



Selection of optimal stock portfolios using accounting information, value-based information and balanced scorecard information

Hassan Fattahi Nafchi¹, Mehdi Arab Salehi^{2*}, Majid Ismaili³

1. PhD student in accounting, Esfahan University, Hasanzft@yahoo.com
2. Associate Professor of Accounting, Esfahan University, Iran.
3. Associate Professor of Management, Esfahan University, M.esmaelian@ase.ui.ac.ir

ARTICLE INF	ABSTRACT
<p><i>Article history:</i> Received: 2019/06/28 Accepted: 2019/12/03</p>	<p>The purpose of the present study is to develop a comprehensive optimal portfolio model using accounting information analysis, value-based information and balanced scorecard information. The statistical population of the research is the companies listed in Tehran Stock Exchange during the period 2007-2017. In order to achieve the objectives of the research, the formulation of dimensionality reduction, data envelopment analysis methods, backing vector machines, and clustering algorithms were used. The above model was implemented in four steps and in each step besides risk and return component, accounting criteria, value based criteria and financial criteria and then non-financial balanced scorecard were used as input step by step portfolio model. The findings of the research indicate that the criteria used in the research for optimizing the portfolio of stocks have informational content and the addition of each set of criteria leads to an increase in the efficiency of the portfolio. This information content of the balanced scorecard is even more impressive. Overall, the simultaneous application of hybrid optimization methods and comprehensive benchmarks extracted from financial reports resulted in a more optimized portfolio and higher risk-taking and Markovitz literature returns.</p>
<p>* Corresponding author: Mehdi Arab Salehi Associate Professor of Accounting, Esfahan University, Iran.</p> <p>E-Mail: Mehdi_arabsalehi@ase.ui.ac.ir</p>	

1- Introduction

One of the main goals of accounting is providing information for use in investment decisions. The discovery of the value of information provided by accounting systems is one of the major axes of empirical studies in the field of financial and accounting knowledge. Given the constraints on investment resources, if investors invest all their resources in a particular asset, they will

increase the risk of losing their resources, which is not, in their view, desirable. Therefore, the main problem for investors is the determination of a set of securities that leads to maximization of wealth. This also leads to the selection of the optimal stock portfolio from a set of stock portfolios in order to maximize the benefits to shareholders. The effective components of choosing the optimal stock portfolio are two main factors: the criteria used in stock portfolios and the approach of choosing stock portfolios. In this research, we focus on choosing the optimal portfolio based on a comprehensive model including accounting information, value-based information and balanced scorecard information and a dimensionality reduction approach.

2- Research Question

Is it possible to use a comprehensive set of analysis of accounting information, value-based information and a balanced scorecard information, and using the Dimension Reduction Approach to create an optimal stock portfolio model, so that this model would increase shareholders' returns?

3- Methods

The research methodology is a quantitative research that uses the scientific method and empirical evidence, and based research designs is done. The empirical data was collected from a panel consisting of 103 Iranian companies listed in TSE, over the seven-year period of 2007 to 2017. The criteria used in this study are accounting information, value-based information and balanced scorecard information. In order to achieve the research goals and to create optimal stock portfolios, we used Data Envelopment Analysis, Support Vector Machine and Anomaly Clustering algorithms. The above method was implemented in four stages. At each stage, in addition to the risk and return components, we used accounting information, value-based information and balanced scorecard information as a step-by-step portfolio input.

4- Results

The findings of the research indicate that the criteria used in the research to provide the stock portfolio are informative and adding each category of criteria will lead to an increase in the utility of the stock portfolio. In addition, this informativeness has increased significantly with

the balanced scorecard. Generally, the simultaneous use of hybrid optimization techniques and comprehensive criteria derived from the financial stock portfolios were more optimal and more favorable than the risk and efficiency of the Markovitz literature.

Keywords: Optimal Stock Portfolio, Accounting Information, Value-Based Information, Balanced Scorecard Information.



مجله پیشرفت‌های حسابداری دانشگاه شیراز

دوره یازدهم، شماره دوم، پاییز و زمستان ۱۳۹۸، پیاپی ۷۷/۳، صفحه‌های ۲۸۵-۲۲۰

(مجله علوم اجتماعی و انسانی پیشین)

**انتخاب سبد بهینه سهام با به‌کارگیری اطلاعات حسابداری،
اطلاعات مبتنی بر ارزش و اطلاعات کارت ارزیابی متوازن
(مطالعه موردی: شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران)**

حسن فتاحی نافچی * **دکتر مهدی عرب‌صالحی **** **دکتر مجید اسماعیلیان *****
دانشگاه اصفهان

چکیده

هدف پژوهش حاضر تدوین مدل جامع سبد بهینه سهام با استفاده از تحلیل اطلاعات حسابداری، اطلاعات مبتنی بر ارزش و اطلاعات کارت ارزیابی متوازن است. جامعه آماری پژوهش، شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران در بازه زمانی ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ است. در راستای دستیابی به اهداف پژوهش برای تشکیل سبد بهینه سهام، از رویکرد کاهش ابعاد، روش‌های تحلیل پوششی داده‌ها، ماشین بردار پشتیبان و الگوریتم‌های خوشه‌بندی استفاده شده است. مدل فوق در چهار مرحله باز اجرا شد. در هر مرحله علاوه بر مؤلفه ریسک و بازده، معیارهای حسابداری، معیارهای مبتنی بر ارزش و معیارهای مالی و سپس غیرمالی کارت ارزیابی متوازن به‌عنوان ورودی مدل تهیه پرتفوی به‌صورت مرحله‌به‌مرحله استفاده شده است. یافته‌های حاصل از پژوهش، حاکی است معیارهای استفاده‌شده در پژوهش در تهیه سبد بهینه سهام دارای محتوای اطلاعاتی بوده و اضافه شدن هر دسته معیار منجر به افزایش مطلوبیت سبد سهام می‌شود. این محتوای اطلاعاتی در مورد کارت ارزیابی متوازن چشمگیرتر است. به‌طور کلی به‌کارگیری هم‌زمان روش‌های ترکیبی بهینه‌سازی و معیارهای جامع استخراج‌شده از گزارش‌های مالی، سبد سهام بهینه‌تر و مطلوبیت بیشتر نسبت به ریسک و بازده ادبیات مارکویتز را به همراه دارد.

کلیدواژه‌ها: سبد بهینه سهام، اطلاعات حسابداری، اطلاعات مبتنی بر ارزش، کارت ارزیابی متوازن.

Hasanzft@yahoo.com

Mehdi_arabsalehi@ase.ui.ac.ir

M.esmaelian@ase.ui.ac.ir

* دانشجوی دکتری حسابداری

** دانشیار گروه حسابداری (نویسنده مسئول)

*** دانشیار گروه مدیریت

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۸/۹/۱۲

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۴/۷

۱. مقدمه

تهیه اطلاعات در راستای استفاده در تصمیم‌های سرمایه‌گذاری، یکی از اهداف حسابداری است. از اصلی‌ترین معیارهای مطالعات تجربی در حوزه دانش مالی و حسابداری کشف ارزش اطلاعات تهیه‌شده به‌وسیله سیستم‌های حسابداری است. با توجه به محدودیت در منابع سرمایه‌گذاری، ریسک از دست دادن منابع زمانی افزایش پیدا می‌کند که سرمایه‌گذاران تمامی منابع را در دارایی خاصی سرمایه‌گذاری کنند که البته از نظر آنان مطلوب نیست؛ بنابراین تعیین مجموعه‌ای از اوراق بهادار که منجر به حداکثرسازی ثروت می‌شود دغدغه اصلی سرمایه‌گذاران است. این دغدغه نیز منجر به تعیین سبد سهام بهینه از مجموعه‌ای از سبدهای سهام می‌شود تا بتوان حداکثر منافع را برای سهامداران و سایر ذی‌نفعان به وجود آورد. معیارهای استفاده‌شده در سبد سهام و رویکرد انتخاب سبد سهام، دو عامل اصلی اثرگذار بر انتخاب سبد سهام بهینه است. در این پژوهش انتخاب سبد بهینه سهام بر اساس مدلی جامع، شامل معیارهای حسابداری، معیارهای مبتنی بر ارزش و معیارهای غیرمالی کارت ارزیابی متوازن و روش‌های مبتنی بر رویکرد کاهش ابعاد بررسی می‌شود.

چنانچه برای انتخاب سهام معیارهای مناسبی از اطلاعات حسابداری به کار گرفته شوند، آنگاه می‌توان انتظار داشت ایجاد سبد سهام، بازده مناسب‌تری برای سرمایه‌گذاران به دنبال دارد؛ به این دلیل که حتی اگر ارزش سهام شرکتی در کوتاه‌مدت برخلاف تحلیل بنیادی اطلاعات حسابداری و مالی آن شرکت حرکت کند، با توجه به فرضیه تجزیه و تحلیل بنیادی^۱ در بلندمدت همبستگی زیادی بین ارزش بیان‌شده به‌وسیله اطلاعات حسابداری و ارزش بازار سهام وجود دارد (ادریسنگ و ژانگ،^۲ ۲۰۰۸).

۲. مبانی نظری پژوهش

تجزیه و تحلیل اوراق بهادار تا قبل از سال ۱۹۵۹، بیشتر برای شناسایی اوراقی بود که ارزش اسمی آن‌ها با ارزش ذاتی متفاوت بود و سبد سهام نیز معمولاً شامل مجموعه‌ای از این اوراق بهادار می‌شد. همه سرمایه‌گذاران در مورد انتخاب سبد سهام، بر اساس دو معیار ریسک و بازده انتخاب خود را انجام می‌دهند. این در حالی است که سرمایه‌گذاران ترجیحات گوناگونی دارند که در الگوی مارکویتز در نظر گرفته نشده است. بر اساس پژوهش سینیایی و گشتاسبی

مهارلویی (۱۳۹۱) الگوی مارکویتز حداقل سه نقطه ضعف اساسی دارد:

الف) الگوی مزبور الگویی دو معیاره (ریسک و بازده) است و ویژگی چندمعیاره بودن اهداف تصمیم‌گیرندگان را بررسی نمی‌کند؛

ب) الگوی میانگین واریانس مارکویتز از نوع الگوهای بهینه‌سازی درجه دوم است و در عمل به‌کارگیری آن، به‌ویژه برای تصمیم‌گیری با تعداد متغیر زیاد دشوار است، حتی اگر از رویکرد خطی‌سازی استفاده شود؛

ج) داده‌های به‌کارگرفته شده در الگوی مارکویتز اغلب تورش و خطای تخمین دارند. تلاش‌های گسترده‌ای در سال‌های اخیر برای بهبود روش‌های بررسی و تحلیل سهام، گزینش بهترین معیارهای تحلیل و انتخاب بهترین گزینه‌ها به‌منظور سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی انجام شده است؛ به‌عنوان مثال مطالعات ژانگ و نیه^۳ (۲۰۰۴)، بن‌عبدالعزیز و همکاران^۴ (۲۰۰۷)، دیا^۵ (۲۰۰۹)، سانگ^۶ (۲۰۱۴) و کوساداگلی و کسکین^۷ (۲۰۱۵) باعث استفاده از معیارها و روش‌های نوینی (همچون روش‌های کمی، تئوری فازی و الگوریتم‌های ابتکاری) در کنار روش‌های گذشته شده است که درصدد یافتن پاسخی به نیاز سرمایه‌گذاران و حداکثرسازی سود در بازارهای مالی هستند.

در ادامه به دو مؤلفه اصلی معیارهای استفاده‌شده و روش‌های انتخاب سهام پرداخته می‌شود که در انتخاب سبد بهینه سهام اثرگذار هستند.

معیارهای استفاده‌شده یکی از مؤلفه‌هایی است که بر انتخاب سبد سهام اثرگذار است. در حوزه ارزیابی وضعیت مالی شرکت‌ها می‌توان معیارهای موجود را در سه دسته معیارهای حسابداری (سنتی)، معیارهای مبتنی بر ارزش و معیارهای غیرمالی کارت ارزیابی متوازن قرار داد. نقاط ضعف فراوانی در انتخاب سبد سهام با استفاده از معیارهای حسابداری وجود دارد. به دلیل اینکه در انتخاب سبد سهام بر اساس معیارهای حسابداری فقط به سود حسابداری توجه می‌شود و هزینه تأمین سرمایه در نظر گرفته نمی‌شود، معیارهای حسابداری نمی‌توانند روش بهینه‌ای در انتخاب سبد سهام باشند (یحیی‌زاده و همکاران، ۱۳۹۰). دسته دیگر شامل معیارهای غیرمالی کارت ارزیابی متوازن است. در فن ارزیابی متوازن، به معیارهای غیرمالی نیز توجه می‌شود. این معیارها در چهار جنبه منظر مالی، منظر فرآیندهای داخلی، منظر مشتری و منظر رشد و یادگیری دسته‌بندی می‌شوند.

در منظر مالی، میزان ارزش ایجادشده برای هر یک از سهامداران بررسی می‌شود. در این راستا منظر مالی مهم‌ترین منظر ارزیابی متوازن است. سه منظر کلی در منظر مالی وجود دارد: ۱- کاهش هزینه؛ ۲- رشد درآمد؛ ۳- استفاده از دارایی (کیپن و نورتون،^۸ ۱۹۹۶).

از دیدگاه بنیادی، معیارهای منظر مالی جنبه‌های مختلف سود را برای کمک به تحلیل اطلاعات می‌سنجند. هر یک از معیارهای جنبه مالی در شرکت‌های انتفاعی باید باعث بهبود عملکرد مالی شود (هورن‌گرن و همکاران،^۹ ۲۰۱۲). از این منظر منظر مالی و معیارهای لین منظر از اطلاعات حسابداری مدیریت، در تجزیه و تحلیل وضعیت مالی شرکت و تجزیه و تحلیل بنیادی سبد سهام و نهایتاً در ایجاد سبد بهینه سهام، می‌تواند راهگشا باشد. در این پژوهش به دلیل همپوشانی معیارهای حسابداری و معیارهای جنبه مالی کارت ارزیابی متوازن، معیارهای جنبه مالی در دسته معیارهای حسابداری قرار می‌گیرد.

منظر دوم کارت ارزیابی متوازن، منظر مشتری است. رضایت مشتری در بازار هدف، در این جنبه اندازه‌گیری گنجانده می‌شود (هورن‌گرن و همکاران، ۲۰۱۲). به بیان دیگر، در این جنبه به میزان توجه مشتریان به شرکت پرداخته می‌شود و در آن به اندازه‌گیری نیازهای مشتریان، حفظ مشتریان موجود و همچنین حصول رضایت مشتری توجه می‌شود (راتناسینام،^{۱۰} ۲۰۰۹). بر این اساس در تحلیل بنیادی به منظور تشکیل سبد بهینه سهام منظر مشتری، علائمی از موفقیت و یا عدم موفقیت سازمان را از دید مشتریان ارائه می‌دهد. به این دیدگاه در تحلیل‌های بنیادی کمتر توجه شده است.

جنبه فرآیندهای داخلی منظر سوم ارزیابی متوازن است. ارزیابی متوازن از فرآیندهای داخلی مختلف، بازخوردی ارائه می‌کند تا از طریق آن فرآیندهای تجاری به‌طور پیوسته هدایت و بهبود یابد (راتناسینام، ۲۰۰۹). به منظور دیگر، به عملیات و فرآیندهای داخلی که برای مشتری ایجاد ارزش می‌کند و در نهایت شرکت را در دستیابی به اهداف مالی یاری کند، منظر فرآیندهای داخلی گفته می‌شود (هورن‌گرن و همکاران، ۲۰۱۲)؛ بنابراین بهبود در فرآیندهای داخلی، وضعیت مالی شرکت را نیز بهبود می‌دهد. از این جهت می‌توان گفت معیارهای استفاده‌شده در منظر فرآیندهای داخلی، نشانه‌هایی از وضعیت مالی شرکت را در حال و آینده به سرمایه‌گذار ارائه می‌دهند. این دیدگاه می‌تواند در تعیین سبد بهینه سهام، مبتنی بر تجزیه و تحلیلی بنیادی، به تعیین سبد سهام کارا منجر شود.

منظری که نقش دارایی‌های معنوی را در موفقیت سازمان مشخص می‌کند، منظر چهارم ارزیابی متوازن، یعنی جنبه رشد و یادگیری است. دارایی‌های معنوی به سه بخش سرمایه اطلاعاتی، انسانی و سازمانی تقسیم می‌شوند (کپلن و نورتون، ۲۰۰۴؛ راتناسینام، ۲۰۰۹). در همین راستا جنبه رشد و یادگیری در سازمان مرتبط به توانایی‌هایی است که با افزایش آن‌ها فرآیندهای داخلی بهبود می‌یابد و درنهایت ارزش‌های مدنظر سهام‌داران بیشتر می‌شوند (هورن‌گرن و همکاران، ۲۰۱۲)؛ بنابراین می‌توان بیان کرد معیارهای استفاده‌شده در منظر رشد و یادگیری نیز همانند منظر فرآیندهای داخلی، نشانه‌هایی از وضعیت مالی شرکت را در حال آینده به سرمایه‌گذار ارائه می‌دهند؛ بنابراین می‌توان انتظار داشت در تعیین سبد بهینه سهام، مبتنی بر تجزیه و تحلیلی بنیادی، این منظر نیز در تعیین سبد کارا دخیل باشد.

با توجه به مطالب فوق، انتظار می‌رود با استفاده از معیارهای مربوط به منظرهای چهارگانه ارزیابی متوازن، عوامل مؤثر بر ریسک و بازده سهام شرکت‌ها را شناسایی کرد و برای انتخاب سبد بهینه سهام سودمند الگویی بهینه ارائه داد. با توجه به اینکه معیارهای غیرمالی در تعیین سبد بهینه سهام و ارائه الگوی بهینه نادیده گرفته شده است، پژوهش حاضر به دنبال آن است که با ارائه الگویی برای آن با استفاده از معیارهای غیرمالی کارت ارزیابی متوازن این ضعف را برطرف کند.

رویکرد کاهش ابعاد مؤلفه اثرگذار دیگری در انتخاب سبد بهینه سهام است. هرچند در این راستا، در سال‌های اخیر، تلاش‌های بسیار زیادی برای بهبود روش‌های بررسی و تحلیل سهام، گزینش بهترین معیارهای تحلیل و انتخاب بهترین گزینه‌ها به منظور سرمایه‌گذاری در بازارهای مالی انجام شده است؛ اما در پژوهش‌های انجام‌شده، مانند ژانگ و نیه (۲۰۰۴) و بن‌عبدالعزیز و همکاران (۲۰۰۷)، بر رویکرد کاهش ابعاد به منظور بهبود داده‌ها تأکید نشده است. رویکرد کاهش ابعاد بر این موضوع تأکید می‌کند که از طریق تحلیل و پردازش داده‌ها، مرحله به مرحله داده‌های با ویژگی‌های مناسب انتخاب می‌شوند (گوردن و همکاران، ۲۰۱۹). استفاده از هر یک از الگوریتم‌های استفاده‌شده در رویکرد کاهش ابعاد، مزایایی دارد که می‌تواند منجر به افزایش بازده یا کاهش ریسک سبد سهام شود؛ به‌طور مثال استفاده از الگوریتم‌های خوشه‌بندی در آماده‌سازی مجموعه داده‌های سهام می‌تواند منجر به همگن شدن داده‌ها و حذف داده‌های پرت شود. از طرفی تحلیل پوششی داده‌ها از فرآیندی بهره می‌برد که با الگوی

ریسک و بازده استفاده‌شده در تئوری پرتفوی منطبق است. در تحلیل پوششی داده‌ها، از ریسک به‌عنوان ورودی و از بازده به‌عنوان خروجی استفاده شده است. بدین‌صورت که با کاهش ریسک به کمترین مقدار و بازده به بیشترین مقدار، سعی می‌شود سبد بهینه سهام ایجاد شود. اصلی‌ترین مزیت روش تحلیل پوششی داده‌ها، به دلیل آن است که در این روش می‌توان واحدهای تصمیم‌گیری مختلف را بر اساس معیارهای مختلف مقایسه کرد؛ همچنین از مزایای دیگر این روش ناپارامتریک نسبت به روش‌های پارامتریک نیاز نداشتن به تخمین فرم تابعی در تجزیه و تحلیل اطلاعات مالی است. از مزیت‌های دیگر روش رویکرد کاهش ابعاد در تجزیه و تحلیل اطلاعات مالی، در ترجمه اعداد به عدد واحدی به نام «معیار کارایی» است که موجب افزایش سادگی در مقایسه می‌شود (هالکوس و سالامورس، ۲۰۰۴)؛ همچنین در دسته‌بندی داده‌ها، ماشین بردار پشتیبان روشی شناخته شده است (وینیک، ۱۹۹۸). ترکیب این الگوریتم‌ها و استفاده از نرمال‌سازی فازی برای رفع ابهام داده‌ها، می‌تواند در حوزه تهیه سبد سهام کارا، منجر به معرفی روشی جدید و البته پیچیده شود؛ زیرا به‌طور هم‌زمان کاهش ابعاد، افزایش دقت، تعیین سهام کارا و استفاده از معیارهای برگزیده برای انتخاب سبد سهام انجام می‌شود. بدین ترتیب، می‌توان گفت این دیدگاه منجر به انتخاب بهترین سهام موجود خواهد گشت (گوردن و همکاران، ۲۰۱۹).

۲-۱. پیشینه تجربی

پاورز^{۱۴} و همکاران (۲۰۰۰) در مطالعات خود به‌منظور تشکیل سبد سهام از داده‌های ۱۸۵ شرکت استفاده کردند. در این مطالعه از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده شده است. در همین راستا نتایج بیانگر آن بود که تنها چهارده شرکت به‌عنوان شرکت‌های کارآمد ارزیابی شدند. آن‌ها بیان کردند یکی از مزایای استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها محاسبه کسری و مازاد اوراق بهادار ناکارآمد در جهت تبدیل شدن به اوراق کارآمد است.

لوپز^{۱۵} و همکاران (۲۰۰۸) نیز در پژوهشی دیگر از ضریب بتا، نسبت قیمت به سود هر سهم و نوسان‌پذیری بازده هر سهم به‌عنوان متغیر ورودی در روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند و از سود هر سهم و بازده ۱۲، ۳۶ و ۶۰ ماهه به‌عنوان متغیرهای خروجی استفاده نمودند. نتایج نشان داد در بازار سهام برزیل، پرتفوی تشکیل‌شده دارای عملکرد بهتری نسبت

به شاخص بازار است.

دیا (۲۰۰۹) در مطالعات دیگری برای انتخاب سبد بهینه سهام یا دارایی‌های مالی از روشی چهار مرحله‌ای بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کرد. در همین راستا با به‌کارگیری روش تحلیل پوششی داده‌ها، پس از انتخاب ورودی‌ها و خروجی‌های مدل و همچنین پس از آنکه ارجحیت تصمیم‌گیرندگان تعیین شد، نسبت کارایی برای همه دارایی‌های مالی را محاسبه کرد. در ادامه با توجه به نسبت کارایی محاسبه‌شده، سبد بهینه دارایی‌های مالی متناسب با اولویت‌های تصمیم‌گیرندگان را انتخاب کرد. در نهایت نتیجه مطالعات نشان داد روش تحلیل پوششی داده‌ها ساده و مفهوم بوده و برای تصمیم‌گیری و انتخاب سبد بهینه می‌تواند مطلوب باشد.

لیم و همکاران^{۱۶} (۲۰۱۴) نیز در پژوهشی برای تشکیل سبد بهینه سهام از تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. آن‌ها همچنین در کنار این تکنیک از معیارهای چندگانه نیز برای تشکیل سبد بهینه سهام استفاده کردند. نتایج پژوهش نشان داد که استفاده از روش مزبور، نسبت بازده به ریسک بیشتری در مقایسه با سبدهای سهام مشابه به همراه دارد.

لی‌یو و همکاران^{۱۷} (۲۰۱۵) در پژوهش دیگری از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای محاسبه کارایی سبد سهام و همچنین انتخاب سبد بهینه سهام استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد به‌منظور محاسبه کارایی سبد سهام استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها روشی مؤثر و کاربردی است. افزون بر این، این تکنیک می‌تواند به نحو مطلوب، عملکرد سبد سهام تشکیل‌شده را ارزیابی کند.

گوردن و همکاران (۲۰۱۹) در پژوهش‌های خود برای اولین بار به تشکیل سبدی از سهام پرداختند، با در نظر گرفتن دو مؤلفه برآورد ریسک سهام و استفاده از حسابداری ذهنی که از طریق میزان استفاده از فروش استقراضی محاسبه می‌شود. نتایج آن‌ها نشان داد تفاوت معناداری بین عملکرد سبد سهام در دو حالت مذکور وجود دارد.

راعی (۱۳۸۱) در پژوهشی به مقایسه سبدهای سهام بر اساس هریک از روش‌های الگوی شبکه‌های عصبی و مدل مارکویتز برای یک دوره زمانی چهارساله پرداخت. نتایج این پژوهش نشان داد الگوی شبکه‌های عصبی در تشکیل سبد سهام نسبت به مدل مارکویتز برتری دارد.

در پژوهشی دیگر خواجوی و همکاران (۱۳۸۴) با کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها برای

انتخاب سبدي از کاراترين شرکت‌های ایرانی، از الگوی CCR ورودی محور و با فرم پوششی استفاده کردند. نتایج نشان داد که ۲۹ شرکت از ۹۰ شرکت بررسی شده (۳۲ درصد کل شرکت‌ها) کارا بوده و تعداد ۶۱ شرکت ناکارا بوده است.

یحیی‌زاده‌فر و همکاران (۱۳۹۰) نیز در پژوهش دیگری با این فرض که بازده سهام متغیر تصادفی فازی است و همچنین با به‌کارگیری نظرات خبرگان مالی و می‌زان ذهنیتی که سرمایه‌گذاری به شکل خوش‌بینی/بدبینی در مورد بازده مدنظر دارد، پرتفوی بهینه را انتخاب کردند. نتایج پژوهش آن‌ها نشان داد پرتفوی تشکیل شده بر اساس این روش مطلوب‌تر از روش مارکویتز است.

آذر و همکاران (۱۳۹۲) به منظور تعیین سبد سهام از میان شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران، از روش تحلیل پوششی داده‌ها استفاده کردند. در این پژوهش با استفاده از نمونه‌گیری، ۸۶ شرکت بررسی شدند. نتایج حاصل از بررسی حاکی است که ۲۹ شرکت از این مجموعه کارا و ۵۷ شرکت کاملاً ناکارآمد بودند.

خاک‌بیز و همکاران (۱۳۹۶) در پژوهشی علاوه بر معرفی معیار فاصله اقلیدسی به عنوان معیار اندازه‌گیری تنوع سبد سهام، مدلی چندهدفه برای انتخاب سبد سهام طراحی کردند. نتایج اجرای مدل دوهدفه (بازدهی و تنوع) و سه‌هدفه (بازدهی، تنوع و ریسک غیرسیستماتیک) در تکرارهای متعدد نشان داد که متوسط بازدهی سبدهای سهام انتخاب شده با مدل این پژوهش بیشتر از حد مطلوب است.

فقیهی نژاد و مینایی (۱۳۹۷) در پژوهشی به پیش‌بینی رفتار بازار سهام بر اساس شبکه‌های عصبی مصنوعی با رویکرد یادگیری جمعی هوشمند پرداختند. برای افزایش دقت، از مدلی بر مبنای الگوریتم‌های یادگیری جمعی با مدل‌های پایه شبکه‌های عصبی استفاده شده است. بر طبق نتایج مدل پیشنهادی با استفاده از روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نشان می‌دهد پیش‌بینی رفتار بازار سهام با وجود ماهیت نوسانی و ناپایدار آن، امکان‌پذیر است.

صفوی و همکاران (۱۳۹۷) سبد سهام با قابلیت پیروی از بازده بازار با استفاده از رویکرد نظریه ماتریس‌های تصادفی را با استفاده از داده‌های مربوط به سهام هشت شاخص از بورس‌های دنیا شامل بازارهای کارا و نوظهور طراحی کردند. مقایسه نتایج بازدهی سه سبد حاکی است سهم‌های دارای بیشترین می‌زان مشارکت در روند بازار، قابلیت کسب بازدهی

مطلوب‌تری نسبت به بازده بازار دارند.

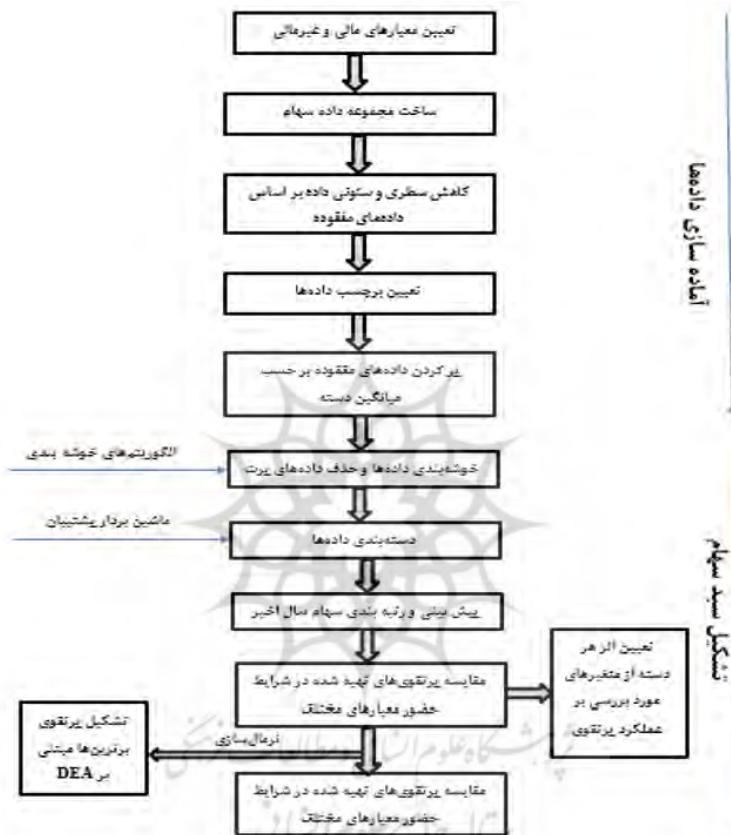
بر اساس مطالعات انجام شده، از مشکلات اساسی اکثر الگوهای ارائه شده در تشکیل سبد بهینه سهام، نادیده گرفتن شاخص‌ها و ابعاد چندگانه برای ارزیابی و تعیین سبد سهام است؛ همچنین اکثر پژوهش‌ها و مدل‌هایی که در این زمینه ارائه شده، محدود به چند شاخص و معیار مالی است و سایر عوامل مالی و غیرمالی تأثیرگذار را در نظر نگرفته‌اند؛ بنابراین پژوهش حاضر به دنبال آن است که برای اولین بار معیارهای مبتنی بر ارزش و معیارهای غیرمالی مربوط به کارت ارزیابی متوازن را در تحلیل اطلاعات حسابداری بکار گیرد و بدین ترتیب الگوی بهینه مستخرج از این اطلاعات را در راستای تصمیم‌گیری تحلیلی لگران، سرمایه‌گذاران و استفاده‌کنندگان از صورت‌های مالی و برای انتخاب سبد بهینه سهام ارائه کند.

۳. روش پژوهش

از لحاظ هدف، پژوهش حاضر در پژوهش‌های کاربردی دسته‌بندی می‌شود؛ همچنین به دلیل آنکه از اطلاعات گذشته برای تحلیل استفاده می‌شود در پژوهش‌های پس‌رویدادی طبقه‌بندی می‌شود. داده‌های لازم از طریق صورت‌های مالی حسابرسی‌شده و نرم‌افزار ره‌آورد نوین گردآوری شده است. در راستای برآورد نتایج پس از آماده‌سازی داده‌ها در اکسل ۲۰۱۷، با استفاده از نرم‌افزار متلب ۲۲ تجزیه و تحلیل انجام شده است. جامعه آماری شامل تمام شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۶ تا ۱۳۹۶ است و برای تهیه سبد سهام برای سال پیش‌بینی (سال ۱۳۹۷) است. از این جامعه با استفاده از نمونه‌گیری نظام‌مند، انتخاب انجام شده است؛ به طوری که دوره مالی منتهی به پایان اسفند باشد (تعداد ۵۳ شرکت حذف شد)، تغییر سال مالی نداشته باشند (تعداد ۳۹ شرکت حذف شد)، اطلاعات آن‌ها در دسترس باشد (تعداد ۸۵ شرکت حذف شد)، وقفه عملیاتی نداشته باشند (تعداد ۴۶ شرکت حذف شد). در نهایت بر اساس محدودیت‌های اعمال‌شده تعداد ۱۰۳ شرکت از مجموع ۳۲۶ شرکت بررسی و تجزیه و تحلیل شدند.

۳-۱. مراحل اجرای پژوهش

در ادامه برای پاسخ به سؤال پژوهش، مدل مفهومی پژوهش همراه با مراحل انجام مدل، تبیین خواهد شد.



شکل ۱: چارچوب انجام پژوهش

چارچوب بالا، در مراحل زیر برای هر دسته از اطلاعات طبقه‌بندی شده تکرار می‌شود تا در هر مرحله یک سبد سهام بر مبنای اطلاعات هر طبقه تهیه شود. نهایتاً پرتفوی‌های تهیه‌شده با اطلاعات مختلف با هم و با بازده بازار مقایسه شده تا در پایان سبد سهام بهینه مشخص شود. بر این اساس مراحل زیر طی می‌شود.

تهیه سبد بهینه سهام بر مبنای ریسک و بازده (رویکرد اول)؛
 تهیه سبد بهینه سهام بر مبنای معیارهای حسابداری (رویکرد دوم)؛
 تهیه سبد بهینه سهام بر مبنای معیارهای حسابداری و معیارهای مبتنی بر ارزش (رویکرد سوم)؛

تهیه سبد بهینه سهام بر مبنای معیارهای حسابداری، معیارهای مبتنی بر ارزش و معیارهای غیرمالی ارزیابی متوازن (رویکرد چهارم)؛
 مقایسه نتایج مدل یک تا چهار پژوهش.

باید افزود رویکردهای مختلف ناشی از ترکیب هریک از حالات چهارگانه انجام‌پذیر بوده است؛ اما به دلیل آنکه با افزایش دامنه اطلاعات و تعداد متغیرها فرض بر این است که نتایج بهینه‌تری حاصل می‌شود در هر مرحله متغیرهای جدید اضافه شد. در واقع از ساده‌ترین حالت که در مطالعات قبلی نیز به آن‌ها توجه شده است، شروع شده و در نهایت کامل‌ترین ساختار طراحی شده است.

۲-۳. معیارهای استفاده‌شده در پژوهش

معیارهای استفاده‌شده در مدل، در سه دسته معیارهای حسابداری، معیارهای مبتنی بر ارزش و معیارهای غیرمالی کارت ارزیابی متوازن خلاصه می‌شوند؛ همچنین در این پژوهش از متغیر سال برای معناداری فاصله در به‌کارگیری ابرصفحه جداکننده ماشین بردار پشتیبان استفاده شده است. در ادامه سه دسته معیارهای استفاده‌شده در پژوهش شرح داده می‌شوند.

۱-۲-۳. معیارهای حسابداری

نگاره ۲: معیارهای حسابداری

نام و نوع نسبت	نحوه محاسبه	پیشینه استفاده
نسبت سود ناخالص به فروش	سود ناخالص تقسیم بر فروش	نمازی و منصوری (۱۳۸۵)؛ عباسی و مهرانی (۱۳۸۸)؛ مهرلانی و تحریری (۱۳۹۰)؛ اونز و ادپریسنگ و (۲۰۰۴)
نسبت جاری	دارایی‌های جاری تقسیم بر بدهی‌های جاری	
نسبت سود هر سهم	سود خالص تقسیم بر تعداد سهام عادی	
نسبت قیمت به درآمد	قیمت بازار هر سهم تقسیم بر سود هر سهم	
نسبت ارزش بازار به ارزش	ارزش بازار تقسیم بر ارزش دفتری حقوق صاحبان	

نام و نوع نسبت	نحوه محاسبه	پیشینه استفاده
دفتری	سهام	ژانگ (۲۰۰۸)
نرخ بازده دارایی‌ها	سود خالص تقسیم بر دارایی‌ها	
نسبت بدهی	بدهی‌ها تقسیم بر دارایی‌ها	
نسبت آنی	دارایی‌های آنی تقسیم بر بدهی‌های جاری	
گردش دارایی‌های ثابت	فروش تقسیم بر دارایی‌های ثابت	ادیریسنگ و ژانگ (۲۰۰۸)
درجه اهرم عملیاتی	درصد تغییر در سود عملیاتی تقسیم بر درصد تغییر در فروش	
نسبت دوره تبدیل وجه نقد	در قسمت (۱-۲-۱۲) آمده است	در قسمت (۱-۱-۱۲)
بازده حقوق صاحبان سهام	سود خالص تقسیم بر حقوق صاحبان سهام	مهرلانی و تحریری (۱۳۹۰)؛ ادیریسنگ و ژانگ (۲۰۰۸)
نسبت سود عملیاتی به فروش	سود عملیاتی تقسیم بر فروش	
متوسط گردش موجودی کالا	۳۶۵ تقسیم بر گردش موجودی کالا	
متوسط دوره گردش عملیات	دوره گردش موجودی کالا به علاوه دوره گردش حساب‌های دریافتی	
نسبت کارایی	هزینه‌های عملیاتی تقسیم بر درآمد فروش	
نرخ رشد درآمدها	$t-1$ درآمد / $(t-1$ درآمد - t درآمد)	ادیریسنگ و ژانگ (۲۰۰۸)
نرخ رشد سود هر سهم	$(EPSt - EPSt-1) / EPSt-1$	
نرخ رشد قیمت هر سهم	$(Pt - Pt-1) / Pt-1$	
نسبت PEG	نسبت قیمت به سود تقسیم بر رشد سود هر سهم	نمازی و غلامی (۱۳۹۵)
نسبت پوشش سود تقسیمی	سود هر سهم تقسیم بر سود تقسیمی هر سهم	
بازده سود تقسیمی	سود تقسیمی هر سهم تقسیم بر قیمت بازار آن	

۲-۲-۳. معیارهای مبتنی بر ارزش

نگاره ۳: معیارهای مبتنی بر ارزش

یالشین و همکاران ^{۱۸} (۲۰۱۲)	$EVA_t = NOPAT_t - (WACC_t \times \text{capital}_t - 1)$	ارزش افزوده اقتصادی
	هزینه سرمایه نقدی - سود نقدی عملیاتی پس از کسر مالیات $CVA =$ سود سهام پرداختی + بهره پرداختی = هزینه سرمایه نقدی	ارزش افزوده نقدی
	میانگین ارزش بازار حقوق صاحبان سهام پس از کسر ارزش دفتری	ارزش افزوده بازار

۳-۲-۳. معیارهای غیرمالی کارت ارزیابی متوازن

نگاره ۴: معیارهای غیرمالی کارت ارزیابی متوازن

هوک و جیمز ^{۱۹} (۲۰۰۰)؛ اولسون و اسلتر (۲۰۰۲)	(salet - salet-1) / salet	نرخ رشد فروش - منظر مشتری
	کل فروش شرکت‌های هم‌صنعت منهای فروش شرکت تقسیم بر کل دارایی‌ها	سهام بازار - منظر مشتری
	مجموع فروش شرکت تقسیم بر کل دارایی‌ها	فروش - منظر مشتری
نمازی و غلامی (۱۳۹۵)	فروش تقسیم بر بهای تمام‌شده کالای فروش رفته	فروش به بهای تمام‌شده کالای فروش رفته - منظر فرآیندهای داخلی
	سود عملیاتی به بهای تمام‌شده کالای فروش رفته	سود عملیاتی به بهای تمام‌شده کالای فروش رفته - منظر فرآیندهای داخلی
	نسبت فروش به هزینه‌های عمومی، اداری و توزیع و فروش	نسبت فروش به هزینه‌های عمومی، اداری و توزیع و فروش - منظر فرآیندهای داخلی
	نسبت سود عملیاتی به هزینه‌های عمومی، اداری و توزیع و فروش	نسبت سود عملیاتی به هزینه‌های عمومی، اداری و توزیع و فروش - منظر فرآیندهای داخلی
	بخش ۳-۲-۳-۱.	کارایی سرمایه انسانی - منظر رشد و یادگیری
	بخش ۳-۲-۳-۲.	کارایی سرمایه ساختاری - منظر رشد و یادگیری
	بخش ۳-۲-۳-۳.	توانایی مدیریت - منظر رشد و یادگیری

۳-۲-۳-۱. کارایی سرمایه انسانی

در این پژوهش با استفاده از الگوی ضریب ارزش‌افزوده فکری^{۲۰} پالیک^{۲۱} (۲۰۰۰)، کارایی سرمایه انسانی به شرح رابطه (۱) اندازه‌گیری می‌شود.

$$HCE = VA / HC \quad \text{رابطه (۱)}$$

HCE: کارایی سرمایه انسانی؛ VA: ارزش‌افزوده شرکت؛ HC: سرمایه انسانی که برابر است با کل هزینه حقوق و دستمزد شرکت.

در رابطه (۲) با استفاده از اختلاف بین خرجی و ورودی، نحوه محاسبه ارزش‌افزوده نشان داده شده است.

$$VA = OUT - IN \quad \text{رابطه (۲)}$$

VA: ارزش‌افزوده شرکت؛ OUT: کل درآمد حاصل از فروش کالاها و خدمات؛ IN: کل هزینه مواد، اجزا و خدمات خریداری شده.

رابطه (۳) نحوه محاسبه ارزش‌افزوده را نشان می‌دهد.

$$VA = OP + EC + D + A \quad \text{رابطه (۳)}$$

OP: سود عملیاتی؛ EC: هزینه کارکنان؛ D: استهلاک؛ A: استهلاک دارایی‌های نامشهود.

۳-۲-۳-۲. کارایی سرمایه ساختاری

۲۶ در الگوی ضریب ارزش‌افزوده پالیک (۲۰۰۰) کارایی سرمایه ساختاری یکی از اجزای ضریب ارزش‌افزوده فکری است که در این پژوهش برای اندازه‌گیری سرمایه ساختاری از آن استفاده می‌شود.

$$SCE = SC / VA \quad \text{رابطه (۴)}$$

SCE: کارایی سرمایه ساختاری؛ SC: سرمایه ساختاری شرکت است که از طریق رابطه (۵) محاسبه می‌شود (پالیک، ۲۰۰۰).

$$SC = VA - HC \quad \text{رابطه (۵)}$$

۳-۳-۲-۳. توانایی مدیریت

در این پژوهش برای سنجش توانایی مدیران همانند پژوهش نمازی و غفاری (۱۳۹۴) با استفاده از الگویی که مرجیان^{۲۲} و همکاران (۲۰۱۲) ارائه کرده‌اند، گام‌های زیر دنبال می‌شود:

گام اول: در این مرحله با استفاده از DEA و سنج‌های فروش، هزینه‌های عمومی، اداری و توزیع و فروش، بهای تمام‌شده کالای فروش رفته، مجموع دارایی‌های ثابت شرکت، اجاره (از نوع عملیاتی)، هزینه تحقیق و توسعه و دارایی‌های نامشهود کارایی شرکت‌ها تعیین شده است. رابطه (۶) نحوه محاسبه این مؤلفه را نشان می‌دهد.

رابطه (۶) $\max \theta = (\text{Sales}) \cdot (v_1 \text{ CGS} + v_2 \text{ SG\&A} + v_3 \text{ PPE} + v_4 \text{ OpsLease} + v_5 \text{ R\&D} + v_6 \text{ Intan}) - 1$

Sales: فروش؛ CGS: بهای تمام‌شده کالای فروش رفته؛ SG&A: هزینه‌های عمومی، اداری و توزیع و فروش؛ PPE: دارایی‌های ثابت؛ OpsLease: اجاره عملیاتی؛ R&D: هزینه‌های تحقیق و توسعه؛ Intan: دارایی‌های نامشهود. متغیرهای PPE، OpsLease، R&D و Intan در رابطه بالا بر اساس ارزش ابتدای سال t و متغیرهای CGS و SG&A بر اساس ارزش طی سال t محاسبه می‌شود. گام دوم: توانایی مدیریت با استفاده از کارایی به‌دست‌آمده در مرحله اول و رابطه رگرسیونی (۷) محاسبه می‌شود:

رابطه (۷) $\text{Firm Efficiency}_i = \alpha + \beta_1 \ln(\text{Sales})_i + \beta_2 \text{ Market Share}_i + \beta_3 \text{ FCF}_i + \beta_4 \ln(\text{Age})_i + \beta_5 \text{ Business SC}_i + \beta_6 \text{ FCF}_i + \text{Year}_i + \varepsilon_i$

Ln (Sales): اندازه شرکت؛ Market Share: سهم بازار شرکت؛ FCF: جریان نقد آزاد، Ln (Age): عمر شرکت؛ Business SC: پیچیدگی عملیات شرکت؛^(۱) FCI: شاخص فعالیت برون‌مرزی شرکت؛ ε_i : مقدار باقیمانده معادله رگرسیونی که نشان‌دهنده توانایی مدیریت در شرکت است.

۳-۳. ساخت مجموعه داده سهام

در این مرحله هر چه تعداد سهام بیشتر باشد یک مزیت محسوب می‌شود؛ دلیل آن افزایش توانایی مدل برای پیش‌بینی با استفاده از داده‌های بیشتر است (هی و همکاران، ۲۰۱۳).

۳-۴. کاهش سطری و ستونی

در این مرحله سهام دارای داده مفقوده ابتدا به دو بخش تقسیم می‌شود: بخش اول شامل داده‌های مفقوده بیش از ۳۳ درصد است که سهام مربوط به این بخش حذف گردیده است؛ بخش دوم داده‌های مفقوده کمتر از ۳۳ درصد است که تکمیل می‌شوند.

(۱) از آنجا که اطلاعات لازم به‌منظور اندازه‌گیری متغیر فوق را شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران افشا نمی‌کنند، این متغیر از معادله حذف می‌شود

۳-۵. معیارهای دسته‌بندی

دو مؤلفه اثرگذار از نظر سرمایه‌گذار، بازده و ریسک^(۱) است. این دو مؤلفه در این پژوهش به‌عنوان دو مؤلفه خروجی که هر کدام به دو سطح کارا یا ناکارا تقسیم می‌شوند، در نظر گرفته می‌شوند. از قیمت تعدیل‌شده به‌منظور تعیین بازده سهام و از واریانس بازده نیز به‌عنوان معیار سنجش ریسک استفاده شده است.

۳-۶. تکمیل داده‌های مفقوده

پس از کاهش سطری و ستونی داده‌ها، ممکن است باز هم مقداری داده مفقوده وجود داشته باشد. نحوه پر کردن این داده‌ها تأثیر بسزایی بر اغتشاش و نتایج عملکرد مدل می‌گذارد؛ لذا سعی شد بهترین استراتژی برای پر کردن این داده‌ها اتخاذ شود. یکی از روش‌های بسیار متداول برای پر کردن داده‌های مفقوده مشخصه‌ها، استفاده از میانگین هر مشخصه است؛ اما روش بهتری نیز وجود دارد. در این روش از میانگین هر دسته برای پر کردن داده‌های مفقوده مربوط به آن دسته استفاده می‌شود. در اینجا از این روش استفاده می‌شود.

۳-۷. دسته‌بندی داده‌ها

از آنجاکه مدل به دنبال بیان کمی دقیق از دو معیار بازده و ریسک است، سهام موجود بر اساس هر یک از این معیارهای موجود دسته‌بندی می‌شود. دسته‌بندی‌ای که نتیجه آن معلوم کند سهام از لحاظ هر یک از این معیارها در چه دسته‌ای قرار می‌گیرد. اینکه در دسته‌بندی ریسک، چه معیاری می‌تواند به‌عنوان شاخص تمایز برای این باشد که کمتر از آن ریسک خوب است و بیشتر از آن بد است، به لحاظ علمی درست نیست؛ چراکه سرمایه‌گذاران ریسک را در برابر بازده می‌پذیرند و در واقع در شرایط بازده برابر، میزان ریسک کمتر، مطلوب است؛ ولی وقتی بازده‌ها متفاوت می‌شود، نمی‌توان تشخیص داد چه میزان ریسک تغییر یابد مناسب است. از طرف دیگر به‌طور جداگانه هیچ‌یک از سرمایه‌گذاران نمی‌توانند اظهار نظر کنند که این ریسک در دسته خوب‌ها یا بد‌ها قرار می‌گیرد. نکات فوق منجر به این می‌شود که در این پژوهش از رویکرد DEA برای دسته‌بندی استفاده شود که در ادامه توضیح داده می‌شود.

(۱) برای محاسبه ریسک از واریانس ماهانه تغییرات تا سال مدنظر استفاده شده است.

۸-۳. دسته‌بندی به کمک تکنیک DEA

در این پژوهش مشابه با پژوهش لی و همکاران (۲۰۱۵) از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها برای تعیین سهام کارا استفاده شد. در رویکرد دسته‌بندی بر اساس تحلیل پوششی داده‌ها برای مشخص کردن برچسب هر سهم (رکورد)، هر کدام از دو معیار اندازه‌گیری شده در بالا، یعنی بازده و ریسک را به‌عنوان ورودی یا خروجی به همراه دیگر نسبت‌های مالی منتخب از مرور ادبیات در مدل BCC ورودی محور، انتخاب و وارد می‌شود. با استفاده از خروجی، آن واحدها یا سهامی را که کارا بودند برای هر یک از معیارها به‌طور جداگانه در دسته خوب‌ها و سهام ناکارا را در دسته بد‌ها قرار می‌دهیم. در پایان اجرای این مدل هر رکورد دو برچسب ۱ یا ۰ دارد که به ترتیب بیانگر دسته کارا یا دسته ناکاراها است. برای اجرای مدل BCC ورودی محور از کدنویسی در فضای نرم‌افزار متلب استفاده شده است. باید گفت این بررسی روی سهام برای هر سال مجزا انجام شده است.

۹-۳. خوشه‌بندی داده‌ها و مشخص نمودن داده‌های زائد

همانند پژوهش سویکپ (۲۰۱۰) در بخش پیش‌پردازش و ساخت مدل پس از دسته‌بندی سهام‌ها با روش DEA به سهام‌های کارا و غیرکارا برای حذف داده‌های زائد از الگوریتم خوشه‌بندی آنومالی به تفکیک و برای هر مدل استفاده می‌گردد. با استفاده از این مکانیسم، داده‌های پرت یا زائد در گروه‌های کارا و ناکارای هر روش از مجموعه اصلی، جدا می‌شوند تا بتوان برای باقی‌مانده داده‌ها روش ماشین بردار پشتیبان را بکار گرفت. معیار انتخاب داده‌های پرت در این روش، شاخص ناهنجاری بر اساس انتخاب نرم‌افزار در نظر گرفته می‌شود که در هر الگوریتم به‌طور جداگانه گزارش می‌شود. در واقع مشاهداتی که شاخص ناهنجاری آن‌ها بیش از عدد معیار انتخاب شده با کمک نرم‌افزار باشند از نمونه حذف می‌شوند؛ لذا پس از محاسبه شاخص کارایی سهام نمونه، بر اساس معیارهای مدنظر با روش خوشه‌بندی، با روش آنومالی داده‌های پرت جدا شده و آماده ورود به مرحله بعدی (دسته‌بندی) می‌شوند. برای پیاده‌سازی سناریوی آنومالی از تمامی الگوریتم شناسایی ناهنجاری در نرم‌افزار IBM SPSS Modeler استفاده شد.

۳-۱۰. حل مدل با استفاده از ماشین بردار پشتیبان

به پیروی از پژوهش لی‌یو و همکاران (۲۰۱۵)، در این پژوهش از ماشین بردار پشتیبان بدون توابع کرنل به‌منظور رتبه‌بندی سهام استفاده شده است.

۳-۱۱. ماشین بردار پشتیبان در روش مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها

در روش مبتنی بر تحلیل پوششی داده‌ها دو خروجی وجود دارد که هر کدام به دو سطح ۱ و ۱- تقسیم شده‌اند. ابتدا مدل SVM خطی برای سطح اول اجرا شد؛ سپس آموزش ماشین برای هر یک از سطوح انجام شد. پس از هر مرحله از آموزش، داده‌هایی که ماشین بردار پشتیبان وظیفه تعیین دسته آنان را بر عهده داشت نیز به ماشین داده شد. با مشخص شدن دسته، فاصله اقلیدسی مشاهده‌ی مربوطه را با ابرصفحه محاسبه کرده و بر آن اساس امتیاز هر سهم تعیین شده است.

۳-۱۲. تشکیل سبد سهام

جهت به دست آوردن وزن هر یک از سهام در پرتفوی و ارزیابی عملکرد آن از رابطه نرمال‌سازی فازی (رابطه ۸) استفاده می‌شود.

$$x_s = \frac{x_i - x_{min}}{x_{max} - x_{min}} \quad \text{رابطه (۸)}$$

که در آن x_i امتیاز سهم، x_{min} کوچک‌ترین امتیاز در بین سهام موجود در پرتفوی و x_{max} بیشترین امتیاز موجود در پرتفوی است. با توجه به اینکه مجموع وزن تخصیص داده‌شده به سهام‌های موجود برابر ۱ است از رابطه (۹) استفاده می‌شود.

$$w_i = \frac{x_s}{\sum_{s=1}^n x_s} \quad \text{رابطه (۹)}$$

پس از مشخص شدن وزن سهام در سبدهای سهام در نظر گرفته‌شده در بالا، برای محاسبه معیار عملکرد سبد سهام از روابط ۱۰، ۱۱ و ۱۲ استفاده می‌شود:

$$\beta_p = \sum_{i=1}^n \beta_i * w_i \quad \text{رابطه (۱۰)}$$

$$R_p = \sum_{i=1}^n R_i * w_i \quad \text{رابطه (۱۱)}$$

$$\text{معیار شارپ} = \frac{R_p - R_f}{\beta_p} \quad \text{رابطه (۱۲)}$$

β_p : بتای پرتفوی؛ β_i : ریسک سیستماتیک سهام؛ R_p : بازده پرتفوی؛ R_i : بازده سهام؛ R_f : مقدار بازده بدون ریسک.

۴. یافته‌های پژوهش

در این بخش خروجی نتایج هر مرحله تا رسیدن به نتایج نهایی ارائه می‌شود.

۴-۱. حذف داده‌های پرت (خروجی نتایج خوشه‌بندی آنومالی)

نگاره ۲: گزارش حذف داده‌های پرت برای رویکرد اول

پرت		صحیح		کل	
درصد	تعداد	درصد	تعداد		
۱۰۰٪	۱۵	۰	۰	۱۵	گروه ۱
۱۰۰٪	۱۹۸	۰	۰	۱۹۸	گروه ۲
-	۰	-	۰	۰	گروه ۳
-	۰	-	۰	۰	گروه ۴
۰٪	۰	۱۰۰٪	۱۶	۱۶	گروه ۵
۱٪	۱	۹۹٪	۷۳	۷۴	گروه ۶
۱۰۰٪	۳۱	۰٪	۰	۳۱	گروه ۷
۲٪	۲۱	۹۸٪	۹۰۷	۹۲۸	گروه ۸
۲۱٪	۲۶۶	۷۹٪	۹۹۶	۱۲۶۲	جمع

همان‌طور که در نگاره (۲) مشاهده می‌شود در خوشه‌بندی داده‌های پرت برای رویکرد اول، مشاهدات به دو گروه تقسیم شده‌اند. میزان شاخص ناهنجاری برای جداسازی داده‌های پرت از داده‌های صحیح معادل ۵/۶۱ در نظر گرفته شده است. از ۱۲۶۲ مشاهده، ۲۶۶ مشاهده، پرت بوده و سایر ۹۹۶ مشاهده دیگر به‌عنوان مشاهده صحیح درجه‌بندی شدند. کمترین داده‌های پرت مربوط به گروه ۵ بود که هیچ مشاهده‌ای را در بر نگرفته است. در گروه ۱، ۲ و ۷ تمامی مشاهدات پرت شناسایی شده‌اند.

نگاره ۳: گزارش حذف داده‌های پرت برای رویکرد دوم

پرت		صحیح		کل	
درصد	تعداد	درصد	تعداد		
۷٪	۱	۹۳٪	۱۴	۱۵	گروه ۱
۲۱٪	۴۲	۷۹٪	۱۵۶	۱۹۸	گروه ۲
-	۰	-	۰	۰	گروه ۳
-	۰	-	۰	۰	گروه ۴
۱۳٪	۲	۸۸٪	۱۴	۱۶	گروه ۵
۲۲٪	۱۶	۷۸٪	۵۸	۷۴	گروه ۶
۳۵٪	۱۱	۶۵٪	۲۰	۳۱	گروه ۷
۲۲٪	۲۰۳	۷۸٪	۷۲۵	۹۲۸	گروه ۸
۲۲٪	۲۷۵	۷۸٪	۹۸۷	۱۲۶۲	جمع

همان‌طور که در نگاره (۳) مشاهده می‌شود در خوشه‌بندی داده‌های پرت برای رویکرد دوم، مشاهدات به دو گروه تقسیم شده‌اند. میزان شاخص ناهنجاری برای جداسازی داده‌های پرت از داده‌های صحیح معادل $3/861$ در نظر گرفته شده است. از ۱۲۶۲ مشاهده، ۲۷۵ مشاهده پرت به حساب آمده‌اند و سایر ۹۸۷ مشاهده دیگر به‌عنوان مشاهده صحیح درجه‌بندی شدند. بیشترین مشاهدات پرت در این رویکرد در گروه ۷ شناسایی شده و کمترین آن در گروه ۱ با ۷ درصد بوده است.

نگاره ۴: گزارش حذف داده‌های پرت برای رویکرد سوم

پرت		صحیح		کل	
درصد	تعداد	درصد	تعداد		
۱۳٪	۲	۸۷٪	۱۳	۱۵	گروه ۱
۲۵٪	۴۹	۷۵٪	۱۴۹	۱۹۸	گروه ۲
-	۰	-	۰	۰	گروه ۳
-	۰	-	۰	۰	گروه ۴
۲۵٪	۴	۷۵٪	۱۲	۱۶	گروه ۵

پرت		صحیح			
درصد	تعداد	درصد	تعداد	کل	
۲۲٪	۱۶	۷۸٪	۵۸	۷۴	گروه ۶
۲۹٪	۹	۷۱٪	۲۲	۳۱	گروه ۷
۲۰٪	۱۸۷	۸۰٪	۷۴۱	۹۲۸	گروه ۸
۲۱٪	۲۶۷	۷۹٪	۹۹۵	۱۲۶۲	جمع

همان‌طور که در نگاره (۴) مشاهده می‌شود در خوشه‌بندی داده‌های پرت برای رویکرد سوم، مشاهدات به دو گروه تقسیم شده‌اند. میزان شاخص ناهنجاری برای جداسازی داده‌های پرت از داده‌های صحیح معادل $2/9848$ در نظر گرفته شده است. از ۱۲۶۲ مشاهده، ۲۶۷ مشاهده پرت به حساب آمده‌اند و سایر ۹۹۵ مشاهده دیگر به‌عنوان مشاهده صحیح درجه‌بندی شدند. بیشترین داده‌های پرت در گروه ۷ با ۲۹ درصد و کمترین آن با ۱۳ درصد مربوط به گروه ۱ است.

نگاره ۵: گزارش حذف داده‌های پرت برای رویکرد چهارم

پرت		صحیح			
درصد	تعداد	درصد	تعداد	کل	
۱۳٪	۲	۸۷٪	۱۳	۱۵	گروه ۱
۲۴٪	۴۷	۷۶٪	۱۵۱	۱۹۸	گروه ۲
-	۰	-	۰	۰	گروه ۳
-	۰	-	۰	۰	گروه ۴
۱۳٪	۲	۸۸٪	۱۴	۱۶	گروه ۵
۲۳٪	۱۷	۷۷٪	۵۷	۷۴	گروه ۶
۲۶٪	۸	۷۴٪	۲۳	۳۱	گروه ۷
۲۵٪	۲۳۴	۷۵٪	۶۹۴	۹۲۸	گروه ۸
۲۵٪	۳۱۰	۷۵٪	۹۵۲	۱۲۶۲	جمع

همان‌طور که در نگاره (۵) مشاهده می‌شود در خوشه‌بندی داده‌های پرت برای رویکرد چهارم، مشاهدات به دو گروه تقسیم شده‌اند. میزان شاخص ناهنجاری برای جداسازی داده‌های پرت از داده‌های صحیح معادل $2/9841$ در نظر گرفته شده است. از ۱۲۶۲ مشاهده، ۳۱۰

مشاهده پرت به حساب آمده‌اند و ۹۵۲ مشاهده به‌عنوان مشاهده صحیح درجه‌بندی شدند. بیشترین مشاهده پرت مربوط به گروه ۷ بوده است؛ اما کمترین مشاهدات پرت در گروه ۵ و ۱ بوده است.

۴-۲. دسته‌بندی با استفاده از ماشین بردار پشتیبان

پیش‌بینی رویکردهای مدنظر بر اساس دقت مقایسه می‌شوند. این مقایسه در نگاره (۶) و نمودار (۱) ارائه شده است.

نگاره ۶: بررسی میزان دقت مدل ماشین بردار پشتیبان با چهار رویکرد پژوهش

Individual Models

Comparing \$S-category with category

'Partition'	Testing		Training	
Correct	۵۳۵	۷۴/۴۱٪	۵۱۴	۷۵/۰۴٪
Wrong	۱۸۴	۲۵.۵۹٪	۱۷۱	۲۴/۹۶٪
Total	۷۱۹		۶۸۵	

Comparing \$S1-category with category

'Partition'	Testing		Training	
Correct	۵۸۳	۸۱/۰۸٪	۵۵۶	۸۱/۱۷٪
Wrong	۱۳۶	۱۸/۹۲٪	۱۲۹	
Total	۷۱۹		۶۸۵	

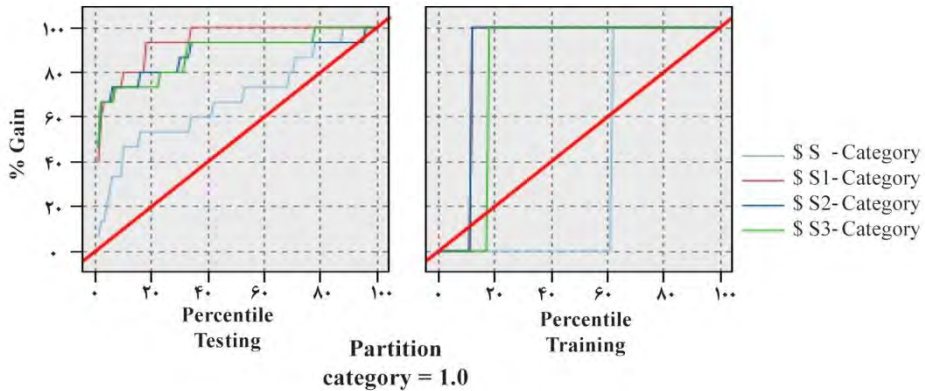
Comparing \$S2-category with category

'Partition'	Testing		Training	
Correct	۶۰۹	۸۴/۷٪	۵۷۲	۸۳/۵٪
Wrong	۱۱۰	۱۵/۳٪	۱۱۳	۱۶/۵٪
Total	۷۱۹		۶۸۵	

Comparing \$S3-category with category

'Partition'	Testing		Training	
Correct	۶۱۶	۸۵/۶۷٪	۵۷۷	۸۴/۲۳٪
Wrong	۱۰۳	۱۴/۳۳٪	۱۰۸	۱۵/۷۷٪
Total	۷۱۹		۶۸۵	

همان‌طور که خروجی ماتریس درهم‌ریختگی نشان می‌دهد، دقت دسته‌بندی در رویکرد چهارم بیش از همه رویکردهای اول و دوم و سوم است. به همین ترتیب رویکرد سوم صحت دسته‌بندی بیش از رویکرد اول و دوم و صحت دسته‌بندی برای رویکرد دوم بهتر از رویکرد اول است.



نمودار ۱: سرعت تعدیل شاخص Gain برای دقت مدل‌های ماشین بردار پشتیبان با چهار رویکرد

شاخص Gain نیز تأییدکننده نتایج نگاره است. دقت پیش‌بینی رویکرد چهارم سریع‌تر از رویکردهای پیشین به توضیح‌دهندگی کامل ۱۰۰ درصد نزدیک می‌شود. پس از تعیین مدل بهینه، از طریق آموزش و آزمون مدل برای پیش‌بینی کارایی سهام در دوره آینده بکار گرفته می‌شود. در واقع پرتفوی‌های کارا در مدلی که خروجی‌های آن بازده، ریسک و نقدشوندگی است، تعیین می‌شود. سهم‌هایی که از لحاظ حداقل دو مدل ذکر شده، وضعیت کارا داشته باشند به عنوان سهم‌های منتخب معرفی می‌شوند. با استفاده از نرمال کردن شاخص اهمیت که در مدل پیش‌بینی به دست می‌آید، می‌توان وزن هر سهم را از کل پرتفوی تعیین کرد. در واقع وزن سهام از طریق تقسیم شاخص اهمیت مربوط به هر سهم بر جمع کل شاخص اهمیت تمامی سهام کارا به دست می‌آید. اوزان بهینه در چهار مدل پیش‌بینی به همراه بازدهی به دست آمده از خرید این سهام به شرح جداول (۷)، (۸)، (۹) و (۱۰) است. پس از تشکیل پرتفوی با وزن‌های داده شده می‌توان بازده کل سبد سهام را در دوره مدنظر از طریق ضرب بازده هر سهم در وزن آن در سبد سهام مدنظر محاسبه کرده و با بازده پرتفوی بازار مقایسه کرد. سهام منتخب به همراه بازده سالانه آن و بازدهی که هر سهم برای سبد ایجاد می‌کند در جداول (۷) تا (۱۰) نشان داده شده است. بازده هر سبد برابر با جمع بازده‌های موزون کل سهام موجود در سبد است. بازده سبد هر رویکرد به همراه بازده بازار در نگاره (۱۱) آمده است.

نگاره ۷: وزن و بازده و بازده موزون هر سهم در ترکیب بهینه سبد با رویکرد اول

ردیف	نماد	ضریب	وزن سهم	بازده سالانه سهم	بازده موزون
۱	الکترونیک خودرو شرق	۰.۳۳۴	۰.۰۳۹۴۸	۰.۷۴۲۹۸	۰.۰۲۹۳۳۳
۲	ایران خودرو	۰.۵۲۲	۰.۰۶۱۷۰۲	۰.۲۳۳۷۴	۰.۰۱۴۴۲۲
۳	ایران خودرو دیزل	۰.۴۴	۰.۰۵۲۰۰۹	۰.۳۳۵۳۹	۰.۰۱۷۴۴۳
۴	آلومینیوم ایران	۰.۳۱۸	۰.۰۳۷۵۸۹	۰.۰۸۴۲۳	۰.۰۰۳۱۶۶
۵	پتروشیمی فارابی	۰.۵۴۱	۰.۰۶۳۹۴۸	۱.۲۱۰۵۷	۰.۰۷۷۴۱۴
۶	نفت پارس	۰.۴۹۲	۰.۰۵۸۱۵۶	۰.۰۸۹۹۵-	۰.۰۰۵۲۳-
۷	چینی ایران	۰.۵۲۹	۰.۰۶۲۵۳	۰.۵۹۳۴۷	۰.۰۳۷۱۰۹
۸	ریخته‌گری تراکتور	۰.۳۳۳	۰.۰۳۹۳۶۲	۰.۳۸۳۰۴	۰.۰۱۵۰۷۷
۹	رینگ سازی مشهد	۰.۴۶۲	۰.۰۵۴۶۱	۰.۸۹۱۵۱	۰.۰۴۸۶۸۵
۱۰	سازه پوشش	۰.۳۳۴	۰.۰۳۹۴۸	۱.۳۴۰۳۷	۰.۰۵۲۹۱۸
۱۱	سایپادیزل	۰.۴۱۲	۰.۰۴۸۷	۰.۲۲۱۵۶	۰.۰۱۰۷۹
۱۲	صنعتی سپاهان	۰.۳۱	۰.۰۳۶۶۴۳	۰.۴۳۵۹۱	۰.۰۱۵۹۷۳
۱۳	کالسیمین	۰.۵۰۴	۰.۰۵۹۵۷۴	۰.۱۹۶۶۹	۰.۰۱۱۷۱۸
۱۴	کمک‌فنا ایندامین	۰.۳۷۸	۰.۰۴۴۶۸۱	۰.۳۲۵۷۹	۰.۰۱۴۵۵۷
۱۵	لبنیات پاک	۰.۳۴۲	۰.۰۴۰۴۲۶	۰.۲۹۵۹۳	۰.۰۱۱۹۶۳
۱۶	محورسازان	۰.۴۷۲	۰.۰۵۵۷۹۲	۰.۷۱۸۴۷	۰.۰۴۰۰۸۵
۱۷	موتورسازان تراکتور	۰.۳۹۱	۰.۰۴۶۲۱۷	۰.۴۸۹۵۷	۰.۰۲۲۶۲۷
۱۸	مهرکام پارس	۰.۴۶	۰.۰۵۴۳۷۴	۰.۶۹۹۷۳	۰.۰۳۸۰۴۷
۱۹	نورد قطعات فولادی	۰.۴۴۶	۰.۰۵۲۷۱۹	۰.۴۲۵۷۴	۰.۰۲۲۴۴۴
۲۰	نیرومحرکه	۰.۴۴	۰.۰۵۲۰۰۹	۰.۲۳۶۰۳	۰.۰۱۲۲۷۶

نگاره ۸: وزن و بازده و بازده موزون هر سهم در ترکیب بهینه سبد با رویکرد دوم

ردیف	نماد	ضریب	وزن سهم	بازده سالانه	بازده موزون
۱	الکترونیک خودرو شرق	۰.۴۷۱	۰.۰۳۱۶۲۱	۰.۷۴۲۹۸	۰.۰۲۳۴۹۴
۲	ایران خودرو	۰.۹۸۸	۰.۰۶۶۳۳۱	۰.۲۳۳۷۴	۰.۰۱۵۵۰۴
۳	ایران خودرو دیزل	۰.۶۲۷	۰.۰۴۲۰۹۵	۰.۳۳۵۳۹	۰.۰۱۴۱۱۸
۴	پتروشیمی فارابی	۰.۹۹۸	۰.۰۶۷۰۰۲	۱.۲۱۰۵۷	۰.۰۸۱۱۱۱
۵	تولی پرس	۰.۸۵۷	۰.۰۵۷۵۳۶	۰.۰۸۹۹۵-	۰.۰۰۵۱۸-
۶	چینی ایران	۰.۹۱۱	۰.۰۶۱۱۶۱	۰.۵۹۳۴۷	۰.۰۳۶۲۹۷
۷	دوده صنعتی پارس	۰.۷۱۵	۰.۰۴۸۰۰۳	۱.۵۳۰۰۳	۰.۰۷۳۴۴۶
۸	ریخته‌گری تراکتور	۰.۴۸۹	۰.۰۳۲۸۳	۰.۲۸۳۰۴	۰.۰۱۲۵۷۵
۹	رینگ سازی مشهد	۰.۹۵۶	۰.۰۶۴۱۸۳	۰.۸۹۱۵۱	۰.۰۵۷۲۱۹
۱۰	سازه پویش	۰.۴۴۹	۰.۰۳۰۱۴۴	۱.۳۴۰۳۷	۰.۰۴۰۴۰۵
۱۱	سایپادیزل	۰.۶۳۶	۰.۰۴۲۶۹۹	۰.۲۲۱۵۶	۰.۰۰۹۴۶
۱۲	صنعتی سپاهان	۰.۴۳۴	۰.۰۲۹۱۳۷	۰.۴۳۵۹۱	۰.۰۱۲۷۰۱
۱۳	کالسیمین	۰.۹۶	۰.۰۶۴۴۵۱	۰.۱۹۶۶۹	۰.۰۱۲۶۷۷
۱۴	کمک‌فتر ایندیمین	۰.۶۶۲	۰.۰۴۴۴۴۴	۰.۳۲۵۷۹	۰.۰۱۴۴۸
۱۵	لبنیات پاک	۰.۵۲۴	۰.۰۳۵۱۸	۰.۲۹۵۹۳	۰.۰۱۰۴۱۱
۱۶	محورسازان	۰.۹۸	۰.۰۶۵۷۹۴	۰.۷۱۸۴۷	۰.۰۴۷۲۷۱
۱۷	موتورسازان تراکتور	۰.۶۷۷	۰.۰۴۵۴۵۱	۰.۴۸۹۵۷	۰.۰۲۲۲۵۲
۱۸	مهر کام پارس	۰.۸۷۵	۰.۰۵۸۷۴۵	۰.۶۹۹۷۳	۰.۰۴۱۱۰۵
۱۹	نورد قطعات فولادی	۰.۸۱۸	۰.۰۵۴۹۱۸	۰.۴۲۵۷۴	۰.۰۲۳۳۸۱
۲۰	نیرو محرکه	۰.۸۶۸	۰.۰۵۸۲۷۵	۰.۲۳۶۰۳	۰.۰۱۳۷۵۵

نگاره ۹: وزن و بازده و بازده موزون هر سهم در ترکیب بهینه سبد با رویکرد سوم

ردیف	نماد	ضریب	وزن سهم	بازده سالانه	بازده موزون
۱	ایران خودرو	۰.۵۱۴	۰.۰۴۲۸۷۶	۰.۲۳۳۷۴	۰.۰۱۰۰۲۲
۲	ایران خودرو دیزل	۰.۴۰۲	۰.۰۳۳۵۳۴	۰.۳۳۵۳۹	۰.۰۱۱۲۴۷
۳	پتروشیمی فارابی	۰.۹۲۸	۰.۰۷۷۴۱۱	۱.۲۱۰۵۷	۰.۰۹۳۷۱۱
۴	نفت پارس	۰.۷۶	۰.۰۶۳۳۹۷	۰.۰۸۹۹۵-	۰.۰۰۵۷-
۵	چینی ایران	۰.۴۱۲	۰.۰۳۴۳۶۸	۰.۵۹۳۴۷	۰.۰۲۰۳۹۶

ردیف	نماد	ضریب	وزن سهم	بازده سالانه	بازده موزون
۶	دوده صنعتی پارس	۰.۶۸	۰.۰۵۶۷۲۳	۱.۵۳۰۰۳	۰.۰۸۶۷۸۸
۷	ریخته‌گری تراکتور	۰.۴۴۳	۰.۰۳۶۹۵۴	۰.۳۸۳۰۴	۰.۰۱۴۱۵۵
۸	رینگ سازی مشهد	۰.۹۲۸	۰.۰۷۷۴۱۱	۰.۸۹۱۵۱	۰.۰۶۹۰۱۲
۹	سازه پوش	۰.۵۴۸	۰.۰۴۵۷۱۲	۱.۳۴۰۳۷	۰.۰۶۱۲۷۲
۱۰	سایپادیزل	۰.۵۷۴	۰.۰۴۷۸۸۱	۰.۲۲۱۵۶	۰.۰۱۰۶۰۹
۱۱	صنعتی سپاهان	۰.۶۴۹	۰.۰۵۴۱۳۷	۰.۴۳۵۹۱	۰.۰۲۳۵۹۹
۱۲	کمک‌فنا ایندامین	۰.۶۲۷	۰.۰۵۲۳۰۲	۰.۳۲۵۷۹	۰.۰۱۷۰۴
۱۳	لبنیات پاک	۰.۴۷۷	۰.۰۳۹۷۹	۰.۲۹۵۹۳	۰.۰۱۱۷۷۵
۱۴	محورسازان	۰.۹۵۵	۰.۰۷۹۶۶۳	۰.۷۱۸۴۷	۰.۰۵۷۲۳۵
۱۵	موتورسازان تراکتور	۰.۶۳۷	۰.۰۵۳۱۳۶	۰.۴۸۹۵۷	۰.۰۲۶۰۱۴
۱۶	مهرکام پارس	۰.۸۳۶	۰.۰۶۹۷۳۶	۰.۶۹۹۷۳	۰.۰۴۸۷۹۷
۱۷	نورد قطعات فولادی	۰.۷۴۷	۰.۰۶۲۳۱۲	۰.۴۲۵۷۴	۰.۰۲۶۵۲۹
۱۸	نیرومحرکه	۰.۸۷۱	۰.۰۷۲۶۵۶	۰.۲۳۶۰۳	۰.۰۱۷۱۴۹

نگاره ۱۰: وزن و بازده و بازده موزون هر سهم در ترکیب بهینه سبد با رویکرد چهارم

ردیف	نماد	ضریب	وزن سهم	بازده سالانه	بازده موزون
۱	ایران خودرو دیزل	۰.۳۳۳	۰.۲۰۹۶۹۸	۰.۳۳۵۳۹	۰.۰۷۰۳۳۱
۲	پتروشیمی فارابی	۰.۴۳	۰.۲۷۰۷۸۱	۱.۲۱۰۵۷	۰.۳۲۷۷۹۹
۳	چینی ایران	۰.۴۸۵	۰.۳۰۵۴۱۶	۰.۵۹۳۴۷	۰.۱۸۱۲۵۵
۴	دوده صنعتی پارس	۰.۳۴	۰.۲۱۴۱۰۶	۱.۵۳۰۰۳	۰.۳۲۷۵۸۸

نگاره ۱۱: بازده سبدهای مربوط به هر رویکرد به همراه بازده بازار

سبد	رویکرد اول	رویکرد دوم	رویکرد سوم	رویکرد چهارم	بازار
بازده	۰.۴۹۰۸۱۵	۰.۵۵۶۴۸۶	۰.۵۹۹۶۴۷	۰.۹۰۶۹۷۳	۰.۲۴۳۲۴
ریسک	۰/۰۱۸۹۹۷	۰/۰۲۲۱۰۸	۰/۰۲۸۰۴۸	۰/۰۲۸۰۴۸	۰/۰۱۰۶۵۸
نسبت شارپ	۱۵/۳۰۸۶۷	۱۶/۱۲۵۱۲	۱۴/۲۴۸۷۲	۲۵/۲۰۵۹	۴/۰۵۷۰۴

همان‌طور که در نگاره (۱۱) مشاهده می‌شود نسبت شارپ تمامی سبدهای انتخاب‌شده نسبت به بازده بازار بیشتر است؛ همچنین نتایج نشان می‌دهد نسبت شارپ سبدهای سهام به ترتیب با حرکت از سبد با رویکرد اول به سمت رویکرد چهارم افزایش می‌یابد. هرچند در مورد رویکرد سوم با قدری کاهش در نسبت شارپ مواجه هستیم. با لحاظ کردن معیارهای حسابداری، مبتنی بر ارزش و معیارهای ارزیابی متوازن تشکیل سبد سهام، بازده سبدهای تشکیل‌شده افزایش می‌یابد؛ به‌طوری‌که با استفاده از رویکرد چهارم (استفاده از تمامی معیارها) می‌توان پرتفوی با بیشترین بازده را تشکیل داد. به‌بیان‌دیگر استفاده هم‌زمان از تمامی معیارها منجر به تشکیل سبد سهام با بیشترین بازده می‌شود.

۵. بحث و نتیجه‌گیری

در سال‌های اخیر پژوهش‌های زیادی برای بهبود روش‌های تجزیه و تحلیل سهام در بازارهای مالی انجام شده است. این تلاش‌ها منجر به پدید آمدن روش‌های نوینی شده است که این روش‌ها درصدد پاسخ به مشکلات حداکثرسازی سود سرمایه‌گذاران در بازارهای مالی هستند. تمام روش‌های موجود در حوزه بنیادین بر دو مؤلفه تأکید داشته‌اند: روش‌های بهینه‌سازی و متغیرهای به کار گرفته‌شده. در این راستا در پژوهش حاضر از دسته‌بندی متفاوتی از متغیرهای کاربردی و در کنار آن روش‌ها و الگوریتم‌های بهینه‌سازی با رویکرد کاهش ابعاد استفاده شد. بر این اساس، برای تشکیل سبد سهام از چهار رویکرد استفاده شد. یافته‌های پژوهش در نگاره (۶) نشان داد در رویکرد اول ترکیب روش‌های خوشه‌بندی آنومالی، تحلیل پوششی داده‌ها و ماشین بردار پشتیبان خطی به‌تنهایی بازده بیشتری نسبت به بازده بازار در سبد سهام تهیه‌شده بر این اساس ایجاد می‌کند که نشان‌دهنده بهینه‌سازی مطلوب انجام‌شده در ترکیب این الگوریتم‌ها و استفاده از آن‌ها است. در استفاده از این مدل، رویکرد کاهش ابعاد مدنظر بوده است. بر این اساس در هر مرحله، بخشی از اطلاعات و داده‌های پرت و نامربوط حذف شده و در نهایت پرتفوی ایجادشده شامل سهام بیست شرکت با وزن‌های متفاوت با بازده ۴۹ درصد و نسبت شارپ ۱۵/۳۰ است. این میزان نسبت به وضعیت بازار (نگاره ۱۱)، بازدهی و نسبت شارپ مطلوبی نشان می‌دهد. در رویکرد دوم، هنگام خوشه‌بندی از معیارهای حسابداری استفاده شد. با استفاده از معیارهای حسابداری در کنار استفاده از همان مدل

بهینه‌سازی قبلی، نسبت شارپ پرتفوی تهیه‌شده به عدد ۱۶/۱۲ رسیده (نگاره ۱۱) که نشان می‌دهد: اول، استفاده از معیارهای استخراج‌شده از سیستم حسابداری می‌تواند در بهینه‌سازی سبد سهام تهیه‌شده، منجر به افزایش بازده و در نتیجه افزایش ثروت سرمایه‌گذاران شود؛ دوم، اطلاعات و معیارهای استخراج‌شده از سیستم اطلاعاتی حسابداری از دیدگاه سرمایه‌گذاران دارای محتوای اطلاعاتی است و منجر به انتخابی صحیح‌تر از قبل می‌شود.

این نتایج در رویکرد سوم تا حدودی متفاوت است. در لین رویکرد در کنار معیارهای حسابداری، از معیارهای مبتنی بر ارزش نیز استفاده شد و مدل به‌کار گرفته‌شده در دو رویکرد قبلی بر این اساس باز اجرا شد. با استفاده از معیارهای مبتنی بر ارزش در کنار معیارهای حسابداری و استفاده از همان مدل بهینه‌سازی قبلی، بازده پرتفوی تشکیل‌شده به ۵۹ درصد رسید (نگاره ۱۱)؛ اما در مقابل، ریسک پرتفوی تهیه‌شده در این رویکرد افزایش یافته است. به‌گونه‌ای که نسبت شارپ این پرتفوی نسبت رویکرد قبلی به عدد ۱۴/۲۴ کاهش یافته است که نشان می‌دهد استفاده از معیارهای مبتنی بر ارزش نتوانسته است در بهینه‌سازی سبد سهام تهیه‌شده، منجر به افزایش مطلوبیت سرمایه‌گذاران شود. در رویکرد چهارم از معیارهای غیرمالی ارزیابی متوازن در کنار معیارهای حسابداری و معیارهای مبتنی بر ارزش در همان مدل بهینه‌سازی قبلی استفاده شد. نتایج نشان داد بازده پرتفوی تهیه‌شده بر این اساس به ۹۰ درصد و نسبت شارپ نیز به عدد ۲۵/۲۰ می‌رسد (نگاره ۱۱). تعداد شرکت‌هایی که سهام آن‌ها در پرتفوی مذکور استفاده شده است نیز به چهار شرکت کاهش یافته است. افزایش نسبت شارپ در کنار کاهش تعداد شرکت‌های استفاده‌شده در پرتفوی نشان‌دهنده افزایش مطلوب بهینه‌سازی در حضور معیارهای غیرمالی ارزیابی متوازن است؛ همچنین محتوای اطلاعاتی مناسب این معیارها را نشان می‌دهد. گفتنی است در ادبیات مربوط به ارزیابی متوازن، کمتر به کاربرد این اطلاعات برای استفاده‌کنندگان برون‌سازمانی پرداخته شده است. لین در حالی است که یافته‌های لین پژوهش نشان می‌دهد استفاده سرمایه‌گذاران به‌عنوان استفاده‌کنندگان برون‌سازمانی شاخص از معیارهای این فن حسابداری مدیریت نیز می‌تواند به نتایج مطلوبی منتهی شود.

به طور خلاصه یافته‌های پژوهش حاضر مؤید نتایج زیر است:

(الف) به‌کارگیری ترکیب روش‌های خوشه‌بندی آنومالی، تحلیل پوششی داده‌ها و ماشین

بردار پشتیبان، میزان مطلوبیت پرتفوی تهیه‌شده را نسبت به بازده بازار به نحو مطلوبی افزایش می‌دهد؛

(ب) با اضافه شدن معیارهای حسابداری مطلوبیت پرتفوی تهیه‌شده روند افزایشی نسبی داشته است. این نکته در مورد معیارهای مبتنی بر ارزش صدق نمی‌کند؛

(ج) اضافه شدن معیارهای کارت ارزیابی متوازن به مدل قبلی، افزایش مطلوبیت مناسبی را منجر شده است.

افزایش بازده پرتفوی تهیه‌شده با استفاده از معیارهای ارزیابی متوازن، بی‌انگر محتوای اطلاعاتی چهار جنبه این فن است. معیارهای منظر مالی در مجموع جنبه‌های مختلف سود را با کمک به تحلیل اطلاعات می‌سنجند. معیارهای غیرمالی در شرکت‌هایی با هدف کسب سود باید بهبود عملکرد مالی را منجر شوند (هورن‌گرن و همکاران، ۲۰۱۲). از این جهت منظر مالی و معیارهای این منظر از اطلاعات حسابداری مدیریت، در تحلیل وضعیت مالی شرکت و تجزیه و تحلیل بنیادی سبد سهام می‌تواند راهگشا باشد. افزایش جنبه رشد و یادگیری سازمان، منجر به بهبود توانایی و قابلیت‌های فرآیندهای داخلی می‌شود؛ در نتیجه ارزش‌های سهام‌داران را افزایش خواهد داد (هورن‌گرن و همکاران، ۲۰۱۲). از این جهت می‌توان گفت معیارهای استفاده‌شده در منظر رشد و یادگیری، برخی از ابعاد وضعیت مالی شرکت را در حال و آینده به سرمایه‌گذار ارائه می‌دهند. به این دیدگاه در تحلیل‌های بنیادی کمتر توجه شده است. با توجه به اینکه نوع نگاه مشتریان در وضعیت موجود و آتی شرکت اثرگذار است، معیارهای مبتنی بر منظر مشتری نیز می‌تواند در تعیین سبد بهینه سهام در کنار سایر معیارها رویکردی جدید ارائه دهد. منظر فرآیندهای داخلی منجر به ارزش‌آفرینی برای مشتری می‌شود و به شرکت در رسیدن به اهداف مالی کمک خواهد کرد؛ بنابراین بهبود در فرآیندهای داخلی، وضعیت مالی شرکت را نیز بهبود می‌دهد. از این جهت می‌توان گفت معیارهای استفاده‌شده در منظر فرآیندهای داخلی، نشانه‌هایی از وضعیت مالی شرکت را در حال و آینده به سرمایه‌گذار ارائه می‌دهند. این دیدگاه می‌تواند در تعیین سبد بهینه سهام، مبتنی بر تجزیه و تحلیلی بنیادی، به تعیین سبد سهام کارا منجر شود. مجموع عوامل فوق می‌تواند دلیل اثرگذاری محسوس معیارهای ارزیابی متوازن بر بازده پرتفوی تهیه‌شده باشد.

در راستای مطالعه حاضر تاکنون مطالعه‌ای به بررسی مسئله مدنظر نپرداخته است؛ اما

پژوهش‌های گوردن و همکاران (۲۰۱۹) بیان کرد که در دو حالت برآورد ریسک سهام و استفاده از حسابداری ذهنی تفاوت معناداری بین عملکرد سبد سهام وجود دارد. در ایران نیز عارفی و دادرس (۱۳۹۰) بیان کردند با استفاده از استراتژی تحلیل بنیادی اطلاعات حسابداری و مالی شرکت‌ها، می‌توان بازده مثبتی به دست آورد؛ همچنین فقیه‌ی نژاد و مینایی (۱۳۹۷) در پژوهشی بیان کردند روش‌های مبتنی بر هوش مصنوعی نشان می‌دهد پیش‌بینی رفتار بازار سهام با وجود ماهیت نوسانی و ناپایدار آن، امکان‌پذیر است.

۶. پیشنهادهای پژوهش

۱-۶. پیشنهادهای کاربردی

بر اساس نتایج پژوهش حاضر، پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

با توجه به نتایج جداول ۷، ۸، ۹ و ۱۰، از آنجاکه ترکیب روش‌های خوشه‌بندی، تحلیل پوششی داده‌ها و ماشین بردار پشتیبان منجر به ایجاد پرتفوی بهینه شده است، به سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران مالی پیشنهاد می‌شود در کنار روش‌های دیگر، استفاده از روش‌های فوق با رویکرد کاهش ابعاد را مدنظر قرار دهند.

به تحلیل‌گران و مدیران و کارگزاری‌های فعال در حوزه بازار سرمایه پیشنهاد می‌شود، در دوره‌های آموزشی که استفاده از روش‌های ترکیبی استفاده‌شده در این پژوهش را ارائه می‌دهند شرکت کرده و استفاده از روش‌های کاربردی جدید را همواره مدنظر قرار دهند.

با توجه به نتایج نگاره ۱۱ از آنجاکه معیارهای حسابداری توانست منجر به افزایش بازده سبد سهام تهیه‌شده شود، به تحلیل‌گران پیشنهاد می‌شود در تجزیه و تحلیل بنیادین خود به این دسته اطلاعات توجه کرده و محتوای اطلاعاتی دو بخش اطلاعات حسابداری و ارزیابی متوازن را در کنار هم مدنظر قرار دهند.

با توجه به افزایش مطلوبیت پرتفوی در حضور معیارهای ارزیابی متوازن بر اساس نتایج موجود در نگاره ۱۱، به حسابداران و تئوری‌پردازان حوزه گزارشگری مالی پیشنهاد می‌شود به‌طور ویژه‌ای اطلاعات ارزیابی متوازن را به‌عنوان اطلاعات مورد استفاده برای استفاده‌کنندگان برون‌سازمانی در کنار استفاده‌کنندگان درون‌سازمانی در محور توجه قرار دهند. پیشنهاد می‌شود این اطلاعات در اهداف چارچوب نظری گزارشگری مالی، هم مورد استفاده برای

استفاده‌کنندگان درون‌سازمانی و هم‌برون‌سازمانی لحاظ شود. برخی از این اطلاعات مانند سرمایه‌انسانی و توانایی مدیران می‌تواند با وجود محدودیت‌های گزارشگری مالی (حداقل در بخش یادداشت‌های همراه صورت‌های مالی) افشا شوند.

با توجه به محتوای اطلاعاتی معیارهای غیرمالی ارزیابی متوازن، به تدوین‌کنندگان قوانین پیشنهاد می‌شود برای کمک به سرمایه‌گذاران، الزاماتی در حوزه افشای اطلاعات ارزیابی متوازن وضع کنند.

۶-۲. پیشنهادهایی برای پژوهش‌های آتی

با وجود کاربرد روش‌های تشکیل سبد بهینه سهام و پژوهش‌های موجود در این زمینه، هنوز ابعاد زیادی از آن‌ها وجود دارد که شناخته‌شده نیستند؛ از این حیث به‌منظور افزایش شناخت این موضوع، برای پژوهش‌های آتی پیشنهادهای زیر ارائه می‌شود:

انجام پژوهش حاضر با استفاده از سایر معیارهای شاخص دیگر، مانند معیارهای ترازنامه، سود و زیانی و معیارهای نقدینگی؛

انجام پژوهش حاضر با استفاده از سایر روش‌های خوشه‌بندی مانند K-MEANS و مقایسه با نتایج پژوهش حاضر؛

انجام پژوهش حاضر با استفاده از سایر روش‌ها مانند شبکه‌های عصبی و ANFIS و مقایسه با نتایج پژوهش حاضر.

۷. محدودیت‌های پژوهش

در این پژوهش، محدودیت‌هایی که ممکن است بر نتایج اثرگذار باشد به شرح زیر است: نخستین و مهم‌ترین محدودیت می‌تواند، ویژگی مربوط به هر پژوهش نیمه‌تجربی باشد که در حوزه حسابداری متداول است؛ به‌طوری‌که اثر متغیرهایی که کنترل آن‌ها خارج از دسترس پژوهشگر است و نمی‌تواند بر نتایج اثرگذار باشند را شامل می‌شود. شرایط سیاسی نمونه‌ای از متغیرهایی است که می‌تواند اثرگذار باشد.

محدودیت دیگر که در نمونه آماری پژوهش مطرح است، شرکت‌های با سابقه کم در بورس اوراق بهادار است.

یادداشت‌ها

- | | |
|-------------------------|---|
| 1. Fundamental Analysis | 2. Edirisinghe & Zhang |
| 3. Zhang & Nie | 4. Ben Abdelaziz |
| 5. Dia | 6. Song |
| 7. Kocadagli & Keskin | 8. Kaplan & Norton |
| 9. Horngren | 10. Ratnasingam |
| 11. Gordon | 12. Halkos & Salamouris |
| 13. Vapnik | 14. Powers |
| 15. Lopez | 16. Lim |
| 17. Liu | 18. Yalcin |
| 19. Hoque & James | 20. Value added intellectual coefifcien |
| 21. Pulic | 22. Demerjian. |
| 23. He | |

منابع

فارسی

- آذر، عادل؛ خسروانی، فرزانه و جلالی، رضا (۱۳۹۲). کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین پرتفوی‌ای از کارآمدترین و ناکارآمدترین شرکت‌های حاضر در بورس اوراق بهادار تهران. *پژوهش‌های مدیریت در ایران*، ۱۷(۱)، ۱-۱۹.
- خاکبیز، مسلم؛ رضایی پندری، عباس و دهقان نیری، محمود (۱۳۹۶). طراحی مدل ریاضی متنوع‌سازی سبد سهام و حل آن با استفاده از الگوریتم ژنتیک. *چشم‌انداز مدیریت صنعتی*، ۱۷(۱)، ۱۷۳-۱۹۶.
- خواجوی، شکرالله؛ سلیمی فرد، علیرضا و ربیعه، مسعود (۱۳۸۴). کاربرد تحلیل پوششی داده‌ها (DEA) در تعیین پرتفوی از کاراترین شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران. *علوم اجتماعی و انسانی دانشگاه شیراز*، ۲۲(۲)، ۷۵-۸۹.
- راعی، رضا (۱۳۸۱). تشکیل سبد سهام برای سرمایه‌گذار مخاطره‌پذیر (مقایسه شبکه عصبی و مارکویتز). *پیام مدیریت*، ۲(۲)، ۷۶-۹۶.
- سینایی، حسنعلی و گشتاسبی مهارلویی، رسول (۱۳۹۱). ارزیابی کارایی و عملکرد نسبی شرکت‌ها با رویکرد تحلیل پوششی داده‌ها به منظور تشکیل سبد سهام. *دانش حسابداری*، ۱۱(۱). ۱۰۵-۱۳۲.

صفوی میرهن، نفیسه سادات؛ جعفری، غلامرضا و سعیدی، علی (۱۳۹۷). طراحی سبد سهام با قابلیت پیروی از بازده بازار با استفاده از رویکرد نظریه ماتریس‌های تصادفی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۳۴، ۶۹-۸۳.

عارفی، اصغر و دادرس، عباس (۱۳۹۰). پیش‌بینی بازده سهام با استفاده از استراتژی تحلیل بنیادی. بررسی‌های حسابداری و حسابرسی، ۱۸(۶۵)، ۷۹-۹۸.

عباسی، ابراهیم و مهرانی، کیارش (۱۳۸۸). بررسی رابطه رتبه‌بندی بر اساس متغیرهای بنیادی و بازده سهام در بورس تهران. مدیریت و پیشرفت، ۱۶(۳)، ۷۱-۹۰.

فقیهی نژاد، محمدتقی و مینایی، بهروز (۱۳۹۷). پیش‌بینی رفتار بازار سهام بر اساس شبکه‌های عصبی مصنوعی با رویکرد یادگیری جمعی هوشمند. مدیریت صنعتی، ۱۰(۲)، ۳۱۵-۳۳۴.

مهرانی، کاوه و تحریری، آرش (۱۳۹۰). رتبه‌بندی شرکت‌ها بر اساس شاخص‌های مالی و بررسی رابطه آن با بازده سهام در بورس اوراق بهادار تهران. دانش‌سور رفتار مدیریت و پیشرفت، ۹(۵۰)، ۵۱-۷۰.

نمازی، محمد و غفاری، محمدجواد (۱۳۹۴). بررسی اهمیت و نقش اطلاعات توانایی مدیران و نسبت‌های مالی به‌عنوان معیاری در انتخاب سبد بهینه سهام در شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران (با استفاده از تحلیل پوششی داده‌ها). فصل‌نامه حسابداری مالی، ۷(۲۶)، ۱-۳۰.

نمازی، محمد و منصور، ابراهیم (۱۳۸۵). بررسی تجربی دوره گردش وجه نقد و تجزیه و تحلیل نقدینگی شرکت‌های بورس اوراق بهادار تهران. دانش و پژوهش حسابداری، ۷، ۲۳-۱۶.

نمازی، محمد و غلامی، رضا (۱۳۹۵). تدوین الگوی تصمیم‌گیری چندشاخصی رتبه‌بندی شرکت‌های پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از اطلاعات حسابداری، ارزیابی متوازن و تکنیک پاپریکا. دانش حسابداری، ۷(۲۷)، ۷-۳۳.

یحیی‌زاده‌فر، محمود؛ صفایی قادیکلایی، عبدالحمید و خاکپور، مهدی (۱۳۹۰). مقایسه مدل‌های تشکیل پرتفوی سهام مبتنی بر تصادفی و تصادفی فازی بودن بازده مورد انتظار در بورس اوراق بهادار تهران. پیشرفت‌های حسابداری، ۱(۶۰)، ۱۷۱-۱۹۶.

References

- Abbasi, A., & Mehrani, K. (2009), Investigation of ranking relationship based on fundamental Variables and stock returns in Tehran Stock Exchange. *Journal of Management and Progress*, 16(3): 90-71. (in Persian)
- Alexander, G. J., Batista, A. M., & Yan, S. (2019). Portfolio selection with mental accounts and estimation risk. *Journal of Empirical Finance*, 41(3), 161-186.
- Arefi, A., & Dadras, A. (2011). Forecasting stock returns using fundamental analysis strategy. *Accounting and Auditing Reviews*, 18(65), 79-98. (in Persian)
- Azar, A., Khosravani, F., & Jalali, R. (2013). Application of data envelopment analysis (DEA) in determining the portfolios of the most efficient and inefficient companies in Tehran Stock Exchange. *Management Studies in Iran*, 17 (1), 19-1. (in Persian)
- Ben Abdelaziz, F., Aouni, B., & Fayedh, R. E. (2007). Multi-objective stochastic programming for portfolio selection. *European Journal of Operational Research*, 4(177). 1811-1823.
- Cevikalp, H. (2010). New clustering algorithm for the support vector machine based hierarchical classification. *Pattern Recognition Letters*, 31(18), 1285-1291.
- Demerjian, P. R., Lev, B., Lewis, M. F., & McVay, S. E. (2012). Managerial ability and earnings quality. *The Accounting Review*, 88(2), 463-498.
- Dia, M. (2009). A portfolio selection methodology based on data envelopment analysis. *INFOR*. 47 (1), 71-79.
- Edirisinghe, N. C. P., & Zhang, X. (2008). Portfolio selection under DEA-based relative financial strength indicators: Case of US industries. *Journal of the Operational Research Society*. 4(59), 842-856.
- Faghihinejad, M. T., & Minai, B. (1979). Predicting stock market behavior based on artificial neural networks with intelligent collective learning approach. *Industrial Management*, 10 (2): 315-334. (in Persian)
- Halkos, G. E., & Salamouris, D. S. (2004). Efficiency measurement of the Greek commercial banks with the use of financial ratios: A data envelopment analysis approach. *Management Accounting Research*, 15(2), 201-224.
- He, X., Wng, Z., Jin, C., & Zheng, Y. (2012). A simplified multi-class support vector machine with reduced dual optimization. *Pattern*

- Recognition Letters*, 33(6), 71-82.
- Hornngren, C. T., Datar, S. D., & Rajan, M. V. (2012). *Cost accounting: A managerial emphasis (14th ed)*. New Jersey: Pearson Prentice Hall.
- Hoque, Z., & James, W. (2000). Linking balanced scorecard measures to size and market factors: impact on organizational performance. *Journal of Management Accounting Research*, 12(1), 1-17.
- Kaplan, R. S., & Norton, D. P. (1996). *The strategy-focused organization: How balanced scorecard companies survive in the new business environment*, Boston, MA: Harvard Business School Press.
- Khakbiz, M., Rezaei Pendari, A., & Dehghan Nayyeri, M. (2017). Designing a mathematical model of portfolio diversification and solving it using genetic algorithm. *The Perspective of Industrial Management*, 7 (1), 173-196. (in Persian)
- Khajavi, S., Salimifard, A., & Rabia, M. (2005). Application of data envelopment analysis (DEA) in determining the portfolio of the most listed companies in Tehran Stock Exchange. *Social and Human Sciences of Shiraz University*, 22 (2), 75-89. (in Persian)
- Kocadagli, O., & Keskin, R. (2015). A novel portfolio selection model based on fuzzy goal programming with different importance and priorities. *Expert Systems with Applications*, 42(20), 6898-6912.
- Lim, S, Wuk, K. O., & Zhu, J. (2014). Use of DEA cross-efficiency evaluation in portfolio selection: An application to Korean Stock Market. *European Journal of Operational Research*, 236(1), 361-368.
- Liu, W., Zhou, Z., Liu, D., & Xiao, H. (2015). Estimation of portfolio efficiency via DEA. *Omega*, 52 (1), 107-118.
- Lopez, A., Lanzer, E., Lima, M., & DaCosta, N. (2008). DEA investment strategy in the Brazilian Stock Market. *Economics Bulletin*, 13(2), 1-10.
- Mehrani, K., & Tahriri, A. (2011). Ranking of companies based on financial indicators and examining its relationship with stock returns on the Tehran Stock Exchange. *Knowledge of Management and Progress Behavior*, 9 (50), 51-70. (in Persian)
- Namazi, M, & Ghaffari, M. J. (2014). Investigating the importance and role of information on the ability of managers and financial ratios as a criterion in selecting the optimal stock portfolio in companies listed on the Tehran Stock Exchange (using data envelopment analysis). *Journal of Financial Accounting*, 7 (26), 1-30. (in Persian)
- Namazi, M; & Gholami, R. (2016). Comprehensive ranking model of companies via accounting information, balanced scorecard and

- PAPRIKA technique. *Journal of Accounting Knowledge*, 7(27), 7-33. (in Persian)
- Namazi, M., & Mansouri, E. (2006). Experimental study of cash flow and analysis period and liquidity analysis of Tehran Stock Exchange companies. *Accounting Knowledge and Research*, 7, 16-23. (in Persian)
- Powers, J., & MacMilan, P. (2000). Using data envelopment analysis to select efficient market cap securities. *Journal of Business and Management*, 7(2), 31-42.
- Pulic, A. (2000). VAIC-An accounting tool for IC management. *International Journal of Technology Management*, 20(5-8), 702-714.
- Pulic, A. (2004). Intellectual capital-does it create or destroy value? *Measuring Business Excellence*, 8(1), 6-68.
- Raei, R. (2002). Forming a portfolio for a venture capitalist (comparing neural network and Markowitz). *Management Message*, 2 (2), 96-76. (in Persian)
- Ratnasingam, P. (2009). Service quality management applying the balanced scorecard: An exploratory study. *International Journal of Commerce and Management*, 19(2), 127-136.
- Safavi Mobarhan, N., Jafari, G., & Saeedi, A. (1977). Designing a portfolio of stocks with ability to follow market returns using random matrix theory approach. *Financial Engineering and Securities Management*, 34: 69-83. (in Persian)
- Sinai, H. A., & Maharloui Goshtasbi, R. (2012). Evaluating companies' relative performance and performance using data envelopment analysis approach to form portfolio. *Journal of Accounting Knowledge*, 3 (11). 132-105. (in Persian)
- Song, Irene (2014). *New quantitative approaches to asset selection and portfolio construction*. PhD Dissertation, Columbia University.
- Vapnik, V. (1998). *Statistical learning theory*. Wiley: New York.
- Yalcin, N., Bayrakdaroglu, A., & Kahraman, C. (2012). Application of fuzzy multi-criteria decision-making methods for financial performance evaluation of Turkish manufacturing industries. *Expert Systems with Applications*, 39(1), 350-364.
- Yahyazadehfar, M., Safaie Ghadikolaie, A., & Khakpour, M. (2011). Comparison of models of formation of random and fuzzy random based stock portfolios of expected returns in Tehran Stock Exchange. *Advances in Accounting*, 1 (60), 196-171. (in Persian)
- Zhang, W. G., & Nie, Z. K. (2004). On admissible efficient portfolio selection problem. *Applied Mathematics and Computation*, 159 (2), 357-371.