فصل‌نامه مطالعات اقتصاد انرژی/ سال بیست و دوم / شماره ۸۹/ تابستان ۱۴۰۵ / صفحات ۳۱۶-۲۸۷

ارزیابی کارایی شرکت‌های پتروشیمی منتخب ایران با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا

محسن نوری
دانشجو دکتری، گروه مهندسی مالی، واحد بین المللی کیش، دانشگاه آزاد اسلامی، کیش، ایران، (naft2014ahvaz@gmail.com)
بهرام فتحی[1]
استادیارگروه اقتصاد، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد شهریار، دانشگاه آزاد اسلامی، شهریار، ایران، (bahram.Fathi@iau.ac.ir)

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۲/۲۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۵/۲۰

چکیده

ارزیابی کارایی همواره با توجه به شاخص‌های مختلف از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. تکنیک‌های مختلفی برای ارزیابی شرکت‌های پتروشیمی وجود دارد. در میان آنها، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها یکی از بهترین تکنیک‌هایی است که می‌تواند برای محاسبه کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری با ساختارهای شبکه‌ای مورد استفاده قرار گیرد. در مقاله حاضر، ده شرکت پتروشیمی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران مورد تجزیه و تحلیل قرار گرفتند. این شرکت‌ها از نظر عملکرد مالی و توسعه پایدار مورد سنجش قرار گرفته و کارایی نسبی آنها طی سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۲۲ محاسبه شده‌اند. بر این اساس، شرکت‌های پتروشیمی آریا ساسول و مارون در تمام مراحل از نظر مالی و توسعه پایدار، کارآمد شناخته شدند. پس از در نظر گرفتن همه عوامل و شاخص‌ها، این دو شرکت در بین شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار ایران رتبه اول و دوم را کسب کردند و پس از آن پتروشیمی جم در رتبه سوم قرار گرفت. طبق نتایج به‌دست‌آمده، تنها شرکت پتروشیمی مارون در تمام حوزه‌ها و سال‌ها کارا شناخته شد. همچنین نتایج نشان داد که چهار شرکت در دوره مورد مطالعه از نظر مالی کارا بودند. در نتیجه‌گیری کلی در مورد عملکرد شرکت‌ها، مارون رتبه اول، جم رتبه دوم و زاگرس رتبه سوم را کسب کردند.

طبقه‌بندی JEL: C14, C79, D2, Q4.
کلید واژه‌ها: کارایی، تحلیل پوششی داده‌ها، شبکه‌ای پویا.

---

۱. نویسنده مسئول

۱- مقدمه

طرح استراتژیک توسعه پایدار صنعت پتروشیمی ایران سه بخش اصلی شامل: «حمایت از توسعه»، «تامین مالی و سرمایه‌گذاری» و «برنامه‌ریزی توسعه» دارد (رشنوادی و همکاران، ۱۳۹۷). در این مقاله که حول محور بخش غیردولتی به منظور ارتقای ظرفیت و قابلیت برنامه‌ریزی از طریق تحقیق در فرآیند سیاست‌گذاری متمرکز شده است، هدف اصلی ارائه تحلیل‌ها و توصیه‌هایی برای تصمیم‌گیران در تمامی حوزه‌های مرتبط با صنعت پتروشیمی است. در برنامه راهبردی، شرکت‌ها مسئولیت توسعه مالی و سرمایه‌گذاری در صنعت پتروشیمی، توسعه سیستم‌ها و تدوین سیاست‌های تامین مالی پروژه‌های عمرانی و جذب سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی را بر عهده دارند. صنعت پتروشیمی ایران به دلایلی همچون نیاز و تقاضای روزافزون جهانی برای محصولات پتروشیمی، شکل‌گیری بازارهای جدید در آسیا، مزیت نسبی در اقتصاد ایران و فراوانی خوراک یک صنعت منحصر به فرد محسوب می شود (رشنوادی و همکاران، ۱۳۹۷). در این راستا صنعت پتروشیمی قطعاً به عنوان موتور رشد اقتصادی، توسعه آینده سایر صنایع و افزایش صادرات غیرنفتی و تولید ناخالص داخلی عمل می‌کند. بنابراین لازم است برنامه‌های توسعه را از منظر ملی و گسترده‌تر مورد توجه قرار داد تا بتوان از پتانسیل‌های حضور پررنگ در بازارهای جهانی با هدف کسب سهمی عادلانه از ظرفیت و ارزش محصولات پتروشیمی در تجارت جهانی استفاده نمود. صنعت پتروشیمی در نهایت می‌تواند به عنوان یک بازدارنده موثر و یک اهرم و سلاح قدرتمند عمل کند. از طرف دیگر چالش‌های زیادی در توسعه پایدار صنعت پتروشیمی (مانند سایر بخش‌های صنعت نفت و گاز ایران) وجود دارد. برخی چالش‌های پیش روی توسعه بهینه صنعت پتروشیمی شامل نقش بازار و صادرات محصولات پتروشیمی، نقش مکمل زنجیره ارزش محصولات پتروشیمی و توسعه صنایع پایین دستی، نقش تامین خوراک و قیمت‌گذاری مناسب آن در جذب سرمایه داخلی و خارجی برای سرمایه‌گذاری و دستیابی به تولید پایدار است که بررسی آنها برای اتخاذ سیاست های منسجم امکان پذیر است (استادی و همکاران، ۱۳۹۹).

یکی از مهمترین مسائل در بسیاری از کشورها، استفاده از عوامل و راه‌های دستیابی به توسعه پایدار است. موضوع کارایی عوامل تولید به عنوان مقرون‌به‌صرفه‌ترین راه برای کاهش مصرف نهاده تولید مورد توجه قرار گرفته است. در مطالعه کارایی واحدهای اقتصادی، باید واحدهای تصمیم‌گیری همگن با ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد ارزیابی و رتبه‌بندی شوند. طی دهه‌های اخیر، محققان روش‌های متعددی را برای محاسبه کارایی نهادهای اقتصادی ارائه کرده‌اند که مفاهیم مشترکی دارند. برخی مطالعات با تمرکز بر بانک‌ها و صنایع به عنوان واحدهای تصمیم‌گیری هم گروه انجام شده است (محمودی و همکاران[1]، ۲۰۱۲) و سان و همکاران[2]، ۲۰۲۱).

پژوهش حاضر در پنج بخش تدوین شده است؛ در بخش دوم، مبانی نظری و در بخش سوم، مطالعات تجربی در این حوزه بیان‌شده است. در بخش چهارم به روش مورد استفاده پرداخته شده و نتایج برآورد برای پتروشیمی‌های منتخب ایران به‌دست آمده است. بخش پنجم نیز به خلاصه و نتیجه‌گیری اختصاص یافته است.

۲- مبانی نظری

در ارزیابی کارایی واحدهای تصمیم‌گیرنده با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها[3] (DEA)، محققان از رویکردهای مختلفی برای غلبه بر محدودیت‌های این روش، مانند حذف متغیرها به روش‌های مختلف، استفاده کرده‌اند. حذف متغیرها ممکن است تأثیر نامطلوبی بر نتایج ارزیابی کارایی داشته باشد، زیرا برخی از اطلاعات مهم نادیده گرفته می‌شوند. جنکینز[4] و اندرسون[5] (۲۰۰۳) از روش‌های آماری چند متغیره برای کاهش تعداد ورودی‌ها استفاده کرده‌اند.

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش اندازه‌گیری عملکرد مبتنی بر برنامه‌ریزی ریاضی برای محاسبه کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری است. این تکنیک می‌تواند چندین ورودی و خروجی را هنگام محاسبه کارایی در نظر بگیرد. مهمترین ویژگی این تکنیک این است که می‌تواند منابع و میزان آنها را با عواملی که بر کارایی

1. Mahmodi et al.
2. Sun et al.
3. Data envelopment analysis
4. Jenkins
5. Anderson

تأثیر منفی داشته نشان دهد. شناسایی نقاط ضعف می‌تواند یک استراتژی موثر برای واحدهای ناکارآمد باشد. کارایی با در نظر گرفتن یک تلاش واحد و مقایسه شاخص‌های اصلی (که بیشتر کمی و درونی هستند) و اثربخشی با مقایسه شاخص‌های بیرونی و عمدتاً کیفی به دست می‌آید. در هر سازمانی بهره‌وری ترکیبی از کارایی و اثربخشی است. از نظر اثربخشی، عوامل اصلی کیفیت یک محصول و اینکه تا چه حد می‌تواند اهداف اصلی سازمان را برآورده کند، هستند (فتحی و همکاران، ۱۳۹۶).

کائو (۲۰۱۴) مطالعات تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای[1] را بر اساس مدل‌های استفاده شده و ساختار مورد مطالعه طبقه‌بندی کرد. وی مدل‌ها را به ۹ دسته تقسیم کرد که عبارتند از: ۱) مدل‌های مستقل، ۲) مدل‌های اندازه‌گیری فاصله سیستم (معیار فاصله سیستم به منظور یافتن حداقل اندازه (θ) یا حداکثر فاصله (φ) در راستای کارا شدن سیستم استفاده می شود)، ۳) مدل‌های اندازه‌گیری فاصله فرآیند: هر فرآیند ضریب فاصله (θیا φ) یکسانی دارد و کارایی سیستم میانگین موزون کارایی فرآیندها است، ۴) مدل‌های اندازه‌گیری فاصله عامل (در این مدل‌ها به هر عامل اجازه داده می‌شود که ضریب فاصله متفاوتی داشته باشد)، ۵) مدل اندازه‌گیری مبتنی بر متغیرهای کمبود، ۶) مدل‌های فرم نسبت کارایی سیستم (کارایی سیستم به عنوان مجموع موزون خروجی‌های برونزا به ورودی‌های برونزا تعریف می‌شود و معمولاً در شکل مضربی ارائه می‌شوند)، ۷) مدل‌های فرم نسبت کارایی فرآیند (بر خلاف دسته قبلی که کارایی سیستم دغدغه اصلی برای یافتن وزن‌های بهینه است، در اینجا با توجه به کارایی فرآیند یعنی مجموع موزون خروجی‌های فرآیند به ورودی‌های فرآیند، وزن‌ها محاسبه می‌شود، ۸) مدل‌های نظریه بازی‌ها و ۹) مدل‌های مبتنی بر ارزش (هدف به حداکثر رساندن خروجی کل یا سود مربوط به یک سیستم شبکه‌ای در چارچوب محدودیت‌ها است).

استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها مربوط به شرایطی است که تعداد زیادی ورودی و خروجی وجود دارد، در حالی که تعداد واحدهای تصمیم‌گیرنده کافی نیست. در این

1. Network data envelopment analysis

راستا، باید رابطه‌ای بر اساس تعداد واحدهای تصمیم گیرنده و تعداد ورودی‌ها (m) و خروجی‌ها (s برقرار شود؛ یعنی $3(m + s) < n$ (فریدمن[1] و همکاران، ۱۹۹۸).

این موضوع به تفصیل توسط رامانتان[2] (۲۰۰۳) و امروزنژاد[3] و همکاران (۲۰۱۰) مورد بحث قرار گرفته است. کوک[4] و ژو[5] (۲۰۰۷) یک تحلیل نسبتاً ساده برای طبقه‌بندی ورودی‌ها و خروجی‌ها ارائه دادند. برای غلبه بر محدودیت‌های ذکر شده در تعیین کارایی مطالعات دیگر، واحدهای تصمیم‌گیرنده[6] (DMU) را در یک محیط رقابتی و یک سیستم دو مرحله‌ای با فرض هر مرحله به عنوان یک بازیگر مستقل از یک مدل بازی چانه‌زنی مقایسه می‌کنند (فتحی و همکاران، ۲۰۲۱ و رضایی و همکاران، ۲۰۱۲).

برخی از تحقیقات اخیر بر ساختار شبکه‌ای DEA واحدهای تصمیم‌گیری متمرکز شده‌اند. به عنوان مثال، برخی از مدل‌های شبکه‌ای DEA برای واحدهای تصمیم‌گیری با ساختار شبکه‌ای پیچیده در بانکداری (لوزانو[7]، ۲۰۱۶)، صنعت بیمه (رحمانی[8] و همکاران، ۲۰۱۴)، شبکه اجتماعی (گوبو[9] و همکاران، ۲۰۲۱)، صرفه‌جویی در مصرف انرژی و کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای (وو[10] و همکاران، ۲۰۱۵)، پایداری مدیریت زنجیره تأمین (فلاح‌پور[11] و همکاران، ۲۰۱۶)، سیستم‌های حمل و نقل اتوبوس (یو[12] و همکاران، ۲۰۱۶) و خطوط هواپیما (مالیکارجون[13]، ۲۰۱۵) اعمال شده‌اند.

تحلیل سازمان‌های پیچیده با ساختار شبکه‌ای، واقع‌بینانه‌تر از تحلیل ساختارهای غیرشبکه‌ای است. در مدل کلاسیک DEA، تنها ورودی اولیه و خروجی نهایی توسط یک DMU در نظر گرفته می‌شوند. مدل کلاسیک DEA نسبت وزن خروجی‌ها به وزن ورودی‌ها را برای یک DMU بهینه می‌کند. در مقابل، در مدل‌های شبکه‌ای DEA، امتیاز کل کارایی و همچنین امتیاز کارایی هر مرحله به دست می‌آید. برخی مطالعات از

1. Friedman et al.
2. Ramanathan
3. Emrouznejad
4. Cook
5. Zho
6. Decision-making units
7. Lozano
8. Rahmani
9. Gobbo
10. Wu
11. Fallahpour
12. Yu
13. Mallikarjun

روش کلاسیک DEA برای ارزیابی کارایی در یک ساختار شبکه‌ای DEA بدون در نظر گرفتن ارتباط بین دو مرحله استفاده کرده‌اند (ماریانو[1] و همکاران، ۲۰۲۱؛ سیفورد[2] و ژو[3]، ۱۹۹۹؛ وانگ[4] و همکاران، ۱۹۹۷). برخی مطالعات دیگر، رویکرد شبکه‌ای DEA را با استفاده از مدل‌های نظریه بازی برای ارزیابی کارایی واحدهایی که به طور خاص هر مرحله را به عنوان یک بازیکن در یک بازی چانه‌زنی نش[5] فرض می‌کنند، در نظر گرفته‌اند (دو[6] و همکاران، ۲۰۱۱؛ هالکوس[7] و همکاران، ۲۰۱۴).

۳- پیشینه تحقیق

با درک اهمیت نقش کارایی و اندازه‌گیری آن در صنایع نفت و پتروشیمی، بسیاری از محققین به بررسی ضرورت کارایی در این حوزه پرداخته‌اند.

۳-۱- مطالعات خارجی

آتریس[8] (۲۰۲۰) در مقاله خود کارایی عملیاتی پالایشگاه‌های نفت و گاز را در چهار منطقه جهانی (آمریکا و کانادا، اروپا، آسیا-اقیانوسیه، منا) با روش تحلیل پوششی داده‌ها در دوره ۲۰۱۷-۲۰۰۸ بررسی نموده است. نتایج بیان داشت میانگین کارایی تعدیل شده بین این مناطق در طی ۱۰ سال گذشته متفاوت بوده است. این موضوع احتمالا به این دلیل بوده که در مناطق آمریکا و کانادا و اروپا شرکت‌های بزرگ و پالایشگاه‌های پیچیده ای وجود دارند که از فناوری بسیار پیشرفته استفاده می کنند.

الصحلاوی[9] (۲۰۱۳) در تحقیق خود وضعیت کارایی انرژی شش کشور شورای همکاری خلیج فارس را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین سیاست‌های مناسب بدون اثرات نامطلوب بر استراتژی‌های توسعه اقتصادی آنها مورد مطالعه قرار داد. وی از شاخص‌های اقتصادی-ترمودینامیکی مانند: نسبت تولید ناخالص داخلی

1. Mariano
2. Seiford
3. Zhu
4. Wang
5. Nash
6. Du
7. Halkos
8. Atris
9. Alsahlawi

انرژی برای مقایسه سطح کارایی نسبی هر کشور شورای همکاری خلیج فارس استفاده کردند.

بازرگان و همکاران[1] (۲۰۲۳) در تحقیقی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و مدل پوششی و ضریب مربوط به ساختار زنجیره تامین، کارایی ۲۰ شرکت پتروشیمی را در دوره ۲۰۱۹-۲۰۱۶ مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که هیچ یک از این ۲۰ شرکت از کارایی کلی برخوردار نبودند.

حسینی و استفانیک[2] (۲۰۱۹) با استفاده از یک روش تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای به ارزیابی کارایی صنعت پالایش نفت ایران در دوره ۱۳۹۰تا ۱۳۹۴پرداختند. نتایج تجربی نشان داد کارایی در بین پالایشگاه‌های ایران پایین است که رابطه منفی بین نمرات کارایی کلی و میزان مازوت تولیدی در پالایشگاه‌ها را نشان می‌دهد.

رنجبر و همکاران[3] (۲۰۱۳) در مطالعه خود با استفاده از تحلیل پنجره کاربردی، یک روش پویا در تحلیل پوششی داده‌ها، برای اندازه‌گیری عملکرد نسبی صنایع پتروشیمی فعال در دوره ۲۰۱۰-۲۰۰۳ در بورس اوراق بهادار تهران از نسبت‌های مالی مانند دارایی‌های جاری، دارایی‌های ثابت و بهای تمام شده کالای فروخته شده به عنوان ورودی و بازده دارایی، بازده سرمایه‌گذاری، فروش و نسبت سود به فروش به عنوان متغیرهای خروجی استفاده کردند.

سویشی و وانگ[4] (۲۰۱۸) با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و تحلیل پنجره در صنایع نفت آمریکا به این نتیجه رسیدند که نرخ‌های رشد کارایی در دوره های سالانه تغییر عمده‌ای را نشان نداده و همچنین با ورود محصولات نامطلوب مانند انتشار کربن، سطح کارایی شرکت‌ها کمتر است.

فتحی و همکاران[5] (۲۰۲۲) در مطالعه‌ای با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ایی و بازی چانه‌زنی رابطه پایداری بین انرژی، اقتصاد، محیط‌زیست و برابری را بررسی نمودند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد اگرچه برخی کشورها از نظر کارایی انرژی،

1. Bazargan et al.
2. Hosseini and Stefaniec
3. Ranjbar et al
4. Sueyoshi and Wang
5. Fathi et al.

اقتصادی و زیست‌محیطی رتبه‌های بالایی دارند، اما در مرحله دوم که بر عدالت اقتصادی تمرکز دارد، تنها دو کشور بالاترین کارایی را نشان می‌دهند. بنابراین، در بررسی عملکرد کشورها از نظر چهار شاخص، نتایج متفاوت خواهد بود و مناسب است که سیاست‌گذاران برای برنامه‌ریزی و تصمیم‌گیری بهتر، معیار عدالت را در کنار سایر معیارها در نظر بگیرند.

فلاح و حسین زاده لطفی[1] (۲۰۲۰) در تحقیق خود با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی ۷ شرکت پتروشیمی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران را در سال‌های ۲۰۱۵ و ۲۰۱۶ مورد تجزیه و تحلیل قرار دادند. نتایج نشان داد تنها شرکت پتروشیمی مارون در تمامی زمینه‌ها و سال‌ها کارا بوده است. علاوه بر این ۴ شرکت نیز از نظر مالی کارا بوده‌اند. براساس نتایج کلی مقاله، شرکت‌های مارون در رتبه نخست، جم در رتبه دوم و زاگرس در رتبه سوم قرار گرفتند.

کوئلهو و همکاران[2] (۲۰۲۳) در تحقیق خود از تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی نسبی شرکت‌های پتروشیمی کشور برزیل در یک دوره چهار ساله استفاده کردند. نتایج نشان داد که میانگین کارایی در این شرکت‌ها تقریبا بین ۴۰ تا ۸۰ درصد است. نتایج آنها همچنین بیانگر یک فرآیند یادگیری است، زیرا میانگین کارایی طی سه سال افزایش یافته است.

لی و همکاران[3] (۲۰۱۸) با بررسی شرکت‌های سوخت فسیلی در ۳۰ استان چین از سال ۲۰۰۴ تا ۲۰۱۲ و با استفاده از شاخص‌های کارایی یکپارچه فرا مرزی مالم‌کوئیست به این نتیجه رسیدند این شرکتها از نظر کارایی با یکدیگر تفاوت‌های زیادی دارند و اینکه در استان‌های ساحلی سطح کارایی بیشتر است.

وانگ و همکاران[4] (۲۰۲۲) با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و روش‌های بازده ثابت نسبت به مقیاس و بازده متغیر نسبت به مقیاس به ارزیابی کارایی نسبی محیطی و کارایی عملیاتی ۱۰ شرکت پتروشیمی منطقه شمال شرق چین پرداختند. نتایج آنها نشان داد که هیچ یک از این شرکت‌ها از کارایی زیست‌محیطی و فنی برخوردار نبودند.

1. Fallah and Hosseinzadeh Lotfi
2. Coelho et al.
3. Li et al
4. Wang et al.

هان و همکاران[1] (۲۰۱۶) با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه عصبی مصنوعی یکپارچه، وجود کارایی را در صنایع پتروشیمی چین تایید نمودند.

۳-۲- مطالعات داخلی

الفت و همکاران (۱۴۰۲) عملکرد ۲۰ شرکت پتروشیمی پذیرفته شده در بورس را با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و روش CCR[2] ورودی محور ارزیابی نمودند. نتایج مقاله نشان داد با حذف همبستگی بین شاخص‌ها، تنها شرکت خارک به بیشترین کارایی دست یافته است.

اخباری و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای با هدف اندازه‌گیری کارایی بازده سهام براساس ریسک در صنایع پتروشیمی توسط روش تحلیل پوششی داده‌های فازی در دو بخش انجام شده است. در مرحله اول، ریسک سیستماتیک و غیرسیستماتیک برای ورود به شبکه محاسبه گردید. در مرحله دوم، به روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویای فازی، کارایی بازده سهام برای صنایع پتروشیمی بورس اوراق بهادار تهران اندازه‌گیری گردید. براساس نتایج بدست آمده، سه شرکت پتروشیمی مارون، پتروشیمی جم و پتروشیمی زاگرس دارای کارایی بالاتری نسبت به سایر شرکت‌های پتروشیمی هستند.

امامی میبدی و همکاران (۱۳۹۰) به اندازه‌گیری کارایی فنی و بهره‌وری مجتمع‌های پتروشیمی در ایران با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم‌کوئیست در دوره ۱۳۸۶-۱۳۸۰ پرداختند. نتایج نشان داد متوسط کارایی فنی مجتمع‌های پتروشیمی تحت فرض بازده ثابت و متغیر نسبت به مقیاس به ترتیب برابر ۵۵/۷ و ۶۴/۴ درصد بوده است. همچنین مجتمع‌های پتروشیمی برزویه و خوزستان به ترتیب بالاترین و پایین‌ترین کارایی فنی را در بین مجتمع‌های پتروشیمی داشتند.

امیری (۱۳۹۷) کارایی ۱۵ بانک منتخب ایران را در دوره ۱۳۹۴-۱۳۸۵ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری نمود. نتایج پژوهش نشان داد به طور

1. Han et al
2. Charnes, Cooper, and Rhodes

میانگین، کارایی بانک‌های دولتی ۸۷ درصد، کارایی بانک‌های خصوصی ۹۴درصد و کارایی بانک‌های دولتی خصوصی‌شده ۹۸ درصد است.

استادی و زرینکلاه (۱۳۹۹) کارایی ۱۴ شرکت پتروشیمی فعال در بورس را برپایه کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری نمودند. نتایج نشان داد از ۱۴ شرکت مورد بررسی، تنها ۳ شرکت کارا بودند.

ابراهیمی و همکاران (۱۴۰۲) با بهره گیری از تحلیل پوششی داده‌های شعاعی و غیرشعاعی به ارزیابی کارایی ۹ شرکت پرداختند. آنها دریافتند در حالت CRS هیچ واحدی کارا نبوده و در حالت VRS تنها دو واحد کارا هستند.

درویش متولی و همکاران (۱۳۹۸) به ارزیابی کارایی زنجیره تامین شرکت‌های سیمان بورسی در دوره ۱۳۹۵- ۱۳۹۳ با بهره‌گیری از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداختند. آنها به این نتیجه رسیدند که در میان شرکت‌های سیمان، تنها ۷ شرکت کارایی خود را حفظ کرده و سایر شرکت‌ها نوسان عملکرد داشته‌اند.

دعائی و همکاران (۱۳۹۵) به ارزیابی کارایی ۶۰ شرکت بورسی پرداختند و نشان دادند تمامی شرکت‌ها در دوره ۶ ساله به طور مثبت فناوری خود را ارتقاء داده‌اند که این موضوع منجر به بهبود در کارایی کلی آنها شده است.

سلیمانی دامنه و همکاران (۱۳۹۶) از یک رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا برای ارزیابی کارایی ۱۴ بانک ایران در دوره ۱۳۹۳-۱۳۹۱ استفاده کردند. نتایج نشان داد هیچ یک از این ۱۴ بانک از کارایی کلی برخوردار نبوده‌اند.

قاسمی و همکاران (۱۳۹۷) کارایی ۹۶ شرکت بورسی را مورد بررسی قرارداده و دریافتند که تقریبا بیشتر شرکت‌ها در دوره مورد بررسی ناکارا بوده اند.

مجیدی و همکاران (۱۴۰۰) با روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها و مؤسسه‌های آموزش عالی پرداختند. نتایج نشان داد در سال‌های اخیر عملکرد دانشگاه‌ها در فعالیت‌های آموزشی و پژوهشی مناسب بوده و فعالیت‌های کارآفرینی و ارتباط با صنعت آنها در حال پیشرفت است.

بر اساس مطالعه ادبیات و پیشینه پژوهش، بیشتر پژوهش‌ها کارایی کلاسیک را بررسی نموده‌اند و تاکنون هیچ مطالعه‌ای کارایی شبکه ایی پویا مبتنی بر شاخص های پایداری را مورد بررسی قرار نداده است. لذا پژوهش حاضر از این روی دارای نوآوری می‌باشد.

۴- روش شناسی

۴-۱- مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با ساختار شبکه‌ای

با فرض اینکه n واحد تصمیم‌گیرنده وجود داشته باشد، واحد jام از بردار ورودی $X_j = (X_{1j}, X_{2j}, \ldots, X_{mj})$ برای تولید بردار خروجی $Y_j = (Y_{1j}, \ldots, X_{mj})$ استفاده می‌کند که در آن $X_j \neq o$ ، $X_j \geq o$، $Y_j \geq o$ ، $Y_j \neq o$ است. کارایی نسبی واحد تصمیم‌گیری pام با حل مسئله زیر محاسبه می‌شود (چارنز و همکاران، ۱۹۷۸):

$$Max\ \theta_p = \frac{UY_p}{VX_p} \qquad (۱)$$
$$S.t\ \ \frac{UY_j}{VX_j} \leq 1, \forall j$$
$$(U, V) \geq 1m + s\varepsilon,$$

V و U به ترتیب بردارهای وزن ورودی و خروجی هستند و ε یک مقدار مثبت غیر ارشمیدسی بسیار کوچک است. مقدار بهینه تابع هدف مدل (۱) کارایی نسبی DMU_p است. اگر $\theta_p^* = 1$ باشد، DMU_p کارایی نسبی داشته و در حالت $\theta_p^* < 1$ واحد تصمیم‌گیرنده DMU_p ناکارآمد است. حال فرض کنید که هر واحد تصمیم‌گیری از دو مرحله تشکیل شده است، ابتدا از بردار $X \epsilon R_m$برای تولید میانی $Z \epsilon R_k$ و سپس در مرحله دوم از Z برای تولید نهایی $Y \epsilon R_s$ استفاده می‌کند. به طور شهودی، این واحد را می‌توان همانطور که در شکل ۱ نشان داده شده است، کارایی DMU_p با حل مسئله زیر به دست می‌آید:

$$Max\ \theta_p = \frac{UY_p}{VX_p} \qquad (۲)$$
$$S.t\ \ \frac{UY_j}{WX_j} \leq 1, \forall j$$
$$\frac{WY_j}{VX_j} \leq 1, \forall j$$
$$U \geq 1s\varepsilon, \quad U \geq 1m\varepsilon, \qquad U \geq 1k\varepsilon,$$

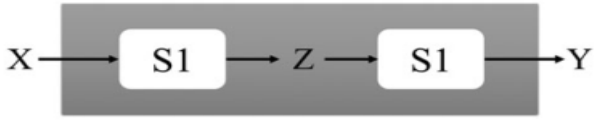
اگر (*V، *W، *U) جواب بهینه مدل (۲) باشد، راندمان DMU_p و راندمان طبقات با استفاده از معادلات زیر بدست می‌آیند:

$$DMU_p \quad \text{efficiency}=\frac{U^*Y_p}{V^*X_p} \qquad (۳)$$

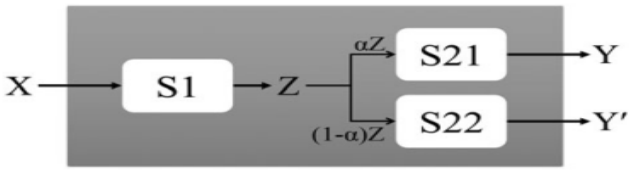
$$DMU_p \quad \text{First -stage efficiency}=\frac{W^*Z_p}{V^*X_p}$$

$$DMU_p \quad \text{second -stage efficiency}=\frac{U^*Y_p}{W^*Z_p}$$

در مرحله اول، تلاش شرکت‌های پتروشیمی معطوف به کار است (با در نظر گرفتن امکانات و سرمایه و تمام نهاده‌های موجود و تنوع محصول، ظرفیت تولید، آموزش منابع انسانی). به همین دلیل، عملکرد در مرحله اول، کارایی شرکت‌ها را نشان می‌دهد. در مرحله دوم، با در نظر گرفتن کار انجام شده در مرحله اول، عملکرد دو بخش مالی و پایدار آن بررسی می‌شود. بنابراین عملکرد در مرحله دوم، اثربخشی شرکت‌ها را نشان می‌دهد. بدیهی است که از ترکیب کارایی و اثربخشی، کارایی کلی را از طریق بهره‌وری به دست می‌آید.



شکل ۱ . شبکه دو مرحله ایی



شکل ۲. ساختار شبکه دو مرحله ایی در صنعت پتروشیمی

۴-۲- ساختار شبکه‌ای در صنعت پتروشیمی با رویکرد پایداری

در این بخش، ابتدا ساختار شبکه‌ای مناسبی برای ارزیابی عملکرد صنایع وابسته به پتروشیمی در ایران ارائه می‌شود. از آنجا که اهداف مختلفی در صنایع پتروشیمی دنبال

می‌شود، می‌توان دو مرحله اصلی را برای ارزیابی عملکرد در نظر گرفت. در مرحله اول، صنایع با هدف فراهم کردن شرایط برای دستیابی به اهداف کلان عالی فعالیت می‌کنند. در مرحله دوم، هدف آنها کسب سود و افزایش شاخص‌های توسعه پایدار برای عملکرد پایدار در آینده است. بنابراین، ساختار شبکه برای هر صنعت پتروشیمی در شکل ۲ درنظر گرفته شده است.

$X\epsilon R^m, X \geq o, X \neq o, Z\epsilon R^k, Z \geq o, Z \neq o, Y\epsilon R^s, Y \geq o, Y \neq o$

$\acute{Y}\epsilon R^{\acute{s}}, \acute{Y} \geq o, \acute{Y} \neq o$

مدل زیر برای محاسبه کل راندمان و بهره‌وری تمام مراحل DMU_p با معرفی مضرب‌های مثبت، V برای X، W برای Z، U برای Y و $\acute{U}$ برای $\acute{Y}$ طراحی شده است (α سهم Z برای مرحله ۲۱S است).

$$Max \quad \theta_p = \frac{UY_p + \acute{U}\acute{Y}_p}{VX_p} \tag{۴}$$

$$\text{s.t} \ \frac{W \ Z_j}{V \ X_j} \leq 1, \qquad j = 1, \ldots, n$$

$$\frac{Z_j}{W(\alpha Z_j)} \leq 1, \qquad j = 1, \ldots, n$$

$$\frac{\acute{U}\acute{Y}_j}{W\left((1-\alpha)Z_j\right)} \leq 1, \qquad j = 1, \ldots, n$$

$$\frac{UY_j + \acute{U}Y_j}{WZ_j} \leq 1, \qquad j = 1, \ldots, n$$

$$U \geq 1s, U \geq 1s \quad \varepsilon, \ V \geq 1m\varepsilon, \acute{W} \geq 1k\varepsilon \quad o \leq \alpha \leq 1$$

در مدل (۴)، DMU_p کارایی کل است اگر $\theta_p^* = 1$ باشد: در غیر این صورت، ناکارآمد است. بدیهی است که کارایی کل مرحله اول و زیرمرحله‌های مرحله دوم را می‌توان پس از حل مسئله بالا با استفاده از معادلات زیر محاسبه کرد.

$$DMU_p \ (first \ - stage \ efficiency) \qquad \theta_1^* = \frac{W^* Z_p}{V^* X_p} \tag{۵}$$

$$DMU_p \ S21 \ \ (second \ - stage \ \ efficiency) \qquad 21^* = \frac{W^* Z_p}{V^* X_p} = \theta$$

$$DMU_p \ S22 \ \ (second \ - stage \ \ efficiency)$$

$$\theta_{22}{}^* = \frac{\acute{U}^* \acute{Y}_p}{W^*\left((1-\alpha^*)Z_p\right)}$$

$$DMU_p \ S2 \ \ (second \ - stage \ \ efficiency) \qquad 2^* = \frac{U^* Y_p + \acute{U}^* \acute{Y}_p}{W^* Z_p} = \theta$$

با استفاده از روابط، مدل (۵) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\theta_2^* = \mu\theta_{21}^* + (1-\mu)\theta_{22}^*\,,\ \ o < \mu < 1$$

به عبارت دیگر:

$$\mathrm{Min}\{\theta_{21}^*, \theta_{22}^*\} < \theta_2^* < Max\{\theta_{21}^*, \theta_{22}^*\}$$

و همچنین:

$$\theta_p^* = \theta_1^* * \theta_2^*$$

مسئله زیر را می‌توان با استفاده از تبدیلات چارنز-کوپر و تغییر متغیرها برای حل مدل (۴) به دست آورد.

$$Max\ \ \theta_p = UY_p + \acute{U}\acute{Y}_p \qquad (۶)$$

$$\begin{aligned}
&\text{S.t} \quad UY_j - \acute{W}\ Z_j \le o && j = 1,\dots,n\\
&\acute{U}\acute{Y}_j - \ddot{W}\ Z_j < o && j = 1,\dots,n\\
&WZ_j - V\ X_j \le o && j = 1,\dots,n\\
&UY_j + \acute{U}\acute{Y}_j - WZ_j \le o && j = 1,\dots,n\\
&V\ X_p = 1\\
&W = \acute{W} + \ddot{W}\\
&U \ge 1s, \quad U \acute{\ge} 1\acute{s}\ \ \varepsilon, \quad V \ge 1m\varepsilon, \quad \acute{W} \ge 1k\varepsilon, \quad \ddot{W} \ge 1k\varepsilon
\end{aligned}$$

$$\frac{1}{V\,X_p} = t,\ tv \equiv v,\ tu \equiv u,\ t\acute{u} \equiv \acute{u},\ \mathrm{t}\,\alpha\, w \equiv \acute{w}, t(1-\alpha)w \equiv w,\ tw \equiv w$$

بخش واحدهای تصمیم‌گیری، ورودی تولید میانی و خروجی هر واحد را پوشش می‌دهد. داده‌های مطالعه از ده شرکت پتروشیمی ایران در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ جمع‌آوری شده است. در مطالعه حاضر، ورودی‌های هر شرکت پتروشیمی به شرح زیر است:

جدول۱. ورودی های در شرکت پتروشیمی

ورودی ها	توضیحات
دسترسی به خوراک	فاصله انتقال و تحویل خوراک متناسب با ظرفیت تولید، طبق نظر کارشناسان در محدوده صفر تا ۱۰ در نظر گرفته می‌شود، یعنی هرچه به ۱۰ نزدیک‌تر باشد، دسترسی به خوراک آسان‌تر است.
منابع انسانی	تعداد کارکنان شاغل در تمام سطوح تخصص و تحصیلات
سرمایه	سرمایه رسمی ثبت شده در اداره ثبت شرکت‌ها
تجربه مدیریتی	تجربه حرفه‌ای هیئت مدیره در صنایع نفت، گاز و پتروشیمی

شاخص‌های تولید میانی و خروجی نهایی هر یک از شرکت‌های پتروشیمی که حاصل پردازش داده‌های ورودی هستند، به شرح جداول زیر است:

جدول۲. شاخص های میانی در شرکت پتروشیمی

شاخص‌های تولید میانی	توضیحات
تنوع محصول	تعداد محصولات تولیدی در هر مجتمع
ظرفیت تولید	میزان تولید در هر مجتمع (تن در سال)
آموزش نیروی انسانی	مجموع آموزش‌های فنی و تخصصی کارکنان (نفر ساعت)

جدول۳. خروجی های نهایی در شرکت پتروشیمی

خروجی نهایی	توضیحات
نسبت جاری	نسبت جاری= $\frac{\text{کل دارائی‌های جاری}}{\text{کل بدهی‌های جاری}}$
بازده دارایی ها	بازده دارایی ها = $\frac{\text{درآمد خالص}}{\text{میانگین کل دارایی}}$
گردش موجودی	گردش موجودی = $\frac{\text{بهای تمام شده محصول فروخته شده}}{\text{میانگین کل دارایی}}$
بازده حقوق صاحبان سهام	بازده حقوق صاحبان سهام = $\frac{\text{درآمد خالص}}{\text{حقوق صاحبان سهام}}$
گردش مالی مطالبات	گردش مالی مطالبات = $\frac{\text{فروش}}{\text{میانگین حساب‌های دریافتنی}}$
بازده فروش	بازده فروش = $\frac{\text{درآمد خالص}}{\text{فروش خالص}}$
سود عملیاتی	سود عملیاتی=(مخارج مالی – مخارج کل)- فروش کل

با توجه به اهمیت شاخص‌های توسعه پایدار در مطالعه حاضر، زیربخش دوم از بخش دوم در خصوص ساختار واحدهای تصمیم‌گیری به عملکرد صنایع مرتبط با پتروشیمی در زمینه توسعه پایدار اختصاص داده شده است. شاخص‌های مؤثر بر عملکرد صنایع به شرح زیر در نظر گرفته شدند:

جدول۴. خروجی توسعه پایدار شرکت پتروشیمی

خروجی توسعه پایدار	توضیحات
محیط‌زیست	میزان کاهش انتشار آلاینده‌ها
استراتژی	برای تثبیت و حفظ سودآوری شرکت، هر شرکت باید استراتژی داشته باشد که سطح برنامه‌ریزی در شرکت‌ها را نشان دهد.
سرمایه‌گذاری	تغییرات برای حفظ سودآوری شرکت شامل اختصاص بخشی از سود برای سرمایه‌گذاری‌های آینده برای ایجاد مزایای رقابتی است.
به‌کارگیری دانش جدید	برای به‌روز ماندن در رقابت، استفاده از اطلاعات به‌روز برای تولید کاملاً ضروری است، بنابراین می‌توان به‌کارگیری فناوری‌های جدید را یکی از شاخص‌های توسعه پایدار دانست.
اجرای پروژه‌های داخلی	نوسازی تجهیزات و فناوری‌های مورد استفاده در صنعت پتروشیمی می‌تواند تا حد زیادی از هدررفت انرژی و مواد اولیه و تخریب محیط□زیست جلوگیری کند. بنابراین می‌تواند عامل مهمی در حفظ سودآوری شرکت باشد.
طرح توسعه	بدیهی است که توسعه شرکت‌ها در یک بازار مطلوب با افزایش ظرفیت برای کاهش هزینه‌های تولید می‌تواند به حفظ سودآوری شرکت کمک کند.
تحقیق	در نظر گرفتن تغییرات آسیب‌شناختی احتمالی در وضعیت فعلی و گذشته هنگام انجام مطالعات آینده‌پژوهی برای پیش‌بینی وضعیت آینده می‌تواند یک استراتژی بسیار مؤثر برای تدوین برنامه‌های کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت از طریق پروژه‌های تحقیقاتی باشد.
تحقیقات منجر به تولید دانش	شامل تغییراتی در اجرای پروژه‌های تحقیقاتی مشترک در صنعت پتروشیمی و دانشگاه‌ها می‌شود که می‌تواند منجر به تولید دانشی شود که برای شناسایی نقاط ضعف و قوت شرکت‌ها مفید است.
فناوری اطلاعات	کاربرد فناوری اطلاعات جدید می‌تواند به تأمین مواد اولیه و توزیع و فروش محصولات کمک شایانی کند.

با توجه به اهمیت هر یک از ورودی‌ها، محصولات واسطه‌ای و خروجی‌های مالی و توسعه پایدار، مطالعه حاضر از محدودیت‌های وزنی نیز برای بررسی رابطه بین این شاخص‌ها استفاده نموده است. با توجه به اینکه V به عنوان وزن متناظر ورودی‌ها، W به عنوان وزن متناظر محصولات واسطه‌ای، U به عنوان وزن متناظر خروجی‌های مالی و Uبه عنوان وزن متناظر خروجی‌های توسعه پایدار عمل می‌کند، محدودیت‌های وزنی از نظر مدیریتی طبق سیاست‌ها و اسناد بالادستی فعلی به شرح زیر است (شاخص متغیرها مانند شاخص‌ها در جدول ۱ است).

روابط زیر محدودیت‌های وزنی ورودی هستند.

$$V_1 \geq 1.02\, V_3, \quad V_3 \geq 1.02\, V_2, \quad V_2 \geq 1.02\, V_4, \quad V_4 \geq 1.04\, V_5 \tag{۷}$$

این روابط نشان می‌دهد که دسترسی به خوراک مهم‌ترین عامل ورودی است و پس از آن به ترتیب سرمایه، منابع انسانی، تجربه مدیریتی و سابقه شرکت قرار دارند. محدودیت‌های وزنی محصولات واسطه‌ای به شرح زیر در نظر گرفته شد.

$$W_2 \geq 1.03\, W_1, \quad W_1 \geq 1.02\, W_3 \tag{۸}$$

روابط فوق نشان می‌دهد که ظرفیت تولید از دو عامل دیگر تولید واسطه‌ای، یعنی تنوع محصول و آموزش منابع انسانی، به ترتیب، مهم‌تر است. محدودیت‌های وزنی خروجی‌های مالی به شرح زیر بود.

$$U_8 1.03\, U_5, \; U_5 \geq 1.04\, U_1, \quad U_1 \geq 1.02\, U_3, \quad U_3 \geq 1.03 U_4, \quad U_4 \geq 1.02 U_2, \quad U_2 \geq 1.04 U_6, \quad U_6 \geq 1.02 u_7 \tag{۹}$$

این روابط نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل از نظر مالی، سود عملیاتی و سپس بازده فروش بوده و پس از آن به ترتیب بازده دارایی‌ها، نسبت جاری، نسبت بدهی، بازده حقوق صاحبان سهام، گردش موجودی کالا و گردش مطالبات قرار دارند. محدودیت‌های وزنی شاخص‌های خروجی توسعه پایدار به شرح زیر در نظر گرفته شد.

$$\acute{U}_6 \geq 1.04\, \acute{U}_{7,}\, , \acute{U}_7 \geq 1.02\, \acute{U}_{3,}\, , \acute{U}_3 \geq 1.03\, \acute{U}_{2,}\, , \acute{U}_2 \geq 1.03\, \acute{U}_{5,}\, , \acute{U}_5 \geq 1.04\, \acute{U}_{1,}\, , \acute{U}_1 \geq 1.02\, \acute{U}_{4,}\, , \acute{U}_4 \geq 1.02\, \acute{U}_{9,}\, , \acute{U}_9 \geq 1.04\, \acute{U}_{8,} \tag{۱۰}$$

روابط نشان می‌دهد که مهم‌ترین عامل در توسعه پایدار، طرح توسعه است و پس از آن به ترتیب تحقیق، سرمایه‌گذاری، استراتژی، اجرای پروژه‌های داخلی، محیط‌زیست، کاربرد دانش جدید، فناوری اطلاعات و تحقیقات منجر به تولید دانش قرار دارند. پس از تعیین محدودیت‌های وزنی، مدل (۶) با مجموعه‌ای از محدودیت‌های ۷، ۸، ۹ و ۱۰، مدل نهایی می‌باشد. با این حال، این مدل باید برای همه شرکت‌های مورد مطالعه حل شود.

۵- تجزیه و تحلیل

مدل (۶) که با محدودیت‌های وزنی ۷، ۸، ۹ و ۱۰ طراحی شده است، برای تمام شرکت‌های پتروشیمی در طول سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۲۲ پیاده‌سازی شد. جدول ۵ شامل نتایج به‌دست‌آمده در مورد کارایی مراحل و کارایی کل شرکت‌ها در دوره زمانی مورد نظر است.

جدول۵. کارایی مراحل و کل شرکت‌های پتروشیمی

شرکت‌ها	کارایی مرحله اول		کارایی مالی		کارایی توسعه پایدار		کارایی کل	
	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۳	۲۰۲۲	۲۰۲۳
پتروشیمی آریا ساسول	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱
پتروشیمی امیرکبیر	۰/۵۵	۰/۷۲	۱	۱	۰/۸۲	۰/۵۸	۰/۵۵	۰/۷۲
پتروشیمی پردیس	۱	۱	۱	۱	۰/۸۳	۰/۸۲	۰/۷۸	۰/۷۶
پتروشیمی جم	۱	۱	۱	۱	۰/۹۶	۰/۶۶	۰/۹۸	۰/۹۳
پتروشیمی خراسان	۰/۶۴	۰/۵۵	۱	۱	۱	۱	۰/۱۴	۰/۵۵
پتروشیمی زاگرس	۱	۱	۰/۳۹	۰/۹۴	۰/۶۵	۰/۵۲	۰/۵۹	۰/۹۱
پتروشیمی شازند	۱	۱	۰/۹۴	۱	۰/۵۳	۰/۵۶	۰/۸۴	۰/۸۶
پتروشیمی شیراز	۰/۸	۱	۰/۲۴	۰/۱۷	۰/۹۸	۰/۷۴	۰/۷۸	۰/۷۳
پتروشیمی کرمانشاه	۱	۱	۰/۳۵	۰/۳۶	۰/۶۵	۰/۶۷	۰/۶۱	۰/۶۲
پتروشیمی مارون	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱	۱

طبق نتایج، تنها شرکت‌های انتخاب شده از بین ده شرکت، شرکت‌های آریا ساسول و پتروشیمی مارون، در تمام مراحل و سال‌ها کارآمد تشخیص داده شده است. بنابراین آریا ساسول و مارون در دوره مورد نظر، رتبه های برتر را کسب کردند. پس از آن، شرکت‌های جم و پردیس در هر دو سال به ترتیب با کارایی کل ۰/۹۸ در سال ۲۰۲۲ و ۰/۹۳ در سال ۲۰۲۳، در رتبه دوم و سوم در بین تمام واحدها قرار گرفته‌اند. در مرحله اول، شرکت‌های آریا ساسول، پردیس، جم، زاگرس، شازند، کرمانشاه و مارون، در سال ۲۰۲۲ همگی کارآمد بودند و آریا ساسول، پردیس، جم، زاگرس، شازند، شیراز، کرمانشاه و مارون نیز در سال ۲۰۲۳ کارآمد بودند. از نظر مالی، شرکت‌های آریا ساسول، امیرکبیر، پردیس، جم، خراسان و مارون در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ کارآمد بودند. از نظر توسعه پایدار، شرکت‌های آریا ساسول، خراسان و مارون در سال‌های ۲۰۲۲ و ۲۰۲۳ کارآمد بودند. ناکارآمدی سایر شرکت‌ها به جز آریا ساسول و مارون می‌تواند هم به سودآوری پایدار (از نظر مالی) و هم به توسعه پایدار مربوط باشد. عملکرد ضعیف اکثر شرکت‌های پتروشیمی از نظر توسعه پایدار آشکار است و نشان می‌دهد که در این شرکت‌ها توجه جدی به سرمایه‌گذاری و طرح‌های توسعه نشده است. در شرکت‌های پتروشیمی آریا ساسول و مارون، به دلیل تولید سبد مؤثری از محصولات پلیمری، استفاده از خوراک گاز و اجرای طرح توسعه در صنایع بالادستی زنجیره ارزش بهتری را در مقایسه با سایر واحدهای پتروشیمی ایجاد کرده است، ظرفیت هر واحد تولیدی (محصولات خاص) نیز به طور بهینه انتخاب شده است. علاوه بر این، شرکت‌ها با وجود کمبود محصولات پتروشیمی در ایران مارون استفاده بهینه و دقیق از مقررات و دستورالعمل‌های صدور مجوز و شناسایی دقیق بازار مصرف مواد اولیه برای صنایع پایین دستی را به اجرا گذاشت.

۶- نتیجه گیری

مطالعه حاضر، کارایی کل و زیرمولفه‌های شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار را طی سال‌های ۲۰۲۳-۲۰۲۲ با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار داد. چندین مدل دو مرحله‌ای با در نظر گرفتن سرمایه، منابع انسانی و سابقه به عنوان ورودی‌ها و ساعات آموزشی، تنوع محصول و ظرفیت تولید به

عنوان شاخص‌های عملکرد طراحی شد. طبق خروجی مرحله اول، شرکت‌ها به شاخص‌های مالی (نسبت‌های مالی) و توسعه پایدار که به عنوان کارایی شناخته می‌شوند، دست یافته‌اند. طبق نتایج، یک شرکت پتروشیمی زمانی کارآمد است که از نظر همه مؤلفه‌ها در مراحل مختلف کارآمد باشد. بر این اساس، شرکت پتروشیمی آریا ساسول و مارون در تمام مراحل در دوره زمانی ۲۰۲۳-۲۰۲۲، از نظر مالی و توسعه پایدار، شرکتی کارآمد شناخته شده‌اند. پس از در نظر گرفتن همه عوامل و شاخص‌ها، این دو شرکت در بین شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار ایران رتبه اول و دوم را کسب کردند و پس از آنها شرکت جم قرار گرفت. پیشنهاد می‌گردد در تحقیقات آتی طیف بیشتری از شرکت‌های پتروشیمی بورسی و غیر بورسی با شاخص‌های متنوعی مورد مقایسه قرار گیرند.

منابع

- ابراهیمی، امیر، سلیمانی دامنه، رضا و شول، عباس (۱۴۰۲). ترسیم مرز کارایی در ساختارهای دومرحله ای:
- رویکرد ورودی – خروجی محور شعاعی و غیرشعاعی. چشم انداز مدیریت صنعتی، دوره ۱۳، شماره ۳، ۱۹۵-۲۲۲.
- اخباری، حمیدرضا، محمد زاده سالطه، حیدر، برادران حسن زاده، رسول و زینالی، مهدی (۱۴۰۲). سنجش کارایی بازده سهام مبتنی بر ریسک با استفاده ازروش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویای فازی (مطالعه موردی صنعت پتروشیمی). فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، دوره نوزدهم، شماره ۱۹، ۹۱-۱۲۰.
- استادی، بختیار و میثم زرینکلاه، میثم (۱۳۹۹). ارزیابی کارآیی شرکت‌های پتروشیمی مبتنی بر کارکردهای منابع انسانی، عملیات و فروش و رتبه بندی آنها با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. نشریه مهندسی و مدیریت کیفیت ، جلد ۱۰، شماره ۳، ۲۶۷-۳۲۵۹ .
- امیری، حسین (۱۳۹). ارزیابی کارایی بانکهای منتخب در ایران و ارتباط آن با متغیرهای درون بانکی و کلان اقتصادی. مطالعات اقتصادیِ کاربردی ایران. سال ۷، شماره ۲۶، ۸۹-۱۱۴.
- امامی میبدی، علی، کریمیان، زهرا، و رحمانی صفتی، محمد حسین (۱۳۹۰). اندازه گیری کارایی فنی و بهره وری مجتمع های پتروشیمی ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۲۹، ۶۱-۸۱.
- الفت، لعیا، امیری، مقصود و روشن میمندی، زهرا (۱۴۰۲). ارزیابی عملکرد شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های یکپارچه با مجموعه مشترک وزن‌ها و تحلیل مؤلفه‌های اصلی. مجله تحقیق در عملیات و کاربردهای آن. سال بیستم، شماره ۲، ۱-۲۳.
- دعائی، میثم، شاوزی پور، بابوشکا و زمانی سبزی، مهدی (۱۳۹۵). کارایی و اثربخشی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران: بر اساس راهبرد تنوع. فصلنامه دانش سرمایه گذاری، شماره ۱۸، ۲۲۹-۲۵۱.

- رشنوادی، یعقوب و روح الهی، محمد علی (۱۳۹۶). مدل برنامه ریزی استراتژیک تکنولوژی درصنعت پتروشیمی ایران با استفاده از فرآیند تحلیل شبکه‌ای. پژوهش‌های مدیریت راهبردی، شماره ۶۸، ۳۸-۶۸.
- سلیمانی‌دامنه، رضا، مؤمنی،منصور، مصطفایی، امین و رستمی‌مال‌خلیفه، محسن (۱۳۹۶). توسعه یک مدل تحلیل پوششی‌داده‌های شبکه‌ای پویا برای ارزیابی‌عملکرد بانک‌ها. چشم انداز مدیریت‌صنعتی، شماره ۲۵، ۷-۸۹.
- فتحی، بهرام، خداپرست مشهدی، مهدی، همایونی فر، مسعود و سجادی فر، سید حسین (۱۳۹۶). ارزیابی عملکرد کارایی زیست‌محیطی کشورهای منتخب براساس تحلیل فراگیر داده‌ها و تئوری بازی ها در محیط رقابتی. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، شماره ۵۳، ۱۰۵-۱۳۳.
- قاسمی، حمیدرضا، زحمتکش، ابوذر، فیاض، علی و مرتضوی، محبوبه (۱۳۹۷). نقش وابستگی به دولت در تحلیل کارایی و شفافیت شرکت. حسابداری دولتی، شماره۱، ۶۹-۸۴.
- مجیدی، سارا، فلاح لاجیمی، حمیدرضا و صفایی قادیکلایی، عبدالمجید (۱۴۰۰). بررسی نظام‌مند مبانی نظری کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی عملکرد دانشگاه‌ها و مؤسسه های آموزش عالی. چشم انداز مدیریت صنعتی، دوره ۱۱، شماره ۴۱، ۵۳-۷۹.
- Alsahlawi, M.A. Measuring Energy Efficiency in GCC Countries Using Data Envelopment Analysis. J. Bus. Inq. 2013, 12, 15–30
- Atris, A. M. (2020). Assessment of oil refinery performance: Application of data envelopment analysis-discriminant analysis. Resources Policy, 65, 101543 .
- Bazargan, A. R., Najafi, S. E., Hosseinzadeh Lotfi, F., Fallah, M. (2023). Technical analysis of petrochemical industries of Iran using a network data envelopment analysis model. International journal of research in industrial engineering, 12(4), 337-363 .
- Coelho, M. B., Lacerda, D. P., Piran, F. A. S., Silva, D. O. D., Sellitto, M. A. (2023). Project Management Efficiency Measurement

with Data Envelopment Analysis: A Case in a Petrochemical Company. Applied System Innovation, 7(1), 2 .

- Cook, W. D., & Zhu, J. (2007). Classifying inputs and outputs in data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 180(2), 692–699 .
- Du, J., Liang, L., Chen, Y., Cook, W. D., & Zhu, J. (2011). A bargaining game model for measuring performance of two-stage network structures. European Journal of Operational Research, 210(2), 390–397 .
- Emrouznejad, A., & De Witte, K. (2010). COOPER-framework: A unified process for non-parametric projects. European Journal of Operational Research, 207(3), 1573–1586 .
- Fathi, B., Ashena, M., & Bahari, A. (2021). Energy, environmental, and economic efficiency in fossil fuel exporting countries: A modified data envelopment analysis approach. Sustainable Production and Consumption, 26, 588–596 .
- Fathi,B., Malihe, A., & Majid Anisi, M.(2022). Efficiency evaluation of sustainability indicators in a two stage network structure: a Nash bargaining game approach. Environment, Development and Sustainability, 25,1832-1851.
- Fallahpour, A., Olugu, E. U., Musa, S. N., Khezrimotlagh, D., & Wong, K. Y. (2016). An integrated model for green supplier selection under fuzzy environment: Application of data envelopment analysis and genetic programming approach. Neural Computing and Applications, 27, 707–725 .
- Fallah, M., Hosseinzadeh Lotfi, F. (2020). Sustainability assessment of Iranian petrochemical companies in stock exchange: A data envelopment analysis-based approach. Expert systems, 37(3), e12359 .
- Friedman, L., & Sinuany-Stern, Z. (1998). Combining ranking scales and selecting variables in the DEA context: The case of industrial branches. Computer and Operations Research, 25(9), 781–791 .
- Gobbo, S. C. O., Mariano, E. B., & Gobbo, J. A. (2021). Combining social network and data envelopment analysis: A proposal for a

selection employment contracts effectiveness index in healthcare network applications. Omega, 103, 102377 .

- Han, Y. M., Geng, Z. Q., Zhu, Q. X. (2016). Energy optimization and prediction of complex petrochemical industries using an improved artificial neural network approach integrating data envelopment analysis. Energy Conversion and Management, 124, 73-83 .
- Halkos, G., Tzeremes, N. G., & Kourtzidis, S. A. (2014). A unified classification of two-stage DEA models. Surveys in Operations Research and Management Science, 19, 1–16 .
- Hosseini, K., Stefaniec, A. (2019). Efficiency assessment of Iran's petroleum refining industry in the presence of unprofitable output: A dynamic two-stage slacks-based measure. Energy, 189, 116112 .
- Jenkins, L., & Anderson, M. (2003). A multivariate statistical approach to reducing the number of variables in data envelopment analysis. European Journal of Operational Research, 147(1), 51–61 .
- Li, A., Zhang, A., Huang, H., Yao, X. (2018). Measuring unified efficiency of fossil fuel power plants across provinces in China: An analysis based on non-radial directional distance functions. Energy, 152, 549-561 .
- Lozano, S. (2016). Slacks-based inefficiency approach for general networks with bad outputs: An application to the banking sector. Omega, 60, 73–84 .
- Mahmoudi, M. J., Fathi, B., Sajadifar, H., & Shahsavari, A. (2012). Measuring efficiency of water and wastewater company: A DEA approach. Research Journal of Applied Sciences, Engineering and Technology, 4(12), 1642–1648 .
- Mallikarjun, S. (2015). Efficiency of US airlines: A strategic operating model. Journal of Air Transport Management, 43, 46–56 .
- Mariano, E. B., Ferraz, D., & de Oliveira Gobbo, S. C. (2021). The human development index with multiple data envelopment analysis approaches: A comparative evaluation using social network analysis. Social Indicators Research, 157, 443–500.

- Ranjbar, M.H.; Abedini, B.; Afroomand, E. Performance evaluation of petrochemical firms accepted in Tehran stock exchange using DEA (window analysis). Eur. Online J. Nat. Soc. Sci. 2013, 2, 580–588 .
- Ramanathan, R. (2003). An introduction to data envelopment analysis: A tool for performance measurement. Sage Publications .
- Rezaee, M. J., Moini, A., & Makui, A. (2012). Operational and non-operational performance evaluation of thermal power plants in Iran: A game theory approach. Energy, 38(1), 96–103 .
- Rahmani, I., Barati, B., Dalfard, V. M., & Hatami-Shirkouhi, L. (2014). Nonparametric frontier analysis models for efficiency evaluation in insurance industry: A case study of Iranian insurance market. Neural Computing and Applications, 24, 1153–1161 .
- Sueyoshi, T., Wang, D. (2014). Sustainability development for supply chain management in US petroleum industry by DEA environmental assessment. Energy Economics, 46, 360-374.
- Sun, H., Ikram, M., Mohsin, M., & Zhang, J. (2021). Energy security and environmental efficiency: Evidence from OECD countries Qaiser Abbas. The Singapore Economic Review, 66(2), 489–506.
- Seiford, L. M., & Zhu, J. (1999). Profitability and marketability of the top 55 US commercial banks. Management Science, 45(9), 1270–1288.
- Wang, Y., Yao, L., Cui, S., Zhu, Z. (2022). Eco-efficiency Assessment of Chinese Petrochemical Enterprises: A Data Envelopment Analysis Approach. Energy & Environment, 33(6), 1160-1180.
- Wang, C. H., Gopal, R. D., & Zionts, S. (1997). Use of data envelopment analysis in assessing information technology impact on firm performance. Annals of Operations Research, 73, 191–213.
- Wu, J., Lv, L., Sun, J., & Ji, X. (2015). A comprehensive analysis of China's regional energy saving and emission reduction efficiency: From production and treatment perspectives. Energy Policy, 84, 166–176.
- Yu, M. M., Chen, L. H., & Hsiao, B. (2016). Dynamic performance assessment of bus transit with the multiactivity network structure. Omega, 60, 15–25.

Evaluating the Efficiency of Selected Iranian Petrochemical Companies Using Dynamic Network Data Envelopment Analysis Approach

Mohsen Nouri
PHD. Student, Department of Financial Engineering, Islamic Azad University Kish International Branch, Kish, Iran, (naft2014ahvaz@gmail.com)

Bahram Fathi [1]
Assistant Professor, Department of Economics, School of Management and Accounting, Shahryar Branch, Islamic Azad University, Shahryar, Iran, (bahram.Fathi@iau.ac.ir)

Received: 2025/05/19 Accepted: 2025/08/11

Abstract

Efficiency assessment is always of particular importance with respect to various indicators. There are various techniques for evaluating petrochemical companies, among which, the data envelopment analysis technique is one of the best techniques that can be used to calculate the relative efficiency of decision-making units with network structures. In this article, ten petrochemical companies listed on the Iranian Stock Exchange were analyzed. These companies were measured in terms of financial performance and sustainable development, and their relative efficiency was calculated during the years 2022-2023. Accordingly, Aria Sasol Petrochemical Company and Maroon were recognized as efficient companies in all stages in terms of financial and sustainable development. After considering all factors and indicators, these two companies ranked first and second among petrochemical companies listed on the Iranian Stock Exchange, and then Jam Company was ranked third. According to the results obtained, only Maroon Petrochemical Company was recognized as efficient in all areas and years. The results also showed that four companies were financially efficient in the period under study. In the overall conclusion about the performance of the companies, Maroon ranked first, Jam ranked second, and Zagros ranked third.

JEL Classification: C14, C79, D2, Q4.
Keywords: Efficiency, Data Envelopment Analysis, Dynamic Network.

1. Corresponding Author