



Optimizing a Portfolio Comprising Selected Stocks from the Tehran Stock Exchange and Cryptocurrencies

Najafali Shahbazi¹ | Sajad Barkhordari Dourbash² 

Research Paper

Received:
2024/11/26
Revised:
2025/04/16
Accepted:
2025/05/04
Published:
2025/05/27ISSN: 2717-1809
E-ISSN: 2717-199x

Abstract

Investors in financial markets aim to optimize portfolios to maximize returns and minimize risks. Modern portfolio theories, such as Markowitz's mean-variance model, offer foundational concepts but struggle with non-normal return distributions and volatile markets. This study evaluates two portfolio types: a mixed portfolio (Tehran Stock Exchange stocks and cryptocurrencies) and a purely stock-based portfolio under minimum risk and higher risk tolerance scenarios. Advanced models like Recurrent Neural Networks (RNN) and Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (GARCH) were applied to predict returns and assess risks, identifying efficient asset combinations. The mixed portfolio achieved positive returns in both scenarios. In the minimum risk scenario, it delivered a 3% return with 8% risk, and in the higher risk tolerance scenario, a 5% return with 11% risk. In contrast, the purely stock-based portfolio showed a negative 3% return in the minimum risk scenario but improved in the higher risk tolerance scenario, achieving a 9% return with 10% risk. The low correlation between stocks and cryptocurrencies significantly reduced the mixed portfolio's overall risk. This research underscores the benefits of diversification by including cryptocurrencies with traditional assets, improving portfolio stability and performance. It highlights the importance of advanced techniques like RNN for return prediction and GARCH for conditional risk assessment. The findings offer actionable insights for investors and policymakers, promoting mixed portfolios for more sustainable and resilient investment strategies.

Keywords: Portfolio Optimization, RNN (Recurrent Neural Network), GARCH, Cryptocurrency, Condition Value at Risk (CVaR).

JEL Classifications: G15, G12, G11

DOR: 20.1001.1.27171809.1404.6.2.1.7

1. Corresponding Author: Ph.D. Student of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran.
shahbazi.ali@ut.ac.ir
2. Associate Professor., Department of Economics, University of Tehran, Tehran, Iran.

This article is an open-access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution Non-Commercial (CC-BY-NC) license.





مقاله پژوهشی

تاریخ دریافت:

۱۴۰۳/۰۹/۰۶

تاریخ بازنگری:

۱۴۰۴/۰۱/۲۷

تاریخ پذیرش:

۱۴۰۴/۰۲/۱۴

تاریخ انتشار:

۱۴۰۴/۰۳/۰۶

شاپا چاپی: ۲۷۱۷-۱۸۰۹
الکترونیکی: ۲۷۱۷-۱۹۹ X

DOR: 20.1001.1.27171809.1404.6.2.1.7

۱. نویسنده مسئول: دانشجو دکتری، دانشگاه تهران، تهران، ایران. shahbazi.ali@ut.ac.ir

۲. دانشیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران، تهران، ایران.

این مقاله یک مقاله با دسترسی آزاد است که تحت شرایط و ضوابط مجوز (CC BY-NC) Creative Commons Attribution Non-Commercial

Commercial



توزیع شده است.

بهینه‌یابی سبد دارایی شامل سهام شرکت‌های منتخب در بورس اوراق
بهادار تهران و رمز ارزهانجفعلی شهبازی^۱ | سجاد برخورداری دوریاش^۲

چکیده

در بازارهای مالی، سرمایه‌گذاران به دنبال بهینه‌سازی سبد دارایی خود با هدف حداکثرسازی بازدهی و حداقل‌سازی ریسک هستند. نظریه‌های مدرن مانند مدل میانگین-واریانس مارکوویتز، باوجود موفقیت در معرفی مفاهیم اساسی مدیریت سبد، در مواجهه با بازدهی‌های غیرنرمال و بازارهای پرنوسان محدودیت‌هایی دارند. این پژوهش به بررسی عملکرد دو نوع سبد سرمایه‌گذاری شامل سبد ترکیبی (سهام بورس تهران و رمزارزها) و سبد صرفاً سهامی بورس تهران در دو حالت حداقل ریسک و پذیرش ریسک بیشتر پرداخته است. استفاده از مدل‌های پیشرفته مانند RNN و GARCH، برای پیش‌بینی بازدهی و ارزیابی ریسک، به شناسایی ترکیب‌های بهینه دارایی کمک کرده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که سبد ترکیبی در هر دو حالت بازدهی مثبت ارائه داده است: در حالت حداقل ریسک بازدهی ۳٪ و ریسک ۸٪ و در حالت پذیرش ریسک بیشتر بازدهی ۵٪ و ریسک ۱۱٪. در مقابل، سبد صرفاً سهامی در حالت حداقل ریسک بازدهی منفی ۳٪ داشته، اما در حالت پذیرش ریسک بیشتر با بازدهی ۹٪ عملکرد بهتری نشان داده است. همچنین، همبستگی پایین میان سهام و رمزارزها تأثیر مثبتی در کاهش ریسک کلی سبد داشته است. این نتایج نشان می‌دهد که حرکت به سمت ترکیب دارایی‌های متنوع، به‌ویژه شامل رمزارزها، می‌تواند پایداری و بازدهی سبد سرمایه‌گذاری را افزایش دهد. پژوهش حاضر استفاده از روش‌های نوین بهینه‌سازی و مدیریت ریسک را برای سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران مالی پیشنهاد می‌کند.

کلیدواژه‌ها: بهینه‌سازی سبد دارایی، شبکه عصبی بازگشتی، GARCH، رمز ارز، ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR)

طبقه‌بندی JEL: G11, G12, G15

مقدمه و بیان مسئله

در بازارهای مالی، سرمایه‌گذاران به دنبال بهینه‌سازی سبد^۱ سهام خود برای حداکثر کردن بازده و حداقل کردن ریسک هستند. الگوهای غیرخطی و روش‌های پیشرفته مدیریت ریسک، مانند شبکه‌های عصبی مصنوعی بازگشتی (RNN) و حافظه بلند-کوتاه مدت (LSTM)، برای مدل‌سازی پیچیدگی‌های داده‌های مالی و پیش‌بینی بازده‌ها بسیار مفیدند (خان^۲ و همکاران، ۲۰۲۰: ۶؛ لو و ژو^۳، ۲۰۲۴: ۲). همچنین، الگوریتم‌های SVM و GARCH برای پیش‌بینی نوسانات و ریسک‌ها کاربرد دارند (تانگ^۴، ۲۰۲۲: ۹۰؛ دودانگه و همکاران، ۱۴۰۳: ۱۴).

استفاده از روش‌های مدیریت ریسک نظیر VaR و CVaR برای کاهش ضررهای احتمالی و بهبود پیش‌بینی بازده سهام توصیه می‌شود (خان و همکاران، ۲۰۲۰: ۶؛ موسوی لولتی و همکاران، ۱۴۰۳: ۷۶). در سال‌های اخیر، سرمایه‌گذاران با توجه به سوددهی بالای رمز ارزها، به بررسی ترکیب مناسب سبد سرمایه‌گذاری بین سهام و رمز ارزها پرداخته‌اند. مزایای این ترکیب شامل تنوع بخشی، افزایش پتانسیل بازده، دسترسی به فرصت‌های جدید، محافظت در برابر تورم، نقدینگی بالا و دسترسی به بازارهای جهانی است (لثو^۵ و همکاران، ۲۰۲۲: ۲۵؛ لیو و سرلیس^۶، ۲۰۱۹: ۸۰۱؛ مارکوف و شوآر^۷، ۲۰۲۲: ۱۶۹؛ فلز-ویناس^۸ و همکاران، ۲۰۲۱: ۱۵؛ باریویرا^۹ و همکاران، ۲۰۱۷: ۸۶).

پژوهش‌ها در زمینه بهبود مدل مارکویتز، با اضافه کردن معیارهایی نظیر VaR و استفاده از پیش‌بینی‌های پیچیده‌تر، به بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری کمک کرده‌اند (رجبی خاقان و همکاران، ۱۳۹۹: ۲۸؛ سینا و فلاح، ۱۳۹۸: ۱۳۴). این مقاله به بررسی اینکه در چه شرایطی استفاده از VaR و RNN می‌تواند مرز کارایی بهتری نسبت به روش میانگین-واریانس ارائه دهد و نحوه بهینه‌سازی سبد سهام-رمز ارز پردازد.

1. Portfolio
2. Khan
3. Lu and Xu
4. Tang
5. Letho
6. Liu and Serletis
7. Makarov and Schoar
8. Féllez-Viñas
9. Bariviera

پژوهش حاضر با بهره‌گیری از مدل‌های RNN و GARCH به دنبال پر کردن این شکاف‌ها از طریق پیش‌بینی دقیق‌تر بازدهی و مدیریت بهتر ریسک است. بهینه‌سازی سبد دارایی در شرایطی که بازدهی دارایی‌ها نرمال نیست و نوسانات بالایی وجود دارد، چالش بزرگی است. حداقل همبستگی بین برخی دارایی‌ها مانند سهام و رمزارزها فرصت کاهش ریسک سبد را فراهم می‌کند (جواهری و همکاران، ۱۴۰۳؛ ۳۱)، اما مدیریت چنین ترکیبی نیازمند ابزارهای پیشرفته‌ای است که بتواند پیچیدگی‌های بازار را در نظر بگیرد. مدل‌های RNN و LSTM با توانایی در شناسایی الگوهای غیرخطی و پیچیده زمانی، ابزارهای قدرتمندی برای پیش‌بینی بازدهی در داده‌های مالی هستند. این مدل‌ها به‌ویژه برای تحلیل روندهای بلندمدت و کوتاه‌مدت در بازارهایی مانند رمزارزها که رفتار غیرخطی دارند، بسیار موثر هستند. رمزارزها با ویژگی‌هایی مانند نقدشوندگی بالا، دسترسی به بازارهای جهانی و همبستگی پایین با سهام بورس تهران، می‌توانند تنوع بخشی سبد دارایی را بهبود بخشند. این ترکیب به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا ریسک غیرسیستماتیک را کاهش داده و از فرصت‌های بازدهی در بازارهای مختلف بهره‌مند شوند.

نوآوری این پژوهش در استفاده هم‌زمان از مدل‌های پیشرفته RNN برای پیش‌بینی بازدهی و GARCH برای ارزیابی ریسک شرطی، همراه با تحلیل ترکیب دارایی‌های نوین مانند رمزارزها، است که چارچوبی جامع‌تر برای مدیریت سبد سرمایه‌گذاری ارائه می‌دهد.

مبانی نظری پژوهش

در این بخش ادبیات موضوع مورد تحلیل و بررسی قرار می‌گیرد، ابتدا مبانی نظری مربوط به بهینه‌یابی سبد دارایی و عوامل مؤثر بر آن ارائه می‌شود و در ادامه به پیشینه پژوهش در دو بخش مطالعات خارجی و داخلی پرداخته می‌شود و در انتها نیز نوآوری پژوهش بیان می‌شود. بهینه‌سازی سبد دارایی به معنای انتخاب ترکیبی از سرمایه‌گذاری‌ها باهدف حداکثر کردن بازدهی و یا حداقل کردن ریسک است. این مفهوم توسط هری مارکویتز در دهه ۱۹۵۰ میلادی با

معرفی نظریه پرتفوی مدرن^۱ مطرح شد. مارکویتز نشان داد که با تنوع بخشیدن به دارایی‌ها می‌توان ریسک غیر سیستماتیک^۲ را کاهش داد.

عوامل تأثیرگذار بر بهینه‌یابی سبد دارایی؛ وضعیت اقتصادی؛ شامل نرخ بهره، نرخ تورم، و وضعیت رشد اقتصادی، سیاست‌های پولی و مالی؛ تصمیمات بانک مرکزی و دولت که می‌تواند بر بازارهای مالی تأثیرگذار باشد. عوامل روان‌شناختی: رفتار سرمایه‌گذاران و نحوه تصمیم‌گیری آن‌ها (لی^۳، ۲۰۰۲: ۱۳۱).

بررسی بازدهی سبد دارایی شامل سهام بورس تهران و رمز ارزها برای بررسی بازدهی سبد دارایی شامل سهام بورس تهران و رمز ارزها باید به موارد زیر توجه کرد؛ رمز ارزها معمولاً نوسانات بیشتری نسبت به سهام دارند که می‌تواند هم فرصت‌ها و هم ریسک‌های بالاتری ایجاد کند (آرسی^۴ و همکاران، ۲۰۲۲: ۱۳۴). بررسی همبستگی بین بازدهی سهام و رمز ارزها برای تنوع‌بخشی مؤثر (چارفدینگ^۵ و همکاران، ۲۰۲۰: ۲۱۱؛ بریر^۶ و همکاران، ۲۰۱۵: ۵۵۸)، استفاده از مدل‌های مختلف مالی مانند مدل CAPM برای پیش‌بینی بازدهی (ماندالا^۷، ۲۰۲۳: ۱۷۸)، بهینه‌یابی سبد دارایی به نام مدل میانگین-واریانس مارکویتز یک مدل کلاسیک برای بهینه‌یابی سبد که ترکیبی از دارایی‌ها را با حداکثر بازدهی برای یک سطح معین از ریسک انتخاب می‌کند. مدل‌هایی که از چندین عامل برای توضیح بازدهی دارایی‌ها استفاده می‌کنند (فاما و فرنچ^۸، ۱۹۹۶: ۶۹). همچنین تحقیقات نشان داده است که استفاده از مدل‌های چندعاملی برای تحلیل بازده دارایی‌ها و مدیریت ریسک می‌تواند برای سرمایه‌گذارانی که به دنبال بهینه‌سازی سبد خود هستند، مؤثر باشد. به عنوان مثال، مدل قیمت‌گذاری دارایی‌های سرمایه‌ای (CAPM) و مدل سه عاملی فاما-فرنچ به خوبی می‌توانند بازدهی دارایی‌ها را بر اساس عواملی مانند اندازه شرکت و نسبت ارزش بازار به ارزش دفتری پیش‌بینی کنند (فاما و فرنچ^۹، ۱۹۹۳: ۵). رویکردی که بهینه‌سازی سبد را بر اساس معیارهای ریسک شرطی مانند ارزش در معرض خطر (VaR) یا میانگین کوتاه‌مدت

1. Modern Portfolio Theory - MPT

2. Unsystematic Risk

3. Li

4. Arsi

5. Charfeddine

6. Brière et al

7. Mandala

8. Fama and French

9. Fama and French

(CVaR) انجام می‌دهد، افزایش نوسانات در بازارهای مالی، از جمله بازار رمز ارزها، نیاز به رویکردهای جدید برای اندازه‌گیری ریسک و بازدهی را افزایش داده است. مطالعات نشان می‌دهد که استفاده از معیارهای مدیریت ریسک مانند ارزش در معرض خطر (VaR) و میانگین کوتاه‌مدت (CVaR) می‌تواند ابزار قدرتمندی برای سرمایه‌گذاران باشد تا بتوانند ریسک‌های بالقوه در سبد دارایی خود را بهتر مدیریت کنند (راکفلر و یوریاسیو^۱، ۲۰۰۰: ۲۲).

تحقیقات اخیر در زمینه بهینه‌سازی سبد دارایی نشان می‌دهد که استفاده از تکنیک‌های بهینه‌سازی پیچیده، مانند الگوریتم‌های تکاملی، می‌تواند برای سرمایه‌گذارانی که با دارایی‌های پرنوسان مانند رمز ارزها سروکار دارند، مفید باشد. برای مثال، الگوریتم‌های ژنتیک و هوش مصنوعی برای بهینه‌سازی سبد دارایی‌ها به کار گرفته می‌شوند تا بتوانند پرتفویی بهینه‌تر ایجاد کنند که همگام با تغییرات سریع بازار باشد (آردیا^۲ و همکاران، ۲۰۱۱: ۱۲۶).

پیشینه پژوهش

در جدول (۱) پیشینه مرتبط به موضوع با توجه به منابع داخلی و خارجی ذکر شده است تا بتوان ارتباط بین موضوع این مقاله و سایر مطالعه انجام‌شده را مشاهده و مقایسه نمود:

جدول ۱. مطالعات مربوط به پیشینه مرتبط به موضوع

ردیف	نویسندگان	عنوان پژوهش و روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
۱	آریدی ^۳ و همکاران (۲۰۱۸)	برآوردی از ارزش در معرض خطر با استفاده از مدل‌های خانواده گارچ برای بازار سهام مالزی انجام داد. هدف این پژوهش این بود نشان دهد که آیا مدل‌های گارچ در برآورد ارزش در معرض خطر دقت کافی را دارند یا نه.	نتایج نشان می‌داد که برای مدل‌های گارچ مورد استفاده توزیع نرمال پیش‌بینی‌های بهتری از ارزش در معرض خطر نسبت به توزیع t استودیونت دارد.
۲	پنگ و کیم ^۴ (۲۰۲۰)	یک مدل GARCH – مارکوف چرخشی را با نوآوری پایدار چند متغیره ارائه نمودند، که از طریق آن ارزش در معرض	پژوهش آن‌ها در دو بعد داخل نمونه و خارج نمونه انجام شد، همچنین نسبت‌های شارپ نیز محاسبه شد که در حالت خارج نمونه‌ای عملکرد آن‌ها بهتر

1. Rockafellar and Uryasev

2. Ardia

3. Aridi

4. Peng and Kim

جدول ۱. مطالعات مربوط به پیشینه مرتبط به موضوع

ردیف	نویسندگان	عنوان پژوهش و روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
		ریسک محاسبه شده و محدودیت‌های مذکور در الگوهای سنتی از بین رود.	بوده است.
۳	بونسکی و چلباس ^۱ (۲۰۲۴)	این مقاله یک مدل جدید به نام GARCHNet را معرفی می‌کند که از معماری شبکه عصبی حافظه کوتاه مدت (LSTM) استفاده می‌کند. مدل‌های کلاسیک GARCH در مدل‌سازی مالی نتایج خوبی دارند، اما به دلیل فقدان ساختار غیرخطی، واریانس شرطی را به خوبی نشان نمی‌دهند، این مشکل را با ترکیب LSTM و برآوردهای حداکثر احتمال در GARCH حل می‌کند.	مطالعه‌ای تجربی بر روی بازده شاخص‌های WIG 20، S&P 500 و FTSE 100 در دوره‌های زمانی مختلف از سال ۲۰۰۵ تا ۲۰۲۱ انجام شده است. نتایج نشان‌دهنده اعتبار این مدل است، اما پیشنهاداتی برای توسعه بیشتر آن نیز ارائه شده است.
۴	بائو و مای ^۲ (۲۰۱۹)	شاخص سهام ویتنام را با استفاده از الگوهای ترکیبی ARIMA-ANN پیش‌بینی کردند.	نتایج حاصل از مطالعه آن‌ها نشان داد که مدل‌های ترکیبی پیش‌بینی دقیق‌تری در مقایسه با مدل‌های شبکه عصبی و اتورگرسیو میانگین متحرک به‌طور مجزا ارائه می‌دهند.
۵	کاتینا ^۳ و همکاران (۲۰۲۴)	این مقاله یک رویکرد جدید برای پیش‌بینی قیمت ارزهای دیجیتال با استفاده از تکنیک‌های پیشرفته یادگیری ماشینی ارائه می‌دهد. این مطالعه مدل‌های سنتی اتورگرسیو را با شبکه‌های عصبی بازگشتی LSTM و GRU مقایسه می‌کند و دقت پیش‌بینی آن‌ها را ارزیابی می‌کند.	داده‌ها از قیمت‌های تاریخی ارزهای دیجیتال مختلف از جمله بیت کوین، اتریوم، دوج کوین، پولیگون و تون کوین از ژانویه ۲۰۲۲ تا آوریل ۲۰۲۴ جمع‌آوری شده‌اند. نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های LSTM و GRU به‌طور کلی دقت بیشتری نسبت به مدل‌های سنتی دارند و می‌توانند پیچیدگی‌های غیرخطی و نوسانات قیمت ارزهای دیجیتال را بهتر مدیریت کنند.
۶	لی و سو ^۴ (۲۰۲۴)	نقش رمز ارزها را در سرمایه‌گذاری پرتفوی مورد بحث قرار می‌دهد که در آن رمز ارزها برای سرمایه‌گذاران در بازار مالی	یافته‌ها نشان می‌دهد که وزن‌های بهینه رمز ارزها به‌طور مشخص در یک دوره تلاطم بازار افزایش می‌یابد، که خاصیت پوشش‌دهی آن‌ها را در نمای

1. Buczynski and Chlebus
2. Bao and My
3. Katina
4. Lee and Su

جدول ۱. مطالعات مربوط به پیشینه مرتبط به موضوع

ردیف	نویسندگان	عنوان پژوهش و روش شناسی پژوهش	مهم‌ترین یافته‌ها و نتایج مرتبط با پژوهش
		بازدهی بیشتری را به همراه دارند. ابتدا از یک آزمون گستره واریانس میانگین استفاده شده تا هرگونه بهبودی را که کریپتوها در یک سبد دارایی ایجاد می‌کنند بررسی نموده و تفاوت قابل توجهی در حالت وجود و عدم وجود رمز ارزها به وجود آمده است.	میانگین واریانس نشان می‌دهد. بنابراین نتیجه می‌گیریم که ارزشهای دیجیتال می‌توانند حتی در یک سبد دارای دارایی‌های سنتی بسیار رایج، مقداری اثر پوششی داشته باشند. همچنین طلا و رمزارزها مقایسه شدند و نشان داده شد که طلا تأثیر بهتری در از بین بردن ریسک نزولی یک سبد دارای حداقل واریانس دارد.
۷	اسکندری و همکاران (۱۴۰۳)	به بررسی قابلیت پوشش ریسک رمزارزها در سرمایه‌گذاری‌های مرتبط با بازار سهام و سکه طلا در ایران پرداخته است. با توجه به افزایش استفاده از رمزارزها در سطح جهانی، هدف اصلی این تحقیق، ارزیابی توانایی رمزارزها در کاهش ریسک سرمایه‌گذاری در این بازارها می‌باشد.	داده‌های روزانه شامل بازده شاخص سهام و سکه طلا در دوره ۴ ساله (از سال ۱۳۹۸ تا ۱۴۰۱) جمع‌آوری شده و همچنین بیت‌کوین و اتریوم به عنوان دو رمزارز منتخب بررسی شده‌اند. از مدل‌های گارچ چندمتغیره و روش‌های همبستگی شرطی پویا (DCC) و همبستگی قطری بک (BEKK) برای تحلیل استفاده شده است. رمزارزها ابزار موثری برای کاهش ریسک در بازارهای سهام و سکه طلا هستند و به خصوص در زمان نوسانات شدید نرخ دلار، نیاز به سرمایه‌گذاری بیشتر در این دارایی‌ها وجود دارد.

منبع: یافته‌های پژوهش

این پژوهش نوآورانه با بهره‌گیری از مدل‌های پیشرفته RNN و GARCH در بهینه‌سازی سبد دارایی، به بررسی تطابق دقیق‌تری با واقعیات بازار نسبت به روش‌های سنتی می‌پردازد. استفاده از الگوریتم RNN برای پیش‌بینی بازدهی سهام به دلیل توانایی در شناسایی الگوهای زمانی پیچیده و غیرخطی و به کارگیری مدل GARCH برای ارزیابی دقیق ریسک، به ایجاد سبد دارایی بهینه‌ای می‌انجامد که به‌طور مؤثرتری نوسانات و غیرنرمال بودن بازده را مدیریت می‌کند. این رویکرد ترکیبی موجب کاهش ریسک و افزایش بازدهی در مقایسه با روش‌های کلاسیک شده و نشان‌دهنده پیشرفت قابل توجهی در بهینه‌سازی سبد دارایی‌ها، به‌ویژه در بازارهای با نوسانات بالا مانند رمز ارزها است.

روش‌شناسی پژوهش

نوسانات و تغییرات زمان-متغیر، انتخاب شده است. در شرایطی که نوسانات شدید در بازار وجود دارد (مانند بازار رمز ارزها)، استفاده از مدل‌هایی که ویژگی‌های عدم تقارن و تغییرات نوسانی را در نظر می‌گیرند، ضروری است. GARCH به‌ویژه در شرایطی که شوک‌های مثبت و منفی تأثیرات متفاوتی بر بازار دارند، مزیت بالایی دارد، علت استفاده از پیش‌بینی با RNN توانایی این مدل در یادگیری الگوهای زمانی پیچیده است. به دلیل ساختار توالی زمانی در داده‌های مالی (مثل قیمت‌های سهام و رمز ارزها)، RNN می‌تواند با استفاده از داده‌های تاریخی، بازدهی آتی را پیش‌بینی کند و بهینه‌سازی سبد را بهبود بخشد. دلیل استفاده از روش‌های تحلیل تکنیکال و بنیادین، بررسی جامع رفتار دارایی‌ها از دو جنبه متفاوت است. تحلیل تکنیکال، به پیش‌بینی روندهای کوتاه‌مدت بازار کمک می‌کند، در حالی که تحلیل بنیادین به ارزیابی عوامل بلندمدت مرتبط با شرکت‌ها و دارایی‌ها می‌پردازد. این ترکیب به متعادل‌سازی سبد و کاهش ریسک کمک می‌کند. در این پژوهش، پارامترهایی مانند بازده انتظاری، واریانس بازدهی‌ها، و ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) بر اساس داده‌های تاریخی تنظیم شده‌اند. برای اطمینان از دقت نتایج، پارامترها با داده‌های اخیر بازار به‌روز شده‌اند تا همبستگی و ریسک‌ها به‌طور دقیق‌تری مدل‌سازی شوند.

در نظریه اولیه سبد بهینه سهام، میانگین به‌عنوان بخش بازده و انحراف معیار به‌عنوان ریسک در نظر گرفته می‌شود، در نظریات پیشرفته تشکیل سبد بهینه بر اساس انتظارات بازدهی و ریسک نامطلوب (ارزش در معرض ریسک) به تبیین رفتار سرمایه‌گذار و انتخاب بد سهام می‌پردازد (استرادا^۱، ۲۰۰۱). در این بخش به روش مارکویتز به‌عنوان نظریه مدرن پرداخته می‌شود که نام دیگر آن روش میانگین-واریانس بوده که شکل کلی آن به‌صورت عبارت (۱) است:

$$\begin{cases} \min(Z = \sum_i^n \sum_j^n x_i x_j \sigma_{ij}) \\ S.T: \\ 1) \sum_i^n x_i R_i = R \\ 2) \sum_i^n x_i = 1 \\ 3) x_i \geq 0 \end{cases} \quad (1)$$

1. Estrada

که در رابطه (۱) $\sum_i^n x_i R_i = R$ بازده مورد نظر، $\sum_i^n x_i = 1$ مجموع وزن‌ها برابر با: مقدار ۱ است، $x_i \geq 0$ وزن‌ها باید غیر منفی باشند. در این مدل، σ_{ij} نشان‌دهنده کوواریانس بین دارایی‌ها، x_i وزن هر دارایی، و R_i بازدهی هر دارایی است. با این حال، این مدل با نقدهایی مواجه است، از جمله این که نمی‌تواند به خوبی ترجیحات واقعی سرمایه‌گذاران را مدل‌سازی کند و در برخی موارد دور از واقعیت‌های بازار مالی است. برای حل مشکلات و رفع انتقادات وارده به الگوی سنتی مارکویتز در این پژوهش به صورت عبارت (۲) الگوسازی انجام‌شده و بهینه خطی بر اساس آن انجام می‌شود:

$$\left\{ \begin{array}{l} \text{Min}(Z = \sum_i^n \sum_j^n x_i x_j \sigma_{ij}) \\ \text{S.T:} \\ 1) \sum_i^n x_i R_{i,t} = R \\ 2) R_{i,t} = f[(R_{i,t-1}, \dots, R_{i,t-j})] \\ 3) \sum_i^n x_i = 1 \\ 4) x_i \geq 0 \\ 5) \sigma_{ij} = \hat{\rho}_{ij} * \sigma_i^{CVaR} * \sigma_j^{CVaR} \end{array} \right. \quad (2)$$

همان‌طور که در رابطه (۲) نشان داده شده است برای حل مشکل الگوی مارکویتز از پیش‌بینی آتی بازده لگاریتمی نرخ‌های ارز به شکل R_{it} که پیش‌بینی الگوی RNN است استفاده می‌شود، همچنین در بخش کوواریانس دارایی‌ها از $\hat{\rho}_{ij}$ به عنوان همبستگی نرخ‌های ارز، σ_i^{CVaR} و σ_j^{CVaR} ارزش در معرض ریسک شرطی، همچنین کوواریانس بین دارایی‌ها بر اساس همبستگی نرخ‌های ارز و ارزش در معرض ریسک شرطی (CVaR) به دست آمده از مدل GARCH-Simulation محاسبه می‌شود.

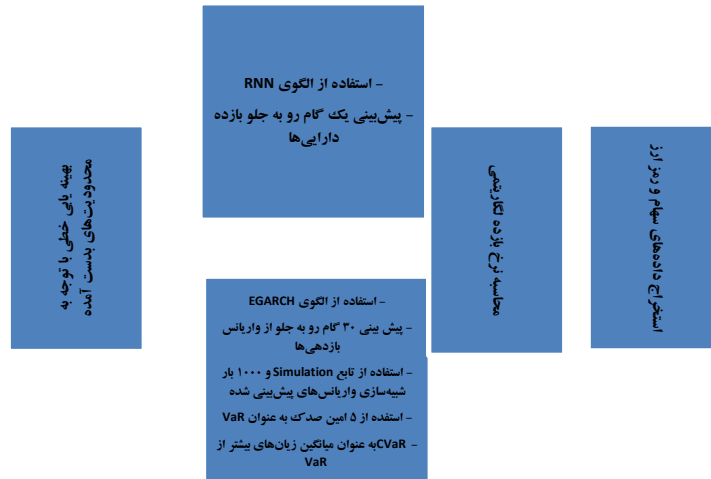
CVaR به طور خاص، بر زیان‌های انتهایی تمرکز دارد و به جای یک نقطه مشخص (مانند VaR) میانگین زیان‌های فراتر از آن نقطه را اندازه‌گیری می‌کند. اگرچه CVaR اطلاعات بیشتری نسبت به VaR درباره زیان‌های انتهایی ارائه می‌دهد، اما به تنهایی ارتباط میان دارایی‌ها (یعنی همبستگی یا کوواریانس) را مدل‌سازی نمی‌کند. بنابراین، برای ساخت مدل‌هایی که شامل سبد دارایی‌ها هستند، همچنان نیاز است که ارتباط بین دارایی‌ها، مانند همبستگی، در نظر گرفته

شود در واقع CVaR به عنوان یک معیار ریسک شرطی برای هر دارایی به صورت مستقل عمل می‌کند. اما زمانی که در حال بررسی سبد دارایی‌ها هستیم، زیان‌های انتهایی یک دارایی ممکن است تحت تأثیر رفتار مشترک (همبستگی) با دارایی‌های دیگر باشد. (سارنج و نور احمدی، ۱۳۹۵).

در واقع CVaR به عنوان یک معیار ریسک شرطی برای هر دارایی به صورت مستقل عمل می‌کند. اما زمانی که در حال بررسی سبد دارایی‌ها هستیم، زیان‌های انتهایی یک دارایی ممکن است تحت تأثیر رفتار مشترک (همبستگی) با دارایی‌های دیگر باشد.

اثر متقابل در سبد سرمایه‌گذاری؛ در سبدی از دارایی‌ها، حتی اگر هر دارایی به صورت جداگانه CVaR مشخصی داشته باشد، ترکیب ریسک کلی سبد به شدت به همبستگی بین دارایی‌ها بستگی دارد. برای مثال، اگر دو دارایی در زیان‌های انتهایی خود همبستگی بالایی داشته باشند، ریسک کلی سبد بیشتر خواهد بود.

و در نهایت با استفاده از بهینه‌سازی تصادفی، مقادیر کمینه برای وزن‌ها محاسبه شده، بهینه‌سازی تصادفی یکی از تکنیک‌های پیشرفته در بهینه‌سازی است که به‌ویژه در مسائلی با عدم قطعیت یا ویژگی‌های تصادفی کاربرد دارد. در این روش، هدف یافتن بهترین راه‌حل (یا وزن‌ها در این زمینه) با استفاده از الگوریتم‌های تصادفی و شبیه‌سازی است، در بهینه‌سازی تصادفی مجموعه‌ای از راه‌حل‌های ممکن برای مسئله مورد نظر تولید می‌شود. این راه‌حل‌ها با استفاده از تکنیک‌های تصادفی و الگوریتم‌های جستجو مورد ارزیابی قرار می‌گیرند تا بهترین راه‌حل بر اساس معیارهای مشخص (مانند کمینه کردن ریسک یا حداکثر کردن بازده) انتخاب شود. در زمینه مدل مارکویتز بهبود یافته، بهینه‌سازی تصادفی برای تعیین اوزان بهینه هر دارایی در سبد سرمایه‌گذاری استفاده می‌شود. این روش به‌ویژه در شرایطی که مدل‌های تحلیلی دقیق یا داده‌های تاریخی کافی برای تعیین اوزان بهینه وجود ندارد، بسیار مفید است. با استفاده از بهینه‌سازی تصادفی، مدل قادر است بهترین ترکیب دارایی‌ها را به گونه‌ای پیدا کند که بازده مطلوب و ریسک قابل قبولی را تضمین کند، در شکل (۱) شمای کلی روش پژوهش نشان داده شده است.



شکل ۱. شمای کلی الگوی پژوهش

این مقاله از حیث نوع داده‌های پژوهش کمی است، که داده‌های آن مربوط به اطلاعات ماهانه موجود سهام برخی از شرکت‌های حاضر در بورس تهران است که از سال ۲۰۱۸/۰۹/۳۰ تا تاریخ ۲۰۲۴/۰۷/۳۰ است که نام آن‌ها به این شرح است: ۱- بانک خاورمیانه (و خاور) ۲- ایران تایر (پتایر) ۳- فولاد مبارکه اصفهان (فولاد) ۴- پالایش نفت تبریز (شبریز) ۵- همکاران سیستم (سیستم) ۶- شهید ایران (غشهد) که شاخص‌های انتخاب آن‌ها به شرح ذیل است:

- تنوع در انتخاب سهام به‌عنوان نماینده از صنایع مختلف و بااهمیت بورس تهران؛
- استفاده از تحلیل‌های تکنیکال RSI، MFI، MACD، CCI(100,200)، WILLIAM%R، MOMENTUM(DEVIATION)، ADX و میانگین متحرک ۵۰ روزه اخیر قیمت سهام؛

- استفاده از تحلیل‌های بنیادین از جمله؛ شاخص‌های سودآوری، شاخص‌های ارزش‌گذاری نسبی، ریسک مالی، کارایی، فروش ماهانه، ریسک بازار، مومنتوم، عملکرد سهامداران و نقدشوندگی؛

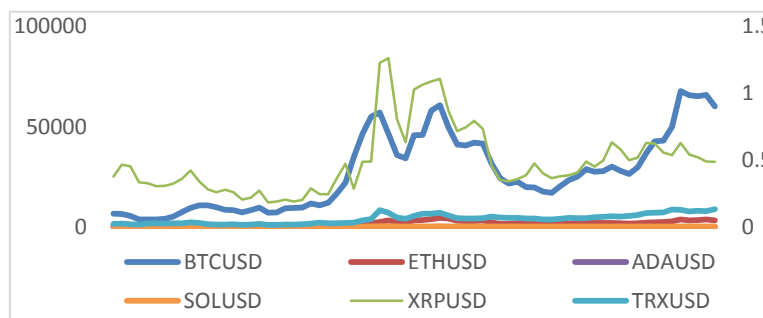
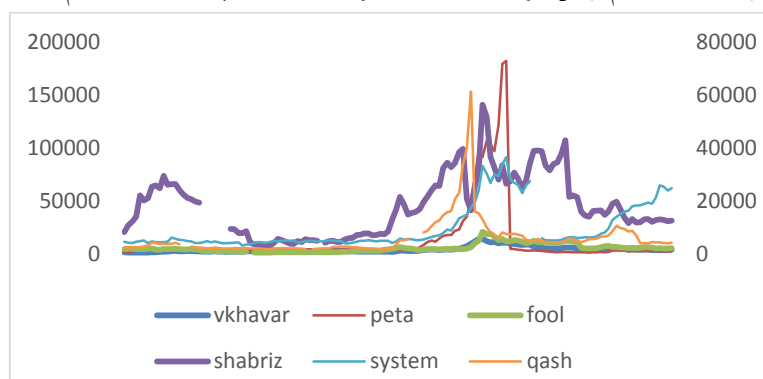
همچنین در بخش رمز ارزها نمادهای زیر به دلیل ارزش بازاری مناسب آن‌ها انتخاب شده است: ۱- بیت کوین (BTCUSD) ۲- اتریوم (ETHUSD) ۳- رپل (XRPUSD) ۴-

کاردانو (ADAUSD) ۵- ترون (TRXUSD) ۶- لیت کوین (LTCUSD) که در بازه ماهانه از ۲۰۱۸/۰۹/۳۰ تا تاریخ ۲۰۲۴/۰۷/۳۰ انتخاب شده‌اند.

یافته‌های پژوهش

ابتدا در نمودار (۱) به بررسی سری زمانی سهام شرکت‌های بورسی و رمزارزها در بازه مذکور در قسمت قبلی پرداخته می‌شود تا بتوان رفتار حرکت هر کدام از داراهای مذکور را مشاهده و مقایسه نمود:

نمودار ۱. قیمت سهام بورس تهران (ریال) و قیمت رمز ارز (دلار) در قالب ماهانه (قیمت سهام ساده)



منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در شکل (۲) نشان داده شده است به نظر می‌رسد که همبستگی بین سهام شرکت‌ها با یکدیگر بیشتر است و این موضوع در گروه رمز ارزها هم صادق است اما همبستگی سهام

شرکت‌ها و رمز ارزها بسیار کمتر باشد برای پی بردن به صحت این موضوع از ماتریس واریانس - کوواریانس طبق جدول (۲) استفاده می‌شود:

جدول ۲. ماتریس واریانس - کوواریانس برای بررسی همبستگی بین سهام و رمز ارزها (درصد)

	و خاور	پتایر	فولاد	شیریز	سیستم	غشهد	BTCUSD	ETHUSD	XRPUSD	ADAUSD	TRXUSD	LTCUSD
و خاور	۱۰۰	۲۵	۲۸	۹	۳۴	۲۵	۶	۳	۳	۵	-۴	۱۳
پتایر	۲۵	۱۰۰	۹	۶	۲۳	۱۰	-۵	-۳	-۱۲	-۳۳	-۲۳	-۴
فولاد	۲۸	۹	۱۰۰	۳۹	۱۱	۰	۷	۴	۳	۱۶	۸	۰
شیریز	۹	۶	۳۹	۱۰۰	۸	-۱	۱۱	۱۴	۲۱	۴۱	-۱	۱۱
سیستم	۳۴	۲۳	۱۱	۸	۱۰۰	۱۳	-۳	-۵	-۲	۴	-۴	۴
غشهد	۲۵	۱۰	۰	-۱	۱۳	۱۰۰	-۷	-۷	۳	-۱۵	-۸	۲
BTCUSD	۶	-۵	۷	۱۱	-۳	-۷	۱۰۰	۵۶	۴۴	۷۰	۴۷	۶۶
ETHUSD	۳	-۳	۴	۱۴	-۵	-۷	۵۶	۱۰۰	۵۶	۷۷	۶۱	۶۱
XRPUSD	۳	-۱۲	۳	۲۱	-۲	۳	۴۴	۵۶	۱۰۰	۴۸	۶۹	۶۶
ADAUSD	۵	-۳۳	۱۶	۴۱	۴	-۱۵	۷۰	۷۷	۴۸	۱۰۰	۵۱	۷۰
TRXUSD	-۴	-۲۳	۸	-۱	-۴	-۸	۴۷	۶۱	۶۹	۵۱	۱۰۰	۶۱
LTCUSD	۱۳	-۴	۰	۱۱	۴	۲	۶۶	۶۱	۶۶	۷۰	۶۱	۱۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

بنابراین همانطور که در جدول (۲) نیز نشان داده شده است می‌توان همبستگی سهام و رمز ارزها را بسیار ناچیز دانست ولی همبستگی سهام‌ها با یکدیگر و همچنین رمز ارزها با یکدیگر بالا بوده و ترکیب این دارایی‌ها باهم در مجموع می‌تواند ریسک سبد را کاهش دهد. اگر فرض غیر نرمال بودن بازدهی دارایی‌ها فرض درستی باشد (که در این مقاله با استفاده از آزمون نرمالیتی غیر نرمال بودن بازدهی دارایی‌ها تأیید شده است) در این حالت بهتر است تا از الگوهای پیش‌بینی و روش سنجش شدت در معرض ریسک شرطی استفاده شود؛ در این مقاله الگوی شبکه عصبی به عنوان الگوی غیرخطی به جهت پیش‌بینی بازدهی و روش محاسبه شدت در معرض ریسک شرطی به روش GARCH با ویژگی‌های زیر در نظر گرفته شده است:

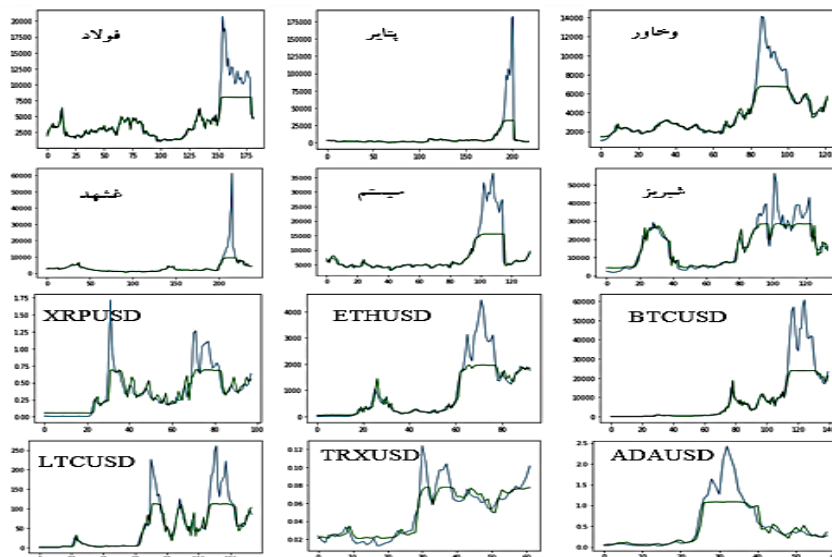
جدول ۳. بررسی ویژگی الگوهای مورد استفاده

نام الگو	تعداد وقفه	تعداد لایه میانی اول	تعداد لایه میانی دوم	بهینه‌ساز
الگوی RNN	۴	۸۰-۶۰	۸۰-۶۰	adam
شاخص بهینه یابی	تعداد تکرار	نوع پیش‌پردازش	درصد داده‌های آموزش	درصد داده‌های آزمایش
MSE	۲۵۰	$\frac{X - mean}{\sigma}$	۷۵	۲۵
	نوع الگو		تابع توزیع	
GARCH	P=1 O=0 Q=1		Standardized Student's t	
شاخص انتخاب	نوع شبیه‌سازی		پیش‌پردازش	
AIC BIC	Random simulation		رشد لگاریتم	

منبع: یافته‌های پژوهش

در شکل (۲) نمودار پیش‌بینی مربوط به سهام شرکت‌های بورسی و رمز ارزها با استفاده از

الگوی RNN نشان داده شده است:



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۲. پیش‌بینی سری زمانی دارایی‌های سبد سرمایه‌گذاری

در جدول (۴) به پیش‌بینی بازدهی دارایی‌ها با استفاده از الگوی RNN و شدت در معرض ریسک شرطی با استفاده از روش GARCH پرداخته شده است، شبیه‌سازی برای شناسایی مرز کارایی سرمایه‌گذاری بر اساس این مقادیر صورت می‌گیرد:

جدول ۴. پیش‌بینی بازدهی دارایی‌ها و شدت در معرض ریسک شرطی هر دارایی

بازدهی انتظاری (RNN)	شدت در معرض ریسک شرطی (GARCH-Simulation)	
۰,۰۱	۰,۱۲	و خاور
۰,۰۵	۰,۴۹	پتایر
۰,۰۱	۰,۱۶	فولاد
۰,۰۱	۰,۲	شبریز
۰,۰۴	۰,۲۲	سیستم
۰,۰۲	۰,۲۳	غشده
۰,۰۵	۰,۱۸	BTCUSD
۰,۰۷	۰,۲۲	ETHUSD
۰,۰۳	۰,۲۳	XRPUSD
۰,۰۷	۰,۲۹	ADAUSD
۰,۰۵	۰,۲۰	TRXUSD
۰,۰۳	۰,۲۴	LTCUSD

منبع: یافته‌های پژوهش

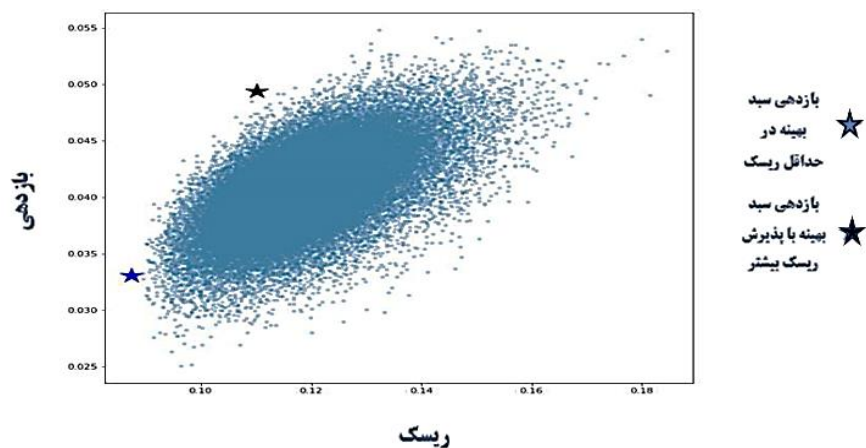
در ادامه با توجه به معادله عبارت (۲) و الگوهای جدید بهینه‌یابی انجام گرفته است که نتایج آن به شرح جدول (۵) است؛ شایان ذکر است مرز کارا برای سرمایه‌گذاری در سبد متشکل از سهام و رمز ارز در دو حالت حداقل ریسک و پذیرش ریسک بیشتر با فرض بازدهی غیر نرمال احصا شده است که در ادامه به آن پرداخته می‌شود:

جدول ۵. بررسی بازدهی و ریسک سبد بهینه به همراه وزن دارایی‌ها در سبد بورسی و رمز ارزها

در حالت حداقل ریسک	در حالت پذیرش ریسک بیشتر	
۰,۰۳	۰,۰۵	بازدهی سبد
۰,۰۸	۰,۱۱	ریسک سبد
۰,۲	۰,۰۰۰۲	وزن و خاور
۰,۰۲	۰,۰۷	وزن پتایر
۰,۲	۰,۰۲	وزن فولاد
۰,۰۰۷	۰,۰۱	وزن شیریز
۰,۱۲	۰,۲۰	وزن سیستم
۰,۱۵	۰,۱۵	وزن غشید
۰,۰۲	۰,۰۲	وزن BTCUSD
۰,۱۱	۰,۱۹	وزن ETHUSD
۰,۰۳	۰,۰۴	وزن XRPUSD
۰,۰۰۵	۰,۰۵	وزن ADAUSD
۰,۱۱	۰,۲۲	وزن TRXUSD
۰,۰۰۰۲	۰,۰۰۲۵	وزن LTCUSD
۱	۱	مجموع اوزان

منبع: یافته‌های پژوهش

در شکل (۴) رمز کارای سرمایه‌گذاری برای دارایی متشکل از سهامی از بورس تهران و رمز ارزها پرداخته شده است، همچنین نقاط مربوط به حداقل ریسک سرمایه‌گذاری در حالت بهینه طبق جدول (۵)، در شکل (۴) با ستاره آبی و حالت پذیرش ریسک بیشتر با ستاره مشکی نشان داده شده است.



منبع: یافته‌های پژوهش

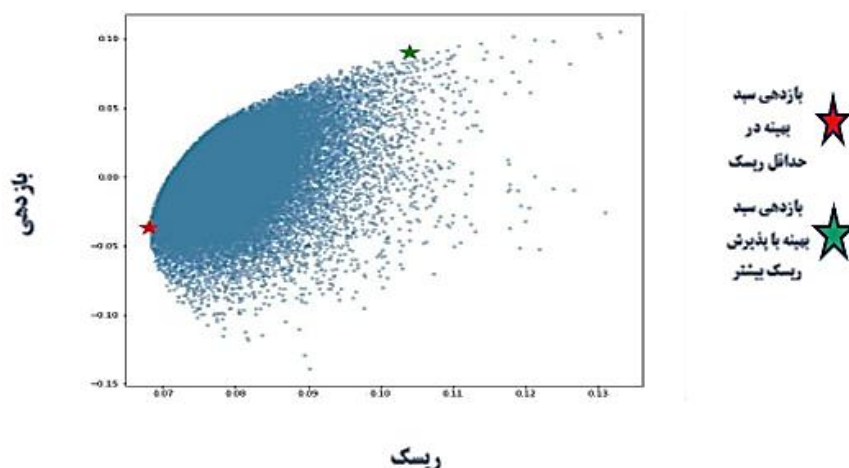
شکل ۴. مرز کارای سبد سرمایه‌گذاری بهینه در حالت سبد بورسی و رمز ارزها در ادامه برای مشخص شدن تاثیر رمز ارزها در سبد دارایی در بخش قبل، در این بخش صرفاً به بررسی بازدهی و ریسک سبد سهام اوراق بهادار بورس تهران پرداخته می‌شود در جدول (۶) به بازدهی و ریسک سبد بورسی به همراه اوزان هر یک از سهام موجود در قسمت قبل و جدول (۵) پرداخته شده‌است:

جدول ۶. بررسی بازدهی و ریسک سبد بهینه سهام بورس تهران به همراه وزن سهام

در حالت حداقل ریسک	در حالت پذیرش ریسک بیشتر	
-۰,۰۳	۰,۰۹	بازدهی سبد
۰,۰۶	۰,۱	ریسک سبد
۰,۱	۰,۱۸	وزن و خاور
۰,۰۵	۰,۰۳	وزن پتایر
۰,۲	۰,۳۶	وزن فولاد
۰,۰۷	۰,۳۹	وزن شبریز
۰,۲۸	۰,۰۰۴	وزن سیستم
۰,۲۸	۰,۰۱	وزن غشید
۱	۱	مجموع اوزان

منبع: یافته‌های پژوهش

در شکل (۵) مرز کارای سرمایه‌گذاری برای دارایی متشکل از سهامی بورس تهران پرداخته شده است، همچنین نقاط مربوط به حداقل ریسک سرمایه‌گذاری در حالت بهینه طبق جدول (۶)، در شکل (۵) با ستاره قرمز و حالت پذیرش ریسک بیشتر با ستاره سبز نشان داده شده است.



منبع: یافته‌های پژوهش

شکل ۵. مرز کارای سبد سرمایه‌گذاری بهینه در حالت سبد سهام بورس تهران

سبد ترکیبی از سهام و رمزارزها در هر دو حالت بازدهی مثبت و ریسک کنترل‌شده‌ای داشته است؛ در حالت حداقل ریسک: بازدهی ۳ درصد، ریسک ۸ درصد که در آن ترکیب دارایی‌ها با وزن‌دهی متعادل بین سهام (و خاور ۲۰٪ و فولاد ۲۰٪) و رمزارزها BTCUSD و TRXUSD هر کدام ۲٪ و ۱۱٪ شکل گرفته است.

در حالت پذیرش ریسک بیشتر: بازدهی ۵ درصد، ریسک ۱۱ درصد وزن رمزارزها افزایش یافته TRXUSD به ۲۲٪ و ETHUSD به ۱۹٪ و وزن برخی سهام کاهش یافته است. عملکرد مثبت در هر دو حالت نشان‌دهنده پتانسیل بالای سبد ترکیبی برای ارائه بازدهی مطلوب در کنار مدیریت ریسک از طریق تنوع‌بخشی است.

سبد صرفاً سهامی در دو حالت رفتار متفاوتی داشته است؛ در حالت حداقل ریسک: بازدهی: منفی ۳ درصد، ریسک: ۶ درصد، ترکیب دارایی‌ها به سمت سهام کم‌ریسک‌تر مانند غشید (۲۸٪) و سیستم (۲۸٪) متمایل شده، اما بازدهی کلی منفی بوده است.

در حالت پذیرش ریسک بیشتر: بازدهی ۹ درصد، ریسک ۱۰ درصد: وزن سهام پریسک‌تر مانند فولاد (۳۶٪) و شبریز (۳۹٪) افزایش یافته و بازدهی مطلوبی حاصل شده است. این نتایج نشان می‌دهد که سبد صرفاً سهامی در حالت حداقل ریسک نمی‌تواند بازدهی مثبتی ارائه دهد، اما در حالت پذیرش ریسک بیشتر، بازدهی بالاتری نسبت به سبد ترکیبی داشته است.

سبد ترکیبی، حتی در شرایط حداقل ریسک، بازدهی مثبت و پایداری بیشتری نشان داده و از نوسانات بازار سهام داخلی کمتر تأثیر پذیرفته است، اضافه شدن رمزارزها به سبد، تنوع‌بخشی بهتری فراهم کرده و به کاهش اثرات منفی شرایط خاص بازار کمک کرده است. با توجه به نتایج، اگرچه در حالت پذیرش ریسک بیشتر سبد صرفاً سهامی بازدهی بالاتری داشته، اما سبد ترکیبی (سهام و رمزارزها) در هر دو حالت (حداقل و پذیرش ریسک بیشتر) توانسته بازدهی مثبت ارائه دهد و گزینه پایداری برای مدیریت سرمایه‌گذاری به شمار می‌آید. این نتایج حاکی از آن است که حرکت به سمت ترکیب سبدهای سرمایه‌گذاری از بازارهای مختلف (بورس و رمزارزها) می‌تواند راهبرد مناسبی برای بهره‌گیری از تنوع و بازدهی پایدار باشد.

همچنین شایان ذکر است که شاخص کل بورس تهران از تاریخ ۹ مرداد ۱۴۰۳ لغایت ۹ شهریور ۱۴۰۳ رشد منفی ۱٫۱ درصدی را تجربه کرده است (شاخص از ۲٫۱۲۰ میلیون به ۲٫۰۹۸ رسیده است) و CVaR محاسبه حدود ۸ درصد (ماهانه) بوده است این در حالی است که در بازه اشاره شده سبدهای سرمایه‌گذاری بازدهی بالاتری را نشان می‌دهند.

در آخر میتوان گفت؛ در مقاله، از معیار ارزش در معرض ریسک شرطی (VCaR) استفاده شده که بر بررسی زیان‌های انتهایی در بدترین سناریوهای ممکن تمرکز دارد. این معیار به‌طور خاص برای تحلیل زیان‌های فراتر از حد معمول طراحی شده و به سرمایه‌گذاران کمک می‌کند تا تأثیر شوک‌های ناگهانی و شدید را مدیریت کنند. از آنجا که VCaR به‌طور ذاتی تمرکز بر ریسک‌های شدید دارد، بسیاری از نوسانات اقتصادی یا سیاسی که تأثیرات تدریجی دارند، ممکن است در اولویت تحلیل قرار نگیرند.

استفاده از مدل شبکه عصبی بازگشتی (RNN) که قابلیت یادگیری الگوهای زمانی پیچیده را دارد. استفاده از وقفه‌ها در این مدل‌ها به شما امکان می‌دهد که تأثیر وقایع قبلی بر رفتار فعلی متغیرها را لحاظ کنید. بنابراین، اگرچه متغیرهای اقتصادی یا سیاسی خاص به‌طور مستقیم در مدل

گنجانده نشده‌اند، وقفه‌های زمانی در RNN می‌توانند به صورت غیرمستقیم برخی از اثرات این عوامل را در مدل وارد کنند. این رویکرد انعطاف‌پذیری مدل را در شناسایی وابستگی‌های زمانی افزایش می‌دهد، ترکیب داده‌های بازدهی دارایی‌ها و استفاده از ابزارهایی مانند RNN و VCaR کمک کرده تا اثرات بسیاری از متغیرهای محیطی، حتی اگر به طور مستقیم گنجانده نشده باشند، به صورت غیرمستقیم در تحلیل بازتاب داده شوند. این موضوع به سادگی و دقت تحلیل کمک کرده است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش با استفاده از روش جارکو- برا توزیع بازدهی‌ها موردسنجش قرار گرفت و نتایج نشان می‌دهد که توزیع بازدهی دارایی‌ها غیرنرمال است، که نشان می‌دهد بازدهی دارایی‌ها، به خصوص رمز ارزها، اغلب از توزیع نرمال تبعیت نمی‌کنند. براساس محتوای مقاله حاضر، یافته‌های پژوهش با مطالعات پیشین در زمینه بهینه‌سازی سبد دارایی و استفاده از مدل‌های پیشرفته ریسک و بازدهی همخوانی دارد. در زیر به برخی از مطالعات مرتبط که در مقاله ذکر شده و تطابق یافته‌ها با آن‌ها اشاره می‌شود:

۱. مطالعات مربوط به بهینه‌سازی سبد دارایی و مدل مارکویتز:

○ یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که تنوع‌بخشی با استفاده از دارایی‌هایی با همبستگی پایین (مانند سهام و رمزارزها) می‌تواند ریسک کلی سبد را کاهش دهد و بازدهی را بهبود بخشد. این نتیجه با نظریه مارکویتز (۱۹۵۰) و تحقیقات مرتبط با آن (مانند فاما و فرنچ، ۱۹۹۶) همخوانی دارد، که به اهمیت تنوع‌بخشی برای کاهش ریسک غیرسیستماتیک اشاره کرده‌اند.

۲. استفاده از معیارهای پیشرفته مدیریت ریسک مانند VCaR:

○ مقاله شما استفاده از VCaR را برای ارزیابی زیان‌های انتهایی در شرایط بدترین سناریوها بررسی کرده است. این رویکرد با تحقیقاتی مانند راکفلر و یوریاسیو (۲۰۰۰) که کارایی

این معیار را برای مدیریت ریسک در دارایی‌های پرنوسان مورد تأکید قرار داده‌اند، همخوانی دارد.

۳. مدل‌های پیشرفته پیش‌بینی مانند RNN:

○ مقاله نشان می‌دهد که استفاده از RNN برای پیش‌بینی بازدهی و شناسایی الگوهای زمانی پیچیده در دارایی‌های مالی موثر بوده است. این یافته‌ها با مطالعاتی مانند بونسکی و چلباس (۲۰۲۴) که مدل ترکیبی GARCHNet با LSTM را برای بهبود پیش‌بینی ریسک و بازدهی ارائه داده‌اند و نشان داده‌اند که مدل‌های غیرخطی توانایی بیشتری در پیش‌بینی دارند، مطابقت دارد.

۴. نقش رمزارزها در تنوع‌بخشی سبد:

○ یافته‌های شما در مورد کاهش ریسک کلی سبد با افزودن رمزارزها به سبد سهام، با تحقیقاتی مانند لی و سو (۲۰۲۴) همخوانی دارد، که نشان داده‌اند رمزارزها به دلیل همبستگی پایین با دارایی‌های سنتی، می‌توانند در دوره‌های نوسان بازار به کاهش ریسک کمک کنند.

۵. مدل‌های پیشرفته ریسک شرطی:

○ استفاده از مدل‌های GARCH در مقاله برای محاسبه شدت ریسک شرطی با یافته‌های پنگ و کیم (۲۰۲۰) که به کارایی مدل‌های ترکیبی GARCH برای محاسبه دقیق‌تر ارزش در معرض ریسک اشاره دارند، تطابق دارد.

در ادامه این پژوهش به بررسی عملکرد دو نوع سبد سرمایه‌گذاری شامل سبد ترکیبی (سهام بورس تهران و رمزارزها) و سبد صرفاً سهامی در دو حالت حداقل ریسک و پذیرش ریسک بیشتر پرداخته است. نتایج نشان می‌دهد که:

۱. سبد ترکیبی (سهام و رمزارزها) در هر دو حالت بازدهی مثبت داشته است:

○ در حالت حداقل ریسک: بازدهی ۳٪ و ریسک ۸٪.

○ در حالت پذیرش ریسک بیشتر: بازدهی ۵٪ و ریسک ۱۱٪. این نتایج نشان‌دهنده تأثیر مثبت تنوع‌بخشی بین سهام و رمزارزها در ایجاد بازدهی پایدار و کاهش ریسک کلی است.

۲. سبد صرفاً سهامی بورس تهران:

○ در حالت حداقل ریسک: بازدهی منفی ۳٪ و ریسک ۶٪. این عملکرد ضعیف به دلیل محدودیت تنوع دارایی و وابستگی به سهام کم‌ریسک‌تر است.

○ در حالت پذیرش ریسک بیشتر: بازدهی ۹٪ و ریسک ۱۰٪. در این حالت، افزایش وزن سهام پرریسک‌تر بازدهی بیشتری به همراه داشته اما همچنان ریسک بالایی دارد.

۳. همبستگی پایین بین سهام و رمزارزها نشان داده است که ترکیب این دو نوع دارایی می‌تواند به کاهش ریسک سبد کمک کند. همچنین، رمزارزها به دلیل ویژگی‌های خاص خود (مانند نقدشوندگی بالا و دسترسی به بازارهای جهانی) پتانسیل مناسبی برای تنوع‌بخشی و افزایش بازدهی دارند.

پیشنهادهای

۱. حرکت به سمت سبد ترکیبی:

○ با توجه به نتایج، ترکیب سهام و رمزارزها می‌تواند گزینه بهتری برای سرمایه‌گذاران باشد. این ترکیب با کاهش همبستگی میان دارایی‌ها، به کاهش ریسک و افزایش پایداری بازدهی کمک می‌کند.

۲. استفاده از روش‌های پیشرفته برای بهینه‌سازی سبد:

○ به کارگیری مدل‌های RNN برای پیش‌بینی بازدهی و مدل GARCH برای ارزیابی شدت در معرض ریسک شرطی (CVaR) می‌تواند دقت تصمیم‌گیری در تخصیص دارایی‌ها را افزایش دهد و سبدی بهینه‌تر ارائه دهد.

۳. مدیریت ریسک با توجه به ویژگی‌های دارایی‌ها:

- با توجه به نوسانات بالای رمزارزها، وزن این دارایی‌ها در سبد باید بر اساس ویژگی‌ها ریسک‌پذیری سرمایه‌گذار تعیین شود. برای سرمایه‌گذارانی که ریسک‌گریزی کمتری دارند، افزایش وزن رمزارزها در سبد می‌تواند بازدهی بالاتری به همراه داشته باشد.
- ۴. پایش و به‌روزرسانی مداوم سبد سرمایه‌گذاری:
 - شرایط بازارهای مالی به سرعت تغییر می‌کند. بنابراین، سبد سرمایه‌گذاری باید به‌طور منظم بازبینی و بر اساس تغییرات بازار به‌روزرسانی شود.
- ۵. تحقیق بیشتر در مورد ترکیب‌های بهینه‌تر:

پیشنهاد می‌شود در مطالعات آینده، تأثیر ترکیب دارایی‌های متنوع‌تر (مانند اوراق قرضه یا دارایی‌های فیزیکی) در کنار سهام و رمزارزها بررسی شود تا استراتژی‌های جامع‌تری برای مدیریت سرمایه ارائه شود.

فهرست منابع

- Ardia, D., Boudt, K., Carl, P., Mullen, K., & Peterson, B. G. (2011). Differential evolution with DEoptim: an application to non-convex portfolio optimization. *The R Journal*, 3(1), 27–34. [doi: 10.32614/RJ-2011-002](https://doi.org/10.32614/RJ-2011-002).
- Arsi, S., Ben Khelifa, S., Ghabri, Y., & Mzoughi, H. (2022). Cryptocurrencies: Key risks and challenges. In *Cryptofinance: A new currency for a new economy* (pp. 121–145). World Scientific.
- Bao, T. Q., & My, B. T. T. (2019). Forecasting stock index based on hybrid artificial neural network models. *Science & Technology Development Journal-Economics-Law and Management*, 3(1), 52–57.
- Bariviera, A. F., Basgall, M. J., Hasperu , W., & Naiouf, M. (2017). Some stylized facts of the Bitcoin market. *Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications*, 484, 82–90.
- Briere, M., Oosterlinck, K., & Szafarz, A. (2015). Virtual currency, tangible return: Portfolio diversification with bitcoin. *Journal of Asset Management*, 16, 365–373. [doi: 10.1057/jam.2015.16](https://doi.org/10.1057/jam.2015.16).
- Buczynski, M., & Chlebus, M. (2024). GARCHNet: Value-at-Risk Forecasting with GARCH Models Based on Neural Networks. *Computational Economics*, 63(5), 1949–1979.
- Charfeddine, L., Benlagha, N., & Maouchi, Y. (2020). Investigating the dynamic relationship between cryptocurrencies and conventional assets: Implications for financial investors. *Economic Modelling*, 85, 198–217.
- Doodangeh, A., Sinaei, H., & Qasemiyeh, R. (2024). Optimized portfolio model based on prediction using CNN neural network and MSAD criterion in the Tehran Stock Exchange. *Strategic Budget and Finance Research*, 5(3), 11–30. [dor: 10.1001.1.27171809.1403.5.3.1.2](https://doi.org/10.1001.1.27171809.1403.5.3.1.2). [In Persian].
- Estrada, J. (2000). The cost of equity in emerging markets: a downside risk approach.
- Eskandari, R., Panahian, H., Eskandari, R., & Ghoddati, H. (2024). Evaluating the coverage capability of cryptocurrencies on investment risk in the coin and stock market in Iran. *Financial Research*. <https://doi.org/10.22059/frj.2024.364914.1007505>. [In Persian].
- Fallah, S., & Mir Fayz, Sh. (2019). Comparison of the efficiency of the mean-variance model and the Fama theory in optimizing investment portfolios in the Tehran Stock Exchange. *Business Management*, 42(11), 128–142. [In Persian].
- Fama, E. F., & French, K. R. (1996). Multifactor explanations of asset pricing anomalies. *The Journal of Finance*, 51(1), 55–84. [doi: 10.1111/j.1540-6261.1996.tb05202.x](https://doi.org/10.1111/j.1540-6261.1996.tb05202.x).
- Fama, E. F., & French, K. R. (1993). Common risk factors in the returns on stocks and bonds. *Journal of Financial Economics*, 33(1), 3–56. [doi: 10.1016/0304-405X\(93\)90023-5](https://doi.org/10.1016/0304-405X(93)90023-5).
- F  lez-Vi  as, E., Foley, S., Karlsen, J. R., & Svec, J. (2021). Better than Bitcoin? Can cryptocurrencies beat inflation? *Can Cryptocurrencies Beat Inflation*.
- Katina, J., Katin, I., & Komarova, V. (2024). Cryptocurrency price forecasting: a comparative analysis of autoregressive and recurrent neural network models. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 11(4), 425–436.
- Khan, F. I., Amyotte, P. R., & Amin, M. T. (2020). Advanced methods of risk assessment and management: An overview. *Methods in Chemical Process Safety*, 4, 1–34.
- Lee, H.-H., & Su, K.-K. (2024). Asset Allocation with Cryptocurrencies. In *Handbook of Investment Analysis, Portfolio Management, and Financial Derivatives: In 4 Volumes* (pp. 2795–2858). World Scientific.

- Letho, L., Chelwa, G., & Alhassan, A. L. (2022). Cryptocurrencies and portfolio diversification in an emerging market. **China Finance Review International**.
- Li, L. (2002). Macroeconomic factors and the correlation of stock and bond returns. **Available at SSRN 363641**.
- Lilhore, U. K., Manoharan, P., Sandhu, J. K., Simaiya, S., Dalal, S., Baqasah, A. M., Alsafyani, M., Alroobaea, R., Keshta, I., & Raahemifar, K. (2023). Hybrid model for precise hepatitis-C classification using improved random forest and SVM method. **Scientific Reports**, 13(1), 12473.
- Liu, J., & Serletis, A. (2019). Volatility in the cryptocurrency market. **Open Economies Review**, 30(4), 779–811.
- Lu, M., & Xu, X. (2024). TRNN: An efficient time-series recurrent neural network for stock price prediction. **Information Sciences**, 657, 119951.
- Javaheri, S., Shabani, A., & Qaemi Asl, M. (2024). Investigating the spillover effect of returns in three markets: Forex, cryptocurrency, and the Tehran Stock Exchange, using the time-varying parameters VAR model (TVP-VAR). **Strategic Budget and Finance Research**, 5(1), 31–56. [doi: 10.1001.1.27171809.1403.5.1.2.9](https://doi.org/10.1001.1.27171809.1403.5.1.2.9). [In Persian]
- Makarov, I., & Schoar, A. (2022). Cryptocurrencies and decentralized finance (DeFi). **Brookings Papers on Economic Activity**, 2022(1), 141–215.
- Mandala, J., Soehaditama, J. P., Hernawan, M. A., Yulihapsari, I. U., & Sova, M. (2023). Implementing the Capital Asset Pricing Model in Forecasting Stock Returns: A Literature Review. **Indonesian Journal of Business Analytics**, 3(2), 171–182.
- Markowitz, H. M. (1968). **Portfolio selection**. Yale university press.
- Mousavi Loulati, S. A., Ghanbari, H., & Mohammadi, O. (1403). Optimizing the investment portfolio using the semi-variance model with emphasis on positive potential (Case study: Tehran Stock Exchange). **Strategic Budget and Finance Research**, 5(1), 57-78. [doi: 10.1001.1.27171809.1403.5.1.3.0](https://doi.org/10.1001.1.27171809.1403.5.1.3.0). [In Persian]
- Peng, C., Kim, Y. S., & Mittnik, S. (2022). Portfolio Optimization on Multivariate Regime-Switching GARCH Model with Normal Tempered Stable Innovation. **Journal of Risk and Financial Management**, 15(5), 230. [doi: 10.3390/jrfm15050230](https://doi.org/10.3390/jrfm15050230).
- Rajabi Khanqah, A., Nikoomehram, H., Taqavi, M., & Mir Fayz, Sh., (2020). Evaluation of multivariate GARCH models in estimating value at risk for currency, stock, and gold markets. **Investment Knowledge**, 9(34), 15-39. [In Persian].
- Rockafellar, R. T., & Uryasev, S. (2000). Optimization of conditional value-at-risk. **Journal of Risk**, 2, 21–42. [doi: 10.21314/JOR.2000.043](https://doi.org/10.21314/JOR.2000.043).
- Saranj, A. and Nourahmadii, M. (2016). Estimating of value at risk and expected shortfall by using conditional extreme value approach in Tehran Securities Exchange. **Financial Research Journal**, 18 (3), 437-460. [doi: 10.22059/jfr.2016.62450](https://doi.org/10.22059/jfr.2016.62450)[In Persian].
- Tang, S. (2022). Measurement and Management of Interest Rate Risk of Commercial Banks: Based on VaR-GARCH Model of a Case Study of SHIBOR. **Scientific and Social Research**, 4(1), 89–100.

