Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies

Summer 2024, Vol. 12, No. 46, PP. 191-225

Evaluating Relative and Integrated Efficiency of the Stock Market: NDEA Approach

Seyedeh Elham Eftekharian
Ph.D Student, Department of Financial Management, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Seyed Farzad Hashemi
Department of Financial Management, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Ali Nemati*
Department of Accounting, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Razieh Mehrjoo
Department of Mathematics, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.
Mahnaz Ahadzadeh Namin
Department of Mathematics, Shahr-e-Qods Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran.

Received: 01/03/2024 **Accepted: 10/09/2024**

Abstract:

Several studies have used the data envelopment analysis method in the field of portfolio optimization or efficiency evaluation of companies listed on the Tehran Stock Exchange, but less attention has been paid to the network data envelopment analysis method and indicators simultaneously derived from technical and fundamental analysis. Therefore, considering the importance of the issue, the purpose of this article is to evaluate the relative and integrated efficiency of the Tehran Stock Exchange using "production process" and "financial production process" with the approaches of Fundamental Analysis (FA) and Technical Analysis (TA). To achieve this, the network data envelopment analysis model (NDEA) was used for the period 2014-2021. In addition, FAHP and SOCP are developed, respectively, to determine the weights of the first and second stages and to solve the nonlinear problem in the AED model. In addition, the efficiency of the year 2021 is predicted based on the efficiency values of the previous years by using simple regression analysis. The results showed: the production process is more important in defining the overall efficiency of a company; there is a significant difference in the efficiency distribution among different industries; Kh-Sapa and Khodro achieved 100% overall efficiency and the Technical and Engineering Services industry achieved the highest overall efficiency; the predicted efficiency values are very close to the actual efficiency values in 2021. Based on the results, it is suggested that investors pay more attention to the fundamental analysis in order to create an investment portfolio. Additionally, focus more on the companies with higher first and second stage efficiency, since they are investment proposals.

JEL Classification: G11, G14, G20, C67, C02

Keywords: Data envelopment analysis, Fundamental Analysis, Technical Analysis, Relative Efficiency Evaluation, Stock Exchange market.

* Corresponding Author, Email: anemati67@gmail.com

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191] [Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی

سال دوازدهم، شماره ۴۶، تابستان ۱۴۰۳، صفحات ۲۲۵–۱۹۱

ارزیابی کارایی نسبی و یکپارچه بازار سهام: رویکرد NDEA

سیده الهام افتخاریان

دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

eftekharian.s.e@gmail.com

سید فرزاد هاشمی

گروه مدیریت مالی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

farzadehashemi@yahoo.com

علی نعمتی

گروه حسابداری، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران (نویسنده مسئول)

anemati67@gmail.com

راضیه مهرجو

گروه ریاضی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

raziehmehrjooiau@gmail.com

مهناز احدزاده نمین

گروه ریاضی، واحد شهر قدس، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران

ahadzadehnamin@yahoo.com

مطالعات متعددی روش تحلیل پوششی داده‌ها را در زمینه بهینه‌سازی سبد سهام یا ارزیابی کارایی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران به کار گرفته‌اند، اما به روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه و شاخص‌های برگرفته از تحلیل‌های تکنیکال و بنیادی به‌طور همزمان کمتر توجه شده است. بنابراین با توجه به اهمیت موضوع، هدف این مقاله ارزیابی کارایی نسبی و یکپارچه بورس اوراق بهادار تهران با بهره‌گیری از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه و «فرآیند تولید» و «فرآیند تولید مالی» با رویکردهای تحلیل بنیادی و تکنیکال در دوره زمانی ۱۳۹۳ – ۱۴۰۰ است. همچنین فرآیند تحلیل سلسله مراتبی فازی و برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم به ترتیب برای تعیین اوزان مراحل اول و دوم و حل مسئله غیرخطی در مدل تجزیه کارایی ترکیبی مورد استفاده قرار گرفتند. به‌علاوه، بر اساس مقادیر کارایی سال‌های گذشته، با استفاده از رگرسیون ساده، به پیش‌بینی کارایی در سال ۱۴۰۰ پرداخته شد. نتایج نشان داد فرآیند تولید در تعریف کارایی کلی یک شرکت مهم‌تر است؛ در توزیع کارایی میان گروه‌های مختلف صنایع اختلاف معناداری وجود دارد؛ شرکت‌های خساپا و خودرو ۱۰۰٪ کارایی کلی و صنعت خدمات فنی و مهندسی بالاترین میزان کارایی کلی را به دست آوردند؛ ارقام کارایی پیش‌بینی شده با ارقام واقعی کارایی در سال ۱۴۰۰ تا حد زیادی به یکدیگر نزدیک هستند. بر اساس نتایج، به سرمایه‌گذاران پیشنهاد می‌گردد جهت ایجاد پرتفوی سرمایه‌گذاری، توجه بیشتری به تحلیل بنیادی نمایند. همچنین به شرکت‌های با کارایی مرحله اول و دوم بالاتر توجه بیشتری نمایند؛ زیرا آن‌ها پیشنهاد سرمایه‌گذاری هستند.

طبقه‌بندی JEL: C02, C67 ,G20 , G14 , G11

واژگان کلیدی: تحلیل پوششی داده‌ها، تحلیل بنیادی، تحلیل تکنیکال، ارزیابی کارایی نسبی، بازار سهام.

---

* تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۱/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۶/۰۷

** این مقاله مستخرج از رساله دکتری سیده الهام افتخاریان به راهنمایی دکتر سید فرزاد هاشمی و دکتر علی نعمتی و مشاوره دکتر راضیه مهرجو و دکتر مهناز احدزاده نمین در دانشکده علوم انسانی دانشگاه آزاد اسلامی واحد شهر قدس است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

۱. مقدمه

یک اقتصاد وقتی کارا خواهد بود که منابع سرمایه‌ای به نحوی بهینه، اختصاص یابند. کارایی به معنای کمترین زمان یا انرژی مصرفی برای بیشترین کار انجام شده است. اگر سازمانی بتواند در مقایسه با سازمان دیگر با صرف مقدار کمتر از منابع به هدف مشخص برسد، می‌گویند که کارایی بیشتری دارد. مفهوم کارایی در اقتصاد، تخصیص مطلوب منابع است (امینی و علی‌نژاد، ۱۳۹۸، ص. ۱۱۲). روش‌های مختلفی جهت ارزیابی کارایی وجود دارد. یکی از این تکنیک‌ها، روش تحلیل پوششی داده‌ها[1] است که ابزاری برای مدیران فراهم می‌آورد تا قادر باشند به وسیله آن عملکرد سازمان خود را در برابر سایر رقبا محک زده و بر اساس نتایج تصمیم‌گیری بهتری نمایند (یعقوبی، ۱۳۹۵، ص ۵۲). تکنیک تحلیل پوششی داده‌های یک‌مرحله‌ای، قادر به ارائه اطلاعات مدیریتی مکفی به منظور شناسایی عوامل ناکارایی واحدها نیست؛ درحالی‌که تکنیک تحلیل پوششی داده‌های دومرحله‌ای، می‌تواند بر این مشکل غلبه نماید. این تکنیک، کارایی نسبی مجموعه‌ای از واحدهای تصمیم‌گیرنده را در یک مقطع زمانی محاسبه می‌کند. فارل (۱۹۵۷، ص. ۲۵۳) سنجش کارایی نسبی را، وقتی که ورودی‌ها و خروجی‌های متعدد و غیرقابل قیاس وجود دارند، بررسی و پیشنهاد کرد که بر اساس میانگین موزون واحدهای کارآمد یک واحد فرضی کارآمد ساخته شود تا از آن به عنوان مبنای مقایسه‌ای برای یک واحد ناکارآمد استفاده شود. کارایی نسبی، مجموع موزون خروجی‌ها تقسیم بر مجموع موزون ورودی‌ها است. کارایی را به این دلیل کارایی نسبی نامیده‌اند که کارایی هر واحد در مقایسه با سایر واحدها محاسبه می‌شود.

در این تحقیق، یک مدل شبکه دو مرحله‌ای در چهارچوب تحقیق اعمال می‌شود. از منظر تجزیه کارایی، مدل‌های تجزیه کارایی مضربی[2] و تجزیه کارایی ترکیبی[3] وجود دارند. مطالعه حاضر بر اساس رویکرد تجزیه کارایی ترکیبی است به طوری که کارایی کلی، نتیجه میانگین

1. Data Envelopment Analysis (DEA)
2. Multiplicative Efficiency Decomposition (MED)
3. Additive Efficiency Decomposition (AED)

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

وزنی کارایی‌های مراحل انفرادی است. اما مدل مذکور دارای دو اشکال است. اولاً، دسپوتیس و همکاران[1] (۲۰۱۶، ص. ۸۰) نقد می‌کنند که وزنی که به طور خودکار توسط مدل تجزیه کارایی ترکیبی تعیین می‌شود، به سمت مرحله دوم انحراف دارد. ثانیاً، اگرچه روش جستجوی ابتکاری می‌تواند برای حل کارایی کلی کاملاً غیرخطی مدل تجزیه کارایی ترکیبی استفاده شود، چن و ژو[2] (۲۰۱۹، ص. ۱۰۲) اظهار داشتند که این روش کار ساده‌ای نیست و همیشه راه‌حل بهینه را تضمین نمی‌کند. لذا، جهت غلبه بر این دو مشکل، دو راهکار در این تحقیق پیشنهاد می‌گردد.

روش تحلیل سلسله مراتبی[3] یک تئوری اندازه‌گیری از طریق مقایسات زوجی است و برای استخراج مقیاس‌های اولویت‌دار، به قضاوت متخصصان متکی است. با توجه به اینکه خبرگان قادر نیستند به صراحت نظرشان را در مورد برتری‌ها اعلام کنند و در قضاوت‌هایشان ارائه یک بازه را به جای یک عدد ثابت ترجیح می‌دهند، لذا در این تحقیق از روش تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده می‌شود (جوکار سرهنگی و جباری، ۱۳۹۳، ص. ۲۳۹)، هدف این است که بر اشکال اول مدل مذکور غلبه نماییم. برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم[4] یک روش معتبر در زمینه بهینه‌سازی محدب است؛ و چن و ژو (۲۰۱۷، ص. ۲۳۲) ثابت می‌کنند که SOCP برای حل مدل‌های تحلیل پوششی داده‌های شبکه دو مرحله‌ای، به دلیل ساختار مخروطی آن‌ها به روش غیر ابتکاری می‌تواند استفاده شود. بر این اساس، دومین اشکال مدل تجزیه کارایی ترکیبی برطرف گردید. به طوری که، از نوآوری‌های این تحقیق، ترکیب یکی از روش‌های تصمیم‌گیری و روش تحلیل پوششی داده‌ها و همچنین استفاده از SOCP برای حل مسئله غیرخطی مدل تجزیه کارایی ترکیبی است.

عملکرد بنیادی یک شرکت از طریق طیف وسیعی از منظرهای عملکرد نظیر سودآوری، به‌کارگیری دارایی، نقدینگی، اهرم، ارزش‌گذاری و رشد، مورد بررسی قرار می‌گیرد. منظرهای سودآوری و رشد، عموماً به عنوان خروجی در نظر گرفته می‌شوند چراکه تولید درآمد هدف

1. Despotis et al.
2. Chen & Zhu
3. Analytical Hierarchy Process (AHP)
4. Second Order Cone Programming (SOCP)

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

اصلی یک شرکت است. منظرهای به‌کارگیری دارایی، نقدینگی و اهرم به عنوان ورودی در نظر گرفته می‌شوند؛ زیرا با برنامه‌ریزی عملیاتی یک شرکت مرتبط هستند. در مقابل، منظر ارزش‌گذاری به این موضوع مربوط می‌شود که «بازار سهام چگونه موفقیت یک شرکت را تحلیل می‌کند» و بنابراین، به استراتژی ورودی یک شرکت مربوط نمی‌شود (ادیریسیق و ژانگ[1]، ۲۰۱۰، ص ص. ۱۶۷۴-۱۶۷۵). ادیریسینق و ژانگ (۲۰۰۸، ص. ۸۴۳) از ابزارهای تحلیل بنیادی(FA)[2] مانند نسبت‌های مالی استخراج شده از صورت‌های مالی برای تجزیه‌وتحلیل ارزش ذاتی یک شرکت بهره بردند. تارنود و للو[3] (۲۰۱۸، ص. ۷۵) چارچوب میانگین-واریانس را که یک رویکرد تجزیه‌وتحلیل فنی(TA)[4] بر اساس قیمت سهام، حجم، وسعت یا فعالیت‌های تجاری است، به کار گرفتند تا ارزش سرمایه‌گذاری و خروجی‌ها را تعیین کنند. دارایی‌های مالی در ماهیت و روابط وابستگی بین قیمت‌هایشان از واحدهای تولیدی سنتی متفاوت هستند؛ همین امر، منجر به "فرآیند تولید مالی"[5] می‌شود که می‌توان آن را به عنوان تولید توزیعی از بازده‌ها در سرمایه‌گذاری اولیه در نظر گرفت. بنابراین، به منظور نشان دادن "فرآیند تولید مالی"، با یک تلقی جدید درخصوص ریسک سهام یا پرتفوی، به تحقیق تارنود و لِلو (۲۰۱۸، ص. ۶۴) ارجاع می‌دهیم. بعلاوه، از آنجا که FA و TA در ارزیابی سهام مفهوم مکمل دارند و این دو مفهوم در یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها به‌طور همزمان آورده نشده‌اند، در این تحقیق، دو رویکرد مذکور را در یک مدل با هم ادغام می‌کنیم تا ارزیابی متعادل‌تری از عملکرد داخلی شرکت‌ها پیشنهاد دهیم (کو و همکاران[6]، ۲۰۲۰، ص. ۹۵۱).

به طور کلی، در اکثر تحقیقات، کمتر به روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه توجه شده و در صورت به‌کارگیری این روش، تنها یک صنعت مورد بررسی قرار گرفته و کل بازار سهام

1. Edirisinghe & Zhang
2. Fundamental Analysis (FA)
3. Tarnaud & Leleu
4. Technical Analysis (TA)
5. Fnancial Production Process
6. Kuo et al.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

به‌صورت یکپارچه ارزیابی نگردیده است. از طرف دیگر، شاخص‌های ورودی و خروجی تنها بر اساس رویکرد تحلیل بنیادی یا تحلیل تکنیکال استخراج گردیده‌اند و در اندک تحقیقاتی، این دو رویکرد در کنار هم قرار گرفته‌اند. لذا، با توجه به اهمیت محاسبه کارایی صنایع و شرکت‌های بازار سهام و نقش مکمل تکنیک‌های FA و TA، در این مقاله ضمن ارزیابی کارایی شرکت‌ها و صنایع بورس به‌صورت یکپارچه، از مدل تجزیه کارایی ترکیبی استفاده می‌شود و چهارچوبی بر اساس FA و TA، به طور همزمان، ایجاد می‌گردد. همچنین، تحلیل سلسله مراتبی فازی و SOCP ، جهت غلبه بر اشکالات مدل تجزیه کارایی ترکیبی به کار گرفته می‌شود و یک روش ساده‌تر و به‌روزتر در تعریف نمرات عملکرد پیشنهاد می‌گردد.

ساختار باقیمانده مقاله بدین ترتیب است: در بخش دوم، ادبیات تحقیق مرور می‌شود؛ در بخش سوم، روش‌شناسی تحقیق و مراحل اجرای تحقیق تصریح و در بخش چهارم، یافته‌های و نتایج تحقیق بیان می‌شود. بخش پنجم نیز به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص می‌یابد.

۲. مروری بر ادبیات تحقیق

اهمیت موضوع کارایی از آنجایی ناشی می‌شود که انسان در تلاش برای بهینه‌سازی و عقلایی‌سازی تصمیم‌های خود است (کولیک[1]، ۲۰۱۷، ص. ۸۵). در حقیقت سنجش کارایی هر مجموعه به این معناست که مجموعه مورد نظر به چه میزان خوب کار می‌کند (شجاع و درویش متولی، ۱۳۹۴، ص. ۱۲۶). یکی از مهم‌ترین مدل‌های مورد استفاده در جهت ارزیابی کارایی، مدل تحلیل پوششی داده‌ها است. مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، بر پایه برنامه‌ریزی ریاضی و جزو تکنیک‌های توانمند برای ارزیابی عملکرد و بهینه‌سازی شرکت‌ها و واحدهای همگن، است. واحدهای همگن واحدهایی می‌باشند، که از ورودی‌های مشابه برای تولید خروجی‌های مشابه استفاده می‌کنند (اتحادی و همکاران ، ۱۴۰۱، ص. ۲۵). ناهمگنی واحدهای تصمیم‌گیرنده به دلیل

1. Kulik

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

تفـاوت در شـاخص‌هـای ورودی توسـط لـی و همکـاران [1] (۲۰۱۶، ص. ۹۴۷) و تفـاوت در شاخص‌های خروجی توسط لین و همکاران [2] (۲۰۲۳، ص. ۳۳۱) مورد بررسی قرار گرفت. از آنجا که در این تحقیق از ورودی‌های یکسانی برای تولید خروجی‌های یکسان استفاده می‌شود و مقادیر آن‌ها برای تمامی شرکت‌های مورد بررسی موجود می‌باشند، لذا داده‌ها و واحدهای تصمیم‌گیرنده همگن هستند. علاوه‌بر این اعمال محدودیت در انتخاب شرکت‌ها نظیـر پذیرفتـه شـدن نمـاد آن‌هـا قبل از سال ۱۳۹۳ در بورس اوراق بهادار، دوره مـالی منتهـی بـه اسـفند و غیـره بـر همگنـی داده‌هـا افزوده است. اخیراً، مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه برای ارزیابی ساختار داخلی مجموعـه‌هـای تولیدی توسعه‌یافته است؛ به طوری که عملکرد سیستم را به گونه‌ای مطلوب‌تـر بررسـی مـی‌کنـد و اطلاعات بیشتری در مورد کارایی عملیاتی نسبت به مـدل سـنتی تحلیـل پوششـی داده‌هـا در اختیـار محقق قرار می‌دهد (مرادی‌پور و همکاران ، ۱۴۰۰، ص. ۶۶؛ تسای و دیگران، ۲۰۲۰، ص. ۲).

بازارهای مالی یکی از بخش‌های اساسـی هـر اقتصـادی بـه حسـاب مـی‌آینـد. از اجـزای مهـم بازارهای مالی، بورس اوراق بهادار اسـت. سـرمایه‌گـذاران بـرای سـرمایه‌گـذاری در بـورس اوراق بهادار، باید ابزاری در اختیار داشته باشند تا به کمک آن‌ها بتوانند مسیر حرکت سـهام را پـیش‌بینـی کنند. این ابزارها در بازار سرمایه عبارتند از تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال (صمدی و همکـاران ، ۱۳۸۹، ص. ۱۲۳). بنیادگراها به تغییرات تصادفی قیمت‌ها معتقدنـد و تمرکـز آنـان بـر ارزش ذاتـی اوراق بهادار است. در دیدگاه فنی گفته می‌شود که قیمـت‌هـای آینـده مـنعکس‌کننـده قیمـت‌هـای گذشته هسـتند (کتـابی و همکـاران ، ۱۳۹۴، ص ص. ۵۸-۵۹). بـتمن و دیگـران [3] (۲۰۰۹، ص ص. ۲۳-۲۴) یـک مـدل ارزیـابی ارزش ویـژه بـرای ادغـام تجزیـه‌وتحلیـل بنیـادی و تکنیکـال ایجـاد و نتیجه‌گیری نمودند که FA و TA می‌تواننـد مکمـل باشـند تـا جـایگزین؛ مکمـل بـودن FA و TA توسط لام (۲۰۰۴، ص. ۵۷۷) و کنترراس و همکاران [4] (۲۰۱۲، ص. ۱۷۵) نیز تأیید شده است.

1. Li et al.
2. Lin et al.
3. Bettman et al.
4. Contreras et al.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

مجموعه‌ای از پارامترهای مالی (۱۸ مورد) بر اساس منظرهای اشاره شده در بخش قبل، شناسایی شدند که عملکرد مدیریتی و مالی شرکت‌ها را مشخص می‌کنند (ادریسیق و ژانگ، ۲۰۱۰، ص ص. ۱۶۷۴-۱۶۷۵). پارامترهای مالی مذکور جهت تعیین توان مالی نسبی شرکت‌ها و انتخاب پرتفوی به کار گرفته شد (ادیریسینق و ژانگ، ۲۰۰۸، ص. ۸۴۸). تمامی منظرها به جز رشد در دو تحقیق دیگر که به ارائه مدلی چندهدفه جهت انتخاب پرتفوی پرداختند، مدنظر قرار گرفت (مشایخی و عمرانی[1]، ۲۰۱۶، ص. ۱۵ و لیم و همکاران [2]، ۲۰۱۴، ص. ۳۷۱). جهت بهبود مرز در روش تحلیل پوششی داده‌ها، ریسک به عنوان متغیر ورودی و بازده به عنوان متغیر خروجی در نظر گرفته شد (ژو و همکاران [3]، ۲۰۱۸، ص. ۱۱۳). در تحقیقات متعددی، به دلیل مفهوم رابطه مثبت بین ریسک و بازده، یا «فرآیند تولید»سنتی، ریسک به عنوان ورودی و بازده حاصل از آن را به عنوان خروجی در نظر گرفتند. در مقابل، تارنود و للو (۲۰۱۸)، اصطلاح «فرآیند تولید مالی» را معرفی نمودند که ارتباط تصادفی بین ریسک و بازده به عنوان خروجی تولید شده از ورودی سرمایه‌گذاری اولیه را ارائه می‌دهد (کو و همکاران ، ۲۰۲۰، ص. ۹۵۳).

تاکنون تحقیق‌های متعددی در داخل و خارج از کشور به ارزیابی عملکرد شرکت‌ها با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها پرداخته‌اند. خلاصه پیشینه تحقیق‌های داخلی و خارجی در جدول (۱) آورده شده است.

1. Mashayekhi & Omrani
2. Lim et al.
3. Zhou et al.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

جدول ۱. خلاصه پیشینه تحقیق

پژوهشگران (سال تحقیق)	رویکردهای به کار گرفته شده
بنی‌هاشمی و همکاران (۱۴۰۲)	ارائه یک روش توسعه‌ای جدید جهت ارزیابی و رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده بر اساس امتیاز کارایی و بررسی اعتبار روش ارائه شده از طریق مقایسه نتایج با روش تاپسیس و روش گزینه ایدئال و غیرایدئال در تحلیل پوششی داده‌ها
برخورداری و همکاران (۱۴۰۱)	بررسی وضعیت کارایی و خلق نقدینگی در شرایط قبل و بعد از ادغام با مجموعه‌ای از ۳۲ بانک در دوره ۱۳۸۴ لغایت ۱۳۹۹ با رویکرد برگر و باومن و تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای
ضیایی شیرکلایی و همکاران(۱۴۰۱)	توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه مبتنی بر تکنولوژی نامحدب با ملحوظ دانستن خروجی‌های نامطلوب و محاسبه کارایی مرحله اول و مرحله دوم و کارایی کلی هولدینگ‌های سرمایه‌گذاری
رضائی‌لوا و همکاران(۱۴۰۱)	ارزیابی عملکرد ۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل‌های غیرشعاعی تحلیل پوششی داده‌ها
هدایت مظهری و همکاران(۱۴۰۰)	استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های متکی بر متغیرهای منفی به منظور محاسبه کارایی و رتبه‌بندی ۲۱۰ شرکت پذیرفته‌شده در بورس طی دوره ۱۲ ساله و درنهایت بررسی میزان ارتباط ۸ نسبت مالی مهم با عدد کارایی به‌دست‌آمده شرکت‌ها با به‌کارگیری آزمون معادلات ساختاری واریانس محور
مرادی پور و همکاران (۱۴۰۰)	مدل چانه‌زنی برای تخمین کارایی شبکه چندمرحله‌ای با تخصیص هزینه ثابت و کاربردهای آن
راضی‌پور قلعه جوق و همکاران (۱۳۹۹)	ارائه مدلی به منظور ارزیابی، تحلیل حساسیت و الگویابی ۱۸ شعبه یکی از بانک‌های تجاری ایران با استفاده از نسبت‌های مالی
امینی و علی‌نژاد (۱۳۹۸)	محاسبه کارایی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با به‌کارگیری تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها و سپس رتبه‌بندی شرکت‌های کارا با استفاده از تکنیک ویکور[1]
غفاری (۱۳۹۶)	سنجش کارایی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها

1. VIKOR

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

ادامه جدول ۱. خلاصه پیشینه تحقیق

پژوهشگران (سال تحقیق)	رویکردهای به کار گرفته شده
بنجامین[1] (۲۰۲۴)	ارزیابی مقادیر کارایی و نوسان بازار سهام نیجریه با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها طی دوره مورد بررسی(۲۰۱۰ الی ۲۰۲۰)
لی و همکاران[2] (۲۰۲۲)	استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه دو مرحله‌ای برای تقسیم فرآیند عملیاتی بانک‌های اینترنتی به مرحله عملیات ارزش و مرحله ایجاد ارزش
سینها[3] (۲۰۲۱)	ارزیابی کارایی ۱۵ شرکت بیمه هند با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های دو مرحله‌ای
کوچیسوا[4] (۲۰۲۰)	به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه پویا جهت ارزیابی کارایی بانک‌های مهم جهانی از طریق یک فرآیند تولید دو مرحله‌ای(شامل فرآیندهای فرعی تولید سپرده و تولید دارایی‌های سودآور) و نشان دادن مؤثرتر بودن این روش نسبت به روش سنتی تحلیل پوششی داده‌ها
کو و همکاران (۲۰۲۰)	به‌کارگیری همزمان تحلیل‌های بنیادی و تکنیکال در یک مدل تحلیل پوششی داده‌ها شبکه در بازار سهام چین
ادیریسیق و ژانگ (۲۰۱۰)؛ لیم و دیگران[5] (۲۰۱۴)؛ مشایخی و عمرانی (۲۰۱۶)؛ ژو و همکاران[6] (۲۰۱۸)	به‌کارگیری تجزیه‌وتحلیل بنیادی (FA) و چارچوب میانگین-واریانس در انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های مدل تحلیل پوششی داده‌ها به منظور ارزیابی بنگاه‌های تجاری عمومی[7]

همان‌طور که در جدول (۱) ملاحظه می‌شود، در مطالعات پیشین به روش تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای و به‌کارگیری همزمان تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال کمتر توجه شده است. همچنین، ارزیابی‌ها بر روی یک یا چند صنعت خاص صورت گرفته و بورس اوراق بهادار به‌طور یکپارچه مورد بررسی قرار نگرفته است. در این مطالعه، دو تکنیک تحلیل بنیادی و تحلیل تکنیکال

1. Benjamin
2. Li et al.
3. Sinha
4. Kocisova
5. Lim, Oh & Zhu
6. Zhou, Xiao, Jin, & Liu
7. Publicly traded-firms

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

به عنوان دو روش مکمل جهت ارزیابی شرکت‌ها، در یک مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه در دو مرحله به کار گرفته شده و به ارزیابی تمامی شرکت‌های بازار سهام به‌طور یکپارچه پرداخته شده است. ترکیب یکی از روش‌های تصمیم‌گیری و روش تحلیل پوششی داده‌ها نیز، جهت تعیین وزن مراحل اول و دوم در مدل، نوآوری دیگر این تحقیق است.

۳. روش تحقیق

جامعه آماری و متغیرهای تحقیق

جامعه آماری این تحقیق، کلیه صنایع بورس اوراق بهادار تهران و روش نمونه‌گیری حذفی است. به طوری که با ملاحظه محدودیت‌هایی که جهت انتخاب صنایع و شرکت‌ها به عنوان نمونه آماری مد نظر قرار گرفت، ۲۹ صنعت از میان ۳۵ صنعت و در نهایت ۱۷۶ شرکت، مورد بررسی قرار گرفتند. از میان ۲۹ صنعت مورد بررسی، ۱۰ صنعت، تنها مشتمل بر یک شرکت، ۶ صنعت نیز مشتمل بر ۲ الی ۴ شرکت و ۱۳ صنعت مشتمل بر ۵ شرکت و بیشتر می‌باشند. فهرست صنایع مورد بررسی تحقیق، شناسه هر صنعت و تعداد شرکت‌های زیرمجموعه هر صنعت، در جدول (۲) آورده شده است.

جدول ۲. فهرست صنایع مورد بررسی تحقیق

نام صنعت	شناسه	تعداد شرکت‌ها	نام صنعت	شناسه	تعداد شرکت‌ها
خدمات فنی و مهندسی	ID1	۱	ماشین‌آلات و تجهیزات	ID16	۹
رایانه و فعالیت‌های وابسته به آن	ID2	۵	ساخت محصولات فلزی	ID17	۲
هتل و رستوران	ID3	۱	فلزات اساسی	ID18	۱۷
مخابرات	ID4	۲	لاستیک و پلاستیک	ID19	۶
حمل‌ونقل، انبارداری و ارتباطات	ID5	۳	فرآورده‌های نفتی، کک و سوخت هسته‌ای	ID20	۴

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

ادامه جدول ۲. فهرست صنایع مورد بررسی تحقیق

نام صنعت	شناسه	تعداد شرکت‌ها	نام صنعت	شناسه	تعداد شرکت‌ها
سایر محصولات کانی غیرفلزی	ID6	۷	محصولات کاغذی	ID21	۲
سیمان، آهک و گچ	ID7	۱۶	محصولات چوبی	ID22	۱
کاشی و سرامیک	ID8	۵	دباغی، پرداخت چرم و ساخت انواع پاپوش	ID23	۱
محصولات شیمیایی	ID9	۱۱	منسوجات	ID24	۱
مواد و محصولات دارویی	ID10	۲۲	استخراج سایر معادن	ID25	۱
محصولات غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر	ID11	۱۳	استخراج کانه‌های فلزی	ID26	۸
شرکت‌های چند رشته‌ای صنعتی	ID12	۱	استخراج نفت گاز و خدمات جنبی جز اکتشاف	ID27	۱
قند و شکر	ID13	۲	استخراج زغال‌سنگ	ID28	۱
خودرو و ساخت قطعات	ID14	۲۷	زراعت و خدمات وابسته	ID29	۱
ماشین‌آلات و دستگاه‌های برقی	ID15	۵	-	-	-

منبع: یافته‌های تحقیق

به منظور دستیابی به شاخص‌های مناسب، به بررسی تحقیقات معتبر گذشته پرداخته شد. بر اساس یافته‌های تارنود و للو (۲۰۱۸، ص. ۶۲) و کو و همکاران (۲۰۲۰، ص ۹۵۳)، متغیرهای ورودی، میانی و خروجی بدین ترتیب معرفی می‌گردند: گردش دارایی، نسبت جاری، نسبت بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام و نسبت کل بدهی به حقوق صاحبان سهام به عنوان ورودی و بازده حقوق صاحبان سهام، بازده دارایی‌ها، سود هر سهم و نرخ رشد درآمد خالص به عنوان خروجی مرحله اول در نظر گرفته می‌شوند. خروجی‌های مرحله اول به عنوان ورودی‌های مرحله دوم و خروجی‌های مرحله دوم، بازده و ریسک قیمت سهام شرکت در نظر گرفته می‌شوند. جدول (۳)، جزئیات این متغیرها را خلاصه می‌کند. جهت محاسبه متغیرها، از صورت‌های مالی

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

حسابرسی شده و استخراج شده از سامانه کدال استفاده گردید و محاسبات مربوطه در اکسل صورت پذیرفت.

جدول ۳. تعریف متغیرهای تحقیق

نوع	متغیر	توصیف/اندازه‌گیری	منظر
ورودی	گردش دارایی	درآمد حاصل از دارایی‌های تحت تملک یک شرکت	به‌کارگیری دارایی
	نسبت جاری	کل دارایی‌های جاری تقسیم بر کل بدهی‌های جاری	نقدینگی
	نسبت بدهی بلندمدت به حقوق صاحبان سهام	بدهی بلندمدت تقسیم بر حقوق صاحبان سهام	
	نسبت کل بدهی به حقوق صاحبان سهام	کل بدهی تقسیم بر حقوق صاحبان سهام	اهرم
میانی	بازده دارایی‌ها[1]	درآمد خالص تقسیم بر کل دارایی‌ها	سودآوری
	بازده حقوق صاحبان سهام[2]	درآمد خالص تولید شده به ازای هر واحد حقوق صاحبان سهام عادی	
	سود هر سهم[3]	درآمد خالص منهای سود تقسیمی سهام تقسیم بر تعداد سهام عادی	
	نرخ رشد درآمد خالص	درآمد خالص سال جاری تقسیم بر درآمد خالص سال قبل منهای یک	رشد
خروجی	بازده	بازده سالانه سهام، اندازه‌گیری شده بدین طریق: $\frac{\text{قیمت پایانی روز}(t-1) - \text{قیمت پایانی روز}\,t}{\text{قیمت پایانی روز}(t-1)}$ = بازده روزانه سهام بازده سالانه سهام = مجموع بازده‌های روزانه در طول یک سال	-
	ریسک	انحراف معیار بازده روزانه	-

منبع: کو و همکاران(۲۰۲۰)

1. Return on Assets (ROA)
2. Return on Equity (ROE)
3. Earning per Share (EPS)

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

مراحل اجرای تحقیق

مراحل اجرای تحقیق (کو و همکاران، ۲۰۲۰، ص ص. ۹۵۳-۹۵۷) را می‌توان به صورت خلاصه در پنج گام مطرح نمود: ۱- توسعه فرآیند شبکه دو مرحله‌ای و جمع‌آوری داده ۲- تجزیه‌وتحلیل فرآیند سلسله مراتبی ۳- برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم و تحلیل پوششی داده غیرخطی ۴- مدل شبکه‌ای ۵- پیش‌بینی روند.

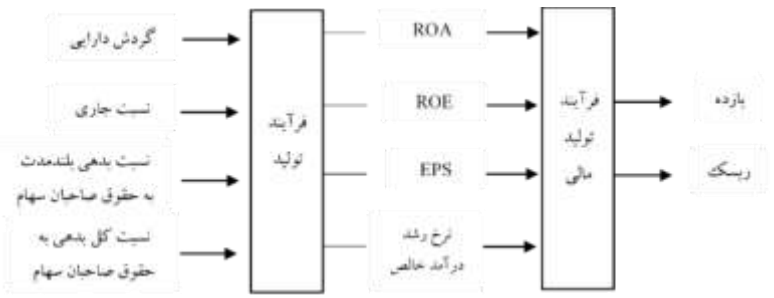
۱- توسعه فرآیند شبکه دو مرحله‌ای و جمع‌آوری داده

اولین مرحله با نام فرایند تولید (شکل (۱)) با هدف تعیین سلامت مالی یک شرکت با تمرکز بر صورت‌های مالی، رویکرد FA را دنبال می‌کند. از ۶ منظر اشاره شده در تحقیق ادیریسیق و ژانگ (۲۰۰۸، ص. ۸۴۸) شامل سودآوری، به‌کارگیری دارایی، نقدینگی، اهرم، ارزش‌گذاری و رشد، اولاً، کو و همکاران (۲۰۲۰، ص. ۹۵۳) فقط ۵ منظر از ۶ منظر را انتخاب نمودند که توانایی مالی یک شرکت را نشان می‌دهند. آن‌ها منظر ارزش‌گذاری را حذف نمودند، زیرا این مورد، مرتبط با ورودی‌ها نیست. ثانیاً، از بین ۱۸ پارامتر مالی مرتبط با هر منظر به شرح، بازده حقوق صاحبان سهام، بازده دارایی‌ها، حاشیه سود خالص، گردش مطالبات، گردش موجودی، گردش دارایی، نسبت جاری، نسبت آنی، نسبت بدهی به حقوق صاحبان سهام، نسبت اهرمی، نسبت پرداختنی (کل بدهی تقسیم بر کل دارایی‌ها)، کل بدهی تقسیم بر حقوق صاحبان سهام، نسبت قیمت به درآمد(P/E)، نسبت قیمت به ارزش دفتری(P/B)، سود هر سهم(EPS)، نرخ رشد درآمد، نرخ رشد درآمد خالص، نرخ رشد سود هر سهم، فقط ۸ پارامتر اشاره شده در جدول(۳) انتخاب شده است، چراکه بر اساس تحقیق انجام شده توسط کو و همکاران (۲۰۲۰، ص. ۹۵۳)، مشخص شد که بین ۱۸ پارامتر مالی مطرح در تحقیق ادیریسینق و ژانگ همپوشانی وجود دارد.

مرحله دوم فرآیند تولید مالی نام‌گذاری شده است (شکل (۱)). منظرهای سودآوری و رشد در مرحله اول به شدت با قیمت سهام همبسته است (ادیریسیق و ژانگ، ۲۰۰۸، ص. ۸۴۷) و منابع اطلاعاتی در مورد تصمیم‌گیری سرمایه‌گذاری می‌باشند، بنابراین آن‌ها ورودی مرحله بعدی

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

می‌شوند. با رویکرد TA، ما بازده و ریسک (خروجی نامطلوب) قیمت سهام شرکت را که خروجی‌های نهایی هستند، تعریف می‌کنیم.



شکل ۱. ساختار تحلیل پوششی داده‌های شبکه دو مرحله‌ای تحقیق (منبع: کو و همکاران، ۲۰۲۰)

۲- تجزیه‌وتحلیل فرآیند سلسله مراتبی

تحلیل سلسله مراتبی، الکتره[1]، تاپسیس[2] و ... اشکال خاصی از روش‌های تصمیم‌گیری چند معیاره هستند. همان‌طور که در بخش مقدمه اشاره شد، تجزیه کارایی ترکیبی اشکالات محاسباتی دارد؛ دو روش برای انتخاب وزن‌ها وجود دارد. اولین مورد این است که با اضافه نمودن محدودیت جدیدی به مدل یعنی جمع وزن‌های مرحله اول و دوم برابر ۱، مدل به تعیین وزن دو مرحله، بپردازد. اما این روش به دلیل انحراف به سمت مرحله دوم، مورد انتقاد واقع شد. دومین روش، تنظیم وزن به صورت دستی است؛ به طوری که، وزن‌های ثابت بر اساس ادراک ارزیابی‌کننده نسبت به هر مرحله به صورت جداگانه انتخاب شوند. بنابراین، در این تحقیق، روش دوم و تحلیل سلسله مراتبی فازی استفاده می‌شود. بدین منظور، از نظر ۱۹ نفر متخصص استفاده شد. اکثر متخصصان دارای بیش از ۵ سال سابقه کار علمی و عملی در زمینه بانکی، مالی، سرمایه‌گذاری و بازار سهام بودند و به دلیل نقش متفاوت اما مکمل هر مرحله در انتخاب سهام یا پرتفوی، ارزیابی تقریباً یکسان نسبت به دو مرحله و متمایل به مرحله اول، داشتند. جدول وزن اختصاص داده شده به هر مرحله توسط خبرگان و پرسشنامه تحلیل سلسله مراتبی به دلیل رعایت اختصار آورده نشده و

1. ELECTRE
2. TOPSIS

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

تنها به امتیاز نهایی اشاره می‌کنیم. بر این اساس، وزن آلفا برای مرحله اول ۰/۵۶۴ و وزن مرحله دوم ۰/۴۳۶ به دست آمد.

۳- برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم و تحلیل پوششی داده غیرخطی

تحلیل پوششی داده‌های شبکه، ساختار داخلی واحدهای تصمیم‌گیری را در نظر می‌گیرد. برخلاف روش تحلیل پوششی داده‌های استاندارد، تحلیل پوششی داده‌های شبکه موانعی را برای اندازه‌گیری کارایی در نظر می‌گیرد، زیرا کارایی کلی تجمیع شده کارایی‌های فنی بخش‌ها، به شدت غیرخطی است و فقط به روش اکتشافی قابل حل است. چن و ژو (۲۰۱۹، ص. ۱۰۱) یک مدل ریاضی برای تبدیل مسئله برنامه‌ریزی غیرخطی به مسئله برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم، ارائه نمودند تا قادر به حل مسئله غیرخطی شوند. اساساً برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم یک دسته خاص از برنامه‌نویسی محدب با تابع بهینه‌سازی محدب و مجموعه‌ای از قیود محدب است (لوبو و دیگران[1]، ۱۹۹۸، ص. ۱۹۴). انواع زیادی از مسائل بهینه‌سازی غیرخطی را می‌توان به صورت مسائل برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم مجدداً فرموله کرد(بلیر و دیگران[2]، ۲۰۱۵، ص. ۲۹۰). به عنوان مثال، سوئیوشی و سکیتانی[3](۲۰۰۷، ص. ۱۹۲۱) اولین بار فرمول‌بندی مجدد اندازه‌گیری غیرخطی راسل را با مدل برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم برای حل مستقیم برنامه‌ریزی غیرخطی، معرفی کرد.

مدل تحلیل پوششی داده‌ها با تجزیه کارایی ترکیبی برای شبکه دو مرحله‌ای با ساختار مخروطی مطابقت دارد و مسئله غیرخطی را می‌توان به برنامه‌ریزی مخروطی مرتبه دوم (SOCP) تبدیل کرد که با الگوریتم‌های غیر ابتکاری مانند روش درون‌یابی قابل حل است (چن و ژو، ۲۰۱۷، ص. ۲۳۲). هر دو روش MED و AED را می‌توان با استفاده از SOCP حل نمود به طوری

1. Lobo et al.
2. Bleyer et al.
3. Sueyoshi & Sekitani

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

که به مؤثری برنامه‌ریزی خطی در نظر گرفته شود (چن و ژو، ۲۰۱۷، ص. ۲۳۱). در نتیجه، تحقیق فعلی SOCP را به کار می‌گیرد تا مستقیماً مدل AED غیرخطی را به روشی غیر ابتکاری حل کند.

٤- مدل شبکه دومرحله‌ای و تبدیل SOCP

با توجه به چارچوب پیشنهاد شده در شکل (۱)، مدل این تحقیق متعلق به مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه پایه است که در آن تمام خروجی‌های مرحله اول، ورودی‌های مرحله دوم می‌شوند و هیچ ورودی‌ای از مرحله اول خارج نمی‌شود یا هیچ عامل خارجی وارد مرحله دوم نمی‌شود. برای نشان دادن مدل، ما در نظر می‌گیریم که در زمان t (t =1,2,…,T)، هر یک از jامین شرکت (j=1,…,k) از m ورودی x_{ij}^{t} (i=1,…,m) استفاده می‌کند تا q خروجی میانی z_{dj}^{t} (qd=1,…,) در مرحله اول تولید نماید. سپس، این q خروجی میانی، ورودی‌های مرحله دوم می‌شوند تا s خروجی نهایی y_{rj}^{t} (r=1,…,s) که شامل h خروجی نامطلوب $y_{pj}^{b,t}$ (p=1,…,h) است، تولید نمایند. کارایی دو مرحله یعنی $TE_0^{1,t}$ و $TE_0^{2,t}$ در زمان t و با فرض بازده به مقیاس ثابت، بر اساس رابطه‌های (۱) و (۲) تعریف می‌شوند.

$$TE_o^{1,t} = \sum_{d=1}^{q} w_d \, z_{do}^{t} / \sum_{i=1}^{m} v_i \, x_{io}^{t} \qquad (۱)$$

$$TE_o^{2,t} = \left(\sum_{r=1}^{s-h} u_r \, y_{ro}^{t} + \sum_{p=1}^{h} e_p \, y_{po}^{u,t} \right) \Big/ \sum_{d=1}^{q} w_d \, z_{io}^{t} \qquad (۲)$$

به طوری که v_i، u_r، w_d، e_p وزن‌های غیرمنفی هستند؛ p خروجی نامطلوب $y_p^{b,t}$ ($h \le s$) و $y_p^{b,t}$ در jامین شرکت به $y_p^{u,t} = -y_p^{b,t} + cons$ تبدیل می‌شود، درحالی‌که $cons$ از حداکثر مقادیر در میان تمام خروجی‌های بد تشکیل شده است.

بر اساس رویکرد AED، کارایی کلی TE_0^{t} توسط مجموع وزنی کارایی‌های مراحل اول و دوم مطابق رابطه (۳) محاسبه می‌شود، به طوری که وزن (یا α) مقدار ثابت از [0, 1] دارد که از قبل توسط ارزیابی‌کنندگان انتخاب شده است.

$$TE_o^{t} = \alpha TE_o^{1,t} + (1-\alpha) TE_o^{2,t} \qquad (۳)$$

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

یا حل رابطه (۴) به منظور به دست آوردن کارایی کلی رابطه (۳):

$$TE_o^t = max\left[\alpha\frac{\sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^t} + (1-\alpha)\frac{\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u,t}}{\sum_{d=1}^{q} w_d z_{io}^t}\right] \quad (۴)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t \le \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}^t. \qquad \forall_{t,j,}$$

$$\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{rj}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{pj}^{u,t} \le \sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t. \qquad \forall_{t,j,}$$

$$0 \le \propto \le 1;\ v_i.w_d.u_r.e_p \ge 0.$$

وزن $\propto$ و $(1-\propto)$ در رابطه (۴)، همان‌طور که در مرحله دوم همین بخش به آن اشاره شد، به ترتیب برابر با ۰/۵۶۴ و ۰/۴۳۶ است.

رابطه (۴) معادل رابطه (۵) است:

$$TE_o^t = min\left[-\alpha\frac{\sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t}{\sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^t} - (1-\alpha)\frac{\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u,t}}{\sum_{d=1}^{q} w_d z_{io}^t}\right] \quad (۵)$$

$$\text{s.t.} \quad \sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t \le \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}^t.$$

$$\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{rj}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{pj}^{u,t} \le \sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t.$$

$$0 \le \propto \le 1;\ v_i.w_d.u_r.e_p \ge 0.$$

به جای استفاده از روش جستجوی ابتکاری برای حل تابع هدف و قیود تبدیل شده به برنامه خطی پارامتریک در مدل AED ، در این تحقیق، قبل از حل به روش غیرابتکاری، از تبدیل SOCP در فرم غیرخطی استفاده می‌کنیم. تبدیل اپیگراف، رابطه (۵) را به صورت رابطه (۶) تبدیل می‌کند.

$$min - \theta_1 - \theta_2$$

$$\text{s.t.}$$

$$-\alpha\sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t \le -\theta_1 \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^t.$$

$$-(1-\alpha)\left(\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u,t}\right) \le -\theta_2 \sum_{d=1}^{q} w_d z_{io}^t. \quad (۶)$$

$$\sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t \le \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}^t. \qquad \forall t.j.$$

$$\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{rj}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{pj}^{u,t} \le \sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t. \qquad \forall t.j.$$

$$0 \le \theta_1.\theta_2 \le 1;\ 0 \le \propto \le 1;\ v_i.w_d.u_r.e_p \ge \varepsilon.$$

توجه داشته باشید که محدودیت غیرخطی در رابطه (۶) یعنی $-\alpha\sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t \le -\theta_1 \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^t$ معادل رابطه (۷) است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

$$M = \begin{bmatrix} \alpha & \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^{t} \\ \theta_1 & \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^{t} \end{bmatrix} >= 0 \qquad (۷)$$

به طوری که عبارت "$>=$" نشان می‌دهد که ماتریس سمت چپ نیمه معین مثبت است.

علاوه بر این، برای هر ماتریس مربع M، $M >= 0$ معادل $\frac{1}{2}(M + M^T) >= 0$ است؛

بنابراین، رابطه (۸) را داریم:

$$\frac{1}{2}\begin{bmatrix} \alpha & \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^{t} \\ \theta_1 & \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^{t} \end{bmatrix} + \begin{bmatrix} \alpha & \theta_1 \\ \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^{t} & \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^{t} \end{bmatrix}$$
$$= \begin{bmatrix} \alpha & \frac{1}{2}\left(\theta_1 + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^{t}\right) \\ \frac{1}{2}\left(\theta_1 + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^{t}\right) & \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^{t} \end{bmatrix} >= 0 \qquad ۸$$

نیمه قطعی بودن ماتریس بالا دلالت دارد بر رابطه (۹):

$$AC - B^2 \geq 0 \qquad (۹)$$

به طوری که $A = \alpha$ ، $B = \frac{1}{2}(\theta + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^{t})$ ، $C = \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^{t}$ است، در نتیجه رابطه (۹)، معادل رابطه (۱۰) است.

$$\sqrt{B^2 + \left[\frac{1}{2}(A - C)\right]^2} \leq \frac{1}{2}(A + C) \qquad (۱۰)$$

از این رو، طبق تعریف استاندارد ℓ_2، ما می‌توانیم معادله نابرابری بالا را به صورت رابطه (۱۱) ارائه کنیم.

$$\left\| \begin{matrix} \theta_1 + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^{t} \\ \alpha - \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^{t} \end{matrix} \right\|_2 \leq \alpha + \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^{t} \qquad (۱۱)$$

همچنین، با تبدیل‌های مشابه نشان داده شده در رابطه‌های (۷) الی (۱۱)، متوجه می‌شویم که محدودیت $-(1-\alpha)\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^{t} + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u.t} \leq -\theta_2 \sum_{d=1}^{q} w_d z_{io}^{t}$ که در رابطه (۶) آورده شده است را می‌توان به صورت محدودیت مخروطی رابطه (۱۲) تبدیل کرد:

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

$$\left\| \begin{matrix} \theta_2 + \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t \\ 1-\alpha-\left(\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u.t}\right) \end{matrix} \right\|_2 \leq 1-\alpha+\left(\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u.t}\right) \quad ۱۲$$

در نهایت، معادله کارایی کلی مطرح شده در رابطه (۶)، معادل SOCP رابطه (۱۳) است:

$$\begin{aligned} & min - \theta_1 - \theta_2 \\ & \text{s.t.} \\ & \left\| \begin{matrix} \theta_1 + \sum_{i=1}^{m} v_i x_{io}^t \\ \alpha - \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t \end{matrix} \right\|_2 \leq \alpha + \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t \\ & \left\| \begin{matrix} \theta_2 + \sum_{d=1}^{q} w_d z_{do}^t \\ 1-\alpha-\left(\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u.t}\right) \end{matrix} \right\|_2 \leq 1-\alpha+\left(\sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{po}^{u.t}\right) \\ & \sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t \leq \sum_{i=1}^{m} v_i x_{ij}^t, \qquad \forall t.j. \\ & \sum_{r=1}^{s-h} u_r y_{rj}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p y_{pj}^{u.t} \leq \sum_{d=1}^{q} w_d z_{dj}^t, \qquad \forall t.j. \\ & 0 \leq \theta_1 . \theta_2 \leq 1; \ 0 \leq \alpha \leq 1; \ v_i . w_d . u_r . e_p \geq \varepsilon . \end{aligned} \quad (۱۳)$$

جواب بهینه رابطه (۱۳) بدین صورت نوشته می‌شود: v_i^* ، w_d^* ، u_r^* ، و e_p^*. مطالعه حاضر، کارایی فرآیند تولید $(TE_o^{1.t*})$ و کارایی فرآیند تولید مالی $(TE_o^{2.t*})$ برای شرکت مورد بررسی را از طریق روابط (۱۴) و (۱۵) به دست می‌آورد.

$$TE_o^{1.t*} = \sum_{d=1}^{q} w_d^* z_{do}^t / \sum_{i=1}^{m} v_i^* x_{io}^t \quad (۱۴)$$

$$TE_o^{2.t*} = \left(\sum_{r=1}^{s-h} u_r^* y_{ro}^t + \sum_{p=1}^{h} e_p^* y_{po}^{u.t}\right) \Big/ \sum_{d=1}^{q} w_d^* z_{io}^t \quad (۱۵)$$

۵- پیش‌بینی روند

تحلیل روند با رگرسیون خطی ساده، همبستگی بهتری نسبت به سایر روش‌ها دارد. بنابراین در این تحقیق از معادله رگرسیون ساده با رابطه (۱۶) استفاده می‌شود:

$$Y_t = \beta_0 + \beta_1 X_t + \varepsilon_t \quad (۱۶)$$

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

در این تحقیق، مدل گذشته-حال برای مقادیر کارایی مرحله اول، کارایی مرحله دوم و کارایی کلی به عنوان متغیر Y و زمان از ۱ تا T را به عنوان متغیر X در مدل رگرسیون ساده به کار می‌بریم و مقدار β_0 و β_1 را تخمین می‌زنیم. این نتیجه، در مرحله بعدی به منظور پیش‌بینی مقدار کارایی‌ها در سال T+۱ اعمال می‌شود.

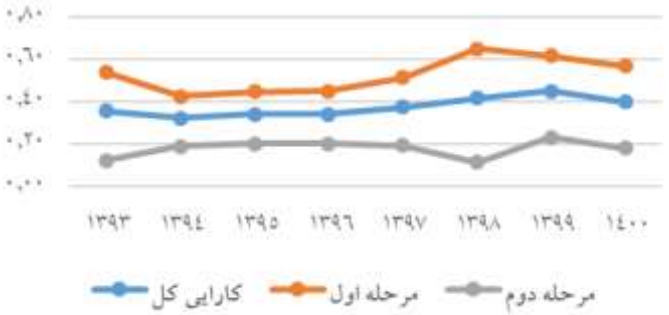
٤. برآورد مدل و تجزیه‌وتحلیل یافته‌ها

کارایی مراحل اول و دوم و کارایی کل

با استفاده از میانگین ارقام کارایی مراحل اول و دوم و کارایی کلی صنایع در هر سال، می‌توانیم به تحلیل کارایی بازار سهام در طی دوره مورد مطالعه بپردازیم. شکل (۲) کارایی بازار سهام را در سه سطح کارایی و طی دوره ۸ ساله نمایش می‌دهد. در این نمودار به خوبی مشخص است که کارایی کل بازار سهام با توجه به ضرایب محاسبه شده برای مراحل اول و دوم، در سطحی متناظر با همان ضرایب که جایگاهی در میان دو رقم کارایی مرحله اول و دوم است قرار گرفته و گرایش به سمت کارایی مرحله اول دارد. همچنین همان‌طور که ملاحظه می‌شود در سال ۱۳۹۸، اثر کاهشی در کارایی مرحله دوم با اثر افزایشی کارایی مرحله اول به تعادل رسیده است و در نتیجه شاهد افزایش نسبی کارایی کل بوده‌ایم. به‌طور متوسط، امتیاز کارایی مرحله اول بالاتر از مرحله دوم است؛ به عبارت دیگر، کارایی در فرآیند تولید (تحلیل بنیادی)، نقش هدایت‌کنندگی کارایی کل را دارد. عدم همسو بودن تغییرات کارایی در مراحل اول و دوم در برخی از سال‌ها در شکل (۲) به‌خوبی مشخص است و همین مسئله موجب تعدیل این عدم همسویی در نمودار کارایی کل در سال مربوطه می‌شود. کم‌ترین میزان کارایی کل، در طی دوره مورد بررسی متعلق به سال ۱۳۹۴، با رقم ۰/۳۲۲ است، و بیشترین رقم کارایی کل نیز مربوط به سال ۱۳۹۹، با رقم ۰/۴۴۹ است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

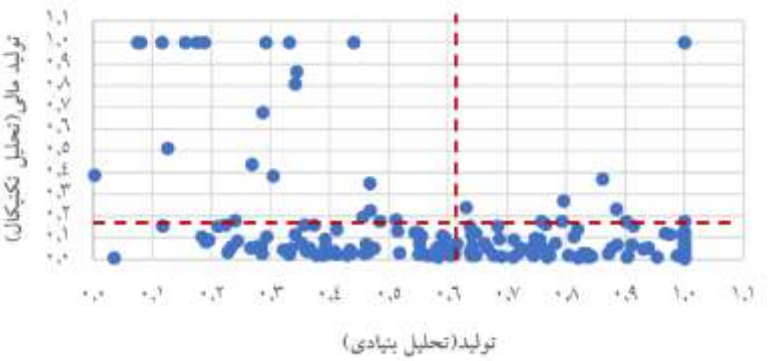


شکل ۲. میانگین سه سطح کارایی بازار سهام طی دوره ۱۳۹۳-۱۴۰۰
(منبع: یافته‌های تحقیق)

جهت درک بهتر از کارایی شرکت‌های مورد بررسی در دو سطح کارایی مرحله اول و مرحله دوم، نمودار پراکندگی کارایی‌های مذکور در سال ۱۴۰۰ ترسیم گردید (شکل ۳). با استفاده از خطوط ترسیم شده به رنگ قرمز که بر اساس میانگین کارایی مرحله اول و مرحله دوم است، می‌توان کارایی مرحله اول و مرحله دوم شرکت‌ها را به چهار بخش تقسیم نمود. اکثر شرکت‌ها در یک‌چهارم تولید کم-تولید مالی کم و تولید زیاد-تولید مالی کم قرار گرفتند و تعداد کمی از شرکت‌ها در هر دو مرحله به خوبی عمل می‌کنند. این موضوع، عملکرد نامتعادل شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را نشان می‌دهد. بعلاوه، TE1 مقدار میانگین بالاتری (۰/۶۰۸) نسبت به TE2 (۰/۱۷۸) دارد. TE1 در بازه ۰/۱۴ تا ۱ قرار دارد به طوری که رتکو از ID1، همراه از ID4، خساپا از ID14 و معادن از ID26 ، کارایی کامل (مقدار یک) در مرحله اول (تحلیل بنیادی) را کسب نمودند؛ TE2، دامنه گسترده‌تری از اعداد را به خود اختصاص داده است چراکه در بازه ۰/۰۱ تا ۱ قرار دارد به طوری که خودرو و خساپا از گروه ID14 کارایی کامل (مقدار یک) در مرحله دوم (تحلیل تکنیکال) را به دست آوردند. در نتیجه تنها خساپا از گروه ID14، کارایی کامل در هر دو مرحله را به دست آورد و به تبع آن کارایی کل شرکت مذکور نیز کامل و برابر ۱ است. همچنین، به دلیل مقادیر بالا که از ارزیابی عملکرد مرحله اول

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

حاصل شد، ضروری است که تجزیه‌وتحلیل بیشتری در خصوص شرکت‌های قرار گرفته در ربع (اول) با TE1 و TE2 بیشتر انجام شود؛ همچنین آن‌ها پیشنهاد سرمایه‌گذاری هستند.



شکل ۳. یک‌چهارم بخش‌های کارایی در سال ۱۴۰۰
(منبع: یافته‌های تحقیق)

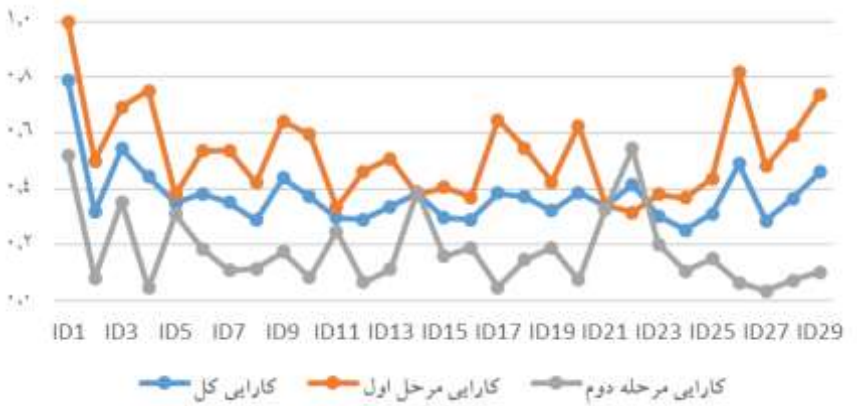
شکل (۳) نشان می‌دهد که در مقایسه نسبی بین شرکت‌ها، فضای زیادی برای بهبود عملکرد مراحل انفرادی و کلی وجود دارد. بر اساس وضعیت فعلی، سرمایه‌گذاران و مدیران می‌توانند تصمیم بگیرند که به‌طور بالقوه کدام شرکت‌ها یا صنایع را در برنامه سرمایه‌گذاری خود قرار دهند.

تحلیل کارایی صنایع

شکل (۴) وضعیت میانگین کارایی کل و بخش‌های آن را برای ۲۹ صنعت، نشان می‌دهد و بیانگر آن است که، در مجموع، TE1 بالاتر از TE2 است. بعلاوه، بیشتر بودن وزن TE1 نسبت به TE2 ، نقش مهم فرآیند تولید در عملکرد کلی صنایع بازار سهام را نشان می‌دهد. میانگین کارایی مرحله دوم در تمامی صنایع، پایین‌تر از کارایی مرحله اول و کارایی کلی است، به جز صنایع ID14 و ID22. کارایی مرحله اول نیز در اکثر موارد در بالاترین سطح قرار دارد. کارایی کل نیز به دلیل اینکه تابعی از کارایی مراحل اول و دوم بوده و تحت تأثیر ضرایب برآورد شده توسط خبرگان است، بین دو رقم کارایی مرحله اول و مرحله دوم قرار گرفته است. بالاترین کارایی کلی متعلق به

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

ID1 و کمترین کارایی کلی متعلق به ID24 است که هر دو صنعت یک شرکت را در زیرمجموعه خود دارند. در صورت حذف صنایع با ۱ شرکت، ID26 با ۸ شرکت، به عنوان کاراترین صنعت و ID8 با ۵ شرکت به عنوان ناکاراترین صنعت معرفی می‌گردند.



شکل ۴. میانگین کارایی کل و بخش‌های کارایی به تفکیک صنایع
(منبع: یافته‌های تحقیق)

در میان ۲۰ شرکت که بالاترین TE1 را دارند، ID9 ۶ شرکت (شاملا، شفن، شخارک، کرماشا، شیراز، پاکشو) را تشکیل می‌دهد (۶ از ۱۱ شرکت، ۵۴/۵۵٪) و تنها یک شرکت دیگر از این صنعت (شاراک) TE1 بالاتر از ۰/۵ دارد و سایر شرکت‌های زیرمجموعه (شکربن، شسینا، شفارس، شلعاب) TE1 کمتر از ۰/۵ را کسب نمودند. سایر صنایع مرتبط با ۲۰ شرکت برتر عبارتند از ID14 با ۳ شرکت (خساپا، خودرو، خپارس)، ID26 ۳ شرکت (و معادن، کچاد، کاما)، ID1 ۱ شرکت (رتکو)، ID4 ۱ شرکت (همراه)، ID6 ۱ شرکت (کخاک)، ID10 ۱ شرکت (دالبر)، ID7 ۱ شرکت (سبهان)، ID18 ۱ شرکت (فپنتا)، ID17 ۱ شرکت (فجام) و ID20 ۱ شرکت (شبهرن). ID14 با ۲۷ شرکت و ID10 با ۲۲ شرکت، بیشترین نماینده را در این تحقیق دارند (به ترتیب ۱۵/۳۴٪ و ۱۲/۵۰٪). اما عملکرد صنعت ID14 ضعیف است چراکه ۲۱ شرکت (۷۷/۷۸٪) آن امتیاز کارایی کمتر از ۰/۵ کسب نموده‌اند و در مجموع، ۹ شرکت (۳۳/۳۳٪) آن جزو ۲۰ شرکت با کمترین TE1 است. بر خلاف ID14 ، ID10 عملکرد مطلوب‌تری را نشان می‌دهد چراکه ۱۵

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

شرکت (۶۸/۱۸٪) آن کارایی بیشتر از ۰/۵ را به دست آورده و هیچ شرکتی از این گروه جزو ۲۰ شرکت با کمترین TE1 نیست. علاوه بر این، با بررسی امتیازات کارایی مرحله دوم متوجه شدیم، تنها ۱۵ شرکت از ۲۰ شرکت با بالاترین TE2، مربوط به صنایع ID14(۸ شرکت: خودرو، خساپا، خاذین، خریخت، خپارس، خمحور، خکمک و خمهر)، ID11 (۲ شرکت: غپاک و غالبر)، ID5 ، ID16 ، ID9 ، ID22 ، ID1 (هر کدام ۱ شرکت: حفارس، تکنو، شفارس، چفیبر و رتکو) دارای امتیاز کارایی بالاتر از ۰/۵ می‌باشند. صنایع ID22 و ID1 ، تنها یک شرکت در زیرمجموعه خود دارند یعنی ۱۰۰٪ شرکت‌های صنایع مذکور در مجموعه ۲۰ شرکت با بالاترین TE2 قرار گرفته‌اند. ۵ شرکت باقیمانده (با TE2 بین ۰/۴۴ تا ۰/۴۹۸) از این گروه عبارتند از: خشرق، خرینگ و خوساز از ID14 و سنیر از ID7 و پلاسک از ID19. همچنین، صنعت ID14 با ۱۱ شرکت بیشترین نماینده (۱۱/۲۷، ۴۰/۷۴٪) را در این مجموعه دارد. بر حسب کارایی کلی نیز، خساپا از ID14 کارایی کل کامل و برابر با یک را کسب نموده است؛ پس از آن، خودرو از گروه ID14 با امتیاز کارایی کل برابر با ۰/۹۸۳ رتبه دوم را در میان ۲۰ شرکت برتر با بالاترین کارایی کل (TE) قرار دارد. سایر شرکت‌ها و صنایع قرار گرفته در مجموعه مذکور عبارتند از: ۳ شرکت (و معادن، کبافق و کچاد) از ID26، ۵ شرکت (شیراز، شاملا، شفن، شخارک و کرماشا) از ID9، ۱ شرکت (خپارس) از ID14، و صنایع ID1، ID4، ID5، ID6، ID3، ID10، ID11، ID7 و ID18 هر کدام ۱ شرکت (رتکو، همراه، حفارس، کخاک، آباد، دالبر، غپاک، سبهان و فروس). در صورت در نظر نگرفتن صنایع با ۱ یا ۲ شرکت زیرمجموعه (ID1، ID3 و ID4)، ID9 بیشترین نماینده را در مجموعه ۲۰ شرکت برتر با بالاترین کارایی کل دارد (۵/۱۱، ۴۵/۴۵٪).

پس از محاسبه کارایی هر کدام از شرکت‌های مورد بررسی، آنچه اهمیت دارد، بررسی کارایی کل و بخش‌های آن، در خصوص صنایع مورد بررسی است که این امر از طریق میانگین داده‌های خروجی مدل ریاضی برای هر سطح کارایی و به ازای شرکت‌های زیرمجموعه هر صنعت صورت پذیرفته است. جهت رعایت اختصار، نتایج حاصله در قالب جدول (۴) ارائه شده است. رتبه‌بندی انجام شده نیز بر حسب میانگین مقدار کارایی کل هر صنعت طی دوره مورد بررسی و به تفکیک کارایی کل و بخش‌های آن است.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

جدول ۴. بررسی کارایی کل و بخش‌های کارایی به تفکیک صنایع

شناسه صنعت	کارایی مرحله اول	کارایی مرحله دوم	کارایی کل	رتبه
ID1	۱/۰۰۰۰	۰/۵۲۰۷۳	۰/۷۹۱۰۴	۱
ID2	۰/۵۰۰۸۷	۰/۰۷۹۱۱	۰/۳۱۶۹۸	۲۰
ID3	۰/۶۹۲۹۵	۰/۳۵۲۲۶	۰/۵۴۴۴۱	۲
ID4	۰/۷۵۱۸۲	۰/۰۴۳۹۹	۰/۴۴۳۲۱	۵
ID5	۰/۳۸۰۹۸	۰/۳۰۹۷۹	۰/۳۴۹۹۴	۱۶
ID6	۰/۵۳۵۲۷	۰/۱۸۴۱۱	۰/۳۸۲۱۶	۱۱
ID7	۰/۵۳۸۹۲	۰/۱۰۷۷۰	۰/۳۵۰۹۰	۱۵
ID8	۰/۴۲۱۸۹	۰/۱۱۳۶۹	۰/۲۸۷۵۱	۲۷
ID9	۰/۶۴۲۴۳	۰/۱۷۴۴۰	۰/۴۳۸۳۷	۶
ID10	۰/۵۹۴۹۲	۰/۰۸۲۴۵	۰/۳۷۱۴۸	۱۳
ID11	۰/۳۳۴۶۶	۰/۲۴۷۸۸	۰/۲۹۶۸۲	۲۴
ID12	۰/۴۶۳۴۰	۰/۰۶۵۰۱	۰/۲۸۹۷۱	۲۶
ID13	۰/۵۰۸۹۶	۰/۱۱۲۱۳	۰/۳۳۵۹۵	۱۸
ID14	۰/۳۷۹۳۶	۰/۳۹۰۲۱	۰/۳۸۴۰۹	۱۰
ID15	۰/۴۰۴۶۶	۰/۱۵۸۰۳	۰/۲۹۷۱۳	۲۳
ID16	۰/۳۷۰۵۱	۰/۱۸۸۱۸	۰/۲۹۱۰۱	۲۵
ID17	۰/۶۴۸۴۴	۰/۰۴۵۳۷	۰/۳۸۵۵۰	۹
ID18	۰/۵۴۷۲۴	۰/۱۴۴۱۳	۰/۳۷۱۴۹	۱۲
ID19	۰/۴۲۴۲۴	۰/۱۸۸۶۹	۰/۳۲۱۵۴	۱۹
ID20	۰/۶۲۶۹۵	۰/۰۷۴۱۲	۰/۳۸۵۹۲	۸
ID21	۰/۳۴۳۵۸	۰/۳۲۷۴۰	۰/۳۳۶۵۳	۱۷
ID22	۰/۳۱۵۷۴	۰/۵۴۴۴۲	۰/۴۱۵۴۵	۷
ID23	۰/۳۸۰۵۵	۰/۲۰۲۸۶	۰/۳۰۳۰۸	۲۲
ID24	۰/۳۶۸۰۷	۰/۱۰۴۱۷	۰/۲۵۳۰۱	۲۹
ID25	۰/۴۳۷۸۴	۰/۱۴۸۵۱	۰/۳۱۱۶۹	۲۱
ID26	۰/۸۱۸۴۷	۰/۰۶۳۳۳	۰/۴۸۹۲۳	۳
ID27	۰/۴۸۱۱۵	۰/۰۳۴۱۴	۰/۲۸۶۲۶	۲۸
ID28	۰/۵۹۲۳۷	۰/۰۷۱۷۱	۰/۳۶۵۳۷	۱۴
ID29	۰/۷۳۷۴۴	۰/۱۰۰۳۶	۰/۴۵۹۶۸	۴

منبع: یافته‌های تحقیق

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

جدول (۴) خلاصه شده کارایی ۱۷۶ شرکت مورد مطالعه را در قالب ۲۹ صنعت ارائه می‌دهد. ID1، ID3 و ID26 هم در صنعت خود و هم در بازار سهام عملکرد بالایی دارند. همچنین این صنایع، پیشنهادهایی برای ایجاد پرتفوی سرمایه‌گذاری در آینده هستند. از آنجا که ID1 و ID3 تنها یک شرکت در زیرمجموعه خود دارند، در صورت حذف آن‌ها صنایع ID4 و ID9 دارای عملکرد مطلوب می‌باشند.

جهت تعیین پارامتری و یا ناپارامتری بودن داده‌ها، از آزمون کولموگروف-اسمیرنوف استفاده شد. مقدار آماره این آزمون در مورد هر سه نوع کارایی کل و کارایی مراحل اول و دوم، معنی‌دار گردید (توزیع نرمال نیست)؛ لذا، می‌توانیم از آزمون‌های ناپارامتریک جهت بررسی کارایی صنایع مختلف استفاده نماییم. در این تحقیق، از آزمون کروسکال-والیس[1] که یک آزمون غیر پارامتری و از سری آزمون‌های آنالیز واریانس محسوب می‌شود، برای مقایسه ۲۹ صنعت استفاده گردید. این آزمون اثبات می‌کند که با تقسیم بازار سهام به صنایع مستقل، تفاوت معنی‌داری در کارایی کلی و کارایی مراحل اول و دوم وجود دارد. با بررسی خروجی نرم‌افزار SPSS، مشخص گردید که سطح معنی‌داری سه سطح کارایی کوچک‌تر از ۰/۰۵ بوده و در نتیجه فرض صفر رد شده و نتیجه می‌گیریم که کارایی صنایع مختلف در هر سه حالت مورد بررسی، متفاوت می‌باشند و تفاوت آماری معنی‌داری بین کارایی صنایع وجود دارد.

پیش‌بینی کارایی و مقایسه با کارایی واقعی

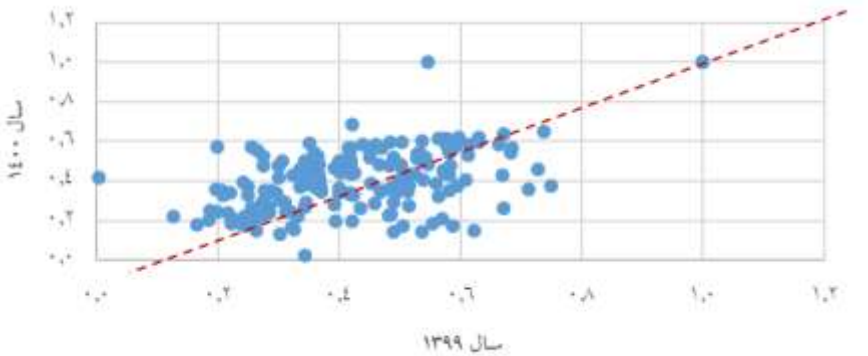
با توجه به هدف پیش‌بینی ارقام کارایی در سال ۱۴۰۰ و توانایی انجام این امر از طریق معادله رگرسیون خطی ساده، از داده‌های سالانه ۱۳۹۳ الی ۱۳۹۹ (جمع کارایی صنایع به تفکیک سه سطح کارایی و سال) جهت محاسبه ضرایب رگرسیونی در نرم‌افزار اکسل استفاده نمودیم. در نهایت با توجه به رابطه رگرسیونی به دست آمده، به پیش‌بینی کارایی در سال ۱۴۰۰ و مقایسه آن با

1. Kruskal Wallis

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

رقم واقعی کارایی در سال مذکور پرداختیم تا از این طریق، میزان صحت پیش‌بینی از طریق محاسبه رگرسیون مشخص شود.



شکل ۵. نمودار پراکندگی تغییرات کارایی کل بین سال‌های ۱۳۹۹ و ۱۴۰۰
(منبع: یافته‌های تحقیق)

رقم پیش‌بینی شده کارایی کل، ۰/۳۹۶ و رقم واقعی ۰/۳۹۸ است؛ به عبارت دیگر، رقم پیش‌بینی به اندازه ۰/۰۰۲ کمتر از رقم واقعی است. در نتیجه، محاسبه انجام شده توسط معادله رگرسیونی به واقعیت بسیار نزدیک بوده است و توانسته پیش‌بینی مطلوبی برای کارایی کل سال ۱۴۰۰ ارائه نماید. رقم پیش‌بینی کارایی مرحله اول (۰/۶۰۴)، بسیار نزدیک به رقم واقعی (۰/۵۷۶) سال ۱۴۰۰ و به اندازه ۰.۰۳۷ بیشتر از رقم واقعی است. رقم پیش‌بینی کارایی مرحله دوم (۰/۲۲۷) نیز بسیار نزدیک به رقم واقعی (۰/۱۸۰) سال ۱۴۰۰ و به میزان ۰/۰۴۷ بیشتر از رقم واقعی است. لذا، رقم پیش‌بینی شده برای مراحل اول و دوم نیز، رقمی نزدیک به واقعیت می‌باشند. دلایل عدم تحقق دقیق پیش‌بینی رگرسیونی را می‌توان در عدم تحقق افزایش، و کاهش میزان کارایی شرکت‌ها در سال ۱۴۰۰، نسبت به سال ۱۳۹۹ دانست که این موضوع در نمودار پراکندگی کارایی کل طی دو سال مذکور قابل ملاحظه است (شکل ۵). به دلیل رعایت اختصار، از آوردن نمودار پراکندگی کارایی مراحل اول و دوم خودداری گردید.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]
[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ارزیابی کارایی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار، با توجه به نقش و سهم ارزشمند این دسته از شرکت‌ها در تولید و اقتصاد کشور، از موضوعاتی است که مورد توجه گروه‌های مختلفی قرار دارد. لذا، هدف این مقاله، محاسبه کارایی یکپارچه شرکت‌ها و صنایع بازار سهام بود. بدین منظور، از مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه طی دوره زمانی ۱۳۹۳ الی ۱۴۰۰ استفاده شد.

با بررسی نمودار پراکندگی کارایی مراحل اول و دوم شرکت‌ها در سال ۱۴۰۰، مشخص گردید که تعداد کمی از شرکت‌ها در هر دو مرحله به خوبی عمل می‌کنند. این موضوع، عملکرد نامتعادل شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران را نشان می‌دهد. میانگین کارایی مرحله اول(مقدار ۰/۶۰۸) مقدار بالاتری نسبت به میانگین کارایی مرحله دوم(مقدار ۰/۱۷۸) دارد. رتکو از ID1، همراه از ID4، خساپا از ID14 و معادن از ID26، کارایی کامل و برابر یک در مرحله اول (تحلیل بنیادی) و خودرو و خساپا از گروه ID14، کارایی کامل در مرحله دوم (تحلیل تکنیکال) را کسب نمودند و بنابراین، تنها خساپا از گروه ID14 ، کارایی کل کامل و برابر با یک را به دست آورد. بر اساس نتایج حاصله، متوجه شدیم که در سرمایه‌گذاری، TE2 اطلاعات کافی در مورد تصمیم‌گیری ارائه نمی‌دهد و لازم است که توجه بیشتری به TE1 شود. همچنین، به دلیل مقادیر کارایی بالاتر در مرحله اول، بایستی توجه بیشتری به شرکت‌های قرار گرفته در ربع (اول) با TE1 و TE2 بالاتر انجام شود، چراکه آن‌ها پیشنهاد سرمایه‌گذاری هستند. از میان ۲۹ صنعت مورد بررسی، بالاترین کارایی کلی متعلق به ID1 و کمترین کارایی کلی متعلق به ID24 است که هر دو صنعت یک شرکت را در زیرمجموعه خود دارند. در صورت حذف صنایع با ۱ شرکت، ID26 با ۸ شرکت، به عنوان کاراترین صنعت و ID8 با ۵ شرکت به عنوان ناکاراترین صنعت معرفی گردیدند. همچنین، مقدار میانگین کارایی مرحله دوم در تمامی صنایع به جز صنایع ID14 و ID22، پایین‌تر از مقادیر کارایی مرحله اول و کارایی کل، است.کارایی کل نیز با توجه به اینکه به تبعیت از کارایی مراحل اول و دوم محاسبه شده و تحت تأثیر ضرایب برآورد شده از

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

طریق روش تحلیل سلسله مراتبی فازی است، بین دو رقم کارایی مرحله اول و مرحله دوم قرار گرفته است. با اثبات عدم تبعیت داده‌ها از توزیع نرمال، آزمون کروسکال-والیس به عنوان یکی از آزمون‌های ناپارمتری، به کار گرفته شد و مشخص گردید که صنایع مختلف از نظر کارایی با یکدیگر متفاوت هستند(در هر سه مورد کارایی مرحله اول، کارایی مرحله دوم و کارایی کل). ۵ شرکت اول قرار گرفته در لیست ۲۰ شرکت با بالاترین مقدار کارایی مرحله اول عبارتند از رتکو، و معادن، خساپا، همراه و شاملا و ۵ شرکت برتر قرار گرفته در لیست ۲۰ شرکت با بیشترین مقدار کارایی مرحله دوم، خودرو، خساپا، غپاک، خاذین و حفارس می‌باشند. صنعت ID9 با ۶ شرکت(۵۴/۵۵٪)، بیشترین تعداد نماینده را در لیست ۲۰ شرکت با بالاترین کارایی مرحله اول و صنعت ID14 با ۱۱ شرکت، بیشترین تعداد نماینده را در لیست ۲۰ شرکت با بالاترین کارایی مرحله دوم دارند. بیشترین رقم کارایی کل مربوط به سال ۱۳۹۹، با رقم ۰/۴۴۹ است، و کم‌ترین میزان کارایی کل در طی دوره مورد بررسی نیز، متعلق به سال ۱۳۹۴، با رقم ۰/۳۲۲، است. همچنین، پایین بودن کارایی بازار سهام (مقدار ۰/۳۷۴ به عنوان میانگین کارایی کلی صنایع طی دوره مورد بررسی) به اثبات رسید. در مجموع، می‌توان نتیجه‌گیری نمود که ضعف در کارایی، پدیده‌ای فراگیر و رایج در میان شرکت‌های بازار سهام است و کارایی در فرآیند تولید (تحلیل بنیادی)، نقش هدایت‌کنندگی کارایی کل را دارد. بر اساس معادله رگرسیون خطی ساده برای سال ۱۴۰۰ و مقایسه مقادیر پیش‌بینی و واقعی کارایی کلی، کارایی مرحله اول و کارایی مرحله دوم، مشخص شد که ارقام کارایی پیش‌بینی شده با ارقام واقعی کارایی در سال ۱۴۰۰ تا حد زیادی به یکدیگر نزدیک بودند و روند کاهشی نیز مورد پیش‌بینی واقع شد. لذا، پیش‌بینی مورد قبول واقع گردید.

بر اساس نتایج حاصله، اجرای تحقیقات مشابه به منظور ارزیابی کارایی شرکت‌های زیرمجموعه هر صنعت، پیشنهاد می‌شود. یک نکته قابل توجه این است که استفاده از SOCP در مدل AED ورودی محور با بازده به مقیاس ثابت، می‌تواند در مقایسه با مدل خروجی محور، نمرات کارایی متناقضی را در برخی از شرکت‌ها به همراه داشته باشد؛ بنابراین استفاده از این روش

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

در مدل خروجی محور پیشنهاد می‌گردد. مدل ارائه شده در این تحقیق، تأثیر صنعت را اندازه‌گیری ننموده است؛ بنابراین، رویکردی یکپارچه با چارچوب تحقیق فعلی و لحاظ نمودن وزن هر صنعت می‌تواند مورد توجه قرار گیرد. همچنین، استفاده از سایر روش‌های تصمیم‌گیری به عنوان جایگزین روش AHP، جهت تعیین وزن مراحل اول و دوم مدل شبکه و همین‌طور استفاده از سایر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها، جهت ارزیابی کارایی یکپارچه بورس اوراق بهادار تهران پیشنهاد می‌گردد. علاوه بر این، ورودی‌های مرحله دوم فقط سلامت مالی یک شرکت را توصیف می‌کنند در حالی که بازار اوراق بهادار تهران تحت تأثیر عوامل مختلفی، قرار دارد. بنابراین، در نظر گرفتن عوامل دیگر مانند عدم تقارن اطلاعات، می‌تواند پیشنهادی برای مطالعات آینده باشد. قسمت پیش‌بینی در این مطالعه فقط بر اساس داده‌های تاریخی و بدون نگرانی از عوامل تأثیرگذار انجام شده است. این فرض در واقعیت غیرمنتظره است، بنابراین گنجاندن متغیر تعیین‌کننده در تحقیقات آتی و مرتبط با تکنیک پیش‌بینی، مهم است.

محقق با توجه به نتایج تحقیق حاضر، که حاصل ارزیابی کارایی فنی شرکت‌های بازار سهام بوده است، می‌تواند به تعدادی از تحقیقات انجام شده در این حوزه اشاره نماید. بر اساس نتایج تحقیق شیرخانی و درویشی (۱۳۹۵)، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و طی دوره مورد بررسی ۱۳۸۷-۱۳۹۱، تعداد معدودی از شرکت‌ها کارا و بخش عمده شرکت‌های بازار سهام، ناکارا شناسایی شدند و کارایی فنی بازار سهام را ضعیف ارزیابی نموده‌اند. بر اساس تحقیق دستگیر و دیگران (۱۳۹۳)، با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌های پنجره‌ای، از میان ۱۰۰ شرکت مورد بررسی، تنها یک شرکت قادر به حفظ میزان کارایی خود طی دوره ۶ ساله (۱۳۸۴-۱۳۸۹) بود و در تحقیق کتابی و دیگران (۱۳۹۴)، با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و بر اساس عوامل بنیادی صنعت، از ۱۶ صنعت مورد مطالعه، ۷ صنعت کارا و ۹ صنعت دیگر غیرکارا معرفی شدند. نتایج سه تحقیق مطرح شده را می‌توان هم‌راستا با نتایج تحقیق حاضر دانست، چراکه می‌توان کارایی ضعیف بازار سهام را به واسطه تعداد زیاد شرکت‌های ناکارا استنباط نمود.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

منابع

اتحادی، وحید، حسینی نسب، حسن، فخرزاد، محمدباقر و خادمی زارع، حسن (۱۴۰۱). توسعه مدل تحلیل پوششی داده‌های شبکه‌ای باز و ناهمگن. *مدیریت بهره‌وری*، ۱۶(۱(۶۰))، ۲۳-۵۰. 10.30495/QJOPM.2021.1925553.3106

اسکندری‌عطا، محمدرضا، مهرگان، نادر، و روستا، ایمان (۱۳۹۵). ارزیابی تأثیر درصد مالکیت دولت بر کارایی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار. *فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی*، ۴(۱۴)، ۵۳-۷۲. http://qjfep.ir/article-1-375-fa.html

امینی، امیر و علی‌نژاد، علیرضا (۱۳۹۸). ارائه مدل ترکیبی DEA و VIKOR جهت بررسی سطح کارایی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران و رتبه‌بندی آن‌ها. *فصلنامه بورس اوراق بهادار*، ۱۲(۴۸)، ۱۱۱-۱۴۳. https://sid.ir/paper/401225/fa

برخورداری، فرناز، دهقان دهنوی، محمدعلی، سرگلزایی، مصطفی، و رجایی باغسیایی، محمد (۱۴۰۱). تأثیر ادغام بالقوه بر خلق نقدینگی و کارایی در بانک‌های ایران. *فصلنامه سیاست‌های مالی و اقتصادی*، ۱۰(۳۸)، ۳۱۶-۲۶۹. http://qjfep.ir/article-1-1342-fa.html

بنی‌هاشمی، سید علی، خلیل‌زاده، محمد، شهرکی، علیرضا، و رستمی مال‌خلیفه، محسن (۱۴۰۲). رتبه‌بندی واحدهای تصمیم‌گیرنده کارا و ناکارا با داده‌های نامطلوب بر اساس مدل ترکیبی DEA و TOPSIS. *تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*، ۲۰(۱)، ۳۳-۴۸. https://www-.sid.ir/paper/1083769/fa

جوکار سرهنگی، عیسی، و جباری، حسین (۱۳۹۳). کاربرد فرایند تحلیل سلسله مراتبی فازی جهت اولویت‌بندی مراکز شهری با ملاحظات اکولوژیکی (مطالعه موردی: آذربایجان غربی). *جغرافیا و برنامه‌ریزی محیطی*، ۲۵، (۴(۵۶)) ، ۲۳۷-۲۵۰. https://civilic-a.com/doc/1199432

راضی‌پور قلعه جوق، سمیه، حسین‌زاده لطفی، فرهاد، رستمی مالخلیفه، محسن، و شرفی، حمید (۱۳۹۹). ارزیابی عملکرد شعب بانک با شاخص‌های مالی با استفاده از تحلیل پوششی داده‌های نسبتی. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۱(۴۵)، ۱۲۷-۱۴۶. https://-fej. ctb.iau.ir/issue_1134132_1135012.html

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

رضائی لوا، سعید، فلاح، میرفیض، صانعی، مسعود، و بنی‌هاشمی، شکوفه (۱۴۰۱). سنجش عملکرد مالی ۵۰ شرکت برتر بورس اوراق بهادار با استفاده از مدل‌های غیر شعاعی تحلیل پوششی داده‌ها. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*. ۵۰، ۱-۲۰. https://sanad.iau.ir-/Journal/fej/Article/1078898

روشن میمندی، زهرا (۱۳۹۷). ارزیابی عملکرد شرکت‌های پتروشیمی پذیرفته‌شده در بورس با رویکرد تلفیقی تحلیل پوششی داده‌ها با وزن مشترک و تحلیل مؤلفه‌های اصلی. رساله دکتری، دانشگاه علامه طباطبایی.

شجاع، نقی، و درویش متولی، محمدحسین. (۱۳۹۴). ارزیابی کارایی فعالیت‌های پژوهشی واحدهای دانشگاه آزاد اسلامی: رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. *مدل‌سازی اقتصادی*، ۹(۴ (۳۲))، ۱۲۳-۱۴۱. https://sid.ir/paper/176149/fa

صمدی، سعید، ایزدی نیا، ناصر، و داورزاده، مهتاب (۱۳۸۹). کاربرد بهره‌گیری از تحلیل تکنیکی در بورس اوراق بهادار تهران (رویکردی بر میانگین متحرک). *پیشرفت‌های حسابداری (علوم اجتماعی و انسانی شیراز)*، ۲(۱(۵۸/۳))، ۱۲۱-۱۵۴.https://sid.ir/paper/355850/fa

ضیایی شیرکلایی، علیرضا، محمدپورزرندی، محمدابراهیم، و مینویی، مهرزاد (۱۴۰۱). ارزیابی امتیاز کارایی هولدینگ‌های سرمایه‌گذاری با در نظر گرفتن متغیر نامطلوب با استفاده از مدل FDH: یک رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. *فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۳(۵۰)، ۹۹-۱۲۰. https://sanad.iau.ir/Journal/fej/Article/1078898

غفاری، مهسا. (۱۳۹۶). سنجش کارایی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. گروه مدیریت. دانشکده حسابداری. واحد شهریار. دانشگاه آزاد اسلامی.

کتابی، سعیده، فتحی، سعید، و یوسفان، ناهید (۱۳۹۴). رتبه‌بندی صنایع منتخب بورس اوراق بهادار تهران بر اساس عوامل بنیادی صنعت با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها. *مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۳(۲(۹)) ، ۵۵-۶۷. https://sid.ir/paper/245706/fa

مرادی پور، کیوان، اسدی رحمتی، ساناز، و عبدالی، الهام (۱۴۰۰). مدل چانه‌زنی برای تخمین کارایی شبکه چندمرحله‌ای با تخصیص هزینه ثابت و کاربردهای آن. *مدل‌سازی اقتصادی*، ۱۵(۳ (۵۵))، ۶۵-۹۰. 10.30495/ECO.2022.1941475.2579

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

هدایت مظهری، روزبه، خرم‌آبادی، مهدی، و لشگرآراء، سهیلا (۱۴۰۰). تحلیل سنجش کارایی با روش تحلیل پوششی داده‌ها و ارتباط آن با نسبت‌های مالی، *نشریه پژوهش‌های حسابداری مالی*، ۱۳(۳)، ۸۹-۱۱۰. doi: 10.22108/far.2022.129532.1785

یعقوبی، علی (۱۳۹۵). طراحی مدل تحلیل پوششی داده‌های تصادفی چندهدفه به منظور پیش‌بینی کارایی واحدهای سازمانی. *مجله تحقیق در عملیات در کاربردهای آن*، ۱۳(۱(۴۸))، ۵۱-۷۲. https://sid.ir/paper/164502/fa

Benjamin, M. M. (2024). Nigerian Stock Market Efficiency And Volatility: A Data Envelopment Analysis. *International Journal of Innovative Social Sciences & Humanities Research*, 12(1), 161-170. ISSN: 2354-2926.

Bettman, J. L., Sault, S. J., & Schultz, E. L. (2009). Fundamental and technical analysis: Substitutes or complements?. *Accounting & Finance*, 49(1), 21–36. doi: 10.1111/j.1467-629X.2008.00277.x.

Bleyer, j., Maillard, M., Patrick de Buhan, P. de, & Coussot, Ph. (2015). Efficient numerical computations of yield stress fluid flows using second-order cone programming. *Computer Methods in Applied Mechanics and Engineering*, 283, 599-614. 10.1016/j.cma.2014.10.008ff. hal-01081508

Chen, K. & Zhu, J. (2017). Second order cone programming approach to two-stage network data envelopment analysis. *European Journal of Operational Research*, 262(1): 231–238. doi:10.1016/j.ejor.2017.03.074.

Chen, K. & Zhu, J. (2019). Scale efficiency in two-stage network DEA. *Journal of the Operational Research Society*, 70(1): 101–110. doi:10.1080/01605682-.2017.1421850.

Contreras, I., Hidalgo, J. I., & Nunez-Letamendia, L. (2012). A GA combining technical and fundamental analysis for trading the stock market[Conference session]. In European Conference on the Applications of Evolutionary Computation (pp. 174–183). Springer, Heidelberg, Berlin. https://doi.org/10.1007/978-3-642-29178-4_18

Despotis, D. K., Koronakos, G. & Sotiros, D. (2016). Composition versus decomposition in two-stage network DEA: A reverse approach. *Journal of Productivity Analysis*, 45(1): 71–87. doi:10.1007/s11123-014-0415-x.

Edirisinghe, N. & Zhang, X. (2008). Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: Case of US industries. *Journal of the Operational Research Society*, 59(6): 842-856. doi:https://doi.org/10,1057/palgrave-.jors.2602442.

Edirisinghe, N. & Zhang, X. (2010). Input/output selection in DEA under expert information, with application to financial markets. *European journal of operational research*, 207(3): 1669-1678. doi:https://doi.org/10,1016/j.ejor.-2010,06,027.

Farrell, M. J. (1957). The measurement of productive efficiency. *Journal of the Royal Statistical Society*, 120(3): 253 – 290. https://doi.org/10.2307/2343100

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

Kočišová, K. (2020). Two-Stage DEA: An Application in Banking. In: Popkova, E., Sergi, B. (eds) Scientific and Technical Revolution: Yesterday, Today and Tomorrow. ISC 2019. Lecture Notes in Networks and Systems, vol 129. Springer, Cham. https://doi.org/10.1007/978-3-030-47945-9_162.

Kulik, J. (2017). Technical Efficiency and the methods of its measurement. *Econometrics*, 3(57), 72-87. doi: 10.15611/ekt.2017.3.06.

Kuo, K.-C., Lu, W.-M., & Dinh, T. N. (2020). An integrated efficiency evaluation of China stock market. *Journal of the Operational Research Society*, 72(4), 950-969. doi: https://doi.org/01605682,2019,1700190/10,1080.

Lam, M. (2004). Neural network techniques for financial performance prediction: Integrating fundamental and technical analysis. *Decision Support Systems*, 37(4), 567–581. doi:10.1016/S0167-9236(03)00088-5.

Li, M., Zhu, N., He, K., & Li, M. (2022). Operational Efficiency Evaluation of Chinese Internet Banks: Two-Stage Network DEA Approach. *Sustainability*, 14(21), 14165. https://doi.org/10.3390/su142114165.

Li, W., Liang, L., Cook, W. D., Zhu, J. (2016). DEA models for non-homogeneous DMUs with different input configurations. *European Journal of Operational Research*, 254(3), 946-956. doi: 10.1016/j.ejor.2016.04.063.

Lim, S., Oh, K. W. & Zhu, J. (2014). Use of DEA crossefficiency evaluation in portfolio selection: An application to Korean stock market. *European Journal of Operational Research*, 236(1), 361–368. doi:10.1016/j. ejor.2013.12.002.

Lin, S., Rouse, P., Wang, YM., Lin, L. & Zheng, Z. (2023). Performance measurement of nonhomogeneous Hong Kong hospitals using directional distance functions. *Health Care Management Science* , 26, 330–343. https://doi.org/10.1007/s10729-022-09625-0.

Lobo, M., Vandenberghe, L., Boyd, S. and Lebret, H. (1998). Applications of Second-Order Cone Programming. Linear Algebra and Its Applications, 284, 193-228. http://dx.doi.org/10.1016/S0024-3795(98)10032-0

Mashayekhi, Z. & Omrani, H. (2016). An integrated multiobjective Markowitz–DEA cross-efficiency model with fuzzy returns for portfolio selection problem. *Applied Soft Computing*, 38: 1–9. doi:10.1016/j.asoc.2015.09.018.

Sinha, R. P. (2021). Two-Stage Data Envelopment Analysis Efficiency of Indian General Insurance Companies. Global Business Review, 0(0). https://doi.org-/10.1177/09721509211047645.

Sueyoshi, T., & Sekitani, K. (2007). Measurement of returns to scale using a non-radial DEA model: A range-adjusted measure approach. *European Journal of Operational Research*, Elsevier, 176(3), 1918-1946. doi:10.1016/j.ejor.-2005.10.043.

Tarnaud, A. C. & Leleu, H. (2018). Portfolio analysis with DEA: Prior to choosing a model. Omega, Elsevier, 75(C): 57-76. doi:https://doi.org/10,1016/j-.omega.2017,02,003.

Tsai, M.-C., Cheng, C.-H., Nguyen, V. T., & Tsai M.-I. 2020. The Theoretical Relationship between the CCR Model and the Two-Stage DEA Model with an

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]

Application in the Efficiency Analysis of the Financial Industry. *Symmetry*, 12(5), 712. https://doi.org/10.3390/sym12050712.

Zhou, Z., Xiao, H., Jin, Q., & Liu, W. (2018). DEA frontier improvement and portfolio rebalancing: An application of China mutual funds on considering sustainability information disclosure. *European journal of operational research*, 269(1), 111-131. doi:https://doi.org/10,1016/j.ejor.2017,07,010.

[Downloaded from qjfep.ir on 2026-02-12]

[DOI: 10.61186/qjfep.12.46.191]