچه قدر شاخص ضریب پیچیدگی یک پالایشگاه بیشتر باشد، فرآورده‌های ارزشمند (نفتا، بنزین و گاز مایع) را به میزان بیشتری خواهد داشت و برعکس. به عبارت دیگر ضریب پیچیدگی، میزان فراورش (شکست مولکولی) نفت خام سنگین و تبدیل آن به فرآورده‌ها را نشان می‌دهد (خسروی، ۱۳۹۰: ۱۲۰).



نمودار (۴): مقایسه ضریب پیچیدگی پالایشگاه‌ها

منبع: گزارش عملکرد برنامه‌ریزی تلفیقی شرکت ملی پالایش و پخش^۱

درجه پیچیدگی یک پالایشگاه به توانایی تولید محصولات باارزش در یک پالایشگاه اطلاق می‌شود. این شاخص در پالایشگاه یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر بر وضعیت سوددهی این صنعت است. نوع فرایندهای مورد استفاده در پالایشگاه، تعیین‌کننده پیچیدگی آنها است و هراندازه واحدهای تبدیل ثانویه یک پالایشگاه، بیشتر باشند درجه پیچیدگی آن نیز بیشتر است. در حقیقت ضریب پیچیدگی پالایشگاه، اطلاعاتی راجع به پیچیدگی پالایشگاه، هزینه‌های جایگزینی

و توانایی ارزش افزوده یک پالایشگاه در اختیار قرار می‌دهد. در نمودار (۳) ضریب پیچیدگی پالایشگاه‌ها مقایسه شده است.

کیفی‌سازی پالایشگاه‌ها عبارت است از فرایندی که طی آن کیفیت فرآورده‌های یک پالایشگاه از طریق کاهش حجم فرآورده‌های کم‌ارزش (نفت کوره) به فرآورده‌های باارزش (بالای برج تقطیر نظیر بنزین) ارتقا یافته، به علاوه این فرایند کاهش میزان گوگرد فرآورده‌ها را نیز به همراه دارد (لازم به ذکر است که گوگرد محدودیت محیط‌زیستی نیز دارد) (خسروی، ۱۳۹۰: ۱۵۲).

ب- متغیرهای خروجی: فرآورده‌های اصلی نفتی، درحالی‌که مصرف‌کننده عادی تصور می‌کند که شمار فراورده‌های نفتی نظیر نفتا، بنزین، سوخت جت، نفت سفید محدود است، فرآورده‌های فرعی (نظیر وکیوم باتم^۱ (قیر)، لوبکات (ماده اولیه برای تولید روغن موتور)، نفتا و ...)، در پالایشگاه‌های نفت علاوه بر تولید محصولات باارزش و استراتژیک که به عنوان محصولات اصلی شناخته می‌شوند، تولید می‌گردند. البته هدف از ساخت پالایشگاه‌ها تولید محصولات اصلی است، اما ناگزیر محصولاتی دیگر به همراه محصولات اصلی تحت عنوان فرآورده‌های فرعی نیز تولید می‌شوند (وبگاه پالایشگاه نفت اصفهان).

درجه خودکفایی، با توجه به سطح بالای نیاز انرژی در زمینه حمل و نقل و نقش ویژه بنزین و نفت گاز به عنوان مهم‌ترین محصول و کمبود بنزین در کشور، بخشی از بنزین مورد نیاز کشور از طریق واردات تأمین می‌شود و میزان تولید بنزین هر پالایشگاه نسبت به نیاز کشور به عنوان شاخص خودکفایی در نظر گرفته شد (زاهدی‌موحد^۲، ۱۳۹۷: ۸۴).

شاخص آلایندگی پالایشگاه‌ها؛ هر پالایشگاه به منظور پالایش نفت خام و تولید محصولات نفتی ناگزیر به ایجاد آلایندگی است و پالایش بدون آلایندگی ممکن نیست. اداره حفاظت محیط‌زیست، عملکرد محیط‌زیستی در سه بخش آب، خاک و هوا شرکت‌های تابعه شامل شرکت‌های پالایش نفت را به صورت منظم پایش و رصد نموده و شاخص آلایندگی را اعلام

1. Vacuum Batuum(VB)

2. Zahedi Movahed (2018)

می‌نماید (فرآیند سبز- ۱۳۹۵). همان‌طور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، آلاینده‌گی و اثر آن باید به‌عنوان شاخص نامطلوب در نظر گرفته شود، یعنی هر چه شاخص مربوط به آلاینده‌گی بیشتر باشد در بهره‌وری اثر معکوس دارد. لازم به ذکر است که برای اندازه‌گیری آلاینده‌های غیر از ذرات معلق معمولاً از واحد PPM استفاده می‌شود^۱ (حیدرپور چنار^۲ و همکار، ۱۳۹۲: ۲۳).

در بخش دوم با استفاده از مرز کارایی تولید، بهره‌وری کل صنعت پالایشی در قالب مدل رگرسیونی پانل دیتا (داده‌های تلفیقی) محاسبه و با نتایج شاخص بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها مقایسه می‌شود. در مدل پانل دیتا از روش اقتصادسنجی و داده‌های سالانه پالایشگاه‌ها طی سال ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ استفاده شده است. متغیرهای مورد استفاده در تابع تولید عبارت‌اند از: ارزش فراورده‌های نفتی برحسب میلیارد ریال (متغیر وابسته) (y)، موجودی سرمایه برحسب میلیارد ریال (k) و هزینه منابع انسانی برحسب میلیارد ریال (l) و از طریق جزء اخلاط هم مطابق مبانی نظری، بهره‌وری کل در صنعت پالایش به‌دست آمده است. از آنجاکه در الگوی برآورد شده تمام متغیرها در مدل برحسب برحسب ریال بوده و ارزش متغیرها لحاظ شده است، برای نیروی انسانی نیز از ارزش نیروی انسانی به‌عنوان متغیر در تابع تولید استفاده شده است.

۵- یافته‌های پژوهش

در ادامه به تشریح یافته‌های پژوهش پرداخته شده است.

۵-۱ - رتبه‌بندی پالایشگاه‌ها با رویکرد ابر کارایی مدل اندرسون- پیترسون شعاعی

در الگوی مدل اندرسون- پیترسون شعاعی، برای رتبه‌بندی واحدهای کارا و ناکارای واحدهای پالایشگاهی بر اساس ورودی‌ها و خروجی‌های طی سال‌های ۱۳۹۷-۱۴۰۱ امتیازات ابر کارایی پالایشگاه‌ها استخراج می‌شود که از این طریق تعیین کاراترین واحد و رتبه‌بندی آن‌ها امکان‌پذیر می‌شود. در این روش امتیاز واحدهای کارا می‌تواند بیشتر از ۱ باشد و به این ترتیب

۱. این واحد نشان‌دهنده نسبت مولی یا جرمی در محلول است و معمولاً برای بررسی غلظت‌های بسیار کم از آن استفاده می‌شود.

واحدهای کارا نیز مانند واحدهای ناکارا قابل رتبه‌بندی خواهند بود. روش کار به این صورت است که واحد تصمیم‌گیرنده را از مجموعه امکان تولید حذف و مدل را برای سایر واحدها اجرا می‌کنند. هرچه ضریب واحدی بزرگ‌تر باشد، آن واحد کارا تر است. اگر مدل ورودی محور باشد هدف رسانیدن یک واحد ناکارا به مرز کارایی از طریق ثابت نگه‌داشتن ورودی و افزایش خروجی است. اگر مدل خروجی محور باشد، در این روش هدف رسانیدن یک واحد ناکارا به مرز کارایی از طریق ثابت نگه‌داشتن خروجی و کاهش ورودی است. بر این اساس برآورد امتیازات انجام شد که نتایج آن در جدول (۳) نشان داده شده است. در این پژوهش با استفاده از مدل ابر کارایی ورودی محور و بازدهی نسبت به مقیاس فزاینده، متغیر امتیازات واحدهای پالایشی محاسبه شده است.

جدول (۳): رتبه‌بندی واحدهای پالایشگاهی با رویکرد ابر کارایی شعاعی (مدل اندرسون- پیترسون)

واحدهای پالایشی	بندرعباس	آبادان	تهران	کرمانشاه	شیراز	اصفهان	تبریز	لاوان	اراک
۱۳۹۷	۱/۴۳	۱/۷۱	۱	۱/۳	۳/۰۸	۱/۸۵	۱/۰۴	۱/۱۴	۱/۸۲
۱۳۹۸	۱/۵۹	۱/۵۳	۱/۰۹	۱/۲۵	۲/۹	۲/۰۳	۱/۰۵	۱/۲۹	۱/۶۵
۱۳۹۹	۲/۴	۱/۴۸	۱/۳۳	۱/۴۶	۲/۸۱	۱/۷۸	۱/۰۶	۱/۲۶	۱/۸۱
۱۴۰۰	۱/۰۱	۱/۴۹	۱/۱۷	۱/۳۴	۳/۳۶	۱/۷۸	۱/۰۷	۱/۴۹	۱/۸۸
۱۴۰۱	۱/۰۹	۱/۴۹	۱	۱/۱۱	۱/۹۲	۲/۴۷	۱/۲۶	۱/۲۲	۱/۷۶
متوسط ابر کارایی	۱/۵۰۴	۱/۵۴	۱/۱۱۸	۱/۲۷۲	۲/۸۱۴	۱/۹۸۲	۱/۰۹۶	۱/۲۸۰	۱/۷۸۴

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، در بین پالایشگاه‌های مورد مطالعه متوسط امتیازات بر اساس مدل ابر کارایی بین ۲/۸ و ۱/۰۹ قرار داشته است. نتایج نشان می‌دهد، پالایشگاه‌های اصفهان و شیراز بالاترین امتیاز ابر کارایی را دارا بوده و پایین‌ترین آن مربوط به پالایشگاه‌های تبریز و تهران است. از مهم‌ترین دلایل این رتبه‌بندی پیشرفت و به ثمر رسیدن

پروژه‌های پالایشی از جمله پروژه‌های ارتقا و کیفی سازی است. چراکه با همان میزان خوراک قبلی نفت خام موجب افزایش تولید فرآورده‌های نفتی شده در نتیجه امتیاز ابر کارایی را افزایش می‌دهد. از آنجا که پالایشگاه شیراز در مقیاس کوچک‌تری نسبت به سایر پالایشگاه‌ها بوده، دارای هزینه کم‌تری جهت ارتقاء فرآورده‌های نفتی نسبت به سایر پالایشگاه‌ها است. پالایشگاه اصفهان نیز با توجه به انجام پروژه‌های مربوط به تکمیل زنجیره‌ی ارزش و تولید فرآورده‌های نفتی دارای کیفیت بالا، نسبت به سایر پالایشگاه‌ها در وضعیت مناسب‌تری قرار دارد. از طرف دیگر، پالایشگاه‌های تهران و تبریز، با توجه به تأخیرهای متعدد در انجام پروژه‌های مربوط به ارتقاء فرآورده‌های آن و فرسودگی زیرساخت‌ها نسبت به سایر پالایشگاه‌ها در سطح پایین‌تری قرار دارند.

۵-۲- شاخص بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها و صنعت پالایشی

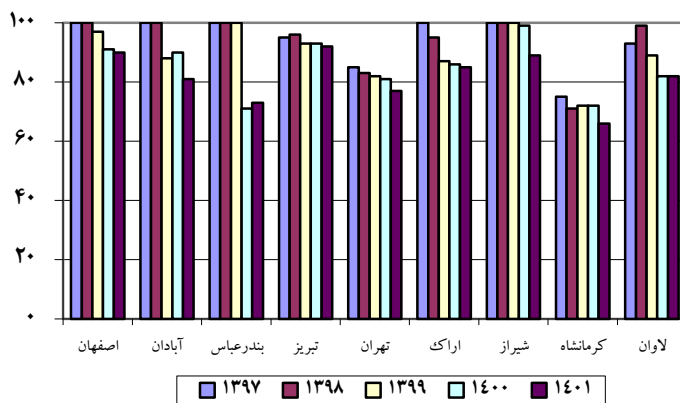
در جدول (۴) تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها در سال‌های مورد مطالعه نشان داده شده است. نتایج محاسبه تغییر بهره‌وری کل نشان می‌دهد که در سال ۱۴۰۱-۱۳۹۷ در اکثر پالایشگاه‌ها شاخص بهره‌وری کل افت کرده است که از دلایل اصلی آن فرسودگی تجهیزات، عدم سرمایه‌گذاری و ... تحریم‌های صنعت نفت است. در جدول (۲) تغییر بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها به‌طور سالانه و متوسط پنج‌ساله نشان داده شده است.

در جدول (۴)، تغییر بهره‌وری کل هر پالایشگاه به تفکیک سال مشخص شده است. به‌طور کلی متوسط پنج‌ساله تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌های مورد مطالعه تفاوت زیادی دارد به‌طوری‌که پالایشگاه شیراز با متوسط شاخص تغییر بهره‌وری کل معادل ۹۷/۶ بالاترین و پس از آن پالایشگاه اصفهان با ۹۵/۶ در رتبه دوم و پالایشگاه تبریز با ۹۳/۸ در رتبه سوم و پالایشگاه آبادان با میانگین ۹۱/۸ در رتبه چهارم و پالایشگاه شازند اراک با میانگین ۹۰/۶ در رتبه پنجم و پالایشگاه لاوان با ۸۹ در رتبه ششم و پالایشگاه بندرعباس با ۸۸/۸ در رتبه هفتم و پالایشگاه تهران با ۸۱/۶ در رتبه هشتم و نهایتاً پالایشگاه کرمانشاه با میانگین ۷۱/۲ در رتبه نهم قرار دارد. در این ارتباط، در شکل (۵) روند تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها نشان داده شده است.

جدول (۴): تغییرات بهره‌وری کل واحدهای پالایشی

واحدهای پالایشگاهی	اراک	لاوان	تبریز	اصفهان	شیراز	کرمانشاه	تهران	آبادان	بندرعباس
۱۳۹۷	۱	۰/۹۳	۰/۹۵	۱	۱	۰/۷۵	۰/۸۵	۱	۱
۱۳۹۸	۰/۹۵	۰/۹۹	۰/۹۶	۱	۱	۰/۷۱	۰/۸۳	۱	۱
۱۳۹۹	۰/۸۷	۰/۸۹	۰/۹۳	۰/۹۷	۱	۰/۷۲	۰/۸۲	۰/۸۸	۱
۱۴۰۰	۰/۸۶	۰/۸۲	۰/۹۳	۰/۹۱	۰/۹۹	۰/۷۲	۰/۸۱	۰/۹	۰/۷۱
۱۴۰۱	۰/۸۵	۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۹	۰/۸۹	۰/۶۶	۰/۷۷	۰/۸۱	۰/۷۳
متوسط تغییرات بهره‌وری	۰/۹۰۶	۰/۸۹	۰/۹۴	۰/۹۶	۰/۹۸	۰/۷۱۲	۰/۸۲	۰/۹۲	۰/۸۹

منبع: یافته‌های پژوهش



نمودار (۵) نمودار روند تغییرات بهره‌وری کل پالایشگاه‌ها

منبع: یافته‌های پژوهش

۳-۵- برآورد تابع تولید مرزی تصادفی صنعت پالایش

تابع تولید مرزی تصادفی صنعت پالایشی با استفاده از داده‌های نه شرکت پالایشی کشور (آبادان، تهران، اصفهان، تبریز، شیراز، کرمانشاه، لاوان، شازند اراک و بندرعباس) برای دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۴۰۰ برآورد شده است. ارزش تولید (y) تابعی از موجودی سرمایه (k) و نیروی انسانی (l) در نظر گرفته شده است. مطابق آنچه در مبانی نظری بیان شد، واریانس جز اخلاص میزان ناکارایی صنعت را نشان می‌دهد. شکل خطی لگاریتمی از تابع تولید از نوع کاب-داگلاس با دو نهاده سرمایه و نیروی کار در نظر گرفته شده است.

به‌منظور تفکیک اثرات شوک‌ها و عوامل برون‌زا بر ناکارایی شرکت‌های پالایشی، مرز کارای تولید صنعت پالایشی برآورد شد. سپس بهره‌وری کل صنعت پالایشی از طریق انحراف تولید صنعت پالایشی از مرز تولید کارا به‌دست آمده است. نتایج برآورد مدل در جدول (۵) گزارش و مقایسه شده است. نتایج نشان می‌دهد که برآوردهای هر دو مدل اختلاف معنی‌داری ندارند. پارامترهای مدل از لحاظ آماری معنی‌دار هستند.

جدول (۶): برآورد تابع تولید مرزی صنعت پالایشی: مدل اثرات تصادفی

		$const.$	$\log(k)$	$\log(l)$	R^2	$D.W$	σ_{ε}^2
ناکارایی ثابت در طول زمان	$\log(y)$	-۴/۱ (-۷/۳)	۰/۸۱ (۱۹/۴)	۰/۹۱ (۱۸/۲)	۰/۹۹	۲/۳	۰/۰۳۷
ناکارایی متغیر در طول زمان	$\log(y)$	-۴ (-۷/۳)	۰/۸۰ (۱۸/۲)	۰/۹۱ (۳۰/۲)	۰/۹۸	۲/۱۲	۰/۰۴۴

* ارقام داخل پرانتز آماره t است.

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج نشان می‌دهد که ناکارایی صنعت پالایشی بین ۳/۷ (با فرض ثابت بودن ناکارایی در طول زمان) تا ۴/۴ درصد (با فرض متغیر بودن ناکارایی در طول زمان) و بر این اساس کارایی صنعت پالایش به ترتیب ۹۶/۳ و ۹۵/۶ است. اختلاف در برآورد دو مدل ناشی از فروض متفاوت درباره

اثرات تصادفی است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که اثرات متقاطع مقطعی صفر است که نشان‌دهنده این است که کارایی شرکت‌های پالایشی در هر مقطع زمانی برابر است با کسر یک از ناکارایی (جز اختلال) که به طور عمده ناشی از شوک برون‌زای اقتصادی، قوانین و مقررات و فضای کسب‌وکار اقتصادی است. تغییر در حجم سرمایه‌گذاری در سایر بخش‌های اقتصادی و رشد تقاضای محصول و در نتیجه افزایش حجم بازار باعث تغییر در ناکارایی در طول زمان می‌شود. نکته قابل توجه این است که نتایج نشان می‌دهد که بازدهی به مقیاس در صنعت پالایش ایران فزاینده است. در ادبیات اقتصاد خرد استدلال می‌شود که اگر مجموع کشش‌های عوامل تولید در تابع تولید برابر یک باشد بازدهی به مقیاس ثابت^۱ و اگر کمتر یا بزرگ‌تر از یک باشد به ترتیب کاهنده^۲ یا فزاینده^۳ است. در شرایطی که بازدهی به مقیاس فزاینده است هزینه کل تولید با نرخ کاهنده افزایش می‌یابد و هزینه متوسط تولید نزولی است و تولید در ناحیه اقتصادی صورت نمی‌گیرد و بنگاه‌ها حداکثر کننده سود نیستند. همچنین فزاینده بودن بازدهی به مقیاس نشان می‌دهد که تولیدکنندگان فراورده‌های نفتی در ایران به حداقل مقیاس کارای تولید^۴ نرسیده‌اند.

مقایسه دو روش برآورد کارایی صنایع پالایشی نشان می‌دهد که در روش تحلیل پوششی داده‌ها، بهره‌وری کل برآورد شده صنعت پالایشی بین ۰/۷۱ تا ۰/۹۵ در نوسان بوده و میانگین عددی بهره‌وری کل صنعت مورد مطالعه برابر با ۰/۹۰ است. با توجه به تحریم‌های نفتی اعمالی از سوی کشورهای غربی، فرسودگی تأسیسات و تجهیزات پالایشی کشور و فقدان سرمایه‌گذاری لازم برای به‌روزرسانی پالایشگاه‌ها، این نتیجه واقع‌بینانه به نظر می‌رسد. در حالی که برآورد مرز کارای تولید با تکنیک تابع تولید مرزی نشان می‌دهد که مقدار بهره‌وری کل برآورد شده بالا بوده و بین ۹۶/۳ و ۹۵/۶ درصد است، این درجه از کارایی برآورد شده با سطح تکنولوژی و وضعیت صنایع پالایشگاهی ایران از نظر مدیریت و نیروی انسانی و بقیه عوامل مؤثر در کارایی تناسب ندارد و به

1. Constant Return to Scale

2. Decreasing Return to Scale

3. Increasing Return to Scale

4. Minimum Efficient Scale

نظر می‌رسد یک نوع بیش برآوردی در درجه کارایی صنعت پالایشگاهی وجود دارد. بنابراین با مقایسه دو تکنیک یادشده و نتایج به دست که آمده که در جدول ۴ نشان داده شده است، می‌توان گفت که تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها شاخص مالم کوئیست در برآورد میزان بهره‌وری کل با توجه به ورودی‌ها و خروجی‌های مدل نتایج بهتری را ارائه می‌دهد و از سویی چون برای هر یک از پالایشگاه‌ها میزان کارایی محاسبه می‌شود، بنابراین نسبت به روش تابع تولید مرزی، دقیق‌تر و بهتر عمل می‌کند. همچنین واگذاری پالایشگاه‌ها به بخش خصوصی درازای رد دیون در سال‌های اخیر موجب شده است که رویکرد سهامداران در کوتاه‌مدت به کسب سود بیشتر معطوف شود تا از این طریق دیون دولت تأدیه و در مقابل حجم کمی از سود پالایشگاه‌ها به تکمیل پروژه‌ها اختصاص یافته است. در نتیجه با توجه به تکمیل نشدن به موقع پروژه‌ها، تولید متأثر شده و به تبع آن بهره‌وری کل این صنعت نیز کاهش یافته است (امیر رحیمی^۱ و همکاران، ۱۴۰۰: ۲۰).

جدول (۷): مقایسه بهره‌وری کل صنعت پالایشی با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و مرز تولید تصادفی مرزی

ردیف	روش تحلیل	حداقل بهره‌وری کل	حداکثر بهره‌وری کل	بهره‌وری کل
۱	تحلیل پوششی داده‌ها (DEA)	۷۱	۹۵	۹۰ درصد
۲	تابع تولید مرزی تصادفی	۹۵٫۶	۹۶٫۳	۹۵٫۹۵ درصد

منبع: یافته‌های پژوهش

۶- نتیجه‌گیری

پژوهش حاضر به بررسی بهره‌وری کل پالایشگاه‌های نفت کشور با دو روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل برآورد مرز تولید کارا پرداخته است. همچنین رتبه‌بندی این پالایشگاه‌ها با استفاده از مدل ابر کارایی اندرسون-پیترسون انجام شده است. نتایج به دست آمده از تحلیل داده‌ها طی ۵ سال و با روش مدل ابر کارایی نشان می‌دهد که پالایشگاه شیراز از لحاظ کارایی بالاترین و پالایشگاه کرمانشاه پایین‌ترین رتبه را داشته است. این در حالی که است که بیشتر این پالایشگاه‌ها به جز پالایشگاه اراک، قدیمی بوده، تجهیزات و تأسیسات آن‌ها فرسوده و سطح تکنولوژیکی آن‌ها نیز ارتقا نیافته است. بعلاوه علی‌رغم سطح پایین فناوری در این صنعت، با توجه به اهمیت و وزن

زیاد خوراک نفت خام در پالایشگاه‌ها، مزیت کشور در تولید نفت و تخفیف قیمتی فراوان، موجب شده است بهره‌وری کل این صنعت بیش از میزان واقعی آن نشان داده شود.

در خصوص شاخص بهره‌وری کل در دوره مورد مطالعه، با لحاظ نیروی انسانی، سرمایه و پیچیدگی و همچنین خروجی‌های مورد نظر، پالایشگاه شیراز بیشترین بهره‌وری کل و پالایشگاه کرمانشاه کمترین بهره‌وری کل پالایشگاه‌های کشور را طی این مدت نشان داده‌اند.

بر اساس نتایج به دست آمده از تحلیل‌ها روند تغییرات در بازه زمانی ۱۳۹۷ تا ۱۴۰۱ با لحاظ نفت خام در ورودی محاسبات تقریباً ثابت و ۱۰۰ درصدی بوده است و با حذف نفت خام از تحلیل، میزان کارایی همه پالایشگاه‌ها بدون استثنا در بازه زمانی ۱۳۹۷ الی ۱۴۰۱ نه تنها افزایشی نبوده بلکه کاهش هم بوده است. به نظر می‌رسد تحریم‌های اقتصادی کشور و به خصوص بخش و نفت و گاز می‌تواند عاملی در جهت کاهش کارایی پالایشگاه‌ها باشد. گستردگی بخش نفت و گاز ایران، وابستگی تکنولوژیکی به فناوری‌های نوین پالایشگاهی موجب شده است تا رفته‌رفته میزان کارایی پالایشگاه‌های کشور کم شود. در ادامه این پژوهش، مدل تابع تولید مرزی تصادفی با استفاده از داده‌های تلفیقی برآورد شد. به منظور تفکیک آثار شوک‌های برونزا و عوامل غیر سیستماتیک بر ناکارایی تولیدکنندگان پالایشی مدل اثرات تصادفی با دو فرض ثابت بودن و متغیر بودن ناکارایی در طول زمان برآورد شد. نتایج نشان می‌دهد که سطح ناکارایی صنعت پالایشی کشور بین ۲/۹ تا ۲/۱ درصد است. همچنین نتایج نشان می‌دهد که مجموع کشش‌های تولید نسبت به عوامل تولید بزرگ‌تر از یک است و فرض ثابت بودن بازدهی به مقیاس رد می‌شود. بر این اساس بازدهی به مقیاس در صنعت پالایشی فزاینده و تولید پالایشی غیراقتصادی ارزیابی می‌شود.

پیشنهاد می‌شود در راستای ارتقاء بهره‌وری پالایشگاه‌ها یا در واگذاری‌ها بازنگری شود. همچنین، شرکت ملی پالایش و پخش به نمایندگی وزارت نفت در پروژه‌های توسعه و ارتقا محصولات جهت افزایش بهره‌وری نقش قانونی تنظیم‌گری را عهده‌دار شود. به علاوه بهره‌وری صنعت پالایشی با توجه به تخفیف زیاد در قیمت خوراک ورودی پالایشگاه‌ها در جهت ارتقا بهره‌وری اقدام ننموده و تلاشی برای رشد سطح فناوری نداشته‌اند. اتلاف منابع فراوان است. در این راستا پیشنهاد می‌شود در جهت افزایش بهره‌وری کل معاونت برنامه‌ریزی وزارت نفت

قیمت‌گذاری خوراک پالایشگاه‌ها را اصلاح کند. به‌عنوان پیشنهاد پژوهش‌های آتی با توجه به واگذاری پالایشگاه‌ها به بخش‌های غیر مرتبط با صنعت نفت، تاثیرگذاری مستقیم آن بر روی پروژه‌ها، تولید و همچنین کارایی و بهره‌وری پالایشگاه‌ها و به‌صورت کلی تأثیرات خصوصی‌سازی بر کارایی و بهره‌وری آن‌ها موردبررسی قرار گیرد.

References

- Abrishami, H., Ghanimi fard, H., & Gheibi, A. (2005). Evaluating Efficiency and Productivity Iranian Oil Refineries Using Comperihensive Data Analysis (DEA) Method. *Energy Economics Studies*, 5, 25-54. (In Persian)
- Aigner, D.J., Lovell, C.A.K., & Schmidt, P.J. (1977). Formulation and Estimation of Stochastic Frontier Production Function Models. *Journal of Econometrics*, 6, 21-37.
- Alirezaei, M. R., Afsharian, M., & Analooei, B. (2007). Calculating the Productivity Growth of Total Factors with the Help of non-Parametric Models of Data Envelopment Analysis; With a case Study in the Electrical Industry, *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*, 42(1), 177-206. (In Persian)
- Alirezaei, M. R., Afsharian, M., & Khalili, M. (2007). Realizing the Growth Productivity of Factors with the Help of Generalized Data Envelopment analysis models, case Study: National Iranian Oil Company, *Economic Research Quarterly*, 6(3), 75-99. (In Persian)
- Amirrahimi, H., Hosseini, S. S., Seyyed Noorani, S. M. R., Mohammadi, T., & Safarzadeh, E. (2020). Investigating the Privatization of Iran's Oil Refinery Industries with DID (Fuzzy) Approach. *Iranian Energy Economics*, 10(37), 12-35 -. doi: 10.22054/jiee.2021.61333.1846
- Argus Media Group, (2024). *Iran's Gasoline demand outpaces production*, p. 73. [Iran's gasoline demand outpaces production | Latest Market News](#)
- Branson, W. H. (2005). *Macroeconomic Theory and Policy*, (Translated: Shakeri, A.), Tehran: Nashre Ney (In Persian)
- Caves, D. W., Christensen, L. R., and Dievert, W. E. (1982) The Economic Theory of Index Number and the Measurment of Input, Output, and Productivity *Econometrica*, *The Econometric Society*, 50, pp. 1393-1414.
- Charnes, A., Cooper, W. W., & Rhodes, E. (1981). Evaluating Program and Managerial Efficiency: an Application of Data Envelopment Analysis to program follow through. *Management science*, 27(6), 668-697.
- Chenery, H. B. (1980). Patterns of Industrial Growth. *The American Economic Review* 50 (4): 624-54. <https://doi.org/10.1257/jep.6.3.79>.

- Dabbagh, R., kouhileilan, B., Javaherian, L., & Latifi, M. (2015). Examining Technical Efficiency and Productivity of Industries in Western Azerbaijan Using the Parametric and Nonparametric Methods. *Majlis and Rahbord*, 22(83), 305-333. (In Persian)
- Emami meybodi, A., Karimian, Z., & Rahmani Sefati, M. H. (2011). Measuring Technical Efficiency and Productivity of Iranian Petrochemical Plants over the period 2002 to 2008. *Energy Economics Review*, 8(29), 61-81. (In Persian)
- Emami meybodi, A. & Izadi, Z. (2008). An assessment of Technical Efficiency and Productivity of Iranian Petroleum Refineries: a dea Approach. *Energy economics review*, 5(17), 31-56. (In Persian)
- Exchange information database. (2010), Capital changes, Stock Exchange Information, Tehran. (In Persian)
- <http://old.tsetmc.com/Loader.aspx?ParTree=15131F>
- Fare, R., Grosskopf, S. & Lovell, C.A.K. (1994), *Production Frontiers*. Cambridge: Cambridge University Press.
- <https://doi.org/10.1080/0003684042000218525>
- Farrell, M.J. (1957). The Measurement of Productive Efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society (A, general)*, 120, 253-281.
- Farsijani, H., Arman, M.H, Hossein Beigi, A. & Jalili, A. (2011). Presentation of Data Envelopment Analysis Model with Input-Output Approach, *Industrial Management Perspective*, 1(1), 39-56. (In Persian)
- Forsund, F. R. & Hjalmarsen, L. (1990). Generalized Farrell Measures of Efficiency: an Application to Milk Processing in Swedish Dairy Plants. *The Economic Journal*, 89, 294-315.
- <https://doi.org/10.1007/BF00158774>
- Greene, W. H. (2012). *Econometric Analysis*, seventh edition, New York: New York University
- Hakimipoor, N. (2017). A Comparative Analysis of Efficiency in Iran's Provincial Manufacturing Sector during the Development Plans after the Revolution. *The Journal of Economic Policy*, 10(20), 191-213.
- doi: 10.29252/epj.2018.1262 (In Persian)
- Heydarpour Chenar, K., Nasrabadi, T., Heydaranjad, N. & Hoveidi, H. (2013). Investigating the emission of indicator pollutants from oil refinery chimneys and assessing the health risk of personnel in the face of it. A case study of Shahid Tandgoyan Oil Refinery in Tehran, *The third national conference on health, environment and sustainable developme1nt*, (In Persian)
- <https://civilica.com/doc/250985/>
- Istaiteyeh, R., Milhem, M. M., Najem, F., & Elsayed, A. (2024). Determinants of Operating Efficiency for the Jordanian Banks: A Panel Data Econometric Approach. *International Journal of Financial Studies*, 12(1), 12-29.
- <https://doi.org/10.3390/ijfs12010012>

- Jiang, N., Pu, X. & Guo, Q. (2022), Calculation and Analysis of Total Factor Productivity of Chinese Military Enterprises. *Information Systems and Economics*, 3(2), 52-57. (In Persian)
- Kayedpour, F., Sayadmanesh, S., Salmani, Y. & Sadeghi, Z. (2020). Measuring the Efficiency and Productivity of Cement Companies in the Tehran Stock Exchange Using Data Envelopment Analysis and Malmquist Productivity Index in Gray Environment. *Innovation Management and Operational Strategies*, 1(4), 363-382 (In Persian)
- <https://doi.org/10.22105/imos.2021.276467.1038>
- Mehregan, N., Haqani, M., & Keramatfar M. (2012). Is Energy Price Increase a Serious Threat to Manufactured Exports of Iran?. *Journal of economic research and policies*. 20 (62) :79-94
URL: <http://qjerp.ir/article-1-389-fa.html> (In Persian)
- Mousavinezhad-Naini, S. A., Tamimi, M., & Salehi, A. (2021). Exploring the Financial Productivity of Hospitals with Malmquist Index and Data Envelopment Analysis. *Health Information Management*, 18(6), 258-264. doi: 10.22122/him.v18i1.4432 (In Persian)
- Nadali, M., & Rezaei, J. (2012). Investigating the Relationship Between Productivity and the Growth of the Industrial Sector in Iran's Economy, *Macroeconomic research paper*, 8(15), 134-156. (In Persian)
- Nasr Isfahani, M., & Razavi, S. A. (۲۰۱۱). Investigating and Comparing the Efficiency and Productivity of Automotive Companies Using the Data Envelopment Analysis (DEA) method. *Scientific Research Journal of Tomorrow's Management*, 9(25), 84-108. (In Persian)
- [Nikbakht](#), M., [Hajiani](#), P., & Ghorbanpur, A. (2023). Assessment of the Total-Factor Energy Efficiency and Environmental Performance of Persian Gulf countries: a Two-Stage Analytical Approach. *Environ Sci Pollut Res Int* 30(4), 10560-10598.
- Nishimizu, M. and Page, J.M. (1982). Total Factor Productivity Growth, Technological Progress and Technical Efficiency Change: Dimensions of Productivity Change in Yugoslavia, 1967–1978. *The Economic Journal*, 92, 920–936.
- Overview of Iranian crude oil refineries, (2017),
<https://www.vcmstudy.ir/group>
- Performance Report of the Integrated Planning of the National Petroleum Refining and Distribution Company, (2015). Tehran, Iran.
<https://www.niordc.ir/fa-IR/Portal/4931/>
- Razavi, S. A. (2022). *Energy Diplomacy (Unilateral International Sanction to Multilateral Diplomacy)*, Tehran: Tehran International Studies & Research Institute. (In Persian)

- Razavi, S. A. (2022). Investigating the Effect of Quality Value Index and Market Time Structure on the Price Formula of Iranian Crude Oil in the Asian Market. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 11(41), 263-287. doi:10.22084/aes.2021.24612.3318 (In Persian)
- Razavi, S. A., Razmi, M. J., Naji, A. A., & Salimi far, M. (2014). Economic Efficiency of Iran' Automobile Industry a Panel Data Approach. *Journal of Industrial Management Studies*, 11(28), 99-118.
- Rezaei Parsa, Z., & Hosseinzadeh Salgooghi, F. (2014). Comparison of Super-Efficiency Models in DEA, DEA. *Sixth International Conference*, <https://civilica.com/doc/351711/> (In Persian)
- Rezaian, A. (2017). *Principles of Organization and Management*. Tehran: Samt. (In Persian)
- Richmond, J. (1974). Estimating the Efficiency of Production. *International Economic Review*, 15, 515-521.
- Saif Ullah, A. M., & Popp, J. (2023). Determinants of Bank's Efficiency in an Emerging Economy: A Data Envelopment Analysis Approach. *Plos One*. 18(3). doi: [10.1371/journal.pone.0281663](https://doi.org/10.1371/journal.pone.0281663)
- Shi, H., Li, P., Wei, J., & Shi, S. (2022). Green Growth Efficiency Evaluation of Major Domestic Oil-Gas Resource-Based Cities—Based on Panel Data of SBM Model and Malmquist-Luenberger Index. *Frontiers in Earth Science*, 10, 911646. <https://doi.org/10.3389/feart.2022.911646>
- Solow, R. (1957) Technical Change and The Aggregate Production Function. *Review of Economics and Statistics*, 39, 312-320.
- Statistics and information of the Iranian Ministry of Oil, (2020), <https://www.mop.ir/>
- U.S. Department of Energy Washington. (2024). *Short-Term Energy Outlook and International Energy Statistics*. U.S. Energy Information Administration (EIA). [Country Analysis Brief: Iran](https://www.eia.gov/country/brief/iran)
- Valizadeh Zonuz, P. (2006). A Study of Productivity in Iran's Economy. *Economic Research Collection, Central Bank of the Islamic Republic of Iran*, 24, 3-35. (In Persian)
- Zahedi Movahed, M. (2018). *Development of Internal Manufacturing in the Oil Industry*. Tehran: Third Millennium of Andisheh Publications. (In Persian).