



[Journal of Financial Accounting Research](#)

**Journal of Financial Accounting Research**  
E-ISSN: 2322-3405  
Vol. 13, Issue 3, No.49, Autumn 2021, P:89-110  
Received: 18.07.2021 Accepted: 06.02.2022

Research Article

## **Assessing Efficiency Using Data Envelopment Analysis Method and its Relation to Financial Ratios**

**Roozbeh Hedayat Mazhari:** Ph.D. in Accounting, Allameh Tabatabaei University,  
[rooshiv@yahoo.com](mailto:rooshiv@yahoo.com)

Mehdi Khorramabadi\*: Assistant Professor, Department of Accounting, Faculty of Management,  
Economics and Accounting, Payame Noor University, Tehran, Iran.  
[mehdi.khorramabadi@gmail.com](mailto:mehdi.khorramabadi@gmail.com)

**Soheila Lashgar Ara:** Instructor Department of Accounting, Faculty of Management,  
Economics and Accounting, Payame Noor University, Tehran, Iran.  
[s.lashgarara@gmail.com](mailto:s.lashgarara@gmail.com)

### **Abstract**

Financial ratios provide a view of a company's status and performance for users of financial statements. However, they have limitations and setbacks that may mislead users. In this research, their efficiency and ranking were calculated for 210 companies listed in Tehran Stock Exchange (TSE) based on negative variables by using a Slacks-Based Measure (SBM) of efficiency in Data Envelopment Analysis (DEA) model over a 1<sup>2</sup>-year period. In the next step, using the variance-based Structural Equation Modeling (SEM) test, the selected 8 financial ratios were evaluated through Fuzzy Delphi Method (FDM) and Fuzzy Hierarchical Analysis (FHA). The results indicated that the quick ratio and profit margin had the highest regression coefficients. In addition to covering the limitations of financial ratios, this model can be applied as a complement to analysis of financial ratios.

**Keywords:** Data Envelopment Analysis (DEA), efficiency, Fuzzy Hierarchical Analysis (FHA), financial ratios

---

\* Corresponding author

2322-3405 / © 2022 The Authors. Published by University of Isfahan

This is an open access article under the CC-BY-NC-ND 4.0 License (<https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/>)



<http://dx.doi.org/10.22108/far.2022.129532.1785>



<https://dorl.net/dor/20.1001.1.20087691.1400.13.3.1.4>



## تحلیل سنجش کارایی با روش تحلیل پوششی داده‌ها و ارتباط آن با نسبت‌های مالی

روزبه هدایت مظهري: دکتری حسابداری، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران

[rooshiv@yahoo.com](mailto:rooshiv@yahoo.com)

مهدی خرم‌آبادی<sup>۱</sup>: استادیار گروه حسابداری، دانشکده مدیریت، اقتصاد و حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران،

ایران

[mehdi.khorramabadi@gmail.com](mailto:mehdi.khorramabadi@gmail.com)

سهیلا لشگرآراء: مربی گروه حسابداری، دانشکده مدیریت، اقتصاد و حسابداری، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

[s.lashgarara@gmail.com](mailto:s.lashgarara@gmail.com)

### چکیده

نسبت‌های مالی، نمایی از وضعیت و عملکرد شرکت را به استفاده‌کنندگان از صورت‌های مالی نشان می‌دهند. با وجود این، استفاده از روش‌های سنتی مبتنی بر نسبت‌های مالی به‌منظور سنجش و محاسبه کارایی به‌واسطه تک‌بعدی بودن، محدودیت‌ها و نارسایی‌های نسبت‌های مالی، توأم با انتقاداتی است و محاسبه کارایی مبتنی بر این روش به‌تنهایی، ممکن است از دقت و عینیت کمتری برخوردار باشد و موجب گمراهی استفاده‌کنندگان شود. در این پژوهش، به‌منظور برطرف کردن خلأ مزبور، با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های متکی بر متغیرهای منفی، به محاسبه کارایی و رتبه‌بندی تعداد ۲۱۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در طی بازه زمانی ۱۲ ساله، پرداخته شده است. در ادامه با استفاده از آزمون معادلات ساختاری و آریانس محور، میزان ارتباط تعداد ۸ نسبت مالی مهم که با استفاده از روش‌های دلفی فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی فازی برگزیده شده‌اند، با عدد کارایی به‌دست‌آمده شرکت‌ها اقدام شده است. نتایج نشان دادند از میان نسبت‌های مالی، دو نسبت آئی و حاشیه سود، بیشترین ضرایب اهمیت را داشته‌اند. این الگو علاوه بر پوشش محدودیت‌های نسبت‌های مالی، می‌تواند با ارائه اطلاعات جامع‌تر و با دقت بیشتری به‌عنوان مکملی برای تحلیل نسبت‌های مالی به کار گرفته شود.

**واژه‌های کلیدی:** تحلیل پوششی داده‌ها، کارایی، تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، نسبت‌های مالی

## مقدمه

پوششی داده‌هاست<sup>۱</sup> (DEA).

تحلیل پوششی داده‌ها یک روش برنامه‌ریزی خطی است که با استفاده از داده‌های سازمان‌ها و واحدهای تولیدی به‌عنوان واحدهای تصمیم‌گیرنده، به ساخت مرز کارایی اقدام می‌کند. مرز فوق براساس داده‌های مبتنی بر نهاده‌ها و ستاده‌ها و بر مبنای نتایج روش برنامه‌ریزی خطی متوالی ساخته می‌شود. بر اساس این، درجه ناکارایی هر واحد تصمیم‌گیرنده بیان‌کننده میزان فاصله واحد مزبور تا مرز کارایی است.

درخور ذکر است از روش‌های سنتی مبتنی بر تجزیه و تحلیل نسبت‌های مالی نیز به‌منظور مقایسه عملکرد شرکت‌ها با شرکت‌های مشابه و با عملکرد سال‌های گذشته همان شرکت نیز استفاده می‌شود. بر مبنای این مقایسه می‌توان نسبت به بهبود یا تنزل عملکرد شرکت‌ها و مقایسه عملکرد آنها نسبت به شرکت‌های مشابه نتیجه‌گیری کرد؛ اما نکته مهم این است که به دلیل محدودیت‌های نسبت‌های مالی، استفاده از این روش به‌تنهایی معیار مناسبی برای سنجش کارایی واحدهای اقتصادی در اختیار سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، مدیران و سایر ذینفعان قرار نمی‌دهد. در این راستا به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها به‌واسطه قابلیت‌هایی که در محاسبه ماهیت پیچیده روابط بین ورودی‌ها و خروجی‌های چندگانه دارد، می‌تواند ضعف‌های مرتبط با روش‌های سنتی ارزیابی کارایی را برطرف کند و پوشش دهد. درواقع، این تکنیک با در نظر گرفتن تعدادی از نسبت‌ها به‌عنوان ورودی و خروجی، همه نسبت‌ها را به یک معیار به نام کارایی تبدیل می‌کند که در نتیجه آن، مقایسه و

از اوایل دهه ۱۹۷۰ تا کنون مفهوم بهره‌وری، یکی از مهم‌ترین موضوعاتی بوده که در سطح کشورها و شرکت‌ها توجه ویژه‌ای به آن شده است. بهره‌وری تأثیر بسزایی بر وضعیت اقتصادی جامعه، سطح زندگی، تورم، بیکاری، و رقابت‌پذیری در سطح جهانی دارد. ازجمله مدل‌ها و مقیاس‌های ارائه‌شده برای تعریف و اندازه‌گیری بهره‌وری، مقیاس‌های مرتبط با کارایی هستند. در مفاهیم جدید، بهره‌وری به مفهوم مقایسه کارایی یک بنگاه طی زمان‌های متفاوت و به عبارتی بهتر، بهره‌وری مقایسه کارایی است [۲۸].

کارایی در مفهوم عام آن به معنای درجه و کیفیت رسیدن به مجموعه‌ای از اهداف مطلوب است. کارایی بیان‌کننده این است که آیا یک سازمان توانسته است به‌نحو مطلوبی از منابع خود در راستای تولید، نسبت به بهترین عملکرد در مقطعی از زمان، استفاده کند [۲۳].

اندازه‌گیری کارایی و تغییرات آن در طی زمان در ارزیابی مواردی چون کیفیت و ترکیب به‌کارگیری منابع، سطح بازدهی فعالیت‌ها و ارزیابی وضع موجود مؤثر است و نیز در کشف و اصلاح روش‌های بهبود بهره‌وری، اعمال اصلاحات مورد نیاز در ترکیب یا تقویت عوامل تولید و تخصیص بهینه منابع بسیار مؤثر است. ازاین‌رو، در ارزیابی کارایی، هم عملکرد شرکت سنجش می‌شود و هم نقاط ضعف و قوت آن شناسایی می‌شوند. بر این مبنای معیار کارایی، یکی از شاخص‌های مهم و معتبر در بررسی و تحلیل‌های اقتصادی و مدیریتی به‌شمار می‌رود [۶]. یکی از روش‌های علمی و معتبر ارزیابی کارایی و سنجش عملکرد شرکت‌ها، روش تحلیل

<sup>۱</sup> Data envelopment analysis (DEA)

و اندازه‌گیری و مقایسه میزان و نحوه دستیابی به وضعیت مطلوب با معیارها و نگرش‌های استاندارد در دامنه و حوزه تحت پوشش با هدف بازنگری، اصلاح و بهبود مستمر است [۱۹]. در بیشتر اقتصادهای پیشرو، اعمال نظام ارزیابی مستمر به منظور پایش و رصد ارتباط بین عملکرد و منابع و کسب ترکیب بهینه تخصیص منابع به منظور دستیابی به مزیت رقابتی و رسیدن به توسعه اقتصادی پایدار یک اصل بنیادین تلقی می‌شود. در این راستا یکی از مهم‌ترین گام‌های ارزیابی عملکرد، تعیین شاخص‌های ارزیابی عملکرد است. از جمله شاخص‌های شایان توجه در این راستا، کارایی، بهره‌وری و اثربخشی هستند. منظور از کارایی، نسبت بازده واقعی به بازده استاندارد و مورد انتظار یا به عبارت دیگر، نسبت مقدار کاری است که انجام می‌شود به مقدار کاری که باید انجام شود. از دیدگاه اقتصاددانان، بهره‌وری به معنای تولید محصول بیشتر با استفاده از منابع و امکانات موجود یا به عبارتی، استفاده موثرتر از عوامل تولید است. اثربخشی نیز میزان هم‌راستا بودن فعالیت‌های یک مؤسسه با اهداف از پیش تعیین شده یا به عبارت دیگر، درجه دستیابی به اهداف را بیان می‌دارد [۲۸]. در کارایی گفته می‌شود کدام بنگاه کارا عمل می‌کند؛ ولی در مفهوم بهره‌وری گفته می‌شود که کدام بنگاه در طول زمان بهره‌وری عوامل تولید خود را تغییر داده‌اند. بنگاههایی می‌توانند بهره‌وری عوامل تولید خود را در طول زمان افزایش دهند که در طول زمان به سمت کاراترین عملکرد حرکت کنند [۲۳]. به همین منظور، شرکت‌ها همواره خواستار کارایی بیشتریند؛ زیرا آن را ابزار رسیدن به سود و مطلوبیت بیشتر می‌دانند. همان‌گونه که پیش‌تر عنوان شد بهره‌وری به مفهوم مقایسه کارایی یک بنگاه طی زمان‌های متفاوت است؛ در نتیجه، محققان همواره به سنجش

ارزیابی عملکرد واحدهای تجاری بهتر انجام می‌شود. علاوه بر آن، براساس این روش می‌توان با الگوبرداری از بهترین واحد تصمیم‌گیرنده، راهکارهایی مبتنی بر بهترین نسبت ستانده به داده برای هر سطح جداگانه از فعالیت را پیشنهاد داد و باعث افزایش کارایی در همه سطوح شد [۲۲]؛ از این‌رو، هدف از انجام این پژوهش، ارائه الگویی به منظور ارزیابی و سنجش کارایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها است که انتظار می‌رود با دقت بیشتری، محتوای جامع‌تر و میسوط‌تری از میزان کارایی هر شرکت را تعیین کند تا در تصمیم‌گیری استفاده‌کنندگان مؤثر واقع شود.

در ادامه، ساختار پژوهش حاضر بدین شرح است: ابتدا مبانی نظری و پیشینه تجربی پژوهش بیان می‌شود، سپس روش‌شناسی پژوهش، ابزار گردآوری و اعتبار پژوهش، تشریح روش‌های مرتبط با شناسایی و غربالگری متغیرها و آزمون‌های محاسبه و سنجش کارایی معرفی می‌شوند و در نهایت در بخش پایانی، نتیجه‌گیری و پیشنهاد ارائه می‌شوند.

### مبانی نظری

مبتنی بر ادبیات اقتصادی و مالی، یکی از مهم‌ترین اقدامات به منظور تداوم فعالیت و بقای بنگاههای تجاری در محیط رقابتی و پویای امروز، ارزیابی صحیح عملکرد و بهبود مستمر فعالیت‌ها است. هر واحد تجاری برای آگاهی از میزان مطلوب عملکرد فرآیندهای خود نیاز مبرم به نظام ارزیابی اثربخش و کارآمدی دارد و نبود این سیستم ارزیابی و کنترل به معنای عدم برقراری ارتباط با محیط درون و برون و عاملی بازدارنده به منظور کسب برتری رقابتی تلقی می‌شود. در واقع با اعمال این ارزیابی‌ها شکاف بین عملکرد و اهداف از پیش تعیین شده به دست می‌آید [۵].

به‌طور کلی، نظام ارزیابی عملکرد، فرآیند سنجش

در این راستا هرچند سازمان ملی بهره‌وری ایران در زمینه ارتقای شاخص‌های بهره‌وری در سطح خرد و کلان، اقدامات و فعالیت‌های مناسبی را در بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی انجام داده است، در سالیان اخیر شاهد روند نزولی در شاخص‌های بهره‌وری و پیامدها و اثرات آن در اقتصاد جامعه بوده‌ایم. کاهش شاخص‌های بهره‌وری مرتبط با عوامل تولید، کار و سرمایه و نیز ضعف و نارسایی روش‌های سنتی محاسباتی ارزیابی کارایی باعث شده است ارزیابی مناسبی از این معیار مهم اقتصادی به‌منظور تصمیم‌گیری وجود نداشته باشد. این در حالی است که یکی از پیش‌زمینه‌های بهبود بهره‌وری، سنجش صحیح کارایی و استفاده از سایر متغیرهای مرتبط و تأثیرگذار و متعاقب آن، ارائه راهکارهایی به‌منظور ارتقای آن است. دست‌کم شش معیار مجزا از قبیل: کارایی، اثربخشی، کیفیت، سودآوری، بهره‌وری و درنهایت، خلاقیت و نوآوری برای ارزیابی عملکرد یک واحد تجاری وجود دارد [۵]. هرچند این معیارها لزوماً متمایز از یکدیگر نیستند، مبتنی بر نظر ساها و راویسانکار [۲۶]، عملکرد هر واحد تجاری اغلب بر حسب کارایی و میزان استفاده بهینه از منابع آن ارزیابی می‌شود؛ بنابراین، با پیروی از این نگرش، در این پژوهش، با تمرکز بر معیار کارایی به‌عنوان معیار ارزیابی عملکرد توجه شده است. عمدتاً دقت سنجش کارایی، هم از منظر اینکه مبنایی برای ارزیابی عملکرد فراهم می‌کند و هم از این نظر که ابزاری برای رسیدن به سود و مطلوبیت بیشتر بنگاه است، تأکید و توجه بیشتری شده است.

در این راستا استفاده از روش‌ها و مدل‌های مختلف سایر علوم از جمله ریاضیات، آمار و سایر علوم مرتبط به‌منظور ارزیابی و سنجش کارایی به‌جای مدل‌های سنتی ارزیابی عملکرد مبتنی بر روش‌های

صحیح کارایی به‌واسطه اهمیت آن در ارزیابی عملکرد بنگاه توجه داشته‌اند. با مرور مطالب پیش‌گفته، واضح است پیش‌شرط بهبود بهره‌وری در سطح خرد و کلان مستلزم سنجش صحیح کارایی است. در این راستا ارائه یک نظام سنجش کارایی در سطح خرد در بنگاهها بر پایه روش‌های معتبر علمی و سازگار با اطلاعات حسابداری به‌منظور ارتقای بهره‌وری به‌ویژه در شرایطی که مبتنی بر گزارش‌های متعدد سهم بهره‌وری عوامل تولید در کشور پایین است، همواره احساس می‌شود.

براساس گزارش سازمان بهره‌وری آسیایی، سهم بهره‌وری عوامل تولید از رشد تولید ناخالص در کشور ایران بسیار پایین‌تر از متوسط کشورهای توسعه‌یافته است؛ به نحوی که رشد تولید ناخالص داخلی کشورهای توسعه‌یافته از محل بهره‌وری عوامل تولید بیش از ۵۰ درصد است. پایین بودن سهم بهره‌وری در اقتصاد ایران و فاصله معنادار این نسبت اقتصادی مهم با کشورهای توسعه‌یافته باعث شده است در چشم‌انداز افق سال ۱۴۰۴، جایگاه اقتصادی ایران تا حدودی نزدیک به کشورهای توسعه‌یافته دیده شود. بر همین اساس، در برنامه چهارم توسعه (دوره چهارساله: ۱۳۸۸-۱۳۸۴) مقرر شده بود این رقم، یعنی سهم بهره‌وری عوامل تولید از رشد تولید ناخالص داخلی به حدود ۳۱ درصد برسد و راهبرد برنامه پنجم توسعه (دوره چهارساله: ۱۳۹۰-۱۳۹۴) حکایت از سهم ۳۰ درصدی بهره‌وری و رشد اقتصادی ۸ درصدی داشت. در قانون برنامه ششم توسعه، مصوب ۹۶/۰۲/۱۴ (دوره چهارساله: ۱۴۰۰-۱۳۹۶) نیز سهم بهره‌وری در تولید ناخالص داخلی در حدود ۳۵ درصد دیده شد و در چشم‌انداز ۲۰ ساله، سهم بهره‌وری کل عوامل تولید در رشد اقتصادی ۴۲ درصد هدف‌گذاری شده است [۱۰-۱۱-۱۲].

به مقیاس تعریف می‌شوند [۲۵].

این روش براساس اطلاعات عملکردی واحدهای تصمیم‌گیرنده، مرز کارا را به صورت تجربی مشخص می‌کند. اگر یک واحد تصمیم‌گیری بر آن مرز قرار گیرد، آن را کارا و در غیر این صورت، ناکارا می‌گویند [۱].

از روش‌های سنتی مبتنی بر نسبت‌های مالی موسوم به روش‌های تحلیل نسبت نیز برای مقایسه اعداد، نسبت‌ها و روندها در صورت‌های مالی استفاده می‌شود؛ مبتنی بر این روش‌ها می‌توان بین اجزای گزارش‌ها و صورت‌های مالی در یک یا چندین دوره مالی مقایسه به عمل آورد [۱۶]؛ اما این نسبت‌های مالی دارای محدودیت‌ها و نارسایی‌هایی هستند که استفاده از آنها به‌تنهایی در راستای ارزیابی، ممکن است موجب گمراهی استفاده‌کنندگان شود. اساساً نسبت‌های مالی، یک بعد از عملکرد مالی سازمان را ارزیابی می‌کند و به‌کارگیری نسبت‌های چندگانه برای ارزیابی جنبه‌های مختلف عملیات، اطلاعات ناچیزی را برای ارزیابی کارایی در اختیار قرار می‌دهند [۳۰]. همچنین، تعدد نسبت‌های مالی زیاد بوده‌اند و گاهی گیج‌کننده و با یکدیگر متناقض نیز هستند. درحقیقت، مشکل اصلی این روش‌ها ناتوانی آنها برای در نظر گرفتن شاخص‌های ورودی و خروجی چندگانه است. به عبارت دیگر، هنگامی که واحدهای تصمیم‌گیری ورودی‌های چندگانه‌ای را برای تولید خروجی‌های چندگانه به کار می‌برند، این روش‌ها دیگر قادر به تخمین یک مقدار جامع به‌عنوان ارزیابی کارایی نیستند و چند نسبت مالی محدود نمی‌تواند اطلاعات کاملی درباره ابعاد گسترده عملکرد یک شرکت را به تصویر کشد [۵]. در این میان، از بین انواع نسبت‌های مالی، معمولاً نسبت‌های مرتبط با سودآوری بیشتر به‌منظور

حسابداری که حاوی محدودیت‌های مختلفی است، در تحلیل ارزیابی اطلاعات حسابداری ضرورت دارد. یکی از روش‌های مناسب ارزیابی کارایی شرکت‌ها، روش تحلیل پوششی داده‌هاست که یک روش چندمعیاره برای تصمیم‌گیری و سنجش عملکرد شرکت‌ها است. در این روش با استفاده از چندین متغیر ورودی و خروجی، میزان کارایی شرکت‌ها، محاسبه و بر این مبنای می‌توان شرکت‌های کارا و ناکارا را از هم تفکیک کرد. تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها متدولوژی بر مبنای برنامه‌ریزی خطی است. این روش برای ارزیابی کارایی نسبی واحدهای تصمیم‌گیری به کار می‌رود که وظایف یکسانی انجام می‌دهند [۲۹]. در بررسی تاریخچه پیدایش این الگو، فارل نخستین‌بار در سال ۱۹۵۷ با ارائه روش مرزی به نام مرز کارایی، مرز غیرپارامتری کارایی را تعریف کرد. او با استفاده از روابط ریاضی، ملاک دورافتادگی واحد تصمیم‌گیرنده از مرز فوق را به‌منزله کارایی آن واحد، اندازه‌گیری کرد. بعدها چارلز، کوپر و رودرز، مدل CCR را در سال ۱۹۸۷ با ثابت فرض کردن بازده به مقیاس واحدها براساس مدل‌های ریاضی توسعه‌یافته به‌عنوان تحلیل پوششی داده‌ها معرفی کردند. چند سال بعد از ارائه مدل CCR، بنکر، چارلز و کوپر دومین مدل را به نام BCC مبتنی بر بازده به مقیاس متغیر معرفی کردند. بازده به مقیاس بیان‌کننده پیوند بین تغییرات ورودی‌ها و خروجی‌های یک سیستم است. یکی از توانایی‌های روش تحلیل پوششی داده‌ها، کاربرد الگوهای مختلف، متناظر با بازده به مقیاس‌های متفاوت و همچنین، اندازه‌گیری بازده به مقیاس واحد است. بیشتر مدل‌های استفاده‌شده در تحلیل پوششی داده‌ها مدل‌های CCR و BCC هستند که به ترتیب بازده ثابت و متغیر نسبت

سنجش کارایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها برای شرکت‌های نمونه پرداخته می‌شود و در مرحله بعدی با استفاده از تعدادی از نسبت‌های مالی مهم برگزیده از طریق روش دلفی فازی و روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، از طریق آزمون معادلات ساختاری واریانس محور، نسبت به ارزیابی میزان ارتباط نسبت‌های مالی با عدد کارایی شرکت‌ها اقدام می‌شود.

### مروری بر پیشینه‌های پژوهش

محققان تا کنون پژوهش‌های زیادی در زمینه سنجش کارایی در شاخه‌های گوناگون علوم از قبیل صنایع، بخش خدمات دولتی، بیمه و ... انجام داده‌اند؛ اما تحقیقی انجام نشده است که الگویی برای سنجش کارایی براساس اطلاعات حسابداری و با مدل تحلیل پوششی داده‌ها و مبتنی بر متغیرهای منفی در سطح شرکت‌ها و اینکه میزان ارتباط کارایی را با نسبت‌های مالی بررسی کند. با وجود این، تعدادی از مهم‌ترین پژوهش‌های صورت گرفته به شرح ذیل‌اند:

### پیشینه پژوهش‌های داخلی

استا و همکاران [۲]، در پژوهش خود به بررسی رابطه مدل‌های مالی و اقتصادی با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری پرداختند. در این پژوهش، عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری از طریق تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها ارزیابی شد. در ادامه، عملکرد ارزیابی شده در قالب مدل رگرسیون با مدل‌های مالی و اقتصادی مقایسه شد. نتایج حاکی از آن است که بین مدل‌های اقتصادی و مدل تحلیل پوششی داده‌ها برای ارزیابی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری، رابطه معنادار و مستقیمی وجود دارد؛ در حالی که

ارزیابی، شایان توجه و استفاده واقع می‌شوند. این در حالی است که شاخصی که باید بیشتر به آن توجه کرد، کارایی و بهره‌وری است؛ اما به لحاظ موانعی همچون عدم توافق در اندازه‌گیری، چگونگی ارزیابی و فقدان الزامات قانونی، افشا نمی‌شوند و بنابراین، در محاسبات لحاظ نمی‌شوند. اساساً سود یکی از برون‌دادهایی است که در اثر بهره‌وری پدید می‌آید. به عبارت دیگر، آنچه باعث ایجاد و افزایش سود می‌شود، بهره‌وری است؛ بنابراین، بهره‌وری از جامعیت، انعطاف‌پذیری و کاربردپذیری بیشتری نسبت به سود برخوردار است. به همین منظور، اعتقاد بر این است که تجزیه و تحلیل مبتنی بر نسبت‌های مالی برای تعیین واحدهای ناکارا از عینیت کمتری برخوردار است و برای ارزیابی چندبعدی و پیدا کردن بهترین عملکرد ناتوان‌اند [۱۸]؛ بنابراین، برای رفع مشکلات موجود، روش‌های تحلیل مرزی در مقایسه با روش‌های سنتی، امکان تعیین بهترین عملکرد ممکن (مقدار مرزی) را فراهم می‌کند و واحدهای تصمیم‌گیری به مقایسه عملکرد خود با آن می‌پردازند. در این بین از میان انواع روش‌های مرزی ارزیابی کارایی، روش تحلیل پوششی داده‌ها به واسطه انعطاف‌پذیری، تناسب آن برای بررسی روابط غیرخطی در تحلیل‌ها و کمترین محدودیت‌هایی که در تعیین بهترین مرز عملکرد اعمال می‌کنند، کاربرد نسبتاً گسترده‌تری نسبت به سایر روش‌ها دارند [۳۰].

در این راستا، این پژوهش درصدد است تا به این سؤالات پاسخ بدهد که مقدار کارایی شرکت‌ها براساس روش تحلیل پوششی داده‌ها مبتنی بر تکنیک متغیرهای منفی چه مقدار است. میزان ارتباط نسبت‌های مالی با عدد کارایی به دست آمده چه میزان است.

برای این منظور، در این پژوهش، ابتدا به

با بهره‌وری کار و سرمایه بررسی شد. جامعه آماری تحقیق شامل تعداد ۵۶ شرکت تولیدی در بورس طی سال‌های ۱۳۸۴-۱۳۸۰ انتخاب شده است. نتایج تحقیق نشان‌دهنده: الف) وجود ارتباط مثبت بین بازده کل دارایی‌ها و شاخص بهره‌وری کار و سرمایه؛ ب) وجود ارتباط مثبت و ضعیف بین بازده حقوق صاحبان سهام و شاخص بهره‌وری کار و سرمایه و ج) نبود ارتباط مابین درجه اهرم مالی و شاخص‌های بهره‌وری کار و سرمایه است.

محمودی و همکاران [۸]، در پژوهش خود به بررسی کارایی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی با درجه بسیار بزرگ و تأثیر نسبت‌های سودآوری بر آنها پرداخته‌اند. در این تحقیق از متغیرهای هزینه عملیاتی به سود خالص و ارزش ویژه با عنوان دو ورودی و سود خالص به جمع دارایی‌ها و جریان نقدی عملیاتی به حجم دارایی‌ها با عنوان دو خروجی استفاده شد، سپس نتایج با یک روش تلفیق با نرم‌افزار بهینه‌سازی ارزیابی انجام شدند و کاراترین و ناکاراترین واحد در بازه زمانی مطالعه شده به دست آمد. در ادامه، با استفاده از آزمون رگرسیون چندمتغیره و در بازه زمانی ۳ ساله از سال ۸۸ الی ۹۰ تعداد ۷۰ واحد دانشگاهی و با به‌کارگیری تعدادی از نسبت‌های مالی سودآوری شامل سود خالص به ارزش ویژه، نسبت سود خالص به جمع دارایی‌ها، جریان نقدی عملیاتی به جمع دارایی‌ها و جمع کل دارایی‌ها تأثیر آنها بر کارایی بررسی شد. نتایج نشان دادند تمامی نسبت‌های سودآوری محاسبه شده به غیر از نسبت سود خالص به ارزش ویژه، ارتباط مثبت و معناداری با میزان کارایی به‌دست‌آمده با تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها داشتند.

مسگرپور امیری و یدالله‌زاده طبری [۹] برای ارزیابی بانک‌های خصوصی و دولتی از روش تحلیل

این رابطه برای مدل‌های مالی و مدل تحلیل پوششی داده‌ها معنادار و معکوس است.

خداپرست و همکاران [۳]، در پژوهش خود به آزمون تجربی مقایسه کارایی مدل‌های هزینه سهام عادی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها بر مبنای داده‌های به‌دست‌آمده از ۱۰۴ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی بازه زمانی ۱۳۹۱ تا ۱۳۹۷ پرداختند. آنها برای مقایسه کارایی، ضرایب به‌دست‌آمده از روش گوردون و روش اولسون جونتر را با هم مقایسه کردند. نتایج نشان دادند در شرایط پرریسک و کم‌ریسک مدل اولسون جونتر کارایی بیشتری را دارد و هزینه سهام عادی برآوردشده از این مدل برای تصمیم‌گیری از طریق مصون‌سازی پرتفوی از زیان‌های احتمالی سودمندتر است.

خواجوی و همکاران [۴]، در پژوهش خود به‌منظور ارزیابی سنجش کارایی، صورت‌های مالی تعداد ۲۶۷ شرکت پذیرفته در بورس اوراق بهادار تهران را در طی بازه زمانی ۱۳۸۶-۱۳۸۴ تجزیه و تحلیل کردند. نسبت‌ها و داده‌های مالی شامل تعداد ۴ ورودی و تعداد ۷ خروجی بوده و مدل تحلیل پوششی داده‌ها با روش بازده به مقیاس متغیر و ورودی محور انتخاب شده است. اجرای مدل مذکور نشان دادند در میان ۲۶۷ شرکت، ۳۲ شرکت دارای کارایی نسبی و ۲۳۵ شرکت ناکارا هستند؛ از این‌رو، تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مکمل مناسبی برای تحلیل سنتی صورت‌های مالی با استفاده از نسبت‌های مالی است.

قائمی و همکاران [۷]، در پژوهشی به بررسی ارتباط بین شاخص‌های مالی و شاخص‌های بهره‌وری پرداختند. در این پژوهش در قالب یک فرضیه اصلی و شش فرضیه فرعی، ارتباط بین بازده کل دارایی‌ها، بازده حقوق صاحبان سهام، اهرم مالی



بررسی کارایی تعداد ۱۶۷۴ شرکت دانش‌بنیان در کشور ایتالیا با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها در طی بازه زمانی ۲۰۱۷-۲۰۱۲ پرداختند. در این پژوهش، متغیرهای ورودی تعداد کارکنان و جمع دارایی‌ها و متغیرهای خروجی درآمد ناشی از فروش و خدمات در نظر گرفته شده‌اند. در مرحله بعدی برای اعتبار اطلاعات نهایی از بازده حقوق صاحبان سهام و نسبت اهرمی استفاده شد؛ نتایج نشان‌دهنده همبستگی بالای مقادیر کارایی با بازده حقوق صاحبان سهام و نسبت اهرمی است.

کورتیس و همکاران [۱۵] کارایی تعداد ۱۲۰ شرکت تجاری یونانی در بخش‌های اجتماعی و محیطی را بررسی کردند. در این پژوهش، از ترکیب نسبت‌ها و تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شد. تحلیل پوششی داده‌ها از یک ورودی و دو خروجی و از داده‌های صورت‌های مالی تشکیل شده است. متغیر ورودی شامل دارایی‌ها و متغیرهای خروجی شامل بازده سرمایه‌گذاری و سود قبل از مالیات است؛ نتایج پژوهش بیان‌کننده ارتباط مثبت و قوی با مقدار بازده کل دارایی‌ها داشت.

فروز و همکاران [۲۰] در پژوهش خود بیان کردند نسبت‌های مالی، یک ابزار تحلیلی رایج برای بررسی عملکرد یک شرکت است. هرچند نسبت‌های مالی محاسبه آن ساده و تفسیر آن مشکل است، تحلیل نسبت‌ها همیشه مورد انتقاد است. همچنین، بیان کردند تحلیل پوششی داده‌ها، مکمل نسبت‌های مالی است و می‌تواند آنها را تقویت کند. تحلیل پوششی داده‌ها یک معیار ثابت قابل اطمینان از کارایی مدیریتی و عملیاتی فراهم می‌کند. این محققان نشان دادند بین کارایی و نسبت‌های مالی رابطه وجود دارد.

فرناندز و همکاران [۱۹] در پژوهشی به ارزیابی کارایی بانک‌های اروپایی و اثرات عوامل تعیین‌کننده

پوششی داده‌ها استفاده کردند. نمونه آماری تحقیق از تعداد ۲۰ بانک دولتی و خصوصی در سال ۱۳۹۰ انتخاب شده است. نتایج پژوهش نشان دادند تعداد ۹ واحد از ۲۰ واحد کارا و مابقی ناکارا شناخته شده‌اند؛ بدین معنی که ۴۵ درصد از بانک‌ها کارا و ۵۵ درصد ناکارا بوده‌اند. از دیگر نتایج تحقیق این موضوع است که از هشت نسبت مالی مطرح‌شده، نسبت کفایت سرمایه، نسبت سودآوری، نسبت مدیریت و نسبت کیفیت دارایی با استفاده از تحلیل رگرسیون رابطه مستقیمی با کارایی دارند.

ممتازیان و کاظم‌نژاد [۱۳]، تأثیر قابلیت‌های مدیریت بر معیارهای عملکرد تعداد ۱۶۱ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را در طی دوره زمانی ۱۳۸۴-۱۳۹۳ بررسی کردند. برای این منظور، قابلیت مدیران با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها اندازه‌گیری شد و سپس رابطه آن را با چهار نسبت عملکردی شامل ارزش افزوده اقتصادی، بازده حقوق صاحبان سهام، نسبت قیمت به سود و نسبت کیوتوبین ارزیابی کردند. نتایج نشان دادند بین قابلیت مدیران و معیارهای عملکرد شرکت رابطه مستقیم و معناداری وجود دارد.

### پیشینه پژوهش‌های خارجی

آکولا [۲۲]، در پژوهشی با نام «بررسی دومرحله‌ای کارایی شرکت‌های بیمه کشور کنیا» به بررسی کارایی صنعت بیمه طی بازه زمانی سال‌های ۲۰۱۱ تا ۲۰۱۴ با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و رگرسیون توبیت در این کشور پرداخت. نتایج این پژوهش نشان دادند از مجموع ۴۲ شرکت بیمه بررسی شده، ۵۵ درصد شرکت‌ها در سال ۲۰۱۱، ۳۳ درصد شرکت‌ها در سال ۲۰۱۲، ۱۹ درصد در سال ۲۰۱۳ و ۳۶ درصد در سال ۲۰۱۴ مرز کارایی را دارا بودند.

کامپسی و همکاران [۱۴]، در پژوهش خود به

تأثیر متفاوتی از متغیرهای صورتحساب سود و زیان و ترازنامه بر کارایی دارد.

### روش پژوهش و تشریح الگو

این پژوهش با استفاده از روش پژوهش ترکیبی یا آمیخته (کیفی - کمی) انجام شده است. بر اساس این، ابتدا در مرحله کیفی با استفاده از ادبیات پژوهش، متغیرهای حسابداری زمینه‌ساز ارزیابی کارایی استخراج و مقوله‌بندی شدند، سپس در قالب پرسشنامه ساختاریافته دلفی، دیدگاه خبرگان، جمع‌آوری و با استفاده از روش دلفی فازی، شاخص‌ها غربال و به روش تحلیل سلسله‌مراتبی فازی وزن‌دهی شدند. در ادامه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها عدد کارایی برای شرکت‌های نمونه، محاسبه و با روش معادلات ساختاری واریانس‌محور به ارتباط بین نسبت‌های مالی منتخب و عدد کارایی محاسبه‌شده، پرداخته شد؛ شرح روش‌های فوق به تفصیل در ذیل بیان می‌شود:

### روش‌های شناسایی، انتخاب و غربال‌گری متغیرها و ضرایب آنها (روش‌های کیفی)

**روش دلفی فازی:** مراحل انجام روش دلفی فازی به شرح ذیل انجام شده است:

الف) تدوین پرسشنامه اولیه و آزمودن آن در این پژوهش، از دیدگاه افراد متخصص خبره و صاحب‌نظر در رشته حسابداری و کارشناسان مطلع نسبت به موضوع پژوهش در سازمان ملی بهره‌وری استفاده شد که از پشتوانه نظری و تجربی مناسبی در حوزه حسابداری و مالی برخوردار بودند؛ بنابراین، پنل خبرگان پژوهش از اعضای هیئت علمی گروه حسابداری و مدیریت مالی، کارشناسان مطلع سازمان ملی بهره‌وری و مدیران مالی تشکیل شد. در

ریسک بانکی بر عملکرد آنها طی سال‌های ۲۰۱۴-۲۰۰۷ پرداخته‌اند. در این پژوهش، تجزیه و تحلیل داده‌ها و محاسبه کارایی با استفاده از شاخص بهره‌وری مالک کوئیست انجام شده است. آنها با استفاده از نتایج رگرسیون نشان دادند ریسک اعتباری رابطه منفی بر کارایی بانک‌ها دارد و نیز ریسک سرمایه و سود رابطه مثبت بر کارایی دارد. از دیگر نتایج این پژوهش این است که متغیرهای ریسک بانکی در زمان سطوح پایین‌تر توسعه مالی، بر کارایی بانک‌ها بیشتر تأثیر می‌گذارد.

دو و همکاران [۱۷] تأثیر انواع دارایی‌های مولد درآمد و غیرمولد درآمد را بر کارایی بانک‌های کشور چین طی بازه زمانی ۲۰۰۶-۲۰۱۱ بررسی کردند. در این پژوهش، با روش تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای و داده‌های تابلویی، تغییرات تکنولوژیکی در طول زمان بررسی شده‌اند. نتایج نشان دادند افزایش سهم دارایی‌های مولد درآمد از کل دارایی‌ها از قبیل اوراق بهادار و مشتقات آن تأثیر مثبتی بر کارایی دارد و نیز کاهش سهم دارایی‌های غیرمولد از کل دارایی‌ها تأثیر مشابهی داشته است. از دیگر نتایج این پژوهش، این است که سایر اقدامات در بانکداری چین از قبیل حذف الزامات قانونی، نسبت اندوخته قانونی و نرخ بهره، تأثیر مثبتی بر کارایی بانکداری چین دارد.

وانک و همکاران [۲۹] در پژوهش خود به بررسی صنعت بانکداری در منطقه منا پرداختند. این بررسی بر پایه مدل پویای تحلیل پوششی داده‌ها و با استفاده از شاخص‌های حسابداری صورت پذیرفت. برای شاخص‌های حسابداری از متغیرهای موجود در صورتحساب سود و زیان و ترازنامه استفاده شده است. در این پژوهش، تأثیر متغیرهای نوع بانک، مالکیت و ادغام بانک با یک مدل غیرخطی با کارایی بررسی شد. نتایج نشان دادند نوع بانک، محل اقامت و مکان فعالیت بانک و مالکیت بر میزان کارایی تأثیر دارد و

سؤالات به همراه میانگین طیف پرسشنامه (به‌عنوان شاخص آستانه) استفاده می‌شود. به عبارت دیگر، شاخص‌ها یا سؤالاتی که مقدار دی‌فازی شده آنها بزرگ‌تر از مساوی میانگین طیف پرسشنامه (شاخص آستانه) باشد، شاخص‌های مهم و تأثیرگذار شناخته می‌شوند و شاخص‌ها یا سؤالی که مقدار دی‌فازی شده آنها کمتر از مقدار میانگین طیف باشد، شاخص‌های کم‌اثر یا کم‌اهمیت شناخته می‌شوند [۲۱]. نتایج حاصل از محاسبات دی‌فازی شده عوامل نشان دادند در این پژوهش از بین تعداد ۱۰ متغیر برون‌داد، تعداد ۹ متغیر مقدار دی‌فازی شده بیشتر از ۳ و از بین تعداد ۱۵ متغیر درون‌داد، تعداد ۹ متغیر مقدار دی‌فازی شده بیشتر از ۳ را کسب کردند.

د) تجزیه و تحلیل پرسشنامه‌های دور اول و دوم در روش دلفی فازی

در این گام، با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از پرسشنامه دور اول به طراحی پرسشنامه دور دوم پرداخته شد. با توجه به مقدار دی‌فازی به‌دست‌آمده برای هر یک از سؤالات پژوهش مشاهده می‌شود از بین تعداد ۱۰ متغیر برون‌داد، ۱ سؤال و از بین تعداد ۱۵ متغیر درون‌داد، تعداد ۶ سؤال دارای مقدار دی‌فازی کمتر از مقدار میانگین طیف (عدد ۳ که مبنای ارزیابی در این پژوهش است) هستند.

در دور دوم، همان سؤالات مجدداً با نتایج دور اول به شرکت‌کنندگان، ارائه و سپس دوباره نظرخواهی انجام شد و بابت تعداد ۷ متغیر که مقدار دی‌فازی آنها کمتر از عدد ۳ بود، اجماع حاصل نشد. در این مرحله، خبرگان تعداد ۸ شاخص برون‌داد و درون‌داد جدید را معرفی کردند که در موضوع پژوهش یعنی در فرآیند ارزیابی کارایی مؤثر است. برای طراحی پرسشنامه دوم، سؤالاتی که در پرسشنامه اول کم‌اهمیت شناخته شده بودند و اجماع حاصل نشده بود، از پرسشنامه، حذف و نیز تعداد ۸ شاخص

ادامه، مبتنی بر مطالعات مبانی نظری و ادبیات پژوهش، فهرستی از متغیرهای حسابداری مؤثر در ارزیابی کارایی، شناسایی شد. سپس یک غربال اولیه انجام شد و شاخص‌های تکراری یا مترادف حذف شدند. در نهایت، ۲۵ متغیر شامل تعداد ۱۵ متغیر درون‌داد (متغیر ورودی یا متغیرهای منابعی یعنی کاهش مقداری آنها تأثیر مثبت بر عملکرد واحد تصمیم‌گیری دارد) و تعداد ۱۰ متغیر برون‌داد (متغیر خروجی یا متغیرهای عملکردی یعنی افزایش مقداری آنها تأثیر مثبت بر عملکرد شرکت دارد) انتخاب شدند. پس از شناسایی متغیرهای حسابداری پژوهش، به طراحی پرسشنامه‌ای مشتمل بر ۲۵ سؤال، اقدام و سؤالات در دور اول روش دلفی فازی با استفاده از یک نظام امتیازدهی انجام شد که در یک طیف ۵ تایی گنجانده شده بود.

ب) بررسی پایایی پرسشنامه

برای بررسی پایایی پرسشنامه، مقدار آلفای کرونباخ پرسشنامه با استفاده از نرم‌افزار آماری Spss22 محاسبه شد. مقدار آلفای کرونباخ به‌دست‌آمده (۰/۸۴۴) بود که بیشتر از مقدار ۰/۷ است و این به مفهوم تأیید پایایی پرسشنامه است.

ج) تجزیه و تحلیل پاسخ‌های دریافتی دور اول روش دلفی

در این مرحله، از پنل خبرگان تقاضا شد به شناسایی شاخص‌های مهم در ارزیابی کارایی با استفاده از متغیرهای حسابداری بپردازند؛ به همین منظور، براساس نظر گروه تحقیق برای شناسایی شاخص‌های مهم از مقدار دی‌فازی یا فازی‌زدایی<sup>۱</sup> (روشی برای تبدیل اعداد فازی به اعداد قطعی است؛ این عملیات باعث می‌شود تا نتایج حاصل از استنتاج فازی به‌صورتی فهم‌پذیر برای مخاطب ارائه شود)

درونداد بیشتر از میانگین طیف پرسشنامه‌اند؛ بنابراین، متغیرهای باقی‌مانده از اهمیت بالایی در فرآیند ارزیابی کارایی برخوردارند. در دور دوم پژوهش، برخلاف دور قبل هیچ شاخص جدیدی از خبرگان معرفی نشد و این نشان‌دهنده این بود که شاخص‌های ارائه‌شده در پرسشنامه، تمام ابعاد پژوهش را در بر گرفته‌اند.

جدید معرفی‌شده خبرگان، طراحی و به پرسشنامه دور دوم اضافه شد. ابتدا با استفاده از نتایج به‌دست‌آمده در دور اول به طراحی پرسشنامه جدید اقدام شد، سپس به جمع‌آوری پرسشنامه‌های دور دوم و تجزیه و تحلیل آن پرداخته شد. براساس مقدار دی‌فازی، هر یک از سؤالات مشخص شدند که مقدار دی‌فازی تعداد ۹ متغیر برونداد و تعداد ۱۰ متغیر

### نگاره ۱. لیست معیارهای پژوهش

| شماره | معیارها | نماد | زیرمعیارها                    |
|-------|---------|------|-------------------------------|
| ۱     | برونداد | A    | سود هر سهم                    |
|       |         |      | بازده سرمایه                  |
|       |         |      | سود انباشته پایان دوره        |
|       |         |      | حاشیه سود خالص                |
|       |         |      | درآمد فروش                    |
|       |         |      | بازده دارایی                  |
|       |         |      | نسبت آنی                      |
|       |         |      | سود قابل تخصیص                |
|       |         |      | سود و زیان عملیاتی            |
|       |         |      | نسبت دارایی ثابت به ارزش ویژه |
| ۲     | درونداد | B    | موجودی مواد و کالا            |
|       |         |      | مجموع نقدینگی و سرمایه‌گذاری  |
|       |         |      | نسبت بدهی                     |
|       |         |      | مطالبات                       |
|       |         |      | نسبت مالکانه                  |
|       |         |      | نسبت بدهی به ارزش ویژه        |
|       |         |      | پیش‌پرداخت                    |
|       |         |      | هزینه‌های عمومی               |
|       |         |      | بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته |

### تحلیل سلسله‌مراتبی فازی

در اختیار تصمیم‌گیرندگان قرار داد تا تکمیل کنند. با تکمیل پرسشنامه، پاسخ‌های دریافتی از مقایسات زوجی وارد نرم‌افزار اکسپرت چویس شد تا به ارزیابی و محاسبه وزن معیارهای اصلی پژوهش نسبت به هدف پرداخته شود.

نگاره ۲ و ۳ وزن حاصل‌شده برای متغیرهای

پس از شناسایی ساختار سلسله‌مراتبی عوامل پژوهش باید به محاسبه و ارزیابی وزن معیارهای پژوهش نسبت به هدف پرداخت. برای محاسبه وزن معیارهای پژوهش نسبت به هدف، ابتدا پرسشنامه مقایسات زوجی متغیرها نسبت به هدف آن تشکیل شد. پس از تشکیل پرسشنامه مقایسه زوجی، آنها را

درونداد و برون‌داد حاصل از محاسبات ماتریس نشان می‌دهد. مقایسه زوجی معیارهای اصلی نسبت به هدف را

#### نگاره ۲. وزن عوامل درون‌داد

| رتبه | نام متغیر                     | ضریب |
|------|-------------------------------|------|
| ۱    | نسبت دارایی ثابت به ارزش ویژه | ٪۲۹  |
| ۲    | موجودی مواد و کالا            | ٪۲۳  |
| ۳    | مطالبات                       | ٪۱۲  |
| ۴    | مجموع نقدینگی و سرمایه‌گذاری  | ٪۱۰  |
| ۵    | نسبت مالکانه                  | ٪۸   |
| ۶    | نسبت بدهی                     | ٪۶   |
| ۷    | نسبت بدهی به ارزش ویژه        | ٪۶   |
| ۸    | پیش‌پرداخت                    | ٪۵   |
| ۹    | بهای تمام‌شده کالای فروش‌رفته | ٪۲   |
| ۱۰   | هزینه عمومی                   | ٪۱   |

#### نگاره ۳. وزن عوامل برون‌داد

| رتبه | نام متغیر              | ضریب |
|------|------------------------|------|
| ۱    | حاشیه سود خالص         | ٪۲۸  |
| ۲    | بازده سرمایه           | ٪۲۶  |
| ۳    | سود هر سهم             | ٪۱۶  |
| ۴    | نسبت آبی               | ٪۱۳  |
| ۵    | سود انباشته پایان دوره | ٪۸   |
| ۶    | سود قابل تخصیص         | ٪۷   |
| ۷    | درآمد فروش             | ٪۱   |
| ۸    | سود و زیان عملیاتی     | ٪۱   |
| ۹    | بازده دارایی           | ٪۰   |

همان‌طور که از جدول مربوطه ملاحظه می‌شود در بررسی وزن عوامل درون‌داد متغیر «نسبت دارایی ثابت به ارزش ویژه» بیشترین وزن یا به عبارتی بیشترین ضریب اهمیت را و متغیر «هزینه‌های عمومی» کمترین ضریب و اهمیت را دارد. در بررسی وزن عوامل برون‌داد متغیر «حاشیه سود خالص» بیشترین وزن یا به عبارتی بیشترین ضریب اهمیت را دارد و برای متغیر «بازده دارایی» کمترین وزن یا ضریب اهمیت محاسبه شده است.

پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی شرکت‌های عضو جامعه آماری پژوهش نیاز به داده‌های مرتبط با متغیرهای برون‌داد و درون‌داد است که از روش‌های دلفی فازی انتخاب شده‌اند. برای این منظور، ابتدا داده‌های مربوط به هرکدام از متغیرهای مدل از نرم‌افزار «ره‌آورد نوین» و سایر منابع موجود و مربوط استخراج شد.

#### جامعه آماری

جامعه آماری پژوهش، کلیه شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و جامعه هدف مدنظر (حجم نمونه) شرکت‌هایی هستند که

تجزیه و تحلیل متغیرها با استفاده از روش‌های کمی در این بخش، به‌منظور اجرای روش تحلیل

براساس معیارهای زیر انتخاب می‌شوند:

الف) با توجه به بازه زمانی پژوهش (سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۸)، شرکت‌ها قبل از سال ۱۳۸۷ در بورس اوراق بهادار تهران پذیرفته شده باشند و نام آنها تا پایان سال ۱۳۹۸ از فهرست شرکت‌های یادشده حذف نشده باشد.

ب) به منظور قابلیت مقایسه، سال مالی شرکت‌ها منتهی به ۲۹ اسفند باشد و شرکت‌ها نباید توقف فعالیت داشته و دوره مالی خود را طی سال‌های ۱۳۸۷ تا ۱۳۹۸ تغییر نداده باشند.

ج) اطلاعات مورد نیاز متغیرهای پژوهش (شامل صورت‌های مالی و یادداشت‌های توضیحی) ارائه شده‌اند و ملزم به تهیه صورت‌های مالی میان‌دوره‌ای باشند.

د) به دلیل بررسی بهتر و امکان رتبه‌بندی شرکت‌های موجود در صنایع مختلف، دست کم ۵ شرکت در هر صنعت وجود داشته باشد.

ه) شرکت‌های بیمه، صندوق بازنشستگی، بانک، شرکت‌های لیزینگ و شرکت‌های سرمایه‌گذاری به دلیل ماهیت عملیاتی متفاوت با شرکت‌های دیگر از جامعه آماری تحقیق حذف شده‌اند.

در این پژوهش با در نظر گرفتن محدودیت‌های فوق تعداد ۱۶ صنعت (از کل تعداد ۵۲ صنعت) انتخاب و در مجموع، تعداد ۲۱۰ شرکت به‌عنوان حجم نمونه انتخاب شدند.

### شناسایی مدل تحلیل پوششی داده‌های مناسب برای ارزیابی کارایی با استفاده از متغیرهای حسابداری

در تمامی مدل‌های اصلی و کلاسیک، تحلیل پوششی داده‌ها فرض مثبت بودن تمامی مقادیر ورودی‌ها و خروجی‌ها در نظر گرفته شده است؛ اما در بسیاری از مسائل حسابداری مواردی وجود دارند که شرط مثبت بودن خروجی‌ها برقرار نیست و اغلب با

خروجی‌های منفی از قبیل زیان سروکار داریم. مدل اندازه‌گیری غیرشعاعی<sup>۱</sup>، یکی از انواع مدل‌هایی است که تون<sup>۲</sup> در سال ۲۰۰۱ ارائه داد. این مدل، نخست، یک اسکالر<sup>۳</sup> (کمیت نرده‌ای) به‌عنوان کارایی برای هر واحد ارائه می‌کند؛ دوم، تابع هدف نسبت به تغییر واحد پایدار است. این مدل با فعالیت‌های انتقالی خوب یا مطلوب به‌صورت خروجی رفتار می‌کند؛ زیرا مازاد آنها باعث بهبود کارایی و کمبود آنها موجب کاهش کارایی می‌شود. در نقطه مقابل، با فعالیت‌های انتقالی بد یا نامطلوب به‌صورت ورودی برخورد می‌شود؛ زیرا مازاد آنها موجب کاهش کارایی می‌شود و باید آنها را حداقل کرد. مدل اندازه‌گیری غیرشعاعی، یک مدل غیرشعاعی در تحلیل پوششی داده‌ها است که می‌تواند تغییرات نامتناسب را در ورودی‌ها و خروجی‌ها اعمال کند. بر همین اساس، در این پژوهش، از مدل پویای اندازه‌گیری غیرشعاعی استفاده شده است که برخلاف مدل‌های شعاعی، واحد تصمیم‌گیری ناکارا را با کاهش ورودی‌ها یا افزایش خروجی‌ها به روی مرز کارایی مشخص می‌کنند. همچنین، چون در دنیای پیرامون ما، اغلب، ورودی‌ها و خروجی‌ها نادقیق یا فازی هستند یا دانش ما درباره آنها نادقیق است، این مطلب محققان را بر آن داشت تا به دنبال راهکارهایی برای اندازه‌گیری کارایی در حالت نادقیق بودن داده‌ها نیز باشند؛ به همین منظور، در این پژوهش از مدل غیرشعاعی ارائه‌شده تون و تسوتسوی<sup>۴</sup> [۲۷] استفاده شده است. با توجه به اینکه این مدل نسبت به سایر مدل‌های قبلی تحلیل پوششی داده‌ها کمتر استفاده شده و صرفاً مناسب متغیرهای برون‌داد منفی است، از طریق برنامه‌نویسی و کدگذاری در نرم‌افزار R به‌صورت جداگانه و مطابق شرایط پژوهش انجام

1 Slacks-based measure  
2 tone  
3 scalar  
4 Tone & tsutsui

دارند و همگن نیستند، نخستین گام برای وارد کردن دیتا در نرم‌افزار R و حل مدل اندازه‌گیری غیرشعاعی، لزوم استانداردسازی متغیرها است. برای فرآیند استانداردسازی از رابطه زیر استفاده شده است.

$$Z_{ij} = \frac{X_{it} - \bar{X}_j}{\delta_j} \quad \text{رابطه (۱): فرمول استانداردسازی}$$

$X_{it}$  = مقدار متغیر  $j$  ام برای شرکت  $i$  ام

$\bar{X}_j$  = میانگین متغیر  $j$

$\delta_j$  = انحراف معیار متغیر  $j$  ام

$Z_{ij}$  = مقدار استاندارد شده

پس از استانداردسازی متغیرهای برون‌داد و درون‌داد، مقادیر آنها در مدل وارد شدند و سپس میزان کارایی هر شرکت و وزن‌های داده‌شده از آن، استخراج و محاسبه شد و سرانجام شرکت‌های کارا و ناکارا معلوم شدند. نتایج حاصله از محاسبات صورت گرفته در نگاره ۴ ارائه شده‌اند.

شد که نتایج مدل در نگاه شماره ۴ آورده شده‌اند. در این پژوهش به منظور نشان دادن یافته‌های تئوریک حاصل از مدل جدید ارائه شده، به صورت عملی سعی شده است تا با ارائه یک مدل پویا در تحلیل پوششی داده‌ها نخست، کارایی شرکت‌ها در طول چندین دوره زمانی، محاسبه و دوم، تابع بهینه هدف آنها ارزیابی شود. این دو ویژگی منحصر به فرد این پژوهش شامل توجه به عامل زمانی به عنوان یک عامل بسیار تأثیرگذار در کارایی و نیز نتایج حاصل از حل این مدل در برآورد تابع بهینه هدف در تحلیل پوششی داده‌ها سبب شد این پژوهش قابلیت تعمیم‌پذیری و نوآوری داشته و نسبت به سایر روش‌ها از مزایا و کاربرد پذیری بیشتری برخوردار باشد.

#### استانداردسازی متغیرها:

با توجه به اینکه مقیاس محاسبه متغیرهای ورودی و خروجی مربوط به هر کدام از شرکت‌ها باهم تفاوت

نگاره ۴: نتایج مدل تحلیل پوششی داده‌ها

| رتبه‌بندی | نام صنعت              | شرکت                | ۸۷    | ۸۸    | ... | ۹۶    | ۹۷    | ۹۸    | جمع |
|-----------|-----------------------|---------------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|
| ۱         | فرآورده‌های نفتی      | پالایش نفت بندرعباس | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۲         | فرآورده‌های نفتی      | پالایش نفت اصفهان   | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۳         | فرآورده‌های نفتی      | پالایش نفت تبریز    | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۴         | فرآورده‌های نفتی      | پالایش نفت تهران    | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۵         | حمل و نقل             | رهشاد سپاهان        | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۶         | حمل و نقل و انباری    | کشتریانی دریای خزر  | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۷         | استخراج کانه‌های فلزی | معادن بافق          | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۸         | استخراج کانه‌های فلزی | معدنی دماوند        | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |
| ۹         | غذایی بجز قند و شکر   | سالمین              | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ... | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱.۰۰۰ | ۱۲  |

| رتبه‌بندی | نام صنعت      | شرکت                | ۸۷    | ۸۸    | ... | ۹۶    | ۹۷    | ۹۸    | جمع |
|-----------|---------------|---------------------|-------|-------|-----|-------|-------|-------|-----|
| ۱۰        | فلزات اساسی   | فولاد مبارکه اصفهان | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ... | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱۲  |
| ۱۱        | فلزات اساسی   | آلومراد             | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ... | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱۲  |
| ۱۲        | فلزات اساسی   | ملی صنایع مس ایران  | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰  | ... | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱۲  |
| ۱۳        | شیمیایی       | معدنی املاح ایران   | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰  | ... | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱,۰۰۰ | ۱۲  |
| ...       | ...           | ...                 | ...   | ...   | ... | ...   | ...   | ...   | ... |
| ۱۹۸       | خودرو و قطعات | ایران خودرو دیزل    | ۰,۷۷۱ | ۰,۶۳  | ... | ۰,۶۳۰ | ۰,۸۷۳ | ۰,۸۶۸ | ۰   |
| ۱۹۹       | خودرو و قطعات | الکترونیک خودرو شرق | ۰,۶۰۵ | ۰,۳۹  | ... | ۰,۶۶۰ | ۰,۹۸۶ | ۰,۹۸۸ | ۰   |
| ۲۰۰       | خودرو و قطعات | چرخشگر              | ۰,۷۴۰ | ۰,۵۰  | ... | ۰,۷۱۵ | ۰,۹۹۵ | ۰,۹۹۲ | ۰   |
| ۲۰۱       | خودرو و قطعات | رادپاتور ایران      | ۰,۴۰۴ | ۰,۴۴  | ... | ۰,۶۸۵ | ۰,۹۹۶ | ۰,۹۹۷ | ۰   |
| ۲۰۲       | خودرو و قطعات | ریخته‌گری تراکتور   | ۰,۶۹۰ | ۰,۳۹  | ... | ۰,۷۳۰ | ۰,۹۹۳ | ۰,۹۹۵ | ۰   |
| ۲۰۳       | خودرو و قطعات | سایپا آذین          | ۰,۶۱۶ | ۰,۴۷  | ... | ۰,۷۷۳ | ۰,۹۸۱ | ۰,۹۹۱ | ۰   |
| ۲۰۴       | خودرو و قطعات | فنر سازی خاور       | ۰,۶۹۴ | ۰,۵۸  | ... | ۰,۶۵۰ | ۰,۹۹۸ | ۰,۹۹۷ | ۰   |
| ۲۰۵       | خودرو و قطعات | فنر سازی زر         | ۰,۴۹۲ | ۰,۴۶  | ... | ۰,۵۵۲ | ۰,۹۹۸ | ۰,۹۹۶ | ۰   |
| ۲۰۶       | شیمیایی       | پتروشیمی آبادان     | ۰,۸۸۰ | ۰,۵۳  | ... | ۰,۵۳۹ | ۰,۹۷۴ | ۰,۹۷۳ | ۰   |
| ۲۰۷       | شیمیایی       | لعابیران            | ۰,۵۶۵ | ۰,۵۴  | ... | ۰,۵۸۵ | ۰,۹۹۸ | ۰,۹۹۸ | ۰   |
| ۲۰۸       | شیمیایی       | شیمیایی فارس        | ۰,۷۳۷ | ۰,۵۱  | ... | ۰,۷۸۹ | ۰,۹۹۷ | ۰,۹۸۸ | ۰   |
| ۲۰۹       | شیمیایی       | پتروشیمی فارابی     | ۰,۶۲۶ | ۰,۴۸  | ... | ۰,۵۴۱ | ۰,۹۹۶ | ۰,۹۸۶ | ۰   |
| ۲۱۰       | دارویی        | داروسازی کوثر       | ۰,۸۳۷ | ۰,۸۹  | ... | ۰,۹۲۸ | ۰,۹۹۷ | ۰,۹۹۶ | ۰   |

نتایج مقدار کارایی به‌دست‌آمده برای تمامی شرکت‌ها در طی سال‌های ۸۷ الی ۹۸ در جدول نشان داده شده‌اند. در ستون آخر جدول، تجمیع تعداد کارایی هر سال شرکت‌ها، محاسبه و سپس از بیشترین به کمترین مقدار رتبه‌بندی شده است؛ برای مثال، شرکت پالایش نفت بندرعباس با کسب نمره

نتایج تحلیل به‌دست‌آمده برای ۲۱۰ شرکت طی بازه زمانی ۱۲ ساله نشان می‌دهند شرکت‌هایی که در هر سال عدد یک را کسب کرده‌اند، شرکت‌های کارا تلقی می‌شوند و سایر مقادیر به‌دست‌آمده در فاصله بین یک تا صفر به ترتیب مربوط به شرکت‌هایی با کارایی کم و ناکارا است.



از روش‌های ناپارامتریک محسوب می‌شود، سازگاری داشته و زمانی که حجم نمونه کلی در مقابل تعداد متغیرهای مورد برآورد به علت گروه‌بندی کم است و مبانی نظری قوی وجود ندارد، بسیار مناسب است و وابستگی کمتری به سطح سنجش متغیرها دارد و می‌تواند نتایج اتکاپذیری برای تخمین مدل ایجاد کند. در این مدل نسبت‌های حسابداری شامل حاشیه سود خالص، بازده دارایی، بازده سرمایه، نسبت آنی، نسبت بدهی، نسبت بدهی به ارزش ویژه، نسبت دارایی ثابت به ارزش ویژه و نسبت مالکانه که با روش دلفی فازی و تحلیل سلسله‌مراتبی فازی، شناسایی و انتخاب شده بودند، به‌عنوان متغیر مستقل تعریف شده که به‌وسیله هشت متغیر آشکار شناسایی شده است. همچنین، مقادیر کارایی برای شرکت‌ها در هر سال به‌عنوان متغیر وابسته (سازه تک آیتمی) در نظر گرفته شده‌اند. نتایج حاصله از محاسبات صورت‌گرفته در نگاره ۵ ارائه شده‌اند.

۱۲ نسبت به سایر شرکت‌ها در مقاطع زمانی ۱۲ ساله بالاترین عدد، یعنی عدد یک (کاراتر بودن) را کسب کرده و در رتبه آخر با عدد کارایی صفر شرکت داروسازی کوثر در هیچ مقطع زمانی کارا نبوده است.

### اعتبارسنجی مدل

به‌منظور بررسی توان داده‌های خروجی مدل اندازه‌گیری غیرشعاعی و رابطه مقادیر کارایی هر شرکت با نسبت‌های حسابداری و در جهت تبیین هرچه بیشتر مدل و با توجه به اینکه بررسی رابطه اجزای این مدل در پیشینه تحقیقات قبلی تا کنون مشاهده نشد و مبانی نظری کافی در این خصوص وجود ندارد، از روش معادلات ساختاری واریانس محور مبتنی بر روش حداقل مربعات جزئی به‌عنوان یک آزمون آماری برای بررسی این رابطه استفاده شده است که به الگوریتم واریانس محور مشهور است. روش مدل معادله ساختاری واریانس محور به دلیل ناپارامتریک بودن آن با روش تحلیل پوششی داده‌ها که

### نگاره ۵. نتایج معادلات ساختاری

| نتایج مدل      | ۹۳             | ۹۴             | ۹۵                       | ۹۶             | ۹۷                       | ۹۸                       |
|----------------|----------------|----------------|--------------------------|----------------|--------------------------|--------------------------|
| ضریب مسیر      | ۰,۹۸۰          | -۰,۴۲۵         | -۰,۵۴۹                   | ۰,۲۶۹          | -۰,۶۵۴                   | ۰,۳۰۰                    |
| R <sup>2</sup> | %۹۶            | %۱۷            | %۲۹                      | %۶             | %۴۲                      | %۸                       |
| p-value        | ۰,۱۵           | ۰,۳۸           | ۰,۳۹                     | ۰,۴۸           | ۰,۲۰                     | ۰,۴۳                     |
| SRMR           | ۰,۳۹           | ۰,۴۶           | ۰,۴۵                     | ۰,۴۸           | ۰,۴۸                     | ۰,۴۸                     |
| VIF1           | حاشیه سود خالص | حاشیه سود خالص | حاشیه سود خالص           | حاشیه سود خالص | حاشیه سود خالص           | حاشیه سود خالص           |
| VIF2           | نسبت آنی       | نسبت آنی       | نسبت آنی                 | نسبت آنی       | نسبت آنی                 | نسبت آنی                 |
| VIF3           |                |                | بازده سرمایه             |                | بازده سرمایه             |                          |
| VIF4           | بازده دارایی   |                | دارایی ثابت به ارزش ویژه | بازده دارایی   | دارایی ثابت به ارزش ویژه | دارایی ثابت به ارزش ویژه |
| VIF5           |                |                | نسبت بدهی به ارزش ویژه   |                | نسبت بدهی به ارزش ویژه   | نسبت بدهی به ارزش ویژه   |
| نتایج مدل      | ۸۷             | ۸۸             | ۸۹                       | ۹۰             | ۹۱                       | ۹۲                       |
| ضریب مسیر      | ۰,۶۲۵          | ۰,۸۳۷          | ۰,۴۱۶                    | -۰,۴۷۳         | ۰,۳۲۹                    | ۰,۴۸۴                    |
| R <sup>2</sup> | %۳۹            | %۷۰            | %۱۶                      | %۲۱            | %۹                       | %۲۲                      |

|         |                |                |                |          |                          |                          |
|---------|----------------|----------------|----------------|----------|--------------------------|--------------------------|
| p-value | ۰,۰۳           | ۰,۱۲           | ۰,۰۱           | ۰,۴۱     | ۰,۲۷                     | ۰,۰۳                     |
| SRMR    | ۰,۴۷           | ۰,۴۱           | ۰,۴۳           | ۰,۴۷     | ۰,۴۴                     | ۰,۴۹                     |
| VIF1    | حاشیه سود خالص | حاشیه سود خالص | حاشیه سود خالص |          | حاشیه سود خالص           | حاشیه سود خالص           |
| VIF2    | نسبت آئی       | نسبت آئی       | نسبت آئی       | نسبت آئی | نسبت آئی                 | نسبت آئی                 |
| VIF3    | بازده سرمایه   | بازده سرمایه   |                |          | بازده سرمایه             | بازده سرمایه             |
| VIF4    | بازده دارایی   | بازده دارایی   | بازده دارایی   |          | دارایی ثابت به ارزش ویژه | دارایی ثابت به ارزش ویژه |
| VIF5    |                |                |                |          | نسبت بدهی به ارزش ویژه   | نسبت بدهی به ارزش ویژه   |

### یافته‌های پژوهش

شرکت‌ها داشته‌اند. در جدول ذیل، دوره‌های زمانی تحقیق براساس رتبه‌بندی رابطه بین نسبت‌های حسابداری بر مقادیر کارایی شرکت‌ها نشان داده شده است:

نگاره شماره ۵ از نرم‌افزار Smart-PLS استخراج شده است. نتایج مربوط به تحلیل مقاطع زمانی به صورت تفکیکی در حد فاصل سال‌های ۸۷ الی ۹۸ نشان داده می‌شوند و بیان‌کننده این است که از بین نسبت‌های حسابداری که با روش دلفی فازی، شناسایی و انتخاب و وارد مدل معادلات ساختاری واریانس محور شدند، دو نسبت آئی و حاشیه سود نسبت به سایر نسبت‌ها هم‌خطی نداشتند (عامل تورم واریانس) و بیشترین اوزان را به خود اختصاص دادند. نکته جالب توجه اینکه نتایج ضرایب اهمیت این نسبت‌ها در معادلات ساختاری واریانس محور با نتایج تحلیل سلسله‌مراتبی فازی در این تحقیق نزدیک است. شاخص برازش یا کلیت مدل با عنوان ریشه دوم میانگین مربعات باقیمانده استاندارد شده<sup>۲</sup> بیان‌کننده این است که در طی بازه زمانی تحقیق، عدد این شاخص کمتر از ۰/۵ است و در نتیجه، مدل ارائه شده مطلوب ارزیابی می‌شود. مقدار ضریب تعیین تعدیل شده برای مدل در بازه زمانی ۱۲ ساله نشان می‌دهد در سال‌های ۹۳، ۸۸، ۸۷ نسبت‌های حسابداری بیشترین تأثیر را بر مقادیر کارایی

1 VIF  
2 SRMR

## نگاره ۶. رتبه‌بندی دوره‌های زمانی

|         |        |     |
|---------|--------|-----|
| رتبه ۱  | سال ۹۳ | ٪۹۶ |
| رتبه ۲  | سال ۸۸ | ٪۷۰ |
| رتبه ۳  | سال ۸۷ | ٪۳۹ |
| رتبه ۴  | سال ۹۵ | ٪۲۹ |
| رتبه ۵  | سال ۹۲ | ٪۲۲ |
| رتبه ۶  | سال ۹۰ | ٪۲۱ |
| رتبه ۷  | سال ۹۴ | ٪۱۷ |
| رتبه ۸  | سال ۸۹ | ٪۱۶ |
| رتبه ۹  | سال ۹۱ | ٪۹  |
| رتبه ۱۰ | سال ۹۶ | ٪۶  |
| رتبه ۱۱ | سال ۹۷ | ٪۵  |
| رتبه ۱۲ | سال ۹۸ | ٪۴  |

کارایی تعداد ۲۱۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۲ ساله، رتبه‌بندی شرکت‌های مذکور برای هر سال نیز انجام شده است. رتبه‌بندی صورت‌گرفته راهنمای مفیدی برای سرمایه‌گذاران و فعالان بازار سرمایه است و باعث افزایش رقابت در بازار و توسعه آن می‌شود.

روش‌های سنتی مبتنی بر نسبت‌های مالی به‌منظور محاسبه کارایی توأم با انتقاداتی است. مشکل اصلی واردشده به تحلیل نسبتی صورت‌های مالی این است که هریک از نسبت‌های مالی فقط یک بعد از عملکرد مالی سازمان را ارزیابی می‌کنند؛ به این معنی که دسته‌ای از آنها توانایی نقدینگی، گروهی توان سودآوری، بخشی توان رشد و در آخر دسته‌ای از آنها روش عملیات را ارزیابی می‌کنند. این شیوه تجزیه‌وتحلیل نسبت‌ها برای تعیین واحدهای ناکارا، از عینیت کمتری برخوردار است و در جهت ارزیابی چندبعدی شرکت و پیدا کردن بهترین عملکرد، ناتوانانند [۱۸]. نسبت‌های مالی با وجود اینکه به‌سادگی محاسبه می‌شوند، تفسیر وتحلیل آنها بعضاً دشوار و بحث‌برانگیز است. در

نتایج این پژوهش با تحقیقات اسمیت و تحقیقات فروز و همکاران [۲۰] همخوانی دارد؛ آنها بیان کردند روش تحلیل پوششی داده‌ها تجزیه‌وتحلیل مبتنی بر نسبت‌های مالی سنتی را تقویت و اصلاح می‌کند و اطلاعات متناقض و محدودیت‌های نسبت‌های مالی را پوشش و کاهش می‌دهد و همچنین، اطلاعاتی فراتر از نسبت‌های مالی را با دقت بالاتری به‌منظور ارزیابی در اختیار قرار می‌دهد. در این راستا سایر پژوهش‌های صورت‌گرفته از قبیل پژوهش محمودی و همکاران [۸] که نشان دادند از بین نسبت‌های مالی، نسبت‌های سودآوری بیشترین ارتباط را با ارزیابی کارایی دارند و همچنین، تحقیق فرناندز و همکاران [۱۹] که نشان دادند ریسک سرمایه و سود رابطه مثبت با کارایی دارد، با نتایج این تحقیق مشابهت دارد.

## نتیجه‌گیری

موضوع اصلی این پژوهش، محاسبه کارایی با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها با تکیه بر متغیرهای منفی است که علاوه بر محاسبه عدد

از دیگر نکات درخور توجه این پژوهش، خروجی مدل SBM تحلیل پوششی داده بوده که علاوه بر تعیین شرکت‌های کارا و ناکارا، امکان محاسبه تابع بهینه هدف و الگوریتم کارایی برای هر شرکت در هر سال را نشان می‌دهد؛ بدین معنی که میزان انحراف مقداری شرکت‌های ناکارا در به‌کارگیری متغیرهای ورودی نسبت به همان مقادیر متغیرهای ورودی را در شرکت‌های کارا نشان می‌دهد که در صورت بهبود و ترمیم مقادیر انحرافات، شرکت‌های ناکارا می‌توانند خود را به مرز کارایی و سطح بهینه نزدیک کنند.

علاوه بر این، از دیگر نتایج این پژوهش، استفاده از سری زمانی و بررسی روند مقادیر کارایی کسب‌شده هر شرکت در طول بازه زمانی ۱۲ ساله است. در این بخش، علاوه بر امکان مقایسه واحدهای غیرهمگن می‌توان به صورت کاربردی زمینه ارزیابی عملکرد شرکت‌های مختلف را با یکدیگر فراهم آورد و امکان کنترل بهتر شرکت‌ها نیز مهیا شود و برای مثال، معیاری برای توزیع منطقی پاداش براساس عملکرد مدیران باشد. ارائه پیشنهاد برای توسعه یا کاهش فعالیت‌های شرکت نیز از جمله اقداماتی است که می‌توان صورت داد؛ برای مثال، شرکت پالایش نفت تهران در طی دوره بررسی شده با مؤلفه‌های منتخب توانسته است عملکرد خود را طی سال‌های مذکور حفظ کند که نشان‌دهنده نوعی ثبات در عملکرد است. در این روش، مشاهده می‌شود رتبه برخی از شرکت‌ها در مدل سری زمانی در سال‌های مورد رسیدگی بعضاً صعودی یا نزولی است و در نتیجه، با رصد نوسان سالیانه هر شرکت، تصمیم‌گیرندگان می‌توانند نسبت به ارزیابی عملکرد مدیران و تحلیل صورت‌های مالی اقدام کنند. برای

تجزیه و تحلیل صورت‌های مالی به سهولت نمی‌توان نتایج گروه‌های متفاوت نسبت‌های مالی را باهم جمع و درباره کلیت صورت‌های مالی اظهار نظر کرد. با این توصیف، نسبت‌های مالی دارای محدودیت‌ها و نارسایی‌های هستند که ممکن است موجب گمراهی استفاده‌کنندگان شوند. عموماً شرکت‌ها ورودی‌های چندگانه و خروجی‌های چندگانه‌ای تولید می‌کنند و چند نسبت جزئی و محدود نمی‌تواند اطلاعات کاملی درباره ابعاد بسیار گوناگون عملکردی یک شرکت به دست دهد [۵].

به دلیل اینکه نسبت‌های مالی به‌تنهایی و مقایسه آن بین سال‌ها برای یک شرکت و بین شرکت‌های دیگر، پاسخگوی نیازهای اطلاعاتی مرتبط با ارزیابی کارایی نیست [۱۸]. همچنین، پیشرفت مدل‌های سنجش کارایی به تدریج رو به رشد است؛ بنابراین، در این پژوهش با محاسبه تعداد ۸ نسبت مالی مهم برای هر شرکت در طول بازه زمانی دوازده‌ساله، میزان ارتباط نسبت‌های مالی به صورت تجمیعی با آزمون معادلات ساختاری واریانس‌محور با کارایی بررسی شد که علاوه بر پوشش محدودیت‌های نسبت مالی، الگوی ارائه‌شده می‌تواند به عنوان مکملی برای تحلیل نسبت‌های مالی باشد و اطلاعات جامع‌تری را در اختیار استفاده‌کنندگان قرار دهد. با این روش می‌توان واحدهای تجاری را باهم مقایسه و روند زمانی تغییرات آنان را ارزیابی کرد. به صورت کلی، نتایج تحقیقات صورت‌گرفته مؤید این نکته است که مدل‌های کارایی می‌توانند به عنوان مکملی برای تحلیل نسبت‌ها به کار روند و بیشتر تحقیقات صورت‌گرفته همبستگی بالایی بین نسبت‌های مالی با کارایی را نشان داده‌اند که با نتایج این تحقیق همسویی دارد.

۲. استا، سهراب، ثقفی، علی، امیری، مقصود و اسحاق الماسی. (۱۳۹۹). بررسی رابطه مدل‌های مالی و اقتصادی با مدل تحلیل پوششی داده‌ها در ارزیابی عملکرد شرکت‌های سرمایه‌گذاری. پژوهش‌های تجربی حسابداری، سال دهم، شماره ۳۷، صص ۱۴۸-۱۲۷.

۳. خداپرست سالک معلمی، عباس، رضایی، فرزین، خردیار، سینا و وطن‌پرست، محمدرضا. (۱۳۹۸). آزمون تجربی مقایسه کارایی مدل‌های هزینه سهام عادی تحت ابهام اطلاعاتی و ارتباط ارزشی سود. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، سال بیست‌وششم، شماره ۴، صص ۵۱۶-۴۹۹.

۴. خواجه‌سوی، شکرالله، غیوری مقدم، علی و محمدجواد غفاری. (۱۳۸۹). تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها مکملی برای تحلیل سنتی نسبت‌های مالی. مجله بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، سال هفدهم، شماره ۶۰، صص ۴۱-۵۶.

۵. شاه‌آبادی، ابوالفضل و محمد صالحیان بهروز. (۱۳۹۹). ارزیابی کارایی شعب بانک توسعه صادرات ایران. فصلنامه علمی پژوهشی اقتصاد و تجارت نوین، سال پانزدهم، شماره ۱، صص ۳-۲۴.

۶. طحاری مهرجردی، محمدحسین، فرید، داریوش، حمید بابایی میبیدی. (۱۳۹۰). ارائه یک مدل ترکیبی از تحلیل پوششی داده‌ها و برنامه‌ریزی آرمانی برای بهبود سنجش کارایی واحدهای تصمیم‌گیری. فصلنامه علمی پژوهشی مطالعات مدیریت صنعتی، سال هشتم، شماره ۲۱، صص ۲۳-۱۱.

۷. قائمی، محمدحسین، حمیدی، سلیمان و اکبر

مشخص کردن علت این نوسانات باید به اطلاعات صورت‌های مالی، سوابق تقسیم سود، سیاست‌های مدیریت، رشد فروش، توان شرکت در افزایش سودآوری و بسیاری از عوامل دیگر توجه کرد.

با توجه به نتایج به‌دست‌آمده و نظر به استفاده روزافزون از مدل‌های DEA در تحقیقات مرتبط با حوزه مدیریت و حسابداری و مبتنی بر توانایی ارائه اطلاعات مفید ناشی از به‌کارگیری روش مزبور، موارد زیر برای اطلاع محققان و متصدیان بازار سرمایه پیشنهاد می‌شود:

الف) تحلیلگران مالی و اقتصادی، سرمایه‌گذاران، اعتباردهندگان، مدیران و سایر ذینفعان صرفاً نباید به روش‌های مبتنی بر تحلیل نسبت به‌منظور ارزیابی کارایی اکتفا کنند. به شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس، مؤسسات رتبه‌بندی، شرکت‌های کارگزاری و سایر نهادهای مالی که امکان انجام پروژه‌های تحقیقاتی را دارند، توصیه می‌شود با کمک پژوهشگران، کارایی شرکت‌های سرمایه‌گذار و سرمایه‌پذیر را براساس روش‌های علمی با دقت بالا نظیر روش ارائه شده بسنجند.

ب) استفاده از سایر مدل‌های مبتنی بر داده‌های منفی در تحلیل پوششی داده‌ها آزمون شود و نتایج آنها به‌منظور استفاده از مدل بهینه، با همدیگر مقایسه شوند.

ج) استفاده از سایر روش‌های رتبه‌بندی شرکت‌های کارا از قبیل روش AHP/DEA و ... استفاده شود.

## منابع

۱. آذر، عادل، جعفرزاده، عبدالحسین و محمدرضا فتحی. (۱۳۹۶). بسط تحلیل پوششی داده‌ها. انتشارات نگاه دانش، چاپ اول. ص ۸.

معیارهای عملکرد با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها: مطالعه تجربی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. مجله پژوهش‌های تجربی حسابداری، سال پنجم، شماره ۲۰، صص ۶۵-۸۸.

14. Campisi, D., Mancuso, P., Luigi Mastrodonato, S., Morea, D. (2019). Efficiency assessment of knowledge intensive business services industry in Italy: data envelopment analysis (DEA) and financial ratio analysis, *Measuring Business Excellence*, 23: 484-495.
15. Curtis, G., Haniyas, M., Kourtis, E., Kourtis, M. (2020). Data Envelopment Analysis (DEA) and Financial Ratios: A Pro-Stakeholders' View of Performance Measurement for Sustainable Value Creation of the Wind Energy, *International Journal of Economics and Business Administration*, 2: 326-350.
16. Dance, M., Made, S. (2019). Financial Ratio Analysis In Predicting Financial Conditions Distress In Indonesia Stock Exchange, *Rjoas*, 86: 155-165.
17. Du, K., Worthington, C. & Zelenyuk, V. (2017). Data Envelopment Analysis, Truncated Regression and Double-Bootstrap for Panel Data with Application to Chinese Banking. *European Journal of Operational Research*, 265(2): 748-764.
18. Faello, J. (2015). Understanding the limitations of financial ratios. *Academy of Accounting and Financial Studies Journal*, 19(3): 75-86.
19. Fernandes, F., Stasinakis, C. & Bardarova, V. (2017). Two-stage DEA-Truncated Regression: Application in Banking Efficiency and Financial Development. *Expert Systems With Applications*, 96: 284-301.
20. Feroz, E.H., Kim, S. & Raab, R.L. (2003). Financial statement analysis: A data envelopment analysis approach. *The Journal of the Operational Research Society*, 54(1): 48-58.
21. Hsu, Y.I., Lee, Ch., & Kreng, V.b. (2010). The Application of Fuzzy Delphi Method and Fuzzy AHP in Lubricant Regenerative

زواری رضایی. (۱۳۹۰). رابطه شاخص‌های مالی و شاخص‌های بهره‌وری در شرکت‌های تولیدی. مجله حسابرس، سال چهاردهم، شماره ۵۲، صص ۱-۳.

۸. محمودی، محمد، بدیعی، حسین و روح‌الله رضازاده. (۱۳۹۲). بررسی رابطه نسبت‌های سودآوری با کارایی در مؤسسات آموزش عالی غیردولتی با استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها (مورد مطالعه: واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی با درجه بسیار بزرگ). مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، سال چهارم، شماره ۶۰، صص ۲-۲۲.
۹. مسگرپور امیری، فاطمه و ناصرعلی یدالله‌زاده طبری. (۱۳۹۳). ارزیابی کارایی بانک‌ها با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها و بررسی ارتباط آن با نسبت‌های مالی. پژوهشنامه اقتصاد کسب‌وکار، سال پنجم، شماره ۸، صص ۴۳-۵۲.
۱۰. مجموعه قانون برنامه چهارم توسعه اقتصادی، اجتماعی و فرهنگی جمهوری اسلامی ایران، انتشارات معاونت پژوهش، تدوین و تنقیح قوانین و مقررات ریاست جمهوری، ۱۳۸۳.
۱۱. مجموعه برنامه پنج‌ساله پنجم توسعه جمهوری اسلامی ایران مصوب مجلس شورای اسلامی، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۸۹.
۱۲. مجموعه برنامه پنج ساله ششم توسعه جمهوری اسلامی ایران مصوب مجلس شورای اسلامی، معاونت برنامه ریزی و نظارت راهبردی ریاست جمهوری، ۱۳۹۶.
۱۳. ممتازیان، علیرضا و مصطفی کاظم‌نژاد. (۱۳۹۶). بررسی رابطه بین قابلیت‌های مدیریت و

25. Tone, K. & Tsutsui, M. (2010). Dynamic DEA: A slacks-based measure approach, *Omega, Elsevier*, 38: 145-156.
26. Wang, T.F., Song, DW. & Cullinane, KPB. (2002). The applicability of data envelopment analysis to efficiency measurement of container ports. In: Proceedings of the international association of maritime economist's conference, Panama, 13-15 November.
27. Wanke, P., Abul Kalam Azad, M., Emrouznejad, A. & Antunes, J. (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.
- Technology Selection. *Expert Systems With Applications*, 37:419-425.
22. Pierce, J. (1997). Efficiency Progress in the New South Wales Government. Presented at the International Conference on Public Sector Efficiency, *University of New South Wales*, 27 and 28 November 1997.
23. Roy A, Foulke. (1968). Practical Financial Statement Analysis 7<sup>th</sup> ed.: *New York: McGraw-Hill Book Company*.
24. Sueyoshi, T. & Goto, M. (2011). A combined use of DEA (Data Envelopment Analysis) with Strong Complementary Slackness Condition and DEA-DA (Discriminant Analysis). *Applied Mathematics Letters*, (24): 1051-1056.

