https://amf.ui.ac.ir

Journal of Asset Management and Financing
E-ISSN: 2383-1189
Vol. 10, Issue 4, No. 39, Winter 2023, p 25-46
Received:21.12.2021 Accepted:15.10.2022

Research Paper

Asset Allocation Based on Cyclical Behavior of Commodities: Regime-Switching Approach

Mohammad Reza Rostami *
Assistant Professor, Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran
m.rostami@alzahra.ac.ir
Zahereh Godazgar
Department of Management, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran
z_godazgar@yahoo.com

Abstract
The purpose of the current study was the optimal allocation of assets using the cyclical behavior of commodities. For this purpose, the three commodities of copper, aluminum, and steel, along with gold and foreign exchange rate, were studied and their price data, along with the Tehran Stock Exchange (TSE) index during the period of January 2, 2009, to September 26, 2020, were analyzed. To examine the data, cluster analysis was used based on regime change behavior and Markovian state transition models were fitted to the data. Homogeneous and heterogeneous portfolios were constructed in terms of regime change behavior in both ascending and descending market regimes and the performance evaluation criteria of the portfolios were calculated. The results showed that portfolio diversification through the assets in the homogeneous cluster led to the best portfolio performance in the descending trend, while diversification by using commodity metals in the heterogeneous cluster might become the best performance in the ascending trend. In general, the results demonstrated that the use of commodities to diversify the portfolio led to better results in portfolio performance.
Keywords: portfolio, commodities, Markov switching, cluster analysis.

Introduction

Diversification of financial investments is an important principle that is widely accepted. However, for years, asset allocation decisions have been limited to bonds and stocks. Low risk-free interest rates and bearish markets, which have characterized the beginning of the new millennium, have strengthened investors' interests in new types of asset classes.
Previously, commodities provided high returns that attracted the investors' attention. In addition, research has shown that investing in commodities may protect the values of investor's assets against inflation because commodity prices follow the inflation rate. Therefore, investment in this asset class has been gradually taken into consideration based on a series of securities, including future contracts and option contracts in the stock market. As a result, the methods of diversifying asset portfolio by using commodities have attracted the researchers and investors' attention. However, goods show a cyclical behavior and experience intermittent and generally irregular upward and downward trends under the influence of environmental conditions. Thus, identifying the cyclical behavior of commodity prices has been one of the requirements of research in this field. Accordingly, in the current research, portfolio diversification through basic goods was discussed about their cyclical behavior and the Markov feature of state transfer was taken into consideration to control the cyclical behavior of the data. Markov switching-regime models act as a filtering process that takes outlier data into account and depicts the output of the cyclic behavior of fluctuations. In this research, first, portfolio diversification was discussed by using asset clustering in the investment portfolio. Then, by relying on Markov switching models, the cyclical behavior of prices was analyzed in each asset. Finally, the performance of the portfolio composed of these assets was compared through the two methods of Markowitz and Tangency

Method and Data

In terms of method, this study was a descriptive research based on cluster analysis, posterior probabilities, and Markov switching-regime regression models, in which the time series data analysis method was used. Analysis of the research data was done using R software. The data studied in this research included the values of the total stock market index (as a representative of the overall

*Corresponding author
Rostami, M. & Godazgar, Z. (2021). Asset Allocation Based on Cyclical Behavior of Commodities: Regime-Switching Approach. *Journal of Asset Management and Financing*, 10(4),25-46.

2383-1189 / © 2023

This is an open access article under the BY-NC-ND/4.0/ License (https://creativecommons.org/licenses/by-nc-nd/4.0/).
https://doi.org/10.22108/amf.2022.129809.1684 https://dorl.net/dor/20.1001.1.23831189.1401.10.4.2.6

performance of companies in the stock market), free exchange rates (dollars), coin prices, and the prices of basic commodities, such as aluminum, copper, and steel. The value of the total index was collected from the website of Tehran Stock Exchange Technology Management Company, prices of the metals were collected from the London Metal Exchange, and the daily prices of coins and currencies were collected from the website of Rahavardnovin.

Findings

The set of 6 studied variables could be classified into 2 clusters. The first cluster included the stock market index (index), exchange rate (Ex), and coin (gold) and the second cluster consisted of basic commodities, i.e., copper (Cu), steel (steel), and aluminum (Al). The second stage of variable clustering showed that the stock market index, coin, and exchange rate had similar upward and downward regimes in the first cluster and the basic commodities of copper, aluminum, and steel had similar upward and downward regimes in the second cluster as well. Adding currency, gold, and basic commodities to the investment portfolio in the downward and upward trends of the market (Markov regime) led to a change in the return of investment in the stock market and thus diversified the portfolio.

Conclusion and discussion

In declining market conditions, combination of investment in the index and the basic commodities of copper, aluminum, and steel can lead to an increase in portfolio returns, while combination of assets in a rising market should be based on investing in the index, currency, and gold.

References

Asgari, A. H., Sepehrian, z., & Malekiniya, N. (2020). Application of generalized geometric bravoni motion model by markov switching regime process in stock price simulation: System dynamics approach. *Quarterly Financial Engineering & Securities Management*.11(42): 387-418. (In Persian).

Arezki, R., Hadri, K., Loungani, P., & Rao, Y. (2014). Testing the Prebisch–Singer hypothesis since 1650: Evidence from panel techniques that allow for multiple breaks. *Journal of International Money and Finance*. 42: 208-223. https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2013.08.012.

Belousova, J., & Dorfleitner, G. (2012). On the diversification benefits of commodities from the perspective of Euro investors. *Journal of Banking & Finance*. 36(9): 2455-2472. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2012.05.003

Bruno, S., & Chincarini, L. (2011). A multi-asset approach to inflation hedging fora US investor. *The Journal of Portfolio Management*. 37(3): 102-115. https://doi.org/10.3905/jpm.2011.37.3.102

Conover, C. M., Jensen, G. R., Johnson, R. R., & Mercer, J. M. (2010). Is now the time to add commodities to your portfolio. *The Journal of Investing*. 19(3): 10-19. https://doi.org/10.3905/joi.2010.19.3.010

Dias, J. G., & Ramos, S. B. (2013). A core–periphery framework in stock markets of the euro zone. *Economic Modelling*. 35: 320-329.

Gorton, G., & Rouwenhorst, K. G. (2006). Facts and fantasies about commodity futures. *Financial Analysts Journal*. 62(2): 47-68. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.07.013

Harvey, D. I., Kellard, N. M., Madsen, J. B., & Wohar, M. E. (2017). Long-run commodity prices, economic growth, and interest rates: 17th century to the present day. *World Development*. 89: 57-70. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.07.012

Harvey, D. I., Kellard, N. M., Madsen, J. B., & Wohar, M. E. (2010). The Prebisch-Singer hypothesis: Four centuries of evidence. *The Review of Economics and Statistics*. 92(2): 367-377. https://doi.org/10.1162/rest.2010.12184

Hamilton, J. (1989). A new approach to the economic analysis of no stationary time series and the business cycle., *Econometrica*. 57(2): 357-384. https://doi.org/10.2307/1912559

Jacks, D. S. (2019). From boom to bust: A typology of real commodity prices in the long run. *Cliometrica*. 13(2): 201-220. https://doi.org/10.1007/s11698-018-0173-5

Jégourel, Y. (2018). Trends and cyclicality of commodity prices (Part2): Question the commodity super-cycle. *Publication: policy Brief.*

Jiang, C., Du, J., & An, Y. (2019). Combining the minimum-variance and equally-weighted portfolios: Can portfolio performance be improved. *Economic Modelling*. 80: 260-274. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.012

Lwin, K. T., Qu, R., & MacCarthy, B. L. (2017). Mean-VaR portfolio optimization: A nonparametric approach. *European Journal of Operational Research*. 260(2): 751-766. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.01.005

Mousavi, M. M., Naderi, S., & Hasanlou, K. (2017). Asset allocation modeling: A combined regime-switching and Black-Litterman model. *Journal of Risk modeling and Financial Engineering*. 2(3): 380-397. (In Persian)

Pagan, A. R., & Sossounov, K. A. (2003). A simple framework for analyzing bull and bear markets. *Journal of Applied Econometrics*. 18(1): 23-46. https://doi.org/10.1002/jae.664

Pereira, M., Ramos, S. B., Dias, J. G. (2016). The cyclical behavior of commodities. *The European Journal of Finance*. 23(12): 1107-1128. https://doi.org/10.1080/1351847X.2016.1205505

Pfaffenzeller, S., Newbold, P., & Rayner, A. (2007). A short note on updating the Grilli and Yang commodity price index. *The World Bank Economic Review*. 21(1): 151-163. https://doi.org/10.1093/wber/lhl013

Post, T., Karabatı, S., & Arvanitis, S. (2018). Portfolio optimization based on stochastic dominance and empirical likelihood. *Journal of Econometrics*. 206(1): 167-186. https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2018.01.011.

Ramos, S. B., Vermunt, J. K., & Dias, J. G. (2011). When markets fall down: are emerging markets all the same. *International Journal of Finance & Economics*. 16(4): 324-338. https://doi.org/10.1002/ijfe.431.

Shiri Ghahi, A., Didehkhani, H., Khalili Damghani, K., & Saeedi, P. (2017). A comparative study of multi-objective multi-period portfolio optimization models in a fuzzy credibility environment using different risk measures. *Financial Management Strategy*. 5(3): 1-26. (In Persian)

Toye, J. F., & Toye, R. (2003). The origins and interpretation of the Prebisch-Singer thesis. *History of political Economy*. 35(3): 437-467. https://doi.org/10.1215/00182702-35-3-437.

مدیریت دارایی و تأمین مالی
سال دهم، شماره چهارم، شماره پیاپی (۳۹)، زمستان ۱۴۰۱، ص۲۵- ۴۶
تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۹/۳۰ تاریخ پذیرش:۲۳ /۱۴۰۱/۰۷

مقاله پژوهشی

تخصیص بهینه دارایی با استفاده از رفتار سیکلی کالاهای اساسی؛ رویکرد رژیم سوئیچینگ

محمدرضا رستمی*

استادیار، گروه مدیریت، دانشکدهٔ علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.

m.rostami@alzahra.ac.ir

زاهره گدازگر

کارشناسی ارشد، گروه مدیریت، دانشکدهٔ علوم اجتماعی و اقتصاد، دانشگاه الزهرا، تهران، ایران.

z_godazgar@yahoo.com

چکیده

هدف: هدف پژوهش حاضر، تخصیص بهینهٔ دارایی با استفاده از رفتار سیکلی کالاهای اساسی، رویکرد رژیم سوئیچینگ است.

روش: برای این منظور ۳ فلز ا سا سی مس، آلومینیوم و فولاد کنار طلا و ارز به‌عنوان کالاهای ا سا سی و داده‌های قیمت آنها به‌همراه شاخص بورس اوراق بهادار تهران طی دورهٔ زمانی ۳ دی ۱۳۸۷ تا ۵ مهر ۱۳۹۹ تجزیه‌وتحلیل شد. به‌منظور تجزیه‌وتحلیل داده‌ها از تحلیل خوشه‌ای مبتنی بر رفتار تغییر رژیم داده‌ها استفاده و مدل‌های انتقال وضعیت مارکوفی بر روی داده‌ها برازش داده شد. سبدهای همگون و ناهمگون ازنظر رفتار تغییر رژیم، در دو رژیم صعودی و نزولی بازار تشکیل و معیارهای ارزیابی عملکرد سبدها محاسبه شد.

نتایج: نتایج نشان‌دهندهٔ آن بود که متنوع سازی سبد از طریق نمادهای موجود در خوشهٔ همگون، به بهترین عملکرد سبد در روندهای نزولی منجر می‌شود؛ در حالی که در روندهای صعودی، متنوع‌سازی با استفاده از فلزات اساسی در خوشهٔ ناهمگون، باعث بهترین عملکرد می‌شود. به‌طور کلی نتایج حاکی از این است که استفاده از کالاهای اساسی به‌منظور متنوع‌سازی سبد، به حصول نتایج بهتری در عملکرد منجر می‌شود.

کلیدواژه‌ها: سبد، کالاهای اساسی، مارکوف سوئیچینگ، تحلیل خوشه‌ای

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

---

* نویسندهٔ مسئول

رستمی، محمدرضا. و گدازگر، زاهره. (۱۴۰۱). تخصیص بهینه دارایی با استفاده از رفتار سیکلی کالاهای اساسی؛ رویکرد رژیم سوئیچینگ . *مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۱۰(۴)، ۲۵-۴۶.

2383-1189 / © 2023

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

https://doi.org/10.22108/amf.2022.129809.1684 https://dorl.net/dor/20.1001.1.23831189.1401.10.4.2.6

مقدمه

تنوع‌بخشی به سرمایه‌گذاری‌های مالی اصلی مهم است که به‌طور گسترده‌ای پذیرفته شده است. با وجود این، سال‌ها تصمیمات تخصیص دارایی، محدود به اوراق قرضه و سهام بوده است. نرخ بهره بدون ریسک پایین و بازارهای نزولی، که مشخصهٔ آغاز هزارهٔ جدید است، علاقهٔ سرمایه‌گذاران را به انواع جدید طبقه‌های دارایی تقویت می‌کند. پیش‌تر کالاها بازدهٔ زیادی فراهم می‌کردند که به‌وضوح توجه سرمایه‌گذاران را به خود جلب می‌کرد؛ به‌عنوان مثال، گورتون و رونهورست[1](2006) دریافتند که سبد آتی کالا بیش از اسناد خزانه بازده دارد. علاوه بر این، مطالعات نشان داده است که سرمایه‌گذاری در کالا ممکن است ارزش دارایی‌های سرمایه‌گذار را در برابر تورم محافظت کند؛ زیرا قیمت کالاها از نرخ تورم پیروی می‌کند؛ بنابراین سرمایه‌گذاری در این طبقهٔ دارایی به‌تدریج براساس مجموعه‌ای از اوراق بهادار، ازجمله قراردادهای آتی و اختیار معامله در بورس موردتوجه قرار گرفت (Bruno & Chincarini, 2011).

از این رو، پژوهشگران و سرمایه‌گذاران به روش‌های متنوع‌سازی سبد دارایی‌ها با استفاده از کالاها توجه کردند. روش‌های مورداستفاده برای مطالعهٔ مزایای متنوع‌سازی سبد از طریق سرمایه‌گذاری در کالاها شامل تجزیه‌وتحلیل همبستگی، تکنیک‌های مبتنی بررگسیون و آزمون‌های دامنهٔ واریانس بوده است (Conover et al., 2010).

با این حال، کالاها رفتاری چرخه‌ای از خود نشان می‌دهند و تحت‌تأثیر شرایط محیطی، روندهای صعودی و نزولی متناوب و نامنظمی را تجربه می‌کنند که روش‌های مذکور با محدودیت‌هایی در کنترل این رفتارهای چرخه‌ای مواجه هستند (Dorfleitner, 2012; Belousova &). برای تشریح محرک‌های چرخه‌ای لازم است که موجودیت و ماهیت روندهای قیمت‌های کالا بررسی شود. تغییر در قیمت کالا چه در کوتاه‌مدت و چه در بلندمدت مدیریت و تنظیم می‌شود؛ خواه روند تغییر آن مثبت باشد یا منفی. طبق این دیدگاه، فرضیهٔ پریبیچ- سینگر[2](۱۹۵۰) مناسب‌ترین و شناخته‌شده‌ترین رویکرد است. براساس این فرضیه، قیمت مواد خام (صادراتی) نسبت به قیمت مواد خام تولیدی (وارداتی) در طول زمان کاهش پیدا می‌کند و درنهایت، این اتفاق باعث خدشه‌دار شدن شروط قراردادهای تجاری و روند تجاری در کشورهای تولیدکنندهٔ کالا می‌شود. ازآنجا که اثرات پیشرفت فنی متفاوت و نامتقارن و کشش درآمد و قیمت تقاضا برای محصولات کشاورزی و معدنی از کالاهای تولیدی و کارخانه‌ای کمتر است، رشد اقتصادی جهانی به نفع کشورهای درحال‌توسعه خواهد بود (Toye & Toye ,2003).

پژوهش‌های تجربی متعددی به فرضیهٔ پریبیچ- سینگر توجه کردند؛ اما هیچ نتیجهٔ مشخص و واحدی برای آن به دست نیامده است (برای مثال: Arezki et al., 2014 , Harvey et al.,2010 , Pfaffenzeller et al., 2007).

بنابراین شناسایی رفتار چرخه‌ای قیمت کالا یکی از ملزومات پژوهش‌ها در این حوزه بوده است؛ بنابراین متنوع‌سازی سبد دارایی‌ها با استفاده از کالا و به‌خصوص کالاهای اساسی نیازمند توجه به رفتار چرخه‌ای موجود در قیمت نیز است. بر این اساس در پژوهش حاضر بحث متنوع سازی سبد از طریق کالاهای اساسی با توجه به رفتار چرخه‌ای آنها بررسی شده و به‌منظور کنترل رفتار چرخه‌ای داده‌ها، ویژگی مارکوفی انتقال وضعیت فرایند موردتوجه قرارگرفته است. مدل‌های مارکوفی رژیم سوئیچینگ[3]به‌عنوان فرایند فیلترینگ عمل کرده که داده‌های پرت را نیز به حساب آورده و آن خروجی رفتار چرخه‌ای نوسان‌ها را به تصویر می‌کشد. این روش برای فائق آمدن بر روابط غیرخطی، بازگشت به میانگین و مشکل نرمال‌نبودن بازده، راه‌حل مناسبی است (Pereira et al., 2016).

در این پژوهش ابتدا با استفاده از خوشه‌بندی دارایی‌ها در سبد سرمایه‌گذاری، به متنوع‌سازی سبد توجه، سپس با اتکا به مدل‌های

---

[1]. Gorton and Rouwenhorst
[2]. Prebisch-Singer hypothesis
[3]. Regime-switching

مارکوف سوئیچینگ رفتار چرخه‌ای قیمت در هریک از دارایی‌ها تحلیل و در انتها، عملکرد سبد تشکیل‌شده از این دارایی‌ها به دو روش مارکوییتز و تانژنسی[1] مقایسه شده است. این پژوهش با اتکا به تحلیل خوشه‌بندی دارایی‌های ریسکی، رویکردی متفاوت را در متنوع‌سازی سبد به نمایش می‌گذارد و برخلاف پژوهش‌های پیشین که با اتکا به روش‌های متداول اقدام به متنوع‌سازی سبد می‌کنند، نشان‌دهندهٔ آن است که رویکرد احتمال پسین در تشکیل خوشه‌های سرمایه‌گذاری (مزیت این روش نسبت به روش پریرا[2] و همکاران (2016) نبودِ وابستگی نتایج به توزیع نظری داده‌ها ست. در این روش، رژیم‌های مارکوفی صعودی و نزولی داده‌ها از طریق تغییر در مقادیر همبستگی متقاطع متغیرها کنترل می‌شود؛ بنابراین خوشه‌بندی متغیرها با توجه به نحوهٔ تغییرات مقادیر آنها در طول زمان شکل می‌گیرد) و دیدگاه فرایندی و چرخه‌ای به قیمت کالاهای اساسی و سایر دارایی‌های ریسکی مورد معامله در بازارهای سرمایه به نتایج مطلوبی در تشکیل سبد منجر می‌شود. در ادامه، مبانی نظری، پیشینه و سؤال‌های پژوهش، روش (شامل مدلی نظری و مدل‌های انتقال مارکوفی)، یافته‌ها و در پایان، نتایج و پیشنهادها ارائه شده است.

مبانی نظری

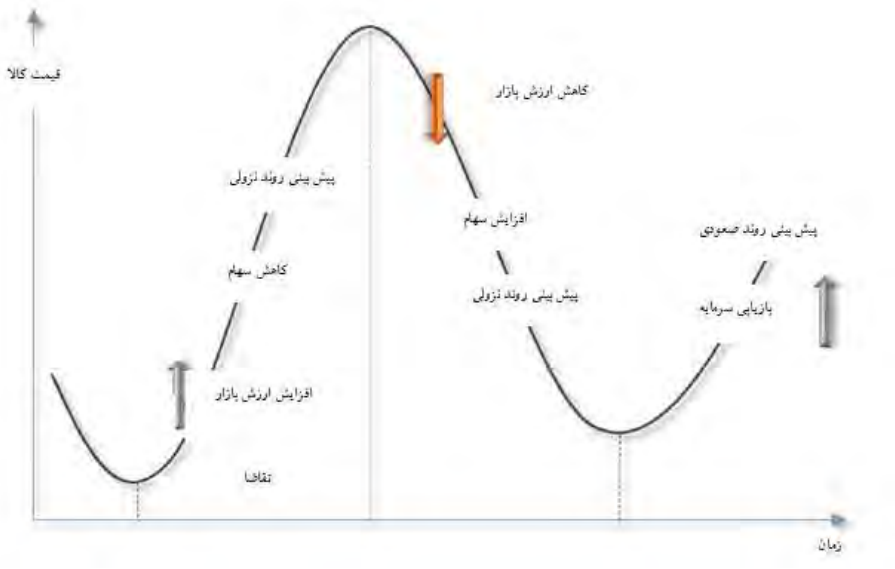
بازار کالاهای اساسی، بازاری فیزیکی یا مجازی برای خرید، فروش و تجارت کالاهای خام یا محصولات اولیه است. در حال حاضر حدود ۵۰ بازار عمدهٔ کالا در سراسر جهان وجود دارد که تجارت به‌طور تقریبی ۱۰۰ کالای اساسی را تسهیل می‌کند. کالاها به دو دسته تقسیم می‌شود: سخت و نرم. کالاهای سخت به‌طور معمول منابع طبیعی‌ای است که باید از معدن استخراج شده یا از دل زمین بیرون کشیده شود؛ ازجملهٔ آنها به طلا یا نفت اشاره می‌شود؛ در حالی که کالاهای نرم محصولات کشاورزی و دامپروری است که به ذرت، گندم، قهوه، قند، سویا و غیره اشاره می‌شود (Jacks, 2019). برای پیش‌بینی قیمت کالاهای اساسی به‌طور منظم بین مراحل انبساط و انقباض متناوب بازار باید دربارهٔ چگونگی سنجش آنها به توافق رسید. با وجود این، به‌طور معمول انواع مختلفی از روش‌های اقتصادسنجی برای انجام این کار وجود دارد. این روش‌ها در دو رویکرد پدیدار می‌شود. رویکرد اول به فیلترهایی متکی است که به صورت شماتیک روند را از چرخه حذف می‌کنند. سری لگاریتمی قیمت‌های واقعی به‌طور معمول از سه جزء تشکیل می‌شود: روند (بالای ۷۰ سال)، ابرچرخه (۲۰–۷۰ سال) و نوسان‌های کوتاه‌مدت قیمت (۲–۲۰ سال). فیلترهای متداول موردا ستفاده شامل فیلتر هادریک–پراسکات[3] (HP)، باندگذر بکستر–کینگ[4] (BK) و کریستیانو– فیتزجرالد[5] (CF) است. رویکرد دوم متکی به روش‌هایی است که از الگوریتم‌هایی نظیر برای– برو شان[6] ستفاده می‌کنند. چنین روش‌هایی ناشی از کار در چرخه‌های تجاری است که در سال ۱۹۴۶ معرفی شده است (Jégourel, 2018).

تجزیه‌وتحلیل ماهیت چرخه‌ای قیمت کالاهای اساسی تلاشی به نسبت جدید است و بیشتر پژوهش‌ها از ابتدای سال ۲۰۰۰ شروع شده است. موضوع اَبرچرخه به‌خصوص از سال ۲۰۰۲ تا ۲۰۱۲ در ادبیات پژوهشی موردتوجه قرار گرفت. از این اصطلاح بسیار استفاده می‌شود؛ اما به نظر می‌رسد که پژوهشگران بر جنبهٔ چرخه‌ای آن توجه نکردند. در مقالات متعددی تلاش شد تا دریافته شود که آیا شکوفایی قیمت طی این دوره حاصل اصول بنیادی مناسب و مطلوب در بازار یا افزایش صندوق‌های پولی شاخص است (Harvey et al., 2017).

در این راستا، جگورل[7] (2018)، طیف چرخهٔ قیمت کالا را با اتکا به عرضه و تقاضای بازار به‌صورت شکل (۱) ارائه داد.

---

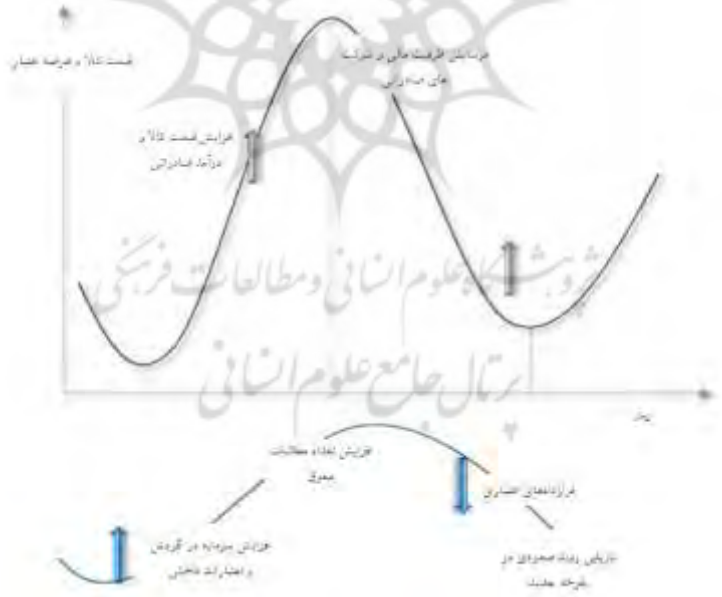
1. Markowitz Tangency
2. Pereira
3. Hodrick-Prescott
4. Baxter-King
5. Christiano-Fitzgerald
6. Bry-Broschan
7. égourel



شکل (۱) نمایی از چرخهٔ قیمت در بخش کالا (جگورل، ۲۰۱۸)

Figure (1) A view of the price cycle in the commodity sector (Jégourel, 2018)

در ادامه، جکس[1](2019) نیز رفتار چرخه‌ای قیمت کالا را متأثر از چرخه‌های تجاری دانسته و ارتباط آنها را به صورت شکل (۲) نشان داده است.



شکل (۲) چرخهٔ کالا و چرخه‌ی اعتباری (جکس، 2018)

Figure (2) Commodity cycle and credit cycle (Jacks, 2018)

[1]. Jacks

مطابق با این مطالب، پژوهش‌های متعددی پیرامون درک رفتار چرخه‌ای قیمت کالاها انجام شده است؛ اما همچنان اتفاق‌نظر روی عوامل مؤثر بر این رفتار وجود ندارد. از طرفی، سیاست‌های سرمایه‌گذاری و متنوع سازی سبد متشکل از کالاهای اساسی، فلزات گران‌بها، ارز و اوراق بهادار همچنان محل توجه و علاقهٔ بسیاری از سرمایه‌گذاران است؛ از این رو، به نظر می‌رسد اگر متنوع سازی سبد با استفاده از کالاهای اساسی صورت پذیرد، باید توجه خاصی به رفتار چرخه‌ای قیمت کالاهای اساسی در بازار سرمایه داشت؛ بنابراین در بحث متنوع‌سازی سبد با این دارایی‌ها چند مسئله محل سؤال است: ۱. با توجه به رفتار چرخه‌ای قیمت کالاهای اساسی، آیا در تشکیل سبد از این دارایی‌ها به‌منظور متنوع‌سازی سبد استفاده می‌شود؟ ۲. در رژیم‌های صعودی و نزولی بازار، چگونه ترکیب بهینه از کالاهای اساسی و سایر دارایی‌های ریسکی ایجاد می‌شود؟ ۳. متنوع‌سازی سبد با این رویکرد، در کدام رژیم‌های بازار (صعودی–نزولی) عملکرد بهتری را تأمین می‌کند. بر این اساس، سؤال‌های پژوهش در راستای پاسخ به مسئله‌های مذکور به این شکل طرح شده‌اند:

سؤال ۱: آیا کالاهای اساسی، سکه، نرخ ارز و شاخص کل قابلیت خوشه‌بندی را در رژیم‌های مختلف دارد؟

سؤال ۲: آیا افزودن سکه، ارز و کالاهای اساسی موجب ایجاد مزایای متنوع‌سازی در سبد دارایی‌ها می‌شود؟

سؤال ۳: در کدام رژیم، متنوع‌سازی سبد براساس کالاهای اساسی بازدهٔ بهتری به‌همراه خواهد داشت؟

در حوزهٔ تشکیل سبد و تحلیل رفتار چرخه‌ای دارایی‌های ریسکی در بازارهای سرمایه، پژوهش‌های معدودی انجام شده است. عسگری آلوج[1] و همکاران (2020) کاربرد مدل حرکت براوونی هندسی تعمیم‌یافته را با فرایند رژیم سوئیچینگ مارکوف در شبیه سازی قیمت سهام برر سی کرده‌اند. در این پژوهش تغییرات قیمت سهام برا ساس مدل حرکت براوونی هند سی تعمیم‌یافته با فرایند رژیم سوئیچینگ مارکوف، موردمطالعه قرار گرفته و یافته‌ها نشان‌دهندهٔ آن است که این روش پس از اعمال کنترل‌هایی بر روی پارامترهای مدل، نتایج مطلوبی در شبیه‌سازی قیمت سهام دارد. به بیان دیگر، نتیجه گرفته می‌شود که به‌کارگیری رویکرد رژیم سوئیچینگ روش مناسبی برای کنترل تغییرات قیمت سهام است.

موسوی و همکاران[2] (2017) به ترکیب بهینهٔ دارایی‌ها با رویکرد ترکیبی مدل بلک لیترمن[3] و تغییرات رژیم‌ها توجه کرده‌اند. نتایج این پژوهش نشان‌دهندهٔ رژیم‌های متمایز مالی در داده‌ها بوده است و حاکی از آن است که با کنترل این رژیم‌ها ترکیب‌های بهینهٔ متفاوتی از دارایی‌ها ایجاد می‌شود که ازنظر بازده و عملکرد مبتنی بر ریسک بر سایر روش‌ها برتری دارد. شیری قهی[4] و همکاران (2017) مدل بهینه‌سازی سبد را به‌صورت چند دوره‌ای چند هدفه در محیط اعتبار فازی با معیارهای متفاوت ریسک ارزیابی کرده‌اند و به‌جای در نظر گرفتن مدل تک دوره‌ای سبد از مدل سه دوره‌ای استفاده کرده‌اند. نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که مدل Mean-AVaR نسبت به دو مدل Mean-VaR و Mean-Semi Entropy عملکرد بهتری دارد و رویکرد چند دوره‌ای در تشکیل سبد تا حدودی رفتار دوره‌ای تغییرات قیمت را کنترل می‌کند.

جیانگ[5] و همکاران (2019) اثر ترکیب دو روش سبد را با اوزان یکنواخت و مینیمم واریانس در بهبود عملکرد سبد بررسی کرده‌اند. نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که ترکیبی مناسب از مینیمم واریانس و اوزان یکنواخت نسبت شارپ را تحت هر شرایطی (مجاز یا غیرمجاز بودن فروش سهام)، افزایش می‌دهد و اگر فروش امکان‌پذیر باشد، ریسک سبد را کاهش می‌دهد. با وجود این، استراتژی ترکیبی در زمانی که محدودیت فروش سهام وجود دارد، سطح ریسک پایین‌تری نسبت به مینیمم واریانس ایجاد نمی‌کند. نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که ضریب ترکیب مطلوب به عواملی ازجمله اندازهٔ نمونه، روش برآورد، محدودیت فروش و طول دورهٔ خارج از

[1]. Asgari Alouj
[2]. Mousavi
[3]. Black-Litterman
[4]. Shiri Ghahi
[5]. Jiang

نمونه بستگی دارد که به‌شدت بر خطاهای تخمین در مینیمم واریانس اثرگذار است. جکس[1](2019) نیز رفتار دوره‌ای کالاهای اساسی را در بلندمدت بررسی کرده است. نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که داده‌ها دارای روندهای بلندمدت، میان‌مدت و کوتاه‌مدت بین رونق یا رکود است. اهم یافته‌های این پژوهش به‌صورت زیر خلاصه می‌شود:

۱. قیمت واقعی کالاهای اساسی از سال ۱۹۵۰، هرچند کم، در حال افزایش بوده است.

۲. الگوهایی از چرخهٔ قیمت کالاهای اساسی وجود دارد که درواقع انحرافی بزرگ و طولانی‌مدت از روندهای اساسی است.

۳. چرخهٔ قیمت کالاهای اساسی به خودی خود توسط دوره‌های رونق یا رکودی مشخص می‌شود که ازنظر تاریخی فراگیر است.

پست[2] همکاران (2018) به بهینه سازی سبد براساس غلبهٔ تصادفی و احتمال تجربی توجه کرده‌اند. نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که روش غلبهٔ تصادفی و احتمال تجربی در تشکیل سبد سهام، عملکردهای مطلوب‌تر خارج از نمونه را نسبت به روش‌های اکتشافی، بهینه‌سازی میانگین–واریانس و رویکرد سادهٔ «پلاگین» ارائه می‌دهد. از این رو، یافته‌های این پژوهش نیز نشان از عملکرد خوب مفاهیم توزیعی و احتمالی در تشکیل سبد دارد. لوین[3] و همکاران (2017) به بهینه سازی سبد به روش ناپارامتری میانگین- واریانس توجه کرده‌اند. نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که الگوریتم انقلابی چند هدفهٔ ارائه شده، دو شاخص کیفیت راه‌حل و زمان محاسبات را در تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهبود می‌بخشد؛ همچنین حاکی از آن است که الگوریتم پیشنهادی، سبدهای پیچیده را بدون ساده‌کردن و در عین حال، به دست آوردن راه‌حل‌های مناسب در زمان معقول بهینه‌سازی می‌کند و پتانسیل چشمگیری برای استفاده در عمل دارد. پریرا[4] و همکاران (2016) نشان داده‌اند که ۱۲ کالای اساسی موردمطالعه در چهار گروه با رژیم‌های متفاوت طبقه‌بندی می‌شود و کلاس‌های مختلف از دارایی‌ها ناهمگن است. دارایی‌های موردمطالعه دو رژیم متفاوت دارند.

مطابق با این مطالب، به نظر می‌رسد که به‌کارگیری مفهوم احتمال پسین در تشکیل خوشه‌های دارایی‌های ریسکی و با هدف متنوع‌سازی سبد، کمتر موردتوجه پژوهشگران بوده است؛ در حالی که مدل‌های رژیم سوئیچینگ توجه بیشتری را به خود جلب کرده‌اند.

روش پژوهش

این پژوهش ازنظر روش، توصیفی مبتنی بر تحلیل خوشه‌ای، احتمالات پسین و مدل‌های رگرسیونی رژیم سوئیچینگ مارکوفی است که در آن، از روش تحلیل داده‌های سری زمانی استفاده شده است. تجزیه‌وتحلیل داده‌های پژوهش با استفاده از نرم‌افزار آماری R نسخهٔ ۳,۵,۳ انجام گرفت.

داده‌های موردمطالعه در این پژوهش شامل مقادیر شاخص کل بورس (به‌عنوان نماینده‌ای از عملکرد کلی شرکت‌های بازار سهام)، نرخ ارز آزاد (دلار)، قیمت سکه و قیمت کالاهای اساسی آلومینیوم، مس و فولاد است. اطلاعات هریک از این واحدها با تواتر روزانه طی دورهٔ ۱۳۸۷/۱۰/۱۳ تا ۱۳۹۹/۰۷/۰۵ (معادل ۲۰۰۹/۰۱/۰۲ تا ۲۰۲۰/۰۹/۲۶)، مقدار شاخص کل از تارنمای شرکت مدیریت فناوری بورس اوراق بهادار تهران[5]، قیمت فلزات از بورس فلزات لندن[6] و قیمت روز سکه و ارز از سایت رهاورد نوین[7] جمع‌آوری شد.

---

1. Jacks
2. Post
3. Lwin
4. Perrira
5. Tehran Securities Exchange Technology Management Co
6. London Metal Exchange
7. Rahavardnovin

مطابق با الگوی (Ramos et al., 2011 و Dias & Ramos, 2013) مدل‌های HRSM[1] که در راستای کنترل ناهمسانی‌های غیرقابل‌مشاهده بین سری‌های زمانی استفاده می‌شود، هر سری زمانی در یک خوشهٔ مشخص مانند w_i برای $i \in \{1. \dots . s\}$ خوشه‌بندی می‌شود تا ناهمسانی‌های موجود بین قیمت‌های کالاهای اساسی را کنترل کند. از طرفی، طبق نتایج (Pagan & Sossounov, 2003)، بازارهای گاوی (صعودی) و خرسی (نزولی)، راه ساده‌ای برای توصیف چرخه‌ها در قیمت کالاها به شمار می‌آیند؛ بنابراین این طور تصور می‌شود که هر سری زمانی برای هر زمان t، از یکی از دو رژیم $z_{i.t} = 1$ یا $z_{i.t} = 2$ تبعیت می‌کند. خروجی این فرایند، تخصیص کالاهای اساسی به خوشه‌های همسان براساس رژیم‌های چرخه‌ای آنها خواهد بود.

بر این اساس، فرض شد، اگر تعداد n کالای اساسی در دورهٔ زمانی $t \in \{1. \dots . T\}$ موردمطالعه باشد که بازدهٔ هرکدام در زمان t با $y_{i.t}$ نشان داده شود و $f(y_{i.t}; \theta)$ نشان‌دهندهٔ تابع چگالی احتمال بازده مربوط به کالای اساسی i ام باشد، آنگاه مدل HRSM برای سری زمانی $y_{i.t}$ در طول دورهٔ $t \in \{1. \dots . T\}$ و با در نظر گرفتن شانس قرارگیری آن در هریک از S خوشهٔ همسان، به شکل رابطهٔ (۱) تعریف می‌شود:

$$f(y_i; \theta) = \sum_{w_i=1}^{s} \sum_{z_{i1.t}=1}^{2} \sum_{z_{i2.t}=1}^{2} \dots \sum_{z_{i1.T}=1}^{2} f(w_i . z_{i1} . \dots . z_{iT}) f(y_i | w_i . z_{i1} . \dots . z_{iT}) \quad (۱)$$

به‌طوری که پارامترهای این مدل به روش درست‌نمایی ماکزیمم[2]برآورد می‌شوند و تعداد خوشـــــه‌ها نیز با کمینه‌سازی معیار BIC در برازش داده‌ها به تابع چگالی احتمال $f(y_i; \theta)$ تعیین می‌شود. معیار BIC که توسط شوارتز (۱۹۸۷) مطرح شده است، به شکل رابطهٔ (۲) محاسبه می‌شود:

$$BIC = -2l(\hat{\theta}; y) + Nlog(n) \quad (۲)$$

به‌طوری که $l(\hat{\theta}; y)$ نشان‌دهندهٔ لگاریتم تابع درست‌نمایی، N برابر با تعداد پارامترهای مدل و n برابر با تعداد مشاهده‌هاست؛ اگرچه باید توجه داشت که این روش تنها برای توزیع نرمال بازده پاسخگوست. با توجه به تأییدنشدن فرض نرمال‌بودن توزیع مقادیر متغیرها، کمینه‌سازی معیار BIC تحت تابع درست‌نمایی با هستهٔ نرمال فاقد اعتباراست؛ بنابراین به‌منظورخوشه‌بندی متغیرها از این معیار و استناد به توزیع نرمال برای داده‌ها استفاده نمی‌شود؛ برای همین در این پژوهش به‌منظور خوشه‌بندی متغیرها، از توابع همبستگی متقاطع[3] متغیرها و تشکیل ماتریس‌های همبستگی و خوشه‌بندی مبتنی بر مقادیر ویژهٔ ماتریس همبستگی استفاده شد.

به‌منظور پاسخ به سؤال‌های پژوهش نیز از برازش مدل انتقال وضعیت مارکوفی برای مدلی رگرسیونی (۳) استفاده شده است:

$$INDEX_t = \beta_0 + \sum_{i=1}^{k} \beta_i COM_{i.t} + \beta_{k+1} EX_t + \beta_{k+2} G_t + \varepsilon_t \quad (۳)$$

[1]. Hidden Regime Switching Models
[2]. Maximum Likelihood
[3]. Cross Correlation Function

به‌طوری که این مدل برای دو رژیم متفاوت با مقادیر واریانس متفاوت برازش داده شد. به‌منظور تشکیل سبدها نیز از کالاهای اساسی با بیشترین درجهٔ ناهمگونی (متنوع بودن) استفاده و اوزان کالاها در سبد به روش میانگین–واریانس مارکوییتز[1] محاسبه شده است. اوزان هریک از دارایی‌ها در این روش براساس بیشینه‌سازی میانگین بازده و کمینه‌سازی واریانس بازده انجام شده است.

مدل‌های انتقال وضعیت مارکوفی: مدل مارکوف سوئیچینگ توسط Hamilton (1989) مطرح شد، به مدل تغییر رژیم نیز شناخته می‌شود و یکی از مشهورترین مدل‌های سری زمانی غیرخطی است. این مدل از چندین معامله برای توضیح رفتار متغیرها در رژیم‌های مختلف استفاده می‌کند. بسیاری از سری‌های زمانی اقتصادی گاهی اوقات وقایع شگفت‌انگیزی در رفتار خود نشان می‌دهند که با حوادثی مانند بحران‌های مالی یا تغییرات ناگهانی در سیاست دولت همراه است. تغییرات ناگهانی یکی از ویژگی‌های رایج داده‌های مالی و رویکرد انتقال وضعیت مارکوفی روشی شناخته‌شده برای نمایش چنین تغییرات ناگهانی در سری‌های زمانی است. فرض می‌شود، فرایند y_t دارای مدلی خودبازگشت رگرسیونی مرتبهٔ اول باشد. آنگاه:

$$y_t = \alpha_1 + \varphi y_{t-1} + \varepsilon_t \qquad (۴)$$

در صورتی که این فرایند دارای تغییرات ناگهانی یا تغییر وضعیت‌های پیش‌بینی‌نشده باشد که روند کلی فرایند را تحت‌تأثیر قرار دهد، آنگاه پیش‌بینی می‌شود که مدل خودبازگشت رگرسیونی مرتبهٔ اول روی این فرایند، در چند حالت متفاوت با ضرایب متمایزی برقرار باشد. در حالتی ساده، فرض می‌شود که تعداد این مدل‌ها برابر با ۲ باشد؛ یعنی فرایند تنها در دو حالت کلی (صعودی یا نزولی) و در هرلحظه، با احتمالی مشخص در یکی از این وضعیت‌ها قرار می‌گیرد. آنگاه مدل کلی فـــرایند با توجه به وضعیت‌های ممکن آن به شکل زیر نمایش داده می‌شود:

$$y_t = \begin{cases} \alpha_1 + \varphi y_{t-1} + \varepsilon_t & s_t = 1 \\ \alpha_2 + \varphi y_{t-1} + \varepsilon_t & s_t = 2 \end{cases} \qquad (۵)$$

به‌طوری که در این نمایش، $\varepsilon_t \sim N(0.\sigma^2)$ و s_t نشان‌دهندهٔ وضعیت فرایند در لحظهٔ t است که در یکی از وضعیت‌های ۱ یا ۲ قرار دارد؛ بنابراین در ساده‌ترین حالت که s_t تنها دو وضعیت ۱ یا ۲ را اختیار می‌کند، فرایند تغییر وضعیت y_t زنجیره‌ی مارکوف با احتمال انتقال وضعیت به شکل زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$\Pr(s_t = j | s_{t-1} = i.\, s_{t-2} = k.\, y_{t-1}.\, y_{t-2}.\ldots) = \Pr(s_t = j | s_{t-1} = i) = p_{ij} \qquad (۶)$$

یعنی احتمال اینکه فرایند در هرلحظه در چه موقعیتی قرار داشته باشد، تنها به موقعیت آن در گام قبلی وابسته است و این، مهم‌ترین ویژگی زنجیره‌ی مارکوف است. به‌طوری که p_{ij} برابر با احتمالات انتقال وضعیت فرایند در لحظهٔ t–۱ از موقعیت i به موقعیت j در لحظهٔ t است؛ بنابراین در شرایطی که موقعیت‌های انتقال وضعیت طبق مدل مارکوفی، تنها دارای ۲ حالت باشند، آنگاه ماتریس احتمالات انتقال وضعیت P_{ij} به شکل زیر نشان داده می‌شود:

$$P_{ij} = \begin{bmatrix} p_{11} & p_{12} \\ p_{21} & p_{22} \end{bmatrix} \qquad (۷)$$

[1]. Markowitz Mean-Variance Portfolio

به‌طوری که در این ماتریس، p_{11} برابر با احتمال باقی‌ماندن فرایند در موقعیت ۱ در لحظه‌های t−۱ و t، p_{22} برابر با احتمال باقی‌ماندن فرایند در موقعیت ۲ در لحظه‌های t−۱ و t، p_{12} برابر با احتمال انتقال وضعیت فرایند از موقعیت ۱ در لحظهٔ t−۱ به موقعیت ۲ در لحظهٔ t و p_{21} برابر با احتمال انتقال وضعیت فرایند از موقعیت ۲ در لحظهٔ t−۱ به موقعیت ۱ در لحظهٔ t است.

و داریم: $p_{11} + p_{12} = ۱$ و $p_{21} + p_{22} = ۱$.

بنابراین با برآورد پارامترهای $\theta = (\alpha_1.\alpha_2.p_{11}.p_{22}.\sigma^2)$، مدل انتقال وضعیت مارکوفی بر پایهٔ مدل خودبازگشت رگرسیونی مرتبهٔ اول براز شبه‌منظور شود. به‌منظور برآورد این پارامترها ازروش ماکزیمم‌سازی تابع درست‌نمایی مشاهدات فرایند y_t استفاده می‌شود. درصورتی که مجموعه اطلاعات موجود در داده‌ها تا زمان t−۱ با $\Omega_{t-1} = \{y_0.y_1.\ldots.y_{t-1}\}$ نشان داده شود، آنگاه تابع درست‌نمایی مشاهدات به شکل زیر تعریف می‌شود:

$$\log f(y_1.y_2.\ldots.y_T|y_0.\boldsymbol{\theta}) = \sum_{t-1}^{T} \log f(y_t|\Omega_{t-1}.\boldsymbol{\theta}) \quad (۸)$$

و:

$$f(y_t|\Omega_{t-1}.\theta) = \sum_{i=1}^{2}\sum_{j=1}^{2} p_{ij}\xi_{i.t-1}\eta_{j.t} \quad (۹)$$

به‌طوری که p_{ij} برابر با احتمال انتقال وضعیت از وضعیت i به وضعیت j از لحظهٔ t−۱ به لحظه t است و

$$\xi_{i.t-1} = \Pr(s_{t-1} = i|\Omega_{t-1}.\theta) \quad (۱۰)$$

و ،

$$\eta_{j,t} = f(y_t|s_t = j.\Omega_{t-1}.\theta) = \frac{1}{\sqrt{2\pi}\sigma}\exp\left[-\frac{(y_t - \alpha_j - \varphi y_{t-1})^2}{2\sigma^2}\right] \quad (۱۱)$$

به بیان دیگر، $\eta_{j.t}$ برابر با احتمال مشاهدهٔ مقدار y_t برای فرایند در لحظهٔ t است؛ به شرطی که در این لحظه فرایند در موقعیت j باشد و $\xi_{i.t-1}$ برابر با احتمال قرارداشتن فرایند در موقعیت i در لحظهٔ t−۱ است؛ بنابراین بیان‌کنندهٔ این سناریو است که فرایند در لحظهٔ t−۱ با احتمال $\xi_{i.t-1}$ در موقعیت i قرار دارد. سپس با احتمال p_{ij} از موقعیت i به موقعیت j در لحظهٔ t منتقل می‌شود. آنگاه با احتمال برابر با $\eta_{j.t}$ در لحظهٔ t، مقدار y_t را اختیار می‌کند و از آنجا که در هرلحظه مشخص نیست که فرایند در کدام موقعیت ۱ یا ۲ قرار دارد، این احتمالات برای تمامی حالات انتقال وضعیت محاسبه می‌شود. برآورد پارامترها در این مدل با استفاده از روش‌های عددی و با هدف ماکزیمم‌سازی تابع درست‌نمایی انجام می‌شود.

یافته‌ها

شاخص‌های مرکزی و پراکنش متغیرهای پژوهش در جدول (۱) ارائه شده است.

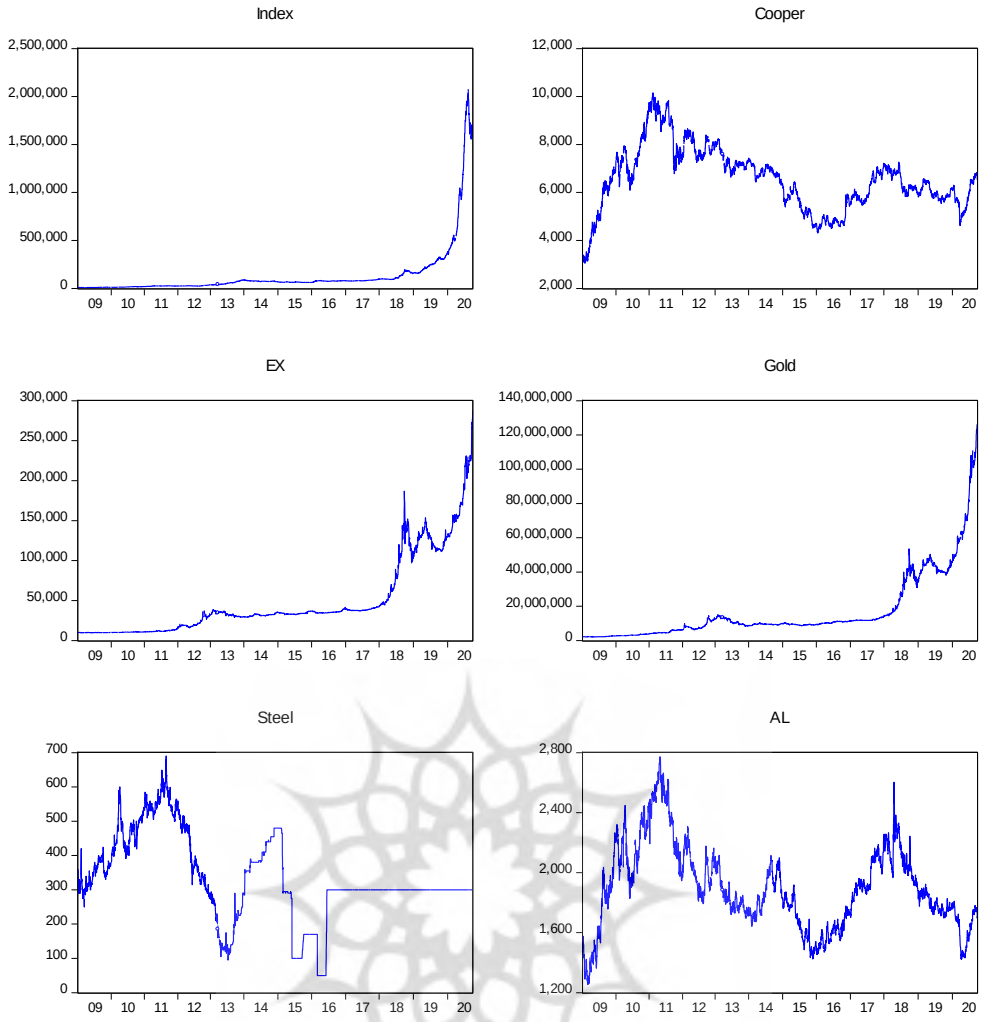
جدول (۱) آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

Table (1) Descriptive statistics of research variables

شاخص	متغیر	میانگین	میانه	بیشینه	کمینه	انحراف معیار	چولگی	کشیدگی	جارک-برا
قیمت	شاخص سهام	۱۳۶۰۶۶/۸	۷۱۰۴۳	۲۰۷۸۵۱۲	۷۹۵۵/۴	۲۸۶۶۵۱	۴/۶۱۹۹	۲۵/۵۱۳۸	۱۰۳۱۴۹/۷**
	مس	۶۵۵۰/۹۷۳	۶۵۲۵/۵	۱۰۱۴۷/۵	۳۰۵۰	۱۳۰۶/۸۹۴	۰/۲۱۰۶	۳/۰۹۵۸	۳۲/۵۱۰۵۹**
	نرخ ارز	۴۹۰۰۸/۳۹	۳۳۵۵۰	۲۸۷۴۶۰	۹۶۵۰	۴۹۲۰۶/۷۳	۱/۸۳۰۸	۵/۸۷۸۶	۳۷۷۸/۵۵۷**
	قیمت سکه	۱۷۰۲۷۰۶۲	۹۸۵۰۰۰۰	$۱/۲۷\times۱۰^{۸}$	۲۱۴۰۰۰۰	۲۰۰۸۸۴۵۶	۲/۵۵۳۴	۱۰/۳۹۰۲	۱۴۰۵۴/۵۴**
	فولاد	۳۳۳/۳۴۵۹	۳۰۰	۶۹۰	۵۰	۱۲۱/۴۶۷۶	۰/۰۹۶۵۷	۳/۰۶۹۵	۷/۳۳۹۸۴۶**
	آلومینیوم	۱۸۹۸/۵۹۹	۱۸۶۷/۵	۲۷۷۲	۱۲۵۳/۵	۲۷۸/۴۳۹۶	۰/۴۴۹۵	۳/۰۶۲۸	۱۴۱/۴۷۷۳**
بازدهٔ یک روزه	شاخص سهام	۰/۰۰۱۲۸۶	۰	۰/۰۵۴۰۱۷	-۰/۰۵۵۱۲۵	۰/۰۰۸۲۰۷	۰/۸۴۴۰	۱۱/۱۱۹۵	۱۱۹۷۵/۷۱**
	مس	۰/۰۰۰۲۵۴	۰	۰/۰۷۵۴۱۰	-۰/۰۶۶۰۲۰	۰/۰۱۲۰۸۶	۰/۰۹۳۳	۷/۴۵۹۵	۳۴۶۸/۹۶۲**
	نرخ ارز	۰/۰۰۰۹۱۶	۰	۰/۲۳۳۳۳۳	-۰/۲۰۲۷۴۱	۰/۰۱۴۸۶۷	۱/۱۴۶۰	۵۱/۸۸۴۷	۴۱۷۰۲۳/۸**
	قیمت سکه	۰/۰۰۱۰۷۸	۰	۰/۱۸۸۸۴۷	-۰/۱۹۶۰۷۸	۰/۰۱۵۰۲۲	۱/۳۸۹۶	۳۷/۵۳۹۱	۲۰۹۰۶۷/۸**
	فولاد	۰/۰۰۰۴۸۳	۰	۰/۵	-۰/۷۰۵۸۸۲	۰/۰۲۹۶۳۷	-۲/۴۹۷۵	۱۸۷/۱۳۷۵	۵۹۰۸۳۳۴**
	آلومینیوم	۰/۰۰۰۱۰۴	۰	۰/۱۲۴۷۴	-۰/۱۱۲۳۴۸	۰/۰۱۱۹۹۵	۰/۲۰۷۷	۱۴/۴۳۸۹۰	۲۲۶۱۵/۹۶**

با توجه به شاخص‌های ارائه‌شده در جدول (۱) مشاهده می‌شود که متوسط مقدار شاخص بورس طی دورهٔ پژوهش برابر با ۱۳۶۰۶۶/۸، میانگین قیمت مس برابر با ۶۵۵۰/۹۷۳، میانگین نرخ ارز برابر با ۴۹۰۰۸/۳۹، متوسط قیمت سکه برابر با ۱۷۰۲۷۰۶۲ (ریال)، میانگین قیمت فولاد برابر با ۳۳۳/۳۴۵۹ و میانگین قیمت آلومینیوم برابر با ۱۸۹۸/۵۹۹ بوده ا ست. مقادیر میانگین به‌د ست‌آمده برای بازدهٔ یک روزهٔ هریک از این عوامل نیز نشان‌دهندهٔ آن است که بازدهٔ شاخص به‌طور متوسط برابر با ۰/۰۰۱۲۸۶، بازدهٔ مس برابر با ۰/۰۰۰۲۵۴، بازدهٔ نرخ ارز برابر با ۰/۰۰۰۹۱۶، بازدهٔ قیمت سکه برابر با ۰/۰۰۱۰۷۸، بازدهٔ آلومینیوم برابر با ۰/۰۰۰۱۰۴ و بازدهٔ فولاد برابر با ۰/۰۰۰۴۸۳ به دست آمده است. مقادیرآمارهٔ جارک- برا که براساس چولگی و کشیدگی داده‌ها محاسبه می‌شود نیز برای قیمت و مقادیر بازدهٔ بزرگ‌تر از مقدار بحرانی آن بوده ا ست و در سطح خطای ۰/۰۵، هیچ یک از مقادیر قیمت و بازدهٔ شاخص و کالاهای اساسی دارای توزیع نرمال نبوده‌اند. به‌منظور ارزیابی شهودی روندهای موجود در داده‌ها شکل سری زمانی مربوط به هریک از متغیرهای پژوهش رسم شده است. شکل (۳)، نشان‌دهندهٔ مقادیر سری زمانی قیمت کالاهای اساسی، شاخص بورس، قیمت سکه و نرخ ارز طی دورهٔ پژوهش است.

پرتال جامع علوم انسانی



شکل (۳) سری زمانی قیمت متغیرها طی دورهٔ پژوهش

Figure (3) Price time series diagram of variables during the research period

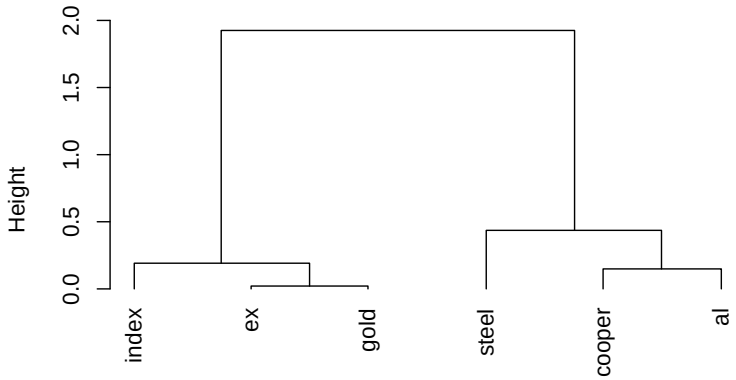
با توجه به شکل (۳) مشاهده می‌شود که روندهای حرکتی شاخص بورس، نرخ ارز و قیمت سکه مشابه بوده و روندهای تغییرات قیمتی آلومینیوم، مس و فولاد نیز شبیه به یکدیگر بوده‌اند؛ بنابراین به‌لحاظ شهودی به نظر می‌رسد که شاخص بورس، سکه و نرخ ارز دارای رژیم‌های صعودی و نزولی مشابه و کالاهای اساسی مس و آلومینیوم فولاد نیز دارای رژیم‌های صعودی و نزولی مشابه باشند.

خوشه‌بندی متغیرها: با توجه به تأییدنشدن فرض نرمال‌بودن توزیع مقادیر متغیرها، کمینه‌سازی معیار BIC تحت تابع درست‌نمایی با هستهٔ نرمال فاقد اعتبار است؛ بنابراین به‌منظور خوشه‌بندی متغیرها از این معیار و استناد به توزیع نرمال برای داده‌ها استفاده نمی‌شود؛ درحالی که پریرا[1] و همکاران (2016)، با وجود تأییدنکردن نرمال‌بودن توزیع داده‌ها از این روش به‌منظور خوشه‌بندی متغیرها استفاده کرده‌اند. در این پژوهش به‌منظور خوشه‌بندی متغیرها، از توابع همبستگی متقاطع[2] متغیرها و تشکیل ماتریس‌های همبستگی و خوشه‌بندی مبتنی بر مقادیر ویژهٔ ماتریس همبستگی استفاده شد. مزیت این روش نسبت به روش پریرا و همکاران (2016) نبودِ وابستگی نتایج به توزیع نظری داده‌هاست.

در این روش، رژیم‌های مارکوفی صعودی و نزولی داده‌ها از طریق تغییر در مقادیر همبستگی متقاطع متغیرها کنترل می‌شود؛

[1]. Pereira
[2]. Cross Correlation Function

بنابراین خوشه‌بندی متغیرها با توجه به نحوهٔ تغییرات مقادیر آنها در طول زمان شکل می‌گیرد. شکل (۴)، نشان‌دهندهٔ خوشه‌های به‌دست‌آمده از تحلیل خوشه‌ای متغیرها مبتنی بر ماتریس ضرایب همبستگی متقاطع آنهاست که با نمودار دندروگرام[1] شناخته می‌شود.



شکل (۴) دندروگرام خوشه‌بندی متغیرها

Figure (4) Dendrogram diagram of clustering variables

با توجه به شکل (۴) مشاهده می‌شود که مجموعهٔ ۶ متغیر موردمطالعه در ۲ خوشه دسته‌بندی می‌شود. خوشهٔ اول شامل: شاخص بورس (Index)، نرخ ارز (Ex) و سکه (Gold) و خوشهٔ دوم نیز شامل کالاهای اساسی: مس (Cooper)، فولاد (Steel) و آلومینیوم (AL) بوده است. مرحلهٔ دوم خوشه‌بندی متغیرها نشان‌دهندهٔ آن است که در خوشهٔ اول، قیمت سکه و نرخ ارز و در خوشهٔ دوم نیز قیمت مس و آلومینیوم بیشترین میزان شباهت را با یکدیگر داشته‌اند؛ بنابراین در صورتی که خوشه‌بندی متغیرها در دو مرحله انجام شود، ۴ خوشه قابل‌تشخیص است: ۱. شاخص بورس؛ ۲. طلا و ارز؛ ۳. فولاد؛ ۴. مس و آلومینیوم؛ اما با توجه به اینکه خوشه‌بندی متغیرها در دو مرحله به تشکیل خوشه‌هایی با یک عضو منجر می‌شود و مسئلهٔ پژوهش را از هدف متنوع‌سازی سبد سرمایه‌گذاری دور می‌کند، خوشه‌ها در مرحلهٔ اول خوشه‌بندی مدنظر قرارگرفته و به‌طور کلی ۲ خوشه: ۱. شاخص بورس، ارز و سکه؛ ۲. مس، آلومینیوم و فولاد مبنای تجزیه‌وتحلیل قرار گرفته‌اند. بر این اساس، در پاسخ به سؤال اول پژوهش نتیجه گرفته می‌شود که قابلیت خوشه‌بندی کالاهای اساسی، نرخ ارز و شاخص کل در رژیم‌های مارکوفی وجود داشته است. هریک از خوشه‌های ۱ و ۲، ۵۰٪ از متغیرهای موردمطالعه را به خود تخصیص داده‌اند که نشان از تفکیک برابر تعداد متغیرها در خوشه‌ها دارد که البته این نوع تفکیک برحسب ماهیت داده‌ها بوده و با هدف ازپیش‌تعیین‌شده صورت نگرفته است. پریرا و همکاران (2016) نیز در پژوهش خود نشان دادند که قابلیت خوشه‌بندی دارایی‌ها براساس رفتار تغییر رژیم داده‌ها وجود دارد؛ بنابراین یافته‌های پژوهش در این سؤال هم‌سو با نتایج پژوهش پریرا و همکاران (2016) بوده است.

تحلیل رژیم‌های مارکوفی و خوشه‌ها: در این بخش، نتایج حاصل از برازش مدل انتقال و ضعیت مارکوفی با توجه به خوشه‌های تخصیص داده‌شده به متغیرها ارائه شده است. در این مدل، دو رژیم مارکوفی با نوسان‌های بالا و پایین (رژیم‌های صعودی و نزولی) شناسایی و پارامترهای مدل در هر رژیم به‌طور جداگانه برآورد شده‌اند؛ همچنین شاخص بورس به‌عنوان دارایی اصلی نقش متغیر وابسته و سایر دارایی‌ها (کالاهای اساسی، ارز و سکه) به‌عنوان متغیرهای مستقل و در نقش متنوع‌سازی سبد عمل می‌کند. جدول (۲) نشان‌دهندهٔ نتایج حاصل از برازش این مدل است.

[1]. Dendrogram

جدول (۲) مدل انتقال وضعیت مارکوفی در ۲ رژیم صعودی و نزولی

Table (2) Markov status transfer model in 2 ascending and descending regimes

متغیر	رژیم ۱			رژیم ۲			خوشه
	ضریب	خطای برآورد	معناداری	ضریب	خطای برآورد	معناداری	
مس	۳/۵۰۶۹۴۲	۰/۱۸۹۷۰۶	۰/۰۰۰	−۱۲/۶۸۱۴۶	۶/۳۷۵۷۳۶	۰/۰۴۶۷	۲
ارز	۱/۳۱۴۴۰۸	۰/۰۴۵۱۸۳	۰/۰۰۰	−۱۱/۰۴۷۶۶	۰/۲۷۷۴۲۷	۰/۰۰۰	۱
طلا	۰/۰۰۳۷۵۱	۰/۰۰۰۱۳۱	۰/۰۰۰	۰/۰۴۰۰۶۰	۰/۰۰۰۵۶۶	۰/۰۰۰	۱
فولاد	۰/۳۲۱۹۹۶	۱/۱۴۳۰۸۱	۰/۷۷۸۲	−۲۳/۲۸۵۲۵	۳۳/۵۳۵۸۹	۰/۴۸۷۵	۲
آلومینیوم	−۱۲/۹۸۸۰۶	۰/۹۳۳۱۳۹	۰/۰۰۰	−۰/۸۱۲۱۲۰	۱۴/۷۶۸۷۵	۰/۹۵۶۱	۲
مقدار ثابت (شاخص بورس)	−۸۷۱۰/۴۶۳	۹۴۴/۷۳۸۷	۰/۰۰۰	۰/۴۵۳۷۸/۲۵	۴۳۱۴۴/۹۰	۰/۲۹۲۹	۱
واریانس	۸/۳۶۷۶۳۳	۰/۰۱۵۱۳۹	۰/۰۰۰	۱۱/۵۴۱۱۴	۰/۰۱۸۰۳۹	۰/۰۰۰	–

مطابق با نتایج جدول (۲) مشاهده می‌شود که ۲ رژیم مارکوفی با نوسان‌های کم (رژیم ۱) و نوسان‌های زیاد (رژیم ۲) شناسایی و مدل ارتباطی بین کالاهای اساسی با شاخص بورس در هر رژیم برآورد شده است. نتایج نشان از واریانس ۱۱/۵۴۱۱۴ در رژیم ۲ و واریانس ۸/۳۶۷۶۳۳ در رژیم ۱ دارد که مؤید نوسان‌های بالا و کم در دو رژیم است. در رژیم با نوسان‌های کم، هریک از دارایی‌های سرمایه‌ای ارز و طلا تأثیر معناداری بر شاخص بورس داشته و کالاهای اساسی آلومینیوم و مس نیز اثرگذاری معناداری بر روی شاخص بورس نشان داده‌اند؛ در حالی که این اثرگذاری برای مس در جهت مستقیم و برای آلومینیوم در جهت معکوس به دست آمده است. این نتایج در حالی است که در رژیم با نوسان‌های بالا، هیچ یک از کالاهای اساسی تأثیر معناداری بر شاخص بورس نداشته‌اند و نشان می‌دهد که در روندهای صعودی یا نزولی بورس، متنوع‌سازی سبد از طریق سرمایه‌گذاری در کالاهای اساسی نتایج متفاوتی را در برخواهد داشت.

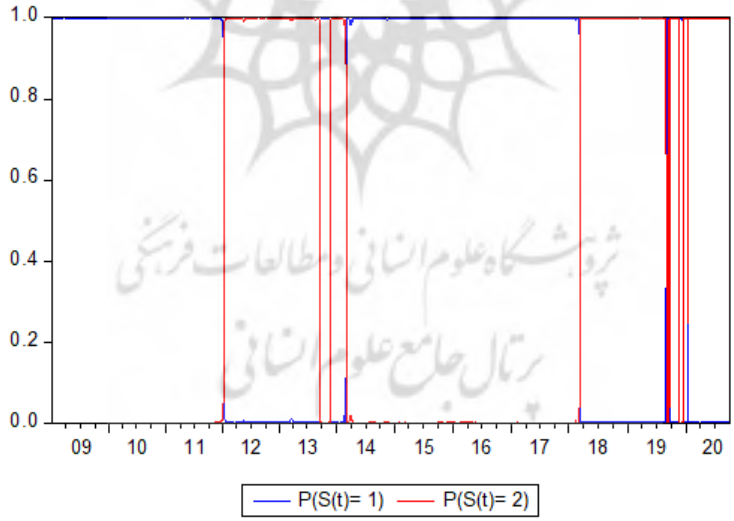
مطابق با نتایج، مقدار ثابت مدل در رژیم ۱، منفی است که نشان از منفی‌بودن بازدهٔ شاخص در این رژیم دارد؛ در حالی که در رژیم ۲، مقدار ثـابت مدل نشان از مثبت‌بودن بازدهٔ شاخـــص در این دوره دارد. در رژیم اول، سرمایه‌گذاری در دارایی‌هایی چون طلا، ارز و مس به افزایش بازده منجر می‌شود؛ در حالی که در رژیم دوم، سرمایه‌گذاری در کالای اساسی مس و ارز به کاهش بازده منجر می‌شود و تنها طلاست که باعث افزایش بازده می‌شود؛ بنابراین به نظر می‌رسد که در پاسخ به سؤال دوم پژوهش، این‌گونه نتیجه گرفته می‌شود که افزودن ارز، طلا وکالاهای اساسی به سبد سرمایه‌گذاری در روندهای نزولی و صعودی بازار (رژیم‌های مارکوفی) به تغییر در بازدهٔ سرمایه‌گذاری در بورس و درنتیجه متنوع‌سازی سبد منجر می‌شود. یافته‌های پژوهش در پاسخ به این سؤال نیز همسو با نتایج پریرا و همکاران (2016) بوده است. آنها در پژوهش خود نشان می‌دهند که افزودن کالاهای اساسی به سبد دارایی‌ها، باعث بهبود عملکرد سبد ازنظر بازده و ریسک سبد شده است. نتایج این پژوهش در دو رژیم صعودی و نزولی نشان‌دهندهٔ مزیت نسبی متنوع‌سازی سبد با کالاهای اساسی بوده است که مطابق با یافته‌های پژوهش حاضر است. جدول (۳) احتمال انتقالات وضعیت مارکوفی در مجموعه کل داده‌ها و به تفکیک هریک از خوشه‌ها را نشان می‌دهد.

جدول (۳) احتمالات انتقال وضعیت مارکوفی به تفکیک خوشه‌ها

Table (3) Probabilities of Markov status transfer by clusters

احتمال قرارگیری فرایند در هر رژیم $(P(W\|Z))$	خوشه ۱		خوشه ۲		کل	
	رژیم ۱	رژیم ۲	رژیم ۱	رژیم ۲	رژیم ۱	رژیم ۲
رژیم ۱	۱	۰	۰/۹۹۸	۰/۰۰۲	۰/۹۹۷	۰/۰۰۳
رژیم ۲	۰	۱	۰/۰۰۱	۰/۹۹۹	۰/۰۰۲	۰/۹۹۸
احتمال قرارگیری در رژیم	۰/۸۵	۰/۱۵	۰/۲۷	۰/۷۳	۰/۶۱	۰/۳۹

مطابق با نتایج جدول (۳) مشاهده می‌شود که هریک از متغیرهای پژوهش در هرلحظه با احتمال ۰/۶۱ در رژیم اول و با احتمال ۰/۳۹ در رژیم دوم قرار دارند. احتمال انتقال وضعیت از رژیم اول به دوم در هرلحظه برابر با ۰/۰۰۳ و احتمال انتقال وضعیت از رژیم دوم به اول در هرلحظه برابر با ۰/۰۰۲ به دست آمده است. هریک از متغیرهای حاضر در خوشهٔ ۱، در هرلحظه با احتمال ۰/۸۵ در رژیم ۱ و با احتمال ۰/۱۵ در رژیم ۲ قرار دارند و این احتمالات برای متغیرهای خوشهٔ ۲ به‌ترتیب برابر با ۰/۲۷ و ۰/۷۳ به دست آمده است که نشان‌دهندهٔ آن است که خوشه‌بندی متغیرها در رژیم‌های مارکوفی نیز جالب‌توجه بوده است و به احتمال زیاد هر خوشه از رژیمی متفاوت تبعیت می‌کند. طبق برآورد احتمالات ماتریس انتقال وضعیت مشاهده می‌شود که نمادهای تخصیص‌یافته در خوشهٔ ۱، با احتمال تقریبی برابر با ۱ از رژیم ۱ خارج نمی‌شوند؛ در حالی که نمادهای تخصیص‌یافته در خوشهٔ ۲، با احتمال ۰/۰۰۲ از رژیم ۱ به ۲ انتقال وضعیت می‌دهند و این احتمال برای انتقال از رژیم ۲ به ۱ برابر با ۰/۰۰۱ به دست آمده است. شکل (۵) مقادیر احتمال قرارگیری شاخص را در هریک از رژیم‌های صعودی و نزولی شناسایی‌شده طی دورهٔ پژوهش نشان می‌دهد.



شکل (۵) احتمالات انتقال وضعیت مارکوفی شاخص بورس

Figure (5) Probabilities of transfer of Markov status of stock index

این نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که در رژیم‌های مختلف که حاکی از روندهای صعودی و نزولی بازار هستند، اگر دارایی‌های موجود در خوشهٔ ۲، در هر رژیمی قرار گیرند، به‌سختی به رژیم دیگر تغییر وضعیت می‌دهند و روندهای صعودی یا نزولی برای این نمادها پایداراست؛ در حالی که پایداری این روندها در خوشهٔ ۱ بالاتر بوده و احتمال تغییر رژیم به‌طور تقریبی برابر با صفر بوده است. اگرچه با توجه به اینکه نمادهای حاضر در خوشهٔ ۱ شامل شاخص بورس، نرخ ارز و قیمت سکه هستند، این پایداری زیاد و تمایل‌نداشتن به تغییر رژیم در این خوشه ناشی از تصمیمات و سیاست‌های دولت در راستای کنترل نرخ ارز، قیمت طلا و بازار سرمایه دانسته می‌شود.

از طرفی، رشد روزافزون نرخ ارز و قیمت طلا و به‌خصوص شاخص بورس طی چند سال اخیر به شکل‌گیری رژیم‌های صعودی با قدرت زیاد در این خوشه منجر شده است.

متنوع‌سازی سبد: به‌منظور متنوع‌سازی سبد سرمایه‌گذاری از طریق کالاهای اساسی، ارز و طلا، از توابع چگالی پسین هریک از نمادها و ساختار همبستگی آنها استفاده شده است. برای این منظور پس از برآورد توابع چگالی پسین متغیرها، به برآورد ماتریس همبستگی بین توابع چگالی پسین توجه شده و دارایی‌های همگون و ناهمگون در هر خوشه شناسایی شده‌اند. پس از برآورد توابع چگالی پسین، ماتریس همبستگی بین توابع چگالی پسین در رژیم صعودی انتقال وضعیت مارکوفی برآورد شده که نتایج آن به شرح جدول (۴) بوده است. از آنجا که احتمال پسین قرارگیری در هر رژیم برابر با ۱ منهای احتمال قرارگیری در رژیم دیگر است، درنتیجه ماتریس همبستگی احتمالات پسین برای هر دو رژیم صعودی و نزولی یکسان است؛ از این رو، در این بخش، تنها به ارائهٔ ماتریس همبستگی احتمالات پسین در رژیم ۱ توجه شده است.

جدول (۴) ماتریس همبستگی (همگونی) توابع چگالی پسین در رژیم صعودی

Table (4) Correlation matrix (homogeneity) of posterior density functions in the ascending regime

رژیم ۱ (صعودی)	شاخص بورس	طلا	ارز	فولاد	مس	آلومینیوم
شاخص بورس	۱	−۰/۹۱۹۴۵۰۴	−۰/۹۲۲۸۰۷۵	۰/۶۰۳۶۰۵۱	۰/۴۵۴۱۶۷۴	−۰/۲۲۹۶۰۴۸
طلا	−۰/۹۱۹۴۵۰۴	۱	۰/۹۹۶۹۲۸۶	−۰/۶۵۹۰۳۷۴	−۰/۴۰۸۵۳۰۷	۰/۱۳۵۴۱۰۱
ارز	−۰/۹۲۲۸۰۷۵	۰/۹۹۶۹۲۸۶	۱	−۰/۶۵۴۴۸۳۳	−۰/۴۱۳۳۳۷۷	۰/۱۴۰۸۹۴۹
فولاد	۰/۶۰۳۶۰۵۱	−۰/۶۵۹۰۳۷۴	−۰/۶۵۴۴۸۳۳	۱	۰/۴۵۶۷۰۶۵	−۰/۱۴۳۱۴۷۱
مس	۰/۴۵۴۱۶۷۴	−۰/۴۰۸۵۳۰۷	−۰/۴۱۳۳۳۷۷	۰/۴۵۶۷۰۶۵	۱	−۰/۶۱۹۱۸۹۰
آلومینیوم	−۰/۲۲۹۶۰۴۸	۰/۱۳۵۴۱۰۱	۰/۱۴۰۸۹۴۹	−۰/۱۴۳۱۴۷۱	−۰/۶۱۹۱۸۹۰	۱

مطابق با نتایج جدول (۴) مشاهده می‌شود که شاخص بورس بزرگ‌ترین اندازهٔ ارتباط را با طلا (|r| =۰/۹۱۹۴۵۰۴) و ارز (|r| = ۰/۹۲۲۸۰۷۵) داشته است و اندازهٔ ارتباط چگالی پسین آن با کالاهای اساسی فولاد (|r| = ۰/۶۰۳۶۰۵۱)، مس (|r| = ۰/۴۵۴۱۶۷۴) و آلومینیوم (|r| = ۰/۲۲۹۶۰۴۸) کوچک‌تر از اندازهٔ ارتباط آن با متغیرهای خوشهٔ ۱ بوده است؛ بنابراین اگر هدف از متنوع‌سازی سبد، تشکیل سبدی با بیشترین میزان همگونی بین دارایی‌ها باشد، خوشهٔ ۱ به‌عنوان سبد پیشنهادی معرفی می‌شود؛ اما در صورتی که هدف از متنوع‌سازی، تشکیل سبدی با ناهمگونی زیاد بین دارایی‌ها باشد، ترکیب شاخص بورس با کالاهای اساسی در خوشهٔ ۲ ناهمگون خواهد بود؛ به همین دلیل، در راستای ارزیابی عملکرد سبد متنوع‌شده مبتنی بر همگونی یا ناهمگونی دارایی‌ها، دو نوع سبد متفاوت تشکیل و معیارهای عملکرد آنها مقایسه شده است. از آنجا که روندهای صعودی و نزولی در شاخص، یکی دیگر از عوامل تعیین‌کننده سبد متنوع بوده‌اند، سبدهای همگون و ناهمگون در هریک از رژیم‌های صعودی و نزولی بازار تشکیل و معیارهای ارزیابی عملکرد سبد محاسبه شده‌اند. جدول (۵) نتایج براورد بازده، واریانس و نسبت شارپ را برای هریک از سبدهای مذکور نشان می‌دهد.

جدول (۵) شاخص‌های ارزیابی عملکرد سبد

Table (5) Portfolio performance evaluation indicators

روش تشکیل سبد	روش مینیمم واریانس			روش تانژنسی		
سبد	بازده سبد	واریانس سبد	نسبت شارپ	بازده سبد	واریانس سبد	نسبت شارپ
شاخص بورس در روند صعودی	۰/۰۰۲۰۰۹	۰/۰۱۰۱۹۱	۰/۱۹۷۱۲	۰/۰۰۲۰۰۹	۰/۰۱۰۱۹۱	۰/۱۹۷۱۲
شاخص بورس در روند نزولی	۰/۰۰۰۰۰۱۳۸۷	۰/۰۰۰۰۵۰۴۶	۰/۰۲۷۴۹۹	۰/۰۰۰۰۰۱۳۸۷	۰/۰۰۰۰۵۰۴۶	۰/۰۲۷۴۹۹
سبد همگون در روند صعودی	۰/۰۰۴۳۳۳۱	۰/۰۲۴۳۸۴	۰/۰۱۷۷۶۹	۰/۰۶۲۰۷۱۱	۰/۳۸۹۹۵۵	۰/۱۵۹۱۷۵۱
سبد همگون در روند نزولی	۰/۱۶۸۴۶۳	۱/۰۵۷۱۶۶	۰/۱۵۹۳۵۳	۰/۲۱۸۱۸۱۰۱	۱/۰۱۶۳۱۵	۰/۲۱۴۶۷۸۳
سبد ناهمگون در روند صعودی	۰/۰۲۵۹۳۹۰	۰/۰۷۹۹۷۸	۰/۰۳۲۴۳۲۴	۰/۰۶۷۷۹۰۸۹	۰/۴۹۶۰۲۵۵	۰/۱۳۶۶۶۸۲
سبد ناهمگون در روند نزولی	۰/۰۶۸۵۰۲۱	۰/۷۱۵۹۵۶	۰/۰۹۵۶۷۹	۰/۲۲۵۸۱۰۳۳	۱/۱۳۷۶۳۴	۰/۱۹۸۴۹۱۱

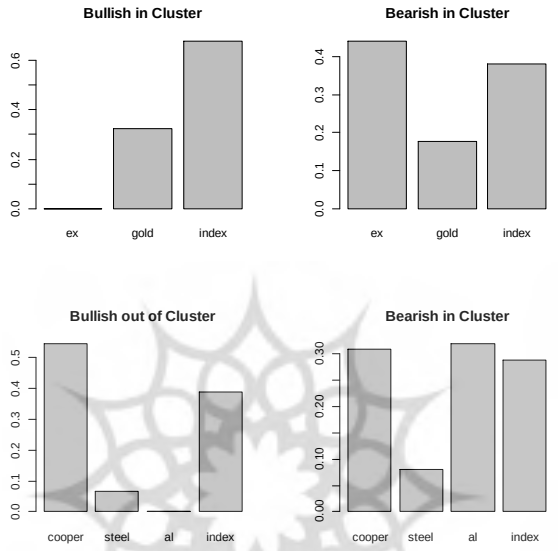
نتایج حاصل از ارزیابی عملکرد سبدها در رژیم‌های صعودی و نزولی نشان‌دهندهٔ آن است که متوسط بازدهٔ سبد برای سرمایه‌گذاری بر روی شاخص در دوره‌های صعودی برابر با ۰/۰۰۲ و در دوره‌های نزولی بسیار کمتر است. همگون‌سازی سبد با استفاده از نمادهای خوشهٔ ۱ (ترکیب شاخص، ارز و سکه) به بازدهٔ ۰/۰۰۴۳ در دوره‌های صعودی و بازدهٔ ۰/۱۶۸۴ در دوره‌های نزولی بازار منجر شده است. متنوع‌سازی سبد با استفاده از نمادهای خوشهٔ ۲ (ترکیب شاخص و فلزات اساسی) باعث بازدهٔ ۰/۰۲۵۹ در دوره‌های صعودی بازار و بازدهٔ ۰/۰۶۸۵۰ در دوره‌های نزولی بازار سرمایه شده است. نتایج در سبد تشکیل‌شده به روش تانژنسی نشان‌دهندهٔ آن است که عملکرد این سبد ازنظر بازدهٔ سبد و نسبت شارپ بهتر از روش مینیمم واریانس بوده است و نشان از عملکرد بهتر این روش تشکیل سبد نسبت به روش مینیمم واریانس در هریک از گروه‌های همگون و ناهمگون سبدها دارد. مقایسهٔ این نتایج نشان‌دهندهٔ آن است که متنوع‌سازی سبد با کالاهای اساسی در هر دو رژیم صعودی و نزولی بازار، به افزایش بازده سبد منجر شده و نسبت شارپ نیز حاکی از آن است که بازدهٔ موردانتظار در مقایسه با ریسک سبد برای سبد همگون در روندهای نزولی بازار بیشتر از سایر سبدها بوده است؛ بنابراین نتیجه گرفته می‌شود که افزودن ارز، سکه و کالاهای اساسی باعث ایجاد مزایای متنوع‌سازی در سبد دارایی‌ها می‌شود و در رژیم‌های صعودی، متنوع‌سازی سبد براساس کالاهای اساسی نتایج بهتری در بردارد. نتایج نشان از آن دارد که در دوره‌های نزولی بازار، متنوع‌سازی سبد با استفاده از سرمایه‌گذاری در ارز و طلا به افزایش بازدهٔ سبد منجر می‌شود و بیشترین بازده و نسبت شارپ را برای سبد به‌همراه دارد؛ بنابراین سبد بهینه در شرایط نزولی شاخص، شامل سرمایه‌گذاری در شاخص، ارز و طلاست و در روند صعودی بازار نیز سبد حاصل از شاخص وکالاهای اساسی به بهترین عملکرد منجر می‌شود. جدول (۶) نشان‌دهندهٔ برآورد اوزان هریک از دارایی‌ها در سبدهای سرمایه‌گذاری است.

جدول (۶) اوزان دارایی‌ها در سبدهای چهارگانه

Table (6) Asset weights in four portfolios

روش تشکیل سبد	سبد	ارز	طلا	شاخص	مس	فولاد	آلومینیوم
مینیمم واریانس	سبد همگون در روند صعودی	۰	۰/۳۲۲۳۱۱۸	۰/۶۷۷۶۸۸۲	–	–	–
	سبد همگون در روند نزولی	۰/۴۴۰۸۰۱۵	۰/۱۷۷۶۰۴۳	۰/۳۸۱۵۹۴۲	–	–	–
	سبد ناهمگون در روند صعودی	–	–	۰/۳۸۹۵۱۸۳	۰/۵۴۴۶۵۷۳	۰/۰۶۵۸۲۴۴۶	۰
	سبد ناهمگون در روند نزولی	–	–	۰/۲۸۹۲۱۰۶	۰/۳۱۰۳۳۱۲	۰/۰۸۱۱۴۱۵۰	۰/۳۱۹۳۱۶۷
تانژنسی	سبد همگون در روند صعودی	۰/۱۸۸۸۳۸	۰/۲۰۶۱۲۳	۰/۶۰۵۰۳۹	–	–	–
	سبد همگون در روند نزولی	۰/۰۷۰۲۷۹	۰/۱۲۴۶۳۳	۰/۸۰۵۰۸۸	–	–	–
	سبد ناهمگون در روند صعودی	–	–	۰/۸۸۰۰۷۴	۰/۰۸۲۳۶۱	۰/۰۳۰۳۳۲	۰/۰۰۷۲۳۴
	سبد ناهمگون در روند نزولی	–	–	۰/۹۹۷۵۰۴	۰	۰/۰۰۲۴۹۶	۰

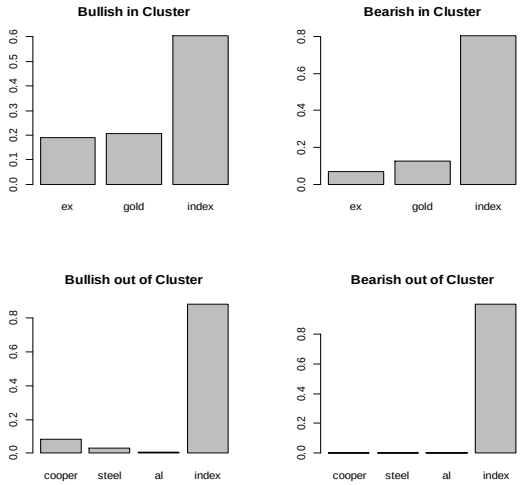
مطابق با نتایج جدول (۶) مشاهده می‌شود که در روش تشکیل سبد مینیمم واریانس، وزن فلزات اساسی در سبدهای همگون تشکیل‌شده از خوشهٔ ۱، برابر با صفر و وزن ارز و طلا در سبدهای ناهمگون متشکل از خوشهٔ ۲ برابر با صفر بوده است. در سبد همگون در روند صعودی، سرمایه‌گذاری در شاخص بیشترین وزن را داشته و در این سبد برای روندهای نزولی، سرمایه‌گذاری در ارز دارای بیشترین وزن در کل دارایی‌ها بوده است. در سبد ناهمگون در روندهای صعودی، سرمایه‌گذاری در مس بیشترین وزن را به خود تخصیص داده و در سبد ناهمگون در روندهای نزولی بازار نیز بیشترین سهم سرمایه‌گذاری مربوط به آلومینیوم و پس از آن، با اندکی اختلاف مس بوده است. شکل (۶) نشان‌دهندهٔ مقادیر اوزان هریک از دارایی‌ها در سبدهای مذکور است.



شکل (۶) وزن دارایی‌ها در سبدهای متنوع (روش مینیمم واریانس)

Figure (6) Assets weight in diversified portfolios (Minimum variance method)

در سبد تشکیل‌شده به روش تانژنسی هم مشاهده می‌شود که در روندهای صعودی و نزولی بازار و سبدهای همگون و ناهمگون، بیشتر وزن به شاخص تخصیص داده شده و وزن سایر دارایی‌ها در این سبدها کمتر از اوزان به‌دست‌آمده در روش مینیمم واریانس بوده است. این یافته‌ها نشان‌دهندهٔ آن است که در صورتی که هدف از تشکیل سبد، ماکزیمم‌سازی نسبت شارپ باشد، آنگاه متنوع‌سازی سبد سهام با وزن کمتری از کالاهای اساسی صورت می‌پذیرد و این نتیجه نشان‌دهندهٔ نقش این دارایی‌ها در افزایش واریانس و ریسک سبد است. شکل (۷) نشان‌دهندهٔ وزن دارایی‌ها در این سبد است.



شکل (۷) وزن دارایی‌ها در سبدهای متنوع (روش تانژنسی)

Figure (7) Assets weight in diversified portfolios (tangential method)

یافته‌های پژوهش در پاسخ به سؤال سوم با نتایج پریرا و همکاران (2016) ناهمسو بوده است. آنها نشان می‌دهند که متنوع‌سازی سبد با کالاهای اساسی در رژیم‌های صعودی عملکرد بهتری برای سبد به‌همراه دارد؛ در حالی که در این پژوهش نتایج حاکی از این است که در رژیم‌های نزولی، متنوع‌سازی به بازدهٔ بیشتری برای سبد منجر می‌شود. علت اختلاف در نتایج مربوط به نوع سیاست‌های حاکم بر بازارهای سرمایه در پژوهش حاضر و پژوهش آنهاست؛ زیرا نحوهٔ تغییرات شاخص، نرخ ارز و طلا در ایران، بیش از آنکه به عرضه و تقاضا وابسته باشد، تحت‌تأثیر سیاست‌های دستوری است؛ درنتیجه عملکرد بازار در این دارایی‌ها به عرضه و تقاضا نسبت داده نمی‌شود؛ از این رو، نحوهٔ تغییرات قیمت در این دارایی‌ها متفاوت از تغییرات قیمت در کالاهای اساسی بوده است؛ بنابراین همگونی یا ناهمگونی دارایی‌ها در این بازار با بازارهای دیگر متفاوت خواهد بود که نتایج متمایزی را نیز در پی خواهد داشت.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

در این پژوهش رفتار چرخه‌ای قیمت کالاها با استفاده از مدل‌های تغییر رژیم بررسی شد. رویکرد رژیم سوئیچینگ یا همان انتقال وضعیت مارکوفی، غیرخطی‌بودن نحوهٔ تغییرات موجود داده‌ها را کنترل می‌کند. علاوه بر این، پژوهش‌های قبلی اغلب این دیدگاه را دارند که کالاها یک طبقهٔ دارایی همگن هستند؛ در حالی که متنوع‌سازی سبد از طریق کالاها به دلیل وجود تفاوت‌های ساختاری قیمت کالا با اوراق بهادار به بروز ناهمگنی در سبد دارایی منجر می‌شود. تفاوت در ترکیب شاخص‌ها ممکن است سطوح بسیار متفاوتی از بازده و نوسان‌های بازده را به‌همراه داشته باشد و به نتیجه‌گیری‌های مختلفی دربارهٔ مزایای مرتبط با گنجاندن کالاها در یک سبد منجر شود؛ بنابراین تشکیل سبد مبتنی بر ترکیب دارایی‌های همگن یا ناهمگن به‌عنوان هدف نهایی پژوهش بررسی شد و انواع دارایی‌های موردمطالعه شامل کالاهای اساسی، ارز و شاخص بورس براساس شباهت در رفتار تغییر رژیم آنها در گروه‌های متفاوتی طبقه‌بندی شدند. نتایج حاکی از آن بود که کالاهای مس، آلومینیوم و فولاد ازنظر رفتار تغییر رژیم در یک گروه و شاخص بورس، ارز و قیمت طلا نیز ازنظر رفتار تغییر رژیم در گروهی قابل‌طبقه‌بندی هستند. مطابق با این نتیجه، رفتار مشابه شاخص، ارز و طلا در تغییر رژیم و روندهای بازار به اثرگذاری تصمیمات کلان اقتصادی بر روی این شاخص‌ها در ایران نسبت داده می‌شود.

از آنجا که بازدهٔ موردانتظار از سرمایه‌گذاری در ارز، طلا و بورس امروزه به‌طور هم‌زمان و با توجه به یکدیگر برآورد ذهنی می شوند، دور از انتظار نیست که رفتار چرخه‌ای این دارایی‌ها نیز دارای مشابهت با یکدیگر باشند؛ در حالی که نتایج در گروه دیگر

نشان‌دهندهٔ آن بود که رفتار چرخه‌ای کالاهای مس، آلومینیوم و فولاد نیز شبیه به یکدیگر است و این شباهت رفتاری به اثرات یکسان تورم بر روی قیمت کالاهای اساسی و تعیین‌کننده‌بودن عرضه و تقاضا در قیمت این کالاها نسبت داده می‌شود. بر این اساس قابلیت خوشه‌بندی کالاهای اساسی، نرخ ارز و شاخص بورس با توجه به رفتار تغییر رژیم آنها وجود داشته است و این دارایی‌ها در دو گروه متفاوت طبقه‌بندی می‌شوند. هرچند نتایج حاکی از آن بود که اگر تفکیک دارایی‌ها در مراحل بالاتر نیز صورت پذیرد، این دارایی‌ها به چهار گروه متمایز نیز تفکیک می‌شوند که نشان از توان مطلوب روش موردا ستفاده در پژوهش، برای خوشه‌بندی دارایی‌ها براساس رفتار تغییر رژیم در آنها دارد.

نتایج حاصل از متنوع‌سازی سبد براساس میزان همگنی دارایی‌ها نشان‌دهندهٔ آن بود که افزودن کالاهای اساسی به سبد دارایی‌ها در رژیم‌های صعودی و نزولی بازار پیامدهای متفاوتی به‌همراه دارد. طبق نتایج به‌دست‌آمده، در بازارهای نزولی، متنوع‌سازی سبد با دارایی‌های همگون به عملکرد بهینه منجر می‌شود؛ در حالی که در بازارهای صعودی، متنوع‌سازی باید براساس ترکیب دارایی‌های ناهمگون صورت پذیرد. به بیان دیگر، در شرایط نزولی بازار، ترکیب سرمایه‌گذاری در شاخص و کالاهای اساسی مس، آلومینیوم و فولاد به افزایش بازدهٔ سبد منجر می شود؛ اما در بازار صعودی، ترکیب دارایی‌ها باید مبتنی بر سرمایه‌گذاری در شاخص، ارز و طلا باشد. این نتایج نیز نشان‌دهندهٔ اثرات متفاوت متنوع‌سازی بر روی بازدهٔ سبد در شرایط متفاوت بازار است. مبتنی بر این نتایج، به نظر می‌رسد که گام اول در متنوع‌سازی سبد، شناسایی رفتار چرخه‌ای دارایی‌ها و تشخیص موقعیت فعلی بازار ازنظر قرارگیری در روندهای صعودی و نزولی است. پس از تشخیص نوع روند حاکم بر بازار، تخصیص سرمایه به دارایی‌های همگون یا ناهمگون صورت می‌پذیرد؛ بنابراین نتایج این پژوهش به‌عنوان یک استراتژی سرمایه‌گذاری و به این صورت تشریح می‌شود که یک استراتژی مناسب سرمایه‌گذاری به‌منظور کاهش ریسک و متنوع‌سازی سبد، شناسایی رژیم صعودی-نزولی بازار و تخصیص سرمایه برحسب دارایی‌های همگون یا ناهمگون است.

با توجه به یافته‌های پژوهش مبنی بر قابلیت خوشه‌بندی کالاهای اساسی و دارایی‌های ریسکی پیشنهاد می‌شود، سرمایه‌گذاران در راستای شناسایی دارایی‌های همگون یا ناهمگون در بورس اوراق بهادار و بورس کالا، از تحلیل‌های خوشه‌ای با رویکرد رفتار تغییر رژیم قیمت‌ها بهره گیرند. شناسایی دارایی‌هایی که رفتار تغییر رژیم در آنها همگون است، به تشکیل سبد دارایی با تقسیم ریسک مناسب بین دارایی‌ها در شرایط صعودی بازار منجر می‌شود. با توجه به مزیت متنوع‌سازی سبد با استفاده از کالاهای اساسی پیشنهاد می‌شود، تشکیل سبد دارایی در بازار سهام، با افق‌های سرمایه‌گذاری گسترده‌تری نظیر سرمایه‌گذاری در کالاها نیز صورت پذیرد. این امر اثرات تورمی را که باعث کاهش ارزش ذاتی دارایی می‌شود، تا حدودی کنترل کند. با توجه به نحوهٔ متنوع‌سازی سبد در رژیم‌های صعودی و نزولی بازار پیشنهاد می‌شود، تشکیل سبد در دوره‌های نزولی بازار مبتنی بر ترکیب دارایی‌های همگون و در دوره‌های صعودی بازار مبتنی بر ترکیب دارایی‌های ناهمگون باشد.

منابع فارسی

شیری قهی، امیر.، دیده‌خانی، حسین.، خلیلی دامغانی، کاوه. و سعیدی، پرویز (۱۳۹۶). مطالعهٔ تطبیقی مدل بهینه‌سازی پرتفوی چند دوره‌ای چند هدفه در محیط اعتبار فازی با معیارهای متفاوت ریسک. *راهبرد مدیریت مالی*، (۱۸)۵: ۲۶-۱.

عسگری آلوج، حسین.، سپهریان، ظاهر. و مالکی نیا، ناهید (۱۳۹۹). کاربرد مدل حرکت براوونی هندسی تعمیم‌یافته توسط فرایند رژیم سوئیچینگ مارکوف در شبیه‌سازی قیمت سهام: رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی. *مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار*، ۱۱(۴۲): ۴۱۸-۳۸۷. https://dorl.net/dor/20.1001.1.22519165.1399.11.42.15.6

موســوی، محمدمهدی.، نادری، شــهیره. و حســنلو، خدیجه (۱۳۹۶). تعیین ترکیب بهینهٔ داراییها: رویکرد ترکیبی مدل بلک لیترمن و تغییرات رژیم‌ها. *مدل‌سازی ریسک و مهندسی مالی*،۲(۵): ۳۹۷-۳۸۰.

References

Asgari, A. H., Sepehrian, z., & Malekiniya, N. (2020). Application of generalized geometric bravoni motion model by markov switching regime process in stock price simulation: System dynamics approach. *Quarterly Financial Engineering & Securities Management*.11(42): 387-418. (In Persian).

Arezki, R., Hadri, K., Loungani, P., & Rao, Y. (2014). Testing the Prebisch–Singer hypothesis since 1650: Evidence from panel techniques that allow for multiple breaks. *Journal of International Money and Finance*. 42: 208-223. https://doi.org/10.1016/j.jimonfin.2013.08.012.

Belousova, J., & Dorfleitner, G. (2012). On the diversification benefits of commodities from the perspective of Euro investors. *Journal of Banking & Finance*. 36(9): 2455-2472. https://doi.org/10.1016/j.jbankfin.2012.05.003

Bruno, S., & Chincarini, L. (2011). A multi-asset approach to inflation hedging fora US investor. *The Journal of Portfolio Management*. 37(3): 102-115. https://doi.org/10.3905/jpm.2011.37.3.102

Conover, C. M., Jensen, G. R., Johnson, R. R., & Mercer, J. M. (2010). Is now the time to add commodities to your portfolio. *The Journal of Investing*. 19(3): 10-19. https://doi.org/10.3905/joi.2010.19.3.010

Dias, J. G., & Ramos, S. B. (2013). A core–periphery framework in stock markets of the euro zone. *Economic Modelling*. 35: 320-329.

Gorton, G., & Rouwenhorst, K. G. (2006). Facts and fantasies about commodity futures. *Financial Analysts Journal*. 62(2): 47-68. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2013.07.013

Harvey, D. I., Kellard, N. M., Madsen, J. B., & Wohar, M. E. (2017). Long-run commodity prices, economic growth, and interest rates: 17th century to the present day. *World Development*. 89: 57-70. https://doi.org/10.1016/j.worlddev.2016.07.012

Harvey, D. I., Kellard, N. M., Madsen, J. B., & Wohar, M. E. (2010). The Prebisch-Singer hypothesis: Four centuries of evidence. *The Review of Economics and Statistics*. 92(2): 367-377. https://doi.org/10.1162/rest.2010.12184

Hamilton, J. (1989). A new approach to the economic analysis of no stationary time series and the business cycle., *Econometrica*. 57(2): 357-384. https://doi.org/10.2307/1912559

Jacks, D. S. (2019). From boom to bust: A typology of real commodity prices in the long run. *Cliometrica*. 13(2): 201-220. https://doi.org/10.1007/s11698-018-0173-5

Jégourel, Y. (2018). Trends and cyclicality of commodity prices (Part2): Question the commodity super-cycle. *Publication: policy Brief.*

Jiang, C., Du, J., & An, Y. (2019). Combining the minimum-variance and equally-weighted portfolios: Can portfolio performance be improved. *Economic Modelling*. 80: 260-274. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2018.11.012

Lwin, K. T., Qu, R., & MacCarthy, B. L. (2017). Mean-VaR portfolio optimization: A nonparametric approach. *European Journal of Operational Research*. 260(2): 751-766. https://doi.org/10.1016/j.ejor.2017.01.005

Mousavi, M. M., Naderi, S., & Hasanlou, K. (2017). Asset allocation modeling: A combined regime-switching and Black-Litterman model. *Journal of Risk modeling and Financial Engineering*. 2(3): 380-397. (In Persian)

Pagan, A. R., & Sossounov, K. A. (2003). A simple framework for analyzing bull and bear markets. *Journal of Applied Econometrics*. 18(1): 23-46. https://doi.org/10.1002/jae.664

Pereira, M., Ramos, S. B., Dias, J. G. (2016). The cyclical behavior of commodities. *The European Journal of Finance*. 23(12): 1107-1128. https://doi.org/10.1080/1351847X.2016.1205505

Pfaffenzeller, S., Newbold, P., & Rayner, A. (2007). A short note on updating the Grilli and Yang commodity price index. *The World Bank Economic Review*. 21(1): 151-163. https://doi.org/10.1093/wber/lhl013