دوفصلنامهٔ مطالعات و سیاست‌های اقتصادی
دوره یازدهم، شمارهٔ دو، پاییز و زمستان ۱۴۰۳
شمارهٔ پیاپی ۲۲، صص ۲۷۵-۳۰۳
مقالهٔ پژوهشی

The Journal of Economic Studies and Policies
Semi-annual, Vol. 11, No. 2, Fall 2024 & Winter 2025
Issue 22, pp. 275-303
Original Article

طراحی سبد بهینه پویای سرمایه‌گذاری با حداقل ریسک: شواهدی جدید از الگوی خودرگرسیون برداری متغیر در زمان

سعید فراهانی‌فرد*
ساناز رحیمی**
سهیل رودری***

Doi: https://doi.org/10.22096/esp.2025.2044734.1793

[تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۸/۱۱ ـ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۱/۲۳]

چکیده

این پژوهش با هدف طراحی سبد سرمایه‌گذاری بهینه برای کاهش ریسک و افزایش بازده صورت گرفته است. به این منظور، داده‌های ۱۰ شرکت فعال در بورس تهران در بازه زمانی ۱۳۹۵/۰۸/۰۸ تا ۱۴۰۲/۱۰/۰۲ با تواتر روزانه مورد تحلیل قرار گرفته‌اند. روش تحقیق مبتنی بر الگوی خودرگرسیون برداری متغیر در زمان (TVP-VAR) است که از رویکردهای حداقل واریانس (MVP)، حداقل همبستگی (MCP) و حداقل اتصال (MCoP) برای تدوین سبد سرمایه‌گذاری بهره می‌گیرد. یافته‌ها نشان می‌دهد که بازدهی انباشته پورتفوی در حالت حداقل واریانس بیشتر است. در شرایط عادی بازار، بیشترین وزن بهینه مربوط به شرکت‌های دماوند (۱۹%)، تاپیکو (۱۸%) و ثشاهد (۱۵%) بوده است؛ در حالی که در شرایط صعودی و نزولی بازار، ترکیب دارایی‌ها به‌طور قابل توجهی تغییر می‌کند. تحلیل وزن بهینه پویا نشان می‌دهد که برخی شرکت‌ها مانند شتران و تاپیکو در بازه‌های زمانی مشخص نقش کلیدی در پوشش ریسک ایفا می‌کنند. نتایج پژوهش تأکید دارد که استفاده از مدل‌های پویا و متغیر در زمان می‌تواند دقت تحلیل را افزایش دهد و انطباق بیشتری با واقعیت‌های بازار داشته باشد. همچنین، آموزش سرمایه‌گذاران در زمینه مدیریت پورتفوی پویا و استفاده از ابزارهای پیشرفته برای تنظیم سبد سرمایه‌گذاری پیشنهاد می‌شود. یافته‌ها دلالت‌هایی برای سیاست‌گذاران و فعالان بازار سرمایه دارد و بر ضرورت تدوین سیاست‌های سرمایه‌گذاری انعطاف‌پذیر تأکید می‌کند.

واژگان کلیدی: سبد سرمایه‌گذاری؛ بهینه‌سازی پویا؛ سرریز تلاطمات؛ الگوی TVP-VAR.
طبقه‌بندی موضوعی: G11, C32, C58, G15.

* استاد، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران. (نویسنده مسئول)
Email: s.farahanifard@qom.ac.ir
** دانشجوی دکتری علوم اقتصادی ، دانشکده علوم اقتصادی و اداری، دانشگاه قم، قم، ایران.
Email: s.rahimi@stu.qom.ac.ir
*** دانش آموخته دکتری علوم اقتصادی، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی، مشهد، ایران.
Email: soheil.roudari@gmail.com

۱. مقدمه

طراحی سبد بهینه سرمایه‌گذاری و مدیریت نحوه پوشش ریسک میان دارایی‌ها از چالش‌های مهم در حوزه مالی محسوب می‌شود. با توجه به همبستگی میان دارایی‌ها و اثر سرریز (Spillover) آنها بر یکدیگر، ضروری است که ترکیبی مناسب از دارایی‌ها انتخاب شود.[۱] در طراحی سبد بهینه سرمایه‌گذاری، باید در نظر داشت که بازار سرمایه تحت تأثیر رخدادهای سیاسی، اقتصادی، اجتماعی، داخلی، خارجی و حتی حوزه بهداشت و سلامت به‌شدت دچار تلاطم می‌شود. بروز تلاطمات در یک دارایی ممکن است به سایر دارایی‌ها منتقل شود که علیت و شدت انتقال و دریافت نوسان در طول زمان و شرایط بازدهی مثبت یا منفی می‌تواند متفاوت باشد.[۲] ازاین‌رو تحلیل تأثیرگذاری و تأثیرپذیری دارایی‌ها و شناسایی نحوه انتقال و دریافت ریسک میان آنها در طی زمان از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است. شناخت ساختار اتصالات و سرریز تلاطمات می‌تواند به سرمایه‌گذاران در انتخاب سبد دارایی بهینه و به سیاست‌گذاران در تدوین سیاست‌های مالی و به الگوسازان در قیمت‌گذاری دارایی‌ها کمک شایانی کند.

بر این اساس، دستیابی به ترکیب بهینه سبد سرمایه‌گذاری مستلزم شناخت دقیق رفتار سهام نسبت به یکدیگر یا به عبارت دیگر، درک ارتباط میان بازدهی دارایی‌ها در سبد سرمایه‌گذاری است. ازاین‌رو ضروری است که تغییرات ارتباط میان بازدهی دارایی‌ها در طول زمان بررسی شود و مشخص شود که در کدام بازه‌های زمانی امکان متنوع‌تر کردن سبد سرمایه‌گذاری فراهم بوده است. همچنین لازم است وزن بهینه استاتیک دارایی‌ها در سه حالت روند عادی بازارها، بازارهای خرسی و گاوی براساس سه رویکرد حداقل واریانس، حداقل همبستگی و حداقل اتصال تعیین شود. علاوه بر این، بررسی وزن بهینه پویا هر یک از دارایی‌ها براساس این سه رویکرد اهمیت ویژای دارد. از سوی دیگر، نحوه پوشش ریسک پویا میان دارایی‌ها با توجه به موقعیت نگهداری کوتاه‌مدت و بلندمدت هر یک از دارایی‌ها به‌صورت دو به دو، باید مشخص شود. در نهایت، مقایسه بازدهی انباشته سبدهای سرمایه‌گذاری براساس سه رویکرد حداقل واریانس، حداقل همبستگی و حداقل اتصال

---

۱. زهرا پوراحمدی و امیرعباس نجفی، «بهینه‌سازی پویای سبد سرمایه‌گذاری با توجه به هزینه معاملات»، *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار ۶*، شماره ۲۴ (۱۳۹۴): ۱۵۲-۱۷۲.

۲. علی حسینی ابراهیم‌آباد و دیگران، «بررسی سرریزهای تکانه و تلاطم میان شاخص‌های منتخب بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل Asymmetric Bekk – Garch»، *مجله مطالعات اقتصادی کاربردی ایران* ۸، شماره ۲۹ (۱۳۹۸): ۱۲۳- ۱۵۵.

می‌تواند دیدگاه جامعی برای ارزیابی عملکرد این رویکردها ارائه دهد.

طراحی سبد بهینه سرمایه‌گذاری در مطالعات مختلف بـا اسـتفاده از روش‌هـای متنـوعی انجام شده است. با این حال، ضروری است از روشی بهره گرفته شود که بتوانـد بـه‌طور دقیـق تأثیرگذاری و تأثیرپذیری میان دارایی‌های مختلف را با در نظر گرفتن سطوح متفاوت ریسک و تغییرات زمانی در دوره‌های مختلف بررسی کند. مدل خودرگرسیون برداری با رویکرد ضرایب متغیـر در زمـان (Time – Varying Parameters – Vector Autoregressive (TVP – VAR) ازجمله روش‌هایی است که مزایای قابل توجهی نسبت بـه سـایر مـدل‌ها دارد. ایـن مدل امکان تغییر ضرایب تخمین را در طول زمان فراهم می‌کند، به‌طوری که پارامترهای مـدل می‌توانند به‌طور انعطاف‌پذیر نسبت به تغییرات زمانی تنظیم شوند.[۳] این ویژگی باعث مـی‌شـود تا پویایی‌های زمانی بـه‌خوبی ارزیـابی شـوند و مشـخص شـود کـه آیـا ضـرایب رگرسـیون در دوره‌های مختلف زمانی ثابت باقی می‌مانند یا متغیر هستند.[٤] با توجه به تغییرات ادواری سـبد سرمایه‌گذاری ناشی از رخدادهای اقتصادی و مـالی، اسـتفاده از ضـرایب متغیـر در زمـان بـه دستیابی نتایج دقیق‌تر کمک می‌کند. در این راستا پژوهش حاضر با هدف رفع خلأ مطالعـاتی موجود از سه رویکرد حداقل اتصـال ((Minimum Connectedness Portfolio (MCoP)، حداقل واریانس ((Minimum Variance Portfolio(MVP)) و حداقل همبستگی ((MCP) Minimum Corrolation Portfolio) براساس مطالعه براداستاک و همکاران[٥] در سال ۲۰۲۲ و همچنین رویکرد TVP-VAR مبتنـی بـر مطالعـه آنتوناکـاکیس و همکـاران[٦] در سـال ۲۰۲۰ استفاده کرده است. دوره زمانی این پژوهش ۱۳۹۵/۰۸/۰۸ تا ۱۴۰۲/۰۲/۱۰ است. با توجه به مزایای این روش می‌توان اذعان داشت که رویکرد مورد استفاده در این مطالعـه در مقایسـه بـا تکنیک‌های مورد استفاده در مطالعات قبلی از توانمندی بیشـتری برخـوردار اسـت و نتـایجی

---

۳. عزیز آرمن، ابراهیم انواری، و سامره راکی کیانپور، «مدل‌سازی شاخص پویای شرایط مالی و بررسی اثرگـذاری آن بـر قابلیت پیش‌بینی بازده سهام ایران»، *مجله مدیریت دارایی و تأمین مالی* ۱۰، شماره ۱ (۱۴۰۱): ۴۷-۷۲.

4. Abhinav Gupta, Sucheta Nadtarni, and Misha Mariam, "Dispositional Sources of managerial discreation CEO ideology, CEO personality and firm strategies," *Administrative Science Quarterly* 64, no. 4 (2019): 855-893.

5. David C. Broadstock, Chatziantoniou Ioannis, and Gabauer David, "Minimum connectedness portfolios and the market for green bonds: Advocating socially responsible investment (SRI) activity," *SSRN Electronic* (2020).

6. Nikolaos Antonakakis, Ioannis Chatziantoniou, and David Gabauer, "Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector autoregressions," *Risk and Financial Management* 13, no. 4 (2020): 84.

دقیق‌تر و قابل اتکاتری ارائه می‌دهد. بـه عـلاوه، اسـتفاده از مـدل TVP-VAR مـی‌توانـد بـه سرمایه‌گذاران در مدیریت بهینه پورتفوی کمک کند و منجر به ایجاد سبد سهامی کارآمد شـود که این امر می‌تواند به تحول در بازار سرمایه و افزایش کارایی آن منجر شود.

در راستای واکاوی ابعاد مختلف موضوع، مقاله حاضر در شش بخش سـازمان‌دهی شـده است. در بخش دوم، ادبیات موضوع مطرح شده است. در بخش سوم، پیشینه مطالعات مـورد بررسی قرار گرفته است. در بخش چهارم، روش تحقیق و مدل‌های بـرآوردی مـورد تجزیـه و تحلیل قرار گرفتند. در بخش پنجم، یافته‌های ناشی از برآورد مدل به‌صورت اسـتاتیک و پویـا ارائه شده است. در نهایت، در بخش پایانی، بحث و جمع‌بندی ارائه می‌شود.

۲. ادبیات موضوع

در بازار سرمایه، عمده‌ترین مسئله‌ای که سرمایه‌گذاران و مدیران مـالی بـا آن مواجـه هسـتند، طراحی سبد سرمایه‌گذاری بهینه است که در رابطه با نحوه تخصیص سـرمایه بـه دارایـی‌هـای مختلف و تشکیل یک پرتفوی کارا بحث می‌کند. الگوها و روش‌هـای مختلفـی از زمـان ارائـه کار اولیه مارکویتز[۷] تاکنون برای انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه معرفـی شـده‌اند. از دیـدگاه مارکوویتز، تنوع‌بخشی شامل اوراق با حداقل همبستگی مثبـت بـه‌منظور کـاهش ریسـک در سبد سهام، بدون از دست دادن بازده سهام است.[۸] وی سعی کرد سبد سرمایه‌گذاری انتخاب کند که در مقدار بازده مورد انتظار کمترین نوسان را نسبت به بازده داشته باشـد و آن را مـرز کارآ نامید. ترکیب بهینه پرتفوی برای هر سرمایه‌گذار، نقطه‌ای روی مرز کارآ است که بـا یکـی از منحنی‌های بی‌تفاوتی آن مماس باشـد. اگرچـه مـدل حـداقل واریـانس مـارکوویتز از نظـر کاربردی اساسی است، اما به دلیل محدودیت‌ها و نقاط ضـعف متعـددی کـه دارد، توسـعه آن ضروری به نظر می‌رسد.[۹]

رویکرد حداقل همبستگی، یکی دیگر از روش‌های بهینه‌سازی سبد سهام است که بـا بـه

---

7. Harry M. Markowitz, *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments* (New York: John Wiley & Sons, 1959).

8. Hatemi-J Abdulnasser, Roca Eduardo, and Mustafa Alan, "Portfolio diversification impact of oil and asymmetric interaction between oil, equity and bonds in the global market: fresh evidence from alternative approaches," *Economic Studies* 50, no. 4 (2023): 790-805.

۹. رضا طالبلو و دیگران، «برآورد ریسک سیستمی و سرریز تلاطمات در صنایع بورسی و کاربرد آن در سبد سازی بهینـه: رویکرد TVP-VAR»، *مجله پژوهش‌های اقتصادی ایران* (۱۴۰۳).

حداقل رساندن همبستگی میان دارایی‌ها و کاهش ریسک به دنبال بهینه‌سازی سبد سهام است. این رویکرد وزن‌های پرتفوی را با استفاده از ماتریس همبستگی شرطی به جای ماتریس کوواریانس شرطی به دست می‌آورد.[۱۰] رویکرد حداقل همبستگی یک رویکرد پرکاربرد برای توسعه سبد دارایی‌ها است که درواقع وزن پرتفوی در این نمونه با به حداقل رساندن همبستگی‌های شرطی تعیین می‌شود.

جریان سرمایه‌گذاری در دارایی‌های مختلف تحت تأثیر شرایط کلان اقتصادی و سیاسی است و سرمایه‌گذاران با تحلیل این عوامل، اقدام به خرید و فروش سهام می‌کنند. از عوامل مهمی که می‌تواند در بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری تأثیر داشته باشد، اثر سرریز بازده و ریسک یک بازار بر بازار دیگر یا بخشی از بازار بر بخش دیگر بازار است.[۱۱] ارتباط و اثرات سرریز نوسانات میان دارایی‌های مختلف در طول زمان می‌تواند بازدهی دارایی‌های دیگر را تحت تأثیر قرار دهد و سرمایه‌گذاران این اثرات را در تصمیمات خود مدنظر قرار می‌دهند. در خصوص دارایی‌های مختلف، می‌توان بیان کرد که بروز نوسان در یک دارایی می‌تواند از طریق تغییر عرضه و تقاضای سرمایه‌گذاران سبب تأثیر بر سایر دارایی‌ها شود.[۱۲] سرمایه‌گذاران علاوه بر در نظر گرفتن بازده سرمایه‌گذاری به اثرات متقابل و نوسانات هر یک از بازارها نیز توجه می‌کنند و هنگام بروز تغییرات در بازدهی یا نوسانات، رفتار سرمایه‌گذاری خود را تغییر می‌دهند.[۱۳] از سوی دیگر، اثرات متقابل نوسانات دارایی‌های مالی نه‌تنها سبب انتقال جریان سرمایه‌گذاری میان حوزه‌های مختلف می‌شود، بلکه می‌تواند بر فضای کلی اقتصاد نیز اثرگذار باشد. سرمایه‌گذاران می‌توانند دارایی‌هایی که کمترین سرریز یا همبستگی منفی دارند را هدف قرار دهند و بر این اساس، تصمیمات خود را در راستای بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری اصلاح کنند.[۱۴] در این راستا شناخت نادرست ارتباط متقابل بازارها می‌تواند منجر به اتخاذ

---

10. Peter Christoffersen et al., "Correlation dynamics and international diversification benefits," *Forecasting*, no. 30 (2014): 807-824.

۱۱. سپیده کرمی و محمدعلی رستگار، «تخمین اثر سرریز بازده و نوسانات صنایع مختلف بر روی یکدیگر در بازار بورس تهران»، *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار* ۹، شماره ۳۵ (۱۳۹۷): ۳۲۳-۳۴۲.

12. M. Arouri, J. Jouini, and DK Nguyen, "Volatility spillovers between oil prices and stock sector returns: Implications for portfolio management," *Journal of International Money and Finance*, no. 30 (2011): 1387-1405.

۱۳. امیرمهدی هاشمی و دیگران، «رابطه سرریز شبکه‌ای بازدهی بازارهای سرمایه‌گذاری با رویکرد دیبولد و یلماز»، *مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار* ۱۱، شماره ۴۴ (۱۳۹۹): ۴۴۶ ـ ۴۷۸.

14. Konstantinos Gkillas, Dimitrios I. Vortelinos, and Tahir Suleman, "Asymmetries in the African financial markets," *Multinational Financial Management*, no. 45 (2018): 72-87.

سیاست‌های سرمایه‌گذاری و اقتصادی اشتباه شود.[۱۵] بنابراین، ضرورت دارد رویکردهای مختلف مدیریت سبد سرمایه‌گذاری، ارتباط میان دارایی‌ها و تغییرات آنها در طول زمان را در نظر بگیرند. این ضرورت شامل تعیین وزن بهینه استاتیک و پویا هر یک از دارایی‌ها به‌صورت تکی یا دو به دو با تغییر افق زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت و همچنین بررسی نحوه پوشش ریسک پویا میان دارایی‌ها می‌شود. در همین راستا برودستاک و همکاران در سال ۲۰۲۰ مدل حداقل اتصالات (MCoP) را برای برآورد سبد بهینه ارائه دادند. این رویکرد با اختصاص وزن‌های بالاتر به دارایی‌هایی که تأثیر کمتری بر سایر دارایی‌ها دارند، ارتباط میان دارایی‌ها را به حداقل می‌رساند.[۱۶] چنین رویکردی به سرمایه‌گذاران اجازه می‌دهد تا پویایی ریسک و بازده متغیر طی زمان را کشف کنند و تأثیر رویدادها و شوک‌های اقتصادی را بر استراتژی سبد سهام آشکار کنند.[۱۷] همچنین مدل خودرگرسیون برداری با رویکرد ضرایب متغیر در زمان (TVP-VAR) به دلیل انعطاف‌پذیری بالا و قابلیت تحلیل پویا ابزار مناسبی برای مطالعه این موضوع است. این مدل به سرمایه‌گذاران امکان می‌دهد وزن‌های بهینه دارایی‌ها را با توجه به پویایی زمانی تعیین کنند و از این راه، تصمیمات سرمایه‌گذاری کارآمدتری اتخاذ کنند. پیشینه پژوهش در ادامه ارائه شده است.

۳. پیشینه پژوهش

آرغا و همکاران در سال ۱۳۹۸ به «بررسی همبستگی شرطی پویا میان دارایی‌های مختلف با بازدهی شاخص قیمت سهام در ایران» در دوره زمانی ۱۳۹۶/۰۲ -۱۳۸۰/۰۱ به‌صورت ماهانه با استفاده از الگوی ((Dynamic Conditional Correlation (DCC-FIAPARCH Fractionally Integrated Asymmetric Power ARCH) پرداختند. براساس نتایج،

15. G. Andrew Karolyi, "A multivariate GARCH model of international transmissions of stock returns and volatility, The case of the United States and Canada," *Business & Economic Statistics*, no. 13 (1995): 11-25.

16. Lan Bai et al., "Diversification effects of China's carbon neutral bond on renewable energy stock markets: A minimum connectedness portfolio approach," *Energy Economics*, no. 123 (2023).

17. Aviral Kumar Tiwari et al., "Green bond, renewable energy stocks and carbon price: Dynamic connectedness, hedging and investment strategies during COVID-19 pandemic," *Hedging and Investment Strategies during COVID-19 pandemic* (August 1, 2021); Mohammad Abdullah, Mohammad Ashraful Ferdous Chowdhury, and Zunaidah Sulong, "Asymmetric efficiency and connectedness among green stocks, halal tourism stocks, cryptocurrencies, and commodities: Portfolio hedging implications," *Resources Policy* 81 (2023): 103419.

ضریب همبستگی پویای شرطی بازده فلزات، تولیدات صنعتی و مس با بازده سهام مثبت و معنادار است؛ بنابراین برای پوشش ریسک بهتر است همزمان در یک سبد خرید و فروش قرار نگیرند.

آشنا و لعل خضری در سال ۱۳۹۹ به «بررسی همبستگی پویای شاخص نااطمینانی سیاست اقتصادی جهانی با نوسانات بازارهای ارز، سهام و سکه در ایران» در دوره ۱۳۹۸/۱۲ - ۱۳۸۱/۱ با استفاده از الگوی DCC-GARCH پرداخته‌اند. نتایج بیان می‌دارد نوسانات سیاست اقتصادی جهانی اثر معنادار بر نوسانات بازارهای ارز، سهام و سکه دارد. به گونه‌ای که تأثیر مثبت بر نوسانات قیمت سکه و تأثیر مثبت و منفی (بسته به دوره زمانی) بر بازار ارز و سهام داشته است.

محسنی و بت‌شکن در سال ۱۳۹۹ به «بررسی همبستگی شرطی میان صنایع در بازار سرمایه با استفاده از الگوی گارچ چند متغیره (VECH-BEKK GARCH)» در دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۹۷ پرداختند. نتایج نشان داد که صنعت بانک با صنعت دارویی، مخابرات و سرمایه‌گذاری رابطه مثبت و با صنایع عرضه برق و گاز و همچنین وسایل ارتباطی، دارای همبستگی شرطی منفی است.

دادمهر و همکاران در سال ۱۴۰۰ به «بررسی سرایت میان بازارهای پولی و مالی در ایران» در دوره ۱۳۸۶-۱۳۹۶ با داده‌های روزانه با استفاده از الگوی FIAPARCH پرداختند. نتایج نشان می‌دهد رخدادهای سیاسی داخلی تأثیری در بروز شوک بازارهای پولی و مالی نداشته، اما اثر سرایت میان این بازارها تأیید شده است. همچنین وجود رفتار گله‌ای بین سرمایه‌گذاران در دوره‌های تلاطم، تأیید شده است.

مهاجری و طالبلو در سال ۱۴۰۱ با استفاده از مدل TVP-VAR به بررسی ارتباط بین ۱۲ صنعت در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته‌اند. نتیجه مطالعه آنها بیانگر آن است که بیش از ۵۶ درصد از واریانس خطای پیش‌بینی به تغییرات بین‌بخشی مربوط است. همچنین، فلزات اساسی و سرمایه‌گذاری انتقال‌دهنده‌های شوک و قند و شکر و سرامیک پذیرندگان شوک در بازه، مورد بررسی بوده‌اند.

رودری و همکاران در سال ۱۴۰۱ به «بررسی فراوانی-زمان سرریز نوسانات میان نرخ ارز، تورم، قیمت سهام و مسکن در ایران با استفاده از رویکرد خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در زمان (Time-Varying Parametrs-Vector Autoregressive)» در مقیاس-

زمان‌های مختلف پرداختند. نتایج نشان داد که عمده ارتباط میان نوسانات متغیرهای مورد بررسی به‌صورت کوتاه‌مدت بوده است. چنانچه نوسانات کوتاه‌مدت ارز ادامه‌دار باشد و منجر به ایجاد نوسانات تورم و قیمت مسکن شود در میان‌مدت نوسانات تورم و قیمت مسکن زمینه انتقال نوسان به نرخ ارز را ایجاد خواهد کرد و با افزایش نوسانات ارزی، بازار سهام به‌شدت متلاطم خواهد شد.

طالبلو و همکاران در سال ۱۴۰۳ به «برآورد ریسک سیستمی و سرریز تلاطمات در صنایع بورسی و کاربرد آن در سبدسازی بهینه با رویکرد TVP-VAR» با استفاده از داده‌های روزانه برای ۲۰ صنعت بورسی پرداختند. نتایج نشان داد که اولاً ریسک سیستمی در بازار سهام ایران قابل ملاحظه است و در سه سال گذشته به ارقام بی‌سابقه ۸۰ درصدی نیز رسیده است. ثانیاً چهار صنعت صادراتی بزرگ (پتروشیمی، فلزات، معادن و پالایشگاه) قوی‌ترین اتصالات زوجی را تجربه می‌کنند و در میان آنها فلزات اساسی در نقش یکی از انتقال‌دهندگان مهم تلاطمات به کل شبکه سهام ظاهر می‌شود. ثالثاً سبد سهام مبتنی بر روش حداقل اتصالات در مقایسه با روش‌های حداقل واریانس و حداقل همبستگی، عملکرد بهتری را براساس معیارهای بازدهی تجمعی و اثربخشی هج (پوشش) از خود به نمایش می‌گذارد.

یونوس (Yunus) در سال ۲۰۲۰ به «بررسی ارتباط میان طلا، سهام، اوراق قرضه و مسکن» در آمریکا پرداخت. نتایج بلندمدت نشان می‌دهد طلا در قبل از بحران مالی (۱۹۸۵-۲۰۰۷) پوشش ریسک مناسبی برای سایر دارایی‌ها نبوده است؛ اما در دوره کوتاه‌مدت و در بحران مالی (۲۰۰۷-۲۰۰۹) طلا حداقل تأثیر را از شوک متغیرهای کلیدی اقتصادی پذیرفته است و نشان می‌دهد که طلا پناهگاه امن ضعیف (Weak Safe Haven) بوده است.

لیو (Liow) و همکاران در سال ۲۰۲۱ به «بررسی ارتباط نوسانات و وابستگی بازاری میان بازارهای مالی عمده در چین با استفاده از الگوی TVP-VAR» پرداختند. نتایج نشان داد بازارهای مسکن، سهام، اوراق قرضه، ارز و آتی کالایی دارای ارتباط قوی میان نوسانات نیستند. بیشترین میزان انتقال نوسانات مربوط به بازار اوراق قرضه و بیش‌ترین میزان دریافت نوسانات مربوط به آتی کالایی بوده است. همچنین انتقال سرریز نوسانات میان بازارهای مختلف در طی سه بحران مالی مورد مطالعه بیشتر بوده است.

احمد و هو (Ahmed and Huo) در سال ۲۰۲۱ در تحقیقی به «بررسی انتقال نوسان بین بازارهای نفت، کامودیتی و بازارهای سهام با استفاده از مدل VAR-BEKK-GARCH»

پرداختند. یافته‌های پژوهش آنها نشان‌دهنده سرریز یک‌طرفه بازده از بازار نفت به بازار سهام و سرریز یک‌طرفه بازده از بازار سهام چین و بازار نفت به شاخص کالاها در چین بود. عدم وجود سرریز بازده بین طلا و بازار سهام (نفت) نقش سرمایه‌گذاری مطمئن در طلا را اثبات کرد؛ همچنین نتایج سرریزی دوطرفه نوسان و شوک بین بازارهای نفت و سهام و سرریزی یک‌طرفه از بازار سهام و نفت به بازار کالا را نشان داد؛ علاوه بر این هیچ شواهدی از اثرات سرریز از بازارهای کالایی به بازارهای سهام و نفت مشاهده نشد.

تیواری (Tiwari) و همکاران در سال ۲۰۲۱ در مطالعه خود «اتصالات میان اوراق قرضه سبز، قیمت کربن و سهام انرژی‌های تجدیدپذیر» را بررسی کرده‌اند. آنها نشان دادند که رویکرد حداقل اتصالات دارای بالاترین نسبت شارپ است و بهترین عملکرد را در مقایسه با دو رویکرد سنتی دیگر دارد.

کائو (Cao) و همکاران در سال ۲۰۲۲ با استفاده از رویکرد Asymmetric TVP-VAR «سرریز ریسک بین رمز ارزها و بازار مالی چین» را مورد مطالعه قرار داده‌اند. نتیجه مطالعه آنها بیانگر آن است که در حالت تقارن اثر رمز ارزها بر بازار چین بیشتر از حالت عکس آن بوده است. همچنین، نوسانات منفی در این مطالعه قوی‌تر از نوسانات مثبت ارزیابی شده‌اند.

رحمان (Rehman) و همکاران در سال ۲۰۲۳ «ارتباط بین بازار آتی آلومینیوم، طلا، مس و روی» را در بازه ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۱ و با مدل TVP-QVAR بررسی کرده‌اند. نتیجه مطالعه آنها بیانگر آن است که طلا مهم‌ترین انتقال‌دهنده و مس و روی مهم‌ترین پذیرنده ریسک بوده‌اند.

آلشاتر (Alshater) و همکاران در سال ۲۰۲۳ ارتباط بین صنایع IT در جهان از ۱۵ ژانویه ۲۰۱۶ تا ۲۴ ژوئن ۲۰۲۲ را با استفاده از مدل W-TVP-VAR (Wavelet-Time Varying Parametr-VAR) مورد مطالعه قرار داده‌اند. بنابر نتایج به‌دست‌آمده از این مطالعه، نوسانات به آهستگی در بین بازارها منتقل می‌شود و تا بیست روز دوام دارد. همچنین، نتایج مؤید وجود عدم تقارن در بازدهی‌های مثبت و منفی است.

وی (Wei) و همکاران در سال ۲۰۲۳ در مقاله خود «اتصال پویا را در بین نفت خام، سهمیه انتشار کربن و بازارهای کالاهای کشاورزی» مورد مطالعه قرار دادند و برای سبدسازی از تکنیک حداقل اتصالات استفاده کردند.

با بررسی پیشینه مطالعاتی مشخص شد که اگرچه روش‌های مختلفی برای طراحی سبد بهینه سرمایه‌گذاری ارائه شده است، اما بسیاری از آنها از تحلیل پویای تغییرات و

همچنین پوشش ریسک پویا میان دارایی‌ها در طی زمان غفلت کرده‌اند. بر این اساس، سؤالات پژوهش به شرح زیر مطرح می‌شوند:

۱. ارتباط میان بازدهی دارایی‌ها در طول زمان چگونه تغییر می‌کند؟

۲. در کدام سال‌ها امکان متنوع‌تر کردن سبد سرمایه‌گذاری وجود داشته است؟

۳. وزن بهینه استاتیک و پویا هر یک از دارایی‌ها در سه رویکرد حداقل واریانس، حداقل همبستگی و حداقل اتصالات چگونه است؟

۴. پوشش ریسک پویا میان دارایی‌ها با توجه به موقعیت نگهداری کوتاه‌مدت و بلندمدت چگونه است؟

۵. بازدهی انباشته سبدهای سرمایه‌گذاری در سه رویکرد مذکور چه تفاوت‌هایی دارد؟

این سؤالات تلاش می‌کنند تا به خلأهای موجود پاسخ داده و با بهره‌گیری از مدل TVP-VAR، تحلیل دقیق‌تری از ساختار و پویایی‌های سبد سرمایه‌گذاری ارائه دهند.

۴. روش‌شناسی پژوهش

در پژوهش حاضر از رویکرد خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در زمان در سه حالت حداقل واریانس (MVP)، حداقل همبستگی (MCP) و حداقل اتصال (MCoP) برای تدوین و طراحی سبد سرمایه‌گذاری پویا استفاده شده است. بر این اساس در پژوهش حاضر، ده شرکت حاضر در بورس (شتران (shetran)، دماوند (damavand)، فخوز (fakhoz)، فاراک (farak)، حفاری (hafari)، همراه (hamrah)، سمگا (semega)، ثشاهد (seshahed)، تکشا (taksha)، تاپیکو (tapico)) به‌عنوان یک سبد سرمایه‌گذاری فرضی در دوره زمانی ۱۳۹۵/۰۸/۰۸-۱۴۰۲/۰۲/۱۰ با تواتر روزانه به کار گرفته شده‌اند. لازم به ذکر است آمار و اطلاعات مربوط به شرکت‌های مورد بررسی از سامانه اطلاعات مالی ایران (Fipiran) جمع‌آوری شده است. دلیل انتخاب بازه زمانی در نظر گرفته شده نیز وجود اتفاقات اقتصادی (تغییر زیاد در متغیرهای کلان اقتصادی)، سیاسی (برجام و تشدید تحریم) و همچنین بروز پاندمی کووید-۱۹ است. روش پژوهش حاضر کاربردی - توصیفی است.

در ابتدا مدل TVP-VAR تخمین زده خواهد شد که با استفاده از آن، ماتریس‌های واریانس - کواریانس متغیر طی زمان به روش آنتوناکسیس و همکاران در سال ۲۰۲۰ به دست

می‌آید. در مرحله دوم، تجزیه و تحلیل واریانس مشابه دیبولد و یلماز[۱۸] به کار گرفته می‌شود که امکان بررسی دقیق اتصالات و سرریزها را فراهم می‌کند. در مرحله سوم، سه روش شامل سبد دارایی حداقل واریانس (MVP)، سبد دارایی حداقل همبستگی (MCP) و سبد دارایی حداقل اتصالات (MCoP) برای تشکیل سبد بهینه سهام به کار گرفته می‌شود.[۱۹]

برای سادگی، ما این را در قالب یک VAR مرتبه اول ارائه می‌کنیم؛ بنابراین مدل TVP-VAR را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$1)\ y_t = \emptyset_{ty_{t-1}} + e_t \ ،\quad e_t|F_{t-1}\sim N(0،H_t)$$

$$2) vec(\phi_t) = vec(\phi_{t-1}) + \zeta_t \ ،\ \zeta_t|F_{t-1}\sim N(0،\Xi_t)$$

پارامترهای متغیر با زمان و واریانس‌های خطای متغیر با زمان، اجزای اساسی برای توابع پاسخ ضربه تعمیم‌یافته (GIRF) و تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی تعمیم‌یافته (GFEVD) هستند که توسط کوپ و همکاران[۲۰] و پسران و شین[۲۱] توسعه یافته‌اند که رویکرد ارتباطی دیابولد و یلماز در سال‌های ۲۰۱۲ و ۲۰۱۴ بر آن استوار است. برای به دست آوردن GIRF و GFEVD، ابتدا باید TVP-VAR را با اعمال قضیه نمایش Wold به نمایش TVP-VMA تبدیل کنیم که بیان می‌کند GIRFs i j,t (K) که در آن K افق پیش‌بینی است که ساختار/ ترتیب خطاها را فرض نمی‌کنند یا به آن وابسته نیستند و بنابراین رویکرد قوی‌تری برای تفسیر مدل‌های VAR نسبت به IRF های استاندارد، که به ترتیب متغیرهای واردشده به سیستم اقتصادسنجی حساس هستند، ارائه می‌کنند.

$$3)\ z_t = \sum_{i=1}^{p} \emptyset_{it}\, z_{t-i} + e_t = \sum_{j=1}^{\infty} \Lambda_{jt}\, e_{t-j} + e_t$$

رویکرد GIRF تفاوت پویایی بین همه متغیرهای j را نشان می‌دهد. از نظر ریاضی، این می‌تواند به‌صورت معادله ۴ بیان شود:

---

18. Francis X. Diebold and Kamil Yilmaz, "Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers," *Forecasting* 28, no. 1 (2012): 57-66; Francis X. Diebold and Kamil Yilmaz, "On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms," *Econometrics* 182, no. 1 (2014): 119-134.

19. Broadstock, Ioannis, and David, "Minimum connectedness portfolios."

20. Gary Koop, M. Hashem Pesaran, and Simon M. Potter, "Impulse response analysis in nonlinear multivariate models," *Econometrics* 74, no. 1 (1996): 119-147.

21. H. Hashem Pesaran and Yongcheol Shin, "Generalized impulse response analysis in linear multivariate models," *Economics letters* 58, no. 1 (1998): 17-29.

$$4)\mathrm{GIRF_t}\left(\mathrm{K}، \sqrt{\mathrm{H_{jj،t}}} ، \mathrm{F_{t-1}}\right)=\mathrm{E}\left(\mathrm{y_{t+k}}|\epsilon_{\mathrm{j،t}}=\sqrt{\mathrm{H_{jj،t}}} ، \mathrm{F_{t-1}}\right)\text{-}\mathrm{E}\left(\mathrm{y_{t+J}}|\mathrm{F_{t-1}}\right)$$

$$5)\ \psi_{j،t}(K)=H_{jj،t}^{-\frac{1}{2}}\Lambda_{k،t}H_t\epsilon_{j،t}$$

متعاقباً GFEVD ψij,t (K) سهم منحصر به فرد هر یک از متغیرها را در واریانس خطای پیش‌بینی متغیر i نشان می‌دهد که به این صورت تفسیر می‌شود که چقدر بر حسب درصد، یک متغیر بر واریانس خطای پیش‌بینی متغیر دیگر تأثیر می‌گذارد. این را می‌توان به‌صورت معادله ۶ بیان کرد:

$$6)\ \psi_{ij،t}(K)=\frac{\sum_{t=1}^{K-1}\Psi_{ij،t}^2}{\sum_{j=1}^{m}\sum_{t=1}^{K-1}\Psi_{ij،t}^2}\ ،\quad \sum_{j=1}^{m}\psi_{ijt}\,(K)=1\ ،\quad \sum_{i،j=1}^{m}\psi_{ij،t}\,(K)=m$$

با این معیارها برای GIRF و GFEVD که در دسترس است، می‌توان بیان کرد که چه مقدار متغیر i تحت تأثیر سایرین است و چه مقدار متغیر i بر دیگران تأثیر می‌گذارد. برای این منظور از سه معیار زیر استفاده می‌شود:

ابتدا، بایستی مشخص شود که سایر متغیرها در سیستم چقدر بر متغیر i تأثیر می‌گذارند. این موضوع با جمع کردن سهم‌های واریانس خطا برای متغیر i نسبت به متغیر j به دست می‌آید. بر این اساس اثرپذیری از سایرین (From Others) به دست می‌آید و به‌صورت معادله ۷ محاسبه می‌شود:

$$7)\quad \Gamma_{i\leftarrow j،t}(K)=\frac{\sum_{j=1.i\neq j}^{m}\psi_{ij،t}(K)}{\sum_{i=1}^{m}\psi_{ij،t}(K)}*100$$

دوم، تأثیر متغیر i بر سایرین در سیستم محاسبه می‌شود. این اندازه‌گیری، اثرگذاری بر سایرین (To Others) نامیده می‌شود که با جمع کردن اثرات (واریانس خطا) که متغیر i بر واریانس خطای پیش‌بینی متغیرهای دیگر دارد، محاسبه می‌شود:

$$8)\ \Gamma_{i\leftarrow j،t}(K)=\frac{\sum_{j=1.i\neq j}^{m}\psi_{ji،t}(K)}{\sum_{j=1}^{m}\psi_{ji،t}(K)}*100$$

در آخر از دو معیار بالا برای به دست آوردن آنچه به‌عنوان خالص اثرگذاری یا اثرپذیری شناخته می‌شود، استفاده می‌شود. این اندازه‌گیری توضیح می‌دهد که آیا تأثیر متغیر i بر دیگران بیشتر از تأثیر دیگران بر متغیر i است یا خیر و به‌سادگی به‌عنوان تفاوت بین معادلات ۷ و ۸ به

دست می‌آید:

$$9)\ \Gamma_{i,t}(K) = \Gamma_{i\rightarrow j,t}(K) - \Gamma_{i\leftarrow j,t}(K)$$

مقدار مثبت (منفی) نشان می‌دهد که متغیر i بیشتر (کمتر) سایرین را تحت تأثیر قرار داده است یا از دیگران تأثیر می‌پذیرد.

شایان ذکر است که اگر متغیری «انتقال‌دهنده خالص» شناخته شود به این معنی نیست که بر هر یک از متغیرهای فردی دیگر در شبکه تسلط دارد، بلکه به این معنی است که به‌طور متوسط بر سایرین تسلط دارد. علاوه بر سه معیار بالا معیارهای اندازه‌گیری دو به دو نیز وجود دارد که نشان می‌دهد دو متغیر i و j نحوه ارتباط میان آنها چگونه است. بر این اساس معیار اتصال جهتی جفتی خالص ((Net Pairwise Dynamic (NPDC) Connectedness)را به دست آوریم که به شرح زیر تعریف می‌شود:

$$10)\ NPDC_{ij}(K) = \left(\frac{\varphi_{jit}(K) - \varphi_{ijt}(K)}{k}\right) * 100$$

شاخص اتصال کل ((Total Connectedness Index (TCI) که براساس شبیه‌سازی‌های مؤنت کارلو ارائه شده است در مطالعه چانتازنیو و همکاران[۲۲] محاسبه می‌شود. می‌توان نشان داد که سهام واریانس خود از نظر ساخت همیشه بزرگتر یا برابر با همه سهم‌های واریانس متقاطع هستند. از آنجایی که می‌توان میانگین مقدار حرکت مشترک شبکه را بر حسب درصد بیان کرد که باید بین $[۱,۰]$ باشد، باید TCI کمی تنظیم شود:

$$11)\ TCI_t^g(K) = \frac{\sum_{i,j=1.i\neq j}^{m} \tilde{\psi}_{ij,t}^g(K)}{k-1}, \quad 0 \leq TCI_t^g(K) \leq 1$$

در نهایت، تعریف TCI را می‌توان برای به دست آوردن امتیازهای شاخص اتصال جزئی زوجی ((Partial Connectedness Index(PCI) بین متغیرهای i و j به‌صورت زیر تغییر داد:

$$12)\ PCI_{ijt}(K) = 2\left(\frac{\tilde{\psi}_{ij,t}^g(K) + \tilde{\psi}_{ji,t}^g(K)}{\tilde{\psi}_{ii,t}^g(K) + \tilde{\psi}_{ij,t}^g(K) + \tilde{\psi}_{ji,t}^g(K) + \tilde{\psi}_{jj,t}^g(K)}\right)$$

$$0 \leq PCI_{ijt}(K) \leq 1$$

22. Ioannis Chatziantoniou, David Gabauer, and Rangan Gupta. "Integration and risk transmission in the market for crude oil: New evidence from a time-varying parameter frequency connectedness approach," *Resources Policy* 84 (2023): 103729.

۴-۱. رویکرد حداقل واریانس

یکی از متداول‌ترین رویکردهای مورد استفاده در ساخت پرتفوی، روش حداقل واریانس پرتفو (MVP) است که در آن پرتفوی با کمترین نوسان براساس دارایی‌های متعدد انتخاب می‌شود. وزن این سبد را می‌توان با معادله ۱۳ محاسبه کرد:

$$13)\ \omega_t = \frac{H_t^{-1} I}{I\, H_t^{-1} I}$$

که در آن ω_t یک بردار وزن سبد m×1 بعدی است، I یک بردار m بعدی از یک‌ها و Ht ماتریس واریانس کوواریانس شرطی بعد m×m در دوره t است.

۴-۲. رویکرد حداقل همبستگی

یکی دیگر از رویکردهای اخیراً توسعه‌یافته برای ساخت پورتفولیو رویکرد حداقل همبستگی می‌باشد. در این رویکرد، وزن هر یک از دارایی‌ها را با استفاده از ماتریس همبستگی شرطی به جای ماتریس کوواریانس شرطی به دست می‌آورد. قبل از ساختن پرتفولیو با استفاده از این رویکرد، باید در ابتدا همبستگی‌های شرطی توصیف شود. رابطه برآورد همبستگی شرطی به‌صورت معادله ۱۴ است:

$$14)\ R_t = diag(H_t)^{-0.5} H_t diag(H_t)^{-0.5}$$

که در آن Rt یک ماتریس ابعادی m×m است. وزن‌های پورتفولیوی با حداقل همبستگی (MCP) توسط معادله ۱۵ تعیین می‌شود:

$$15)\ \omega_t = \frac{R_t^{-1} I}{I\, R_t^{-1} I}$$

۴-۳. رویکرد حداقل اتصال

براساس دو رویکرد که قبلاً ذکر شد، در رویکرد (MCoP) تمرکز بر شاخص اتصال زوجی میان دارایی‌ها است. این رویکرد به دنبال ساختن پرتفولیو با حداقل ارتباط متقابل بین متغیرها و در نتیجه سرریزهای آنها است و نسبت به شوک‌های اجزای شبکه مورد بررسی مقاوم‌تر است؛ بنابراین به دارایی‌هایی که بر دیگران تأثیر نمی‌گذارند و تحت تأثیر دیگران نیستند، وزن بیشتری در پرتفوی می‌دهد. نحوه محاسبه وزن دارایی در این رویکرد در معادله ۱۶ ارائه شده است:

$$16)\ \omega_t = \frac{PCI_t^{-1}I}{IPCI_t^{-1}I}$$

که در آن PCI_t ماتریس شاخص اتصال زوجی است.

۴-۴. اثربخشی پوشش ریسک

در نهایت، برای نشان دادن عملکرد پورتفولیو از نسبت شارپ و امتیاز اثربخشی استفاده می‌شود. نسبت شارپ، همچنین به‌عنوان نسبت پاداش به ریسک شناخته می‌شود، می‌تواند به‌صورت ذیل نوشته شود:

$$17)\ SR = \frac{\overline{r_p}}{\sqrt{Var(r_p)}}$$

که در آن r_p نشان‌دهنده بازده پرتفوی است. مقادیر بالاتر SR نشان‌دهنده سطح بالاتری از بازده نسبت به سطح ریسک در پرتفوی است. براساس ادرینگتون[۲۳] اثربخشی پوشش ریسک توسط معادله ۱۸ اندازه‌گیری می‌شود:

$$18)\ HE = 1 - \frac{Var(y_p)}{Var(y_{unhedged})}$$

Var(yp) واریانس بازده پورتفولیو و Var (y unhedged) واریانس دارایی پوشش‌نشده را نشان می‌دهد. هرچه HE بالاتر باشد، کاهش ریسک بزرگتر است و بالعکس.

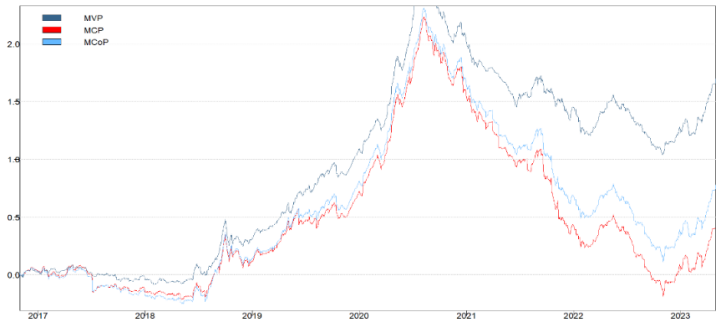
۵. نتایج پژوهش

در پژوهش حاضر، ۱۰ شرکت حاضر در بورس در دوره زمانی ۱۳۹۵/۰۸/۰۸-۱۴۰۲/۰۲/۱۰ با تواتر روزانه به کار گرفته شده‌اند. برای انتخاب سبد سرمایه‌گذاری بهینه، بازدهی انباشته پورتفو تحت رویکردهای مختلف حداقل واریانس (MVP)، حداقل همبستگی (MCP) و حداقل اتصال (MCoP) مورد مقایسه قرار گرفته‌اند.

نمودار (۱) انتخاب رویکرد مناسب جهت بهینه‌سازی پویای سبد سرمایه‌گذاری را نشان می‌دهد.

23. Louis H. Ederington, "The hedging performance of the new futures markets," *Finance* 34, no. 1 (1979): 157-170.

نمودار (۱): انتخاب رویکرد مناسب برای بهینه‌سازی پویای سبد سرمایه‌گذاری



منبع: یافته‌های پژوهش

همانگونه که در نمودار (۱) ملاحظه می‌شود، بازدهی انباشته پورتفو در حالت حداقل واریانس بیشتر است و به همین دلیل در ادامه وزن بهینه دارایی‌ها در دو حالت استاتیک و پویا براساس رویکرد حداقل واریانس ارائه شده است. جدول (۱) وزن بهینه استاتیک براساس پورتفوی با حداقل واریانس را نشان می‌دهد.

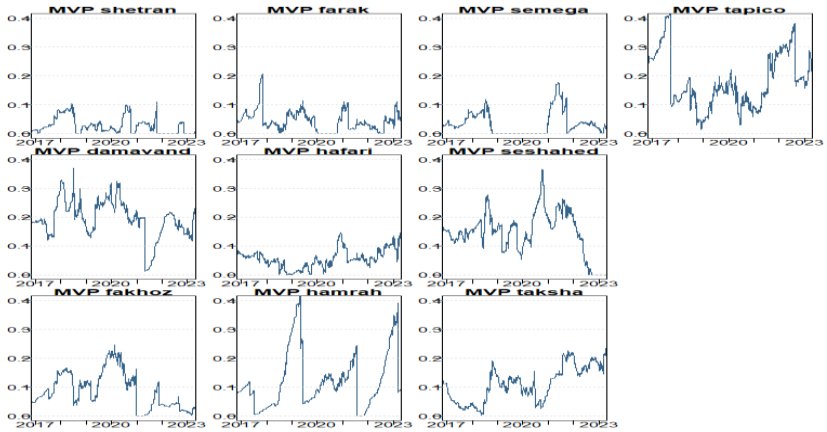
جدول (۱): وزن بهینه استاتیک براساس پورتفوی با حداقل واریانس

	میانگین	انحراف معیار	بازار خرسی (صدک پنجم)	بازار گاوی (صدک نود و	کارایی پوشش ریسک	سطح احتمال
Shetran	۰.۰۳	۰.۰۳	۰.۰۰	۰.۰۸	۰.۸۹	۰.۰۰
damavand	۰.۱۹	۰.۰٦	۰.۰۵	۰.۳۰	۰.۷۸	۰.۰۰
Fakhoz	۰.۰۸	۰.۰٦	۰.۰۰	۰.۲۰	۰.۸۸	۰.۰۰
Farak	۰.۰٤	۰.۰٤	۰.۰۰	۰.۱۰	۰.۸۲	۰.۰۰
Hafari	۰.۰٦	۰.۰۳	۰.۰۰	۰.۱۲	۰.۸۲	۰.۰۰
Hamrah	۰.۱۲	۰.۱۰	۰.۰۱	۰.۳٤	۰.۸۸	۰.۰۰
Semega	۰.۰۳	۰.۰٤	۰.۰۰	۰.۱۲	۰.۸۷	۰.۰۰
seshahed	۰.۱۵	۰.۰۸	۰.۰۰	۰.۲٦	۰.۷٤	۰.۰۰
Taksha	۰.۱۱	۰.۰٦	۰.۰۲	۰.۲۱	۰.۸٤	۰.۰۰
Tapico	۰.۱۸	۰.۱۰	۰.۰۵	۰.۳٦	۰.٦۸	۰.۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

براساس جدول (۱) در شرایط عادی بازار سهام (حالت میانگین) به ترتیب بیشترین وزن در پورتفوی مربوط به دماوند (۱۹ درصد)، تاپیکو (۱۸ درصد) و ثشاهد (۱۵ درصد) است؛ همچنین در حالت بازار سهام نزولی (بازار خرسی) بیشترین وزن مربوط به شرکت‌های تاپیکو (۵ درصد)، دماوند (۵ درصد) و تکشا (۲ درصد) و در حالت بازار سهام صعودی (بازار گاوی) وزن شرکت‌های تاپیکو (۳۶ درصد)، همراه (۳۴ درصد) و دماوند (۳۰ درصد) است. لازم به ذکر است بیشترین پوشش ریسک در سبد سرمایه‌گذاری توسط شرکت‌های شتران، فخوز و همراه رخ می‌دهد. نمودار(۲)، وزن بهینه پویا براساس پورتفوی با حداقل واریانس را نشان می‌دهد.

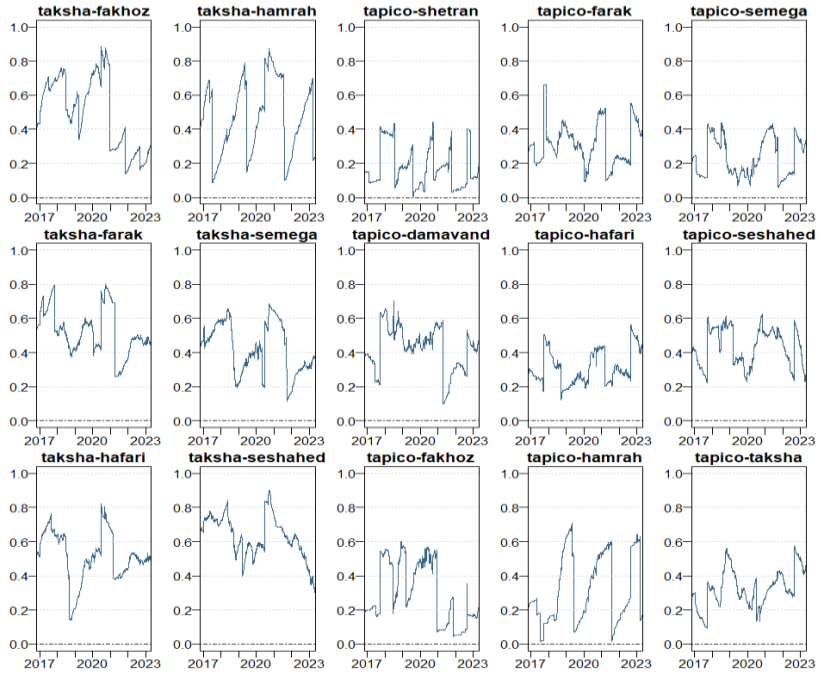
نمودار (۲): وزن بهینه پویا براساس پورتفوی با حداقل واریانس



منبع: یافته‌های پژوهش

براساس نمودار (۲)، وزن بهینه شرکت شتران مربوط به سال‌های ۲۰۱۸ (۱۳۹۷)، اواسط سال ۲۰۲۰ (۱۳۹۹) و همچنین اواخر ۲۰۲۱ (۱۴۰۰) بوده است و پس از آن نشان می‌دهد که سهم و وزن بهینه شرکت شتران نزولی بوده است. در خصوص شرکت فاراک بیشترین وزن و سهم از سبد سرمایه‌گذاری مربوط به سال ۲۰۱۷ (۱۳۹۶) بوده است و پس از آن همواره بین ۰ و ۱۰ درصد در نوسان بوده است. در خصوص شرکت سمگا در سال‌های ۲۰۱۷ (۱۳۹۶) تا ۲۰۱۹ (۱۳۹۸) وزن روند افزایشی داشته است و به ۱۲ درصد در سال اواخر ۲۰۱۸ (۱۳۹۷) رسیده است اما پس از آن تا سال ۲۰۲۱ (۱۴۰۰) روند نزولی داشته است. شرکت تاپیکو نیز دارای وزن و اهمیت قابل توجهی در سبد سرمایه‌گذاری بوده است و در بهترین حالت بیش از ۴۰ درصد سبد سرمایه‌گذاری را در سال ۲۰۱۷ (۱۳۹۶) به خود اختصاص داده است و بعد از آن سهم این شرکت تا اواسط ۲۰۲۱ (۱۴۰۰) نزولی و سپس صعودی بوده است. نمودار (۳)، وزن بهینه پویا در حالت دو به دو را نشان می‌دهد.

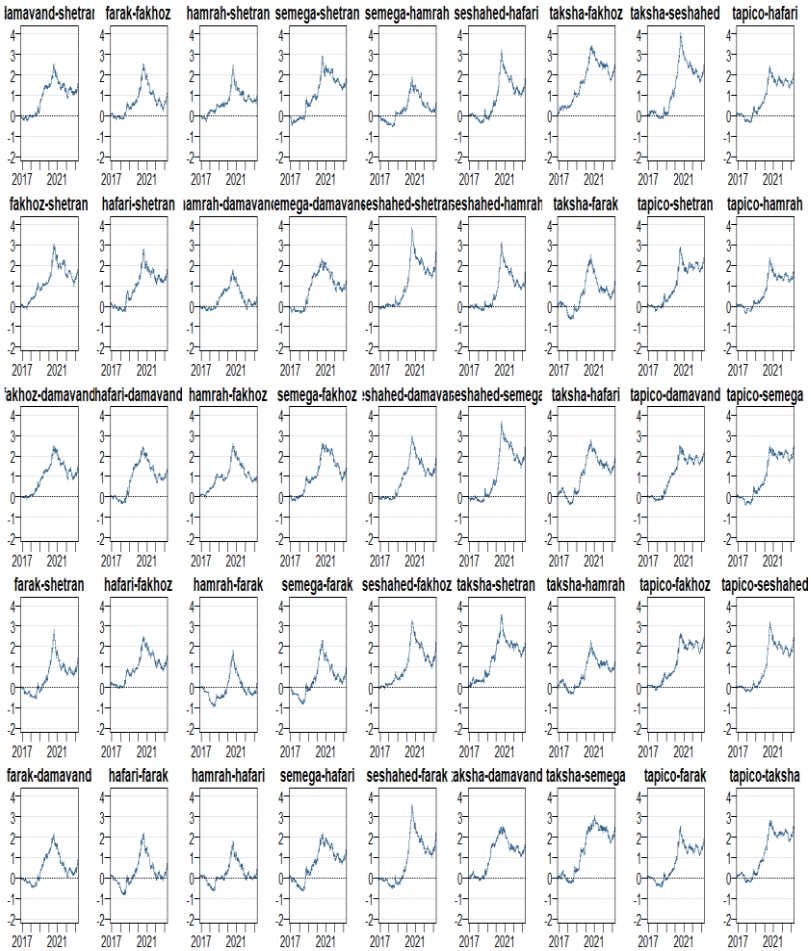
نمودار (۳): وزن بهینه پویا در حالت دو به دو



منبع: یافته‌های پژوهش

براساس نمودار (۳)، سبد متشکل از شرکت‌های تکشا و فخوز تا سال ۲۰۲۱ (۱۴۰۰) سبد مناسبی برای پوشش ریسک بوده است و در این دوره به‌طور میانگین حدود ۷۰ درصد از کل میزان سرمایه‌گذاری قابلیت تخصیص به آنها را داشته است، اما پس از سال ۲۰۲۱ وزن بهینه این دو دارایی به کمتر از ۴۰ درصد کاهش یافته است و نشان می‌دهد در این دوره پوشش ریسک مناسبی برای یکدیگر نداشته‌اند. نمودار (۴)، بازدهی دو به دو پویا را نشان می‌دهد.

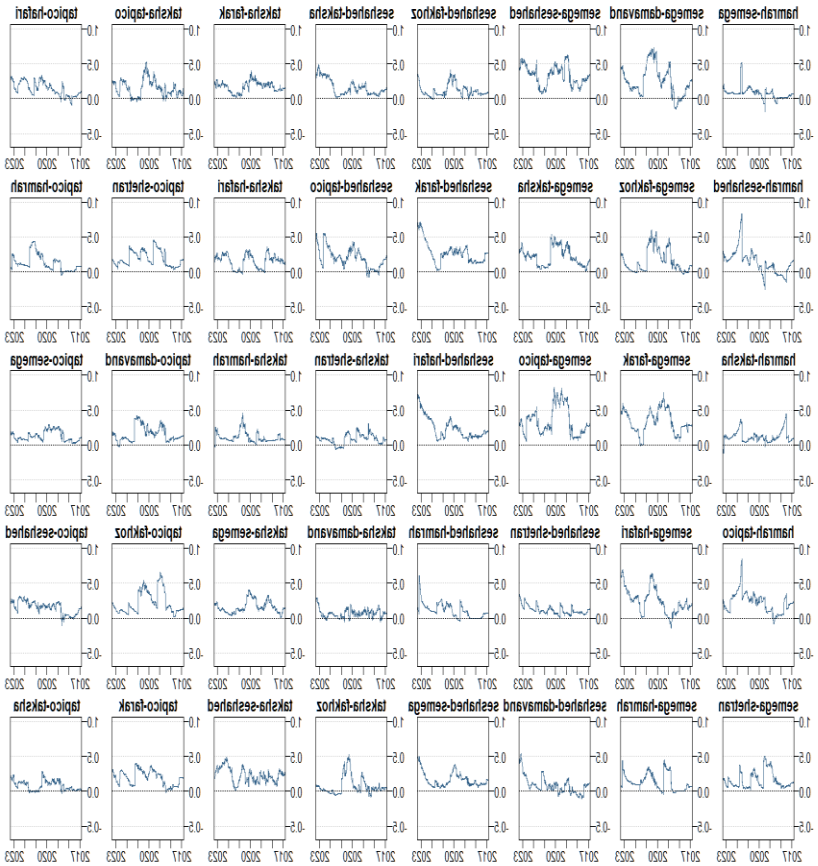
نمودار (۴): بازدهی دو به دو پویا



منبع: یافته‌های پژوهش

براساس نمودار (۴)، همانگونه که ملاحظه می‌شود بیشترین بازدهی میان تمامی جفت شرکت‌ها در سال ۱۳۹۹ اتفاق افتاده است و برخی جفت شرکت‌ها در ماه‌های اخیر (بعد از سال ۱۴۰۲) روند صعودی در ایجاد بازدهی دو به دو داشته‌اند و در این میان به‌طور مثال بازدهی ناشی از نگهداری همزمان تاپیکو و حفاری، تاپیکو و فخوز به بالاترین بازدهی تاریخی آنها نزدیک شده است، اما نگهداری همزمان تکشا و ثشاهد، سمگا و همراه فاصله معناداری با بازدهی انباشته خود دارند. نمودار (۵) پوشش ریسک دو به دو پویا را نشان می‌دهد.

نمودار (۵): پوشش ریسک دو به دو پویا



منبع: یافته‌های پژوهش

براساس نمودار (۵) با نگهداری همزمان شرکت‌های همراه و سمگا پوشش ریسک مناسب ایجاد نخواهد شد. نگهداری همزمان شرکت‌های سمگا و دماوند در سال ۱۳۹۹ و همچنین بعد از ۱۴۰۰ پوشش ریسک مناسبی را برای یکدیگر ایجاد کرده‌اند. نکته جالب توجه اینکه شرکت ثشاهد از سال ۱۴۰۲ دارای پوشش ریسک مناسبی با سایر شرکت‌ها بوده است و در نقطه مقابل شرکت تاپیکو با سایر شرکت‌های مورد بررسی در سبد سرمایه‌گذاری فرضی نتوانسته است پوشش ریسک مناسبی را ایجاد کند.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

در طراحی سبد بهینه سرمایه‌گذاری به انتخاب ترکیبی بهینه از دارایی‌ها پرداخته می‌شود که می‌توان در کنار حداکثر سازی نرخ بازده مورد انتظار، ریسک نرخ بازده را به‌طور همزمان حداقل کرد. دارایی‌ها و بازارهای مالی دارای اثر سرریز بر یکدیگر هستند که عدم اطلاع کافی از وزن بهینه سرمایه‌گذاری و همچنین نحوه پوشش ریسک دارایی‌ها با یکدیگر می‌تواند منجر به زیان سرمایه‌گذار شود. بررسی نحوه انتقال سرریز ریسک میان دارایی‌های مختلف به‌منزله ابزار اقتصادی کارامد همواره مدنظر فعالان بازار سرمایه بوده است. در این مقاله با استفاده از الگوی خودرگرسیون برداری متغیر در زمان به طراحی سبد بهینه پویای سرمایه‌گذاری با حداقل ریسک پرداخته شده است. لازم به ذکر است که با بهره‌گیری از رویکرد جدید خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در زمان در قالب رویکردهای مختلف حداقل واریانس، حداقل همبستگی و همچنین حداقل اتصال می‌توان به‌صورت دقیق‌تر و همچنین نزدیکتر به واقعیت نسبت به تدوین سبد سرمایه‌گذاری بهینه اقدام کرد که این مهم ناشی از در نظر گرفتن موارد مختلف (حداقل واریانس، حداقل همبستگی و همچنین حداقل اتصال) و همچنین متغیر بودن در طی زمان است که این موارد در رویکردهای سنتی تدوین سبد سرمایه‌گذاری (رویکرد مارکویتز) در نظر گرفته نمی‌شود. همچنین لازم به ذکر است که امکان ارزیابی پوشش ریسک دارایی‌ها با استفاده از الگوی مورد استفاده در پژوهش حاضر میسر می‌باشد که این مهم نیز در الگوهای سنتی قابل بررسی نیست. بر این اساس در پژوهش حاضر، ۱۰ شرکت حاضر در بورس (به‌منزله یک سبد سرمایه‌گذاری فرضی) در دوره زمانی ۱۳۹۵/۰۸/۰۸-۱۴۰۲/۰۲/۱۰ با تواتر روزانه به کار گرفته شده‌اند.

یافته‌ها حاکی از آن است که بازدهی انباشته پورتفوی در حالت حداقل واریانس بیشتر است؛ بنابراین وزن بهینه دارایی‌ها در دو حالت استاتیک و پویا براساس رویکرد حداقل واریانس بررسی شده است. بیشترین وزن بهینه استاتیک در پرتفوی مربوطه با حداقل واریانس در شرایط عادی بازار سهام؛ به دماوند (۱۹ درصد)، تاپیکو (۱۸ درصد) و ثشاهد (۱۵ درصد) و در حالت بازار سهام نزولی به تاپیکو (۵ درصد)، دماوند (۵ درصد) و تکشا (۲ درصد) و در حالت بازار سهام صعودی وزن شرکت‌های تاپیکو (۳۶ درصد)، همراه (۳۴ درصد) و دماوند (۳۰ درصد) اختصاص دارد. بیشترین پوشش ریسک در سبد سرمایه‌گذاری توسط شرکت‌های شتران، فخوز و همراه رخ می‌دهد.

وزن و سهم بهینه از سبد سرمایه‌گذاری شرکت شتران مربوط به سال‌های ۱۳۹۷،

اواسط سال ۱۳۹۹ و همچنین اواخر ۱۴۰۰ بوده است و پس از آن نزولی بوده است. در خصوص فاراک بیشترین وزن و سهم از سبد سرمایه‌گذاری مربوط به سال ۱۳۹۶ بوده است و پس از آن همواره بین ۰ و ۱۰ درصد در نوسان بوده است. در خصوص شرکت سمگا در سال‌های ۱۳۹۶ تا ۱۳۹۸ وزن بهینه روند افزایشی داشته است و به ۱۲ درصد در سال اواخر ۱۳۹۷ رسیده است، اما پس از آن تا سال ۱۴۰۰ روند نزولی داشته است که می‌تواند ناشی از تشدید تحریم و همچنین شیوع کووید-۱۹ باشد، زیرا عمده فعالیت شرکت سمگا سرمایه‌گذاری در حوزه گردشگری و هتل‌داری است که تحت تأثیر تحریم و کاهش گردشگران خارجی و همچنین شیوع کووید-۱۹ بوده است. شرکت تاپیکو نیز دارای وزن و اهمیت قابل توجهی در سبد سرمایه‌گذاری بوده است و در بهترین حالت بیش از ۴۰ درصد سبد سرمایه‌گذاری را در سال ۱۳۹۶ به خود اختصاص داده است و بعد از آن سهم این شرکت تا اواسط ۱۴۰۰ نزولی و سپس صعودی بوده است که می‌تواند ناشی از جنگ روسیه و اوکراین و افزایش قیمت نفت در سال ۱۴۰۱ باشد.

وزن بهینه پویا در حالت دو به دو نشان می‌دهد که سبد متشکل از شرکت‌های تکشا و فخوز تا سال ۱۴۰۰ سبد مناسبی جهت پوشش ریسک بوده است و در این دوره به‌طور میانگین حدود ۷۰ درصد از کل میزان سرمایه‌گذاری قابلیت تخصیص به آنها را داشته است، اما پس از سال ۱۴۰۰ پوشش ریسک مناسبی برای یکدیگر نداشته‌اند. نتایج نشان می‌دهد بیشترین بازدهی میان تمامی جفت شرکت‌ها در سال ۱۳۹۹ اتفاق افتاده است؛ همچنین نگهداری همزمان شرکت‌های سمگا و دماوند در سال ۱۳۹۹ و همچنین بعد از ۱۴۰۰ پوشش ریسک مناسبی را برای یکدیگر ایجاد کرده‌اند. نکته جالب توجه اینکه شرکت ثشاهد از سال ۱۴۰۲ دارای پوشش ریسک مناسبی با سایر شرکت‌ها بوده است و در نقطه مقابل شرکت تاپیکو با سایر شرکت‌های مورد بررسی در سبد سرمایه‌گذاری فرضی نتوانسته است پوشش ریسک مناسبی را ایجاد کند.

نتایج پژوهش نشان می‌دهد که رفتار متقابل شرکت‌ها در خصوص ایجاد بازدهی و همچنین پوشش ریسک در طی زمان متغیر است و با توجه به شرایط اقتصادی، سیاسی و همچنین عملکرد شرکت‌ها نحوه تعامل میان آنها متفاوت است که این مهم در سایر مطالعات مدنظر نبوده است. رویکرد مورد استفاده در پژوهش حاضر می‌تواند انطباق بالاتری با شرایط واقعی داشته باشد و دلالت‌های روشنی برای سرمایه‌گذاران و سیاست‌گذاران دارد. روش

پژوهش و یافته‌ها با نتایج مقاله طالبلو و همکاران[۲۴] مطابق است با این تفاوت که در این پژوهش از روش حداقل واریانس برای بهینه‌سازی ریسک از طریق کاهش نوسانات سبد استفاده شده است، اما آنها با استفاده از حداقل اتصالات به دنبال طراحی سبدهایی هستند که در برابر تلاطمات و شوک‌های سیستمی مقاوم‌تر باشند. همچنین روش پژوهش حاضر با روش پژوهش مهاجری و طالبلو[۲۵] مشابه است. این پژوهش بر حداقل واریانس و بهینه‌سازی سبد سرمایه‌گذاری متمرکز است، در حالی که مهاجری و طالبلو[۲۶] به تحلیل انتقال شوک‌ها و ارتباطات میان صنایع پرداخته‌اند؛ علاوه بر این در پژوهش حاضر به تحلیل سبدهای سرمایه‌گذاری با تمرکز بر کاهش ریسک و نوسانات پرداخته شده است، در حالی که آنها به بررسی نقش صنایع خاص در انتقال و پذیرش شوک‌های اقتصادی پرداخته‌اند. روش پژوهش با مقاله رودری و همکاران[۲۷] مطابق است با این تفاوت که آنها به تحلیل نوسانات بین متغیرهای کلیدی اقتصادی (نرخ ارز، تورم، قیمت مسکن و بازار سهام) در مقیاس‌های زمانی مختلف پرداخته‌اند. لیو و همکاران[۲۸] نیز از روش TVP-VAR برای تحلیل نوسانات و سرریز آنها در طول زمان استفاده کرده‌اند. اما مطالعه آنها بر بازارهای مالی عمده در چین و انتقال نوسانات در شرایط بحران‌های مالی متمرکز است. در نهایت، طراحی سبد سرمایه‌گذاری بهینه نیازمند تحلیل دقیق و شناخت است.

پیشنهادات پژوهش حاضر در سه دسته کلی ارائه می‌شود. در بعد سیاست‌گذاری، پیشنهاد می‌شود، سیاست‌گذاران بازار سرمایه با تدوین مقررات شفاف و ارتقا زیرساخت‌های تحلیل بازار، امکان بهره‌گیری از مدل‌های پیشرفته همچون TVP-VAR را برای سرمایه‌گذاران و شرکت‌های سرمایه‌گذاری فراهم کنند. همچنین تنظیم سیاست‌های حمایتی برای کاهش تأثیر شوک‌های اقتصادی و سیاسی بر صنایع خاص با هدف کنترل نوسانات بازار و تقویت اطمینان سرمایه‌گذاران ضروری به نظر می‌رسد. در نهایت، پیشنهاد می‌شود چهارچوب‌های نظارتی پویا برای جلوگیری از سرایت ریسک بین بخش‌ها در شرایط

---

۲۴. طالبلو و همکاران، «برآورد ریسک سیستمی و سرریز تلاطمات».

۲۵. مهاجری و طالبلو، «بررسی پویایی‌های سرریز تلاطمات».

۲۶. مهاجری و طالبلو، «بررسی پویایی‌های سرریز تلاطمات».

۲۷. رودری و همکاران، «بررسی فراوانی زمان سرریز نوسانات میان نرخ ارز، تورم، قیمت سهام و قیمت مسکن»، *اقتصاد و الگوسازی* ۱۳، شماره ۲ (۱۴۰۱): ۶۵ -۹۳.

28. Kim Hiang Liow, Jeongseop Song, and Xiaoxia Zhou, "Volatility connectedness and market dependence across major financial markets in China economy," *Quantitative Finance and Economics* 5, no. 3 (2021): 397-420.

بحران‌های مالی طراحی شود. در بعد کاربردی و عملیاتی، یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که شرکت‌های سرمایه‌گذاری و مدیران پورتفوی باید با بهره‌گیری از مدل‌های پیشرفته همچون حداقل واریانس، حداقل همبستگی و حداقل اتصال، وزن‌های بهینه سبد دارایی‌ها را به‌صورت پویا تنظیم کنند تا ریسک کاهش یابد. سرمایه‌گذاران نیز باید دارایی‌هایی را انتخاب کنند که کمترین اثر سرریز و نوسانات مشترک را داشته باشند. علاوه بر این، آموزش سرمایه‌گذاران در استفاده از مدل‌های تحلیل پیشرفته و طراحی پورتفوی پویا با هدف کاهش ریسک و افزایش بازده سرمایه‌گذاری از اهمیت بالایی برخوردار است. همچنین شرکت‌های بورسی می‌توانند با شفاف‌سازی گزارش‌های مالی و ارائه ارزیابی دقیق از عملکرد خود، اعتماد بیشتری در میان سرمایه‌گذاران ایجاد کنند. در بعد پژوهش‌های آتی، پیشنهاد می‌شود تحقیقات بیشتری برای بررسی تأثیر متغیرهای کلان اقتصادی مانند نرخ بهره و نرخ ارز بر بهینه‌سازی پورتفوی سرمایه‌گذاری انجام شود. همچنین استفاده از رویکردهای پیشرفته مانند یادگیری ماشین یا هوش مصنوعی برای تحلیل و پیش‌بینی نوسانات بازار می‌تواند افق جدیدی در این حوزه باز کند. بررسی تأثیرات بلندمدت و کوتاه‌مدت بحران‌های مالی بر رفتار سرمایه‌گذاران و نحوه طراحی سبد سرمایه‌گذاری از دیگر زمینه‌های پژوهشی پیشنهادی است. در نهایت، گسترش پژوهش به بازارهای مالی بین‌المللی و مقایسه آنها با بازار بورس ایران به‌ویژه در شرایط بحران‌های اقتصادی و سیاسی، می‌تواند درک عمیق‌تری از نحوه مدیریت سبدهای سرمایه‌گذاری در محیط‌های مختلف ایجاد کند.

سیاهه منابع

الف- منابع فارسی:

آرغا، لیلا، محمد مولایی، و محسن خضری. «بررسی همبستگی پویای شرطی دارایی‌های منتخب با بازده شاخص قیمت سهام در ایران: رهیافتی از مدل DDC-FIAPARCH»، *نظریه‌های کاربردی اقتصاد* ٦، شماره ٤ (١٣٩٨): ٢٥١-٢٧٤. https://sid.ir/paper/386093/fa

آرمن، عزیز، ابرا هیم انواری، و سامره راکی کیانپور. «مدل‌سازی شاخص پویای شرایط مالی و بررسی اثرگذاری آن بر قابلیت پیش‌بینی بازده سهام ایران»، *مدیریت دارایی و تأمین مالی* ١، شماره ٣٦ (١٤٠١): ٤٧-٧٢. https://doi.org/10.22108/amf.2022.129138.1672

آشنا، ملیحه، و حمید لعل خضری. «همبستگی پویای شاخص نااطمینانی سیاست اقتصادی جهانی با نوسان بازارهای سهام، ارز و سکه در ایران: کاربرد الگوی M-GARRCH رهیافت DDC»، *مدلسازی اقتصادسنجی* ١٥، شماره ٢ (١٣٩٩): ١٤٧-١٧٢. https://sid.ir/paper/400803/fa

پوراحمدی، زهرا، و امیرعباس نجفی. «بهینه‌سازی پویای سبد سرمایه‌گذاری با توجه به هزینه معاملات»، *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار* ٦، شماره ٢٤ (١٣٩٤): ١٥٣-١٧٢. https://sid.ir/paper/396919/fa

حسینی ابراهیم‌آباد، علی، خلیل جهانگیری، حسن حیدری، و مهدی قائمی اصل. «بررسی سرریزهای تکانه و تلاطم میان شاخص‌های منتخب بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل Asymmetric Bekk-Garch»، *مطالعات اقتصادی کاربردی ایران* ٨، شمار ٢٩ (١٣٩٨):١٢٣- ١٥٥. https://doi.org/10.22084/aes.2018.15376.2578

دادمهر، مهرداد، فریدون رهنمای رودپشتی، هاشم نیکو مرام، و میر فیض فلاح شمس. «بررسی سرایت میان بازارهای پولی و مالی در ایران»، *اقتصاد و الگوسازی* ١٢، شماره ٢ (١٤٠٠): ١٢٣-١٦٦. https://doi.org/10.29252/jem.2021.224004.1665

رودری، سهیل، فراهانی فرد سعید، شاه‌آبادی ابوالفضل، و عادلی امید علی. «بررسی فراوانی زمان سرریز نوسانات میان نرخ ارز، تورم، قیمت سهام و قیمت مسکن»، *اقتصاد و الگوسازی* ١٣، شماره ٢ (١٤٠١): ٦٥ -٩٣. 10.29252/JEM.2022.228781.1783

طالبلو، رضا، پریسا مهاجری، عباس شاکری، تیمور محمدی، و زهرا ذبیحی. «برآورد ریسک سیستمی و سرریز تلاطمات در صنایع بورسی و کاربرد آن در سبد سازی بهینه: رویکرد TVP-VAR»، *پژوهش‌های اقتصادی ایران* (١٤٠٣). https://doi.org/10.22054/ijer.2024.77367.1250

طالبلو، رضا، و پریسا مهاجری. «الگوسازی سرایت تلاطم در بازار سهام ایران؛ رویکرد فضا-حالت غیر خطی»، *تحقیقات اقتصادی* ٥٥، شماره ٤ (١٣٩٩): ٩٦٣-٩٩٠. https://doi.org/10.22059/jte.2021.322088.1008455

کرمی، سپیده، و محمدعلی رستگار. «تخمین اثر سرریز بازده و نوسانات صنایع مختلف بر روی یکدیگر در بازار بورس تهران»، *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار* ۹، شماره ۳۵ (۱۳۹۷): ۳۲۳-۲٤۲. SID. https://sid.ir/paper/197714/fa

محسنی، حسین، و محمد هاشم بت‌شکن. «بررسی همبستگی شرطی میان صنایع در بازار سرمایه»، *پژوهش‌های راهبردی بودجه و مالیه* ۱، شماره ۱ (۱۳۹۹): ۷۵-۹۱. https://dorl.net/dor/20.1001.1.27171809.1399.1.1.3.2

مهاجری، پریسا، و رضا طالبلو. «بررسی پویایی‌های سرریز تلاطمات بین بازده بخش‌ها با رویکرد اتصالات خودرگرسیون برداری با پارامترهای متغیر در طول زمان (TVP-VAR)؛ شواهدی از بازار سهام ایران»، *تحقیقات اقتصادی* ۵۷، شماره ۲ (۱٤۰۱): ۳۲۱-۳٥٦. https://doi.org/10.22059/jte.2023.349895.1008727

هاشمی، امیرمهدی، محمد خدائی ولدزاقرد، عباس معمارنژاد، و اصغر ابوالحسنی هستیانی. «رابطه سرریز شبکه‌ای بازدهی بازارهای سرمایه‌گذاری با رویکرد دیبولد و یلماز»، *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار* ۱۱، شماره ٤٤ (۱۳۹۹): ٤٤٦-٤۷۸. https://sid.ir/paper/397495/fa

ب- منابع لاتین:

Abdullah, Mohammad, Mohammad Ashraful Ferdous Chowdhury, and Zunaidah Sulong. “Asymmetric efficiency and connectedness among green stocks, halal tourism stocks, cryptocurrencies, and commodities: Portfolio hedging implications.” *Resources Policy* 81 (2023): 103419. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103419.

Abdulnasser, Hatemi-J, Roca Eduardo, and Mustafa Alan. “Portfolio diversification impact of oil and asymmetric interaction between oil, equity and bonds in the global market: fresh evidence from alternative approaches.” *Economic Studies* 50, no. 4 (2023): 790-805. https://doi.org/10.1108/JES-04-2022-0214.

Ahmed, Abdullahi D., and Rui Huo. “Volatility transmissions across international oil market, commodity futures and stock markets: Empirical evidence from China.” *Energy Economics* 93 (2021): 104741. 10.1016/j.eneco.2020.104741

Alshater, Muneer M., Huthaifa Alqaralleh, and Rim El Khoury. “Dynamic asymmetric connectedness in technological sectors.” *The Journal of Economic Asymmetries* 27 (2023): e00287. https://ideas.repec.org/a/eee/joecas/v27y2023ics1703494922000470.html#:~:text=DOI%3A%2010.1016/j.jeca.2022.e00287.

Antonakakis, Nikolaos, Ioannis Chatziantoniou, and David Gabauer. “Refined measures of dynamic connectedness based on time-varying parameter vector

autoregressions." *Risk and Financial Management* 13, no. 4 (2020): 84. https://doi.org/10.3390/jrfm13040084.

Arouri, M., J. Jouini, and DK Nguyen. "Volatility spillovers between oil prices and stock sector returns: Implications for portfolio management." *Money and Finance* 7, no. 30 (2011): 1387-1405. https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2011.07.008

Bai, Lan, Yu Wei, Jiahao Zhang, Yizhi Wang, and Brian M. Lucey. "Diversification effects of China's carbon neutral bond on renewable energy stock markets: A minimum connectedness portfolio approach." *Energy Economics* 123 (2023): 106727.https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.106727

Broadstock, David C, Chatziantoniou Ioannis, and Gabauer David. "Minimum connectedness portfolios and the market for green bonds: Advocating socially responsible investment (SRI) activity." *SSRN Electronic* (2020). https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3793771

Cao, Guangxi, and Wenhao Xie. "Asymmetric dynamic spillover effect between cryptocurrency and China's financial market: Evidence from TVP-VAR based connectedness approach." *Finance Research Letters* 49 (2022): 103070. https://doi.org/10.1016/j.frl.2022.103070

Chatziantoniou, Ioannis, David Gabauer, and Rangan Gupta. "Integration and risk transmission in the market for crude oil: New evidence from a time-varying parameter frequency connectedness approach." *Resources Policy* 84 (2023): 103729. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103729

Christoffersen, Peter, Errunza Vihang, Jacobs Kris, and Jin Xisong. "Correlation dynamics and international diversification benefits." *Forecasting*, no. 30 (2014): 807-824. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2014.01.001.

Diebold, Francis X, and Kamil Yilmaz. "Better to give than to receive: Predictive directional measurement of volatility spillovers." *Forecasting* 28, no. 1 (2012): 57-66. https://doi.org/10.1016/j.ijforecast.2011.02.006.

Diebold, Francis X, and Kamil Yılmaz. "On the network topology of variance decompositions: Measuring the connectedness of financial firms." *Econometrics* 182, no. 1 (2014): 119-134. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2014.04.012.

Ederington, Louis H. "The hedging performance of the new futures markets." *Finance* 34, no. 1 (1979): 157-170. https://doi.org/10.2307/2327150

Gkillas, Konstantinos, Dimitrios I. Vortelinos, and Tahir Suleman. "Asymmetries in the African financial markets." *Multinational Financial Management*, no. 45 (2018): 72-87. https://doi.org/10.1016/j.mulfin.2018.04.004.

Gupta, Abhinav, Sucheta Nadkarni, and Misha Mariam. "Dispositional sources of managerial discretion: CEO ideology, CEO personality, and firm strategies." *Administrative Science Quarterly* 64, no. 4 (2019): 855-893.

http://dx.doi.org/10.1177/0001839218793128

Karolyi, G. Andrew. "A multivariate GARCH model of international transmissions of stock returns and volatility: The case of the United States and Canada." *Business & Economic Statistics*, no. 13 (1995): 11-25. https://econpapers.repec.org/RePEc:bes:jnlbes:v:13:y:1995:i:1:p:11-25

Koop, Gary, M. Hashem Pesaran, and Simon M. Potter. "Impulse response analysis in nonlinear multivariate models." *Econometrics* 74, no. 1 (1996): 119-147. https://doi.org/10.1016/0304-4076(95)01753-4

Liow, Kim Hiang, Jeongseop Song, and Xiaoxia Zhou. "Volatility connectedness and market dependence across major financial markets in China economy." *Quantitative Finance and Economics* 5, no. 3 (2021): 397-420. https://doi.org/10.3934/QFE.2021018

Markowitz, Harry M. *Portfolio Selection: Efficient Diversification of Investments*. New York: John Wiley & Sons, 1959.

Pesaran, H. Hashem, and Yongcheol Shin. "Generalized impulse response analysis in linear multivariate models." *Economics letters* 58, no. 1 (1998): 17-29. https://doi.org/10.1016/S0165-1765(97)00214-0.

Rehman, Mobeen Ur, Xuan Vinh Vo, Hee-Un Ko, Nasir Ahmad, and Sang Hoon Kang. "Quantile connectedness between Chinese stock and commodity futures markets." *Research in International Business and Finance* 64 (2023): 101810. 10.1016/j.ribaf.2022.101810.

Tiwari, Aviral Kumar, Emmanuel Joel Aikins Abakah, David Gabauer, and Richard Adjei Dwumfour. "Green bond, renewable energy stocks and carbon price: Dynamic connectedness, hedging and investment strategies during COVID-19 pandemic." *Hedging and Investment Strategies during COVID-19 pandemic (August 1, 2021)* (2021). http://dx.doi.org/10.2139/ssrn.3897284.

Wei, Yu, Yizhi Wang, Samuel A. Vigne, and Zhenyu Ma. "Alarming contagion effects: the dangerous ripple effect of extreme price spillovers across crude oil, carbon emission allowance, and agriculture futures markets." *Journal of International Financial Markets, Institutions and Money* 88 (2023): 101821. https://doi.org/10.1016/j.intfin.2023.101821.

Yunus, Nafeesa. "Time-varying linkages among gold, stocks, bonds and real estate." *The Quarterly Review of Economics and Finance* 77 (2020): 165-185. 10.1016/j.qref.2020.01.015.