



## ارائه الگوی مقایسه‌ای و رتبه‌بندی مالی شرکت‌های پتروشیمی با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا (DNDEA)

علی حسن پور

دانشجوی دکتری گروه مدیریت صنعتی - مالی دانشگاه آزاد اسلامی بابل

رحمت علیزاده (نویسنده مسؤول)

استادیار گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی بابل

Email: alizaderahmat95@gmail.com

علی نبوی چاشمی

دانشیار گروه مدیریت دانشگاه آزاد اسلامی بابل

تاریخ دریافت: ۹۹/۱۱/۳۰ \* تاریخ پذیرش ۱۴۰۰/۰۲/۲۸

### چکیده

امروزه ارزیابی عملکرد بر مبنای کارایی در سیستم‌های چندبخشی - چنددوره‌ای بطور فزاینده‌ای در اخذ تصمیمات مدیریتی و سرمایه‌گذاری دارای اهمیت می‌باشد. از سوی دیگر ساختار مالی به عنوان مهمترین پارامتر موثر برای ارزش‌گذاری شرکت برای تصمیمات سرمایه‌گذاری شناخته شده است. در این مقاله تلاش شد تا یک الگوی مقایسه‌ای جهت رتبه‌بندی مالی شرکت‌های پتروشیمی با استفاده از رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا (DNDEA) ارائه گردد. در ابتدا، یک مدل رابطه‌ای بر اساس شاخص ورقه سود، شاخص ترازنامه، نسبت سلامت مالی و نسبت نقد شوندگی سهام، تحت یک ساختار شبکه پویا ارائه شد. سپس، اثر پویای شاخص‌ها (ناقل‌ها و رابطه‌ها) در آن گنجانده شد تا امتیازات کارایی به‌درستی برای این چهار زیر ساخت محاسبه شود. در ادامه با استفاده از دو مدل CCR و AP به محاسبه کارایی شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار ایران پرداختیم و نتایج استخراج شد. براساس یافته‌های تحقیق از ۱۸ شرکت پتروشیمی مورد مطالعه در روش CCR دو شرکت و در روش AP یک شرکت کاراً شناخته شدند. البته نتایج حاکی از میزان همبستگی قوی ۷۱ درصدی دو روش است.

**کلمات کلیدی:** بورس اوراق بهادار، صنایع پتروشیمی ایران، عملکرد مالی، تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا.

## ۱- مقدمه

صاحب‌نظران حوزه مدیریت و توسعه بر اهمیت و جایگاه مدل‌های ارزیابی و مدیریت عملکرد، به‌عنوان یکی از شاخص‌های معتبر توسعه یافتگی جوامع و سازمان‌ها و نیز کلید حیاتی تحقق اهداف توسعه در ابعاد فردی و اجتماعی تأکید می‌کنند. بدون شک ارزیابی عملکرد در محیط رقابتی امروزه بسیار حائز اهمیت است و به‌عنوان مهم‌ترین ابزار برای ارزشگذاری شرکت‌ها برای جهت‌گیری آن‌ها در بازار سرمایه مطرح می‌شود. به این منظور یک ارزیابی صحیح و دقیق بسیار ضروری می‌باشد. اندازه‌گیری عملکرد شرکت اطلاعاتی در مورد شدت مشکلات و اقدامات احتیاطی که در آینده باید گرفته شود ارائه می‌کند. تا بدان وسیله به نقاط ضعف خود پی برده و اصلاحات لازم را قبل از مواجه شدن با مشکلات جدی و خروج از محیط رقابتی انجام دهند. این ارزیابی نه تنها برای مدیران بلکه برای سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان و سهامداران که به دنبال افزایش سرمایه می‌باشند نیز دارای اهمیت است، زیرا آنچه که سهامداران را به سرمایه‌گذاری پس‌اندازهای‌شان در فعالیت خاص سوق می‌دهد عملکرد مطلوب آن صنعت است در نتیجه افزایش ارزش شرکت و در نهایت افزایش ثروت سهامداران را دربر خواهد داشت (Naseri, Omrani, Noush Azar, 2015) از طرف دیگر آنچه در شرکت‌ها اتفاق می‌افتد در ابتدا ثروت سهامداران و سرمایه‌گذاران را تحت تاثیر قرار می‌دهد. بنابراین می‌توان نتیجه گرفت ارزیابی عملکرد به دلایل زیر دارای اهمیت است:

- پی بردن به نقاط ضعف و پیدا کردن راه حل برای حل آن‌ها می‌شود.
- پیدا کردن نقاطی که امکان پیشرفت در آن ممکن است.
- تعیین رتبه و سطح شرکت در میان رقبا در یک صنعت
- تعیین سطح استاندارد هر معیار در صنعت
- افزایش ثروت سهامداران
- افزایش وفاداری مشتریان به دلیل ارتباط با شرکت برتر در صنعت
- مقایسه کل صنعت با استانداردهای جهانی
- ابزاری برای نظارت و برنامه ریزی فعالیتهای شرکت
- تعیین این موضوع که تصمیمات گرفته شده احساسی نیست بلکه براساس منطقی است.

در واقع می‌توان گفت جهت‌گیری بهتر نظام اقتصادی و مالی در هر نهاد و شرکت وابسته به وجود بخش مالی کارآ و قدرتمند است، تجزیه و تحلیل مالی به‌عنوان یک بررسی از رابطه‌ی بین محاسبات مالی و توسعه شرکت در طول زمان معرفی می‌شود که مشخص می‌کند آیا شرکت استقلال کافی و توانایی پیش‌بینی برای آینده را داراست یا خیر (Sadeghi, Maleki, Mottaqi, 2018).

با توجه به موارد بالا تبیین و استفاده از یک روش مقایسه‌ای مناسب که به صورت پویا به ارزیابی می‌پردازد مهم است. روش تجزیه و تحلیل پوشش داده‌ها روش مبتنی بر برنامه‌ریزی جهت برآورد کارایی است. این روش بدون تعیین فرضیه و بر اساس تابع تولید عمل می‌کند. این روش با حل مدل‌های ریاضی برای مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیری و با استفاده از اطلاعات مربوط به میزان نهاده‌ها و ستاده‌های واقعی آن واحدها تابع تولید یا تابع هزینه را برآورد می‌کند. در تحلیل پوششی داده‌ها واحدهای تصمیم‌گیری صرفاً به دو گروه کارا و ناکارا افزاز شده و بصورت نسبی رتبه بندی می‌شوند.

گاهی اوقات ارزیابی عملکرد باید با حضور عوامل نامطلوب و مبهم سنجیده شود به همین علت در تحقیق حاضر روش مبتنی بر تحلیل پوشش داده‌ها با رویکرد پویا برای ارزیابی کارایی و رتبه‌بندی کامل واحدهای تصمیم‌گیری<sup>۱</sup> (DMU) معرفی خواهد شد. محققین جهت رفع عیب دیدگاه جعبه سیاه مدل‌های سنتی، به توسعه مدل‌های DEA<sup>۲</sup> شبکه ای پرداختند که ساختار داخلی واحدهای تصمیم‌گیری را در ارزیابی، مد نظر قرار می‌دهد (Soleimani Damaneh et al., 2017).

<sup>1</sup> Decision making units

<sup>2</sup> Data Envelopment Analysis

همچنین عده‌ای از محققین مدل‌های DEA پویا را جهت در نظر گرفتن زمان و ارزیابی چند دوره‌ای توسعه دادند. اما مدل‌های شبکه‌ای توسعه داده شده ایستا بودند و زمان را در ارزیابی نادیده می‌گرفتند، بنابراین مدل‌هایی که هم ساختار و هم زمان را در ارزیابی در نظر بگیرد مورد نیاز است. این پژوهش به دنبال طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا  $DNDEA^3$  جهت ارزیابی ساختارهای شبکه‌ای است که ساختار و زمان را در نظر می‌گیرد، یعنی هم کارایی بخشی و هم کارایی دوره و هم کارایی دوره‌ای هر بخش و هم کارایی پویای کل را می‌دهد. سپس از آن مدل در یک مطالعه کاربردی جهت ارزیابی شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار استفاده خواهیم کرد.

اغلب مطالعات ارزیابی شرکت‌های بورسی، از مدل‌های سنتی تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. از آنجا که عملکرد شرکت‌های بورسی همانند بسیاری از سازمان‌ها یک فرآیند چندمرحله‌ای است و مدل‌های سنتی به دلیل دیدگاه جعبه سیاه به این مراحل در ارزیابی توجه نمی‌کنند، نمی‌توانستند ارزیابی جامعی از عملکرد این شرکت‌ها داشته باشند. بنابراین ضروری است که از مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای جهت ارزیابی شرکت‌های بورسی استفاده شود. علاوه بر ضعف مدل‌های سنتی یکی دیگر از دلایلی که ضرورت استفاده از مدل‌های شبکه‌ای را در ارزیابی شرکت‌های بورسی می‌رساند، بحث تعیین ورودی‌ها و خروجی‌ها است. دو رویکرد جهت تعیین ورودی‌ها و خروجی‌های شرکت وجود دارد: رویکرد تولید و رویکرد واسطه‌ای. در رویکرد تولید یک خروجی می‌تواند ورودی رویکرد واسطه‌ای باشد. هیچ‌یک از رویکردها نسبت به دیگری برتری ندارد و محققان از یکی از این رویکردها استفاده می‌کنند و این امر منجر به عدم سازگاری در تخمین کارایی در میان مطالعات شده است. در حالی که با در نظر گرفتن ساختار شبکه‌ای برای شرکت‌ها می‌توان این معضل را حل کرد، برای مثال در دیدگاه شبکه‌ای سپرده‌ها خروجی یک مرحله و ورودی مرحله دیگر هستند و در واقع سپرده‌ها نقش دوگانه دارند. از آنجا که هدف از ارزیابی کارایی این است که نقاط ضعف را کشف کند و منبع عدم کارایی مشخص شود، بنابراین جهت ارزیابی عملکرد باید از مدل‌های

DEA شبکه‌ای استفاده کرد  
(Gharib, Azar, Moqbel & Dehghan-Nairi, 2019).

همان‌طور که بیان شد جهت ارزیابی بهتر و جامع‌تر شرکت‌های بورسی باید از مدل‌هایی استفاده شود که هم ساختار داخلی و هم زمان را در ارزیابی در نظر بگیرند. از آنجا که نه تنها استفاده از مدل‌های سنتی، بلکه استفاده از مدل‌های شبکه‌ای و مدل‌های پویا به تنهایی برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های بورسی کافی نیست، در این پژوهش پس از توسعه مدل شبکه‌ای پویا از آن جهت ارزیابی عملکرد استفاده می‌شود که کارایی کل، کارایی بخشی و کارایی هر دوره را می‌دهد. از این رو در این مقاله تلاش نموده‌ایم با دید گسترده ارزیابی عملکرد شرکت‌ها بر اساس چهار بخش و در دو مرحله با استفاده از صورت‌های مالی ارایه نماییم. هدف اصلی ما ارائه یک الگوی تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا (DNDEA) برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های پتروشیمی در بورس اوراق بهادار تهران است. از دیگر اهداف مقاله انتخاب بهینه‌ترین واحد تصمیم‌گیری و همچنین بررسی میزان تاثیر بخش‌ها و شاخص‌ها و معیارهای تاثیرگذار بر عملکرد مالی است.

الف) پیش زمینه‌ای برای DEA و DEA شبکه‌ای پویا:

رودز و همکاران<sup>۴</sup> (۱۹۷۸)، تحلیل پوششی داده‌ها را ارائه کردند که به مدل CCR معروف شد، در حقیقت، DEA بر اساس برنامه‌ریزی خطی (Linear Programming) عمل می‌کند و هدف آن بیشینه‌سازی عملکرد است. پس می‌توان آن را در گروه روش‌های بهینه‌سازی خطی چند هدفه (چند خروجی) در نظر گرفت. برای مثال از DEA می‌توان برای مقایسه کارایی واحدهای تصمیم‌گیری در یک شرکت استفاده کرد. همچنین از DEA برای اندازه‌گیری کارایی نسبی در بین صنایع مختلف یا شرکت‌ها به منظور مقایسه آن‌ها نیز می‌توان بهره‌برداری نمود. برای ارزیابی واحدهای با بازده به مقیاس متغیر، بنکر و همکاران (۱۹۸۴) مدل‌های BCC را عرضه کردند؛ اما مدل‌های CCR و BCC به فرآیند داخلی و نحوه تبدیل ورودی‌ها به خروجی‌ها توجهی نمی‌کنند و صرفاً ورودی‌ها و خروجی‌ها را با اتخاذ دیدگاه جعبه سیاه برای ارزیابی استفاده می‌کنند. برای ارزیابی، ساختار دومرحله‌ای را به کار بردند. آنها از مدل DEA به صورت مستقل و جداگانه جهت محاسبه کارایی هر مرحله و کارایی کل

<sup>3</sup> Dynamic Network DEA

<sup>4</sup> Charles, Cooper, and Rhodes

استفاده کردند. آنها با اینکه ساختار داخلی DMU را در نظر گرفتند؛ اما تعارض بین ۲ مرحله ناشی از متغیرهای میانی را حل نکردند.

کائو و هوانگ<sup>۵</sup> (۲۰۰۸)، مدل مستقلی که توسط سیفورد و زو<sup>۶</sup> (۱۹۹۹)، ارائه شده بود را ارتقا دادند و بیان کردند که کارایی کل یک شبکه دومرحله‌ای که زیرفرایندهای آن به شکل متوالی با هم در ارتباط هستند، برابر با حاصل ضرب کارایی زیرفرایندها است. به این ترتیب در صورتی یک DMU کارا می‌شود که اجزای آن نیز کارا باشند.

یوچن و همکاران (۲۰۰۹)، برای ارزیابی ساختارهای دومرحله‌ای مدلی ارائه کردند. آن‌ها برای بیان ارتباط کارایی کل و کارایی مراحل از میانگین وزنی استفاده کردند که وزن‌ها، ورودی‌های هر مرحله به نسبت کل ورودی‌ها بودند (Yu-Chuan et al., 2013). دسپوتیس و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۶) به تفکیک مدل‌های دومرحله‌ای به دو دسته تجزیه و ترکیب پرداختند. در مدل‌های تجزیه ابتدا کارایی شبکه محاسبه می‌شود؛ سپس با استفاده از آن کارایی مراحل به دست می‌آید و در مدل‌های ترکیب برعکس. مدل‌های شبکه‌ای بیان شده برای ساختارهای دومرحله‌ای، ایستا هستند و زمان را در ارزیابی در نظر نمی‌گیرند و تنها برای ارزیابی تک دوره‌ای قابلیت استفاده دارند (Soleimani Damaneh et al., 2017).

کائو<sup>۸</sup> (۲۰۱۳) نیز مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ساختارهای پویا معرفی کردند. اما مدل‌های DDEA معرفی شده، DMU را در هر دوره زمانی به صورت جعبه سیاه در نظر می‌گیرند و به ساختار داخلی آن توجه نمی‌کنند. به منظور توسعه مدل‌های پویا به ساختارهای شبکه‌ای، مطالعاتی انجام شده است. اوکیران (۲۰۱۵)، فوکویاما و ووبر (۲۰۱۵ و ۲۰۱۶) مورنو و لوزانو (۲۰۱۶) از دیگر پژوهشگرانی هستند که مدل‌هایی را برای ارزیابی ساختارهای شبکه‌ای پویا معرفی کردند. در این مقاله با دیدگاه و رویکردی متفاوت یک مدل تحلیل پوششی شبکه‌ای پویا جدید ارائه می‌شود.

در پژوهشی که توسط علی‌حسین غریب و همکاران، با عنوان "طراحی مدل اندازه‌گیری نوآوری سازمان با رویکرد تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا" و با رویکرد فرموله سازی جدیدی برای تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا بر مبنای تفکر سیستمی ارائه شد، این مطالعه با در نظر گرفتن فرایند نوآوری به عنوان یک سیستم چند بخشی شامل دو زیر فرایند تحقیق و توسعه و بکارگیری نتایج، مدل معرفی شده را برای اندازه‌گیری این فرآیند در دانشگاه‌های سطح یک کشور در بازه زمانی سال‌های ۲۱۴ تا ۲۰۱۶ بکار برده است و میزان نوآوری را با توجه به هر بخش، هر دوره زمانی و همچنین نوآوری کل اندازه‌گیری نموده است (Gharib et al., 2019).

پیتر وانگ و همکاران مدل پویای DEA برای شاخص‌های حسابداری و مالی را ارائه که تحت عنوان مطالعه موردی کارایی در بانکداری کشورهای حوزه MENA<sup>۹</sup> به چاپ رسید. این مقاله با توجه به مدیریت روابط اساسی میان شاخص‌های اصلی حسابداری و مالی، توسعه یک مدل شبکه پویای DEA را بررسی می‌کند. در ابتدا، یک مدل رابطه‌ای شامل اوراق سود، ترازنامه، و شاخص سلامت مالی، تحت یک ساختار شبکه پویا ارائه می‌شود و به بررسی کارایی بانک‌های متعدد در کشورهای مختلف این حوزه می‌پردازد (Peter, Abul-Kalam, Emrouznejad & Antunes, 2019).

غفاری فرد و همکاران پژوهشی با عنوان "انتخاب شاخص‌های راهبردی و ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌ها با استفاده از روش تحلیلی سلسله مراتبی فازی و تاپسیس (مطالعه موردی: صنایع شیمیایی در بورس اوراق بهادار تهران)" را مورد بررسی قرار دادند، هدف از انجام آن، نگاه متوازن به معیارهای حسابداری (نسبت‌های مالی) و معیارهای مبتنی بر ارزش آفرینی برای ارزیابی و سنجش عملکرد مالی شرکت‌ها بود تا با استفاده از آن، قضاوت بهتری از توانمندی اقتصادی شرکت‌های بورس اوراق بهادار انجام گیرد. نتایج ارزیابی نشان می‌دهد که شرکت‌های پتروشیمی فناوران، پتروشیمی سازند، پتروشیمی آبادان، معدنی املاح و

<sup>5</sup> Cao and Huang

<sup>6</sup> Seiford and Zoe

<sup>7</sup> Despotis et al.

<sup>8</sup> Kao, C

<sup>9</sup> Middle East and North Africa

پتروشیمی فارابی، به ترتیب در رتبه‌های اول تا پنجم شرکتهای برتر صنعت شیمیایی قرار میگیرند (Ghaffari-Fard et al., 2019).

طراحی یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای غیرشعاعی جهت ارزیابی عملکرد؛ فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت بهبود و تحول توسط منصور مومنی و همکاران ارائه شد، در این تحقیق ابتدا یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای شعاعی و سپس بر مبنای ایده راسل یک مدل غیرشعاعی توسعه داده شد. در مرحله بعد از مدل غیرشعاعی ارائه شده در یک مطالعه کاربردی و تجربی جهت ارزیابی ساختار دومرحله‌ای ۳۰ بانک شامل مرحله جمع‌آوری سپرده و مرحله سودآوری استفاده شد (Momeni et al., 2017).

مدل دو مرحله‌ای پویا برای ارزیابی عملکرد موسسات مالی با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها توسط سید رسول صادقی، محمدحسن ملکی و پیمان متقی انجام شد که در آن به بررسی ارزیابی عملکرد موسسات مالی کشور به کمک روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته شد (Sadeghi et al., 2017).

مقاله‌ای تحت عنوان ارزیابی مدل ارزیابی عملکرد واحدهای تصمیم‌گیری با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها با وزن‌های مشترک مورد مطالعه (شرکت‌های غذایی و آشامیدنی پذیرفته شده در سازمان بورس و اوراق بهادار) توسط مقصود امیری، جهانیاربامدادصوفی، سلیمان منصوری محمدآبادی با ارائه یک مدل غیرخطی، به ارزیابی کارایی شرکت‌های غذایی و آشامیدنی پذیرفته شده در سازمان بورس و اوراق بهادار با بهره‌گیری از مدل پرداختند (Amiri et al., 2018).

عباسیان و کارگشا در مقاله‌ای با عنوان تعیین پرتفوی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های فازی در شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران، مریم عباسیان و محمد کارگشا، با انتخاب پرتفویی از بین شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران و به کمک رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها و منطق فازی بازده این سهام با بازده پرتفوی تصادفی و متوسط بازده بازار مورد ارزیابی قرار دادند (Abbasian & Kargsha, 2016).

مروری بر مدل‌های ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های سرمایه‌گذاری توسط غلامرضا سلیمانی امیری و سپیده سادات نصیری، که با توجه به شرایط و فعالیت‌های شرکت‌های سرمایه‌گذاری در ایران، تحلیلی بر امکان استفاده از این مدل‌ها برای ارزیابی عملکرد مالی شرکت‌های سرمایه‌گذاری ارائه شد (Soleimani Damaneh et al., 2017).

همچنین پژوهشی با عنوان بررسی مقایسه‌ای رتبه‌بندی شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از رویکرد ترکیبی AHP-PROMETHEE، که در آن ارزیابی عملکرد مالی ۶ شرکت پتروشیمی پذیرفته شده در بورس تهران با استفاده از امتداد ترکیبی PROMETHEE و AHP با توجه به ۶ معیار اصلی و ۴۸ زیر معیار بررسی می‌گردد. نتایج تحقیقات ما نشان می‌دهد، با توجه به معیارهای پژوهش شرکت پتروشیمی خارک بهترین عملکرد را در بین شرکت‌های پتروشیمی در طول این ۵ سال داشته است (Keshavarzian et al, 2019).

حال سئوالی که مطرح می‌شود این است که آیا استفاده از مدل‌های ارزیابی موجود، توانایی سنجش صحیح عملکرد مالی شرکت‌های بورسی ایران را دارد؟

## ۲- روش شناسی

پژوهش حاضر از نظر هدف، توسعه‌ای و کاربردی می‌باشد زیرا در این پژوهش پس از ارائه مدل، از آن برای ارزیابی شرکت‌های پتروشیمی (مثال عددی) استفاده می‌شود. تحقیقات کاربردی تحقیقاتی هستند که نظریه‌ها، قوانین، اصول و فنونی که در تحقیقات پایه تدوین می‌شوند را برای حل مسائل اجرایی و واقعی به کار می‌گیرند. از آنجایی که در پژوهش حاضر به توصیف و مطالعه آنچه هست پرداخته می‌شود، لذا این تحقیق از لحاظ روش اجرا، از نوع تحقیقات توصیفی است. مطالعه توصیفی برای تعیین و توصیف ویژگی‌های یک موقعیت صورت می‌گیرد.

در نتیجه مدل مفهومی پژوهش به صورت یک مدل دو مرحله‌ای پویا که فرآیندهای اصلی درآمذایی شرکت‌های بورسی را در خود جای داده است در نظر گرفته می‌شود. همان‌طور که در ادبیات موضوعی آمده است متغیرهای متعددی برای ارزیابی وجود دارد سعی ما بر این است با توجه به مدیریت روابط اساسی میان شاخص‌های اصلی حسابداری و مالی، توسعه یک مدل شبکه پویای DEA، را بررسی کنیم.

با توجه به ماهیت موضوع، جامعه آماری ما شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران می باشد و نمونه ما براساس غربالگری و همچنین دسترسی به اطلاعات لازم و صورت‌های مالی انتخاب شد از این رو ۱۸ شرکت نمونه آماری ما را شامل می‌شود و ما آنرا در ارزیابی عملکرد مالی این شرکت‌های پتروشیمی حاضر در بورس اوراق بهادار بکار می‌بریم به همین سبب برای گردآوری داده‌ها از صورت‌های مالی شرکت‌های بورسی منابع علمی و سایت‌های مختلف مانند سایت کدال، مرکز آمار ایران، بانک مرکزی، کتابخانه و روش میدانی استفاده کردیم. که در جدول زیر داده‌های مربوط به سال‌های ۲۰۱۸ و ۲۰۱۹ آورده شد.

البته لازم به ذکر است پس از مطالعات فراوان و با کمک اساتید خبره به بررسی شاخص‌های مربوطه پرداختیم و باتوجه به اولویت‌بندی و همچنین بر اساس محدودیت‌های دسترسی به اطلاعات شاخص‌های تصمیم‌گیری انتخاب شد و داده‌های مربوطه از منابع ذکر شده در بالا استخراج گردید، که در ادامه تشریح خواهند شد برای تجزیه و تحلیل داده‌ها نیز از تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا (با استفاده از دو مدل ریاضی CCR و مدل AP و نرم افزار LINGO18 و همچنین بخشی از محاسبات با فرمول نویسی در نرم‌افزار اکسل استفاده کردیم).

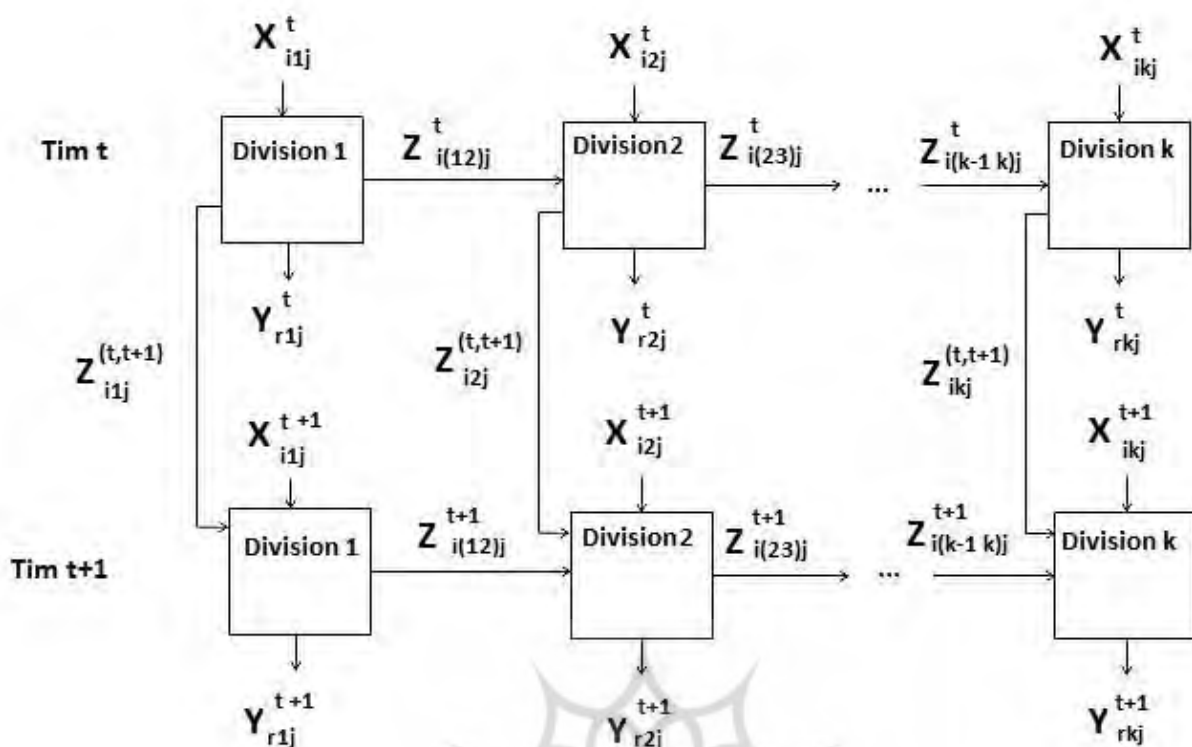
در ادامه به کمک مدل ارائه شده، ارزیابی عملکرد به صورت پویا و طی دو دوره‌ی زمانی انجام شد. در واقع در هر دوره‌ی زمانی به سنجش میزان کارایی و عملکرد هر یک از شرکت‌های پتروشیمی بورسی پرداخته می‌شود و یک الگوی چهاربخشی ارائه دادیم که در آن روابط متقابل بین شاخص برگه سود، شاخص ترازنامه، شاخص‌های سلامت مالی و شاخص نقدشوندگی قابل توجه است. این روابط اغلب در تحقیقات قبلی نادیده گرفته شده اند (Molyneux, Girardone & Casu, 2006). به عنوان مثال، شاخص برگه سود، شاخص ترازنامه و صورت جریان وجوه نقد سه صورت مالی است که هر سه ماه یا یکسال توسط کلیه شرکت‌های بورسی صادر می‌شود. با این حال، شاخص ورقه سود، به طور مشابه صورت جریان وجوه نقد، تغییراتی را در حساب‌ها نشان می‌دهد که در یک بازه زمانی مشخص اتفاق می‌افتد و شاخص ترازنامه‌ای تصویری آنی است که ماهیتی کاملاً متفاوت دارد و آنچه متعلق به یک لحظه است را نشان می‌دهد (Varian, 2014).

شاخص ورق‌های سود اطلاعاتی در مورد توانایی پویای شرکت در ایجاد سود از طریق افزایش درآمد یا کاهش هزینه‌ها رابه ما می‌دهد که بیشتر با عملکرد شرکت‌های پتروشیمی طی یک دوره مرتبط هستند. در واقع، تأثیر طولانی مدت اقلام سود را می‌توان در شاخص ترازنامه مشاهده کرد. علاوه بر این رابطه بین ورقه سود و ترازنامه، نسبت‌های مالی یک شرکت پتروشیمی حرکت نسبی عملکرد (اقلام سود) را در رابطه با اقلام شاخص ترازنامه آن (دارایی‌ها، حقوق صاحبان سهام و بدهی‌ها) فراهم می‌کند. روشی برای سنجش سلامت کلی شرکت شامل مقدار دارایی‌های آن است و چه میزان درآمد برای تأمین هزینه‌های منظم و سایر هزینه‌ها آن باید ایجاد کند. بنابراین، این تحقیق برای اولین بار کارایی مقایسه شرکت‌های پتروشیمی کشور را بر اساس این چهار منبع داده بررسی می‌کند تا بهترین متغیرهای جایگزین را در توصیف عملکرد نسبی آن شرکت‌های بورسی (کارایی) تعریف کند.

این بخش به دو قسمت تقسیم شده است، اول بر روی مدل DEA شبکه پویا (CCR) و کاربرد آن در مدل سازی روابط بین شاخص‌های اصلی مالی و حسابداری در شرکت‌های پتروشیمی بورس ایران و محاسبه کارایی متمرکز می‌شویم و منطبق اساسی بین سطح کارایی "ورق سود"، "ترازنامه" و "نسبت سلامت مالی" و "نقد شونده‌ی سهام" بحث خواهیم کرد. سپس به مدل DEA شبکه پویا (AP) و کاربرد آن در محاسبه کارایی پرداخته است.

الف) مدل پیشنهادی شبکه پویا DEA:

همان‌گونه که می‌دانیم در DEA سنتی، DMU به عنوان یک جعبه سیاه در نظر گرفته می‌شود و نمرات کارایی بدون در نظر گرفتن ارتباط متقابل بین ساختارهای فرعی در سیستم محاسبه می‌شود. پس ما در این بخش مدل‌های رابطه‌ای را برای محاسبه نمرات کارایی در ساختارهای شبکه پویا ارائه می‌دهیم، همان‌طور که به طور کلی در شکل ۱ نشان داده شده است.

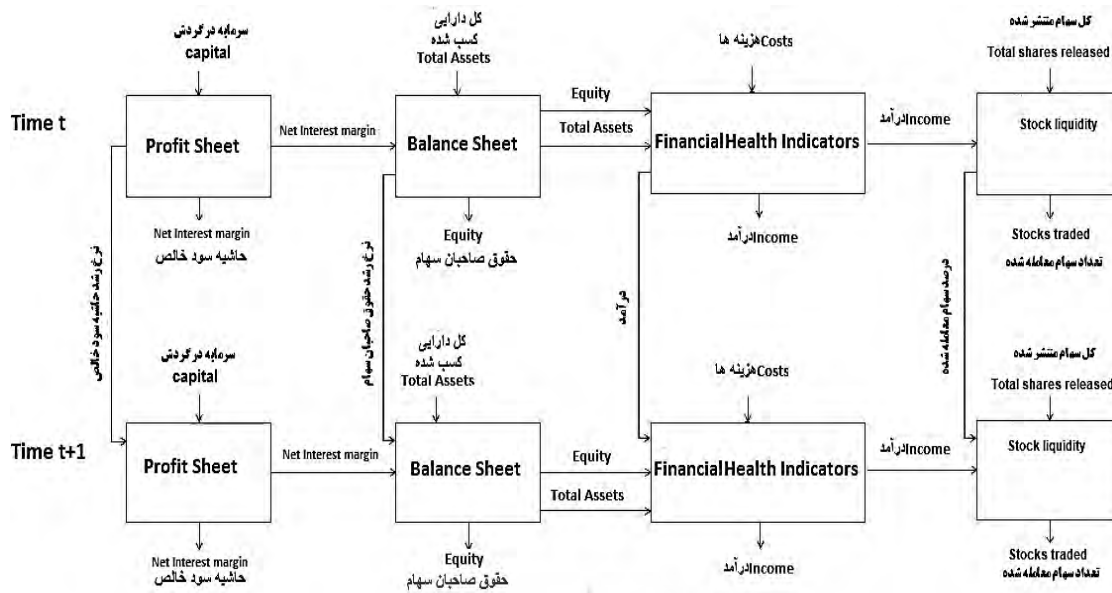


شکل شماره (۱): مدل مفهومی پژوهش

برای ساختن مدل فرض می‌شود  $n$  واحد تصمیم‌گیرنده ( $n=1, \dots, j$ ) دارای ساختار  $k$  مرحله‌ای متوالی در طول دوره زمانی  $(T=1, \dots, t)$  است. شکل بالا، این ساختار را در دو دوره زمانی متوالی نشان می‌دهد. در هر دوره DMU دارای یک ساختار  $k$  مرحله‌ای متوالی است که بخشی از خروجی آن به عنوان ورودی به مرحله بعد همان DMU در دوره زمانی بعدی وارد می‌شود (ساختار شبکه‌ای پویا مطابق با ساختار شرکت بورسی).

علاوه بر ورودی از مرحله قبل دارای ورودی از دوره قبل متغیر بین زمانی و ورودی مازاد نیز است. دو مفهوم ناقلها و رابطها در حقیقت در بر گیرنده اطلاعات تولیدی بیشتری نسبت به ورودی‌ها و خروجی‌های عمومی هستند و باید تأثیرات بیشتری بر اندازه گیری کارایی سیستم‌های چند بخشی و چند دوره‌ای داشته باشند. که نشان‌دهنده رویکرد منعطف تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا می باشد.

در محاسبه کارایی به متغیرهایی نیاز است که بتوانند نتیجه درستی از عملکرد واحدهای تصمیم‌گیرنده ارائه دهند. در حقیقت انتخاب متغیرهای ورودی و خروجی یکی از مهمترین گام‌ها در ارزیابی کارایی به روش تحلیل پوششی داده‌ها می‌باشد. به عبارت دیگر عدم انتخاب صحیح متغیرهای مورد نیاز، نتایج ارزیابی را بی‌اعتبار می‌سازد. در این پژوهش با استفاده از متغیرهای مورد استفاده در مطالعات قبلی، امکان دسترسی و جمع‌آوری داده‌ها در خصوص متغیرهای تحقیق و استفاده از نظرات متخصصین و اساتید، متغیرهای ورودی و خروجی انتخاب شده است. با استفاده از مدل پیشنهادی پژوهش و متغیرهای انتخاب شده، مدل مفهومی پژوهش در قالب شکل زیر ارائه شده است.



شکل شماره (۲): مدل پژوهش

در اینجا، تأثیر متغیرهای زمینه‌ای مربوط به مالکیت صنایع پتروشیمی، در چهار بخش "شاخص ورقه سود"، "شاخص ترازنامه"، "نسبت سلامت مالی" و "نسبت نقد شوندگی سهام" مورد بررسی قرار گرفت، که هر کدام از موارد مورد تامل در بررسی و ارزیابی عملکرد این شرکت‌های بورسی می‌باشند.

ورودی‌های مدل ارایه شده، سرمایه در گردش، کل دارایی کسب شده، سرمایه، هزینه و کل سهام منتشر شده می‌باشد و خروجی‌های مدل نیز به ترتیب حاشیه سود خالص، حقوق صاحبان سهام، درآمد و تعداد سهام معامله شده طی دوره است که در ادبیات موضوعی اغلب آن‌ها تعریف شدند.

حاشیه سود خالص، متغیر رابط بخش ۱ به بخش ۲ می‌باشد از بخش ۲ به ۳ نیز دو شاخص حقوق صاحبان سهام و کل دارایی کسب شده است و درآمد نیز رابط بخش ۳ به ۴ می‌باشد.

متغیرهای ناقل مدل پیشنهادی حاشیه سود خالص، نرخ رشد حقوق صاحبان سهام، درآمد و نرخ سهام معامله شده می‌باشد. لازم به ذکر است متغیرهای انتخاب شده پس از بررسی‌ها و مطالعات فراوان و همچنین با همکاری اساتید انتخاب گردید.

(ب) مدل ریاضی CCR شبکه‌ای پویا

در این مدل‌ها علاوه بر ورودی از مرحله قبل، ورودی از دوره قبل، متغیر بین زمانی و ورودی مازاد نیز داریم. جدول ۳، متغیرهای مدل را نشان می‌دهد.

جدول شماره (۱): متغیرهای مدل

متغیر	شرح
$X_{id}^{(t)}$	ورودی $i$ ام بخش $d$ ام دوره زمانی $t$ ام واحد تصمیم گیرنده $j$ ام
$Y_{r,d}^t$	خروجی $r$ ام بخش $d$ ام دوره زمانی $t$ ام واحد تصمیم گیرنده $j$ ام
$Z_{p,d}^{t,t+1}$	ناقل $p$ ام بخش $d$ ام دوره زمانی $t$ ام به $t+1$ ام واحد تصمیم گیرنده $j$ ام
$Z_{p^{(d-1,d)}}^t$	رابط $p$ ام بخش $d-1$ ام به $d$ ام دوره زمانی $t$ ام واحد تصمیم گیرنده $j$ ام
$V_{id}$	ضریب ورودی $i$ ام بخش $d$ ام
$U_{r,d}$	ضریب خروجی $r$ ام بخش $d$ ام
$W_{p,d}$	ضریب ناقل $p$ ام بخش $d$ ام
$W_{p^{(d-1,d)}}$	ضریب رابط $p$ ام بخش $d-1$ ام به $d$ ام

برای حل از مدل ریاضی زیر استفاده می‌کنیم.



همان طور که در عبارت زیر نشان داده شده، کارایی کل سیستم واحد تصمیم گیرنده تحت ارزیابی با ساختار تولیدی شبکه‌ای حاصل از D بخش در T دوره زمانی بصورت زیر است.

$$E_k^S = \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^{s^d} U_{r,d} Y_{r,d,k}^t + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t,t+1)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^{(d,d+1)}} W_{p^{(d,d+1)}} Z_{p^{(d,d+1)},k}^t}{\sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^{s^d} V_{r,d} X_{r,d,k}^{(t)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t-1,t)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^{(d-1,d)}} W_{p^{(d-1,d)}} Z_{p^{(d-1,d)},k}^t} \quad \text{رابطه (۱)}$$

با در نظر گرفتن این محدودیت که امتیاز کارایی کل و کارایی هر یک از اجزا نباید بالاتر از ۱ باشد برنامه ریزی کسری زیر برای استخراج ضرایب بهینه فرموله سازی می شود.

$$E_k^S = \min \left( \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^{s^d} V_{r,d} X_{r,d,k}^{(t)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t-1,t)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^{(d-1,d)}} W_{p^{(d-1,d)}} Z_{p^{(d-1,d)},k}^t \right)$$

S. t.

$$\sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^{s^d} U_{r,d} Y_{r,d,k}^t + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t,t+1)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^{(d,d+1)}} W_{p^{(d,d+1)}} Z_{p^{(d,d+1)},k}^t = 1 ;$$

$$\left( \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^{s^d} U_{r,d} Y_{r,d,k}^t + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t,t+1)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^{(d,d+1)}} W_{p^{(d,d+1)}} Z_{p^{(d,d+1)},k}^t \right) -$$

$$\left( \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{r=1}^{s^d} V_{r,d} X_{r,d,k}^{(t)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t-1,t)} + \sum_{d=1}^D \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^{(d-1,d)}} W_{p^{(d-1,d)}} Z_{p^{(d-1,d)},k}^t \right) \leq 0 ;$$

$$j = 1, 2, \dots, n$$

$$\left( \sum_{r=1}^{s^d} U_{r,d} Y_{r,d,k}^t + \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t,t+1)} + \sum_{p=1}^{q^{(d,d+1)}} W_{p^{(d,d+1)}} Z_{p^{(d,d+1)},k}^t \right) -$$

$$\left( \sum_{r=1}^{s^d} V_{r,d} X_{r,d,k}^{(t)} + \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d} Z_{p,d,k}^{(t-1,t)} + \sum_{p=1}^{q^{(d-1,d)}} W_{p^{(d-1,d)}} Z_{p^{(d-1,d)},k}^t \right) \leq 0 ;$$

$$d = 1, 2, \dots, D; t = 1, 2, \dots, T; j = 1, 2, \dots, n$$

$$U_{r,d}, V_{i,d}, W_{p,d}, W_{p^{(d,d-1)}} \geq \epsilon .$$

رابطه (۲)

پس از محاسبه ضرایب بهینه  $(W_{p^{(d-1,d)}}^*, W_{p,d}^*, U_{r,d}^*, V_{i,d}^*)$  مدل بالا می‌توان با استفاده از روابط زیر به ترتیب کارایی دوره زمانی و کارایی کل را محاسبه کنیم.

$$E_k^t = \max \frac{\sum_{d=1}^D \sum_{r=1}^{s^d} U_{r,d}^* Y_{r,d,k}^t + \sum_{d=1}^D \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d}^* Z_{p,d,k}^{(t,t+1)} + \sum_{d=1}^D \sum_{p=1}^{q^{(d,d+1)}} W_{p^{(d,d+1)}}^* Z_{p^{(d,d+1)},k}^t}{\sum_{d=1}^D \sum_{i=1}^{s^d} V_{i,d}^* X_{r,d,k}^{(t)} + \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d}^* Z_{p,d,k}^{(t-1,t)} + \sum_{t=1}^T \sum_{p=1}^{q^{(d-1,d)}} W_{p^{(d-1,d)}}^* Z_{p^{(d-1,d)},k}^t}$$

$$T; j = 1, 2, \dots, T$$

رابطه (۳)

$$E_k^{td} = \max \frac{\sum_{r=1}^{s^d} U_{r,d}^* Y_{r,d,k}^t + \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d}^* Z_{p,d,k}^{(t,t+1)} + \sum_{p=1}^{q^{(d,d+1)}} W_{p^{(d,d+1)}}^* Z_{p^{(d,d+1)},k}^t}{\sum_{i=1}^{s^d} V_{i,d}^* X_{r,d,k}^{(t)} + \sum_{p=1}^{q^d} W_{p,d}^* Z_{p,d,k}^{(t-1,t)} + \sum_{p=1}^{q^{(d-1,d)}} W_{p^{(d-1,d)}}^* Z_{p^{(d-1,d)},k}^t}$$

$$D; t = 1, 2, \dots, T; j = 1, 2, \dots, T$$

رابطه (۴)

ج) مدل ریاضی AP

در پژوهش حاضر برای حل از مدل ریاضی زیر نیز استفاده کردیم.

$$\begin{aligned}
 & \text{MIN} \sum_{i=1}^{m_k} \bar{X}_{iko}^t \\
 & \text{S.T.} \\
 & \sum_{i=1}^n \lambda_{kj}^t X_{ikj}^t \leq \bar{X}_{iko}^t \quad i = 1, \dots, m_k \\
 & \sum_{i=1}^n \lambda_{kj}^t Y_{ikj}^t \geq Y_{rko}^t \quad r = 1, \dots, r_k \\
 & \sum_{i=1}^n \lambda_{hj}^t Z_{i(kh)j}^t \geq Z_{i(kh)o}^t \quad I = 1, \dots, L_{kh} \\
 & \sum_{i=1}^n \lambda_{kj}^t Z_{i(hk)j}^t \leq Z_{i(hk)o}^t \quad I = 1, \dots, L_{hk} \\
 & \sum_{i=1}^n \lambda_{kj}^t Z_{ikj}^{(t,t+1)} \geq Z_{iko}^{(t,t+1)} \quad I = 1, \dots, L_k \\
 & \sum_{i=1}^n \lambda_{kj}^{t+1} Z_{ikj}^{(t,t+1)} \leq Z_{iko}^{(t,t+1)} \quad I = 1, \dots, L_k \\
 & \lambda_{kj}^{t+1}, \lambda_{kj}^t, \bar{X}_{iko}^t \geq 0
 \end{aligned}$$

رابطه (۵)

رابطه (۵) مشخصات CRS (بازده ثابت به مقیاس) را ارائه می‌دهد. ابتدا برنامه ریزی خطی ارائه شده در رابطه (۵) را حل می‌کنیم که در آن یک بردار ورودی مجازی حداقل برای هر دوره یافت می‌شود. سپس، بازده هر زیر ساختار (بخش) به شرح زیر در رابطه (۶) محاسبه می‌شود. و بازده کلی ساختار (بازده شبکه NE) با استفاده از میانگین وزنی در جایی که هر W به عنوان مقدار اوزان تعیین شده، تعریف می‌شود با استفاده از معادله ارائه شده بدست می‌آید.

$$NE_{KO}^t = \frac{\sum_{i=1}^{m_k} \bar{X}_{iko}^{t*}}{\sum_{i=1}^{m_k} X_{iko}^t}$$

رابطه (۶)

### ۳- نتایج و بحث

فرآیند ارزیابی عملکرد مالی بصورت سیستم چند دوره ای چند بخشی در نظر گرفته شد که با توجه به ساختار کلی پژوهش یک ساختار ۴ بخشی ارائه شد و ارزیابی در ۲ دوره متوالی انجام پذیرفت (دوره دوساله مربوط به سال ۹۷ و ۹۸) که پاسخ آن در جدول زیر آمده است.

جدول شماره (۲): محاسبه کارایی به روش CCR

نام شرکت	کارایی شبکه	کارایی ۹۸	کارایی ۹۷
پتروشیمی اصفهان	۰/۸۴	۰/۹۸	۰/۶۹
پتروشیمی امیر کبیر	۰/۸۴	۰/۹۱	۰/۷۶
پتروشیمی آبادان	۰/۸۶	۰/۹۹	۰/۷۲
پتروشیمی پردیس	۰/۹۲	۰/۸۹	۰/۹۵
پتروشیمی جم	۰/۹۴	۰/۸۸	۱
پتروشیمی خارگ	۰/۹۸	۰/۹۸	۰/۹۸

۱	۱	۱	پتروشیمی خراسان
۰/۸۵	۱	۰/۹۳	زاگرس
۰/۷۸	۰/۷	۰/۷۴	شازند (پتروشیمی اراک)
۰/۷۹	۰/۸۱	۰/۸	پتروشیمی شیراز
۱	۱	۱	پتروشیمی غدیر
۱	۰/۷۶	۰/۸۸	پتروشیمی فارابی
۰/۸۱	۰/۷۵	۰/۷۸	فجرانرژی خلیج فارس (پتروشیمی فجر)
۰/۹۹	۰/۸۸	۰/۹۴	پتروشیمی مارون
۱	۰/۹۶	۰/۹۸	پتروشیمی نوری
۱	۰/۸۵	۰/۹۳	پتروشیمی قائد بصیر
۱	۰/۹۳	۰/۹۷	صنایع پتروشیمی خلیج فارس
۱	۰/۹۴	۰/۹۷	صنایع پتروشیمی کرمانشاه

با توجه به جدول کارایی به دست آمده واحدهای کارآ و ناکارآ مشخص شده و از هم تفکیک می شوند. از ۱۸ شرکت پتروشیمی مورد مطالعه ۲ شرکت یعنی ۱۱ درصد آن‌ها در فرآیند ارزیابی عملکرد کلی شبکه کارآ شناخته شدند. لازم به ذکر است در فرآیند ارزیابی مربوط به سال ۹۷، از بین این شرکت‌ها، ۱۰ شرکت یعنی بیش از ۵۵ درصد آن‌ها به صورت نسبی کارآ هستند و میانگین کارایی دوره برابر ۰/۹۰ می باشد. در فرآیند ارزیابی سال ۹۸، ۳ شرکت یعنی ۱۶/۶۷ درصد آن‌ها کارآ بوده و میانگین کارایی ۰/۹۰ است. با بررسی امتیازات کارایی شرکت‌های پتروشیمی در مدل ارائه شده، می توان مشخص کرد که منبع عدم کارایی این شرکت‌ها در کدام زیر فرآیند و کدام سال بوده است. این پژوهش با روش دیگری که موسوم به روش AP می باشد نیز حل شد و در ادامه نتایج به دست آمده از محاسبات دو مدل CCR و AP را باهم مقایسه می کنیم. جدول زیر مقادیر بدست آمده از دو مدل را نشان می دهد.

جدول (۵): مقدار کارایی محاسبه شده مدل AP و CCR

نام شرکت	کارایی شبکه CCR	کارایی شبکه AP
پتروشیمی اصفهان	۰/۸۴	۰/۷۴
پتروشیمی امیر کبیر	۰/۸۴	۰/۹۴
پتروشیمی آبادان	۰/۸۶	۰/۸۵
پتروشیمی پردیس	۰/۹۲	۰/۸۶
پتروشیمی جم	۰/۹۴	۰/۹۹
پتروشیمی خارگ	۰/۹۸	۰/۹۷
پتروشیمی خراسان	۱	۰/۹۶
زاگرس	۰/۹۳	۰/۹۳
شازند (پتروشیمی اراک)	۰/۷۴	۰/۷
پتروشیمی شیراز	۰/۸	۰/۹۵
پتروشیمی غدیر	۱	۰/۹۸
پتروشیمی فارابی	۰/۸۸	۰/۷
فجر انرژی خلیج فارس (پتروشیمی فجر)	۰/۷۸	۰/۸۹
پتروشیمی مارون	۰/۹۸	۰/۹۵
پتروشیمی نوری	۰/۹۸	۰/۹۴
پتروشیمی قائد بصیر	۰/۹۳	۰/۹۶
صنایع پتروشیمی خلیج فارس	۰/۹۷	۱
صنایع پتروشیمی کرمانشاه	۰/۹۷	۰/۹۷

برای بررسی بیشتر نتایج دو روش CCR و روش AP میزان همبستگی میان نتایج روش‌ها را نسبت به هم بررسی خواهیم کرد، بر این اساس از ضریب رتبه‌ای اسپیرمن استفاده می‌کنیم.

$$r_s = 1 - \frac{6 \sum_{i=1}^n d_i^2}{n(n^2 - 1)}$$

رابطه (۷)

در این رابطه  $r_s$  ضریب همبستگی رتبه‌های حاصل از دو مدل و  $d_i$  اختلاف رتبه واحد تصمیم‌گیری نام در دو مدل مورد بحث است. با توجه به نتایج بالا مقدار همبستگی رتبه‌ای دو مدل در سال‌های ۹۷، ۹۸، و شبکه پویا به شرح جدول زیر است.

جدول (۶): بررسی میزان همبستگی	
ضریب همبستگی	کلی شبکه (CCR و AP)
مقدار	٪۷۱

که مقدار ضریب بین ۰۰۷۰ تا ۱ نشان دهنده همبستگی قوی است. بدست آمدن این میزان همبستگی نشان می‌دهد شدت رابطه خطی بین مجموعه محاسبات دو روش مذکور قوی‌تر است. که این ضریب را در راستای بررسی مجموعه جواب‌ها (رتبه بندی‌ها) بررسی کردیم.

در این پژوهش با توجه به اهمیت در نظر گرفتن ساختار و زمان در ارزیابی واحدها، یک الگوی تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای پویا ارائه گردید و از ۲ روش برای تعیین کارایی شبکه و کارایی شبکه پویا استفاده شد. با مشاهده نتایج، کارایی هر مرحله و هر سال به تفکیک عملکرد آن مرحله و دوره مشخص می‌شود و همچنین واحدهای کارا و ناکارا مشخص می‌گردد. ساختارهایی که بر مبنای مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها ارائه می‌شوند، خروجی نامطلوب را به عنوان ورودی در نظر می‌گیرند؛ اما مدل ارائه شده برای ساختارها و کاربردهای دیگر نیز قابل استفاده است. اگر ساختاری ورودی و خروجی دیگری هم داشته باشد، برای مثال بخشی از خروجی مرحله نخست در هر دوره به مرحله ۱ یا ۲ دوره بعد وارد شود، یا بخشی از خروجی مرحله ۲ یک دوره، ورودی مرحله ۱ دوره بعدی باشد، میتوان به راحتی این مدل را به آن ساختار توسعه داد. تنها باید قیدهای مربوط به این ورودیها و خروجیها را به مدل اضافه کرد و در محاسبه کارایی شبکه‌ای پویا، مقدار بهینه آنها از مرحله و دوره قبل را در نظر گرفت.

مدل ارائه شده برای ارزیابی ساختارهای دو یا چند مرحله‌ای با یا بدون ورودی و خروجی مازاد و ساختارهای پویا نیز قابل استفاده است. یکی از مهمترین مدل‌هایی که برای ارزیابی ساختارهای دومرحله‌ای متوالی بدون ورودی و خروجی مازاد استفاده میشود، مدل کائو و هوانگ، (۲۰۰۸) است که اگر در مدل ثانویه آنها مقدار بهینه خروجی قرار گیرد و مجدداً مدل حل شود، ممکن است آن واحد کارا نشود. مدل ارائه شده در پژوهش حاضر این عیب را ندارد و تصویر واحد تصمیم‌گیرنده کارا است و برای رسیدن به کارایی واحد مرجع معرفی می‌کند. و خروجی هر دوره و هر مرحله متناسب با همان دوره و مرحله افزایش می‌یابد؛ نه به یک نسبت مساوی.

همچنین تا کنون روش‌های متعددی به منظور ارزیابی عملکرد مالی صنایع بوری و از جمله پتروشیمی ارائه شده است، بررسی‌ها نشان می‌دهد اکثر این روش‌ها صرفاً به یک بعد از عملکرد سازمانی پرداخته و از ارزیابی ارکان مهم و حیاتی عملکرد این شرکت‌ها غافل بودند برای مثال در اغلب پژوهش‌های انجام شده در این حوزه پژوهشگران صرفاً با مشخص کردن تعدادی شاخص به عنوان ورودی و خروجی و استفاده از مدل‌های پایه‌ای روش تحلیل پوششی داده‌ها به ارزیابی کارایی طی یک دوره زمانی پرداخته‌اند. مطالعات نشان می‌دهد اگر سازمان فقط به کارایی توجه داشته و از اثربخشی غافل شوند، توان رقابتی خود را از دست خواهند داد و با توجه به محیط رقابتی شدید در برنامه ریزی برای آینده ناکام خواهند ماند. در واقع در ارزیابی عملکرد هر سازمان باید همزمان ابعاد کارایی و اثربخشی مورد توجه قرار گیرد.

این مقاله با استفاده از یک الگوی جدید DEA شبکه‌ای پویا که در آن کارایی کلی مطابق با شاخص‌های اصلی حسابداری و مالی است، بهره‌وری در شرکت‌های پتروشیمی را بررسی کرد. علاوه بر این الگوی فوق‌الذکر در محاسبه کارایی بخش‌ها نیز

کاربرد دارد. بنابراین با استفاده از مدل ارائه شده جزئیات کامل ابعاد عملکرد هریک از شرکت‌های پتروشیمی در هر دوره‌ی زمانی به دست آمده است.

نتایج پژوهش حاضر نشان می‌دهد از نظر ارزیابی عملکرد کلی، تنها یکی از شرکت‌ها بالاترین میانگین کارایی را به دست آورده و عملکرد کاملاً موفق داشته است. اما از نظر عملکرد دوره‌ای و یا کارایی و اثربخشی در هر دوره یا بخش ممکن بود بهترین واحد تصمیم‌گیری نباشد، بنابراین نمی‌توان صرفاً عملکرد یک دوره واحدهای مورد ارزیابی را ملاک تصمیم‌گیری قرار داد. بنابراین با توجه به نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد طی دوره‌های زمانی مختلف، مشخص می‌شود عملکرد هریک از واحدهای مورد ارزیابی در دوره‌های زمانی مختلف متغیر بوده و ارزیابی عملکرد باید طی چند دوره زمانی و به‌گونه‌ای انجام شود که ضمن حفظ ارتباط بین دوره‌های زمانی مختلف، امکان مقایسه‌ی عملکرد هریک از واحدها با عملکرد گذشته خود فراهم شود.

همچنین در این پژوهش کارایی کلی مطابق با شاخص‌های اصلی حسابداری و مالی بسط داده شد و براساس بهره‌وری صنایع پتروشیمی بوردی ایران مورد بررسی قرار گرفت. با توجه به مجموعه جواب‌هایی که با استفاده از الگوی مورد نظر و توسط دو روش ریاضی متمایز به دست آمد، با مشاهده همبستگی بالای بین این دو روش در می‌یابیم، استفاده از شاخص‌های ارزیابی مناسب می‌تواند سبب دستیابی ما به متغیرهای مالی مناسب و یکنواختی برای سنجش عملکرد واحدهای اقتصادی شود. از جهت دیگر باید بدانیم این شرکت‌ها برای نشان دادن عملکرد مالی بهتر باید به مقادیر این معیارها توجه ویژه‌ای داشته باشند.

اگر بخواهیم به بررسی مقدار تاثیر بخش‌ها در کارایی واحد تصمیم‌گیری بپردازیم و میانگین اوزان شاخص‌های بخش‌ها به ترتیب برای شاخص برگه سود، شاخص ترازنامه، شاخص‌های سلامت مالی، شاخص نقد شوندگی، نشان دهنده مقدار تاثیر بخش‌ها در محاسبه کارایی است که در تصمیم‌گیری‌ها می‌تواند مورد توجه ویژه‌تری قرار گیرد. با استفاده از تحلیل حساسیت مازاد ورودی‌ها و کمبود خروجی‌ها را شناسایی کرده و به منظور بهبود کارایی، آنها را به عنوان پیشنهاد به ذینفعان صنایع پتروشیمی ارائه دهیم. (که در پژوهش دیگری به آن خواهیم پرداخت). با توجه به دقت مدل ارائه شده و مناسب بودن آن برای استفاده کنندگان مختلف، پیشنهاد می‌شود برای تهیه لیست شرکت‌های برتر سازمان بورس اوراق بهادار ایران از این مدل نیز استفاده شود. همچنین چگونگی تعمیم مدل به ساختارهایی با ورودی یا خروجی مشترک بین مراحل و ساختارهای ترکیبی و ساخت مدل‌های بازده به مقیاس متغیر، مبتنی بر متغیر کمبود و FDH بر این مبنا و ارائه مدل شبکه‌ای و شبکه‌ای پویا با رویکرد غیرشعاعی از جمله پیشنهادها برای پژوهش‌های آتی است.

#### ۴- منابع -

1. Abbasian, Maryam., & Kargsha, Mohammad. (2016). Determining the portfolio using fuzzy data envelopment analysis in companies listed on the Tehran Stock Exchange; international conference on modern Research's in management, Economics & Accounting; kualalumpur- Malaysia-2016.
2. Afshar Kazemi, Mohammad-Ali., Khalili-Iraqi, Maryam., Sadat-Kiai, Ahmad. (2012). Selection of a portfolio on the Tehran Stock Exchange using the method of web data envelopment analysis and ideal planning. *Quarterly Journal of Financial Knowledge, Securities Analysis*, 5(13), 49 - 63.
3. Ali-Nejad-Saruklayi, Mehdi., et al. (2014). Analysis of financial statements of companies listed on the Tehran Stock Exchange using the window data envelopment analysis model. *Iranian Journal of Accounting Quarterly, Journal of Accounting and Auditing Research*, 13, 4 (51), 55 - 65.
4. Amiri, Maghsoud., Bamdad-Sufi, Jahaniar., Mansouri, Mohammad., Abadi, Soleiman. (2018). Presenting a model for evaluating the performance of decision-making units with the approach of data envelopment analysis with common weights (studied: food and beverage companies accepted in the Exchange and Securities Organization). *Journal of Operations Research in its Applications*, 15 (56), 1-18.
5. Fallah-Shams, Mirfeiz., & Atai, Younes. (2011). Evaluating the performance of 50 active companies of Tehran Stock Exchange Using Sortino, M3 and EROV criteria; *Quarterly Journal of Financial Engineering and Securities Management*, 2( 9), 1 - 22.

6. Gharib, Ali-Hossein., Azar, Adel., Moqbel, Abbas., Dehghan-Nairi, Mahmoud. (2019). Designing a model for measuring organizational innovation with a dynamic network data envelopment analysis approach"; *Industrial Management Perspectives of the Ninth*. 33, 9-29.
7. Ghaffari-Fard, Mohammad., Zahedi, Jamshid. (2019). Selection of Strategic Indicators and Evaluation of Companies' Financial Performance Using Fuzzy Hierarchical Analytical Method and TOPSIS Case Study: Chemical Industries in Tehran Stock Exchange. *Accounting and Auditing Research*, 44, 125 -144.
8. Grigorios, Asimakopoulos, Georgios, Chortareas., Michail, Xanthopoulos. (2018). The Eurozone financial crisis and bank efficiency asymmetries: Peripheral versus core economies. *The Journal of Economic Asymmetries, Elsevier*, 18(C), 1-9.
9. Goli, Mehdi., Dehdar, Farhad. (2015). Evaluation of financial performance of municipal water and sewage company based on BSC model. *www.SID.ir*, 28(1), 31-41.
10. Holod, D., & Lewis, H. F. (2011). Resolving the deposit dilemma: A new DEA bank efficiency model. *Journal of Banking and Finance*, 35, 2801-2810.
11. Houssine, Tlig., Adel, ben-Hamed. (2017). Assessing the Efficiency of commercial Tunisian Banks using Fuzzy Data Envelopment Analysis; *Journal of Data Envelopment Analysis and Decision Science*, 2017 (2), 14-27.
12. Jafarian-Moghaddam, Ahmad-Reza, Qusiri, Keyvan. (2010). Dynamic multi-objective model of fuzzy data envelopment analysis. Faculty of Management, University of Tehran, *Industrial Management*, 2 (4), 19 – 36.
13. Khalili-Asboui, Saber. (2013). Evaluation of strategic financial performance of Tehran Stock Exchange companies by using multi-criteria decision making techniques in a fuzzy environment. *Monetary and Banking Management Development Quarterly*, 1, 36- .56
14. Keshavarzian, Neda., Sheikh, Mohammad-Javad., Abbasi, Reza. (2019) "Comparative study of the ranking of petrochemical companies listed on the Tehran Stock Exchange using the combined approach AHP-PROMETHEE. *Accounting and Auditing Studies*, 30, 91-108.
15. Khodadadi, Vali., Tucker, Reza. (2012). The Impact of Corporate Governance Structure on the Financial Performance and Value of Companies Listed on the Tehran Stock Exchange". *Journal of Accounting Research and Audit* (2012). *Iranian Accounting Association*, 15, 167-172.
16. Lee, P. T. W., Lin, C. W. & Shin, S. H. (2012). A Comparative Study on Financial Positions of Shipping Companies in Taiwan and Korea Using Entropy and Grey Relation Analysis. *Expert Systems with Applications*, 39, 5649-5657
17. Mahdavi, Gholam-Hossein., Hosseini, Azan. (2008). What is the best criterion for evaluating financial performance? *Economic Research Journal*, 8(4), 121-146.
18. Kalantary, Majid., Farzipoor-Saen, Reza. (2019). Assessing Sustainability of Supply Chains: An Inverse Network Dynamic DEA Model; <https://doi.org/10.1016/j.cie.2018.11.009>, 135, 1224-1238.
19. Mahmoud-Abadi, Hamid., Ghayuri-Moghaddam, Ali. (2011). Credit ranking in terms of financial ability to pay the principal and sub-liabilities of debt using data envelopment analysis method) Case study: Companies listed on the Tehran Stock Exchange. *Journal of Accounting Knowledge*, 1( 9), 125-145.
20. Mehdi, Toloo. (2014). Finding the best asset financing alternative: A DEA–WEO approach. *Measurement*, 55, 288–294.

21. Mirghfour, Habibollah., Shafaei-Rood-Poshti, Meysam., Nadafi, Ghazaleh. (2012). Evaluating the financial performance of companies with a data envelopment analysis approach. *Management Research in Iran*, 16(4), 189 - 206.
22. Momeni, Mansour, Safari, Hossein, Rostami, Mohsen., Mostafaei, Amin, Soleimani-Domaneh, Reza. (2017). Designing a non-radial network data envelopment analysis model to evaluate performance; *Journal of Management Studies (Improvement and Transformation)*, 26( 86), 1-23
23. Naseri, Ahmad., Omrani, Rahman, Noush-Azar, Mohsen. (2015). Study of the financial situation and performance of Mazandaran Textile Company and provide a proposal to improve its shortcomings", *Journal of Knowledge and Research. Accounting, Iranian Accounting Association*, 26(105), 47 – 58.
24. Peter, Wanke, Md., Abul-Kalam, Azad, Emrouznejad, Ali, Antunes, Jorge. (2019). A Dynamic Network DEA Model for Accounting and Financial Indicators: A Case of Efficiency in MENA Banking. *International Review of Economics and Finance*, 61, 52-68.
25. Peter, Wanke, Barros, C.P., Emrouznejad, Ali. (2015). Assessing Productive Efficiency of Banks Using Integrated Fuzzy-DEA and Bootstrapping: A Case of Mozambican Banks; 10.1016/j.ejor.2015.10.018.
26. Roodpashti, Fereydoun., Eftekhari-Aliabadi, Akbar. (2010) "Developing a strategy with a value creation approach in financial institutions". *Journal of Portfolio Engineering and Management*, 4,129 -149.
27. Sadeghi, Seyyed-Rasool, Maleki, Mohammad-Hassan, Mottaqi, Peyman. (2018). Provide a dynamic two-step model for evaluating the performance of private banks with a data envelopment analysis approach. *Monetary-Banking Research Quarterly*; 35, 55-82.
28. Salehabadi, Ali., Tajmir-Riahi, Hamed., Taati-Kashani, Hassan. (2013). Comparative study and hierarchical analysis (DEA) of brokerage ranking based on data coverage analysis method. *Journal of Auditing and Accounting Research, Iranian Accounting Association*, 20, 1-20.
29. Soleimani-Amiri, Gholamreza., Nasiri, Sepideh-Sadat. (2017). An overview of models for evaluating the financial performance of investment companies; *Accounting Research*, 4(27), 1-22.
30. Soleimani-Damaneh, Reza, Momeni-Mansour, Mostafaei, Amin, Rostami-Mal-Khalifa, Mohsen. (2017). Development of a dynamic network data envelopment analysis model to evaluate the performance of banks. *Quarterly Journal of Industrial Management*, 7(25), 67 - 89.
31. Shafi, Morteza. (2017). Evaluating the efficiency of bank branches using dynamic data envelopment analysis model with SBM approach. *New Research in Mathematics, Islamic Azad University, Science and Research Branch*; 3 (10), 1682-1690.
32. Tehran Stock Exchange [www.tse.ir](http://www.tse.ir).
33. Xiaoyang, Zhou, Zhongwen, Xu., Jian, Chai., Liming. Yao., Shouyang, Wang., Benjamin, Lev. (2018). Efficiency evaluation for banking systems under uncertainty: A multi-period three-stage DEA model; 10.1016/j.omega.2018.05.012 ; Accepted date: 29 May 2018.
34. Yu-Chuan, Chen., Yung-Ho, Chiu., Chin-Wei, Huang., Chien, Heng-Tu. (2013). The analysis of bank business performance and market risk—Applying Fuzzy DEA; *Economic Modelling*, 32, 225–232.

## Presenting a Comparative Model and Financial Ranking of Petrochemical Companies Using Dynamic Network Data Envelopment Analysis (DNDEA)

**Ali Hassanpour**

PhD Candidate, Department of Industrial-Financial Management, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

**Rahmat Alizadeh** (Corresponding Author)

Assistant Professor Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

alizaderahmat95@gmail.com

**Ali Nabavi Cheshmi**

Associate Professor, Department of Management, Babol Branch, Islamic Azad University, Babol, Iran

### Abstract

The use of simple performance-based performance in multi-sector multi-cycle systems is increasingly featured in management and investment decisions. On the other hand, financial structure has been registered as the most important effective parameter for participating in a capital approval company. In this paper, a model comparison is performed to evaluate the ranking of petrochemical financial companies using envelope analysis, which is presented using Dynamic Network (DNDEA). To begin with, a relationship model based on earnings index, balance sheet index, financial soundness ratio and your stock breach is presented under a dynamic network. Then, a dynamic index (carriers and relationships) was included to accurately calculate the efficiency scores for these four infrastructures. Then, using two models, CCR and AP, the efficiency of petrochemical companies listed on the Iranian Stock Exchange was calculated and the results were extracted. If you research from 18 petrochemical companies, using the CCR method of two companies and the AP method of one company becomes efficient. However, the results show a strong correlation of 71% between the two methods.

**Keywords:** Iran Petrochemical Industry, DNDEA, Financial Performance, Stock Exchange.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی  
پرتال جامع علوم انسانی