Industrial Management Studies
Vol(issue), PP.
.atu.ac.ir
DOI:

ATU PRESS

Designing a Fuzzy Network Model to Evaluate the Efficiency of Oil and Gas Production Centers in the Country Based on Undesirable Outputs

Mehrab Hasanvand — Ph.D. student of Industrial Management (Production and Operation), Faculty of Management and Accounting, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Mohammad Taleghani * — Associate Professor of Industrial Management, Faculty of Management and Accounting, Rasht Branch, Islamic Azad University, Rasht, Iran

Behrouz Fathi Vajargah — Professor of Statistics, Faculty of Mathematical Sciences, Gilan University, Rasht, Iran

Received: Original Research
Accepted: Review
ISSN: 2251-8037
eISSN: 2476-5988

Abstract

Exploitation centers play a vital role not only in the oil and gas industry but also in many other industries and are considered one of the most important export factors in generating the country's income. Extracted oil and gas are essential for many industrial sectors and end consumers. However, heavy crude oil exploitation and refining operations have witnessed significant changes due to changes in products to meet market demand and environmental regulations

Introduction

Oil and gas operations encompass a diverse array of activities, ranging from exploration and production to transportation, refining, and distribution. These operations are characterized by their complexity, often involving high risk activities conducted in remote and challenging environments. As such, ensuring efficiency and safety within the oil and

* Corresponding Author: Taleghani@iaurasht.ac.ir
How to Cite: xxxxxxx

gas sector is paramount, not only for operational continuity but also for safeguarding human lives and the environment.

This paper's goal is presenting a fuzzy network model to evaluate the efficiency of the country's oil and gas exploitation centers according to undesirable outputs and weak disposability in the oil exploitation .centers of Khuzestan province

Materials and Methods

The research was conducted using a library and documentary method and the non-parametric method was used with the help of GAMS software. For this research, the required information and statistics were collected from the Planning Management Unit of the country's oil and gas exploitation centers. The data used in this research was selected using the Fuzzy Delphi method. To resolve some of the uncertainties, the Delphi consensus panel, FDM, which is a combination of the Delphi consensus panel and fuzzy set theory (FST), and the membership degree was used to determine the membership function of each participant. In the first step, to determine the key criteria for evaluating the performance of exploitation centers, 35 criteria were extracted as input and 33 criteria as output using research literature, and the Fuzzy Delphi method was used to select the most important input and output criteria. The first stage of this process is the selection of experts. Considering the research field, 20 experts in the field of oil and refining industry and university professors were used.

In the next stage, using a fuzzy data envelopment analysis network model, the efficiency of oil and gas exploitation center units with the principle of weak accessibility was investigated and evaluated.

Discussion and Results

The results of the data analysis of the 9 centers showed that none of the units had an efficiency of one, and the main reasons for this were

the use of old equipment due to sanctions and the failure to use liquefied and natural gases instead of diesel and gasoline in machinery for exploiting and refining crude oil.

Conclusions

Finally, the model is extended in the oil exploitation centers of Khuzestan province as a case study and its function validated. Results and output of model solving demonstrate its capability to be useful for evaluate the efficiency of current units, and based on results using and replacing renewable energy and appropriate filters in the equipment was suggested.

Keywords: Efficiency evaluation, network data envelopment analysis, undesirable outputs, weak disposability, oil and gas exploitation centers

آماده انتشار

مقاله پژوهشی

مطالعات مدیریت صنعتی
دوره ؟، شماره ؟، نام فصل، سال، ص ص
.atu.ac.ir
DOI:

تاریخ دریافت: ۰۰،۰۰،۰۰؛ تاریخ پذیرش: ۰۰،۰۰،۰۰

eISSN: 2476-5988 ISSN:2251-8037

طراحی مدل شبکه ای فازی به منظور ارزیابی کارایی مراکز بهره برداری نفت و گاز کشور مبتنی بر خروجی های نامطلوب

مهراب حسنوند دانشجوی دکتری رشته مدیریت صنعتی(تولید و عملیات)، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

محمد طالقانی * دانشیار گروه مدیریت صنعتی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد رشت، دانشگاه آزاد اسلامی، رشت، ایران

بهروز فتحی واجارگاه استاد گروه آمار، دانشکده علوم ریاضی، دانشگاه گیلان، رشت،ایران

چکیده

مراکز بهره برداری نه تنها در صنعت نفت و گاز بلکه در بسیاری از صنایع دیگر نقش حیاتی دارد و یکی از مهمترین عوامل صادرتی در تولید درآمد کشور محسوب می گردد. نفت و گاز استخراج شده برای بسیاری از بخش های صنعتی و مصرف کنندگان نهایی ضروری است. با این حال، عملیات بهره برداری و تصفیه نفت خام سنگین به دلیل تغییرات ایجاد شده در محصولات برای پاسخگویی به تقاضای بازار و مقررات زیست محیطی، شاهد دگرگونی قابل توجهی بوده است. این مطالعه به طراحی مدل شبکه ای فازی به منظور ارزیابی کارایی مراکز بهره برداری نفت و گاز کشور مبتنی بر خروجی های نامطلوب در مراکز بهره برداری نفت استان خوزستان پرداخته است. در این پژوهش جهت ارزیابی کارایی مراکز از تحلیل پوششی داده های شبکه ای استفاده شده که گازهای سمی مانند CO_2 و SO_2 به عنوان خروجی های نامطلوب هر مرحله تعیین شد. نتایج حاصل از تحلیل داده های ۹ مرکز نشان داد که هیچ یک از واحدها از کارایی یک برخوردار نیستند و عمده دلایل آن استفاده از تجهیزات قدیمی بدلیل تحریم ها و عدم استفاده از گازهای مایع و طبیعی بجای گازوییل و بنزین در ماشین آلات جهت بهره برداری و تصفیه نفت خام است. در نهایت پیشنهاد گردید از انرژی های تجدید پذیر و فیلترهای مناسب در تجهیزات استفاده گردد.

* نویسنده مسئول:محمد طالقانی Taleghani@iaurasht.ac.ir

کلیدواژه‌ها: ارزیابی کارایی، تحلیل پوششی داده های شبکه ای، خروجی های نامطلوب،اصل دسسترسی پذیری ضعیف، مراکز بهره برداری نفت و گاز.

مقدمه

بخش نفت و گاز به عنوان سنگ بنای تولید جهانی انرژی که منابع حیاتی را برای اقتصادها و جوامع قدرت در سراسر جهان تامین می کند(Zohuri,2023) در کنار اهمیت غیرقابل انکار یخش مزبور، این صنعت همچنین با چالش های زیست محیطی و اجتماعی متعدد ناشی از فعالیت های خود، از جمله انتشار گازهای گلخانه ای، اختلال در زیستگاه و جابجایی جامعه همراه است. در پاسخ به نگرانی‌های فزاینده در مورد پایداری و تأثیرات اجتماعی، مفاهیم مدیریت زیست محیطی جهت کاهش زیست آلاینده ها و مسئولیت اجتماعی شرکت (corporate social responsibility) در این بخش اهمیت فزاینده‌ای یافته است (ElAlfy,et al,2020). امروزه افزایش کارایی در صنایع اهمیت فزاینده ای دارد و اثربخشی و در نهایت بهره وری در تمامی صنایع راهی مطمئن برای دستیابی به رشد اقتصادی بالاتر با منابع یکسان است. صنعت نفت و گاز به عنوان یک صنعت زیربنایی در فرآیند توسعه اقتصادی کشور و نیز ایجاد زیرساخت های توسعه نقشی ارزنده و اساسی داشته و بسترهای لازم را برای پویایی و رشد کشور در زمینه های گوناگون اقتصادی، صنعتی، فرهنگی و اجتماعی فراهم میکند. ازاینرو، حرکت مستمر کشور در مسیر توسعه اقتصادی و ارتقاء سطح رفاه اجتماعی، تلاش مداومی را در افزایش ظرفیت های نفت استخراج شده از مراکز بهره برداری و افزایش کارایی ، اثربخشی و در نهایت بهره وری هر بخش طلب میکند(Mo et al,2020). به منظور افزایش کارایی صنایع، باید به ارزیابی عملکرد آن ها از طریق محاسبه کارایی پرداخت. یکی از مشکلات ارزیابی عملکرد صنایع تولید خروجی های نامطلوب همراه خروجی های مطلوب است که در ادبیات سنتی تنها مقادیر خروجی مطلوب در نظر گرفته می شود. نادیده گرفتن خروجی نامطلوب به منظور نادیده گرفتن آن ها در ارزیابی نهایی است که این می تواند منجر به نتایج اشتباه شود بنابراین در ارزیابی های جدید،خروجی های نامطلوب را نیز در نظر می گیرند و یک نوع کارایی

جدید تحت عنوان زیست کارایی مطرح شده است. تحلیل پوششی داده ها روشی متداول است که از مفاهیم تحقیق در عملیات جهت اندازه گیری کارایی عملکرد هر شرکت یا سازمان است. Farrell در سال ۱۹۵۷ ، به عنوان فردی پیشرو، با ایده گررفتن از مفهوم کاراییِ بهره ور در علوم مهندسی، الگوی جدیدی برای اندازه گیری کارایی یک واحد تولیدی، با چندین ورودی (منبع) و تنها یک خروجی (محصول)، پیشنهاد داد. او از نسبت میانگین وزنیِ ورودی ها به خروجیِ هر واحدِ تولیدی برای معرفی کاراییِ آن واحد استفاده نمود. Charnesوهمکاران با الهام از الگوی پیشنهادیِ فارل اولین مدل تحلیل پوششی دادهها را در سال ۱۹۷۸ ارائه نمودند که به نام مدل CCR معروف شد در این مدل، برای محاسبه کارایی نسبی واجدهای تصمیم گیرنده (Decision making unit [1]) ، نسبت مجموع موزون خروجی ها بر مجموع موزون ورودی ها، با اعمال محدودیت های خاصی بر مقادیر وزن ها، ماکزیمم میگردد. مدل های دیگر تحلیل پوششی داده ها به عنوان توسعه های مدل CCR به سرعت فرمول بندی شده و مورد استفاده قرار گرفتند(Amirteimoori et al,2024) . مزیت اصلی مدل DEA این است که ناکارآمدی‌ها را در اهداف واحد تولید آشکار می‌کند که در ابتدا با سطوح ناکارآمدی شناسایی می‌شوند. بهبود این اهداف می تواند منجر به اقدامات اصلاحی شود که به نوبه خود امکان حذف علل ناکارآمدی را فراهم می کند(Bozorgi et al,2021)

جنبه دیگری که می تواند در این زمینه مورد بهره برداری قرار گیرد، تجزیه و تحلیل جنبه های ناکارآمدی فنی است که نشان می دهد چگونه یک محصول معین می تواند کارایی خود را بدون افزودن ورودی ها یا فناوری های جدید افزایش دهد و در نتیجه به فرصتی برای بهبود کم هزینه منجر شود(de Oliveira et al,2023).

این در حالی است که در دنیای واقعی بسیاری از سیستم ها دارای ساختارهای مرکب و پیچیده ای متشکل از دو یا چند مرحله می باشند که عملکرد اجزاء این سیستم ها برکارایی کل تاثیر میگذارد. بدین منظور Fare & Grosskopf (۲۰۰۰) به معرفی مدل های تحلیل پوششی داده شبکه ای پرداختند. این مدل ها با تعریف نمودن روابط و متغیرهای میانی و

همچنین با استفاده از زیربخش های سری و موازی به ارزیابی کارایی سیستم های پیچیده میپردازند(Fare & Grosskopf,2000) از آنجایی که مدل های شبکه ای روابط داخلی سیستم ها را درنظر میگیرند بنابراین میتوانند عملکرد سیستم ها را بصورت واقعی تر نشان دهند. در مدل های شبکه ای عملکرد کل سیستم با درنظر گرفتن محدودیت های فرایندهای داخلی محاسبه میگردد و رابطه بین کارایی کل سیستم و کارایی فرآی ندها برقرار می باشد. این در حالی است که در مدل های کلاسیک تحلیل پوششی داده ها چنانچه واحد تصمیم گیری دارای فرایندهای داخلی باشد، کارایی هر یک از فرایندهای داخلی و فرایند کل به صورت مستقل محاسبه می شود و رابطه ای بین کارایی کل سیستم و کارایی فرآی ندها برقرار نمی باشد(Fukuyama & Weber,2010) . KAO(۲۰۰۹) مدل های شبکه ای را به سه دسته مدل های سری، موازی و ترکی بی تقسیم کرد. کائو بیان نمود وقتی فعالیت ها در یک سیستم در امتداد یکدیگر قرار میگیرند، سیستم ساختار سری دارد و هرگاه فعالیت ها به صورت موازی در کنار یکدیگر قرار گیرند، سیستم ساختار موازی دارد. همچنین از ترکیب حالت سری و موازی حالت ترکیبی پدید می آید. برای محاسبه کارایی کل شبکه در حالت سری یا موازی معمولا به ترتیب حاصل ضرب کارایی مراحل در یکد یگر و میانگین وزنی کارایی مراحل مورد استفاده قرار می گیرد. در یک ساختار سری یا موازی، زمانی یک واحد تصمیم گیری کارا است که تمامی زیر فرآیندها ی آن کارا باشند. پس از معرفی مدل های تحلیل پوششی داده های شبکه ای، مطالعات زیادی در این زمینه انجام گرفت. بنابر نکات گفته شده تفاوت اصلی رو یکرد جعبه سیاه و رو یکرد شبکه به روابط داخلی سیستم ها خلاصه می گردد. در سال های اخیر توجه و یژه ا ی به نقش عوامل نامطلوب در مدل های تحلیل پوششی داده ها شده است. Lio and Leo (۲۰۰۷)کار با خروجی های نامطلوب را به صورت زیر طبقه بندی نمودند: روش اول چشم پوشی از خروجی های نامطلوب است. روش دوم محدود کردن گسترش خروجی های نامطلوب یا درنظر گرفتن خروجی های نامطلوب به صورت یک مدل تحلیل پوششی داده های غیرخطی است. روش سوم درنظر گرفتن خروجیهای نامطلوب به عنوان ورودی یا با علامت منفی در خروجی و یا اعمال یک تبدیل نزولی یکنوا است. در چند سال اخیر محققان با درنظر گرفتن نقش عوامل

نامطلوب در فرآیندهای تولیدی، از مدل های تحلیل پوششی شبکه ای برای اندازه گیری کارایی استفاده نمودند. در سال های اخیر سیر تکاملی عوامل نامطلوب به سمت استفاده از عوامل نامطلوب جهت تولید عوامل مطلوب میباشد. برای نمونه در یک رو یکرد جدید., Wu و همکاران (۲۰۱۶) یک شبکه تعاملی متشکل از دو مرحله را درنظر گرفتند که مرحله اول خروجی نامطلوب را به مرحله دوم وارد میکند و در نهایت مرحله دوم خروجی مطلوب را تولید میکند و در واقع از خروجی های نامطلوب جهت تولید استفاده گردیده است.

بخش نفت و گاز مجموعه گسترده ای از فعالیت ها از جمله اکتشاف، استخراج، پالایش و توزیع سوخت های فسیلی را در بر می گیرد(Craig& Quagliaroli,2020) .از سکوهای حفاری دریایی گرفته تا پالایشگاه های خشکی، این صنعت در مناطق مختلف جغرافیایی، اغلب در مناطق حساس به محیط زیست فعالیت می کند. عملیات آن برای برآوردن نیازهای جهانی انرژی محور است، با این حال آنها اغلب با زیستگاه‌های اکولوژیکی، زمین‌های بومی و جوامع تلاقی می کنند که منجر به ملاحظات پیچیده اجتماعی، زیست‌محیطی و اخلاقی می‌شود. در پرتو نگرانی‌های فزاینده پیرامون تغییرات آب و هوایی، آلودگی و برابری اجتماعی، ضرورت بخش نفت و گاز برای پذیرش نظارت بر محیط‌زیست و مسئولیت‌پذیری اجتماعی غیرقابل انکار شده است(Afolarin,2022).

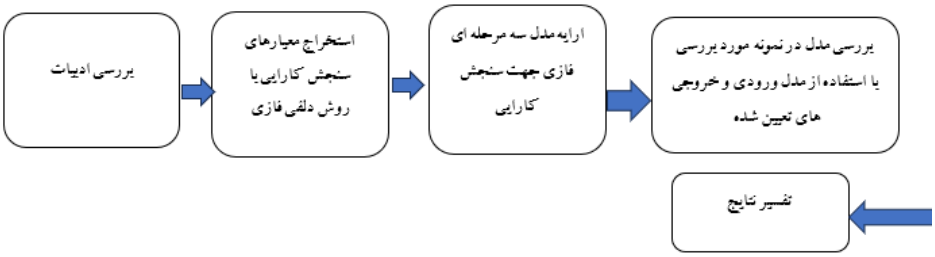
این اصول بر مسئولیت صنعت برای به حداقل رساندن ردپای اکولوژیکی آن، حمایت از شیوه‌های تجاری اخلاقی و کمک مثبت به جوامعی که در آن فعالیت می کند تاکید می کند. شرکت‌های نفت و گاز با ادغام نظارت محیطی و مسئولیت اجتماعی در استراتژی‌ها و عملیات خود، می‌توانند اثرات نامطلوب را کاهش و شهرت خود را افزایش دهند و پایداری بلندمدت را تقویت کنند(Agudelo et al,2020). مرحله اکتشاف شامل شناسایی و ارزیابی ذخایر بالقوه نفت و گاز از طریق بررسی های زمین شناسی، آزمایش لرزه ای و حفاری اکتشافی است (Jones,2018; Longxin& Zhifeng,2019).

نگرانی های پایداری در این مرحله شامل اختلال در زیستگاه، استفاده از آب و خطر آلودگی محیطی ناشی از فعالیت های حفاری است. در طول مرحله حفاری، چاه ها برای استخراج نفت و گاز از مخازن زیرزمینی حفر می شوند. چالش‌های این مرحله شامل بهینه‌سازی راندمان حفاری، کاهش ضایعات حفاری و به حداقل رساندن خطر حوادث و نشت‌هایی است که می‌تواند به محیط زیست آسیب برساند(Tabatabaei et al,2022). در مرحله تولید، نفت و گاز از چاه ها استخراج می شود و برای حمل و نقل و توزیع فرآوری می شود .نگرانی های پایداری در این مرحله شامل انتشار گازهای گلخانه ای، مصرف انرژی و مصرف آب در عملیات پالایش و فرآوری است(Fakhru'l-Razi,2009).

فاز توزیع شامل انتقال نفت و گاز از تاسیسات تولید به مصرف کنندگان نهایی از طریق خطوط لوله، تانکرها و سایر روش های حمل و نقل است. چالش های پایداری در این مرحله شامل خطر نشت و نشت در طول حمل و نقل و همچنین مصرف انرژی مرتبط با زیرساخت های حمل و نقل است(Ali & Kumar,2017). هر مرحله از تولید نفت و گاز چالش‌ها و نگرانی‌های پایداری منحصربه‌فردی را ارائه می کند، از اثرات زیست‌محیطی و کاهش منابع گرفته تا کارایی عملیاتی و ایمنی پرداختن به این چالش ها نیازمند راه حل ها و فناوری های نوآورانه از جمله تکنیک های بهینه سازی برای بهبود عملکرد پایدار و به حداقل رساندن اثرات منفی بر محیط زیست و جامعه است(Jacks & Arinze,2024).

مراکز بهره برداری نفت و گاز از طریق تأمین انرژی داخلی از واردات فرآورده های نفتی و به هدر رفتن درآمد ملی جلوگیری میکنند. اما با این حال صنعت پالایش یک فعالیت صنعتی با مصرف بالای سوخت فسیلی و در نتیجه انتشار بالای، NO_2، SO_2و CO_2می باشد. از این رو در ارزیابی عملکرد پالایشگاه ها نباید فقط به اندازه گیری کارآیی اکتفا کرد، بلکه برای ارزیابی دقیق باید آلودگی به عنوان یک خروجی نامطلوب در اندازه گیری کارآیی وارد، و به عبارت دیگر، باید زیست -کارآیی اندازه گیری شود. در ایران در زمینه زیست کارآیی مطالعات محدود هستند و تا کنون برای مراکز بهره برداری نفت و گاز به طور خاص زیست کارآیی در سه مرحله اصلی از استخراج تا انتقال نفت به پالایشگاه ها با ستفاده از

روش تحلیل پوششی داد های سه مرحله ای در شرایط عدم اطمینان اندازه گیری نشده است.در بخش ۲ به بررسی پیشینه پژوهش ، در بخش سوم روش و مدل پژوهش جهت محاسبه کارایی واحدهای تصمیم گیرنده اراده می شود. در بخش چهارم تجزیه و تحلیل داده ها و نهایتا در بخش پنجم به جمع بندی، نتیجه گیری و ارایه پیشنهادات پرداخته است. مراحل این تحقیق در شکل زیر به اختصار نشان داده شده است:



شکل ۱: مراحل انجام تحقیق

پیشینه پژوهش

Mohammadzadeh et al.(2024) به ارزیابی عملکرد انرژی، عملکرد اقتصادی و زیست محیطی با رویکرد یکپارچه تحلیل پوششی داده ها و نظریه بازی پرداختند. این تحقیق با هدف ارزیابی عملکرد انرژی، اقتصادی و زیست محیطی کشورهای منتخب صادرکننده منابع انرژی با رویکرد یکپارچه تحلیل پوششی داده ها (DEA) و نظریه بازی انجام شد. روش شناسی این تحقیق شامل روش های فوق کارایی و متقاطع نیز برای رتبه بندی کشورهای کارآمد قبل از مرحله همکاری استفاده شد. سپس در مرحله همکاری، هر کشور با استفاده از روش تئوری بازی های تعاونی و ارزش شپلی بررسی شد. مدل به‌دست‌آمده پیاده‌سازی شد و رتبه کشورهای کارآمد در روش فوق‌کارایی و کارآمدی متقاطع (قبل از همکاری) و

روش ارزش شپلی (پس از همکاری) با یکدیگر مقایسه شدند. نتایج نشان داد که قطر و یمن بالاترین، لبنان و اردن کمترین بازده انرژی را دارند. کویت، قطر و ترکمنستان بالاترین بازده اقتصادی، ایران و ترکیه کمترین بازده اقتصادی را دارند. امارات و قطر بیشترین، ایران و اردن کمترین کارایی زیست محیطی را دارند.

de Oliveira et al,(2023) به تحلیل کارایی پالایشگاه‌های نفت با استفاده از تحلیل پوششی داده های پنجره‌ای ، تحلیل خوشه‌ای و شاخص بهره‌وری مالامکوییست پرداختند. در این کار از روش تحلیل پوششی داده ها (DEA) برای ارائه اهداف بهبود واحدهای تولیدی بر اساس شاخص های کارایی استفاده شده است. علاوه بر این، مدل تحلیل پوششی داده های پنجره‌ای ، ادغام شده با شاخص مالمکوییست و تحلیل خوشه‌ای، برای ارزیابی کارایی و عواملی که تفاوت‌های بین پالایشگاه‌ها را در تعدادی از بازه‌های زمانی ، استفاده شد. تجزیه و تحلیل عددی با داده های جمع آوری شده از ۱۲ پالایشگاه نفت برزیل بین سال های ۲۰۱۲ تا ۲۰۲۰، نشان داد که میزان تولید و کارایی واحدها در طی سال ها افزایش رو به رشدی داشته است.

Sueyoshi et al.(2020) ، به ارزیابی عملکرد عملیاتی نیروگاههای برق ژاپن و کره جنوبی با استفاده از اندازه گیری غیر شعاعی پرداختند . پژوهشگران رویکردی جدید از DEA برای اندازه گیری عملکرد ارائه نمودند که با استفاده از دسترسی پذیری های مدیریتی و طبیعی جهت سنجش بهتر کارایی نیروگاه های برق ارائه گردید. که این رویکرد ابتدا "صفر" باید در مجموعه ای از داده ها کنترل کند و سپس ضرایب را بدون هیچگونه اطلاعات قبلی محدود نماید تا قابلیت اطمینان تجربی افزایش یابد.

Dalei et al.(2020) کارایی دوازده پالایشگاه نفت هند را از سال ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۶ با استفاده از DEA-BCC ورودی گرا و مدل توبیت ارزیابی کرد.در این مطالعه، هیچ پالایشگاهی به طور کامل کارآمد نبود و تنها سه پالایشگاه دارای نرخ بازدهی بالای ۹۵

درصد بودند. عواملی که به عنوان راه حل های بالقوه اشاره شد، امکان سنجی منابع انرژی تجدیدپذیر و کاهش تولید نفت با محتوای گوگرد بالا بود.

Atris.(2020) بررسی عملکرد عملیاتی ۶۹۶ واحد در پالایشگاه های نفت و گاز از سال ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷، به چهار خوشه جهانی (ایالات متحده آمریکا و کانادا، اروپا، آسیا-اقیانوسیه و آفریقا و خاورمیانه)، با استفاده از ورودی-تقسیم شد. DEA گرا و DEA-DA (تحلیل تمایز). نتایج نشان داد که خوشه ایالات متحده و کانادا نسبت به سه خوشه دیگر عملکرد بهتری داشتند و این عملکرد نزدیک به عملیات شرکت های نفتی آمریکایی با ادغام عمودی، افزایش سود و ریسک پایین بود.

Wang et al.(2019) کارایی نوآوری تکنولوژیکی (TIE) ده پالایشگاه شرکت نفت داکینگ از سال ۲۰۱۲ تا ۲۰۱۵ با استفاده از مدل ورودی‌گرایانه DEA-BCC و شاخص Malmquist مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که شرکت دارای سطح بالایی از TIE بوده و TFP آن هر سال کاهش یافته است. علاوه بر این، مشخص شد که پیشرفت فناوری بیشتر از کارایی فن‌آوری جامع کاهش یافته است، که نشان می‌دهد کاهش TFP عمدتاً به دلیل پیشرفت ناکافی فن‌آوری بوده است.

Azadeh et al.(2017) تاثیر متقابل مهندسی تاب آوری و عوامل مدیریتی و سازمانی را در ۴۱ پالایشگاه گاز با استفاده از روش تحلیل پوششی داد ه ها و مدل های اماری اندازه گیری کردند.

Khalili-Damghani et al. .(2015) یک مدل DEA برای حل مشکل بازده به مقیاس در نیروگاه های سیکل ترکیبی ارایه دادند که واحدهایی که برای تولید برق استفاده می شد به عنوان ورودی و واحدهایی که سوخت مصرف می کردند به عنوان خروجی های نامطلوب، مدل شدند.

SONG et al.(2015) از مدل شبکه DEA برای تقسیم امتیازات کارایی به دو زیرمجموعه استفاده کردند، بنابراین نتایج دقیق‌تری را بازخورد کردند. در چین، تغییرات در تولید و کارایی زیست محیطی در بیست شرکت نفت محلی مورد ارزیابی قرار گرفت. مطالعات ارزیابی زیست محیطی عضده و همکاران[1](۲۰۱۵) قابلیت استفاده از DEA را در مطالعات مربوط به سلامت، ایمنی و محیط زیست در یک پالایشگاه نفت نشان دادند و ویژگی‌های ارگونومیک را در کسب و کار بهبود بخشیدند.

Sueyoshi et al.(2014) کارایی زیست محیطی ۵۰ شرکت نفتی در ایالات متحده آمریکا از سال ۲۰۱۲ مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفت و آنها را به شرکت های مستقل و یکپارچه تفکیک کرد. این رویکرد به تأیید پایداری شرکت‌ها کمک کرد، با توجه به اینکه شرکت‌های یکپارچه از نظر پایداری شرکتی از شرکت‌های مستقل بهتر عمل کردند.

BARROS et al.(2014) کارایی و بهره‌وری را در نمونه‌ای از بلوک‌های نفتی در آنگولا از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۰۸ تجزیه و تحلیل کردند. نتایج نشان می‌دهد که بلوک‌های نفتی آنگولا در طول دوره مورد تجزیه و تحلیل مقداری رشد در بهره‌وری را تجربه می‌کنند و بروز تکامل فن‌آوری مثبت بود.

LEE et al (2013) با استفاده از DEA و تجزیه و تحلیل چند معیاره، فناوری های انرژی را در برابر افزایش قیمت نفت ارزیابی کردند. امتیاز نسبی کارایی فناوری انرژی در برابر افزایش قیمت نفت می تواند اطلاعات اساسی برای تصمیم گیرندگان باشد تا بدانند چگونه منابع را به طور موثر تخصیص دهند.

ZHANG et al. (2013) کارایی ۱۴ پایگاه داده عملیاتی پالایشگاه نفت را در تولید انبوه از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۰ ارزیابی کردند. به این نتیجه رسیدند که بهره وری کل عوامل در

صنعت بین المللی فرآورده های نفتی کاهش می یابد، نرخ اتلاف ورودی ۲۸,۴ درصد است و علاوه بر این. ، راندمان مقیاس پایین و راندمان فنی پایین کارایی کل را کاهش می دهد.

Francisco et al.(2012) شاخصی برای تجزیه و تحلیل کارایی زیست محیطی ده پالایشگاه برزیلی با استفاده از مدل های DEA-CCR و BCC ایجاد شد. نهاده های مورد استفاده عبارت بودند از «درصد بیکاری کارخانه در حال بهره برداری» و «میزان آب مصرفی» و محصولات «حجم تولید پالایشگاه» و «پساب تولید شده، مطلوب و نامطلوب» بود.
در جدول (۱)ذیل خلاصه ای از مهمترین پژوهش های انجام شده در صنعت نفت همراه با روش ، ورودی و خروجی های استفاده شده به طور خلاصه بیان شده است.

جدول ۱ : سوابق موضوعی تحقیق

محققان	روش کار	شرح مقاله	ورودی ها	خروجی ها
Atris(2020)	DEA	بررسی کارایی عملیاتی پالایشگاه ها و یک ارزیابی رتبه ای مبتنی بر کارایی با استفاده از مجموعه پانل داده های نامتعادل متشکل از پالایشگاه های نفت و گاز در چهار منطقه جهانی (ایالات متحده و کانادا، اروپا، آسیا-اقیانوسیه، آفریقا و خاورمیانه) از ۲۰۰۸ تا ۲۰۱۷ .	-مجموع کارکنان -دارایی های - کل سرمایه گذاری های نقدی و کوتاه مدت -کل بدهی	-مجموع درآمد خالص -درآمد -ارزش کل سازمانی
Azadeh et al(2017)	DEA و مدل های آماری	این محققان تاثیر متقابل مهندسی تاب آوری و	-مدیریت تعهد - یادگیری	-عوامل مدیریتی - عوامل سازمانی

		عوامل مدیریتی و سازمانی را در ۴۱ پالایشگاه گاز اندازه گیری کردند.	- اطلاع - انعطاف پذیری - خود سازماندهی - افزونگی	
Li et al(2017)	DEA	این مطالعه عملکرد پایدار ۱۵ پالایشگاه را در کشور چین بررسی کرده است.	-نسبت دارایی به بدهی - مصرف انرژی جامع در واحد خروجی - هزینه کل هر واحد - انتشار زباله های جامد در واحد خروجی - انتشار فاضلاب در واحد خروجی - انتشار گازهای زائد در واحد خروجی - نرخ جابجایی کارکنان	-بازگشت دارایی - گردش دارایی - شدت سرمایه گذاری در علم و فناوری - پرسنل تحقیق و توسعه - نرخ جامع کالا - هزینه حفاظت از محیط زیست به ازای هر ۱۰ هزار یوان خروجی های ۱ نرخ دفع ۲ نرخ مشارکت اجتماعی ۳ درآمد به ازای هر سرمایه.
Azadehet al(2015)	-DEA - تجزیه و تحلیل اجزای اصلی (PCA)	این مطالعه یک رویکرد ترکیبی را برای ارزیابی عملکرد ۵ پالایشگاه گاز در ایران طی دوره زمانی ۲۰۰۵-۲۰۰۹ ارائه کرد.	-تعداد پرسنل - مجموع هزینه ها (به جز بهای تمام شده کالای	- بازگشت به فروش - سود عملیاتی - درآمد خالص - بازگشت دارایی - بازگشت سرمایه

آماده انتشار

	- تاکسونومی عددی (NTX) - شبکه عصبی مصنوعی (ANN) - روش های آماری (T-test)		فروخته شده (COGS) - هزینه تحصیل پرسنل - هزینه تحقیق و توسعه - دارایی های ثابت غیرجاری - گردش سهام - نسبت گردش دارایی - نسبت گردش دارایی های جاری - میزان مصرف سوخت پالایشگاه.مقدار گاز ترش یا شیرین دریافتی	- مقدار گاز ارسالی به مشعل.مقدار گاز ترش یا شیرین دریافتی - ظرفیت عملیاتی تقسیم بر ظرفیت اسمی - ظرفیت عملیاتی هر واحد تولید LPG تقسیم بر ظرفیت طراحی هر تولید LPG - ظرفیت عملیاتی هر واحد کنترل تبرید و نقطه شبنم تقسیم بر ظرفیت طراحی هر واحد تبرید و کنترل نقطه شبنم - ظرفیت عملیاتی هر واحد تولید گوگرد تقسیم بر ظرفیت طراحی هر واحد تولید گوگرد - ظرفیت عملیاتی هر واحد تثبیت مایعات تقسیم بر ظرفیت طراحی هر واحد تثبیت مایعات

آماده انتشار

				- ظرفیت عملیاتی هر واحد آبگیری تقسیم بر ظرفیت طراحی هر واحد آبگیری.
Francisco et al(2012)	-DEA	این مطالعه کارایی زیست محیطی ۱۰ پالایشگاه نفت در بخش دولتی برزیل را در سال ۲۰۰۴ ارزیابی کرد.	-درصد بیکاری کارخانه بهره برداری - میزان آب مصرفی	مطلوب: (حجم تولید پالایشگاه) - نامطلوب: (پساب تولید شده)
Al-Najjar et al(2012)	-DEA	این مطالعه کارایی نسبی ۱۲ پالایشگاه نفت در عراق را طی دوره ۲۰۰۹-۲۰۱۰ اندازه گیری کرد. این مطالعه نشان داد که اتلاف یا استفاده ناکافی از منابع در پالایشگاه‌های ناکارآمد وجود دارد.	-نفت خام - نیروی کار - برق - زمین	- نفتا - گازوئیل - نفت سفید - نفت سیاه
Mekaroonreung (2010)	DEA بازده به مقیاس متغیر	این مطالعه کارایی فنی ۱۱۳ پالایشگاه نفت ایالات متحده را در طی دو سال، ۲۰۰۶-۲۰۰۷ بررسی کرد. آنها دریافتند که پالایشگاه های داخلی می توانند بدون توجه به فرضیات مختلف DEA کارایی را بهبود بخشند. علاوه بر این، مقررات زیست محیطی میزان	- تقطیر معادل به عنوان نماینده سرمایه - انرژی - نفت خام	-گازوئیل - تقطیر - انتشار سمی

		خروجی های بالقوه مطلوب تولید شده توسط برخی از تاسیسات را کاهش داد.		

اگرچه مطالعات گوناگونی در زمینه ارزیابی عملکرد پالایشگاه ها و زنجیره تامین پایین دستی آن ها که شامل مراکز بهره برداری است ، انجام گردیده ، اما به نظر می رسد که پژوهش های چندان جامعی در مورد ارزیابی عملکرد مراکز بهره برداری نفت و گاز به منظور کاهش آلاینده های زیست محیطی اجرا نشده و برای ارزیابی کارایی مراکز بهره برداری نفت و گاز در سه فرآیند فرعی وابسته، از مدل مسئله برنامه ریزی خطی ناپارامتریک DEA فازی (LPP) استفاده شده است. از سوی دیگر، مدل‌سازی سنتی DEA قطعی و دقیق هستند.

DEA فازی برای زمانی که متغیرهای بدلایل شرایط اقتصادی یا عوامل کلان به طور سالانه تغییر میکنند، استفاده میشود. بنابراین، برای غلبه بر عدم قطعیت، کارایی در هر مرحله به عنوان یک عدد فازی مثلثی مدل‌سازی می‌شود. در مقابل، سیستم بسته DEA فازی برای جلوگیری از گنجاندن متغیرهای اضافی در هر مرحله به عنوان ورودی به مرحله بعدی در نظر گرفته می‌شود که ممکن است هدف را در هر زیر فرآیند تغییر دهد. روش پیشنهادی عملکرد هر زیرفرآیند را ارزش گذاری و نتایج DEA معمولی را برای هر سه مرحله از هر DMU مشخص می کند.این مطالعه اولین مطالعه در نوع خود است که به طور جامع کارایی عملکرد زیست محیطی در بخش بهره برداری نفت و گاز در ایران را با استفاده از مدل سه مرحله‌ای DEA فازی بسته با حضور خروجی های نامطلوب بررسی می کند از سوی دیگر داده‌های میانی تاکنون فقط به صورت داده‌های مطلوب در نظر گرفته شده است و داده‌های نامطلوب میانی مورد مباحثه قرار نگرفته است که در این پژوهش به آن پرداخته شده است.

روش پیشنهادی [1] (قلم بی لوتوس، سایز ۱۴ پررنگ)

در این پژوهش قصد داریم عملکرد n واحد تصمیم گیرنده را به صورت نسبی ارزیابی و مقایسه نماییم. عملکرد هر واحد مبتنی بر سه گروه از عامل ها، شامل m ورودی، s خروجی مطلوب و w خروجی نامطلوب ارزیابی می گردد. با در نظر داشتن خروجی های نامطلوب و اصل دسترسی پذیری ضعیف از نمادگذاری های زیر جهت فرمول بندی مدل پیشنهادی استفاده میشود:

جدول ۲ : اندیس‌ها، متغیرها و پارامترها

J: تعداد واحدهای تصمیم گیرنده	w_{rj}^{L}: کران پایین r امین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله دوم	η_n: وزن n امین خروجی مطلوب مرحله سوم
I: تعداد ورودی‌های مرحله اول	w_{rj}^{M}: کران میانی r امین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله دوم	α_1: پارامتر مرحله اول برای تعیین کران پایین کارایی
B: تعداد خروجی های نامطلوب مرحله اول	w_{rj}^{U}: کران بالای r امین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله دوم	β_1: پارامتر مرحله اول برای تعیین کران میانی کارایی
T: تعداد خروجی‌های مطلوب مرحله اول- ورودی‌های مرحله دوم (شاخص میانی)	f_{sj}^{L} : کران پایین s امین شاخص میانی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله دوم به سوم (خروجی مرحله دوم و ورودی مرحله سوم)	δ_1: پارامتر مرحله اول برای تعیین کران بالای کارایی
R: تعداد خروجی‌های نامطلوب مرحله دوم	f_{sj}^{M} : کران میانی s امین شاخص میانی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله دوم به سوم (خروجی مرحله دوم و ورودی مرحله سوم)	α_2: پارامتر مرحله دوم برای تعیین کران پایین کارایی

1. method

S: تعداد خروجی‌های مطلوب مرحله دوم- ورودی‌های مرحله سوم (شاخص میانی)	f_{sj}^{U} : کران بالای s امین شاخص میانی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله دوم به سوم (خروجی مرحله دوم و ورودی مرحله سوم)	β_2: پارامتر مرحله دوم برای تعیین کران میانی کارایی
Q: تعداد ورودی‌های مرحله سوم	x_{qj}^{3L}: کران پایین q امین ورودی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	δ_2: پارامتر مرحله دوم برای تعیین کران بالای کارایی
N: تعداد خروجی‌های مطلوب مرحله سوم	x_{qj}^{3M}: کران میانی q امین ورودی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	α_3: پارامتر مرحله سوم برای تعیین کران پایین کارایی
D: تعداد خروجی‌های نامطلوب مرحله سوم	x_{qj}^{3U}: کران بالای q امین ورودی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	β_3: پارامتر مرحله سوم برای تعیین کران میانی کارایی
x_{ij}^{1L}: کران پایین i امین ورودی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول	v_{nj}^{L}: کران پایین n امین خروجی مطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	δ_3: پارامتر مرحله سوم برای تعیین کران بالای کارایی
x_{ij}^{1M}: کران میانی i امین ورودی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول	v_{nj}^{M}: کران میانی n امین خروجی مطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	E_o^{*L}: کران پایین کارایی فازی
x_{ij}^{1U}: کران بالای i امین ورودی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول	v_{nj}^{U}: کران بالای n امین خروجی مطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	E_o^{*M}: کران میانی کارایی فازی
u_{bj}^{L}: کران پایین b امین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول	y_{dj}^{L}: کران پایین d امین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	E_o^{*U}: کران بالای کارایی فازی
u_{bj}^{M}: کران میانی b امین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول	y_{dj}^{M}: کران میانی d امین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم	$E_o^{*Overall}$: کارایی

u_{bj}^{U}: کران بالای bامین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول	y_{dj}^{U}: کران بالای dامین خروجی نامطلوب j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله سوم
z_{tj}^{L}: کران پایین tامین شاخص میانی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول به دوم (خروجی مرحله اول و ورودی مرحله دوم)	μ_s: وزن sامین شاخص میانی مرحله دوم-سوم (خروجی مرحله دوم و ورودی مرحله سوم)
z_{tj}^{M}: کران میانی tامین شاخص میانی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول به دوم (خروجی مرحله اول و ورودی مرحله دوم)	ζ_q: وزن qامین ورودی مرحله سوم
z_{tj}^{U}: کران بالای tامین شاخص میانی j امین واحد تصمیم گیرنده مرحله اول به دوم (خروجی مرحله اول و ورودی مرحله دوم)	λ_d: وزن dامین خروجی نامطلوب مرحله سوم
γ_i: وزن iامین ورودی مرحله اول	η_n: وزن nامین خروجی مطلوب مرحله سوم
κ_b: وزن bامین خروجی نامطلوب مرحله اول	α_1: پارامتر مرحله اول برای تعیین کران پایین کارایی
φ_t: وزن tامین شاخص میانی مرحله اول-دوم (خروجی مرحله اول و ورودی مرحله دوم)	β_1: پارامتر مرحله اول برای تعیین کران میانی کارایی
ρ_r: وزن rامین خروجی نامطلوب مرحله دوم	δ_1: پارامتر مرحله اول برای تعیین کران بالای کارایی
λ_d: وزن dامین خروجی نامطلوب مرحله سوم	α_2: پارامتر مرحله دوم برای تعیین کران پایین کارایی

فازی مثلثی:

اگر Y یک مجموعه و B یه مجموعه فازی با تابع عضویت به شرح:μ_B [Y→[0,1 است:

$$\begin{cases} \text{IF } y \in Y, \mu(Y) = \mu_B \\ \text{IF } y \notin Y, 0 \\ \text{iF y is partly in Y } (0,1) \end{cases} \quad (1)$$

در این پژوهش از فازی مثلثی جهت ارزیابی کارایی استفاده میشود. تابع عضویت فازی مثلثی و رتبه بندی آن یک عدد فازی که با $B = (b_1, b_2, b_3)$مشخص می شود که در آن $\mu_B (Y$ یک عدد فازی مثلثی است که تابع عضویت آن به صورت Rb_1, b_2, b_3 نشان داده می شود.

$$\mu_B (Y) = \begin{cases} (y - b_1).(b_2 - b_1), & b_1 < y < b_2 \\ (b_3 - y).(b_3 - b_2), & b_2 < y < b_3 \end{cases} \quad (2)$$

نتایج فازی به طور کلاسیک به قطعی تبدیل می‌شوند، زیرا محاسبات فازی نمی‌توانند در بسیاری از شیوه‌های زندگی واقعی استفاده شوند. از آنجایی که نمرات کارایی واحدهای تصمیم‌گیری قطعی نه یک یا چند مقدار فازی است جهت فازی‌زدایی کردن از میانگین درجه‌بندی یکپارچه‌سازی استفاده شده است. از آنجایی که این تکنیک بازنمایی پرکاربردترین روش فازی‌زدایی در ادبیات موجود است، پیچیدگی و خسته‌کننده بودن عملیات عظیم تابع عضویت فازی اصلی را کاهش می‌دهد(Raj et al,2023)

$$E_o^{*Overall} = \frac{E_o^{*L} + 4E_o^{*M} + E_o^{*U}}{6} \quad (3)$$

بنابر انچه بیان شده، فرم کلی مدل در حالت غیر فازی به صورت ذیل می باشد:

$$\xi_1 + \xi_2 + \xi_3 = 1$$

مدل فوق برای حالت فازی به ۳ مدل زیر تبدیل می‌شود:

$$E_o^* = Max\xi_1.\left(\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to} - \sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bo}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{io}^1}\right) + \xi_2.\left(\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so} - \sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{ro}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}}\right) + \xi_3.\left(\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{no} - \sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{do}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so} + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^3}\right)$$

$$S.t.$$

$$\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj} - \sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{ij}^1} \le 1, j = 1,\dots,J,$$

$$\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj} - \sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}} \le 1, j = 1,\dots,J,$$

$$\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj} - \sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj} + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qj}^3} \le 1, j = 1,\dots,J, \quad (4)$$

$$\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj} - \sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj} \ge 0, j = 1,\dots,J,$$

$$\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj} - \sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj} \ge 0,$$

$$\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj} - \sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj} \ge 0,$$

$$\varphi_t, \gamma_i, \mu_s, \rho_r, \eta_n, \lambda_d, \zeta_q, \kappa_b \ge 0, \forall t, i, s, r, n, d, q, b.$$

$$E_o^{*U} = Max\alpha_1.\left(\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{U}-\sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bo}^{L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{io}^{1L}}\right)+\alpha_2.\left(\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{U}-\sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{ro}^{L}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{L}}\right)+\alpha_3.\left(\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{no}^{U}-\sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{do}^{L}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{L}++\sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^{3L}}\right)$$

$$S.t.$$

$$\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{U}-\sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj}^{L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{ij}^{1L}} \le 1, j=1,\dots,J,$$

$$\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{U}-\sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj}^{L}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{L}} \le 1, j=1,\dots,J,$$

$$\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj}^{U}-\sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj}^{L}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{L}+\sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qj}^{3L}} \le 1, j=1,\dots,J, \qquad (5)$$

$$\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{L}-\sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj}^{U} \ge 0, j=1,\dots,J,$$

$$\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{L}-\sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj}^{U} \ge 0, j=1,\dots,J,$$

$$\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj}^{L}-\sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj}^{U} \ge 0, j=1,\dots,J,$$

$$\varphi_t,\gamma_i,\mu_s,\rho_r,\eta_n,\lambda_d,\zeta_q,\kappa_b \ge 0, \forall t,i,s,r,n,d,q,b.$$

$$E_o^{*M} = Max\alpha_1.\left(\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{M}-\sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bo}^{M}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{io}^{1M}}\right)+\alpha_2.\left(\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{M}-\sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{ro}^{M}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{M}}\right)+\alpha_3.\left(\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{no}^{M}-\sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{do}^{M}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{M}++\sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^{3M}}\right)$$

$$S.t.$$

$$\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{U}-\sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj}^{L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{ij}^{1L}} \le 1, j=1,\dots,J,$$

$$\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{U}-\sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj}^{L}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{L}} \le 1, j=1,\dots,J,$$

$$\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj}^{U}-\sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj}^{L}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{L}+\sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qj}^{3L}} \le 1, j=1,\dots,J, \qquad (6)$$

$$\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{L}-\sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj}^{U} \ge 0, j=1,\dots,J,$$

$$\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{L}-\sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj}^{U} \ge 0, j=1,\dots,J,$$

$$\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj}^{L}-\sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj}^{U} \ge 0, j=1,\dots,J,$$

$$\varphi_t,\gamma_i,\mu_s,\rho_r,\eta_n,\lambda_d,\zeta_q,\kappa_b \ge 0, \forall t,i,s,r,n,d,q,b.$$

$$E_o^{*L} = Max\delta_1.\left(\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{L} - \sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bo}^{L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{io}^{1U}}\right) + \delta_2.\left(\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{L} - \sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{ro}^{U}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{U}}\right) + \delta_3.\left(\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{no}^{L} - \sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{do}^{U}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{U} + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^{3U}}\right)$$

$$S.t.$$

$$\frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{U} - \sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj}^{L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{ij}^{1L}} \le 1, j = 1,\ldots,J,$$

$$\frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{U} - \sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj}^{L}}{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{L}} \le 1, j = 1,\ldots,J, \qquad (7)$$

$$\frac{\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj}^{U} - \sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj}^{L}}{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{L} + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qj}^{3L}} \le 1, j = 1,\ldots,J,$$

$$\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{tj}^{L} - \sum_{b=1}^{B}\kappa_b u_{bj}^{U} \ge 0, j = 1,\ldots,J,$$

$$\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{sj}^{L} - \sum_{r=1}^{R}\rho_r w_{rj}^{U} \ge 0, j = 1,\ldots,J,$$

$$\sum_{n=1}^{N}\eta_n v_{nj}^{L} - \sum_{d=1}^{D}\lambda_d y_{dj}^{U} \ge 0, j = 1,\ldots,J,$$

$$\varphi_t, \gamma_i, \mu_s, \rho_r, \eta_n, \lambda_d, \zeta_q, \kappa_b \ge 0, \forall t, i, s, r, n, d, q, b.$$

با توجه به این که $\delta_1+\delta_2+\delta_3=1, \beta_1+\beta_2+\beta_3=1, \alpha_1+\alpha_2+\alpha_3=1$ **برای خطی سازی مساله فرض می کنیم:**

$$\alpha_1 = \frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{io}^{L} + \sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{L} + \sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{L} + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^{3L}}$$

$$\alpha_2 = \frac{\sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{io}^{L} + \sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{L} + \sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{L} + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^{3L}}$$

$$\alpha_3 = \frac{\sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{L} + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^{3L}}{\sum_{i=1}^{I}\gamma_i x_{io}^{L} + \sum_{t=1}^{T}\varphi_t z_{to}^{L} + \sum_{s=1}^{S}\mu_s f_{so}^{L} + + \sum_{q=1}^{Q}\zeta_q x_{qo}^{3L}}$$

$$\beta_1 = \frac{\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{M}}{\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^{M} + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{M} + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{M} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3M}}$$

$$\beta_2 = \frac{\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{M}}{\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^{M} + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{M} + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{M} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3M}}$$

$$\beta_3 = \frac{\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{M} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3M}}{\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^{M} + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{M} + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{M} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3M}}$$

$$\delta_1 = \frac{\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{U}}{\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^{U} + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{U} + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{U} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3U}}$$

$$\delta_2 = \frac{\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{U}}{\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^{U} + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{U} + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{U} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3U}}$$

$$\delta_3 = \frac{\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{U} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3U}}{\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^{U} + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^{U} + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^{U} + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3U}}$$

فرم خطی مدل‌های (۴)، (۵) و (۶):

$$E_o^{*U} = Max \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^U - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bo}^U + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^U - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{ro}^L + \sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{no}^U - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{do}^L$$

$S.t.$

$$\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^L + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^L + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^L + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3L} = 1,$$

$$\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^U - \sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{ij}^L - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bj}^L \leq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^U - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{rj}^L - \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^L \leq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{nj}^U - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{dj}^L - \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^L - \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qj}^{3L} \leq 0, j = 1, \ldots, J, \quad (8)$$

$$\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^L - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^L - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{rj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{nj}^L - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{dj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\varphi_t, \gamma_i, \mu_s, \rho_r, \eta_n, \lambda_d, \zeta_q, \kappa_b \geq 0, \forall t, i, s, r, n, d, q, b.$$

آماده انتشار

$$E_o^{*M} = Max \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^M - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bo}^M + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^M - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{ro}^M + \sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{no}^M - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{do}^M$$

$$S.t.$$

$$\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^M + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^M + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^M + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3M} = 1,$$

$$\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^U - \sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{ij}^L - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bj}^L \leq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^U - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{rj}^L - \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^L \leq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{nj}^U - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{dj}^L - \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^L - \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qj}^{3L} \leq 0, j = 1, \ldots, J, \quad (9)$$

$$\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^L - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^L - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{rj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{nj}^L - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{dj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\varphi_t, \gamma_i, \mu_s, \rho_r, \eta_n, \lambda_d, \zeta_q, \kappa_b \geq 0, \forall t, i, s, r, n, d, q, b.$$

آماده انتشار

$$E_o^{*L} = Max \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^L - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bo}^U + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^L - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{ro}^U + \sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{no}^L - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{do}^U$$

$$S.t.$$

$$\sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{io}^U + \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{to}^U + \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{so}^U + \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qo}^{3U} = 1,$$

$$\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^U - \sum_{i=1}^{I} \gamma_i x_{ij}^L - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bj}^L \leq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^U - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{rj}^L - \sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^L \leq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{nj}^U - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{dj}^L - \sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^L - \sum_{q=1}^{Q} \zeta_q x_{qj}^{3L} \leq 0, j = 1, \ldots, J, \quad (10)$$

$$\sum_{t=1}^{T} \varphi_t z_{tj}^L - \sum_{b=1}^{B} \kappa_b u_{bj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{s=1}^{S} \mu_s f_{sj}^L - \sum_{r=1}^{R} \rho_r w_{rj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\sum_{n=1}^{N} \eta_n v_{nj}^L - \sum_{d=1}^{D} \lambda_d y_{dj}^U \geq 0, j = 1, \ldots, J,$$

$$\varphi_t, \gamma_i, \mu_s, \rho_r, \eta_n, \lambda_d, \zeta_q, \kappa_b \geq 0, \forall t, i, s, r, n, d, q, b.$$

مقدار کارایی کل سیستم که به صورت زیر دیفازی می شود:

$$E_o^{*Overall} = \frac{E_o^{*L} + 4E_o^{*M} + E_o^{*U}}{6} \quad (11)$$

روش شناسی تحقیق

انجام تحقیق به روش کتابخانه ای و اسنادی بوده و از روش ناپارامتریک به کمک نرم افزار گمز استفاده شده است. برای این تحقیق اطلاعات و امار مورد نیاز از واحد مدیریت برنامه ریزی مراکز بهره برداری نفت و گاز کشور جمع آوری شده است. داده های مورد استفاده در این تحقیق با استفاده از روش دلفی فازی انتخاب گردید، روش دلفی فازی که توسط Ishikawaو همکاران (۱۹۹۳) معرفی شد، یک رویکرد ارتباطی ساختاریافته است که از نظریه مجموعه های فازی و روش دلفی در ارزیابی ترجیحات زبانی خبرگان در هنگام تصمیم گیری تشکیل شده است ، زیرا نظرات کارشناسان به دلیل هزینه های اجرایی بالا و خطر فیلتر کردن نظرات متخصصان منحصر به فرد توسط سامان دهندگان، همواره در همگرایی با رویکرد دلفی مرسوم کمتر استفاده می شد. برای حل برخی از عدم قطعیت ها از پانل اجماع دلفی، FDM که ترکیبی از پانل اجماع دلفی و نظریه مجموعه فازی (FST) است و درجه عضویت برای تعیین تابع عضویت هر شرکت کننده استفاده می‌شود. لذا FDM ممکن است برای ارزیابی اهمیت پارامترها و غربالگری معیارهای اصلی استفاده شود(Bouzon et al,2016). در گام اول، جهت تعیین معیارهای کلیدی ارزیابی عملکرد مراکز بهره برداری از میان ۳۵ معیار به عنوان ورودی و ۳۳ معیار به عنوان خروجی با استفاده از ادبیات تحقیق استخراج و جهت انتخاب مهم ترین معیارهای ورودی و خروجی از روش دلفی فازی استفاده شده است. اولین مرحله از این فرایند، انتخاب خبرگان است. با توجه به حوزه پژوهش از ۲۰خبره در حوزه صنعت نفت و پالایش و اساتید دانشگاه استفاده شد. در گام بعد، پرسشنامه ها برای خبرگان ارسال و پس از تکمیل جمع آوری و نتایج حاصل از نظرات دور اول در قالب پرسشنامه مجدداً برای آن‌ها ارسال شد تا پس از بررسی نتایج مرحله ابتدایی و دریافت بازخورد، نظرات خود را مجدداً ارایه دهند. پس از جمع آوری و تحلیل نظرات خبرگان در دور دوم، اختلاف میانگین بررسی می‌شود که اگر این اختلاف کمتر از ۲,۰ باشد، اجماع حاصل و مراحل دلفی فازی به اتمام رسیده است. در غیر این صورت، مجدداً تحلیل نتایج این دور نیز برای خبرگان ارسال خواهد شد. این رفت و برگشت ها تا

آنجا ادامه می‌یابد که خبرگان در مورد تمام معیارها به اجماع برسند. اگر در این رفت و برگشت ها خبرگان تصمیم به اضافه معیاری بگیرند، این معیار در دور بعد به پرسشنامه اضافه شده و نظرات در مورد این معیار اخذ می‌شود. در انتها به منظور تایید و غربالگری معیارها از طریق مقایسه مقدار ارزش اکتسابی هر معیار با مقدار آستانه صورت می‌پذیرد. مقدار آستانه از چند طریق محاسبه می‌شود که اصولا مقدار ۷,۰ به عنوان مقدار آستانه در نظر گرفته شده است(Movahedi et al,2023). برای این کار ابتدا باید مقادیر فازی مثلثی نظرهای خبرگان محاسبه شده و سپس برای محاسبه میانگین نظرات n پاسخ دهنده، میانگین فازی آن ها برآورد شود. در این مطالعه برای تبدیل واژگان زبانی به اعداد فازی مثلثی از جدول شماره ۳ به شرح زیر استفاده شد.

جدول (۳) : واژگان زبانی و ارزش فازی آنها براساس طیف ۵ گزینه ای لیکرت

عبارت کلامی	ارزش فازی
تاثیر خیلی زیاد	(۰,۷۵، ۰,۷۵، ۱)
تاثیر زیاد	(۰,۵۰، ۰,۷۵، ۱)
تاثیر متوسط	(۰,۲۵، ۰,۵۰، ۰,۷۵)
تاثیر کم	(۰,۰۰، ۰,۲۵، ۰,۵۰)
تاثیر خیلی کم	(۰,۰۰، ۰,۰۰، ۰,۲۵)

در مرحله بعد با استفاده از مدل شبکه ای تحلیل پوششی داده های فازی به بررسی و ارزیابی کارایی واحدهای مراکز بهره برداری نفت و گاز با ا صل د سترسی پذیری ضعیف پرداخته خواهد شد.

یافته ها

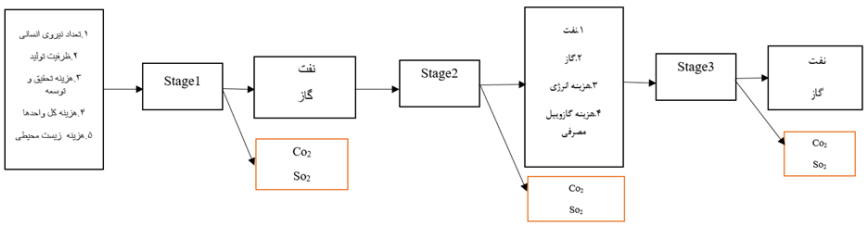
در دور اول روش دلفی فازی، ابتدا ضمن مطالعه و بررسی ادبیات پژوهش و دست آوردهای پژوهش های پیشین و با مطالعه و بررسی دقیق مفاهیم ورودی و خروجی های مورد نظر در ارزیابی کارایی واحدهای بهره برداری نفت و گاز و موارد مرتبط با آن از چندین منظر که شامل ورودی ها، خروجی های مطلوب و خروجی های نامطلوب بود ، مورد بررسی قرار

گرفت و از بین ۳۵ ورودی و ۳۳ خروجی و تعیین اولویت یا اهمیت شاخص های مختلف، با استفاده از پرسشنامه به جمع آوری آرای خبرگان پرداخته شد. در پرسشنامه تدوین شده به منظور تعیین اهمیت نسبی هر شاخص از مقیاس پنج گزینه ای لیکرت استفاده شده است. در هر منظر، شاخص هایی که دارای بیشترین میانگین اهمیت بودند، برگزیده شدند. نتایج بررسی پرسشنامه ها نشان داد که از میان۳۵ ورودی و ۳۳ خروجی ، ورودی های مرحله اول عباتند از : تعداد نیروی انسانی ،هزینه های تحقیق و توسعه، هزینه کل واحدها و هزینه حفاظت از محیط زیست و همچنین ظرفیت تولید.خروجی های مرحله اول که در واقع ورودی های مرحله دوم هستند ، شامل نفت و گاز خواهند. همچنین خروجی های مرحله دوم که به نوعی ورودی های مرحله سوم هستند، شامل نفت، گاز، برق یا گازوییل مصرفی توربین ها، هزینه های پرداخت انرژی می باشند.ضمن اینکه در پاره ای از موارد خروجی های مرحله دوم می تواند شامل گاز های آلاینده نیز باشد.در نهایت خروجی مرحله سوم نیز شامل آلودگی های زیست محیطی(CO_2، SO_2) ، گاز و نفت خالص خواهد بود.دارای اهمیت بالاتری نسبت به سایر شاخص ها هستند. در دور دوم، به منظور محاسبه میزان اهمیت معیارها برای ارزیابی عملکرد مراکز بهره برداری نفت از دیدگاه خبرگان مجددا پرسشنامه ای برای ۲۰خبره دانشگاهی ارسال و از آنها نظرات خود را بیان کردند. با توجه به این که در این دور تفاوت میانگین نظرات خبرگان کم تر از ۲,۰ است، اجماع حاصل معیارهای بالا به عنوان معیارهای ضروری برای ارزیابی عملکرد مراکز بهره برداری نفت مشخص شد که در جدول (۴) و خلاصه اماری ورودی ها و خروجی های ۹ مرکز بهره بردای نفت و گاز در استان خوزستان و منطقه مسجد سلیمان در جدول (۵) نشان داده شده اند.

جدول (۴) نتایج دور دوم روش دلفی فازی جهت انتخاب معیارهای ارزیابی کارایی مراکز بهره برداری نفت

ارزش زبانی	خیلی کم	کم	متوسط	زیاد	خیلی زیاد	میان گین نظرا	تفاوت میانگی ن	ت ابی

کد معیار	معیار- ارزش فازی	(۰/۲۵، ۰،۰)	(۰/۵۰، ۰،۰/۲۵)	(۰/۷۵، ۰/۵۰، ۰/۲۵)	(۱، ۰/۷۵، ۰/۵۰)	(۱، ۰/۷۵، ۰/۷۵)	ت خبرگان	نظرات خبرگان	د/ر د
۱	مجموع کارکنان	۴	۷	۵	۴	۰	۰/۵	۰/۸	تایید
۲	-دارایی های	۳	۵	۵	۵	۲	۰/۶	۰/۱	رد
۳	- کل سرمایه گذاری های نقدی و کوتاه مدت	۰	۱	۴	۸	۷	۰/۶	۰/۱۱	رد
۴	-کل بدهی	۱	۱	۴	۶	۸	۰/۹	۰/۱	رد
۵	نسبت دارایی به بدهی	۳	۱	۴	۳	۱	۰/۴	۰/۰۹	رد
۶	- مصرف انرژی جامع در واحد خروجی	۴	۵	۵	۶	۱	۰/۶	۰/۱	رد
۷	- هزینه کل هر واحد	۱	۰	۲	۷	۱۰	۰/۸	۰/۱۲	تایید
۰۰۰		۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰	۰۰۰
۶۶	ارزش کل سازمانی	۷	۴	۵	۴	۰	۰/۵	۰/۱	رد
۶۷	حجم تولید	۱	۱	۶	۷	۵	۰/۹	۰/۱	تایید
۶۸	- انتشار سمی(CO_2، SO_2)	۱	۲	۲	۷	۸	۰/۸	۰/۱	تایید

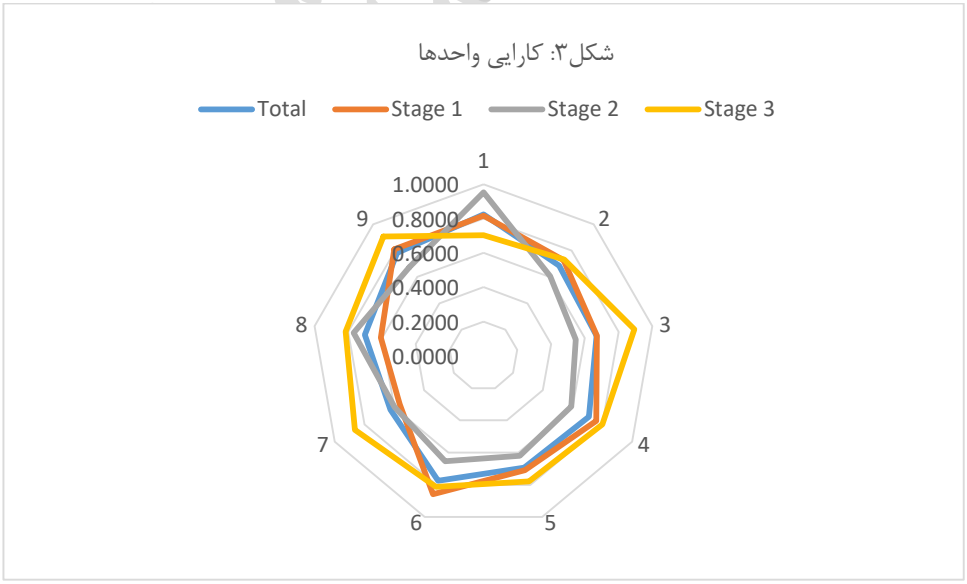


شکل۲: ورودی ها و خروجی های مدل سه مرحله ای

جدول (۵) متغیرها مورد نظر خبرگان جهت ارزیابی کارایی مراکز بهره برداری نفت

متغیرها	واحد اندازه گیری	میانگین	ماکزیمم	مینیمم	انحراف معیار
تعداد نیروی انسانی	نفر	۲۲/۷۸۵۹	۹۸۹۲	۵۲۰۸	۴۰۷/۱۶۹۹
هزینه های تحقیق و توسعه	میلیارد تومان	۲۲/۴۰۸۲	۷۲/۴۶۸۹	۴/۳۶۸۵	۳۴۶۸/۳۳۲
هزینه کل واحدها	میلیارد تومان	۸۸۹/۱۳۳۲۵۸	۴۱/۱۶۳۳۲۸	۹/۱۰۶۱۳۴	۳۲۲۷/۱۷۹۱۴
هزینه حفاظت از محیط زیست	میلیاردتومان	۸۸۸/۳۲	۹۵/۳۷	۴۳/۲۷	۱۰۷۱/۳
ظرفیت تولید	بشکه	۶/۶۳۶۷۰۳۴۷۲	۶۹۳۹۲۰۱۱	۵۹۲۰۸۰۴۷	۹۴/۳۶۳۰۴۴۰
نفت مرحله دوم	لیتر	۱/۶۱۵۳۵۵۲۲۷	۶۷۸۹۲۰۲۷۵	۴۴۰۵۹۱۵۹۸	۹۲/۶۵۴۵۱۰۴۸

گاز مرحله دوم	لیتر	۴۴/۴۲۶۴۹۸	۴۷۹۹۲۱	۳۶۳۱۰۴	۷۴۱/۳۵۳۳۳
گازوییل مصرفی توربین ها	بی تی یو	۴۴/۴۵۴۲۵۵۳۱	۶۸۹۹۴۰۵۱	۳۲۹۶۹۰۸۲	۳۶۰/۱۰۷۰۵۹۲۳
هزینه های پرداخت انرژی	میلیون تومان	۸۹/۴۸۶۷	۵۳۱/۷۷۳۳	۸۵۳/۲۵۵۷	۷۳۵/۱۸۶۸
میزان انتشار CO_2	کیلوگرم	۲۴/۱۴۲۹۵۶۰	۷۸۸۰/۲۴۷۱۲۱۸	۱۹۸۹/۱۲۲۳۷۹	۳۰۶/۸۵۴۴۴۰
میزان انتشار SO_2	کیلوگرم	۵۷/۶۵۴۸۸۲۵	۲۲/۱۰۰۵۴۴۵۲	۱۸۶۲/۲۳۹۷۶۳	۲۹/۳۱۱۶۳۲۸
نفت خالص	بشکه	۱/۴۱۵۳۵۵۲۲۷	۴۹۹۲۰۲۷۵	۲۸۰۵۹۱۵۹۸	۹۲/۴۲۴۵۱۰۴۸
گاز خالص	لیتر	۴۲۵۳۹	۴۷۵۹۵	۳۷۲۴۲	۸۰۴/۴۰۴۱



جدول (۶) کارایی واحدها در حالت فازی

	Total			EOL			EOM			EOU		
	EOL	EOM	EOU	Stage1	Stage2	Stage3	Stage1	Stage2	Stage3	Stage1	Stage2	Stage3
۱	۰/۷۴۴۱	۰/۸۱۱	۰/۹۵۸۳	۰/۷۱۷۷	۰/۹۱۳۴	۰/۶۰۹۴	۰/۷۹۴۷	۰/۹۵۱۱	۰/۶۸۵۴	۱	۱	۰/۸۶۷۶
۲	۰/۶۳۵۵	۰/۶۸۴	۰/۷۴۹۴	۰/۶۸۴۲	۰/۵۵۶۱	۰/۶۵۰۲	۰/۷۲۵۸	۶۰۹۱	۷۱۲۸	۰/۷۷۱۹	۰/۶۳۸۳	۸۹۳۹/۰
۳	۰/۶۱۲۶	۰/۶۶۹۸	۰/۷۲۸۶	۰/۵۹۴	۰/۵۲۲۱	۰/۸۳۲۲	۰/۶۷۳۷	۰/۵۴۸۵	۰/۸۸۰۶	۰/۷۴۱۴	۰/۵۶۵۶	۱
۴	۰/۶۶۶۴	۰/۷۰۵۸	۰/۷۶۷۸	۰/۷۲۴۵	۰/۵۴۷۷	۰/۷۳۱	۰/۷۴۹۶	۰/۵۹۷۶	۰/۷۸۹۲	۰/۸۲۸۱	۰/۶۱۳۷	۰/۹۱۳۸
۵	۰/۶۳۰۸	۰/۶۸۹	۰/۷۷۳۲	۰/۶۴۴۳	۰/۵۷۵۴	۰/۶۸۵۳	۰/۶۹۹۵	۰/۶۱۹۷	۰/۷۷۶۷	۰/۸۱۰۹	۰/۶۶۳۶	۰/۸۷۷۲
۶	۰/۷۰۴۷	۰/۷۷۴۶	۰/۸۴۰۸	۰/۷۲۱۸	۰/۶۳۹۶	۰/۷۶۹	۰/۸۵۶۱	۰/۶۵۴	۰/۸۱۳۳	۱	۰/۶۷۱۵	۰/۸۴۹۲
۷	۰/۵۶۶۵	۰/۶۲۵۶	۰/۶۹۰۳	۰/۵۱۰۷	۰/۵۵۳۵	۰/۷۵۳	۰/۵۶۴۲	۰/۵۹۵۴	۰/۸۵۹۲	۰۶۰۶۹/	۰/۶۵۷۸	۰/۹۹۵
۸	۰/۶۵۳	۰/۷۰۰۸	۰/۷۵۴۱	۰/۵۶۳۹	۰/۷۳۸۵	۰/۷۳۹۵	۰/۶۰۷۷	۰/۷۶۶۶	۰/۸۱۴۶	۰/۶۵۰۵	۰/۸۰۸۵	۰/۸۹۸۱
۹	۰/۷۱۶۴	۰/۷۷۵۲	۰/۸۸۴۸	۰/۷۰۹۳	۰/۶۴۹۵	۰/۸۲۸	۰/۷۸۶۷	۰/۶۷۴۳	۰/۹۰۳۲	۱	۰/۶۹۳۶	۱

واحد	جدول (۷):کارایی واحدها در حالت دیفازی در مراحل مختلف و کارایی نهایی			
	Total	Stage 1	Stage 2	Stage 3
۱	۰/۸۲۴۴	۰/۸۱۶۱	۰/۹۵۳۰	۰/۷۰۳۱
۲	۰/۶۸۶۸	۰/۷۲۶۶	۰/۶۰۵۱	۰/۷۳۲۶
۳	۰/۶۱۰۷	۰/۶۷۱۷	۰/۵۴۷۰	۰/۸۹۲۴
۴	۰/۷۰۹۶	۰/۷۵۸۵	۰/۵۹۲۰	۰/۸۰۰۳
۵	۰/۶۹۳۳	۰/۷۰۸۹	۰/۶۱۹۶	۰/۷۷۸۲
۶	۰/۷۷۴۰	۰/۸۵۷۷	۰/۶۵۴۵	۰/۸۱۱۹

۷	۰/۶۲۶۵	۰/۵۶۲۴	۰/۵۹۸۸	۰/۸۶۴۱
۸	۰/۷۰۱۷	۰/۶۰۷۵	۰/۷۶۸۹	۰/۸۱۶۰
۹	۰/۷۸۳۷	۰/۸۰۹۴	۰/۶۷۳۴	۰/۹۰۶۸

در جدول۷ ، نتایج محاسبات کارایی برای مراکز بهره برداری نفت و گاز آورده شده است و همانطور که مشاهده می شود، هیچ یک از مراکز بهره برداری از کارایی یک برخوردار نیستند. و بیشترین کارایی مرتبط به واحد ۱ با مقدار ۰/۸۲۴۴می باشد. اگرچه کارایی کل از کارایی تک تک مراحل حاصل میشود. در مرحله اول مقدار کارایی برابر ۰/۸۱۶۱ و در مرحله دوم ۰/۹۵۳۰بود اما کاهش کارایی در مرحله سوم که مقدار ۰/۷۰۳۱بود منجر به کاهش کارایی واحد شد، بنابراین لازم است واحد یک در مرحله سوم بهره برداری و پالایش نفت اقدامات لازم را انجام دهد تا سبب افزایش کارایی شود.

همچنین کمترین کارایی مرتبط به واحدهای ۷،۳ و ۲ می باشد.که در هریک از این واحدها کارایی مراحل یک و پو سب کاهش کارایی شده است. بنابراین با توجه به کاهش کارایی واحدها در هر مرحله نیاز است که تمهیدات لازم مرتبط با همان مرحله در هریک از واحده ها اجرا شود. یکی از مهمترین دلایل عدم کارایی واحدها تحریم ها جهت خرید و تجهیز ماشین آلات و تجهیزات مرتبط با بهره برداری نفت جام و تولید نفت و گاز خالص از مواد استخراج شده از زیر زمین است.

نتیجه گیری و پیشنهادات

این تجزیه و تحلیل از جنبه های مختلف به تحقیقات فعلی کمک می کند، زیرا استفاده از ترکیب این تکنیک ها را برای تجزیه و تحلیل بهره وری و کارایی و حمایت از مدیران در تصمیم گیری آنها ممکن می سازد.همچنین راه‌هایی را برای پیشرفت‌های جدیدی باز می‌کند که می‌تواند شامل تحلیل‌های چند معیاره با جنبه‌های زیست‌محیطی، اجتماعی و اقتصادی باشد که در جنبه کارایی توسعه‌یافته در این کار ادغام شده‌اند. آگاهی از عملکرد مراکز بهره برداری بر اساس دوره

های زمانی در یک کشور معین، اولین گام برای اندیشیدن به اقدامات پایدار است. یک پالایشگاه بدون حداقل کارایی در عملیات نمی تواند مسئولیت زیست محیطی داشته باشددر این مقاله به استفاده از روش تحلیل پوششی داده های شبکه ای فازی و با در نظر گرفتن خروجی های نامطلوب با اصل دسترسی پذیری ضعیف، کارایی مراکز بهره برداری نفت و گاز استان خوزستان اندازه گیری شد. با توجه به محاسبه های این تحقیق، مشخص شد که هیچ یک از مرکز بهره برداری نفت و گاز کارا نمی باشند و از نظر زیست محیطی آلودگی زیادی را همراه دارند. اما کارایی واحد شماره ۱ بالاتر از بقیه واحدها می باشد و کارایی کل از کارایی سه مرحله دیگر حاصل میگردد که تاثیر زیادی بر کارایی کل دارد. علت بالاتر بودن عدد کارایی آن را میتوان به تجهیزات،هزینه ها و میزان تولید مرکز دانست. با استخراج بی رویه از چاه های نفت، در حال حاضر خوراک اکثر مراکز بهره برداری نفت سنگین می باشد برای بهتر شدن عملکرد بهتر است به تجهیزات استخراج و پالایش نفت خام سنگین شوند یا در ابتدا نفت سنگین را به نفت سبک پالایش کنند. یکی از مهم ترین عوامل جهت کاهش کارایی مراکز بهره برداری استفاده از گازوییل در ماشین الات جهت تسویه نفت سنگین واست که ار مهم ترین عوامل الودگی زیست محیطی است با جایگزین کردن گاز طبیعی، گاز مایع میتوان درصد الودگی را کاهش داد. از سوی دیگر میزان استخراج نفت خام جهت مصرف داخلی بیش از نیاز است و تا حدی سبب کاهش کارایی مراکز میگردد بنابراین جهت افزایش کارایی واحدها و کاهش الودگی های زیست محیطی پیشنهاد میگردد مراکز بهره برداری بیشتری احداث گردد، از تجهیزات مدرنتر و سازگار با محیط زیست استفاده شود تا میزان الودگی به حداقل برسد. ابزار دقیق و سیستم های کنترل پیشرفته به عنوان ابزارهای کلیدی در دستیابی به این اهداف دوگانه ظاهر شده اند و اپراتورها را قادر می سازند تا فرآیندهای تولید را بهینه کنند، ایمنی را افزایش دهند و از انطباق با مقررات اطمینان حاصل کنند. سیستم های ابزار دقیق و کنترل در هر مرحله از تولید نفت و گاز، از اکتشاف و حفاری گرفته تا پالایش و توزیع، نقش مهمی ایفا می کنند. این سیستم‌ها نظارت و کنترل در زمان واقعی پارامترهای کلیدی مانند دما، فشار، نرخ جریان و ترکیب شیمیایی را فراهم می‌کنند و به اپراتورها اجازه می‌دهند تا تصمیمات آگاهانه‌ای بگیرند که تولید را بهینه می‌کند و زمان خرابی را به حداقل می‌رساند. علاوه بر این، سیستم‌های پیشرفته می‌توانند ناهنجاری‌ها و

خرابی‌های احتمالی تجهیزات را زود تشخیص دهند و امکان تعمیر و نگهداری پیشگیرانه را فراهم کنند و خطر خاموشی پرهزینه را کاهش دهند.یکی از مزایای اولیه سیستم های ابزار دقیق و کنترل پیشرفته، توانایی آنها در بهبود فرآیند استبهینه سازی با پایش و تحلیل مستمر داده های تولید، این سیستم ها می توانند ناکارآمدی ها ومناطق برای بهبود، منجر به افزایش نرخ تولید و کاهش هزینه های عملیاتی می شود. در مورد هزینه های نیروی انسانی و تحقیق و توسعه می توان ادعا کرد که با تو.جه به تحریم ها و کاهش ظرفیت صادرات و عدم توانایی کشور در پالایش نفت سنگین و به سبک و مشتقات نفتی، درامدهای حاصل پاسخگوی هزینه های مرتبط با نیروی انسانی و تعمیرات و نگهداری ماشین الات قدیمی نیست بنابراین در طی مراحل گوناگون با کاهش کارایی همراه است. محصولی که در تاسیسات جدیدتر تولید می شود و با تکنیک های تست غیر مخرب برای ارزیابی سلامت مشخص می شود. این کنسرسیوم همچنین می‌تواند آلیاژهای فولادی و تاریخچه‌های فرآوری جایگزین را که منجر به بهبود عملکرد حین خدمت می‌شود، ارزیابی کند. ممنوعیت نواربندی برای حفظ کیفیت محصول برای پیچ و مهره زیر دریا نیز قابل بازنگری است.

در پایان، لازم است اشاره شود، بهره برداری نفت جهت صادرات و استفاده داخلی امری اجتناب ناپذیر است از این رو صرفا بدلیل ایجاد الاینده ها نمی توان فرایند را کاهش یا متوقف کرد، بلکه باید با بکارگیری تجهیزات مناسب و جدید و به روز دنیا فرایند بهره برداری و استخراج نفت را به سمت حداقل تولید انتشار آلاینده های سمی سوق داد. در نهایت می توان از فیلترهای تصفیه کننده جهت انتشار حداقلی آلاینده های مضر و کاهش سرو صدای ناشی از ماشین الات و تجهیزات جهت کاهش الودگی های صوتی بهره جست.

این پژوهش مانند سایر پژوهش ها با چالش ها و محدودیت هایی همراه بود که مهمترین آن ها دسترسی به اطلاعات در مورد گازهای گلخانه ای و هزینه های هر واحد بود. از سوی دیگر اطلاعات در مقطعی از زمان مورد بررسی قرار گرفته است بنابراین پیشنهاد می شود از روش پنل دیتا در بازه زمانی ۱۰سال به بررسی کارایی واحدها پرداخته شود. در نظر گرفتن جنبه های زیست محیطی و اجتماعی در این تحلیل در نظر گرفته نشد، زیرا نیاز به ارزیابی ذهنی از

تصمیم گیرندگان و متخصصان و تعریف معیارهای مربوطه برای قابل اعتمادتر کردن توسعه آنها دارند.

پیشنهاد می گردد به بررسی عوامل اجتماعی و پایدار در صنعت نفت و گاز به ویژه مراکز بهره برداری و زنجیره تامین این صنعت با رویکردهای دیگر تحلیل پوششی داده ها از جمله مالمکوییست پرداخته شود. آگاهی از عملکرد مراکز بهره برداری بر اساس دوره های زمانی در یک کشور معین، اولین گام برای اندیشیدن به اقدامات پایدار است همچنین در اکثر دوره‌های مورد تجزیه و تحلیل، بین داده‌های کارایی فنی، با سود و زیان بین دوره‌ها در هر پالایشگاه تفاوت های زیادی وجود خواهد داشت، پیشرفت تکنولوژی تغییرات گسسته تری را در ارزش ها ارائه میکند . ارتقای چشم انداز استراتژیک برای فرهنگ ایمنی در سراسر صنعت نفت و گاز دیگر پیشنهاد جهت تحقیقات اتی میباشد. این شامل جمع‌آوری و انتشار اطلاعات در مورد عملکرد اتصال دهنده‌ها، خرابی‌ها و اشتباهات در بخش های مختلف، و استفاده از این اطلاعات برای هدایت اولویت‌ها، نقشه راه افزایش کارایی مراکز می باشد.

تحقیق و توسعه فرصت‌های نوآوری خاص، که پتانسیل ارتقای قابل توجهی قابلیت اطمینان اتصال دهنده‌های دریایی و ماشین الات استخراج نفت در خدمات حیاتی را دارند، بنابراین نیازمند تحقیق و بررسی بیشتری است.

تعارض منافع

تعارض منافع ندارم .

ORCID

Mehrab Hasanvand https://orcid/org/0009-0006-0870-8187
Mohammad Taleghani https://orcid/org/0000-0001-6086-348X
Behrouz Fathi- Vajargah https://orcid/org/0000-0002-2403-9271

منابع

موحدی،م.، همایون فر،م.، فدایی اشکیکی،م.، صوفی،م.(۱۴۰۲). **توسعه یک مدل مبتنی بر نگاشت شناختی فازی جهت تحلیل عملکرد شرکت های بورس اوراق بهادار**. ***فصلنامه بورس اوراق بهادار***، **دوره ۱۶،شماره ۶۱، اردیبشهت ۱۴۰۲،صص ۵۷-۹۰.**

1. Afolarin, A.E., (2022). *Redefining the Corporate Responsibility of Fossil Fuel Corporations Towards the Attainment of a Clean Economy*. Available at SSRN 4202798. https:..doi.org.10.1016.j.uncres.2024.100127
2. Amirteimoori,A., Allahviranloo,T., Ibrahim Khalaf,O., Algburi,S., Nematizadeh,M., Hamam,H.(2024). *Sustainability assessment in the presence of undesirable outputs: A stochastic slack-based data envelopment analysis approach. Research square*. https:.. doi.org.10.21203.rs.3.rs-3942354.v1
3. Arinze,C., Jacks,B.(2024). *A COMPREHENSIVE REVIEW ON AI-DRIVEN OPTIMIZATION TECHNIQUES ENHANCING SUSTAINABILITY IN OIL AND GAS PRODUCTION PROCESSES*. Engineering Science & Technology Journal, Volume 5, Issue 3, March 2024. DOI: https:..doi.org.10.51594.estj.v5i3.950
4. Al-Najjar, S.M. and Al-Jaybajy, M.A. (2012), *Application of data envelopment analysis to measure the technical efficiency of oil refineries: a case study*. International Journal of Business Administration, Vol. 3 No. 5, pp. 64-77. https:..doi.org.10.5430.ijba.v3n5p64
5. Atris, A.M.(2020) *Assessment of oil refinery performance: Application of data envelopment analysis-discriminant analysis*.

Resource. Policy 2020, 65, 101543. . https: doi.org.10. 1016.j. resourpol.2019.101543.

6. Azadeh, A., Salehi, V., Mirzayi, M., Roudi, E., (2017). *Combinatorial optimization of resilience engineering and organizational factors in a gas refinery by a unique mathematical programming approach*. Hum. Factors Ergon. Manuf. 27, 53–65.
7. Azadeh, A.; SERAJ, O.; ASADZADEH, S. M.; SABERI, M. (2012) *An integrated fuzzy regression-data Envelopment Analysis algorithm for optimum oil consumption estimation with ambiguous data*. Applied soft computing. Vol.12, 2012, p.2614-2630. https:..doi.org.10.1016.j.asoc.2012.03.026
8. Azadeh, A., Roohani, A., Motevali Haghighi, S (2015). *Performance optimization of gas refineries by ANN and DEA based on financial and operational factors*. World. J. Eng. 12 (2), 109–134. https:..doi.org.10.1260.1708-5284.12.2.109
9. Ali, B., & Kumar, A. (2017). *Development of life cycle water footprints for oil sands-based transportation fuel production*. Energy, 131, 41-49. https: doi.org.10.1016.j.energy.2017.05.021
10. Arinze,C.A; Jacks,B.S.(2024). *A COMPREHENSIVE REVIEW ON AI-DRIVEN OPTIMIZATION TECHNIQUES ENHANCING SUSTAINABILITY IN OIL AND GAS PRODUCTION PROCESSES*. .Engineering Science & Technology Journal, Volume 5, Issue 3, March 2024. DOI: 10. 51594.estj. v5i3.950. https:..doi.org.10.51594.estj.v5i3.950
11. Agudelo, M.A.L., Johannsdottir, L. and Davidsdottir, B., (2020). *Drivers that motivate energy companies to be responsible. A systematic literature review of Corporate Social Responsibility in the energy sector*. Journal of cleaner production, 247, p.119094. https:..doi.org.10.1016.j.jclepro.2019.119094
12. BARROS, C.P.; ASSAF, A. (2009). *Bootstrapped efficiency measures of oil blocks in Angola*. Energy Policy. Vol.37, 2009. p.4098-4103. https:..doi.org.10.1016.j.enpol.2009.05.007
13. Bevilacqua, M. and Braglia, M. (2002), *Environmental efficiency analysis for ENI oil refineries*. Journal of Cleaner Production, Vol. 10 No. 1, pp. 85-92. https:..doi.org.10.1016.S0959-6526(01)00022-1

14. Bezerra,p., Marques Vieira,M., Rodrigues de Almeida,M.(2017). *COMPARATIVE ANALYSIS ABOUT THE APPLICATION OF METHODS OF THE DATA ENVELOPMENT ANALYSIS (DEA) IN THE OIL INDUSTRY*. International Journal of Engineering Sciences & Research Technology. DOI: 10. 5281.zenodo.345699. https:..doi.org.10.21919.remef.v17i2.718
15. Bozorgi Gerdvisheh, F., Soufi,M., Amirteimoori, *A., Homayounfar.M(2023). Efficiency Analysis of Banking Sector in Presence of Undesirable Factors Using Data Envelopment Analysis*.Advances in Mathematical Finance and Applications 8 (2), 589-604. https:..doi.org.10.22034.amfa.2022.1950209.1684
16. Bouzon, M., Govindan, K., Rodriguez, C. M. T., & Campos, L. M. S. (2016). *Identification and analysis of reverse logistics barriers using fuzzy Delphi method and AHP*. *Resources*, Conversation and Recycle, 1 – 16. https: doi.org. 10.1016.j. resconrec.2015.05.021. DOI: 10.1016.j.resconrec.2015.05.021
17. Craig, J. and Quagliaroli, F. (2020). *The oil & gas upstream cycle: Exploration activity*. In EPJ Web of Conferences (Vol. 246, p. 00008). EDP Sciences. https:..doi.org.10.1051.epjconf.202024600008
18. Charnes, A., Cooper, W., Rhodes, E., *Measuring efficiency of decision making units*. European Journal of Operational Research 2., 1978, 429–444. https:..doi.org.10.1016.0377-2217(78)90138-8
19. Dalei, N.N.; Joshi, J.M.(2020). *Estimating technical efficiency of petroleum refineries using DEA and tobit model: An India perspective*. Computer. Chem. Engineering., 142, 107047. 10.1016.j.compchemeng.2020.107047
20. ElAlfy, A., Palaschuk, N., El-Bassiouny, D., Wilson, J. and Weber, O. (2020). *Scoping the evolution of corporate social responsibility (CSR) research in the sustainable development goals (SDGs) era*. Sustainability, 12(14), p.5544. https:..doi.org. 10.3390.su12145544
21. Eller, S.L., Hartley, P.R. and Medlock, K.B. III (2011). *Empirical evidence on the operational efficiency of national oil companies*.Empirical Economics, Vol. 40 No. 3, pp. 623-643. DOI: 10.1007.s00181-010-0349-8

22. Fare, R., Grosskopf, S., Lovell, K., Pasurka, C. (2000). *Multilateral productivity comparisons when some outputs are undesirable: a nonparametric approach*. The Review of Economics and Statistics 71.90–98. https:..doi.org.10.1080.00036846.2010.498368
23. Fakhru'l-Razi, A., Pendashteh, A., Abdullah, L.C., Biak, D.R.A., Madaeni, S.S., & Abidin, Z.Z.(2009). *Review of technologies for oil and gas produced water treatment.* Journal of Hazardous Materials, 170(2-3), 530-551. doi: 10.1016.j.jhazmat.2009.05.044.
24. Fukuyama,H., Weber,A.(2010). *A slacks-based inefficiency measure for a two-stage system with bad outputs*. Omega,Volume 38, Issue 5, October 2010, Pages 398-409, https:..doi.org.10.1016.j.omega.2009.10.006
25. Francisco, C., Almeida, M., Silva, D., (2012). *Efficiency in Brazilian refineries under different DEA technologies regular paper*. International Journal of Engineering Business Management. 4 (35), 1–11. DOI: 10.5772.52799
26. Jones, C.M. (2018). *The oil and gas industry must break the paradigm of the current exploration model*. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 8, 131-142. https:..doi.org.10.1007.s13202-017-0395-2
27. Ishikawa, A; Amagasa, M; Shiga, T; Tomizawa, G; Tatsuta, R & Mieno, H. (1993).*The max–min Delphi method and fuzzy Delphi method via fuzzy integration*. *Fuzzy Sets and Systems*, 55, 241–253. https:..doi.org.10.1016.0165-0114(93)90251-C
28. KAO, C., Liu.c.(2009). *Data envelopment analysis with imprecise data: an application of Taiwan machinery firms*. International Journal of Uncertainty, Fuzziness and Knowledge-Based SystemsVol. 13, No. 02, pp. 225-240 (2009), https:..doi.org.10.1142.S0218488505003412
29. Khalili-Damghani, K., Tavana, M., Haji-Saami, E. (2015). *A data envelopment analysis model with interval data and undesirable output for combined cycle power plant performance assessment*. Expert Systems with Applications, 42(2), 760–773. https:..doi.org.10.1016.j.eswa.2014.08.02
30. Longxin, M.U., & Zhifeng, J.I. (2019). *Technological progress and development directions of PetroChina overseas oil and gas*

exploration. Petroleum Exploration and Development, 46(6), 1088-1099. https:..doi.org.10.1016.S1876-3804(19)60265-X

31. Li, H., Dong, K., Sun, R., Yu, J., Xu, J., (2017). *Sustainability assessment of refining enterprises using a DEA-based model*. Sustainability 9 (620), 1–15. https:..doi.org.10.3390.su9040620
32. LEE, Seong K.; MOGI, Gento; HUI, K.S. (2013). *A fuzzy analytic hierarchy process. Data Envelopment Analysis hybrid model for efficiently allocating energy R&D resources*: In the case of energy technologies against high oil prices. Renewable and Sustainable Energy Reviews. May, 2013, Vol.21, p.347-355. DOI: 10.1016.j.rser.2012.12.067
33. Mekaroonreung, M., Johnson, A.L., (2010). *Estimating the efficiency of American petroleum refineries under varying assumptions of the disposability of bad outputs. Int. J. Energy Sect.* Manag. 4 (3), 356–398, 2010. DOI:10.1108.17506221011073842
34. Movahedi,M., Homayounfar,M., Fadaei Eshkiki,M., Soufi,M.(2023). *Development of a model based on fuzzy cognitive mapping to analyze the performance of stock exchange firms.* Securities & Exchange Organization, Research, Development & Islamic Studies (RDIS) Journal of Securities and Exchange, Spring 2023, V. 16, No.61, pp. 57-90. http: dx.doi.org.10.22034.JSE.2022.11688.178.

35. Mo,R., Huang,H., Yang,L.(2020).*An Interval Efficiency Measurement in DEA When considering Undesirable Outputs*. Hindawi Complexity Volume 2020, Article ID 7161628, 12 pages. DOI: 10.1155.2020.7161628

36. Mohammadzadeh, M., Navabakhsh M., Hafezalkotob. A (2024). *Performance Evaluating Energy, Economic and Environmental Performance with an Integrated Approach of Data Envelopment Analysis and Game Theory*. IJE TRANSACTIONS B: Applications Vol. 37, No. 05, (May 2024) 959-973. 10.5829.ije.2024.37.05b.13
37. Oliveira, M.S.d.; Lizot, M.; Siqueira, H.; Afonso, P.; Trojan, F. (2023). *Efficiency Analysis of Oil Refineries Using DEA Window Analysis, Cluster Analysis, and Malmquist Productivity Index*. Sustainability 2023, 15, 13611. https: doi.org. 10.3390.su151813611

38. Raj, A. and Samuel, C. (2023) .*Assessing and overcoming the barriers for healthcare waste management in India: an integrated AHP and Fuzzy TOPSIS approach*, Journal of Health Organization *and Management*, Vol. 37 No. 6.7, pp. 483-501. https:..doi.org.10.1108.JHOM-09-2022-0264.

39. Sueyoshi, T.; Wang, D. (2014). *Sustainability development for supply chain management in U.S. petroleum industry by DEA environmental assessment*. Energy Econ. 2014, 46, 360–374. DOI: 10.1016.j.eneco.2014.09.022.

40. Sueyoshi, T.; Jingjing Qu., Aijun Li., Chunping Xie. (2014) *Understanding the efficiency evolution for the Chinese provincial power industry: A new approach for combining data envelopment analysis-discriminant analysis with an efficiency shift across periods.* Journal of Cleaner Production,Volume 277. https.// doi.org.10.1016.j.jclepro.2020.12237.
41. SONG, Malin; ZHANG, Jie; WANG Shuhong. (2015). *Review of the network environmental efficiencies of listed petroleum enterprises in China*. Renewable and sustainable energy reviews. Vol.43, 2015, p.65- 71. DOI: 10.1016.j.rser.2014.11.050.

42. Tabatabaei, M., Kazemzadeh, F., Sabah, M., & Wood, D.A. (2022). *Sustainability in natural gas reservoir drilling: A review on environmentally and economically friendly fluids and optimal waste management*. Sustainable Natural Gas Reservoir and Production Engineering, 269-304. DOI: 10.1016.B978-0-12-824495-1.00008-5
43. Wang, Y. Q., Zhu, Z. W., & Liu, Z. B. (2019). *Evaluation of Technological Innovation Efficiency of Petroleum Companies Based on BCC-Malmquist Index Model*. Journal of Petroleum Exploration and Production Technology, 9, 2405-2416. https:..doi.org.10.1007.s13202-019-0618-9
44. Wu J, Liang L, Yang F, Yan H. (2016). *Bargaining game model in the evaluation of decision-making units*. Expert Systems with Applications. 2016;36(3):4357-62. https:..doi.org.10.1016.j.eswa.2009.05.001

45. Zohuri, B. (2023). *Navigating the Global Energy Landscape Balancing Growth, Demand, and Sustainability*. Journal of Mathematics science Apllication and Engineering , 2(7). DOI: https:..doi.org.10.30574.ijsra.2024.11.1.0029
46. ZHANG, Hai Xia; PAN, Cai Xin; DONG, Xiu-cheng. (2013). *Study on refined oil operating efficiency of international oil companies.* International Business, 2013. DOI: 10.1016.j.enpol.2020.111491

1-Movahedi,M., Homayounfar,M., Fadaei Eshkiki,M., Soufi,M.(2023). *Development of a Model Based on Fuzzy Cognitive Mapping to Analyze the Performance of Stock Exchange Firms*. Securities & Exchange Organization, Research, Development & Islamic Studies (RDIS) Journal of Securities and Exchange, Spring 2023, V. 16, No.61, pp. 57(IN PERSIAN)