



Shahid Bahonar
University of Kerman



Journal of Development and Capital



Iranian
Electronic Commerce Association

Print ISSN: 2008-2428

Online ISSN: 2645-3606

Risk Aversion and Value at Risk in Macroeconomic Assets Portfolio: An Approach of Econophysics

Hashem Zare⁻
Zeinab Rezaei Sakha⁻
Mohammad Zare⁻

Abstract

Objective: Due to the importance of studying the behavior of asset markets, the risk aversion term and its operational calculation has attracted many researchers. The present study intends to examine this issue by considering a portfolio with three assets in the three markets of stock, currency and gold. Therefore, by examining the fluctuations of previous years in the portfolio consisting of three macroeconomic assets, stocks, currency and gold, we can assess the risk aversion of investors in these markets and the causal relationship between these markets and take steps to construct long-term policy goals.

Method: To investigate the issue, using a mathematical equilibrium model and dynamic econometric methods, the monthly data of stock markets, currency and gold during the period 1995 to 2018 has been analyzed.

Results: Based on the research findings, the amount of risk aversion for the sample size shows that the average risk aversion index of investors in the stock market is higher than the other two markets and this index is the lowest in the gold market. Also, the value-at-risk index of return has a one-way causality and a significant relationship with the degree of risk aversion of investors in all three asset markets.

Conclusion: The results of this study of risk aversion and risk value in these markets can help policymakers to better understand the interactions of these markets, control them and eliminate the destabilizing conditions of these markets.

Specifically in the case of the Iranian stock market, it can be said that investors are relatively more risk averse to the both gold and foreign exchange markets in the conditions of economic recession and increasing political instability, in other words, stock market investors have less confidence in the exchange and gold markets. The reason is the

Journal of Development and Capital, Vol. 5, No.2, Ser. 9, 17-30.

⁻ **Corresponding Author**, Assistant of Economic, Faculty of Economic and Management, Shiraz Branch, Islamic Azad University, Shiraz, Iran. (Email: Hashem.zare@gmail.com).

⁻ Master of Economics and Researcher. (Email: zrezaei_sakha@yahoo.com).

⁻ Master of Economics and Researcher. (Email: zaremo@yahoo.com).

Submitted: 26 December 2017

Accepted: 9 September 2020

Faculty of Management & Economics, Shahid Bahonar University of Kerman.

DOI: 10.22103/jdc.2020.11447.1037

©The Authors.

Abstract

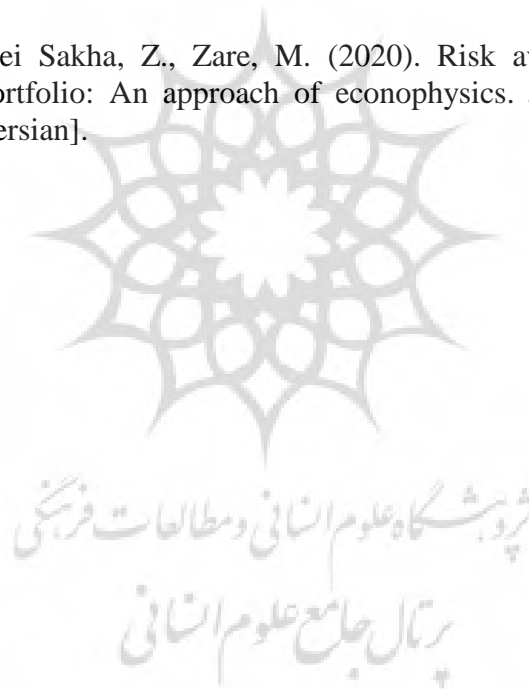
newness of the stock market compared to the global stock markets and also the longer existence of gold and foreign exchange markets than the emerging stock market in Iran.

Also since gold assets have an intrinsic value and the dollar market is supported by a large global economy, Therefore to strengthen the support of the Iranian stock market, it seems improving economic infrastructure, promotion of the conditions of companies in the stock market, increasing government support for competitive condition and prohibition of direct intervention in the stock market are necessary. In addition, due to the complex nature of the stock market and the lack of sufficient public information, the need to inform and increase public awareness for a long-term presence in the stock market seems necessary.

Keywords: *Stock, Exchange, Gold, Risk Aversion, Value at Risk.*

JEL Classification: B26, C58, D53, E44, G01, G17.

Citation: Zare, H., Rezaei Sakha, Z., Zare, M. (2020). Risk aversion and value at risk in macroeconomic assets portfolio: An approach of econophysics. *Journal of Development and Capital*, 5(2), 17-30 [In Persian].





ریسک‌گریزی و ارزش در معرض خطر در پرتفوی دارایی‌های کلان: رهیافتی از فیزیک اقتصاد

هاشم زارع⁻

زینب رضایی سخا⁻

محمد زارع⁻

چکیده

روش: برای بررسی موضوع، با بهره‌گیری از یک الگوی تعادلی ریاضی و استفاده از روش‌های اقتصادسنجی پویا به تحلیل داده‌های ماهانه بازارهای سهام، ارز و طلا طی بازه زمانی ۱۳۷۴ تا ۱۳۹۷ پرداخته شده است. یافته‌ها: براساس یافته‌های پژوهش، میزان ریسک‌گریزی برای حجم نمونه مورد بررسی نشان می‌دهد که میانگین شاخص ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران در بازار سهام از دو بازار دیگر بیشتر و این شاخص در بازار طلا کمترین مقدار را به خود اختصاص می‌دهد. همچنین شاخص ارزش در معرض خطر بازدهی رابطه‌علیت یک طرفه و معناداری با میزان ریسک‌گریزی سرمایه‌گذار در هر سه بازار دارایی دارد.

نتیجه‌گیری: نتایج بررسی محاسبه ریسک‌گریزی و ارزش در معرض خطر در این بازارها می‌تواند به سیاست‌گذاران کلان اقتصادی برای شناخت بهتر فعل و انفعالات این بازارها، کنترل و از بین بردن شرایط بی‌ثبات کننده این بازارها یاری رساند. به طور مشخص در مورد بازار بورس ایران می‌توان عنوان کرد که سرمایه‌گذاران به طور نسبی در شرایط رکود اقتصادی و افزایش بی‌ثباتی سیاسی نسبت به دو بازار طلا و ارز ریسک‌گریزی بیشتری دارند و یا به عبارتی از سرمایه‌گذاران بازار سهام اطمینان ذهنی کمتری نسبت به دو بازار ارز و سهام برخوردار می‌باشند. دلیل این امر نیز در نوپا بودن بازار سهام نسبت به بازارهای سهام جهانی و نیز قدمت طولانی تر وجود بازارهای طلا و ارز نسبت به بازار نوظهور سهام در ایران می‌باشد. همچنین از آنجاکه دارایی طلا دارای یک ارزش ذاتی است و بازار ارز دلار نیز از پشتوانه یک اقتصاد بزرگ جهانی برخوردار است. لذا بی‌شک برای تقویت پشتوانه بازار بورس اوراق بهادار ایران نیز

توسعه و سرمایه، دوره پنجم، شماره ۲، پیاپی ۹، صص. ۱۷ تا ۳۰

⁻ نویسنده مسئول، استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و مدیریت، واحد شیراز، دانشگاه آزاد اسلامی، شیراز، ایران.
(رایانامه: hashem.zare@gmail.com).

⁻ کارشناس ارشد گروه اقتصاد و پژوهشگر. (رایانامه: zrezaei_sakha@yahoo.com).

⁻ کارشناس ارشد گروه اقتصاد و پژوهشگر. (رایانامه: zaremo@yahoo.com).

تاریخ دریافت: ۹۶/۱۰/۵ تاریخ پذیرش: ۹۹/۶/۱۷

دانشکده مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان.

بهبود زیرساخت‌های اقتصادی، بهبود شرایط حضور بنگاه‌ها در بورس، حمایت دولت‌ها از شرایط رقابتی و عدم مداخله مستقیم در بازار بورس ضروری به نظر می‌رسد. به علاوه با توجه به ماهیت پیچیده بازار بورس و عدم وجود آشنایی کافی عموم مردم لزوم اطلاع‌رسانی و افزایش آگاهی افراد جامعه جهت حضور بلندمدت در بازار بورس اوراق بهادار ضروری به نظر می‌رسد.

واژه‌های کلیدی: سهام، ارز، طلا، ریسک‌گریزی، ارزش در معرض خطر.

طبقه‌بندی JEL: B26, C58, D53, E44, G01, G17.

استناد: زارع، هاشم؛ رضایی سخا، زینب؛ زارع، محمد. (۱۳۹۹). ریسک‌گریزی و ارزش در معرض خطر در پرتفوی دارایی‌های کلان: رهیافتی از فیزیک اقتصاد. توسعه و سرمایه، ۲۵(۲)، ۳۰-۱۷.

مقدمه

انواع مختلف سرمایه‌گذاری بالقوه با احتمال وقوع خطرانی روبرو است که نتیجه آن می‌تواند از تحقق احتمالی شدن منافع ناشی از آن جلوگیری نماید. بنابراین احتمالی را که موجب می‌گردد تا بازده ناشی از آن فعالیت حاصل نشود را به‌طور کلی ریسک می‌نامند. صاحب‌نظران ریسک را نتیجه‌ی نبود اطلاعات کامل می‌دانند. کینز ریسک سرمایه‌گذاری را احتمال انحراف از میانگین بازده تعریف می‌کند (محمودی و همکاران، ۱۳۸۶، ص ۳). مفهومی که در پژوهش حاضر به دنبال بررسی آن است، محاسبه ریسک نیست بلکه محاسبه شاخص ریسک‌گریزی^۱ در پرتفوی دارایی کلان به‌عنوان مسئله تحقیق مدنظر قرار گرفته است. در علوم مالی ریسک‌گریزی به معنای ترجیح پذیرش ریسک کم‌تر است. تمایل سرمایه‌گذاران و در مواقع عدم قطعیت، جلوگیری از ریسک غیر ضروری است. این نوع ریسک، فردی و درونی است، چراکه سرمایه‌گذاران متفاوت، تعریف متفاوتی از ریسک غیر ضروری دارند. به عبارتی یک سرمایه‌گذار ریسک‌گریز، اگر دو دارایی با بازده یکسان و ریسک متفاوت برای انتخاب داشته باشد، سرمایه‌گذاری با ریسک کم‌تر را انتخاب خواهد کرد.

با توجه به ویژگی‌های پیچیده بازارهای دارایی همچون شاخص نااطمینانی سرمایه‌گذاران، وجود سرمایه‌گذاران مطلع در کنار نا مطلع‌ها، زیان‌گریزی سرمایه‌گذار، اعتماد بیش از حد، عکس‌العمل بیش از حد و غیره، باعث شده است امروزه الگوها و روش‌های مختلفی برای تشخیص این ویژگی‌ها طراحی شده‌اند. مطالعه حاضر سعی بر آن دارد تا به‌عنوان هدف اصلی تحقیق با به‌کارگیری مناسب از ابزارهای مختلف الگوسازی، الگوریتمی را طراحی نماید که به‌وسیله آن بتواند شاخص ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران را برای بازارهای دارایی همچون سهام، طلا و ارز را محاسبه و ارزیابی نماید. پس از محاسبه شاخص ریسک‌گریزی بازارهای دارایی به‌عنوان اهداف فرعی شاخص ارزش در معرض خطر این بازارها را محاسبه و رابطه علی این شاخص را با معیار ریسک‌گریزی در بازارهای مورد هر مورد نظر، بررسی و تجزیه و تحلیل قرار خواهد گرفت.

مروری بر مطالعات پیشین

در راستای سؤالات تحقیق، به تعدادی از مطالعات خارجی و داخلی که با روش‌های مختلف به بررسی و برآورد میزان ریسک و نوسانات بازارهای دارایی پرداخته‌اند، اشاره خواهد شد. **ون و چنگ^۲ (۲۰۱۸)** در تحقیقی به بررسی این سؤال پرداختند که آیا طلا و دلار آمریکا می‌تواند یک دارایی امن برای سهام در بازارهای نوظهور محسوب شوند. آنها با استفاده از تابع توزیع کاپولا که تابعی است که از روی توابع توزیع یک‌بعدی، با توجه به نحوه وابستگی متغیرها، تابع توزیع چند متغیره را می‌سازد، به این نتیجه رسیدند که دو دارایی طلا و دلار آمریکا در پرتفوی سهام، ارز و طلا قابلیت تبدیل شدن به دارایی‌های امن برای سهام کشورهای نوظهور را دارا هستند. به‌طور مشخص نتایج نشان می‌دهند که دلار آمریکا نسبت به طلا در بیشتر موارد از ریسک کمتری برای نگهداری برخوردار است. البته این نتیجه در بحران‌های مالی با منشأ بیرونی بزرگ به‌طور قوی مورد تأیید نیست.

اقبال^۳ (۲۰۱۷) در مطالعه‌ای به بررسی این موضوع می‌پردازد که آیا بازار طلا می‌تواند در مقابل ریسک ناشی از بازار سهام، ارز و تورم برای کشورهای هند و پاکستان و آمریکا به‌عنوان یک سپر حمایتی عمل نماید. وی با استفاده از مدل EGARCH و برای داده‌های روزانه و ماهانه از ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ به دنبال بررسی سؤال تحقیق می‌پردازد. شواهد به‌طور مشخص از ویژگی بازار طلا به‌عنوان یک سپر حمایتی در برابر ریسک ناشی از نوسانات بازار ارز در کشورهای مورد بررسی حکایت دارد. اما به‌طور مشابه این امر برای بازار سهام به‌طور قوی مورد تأیید قرار نمی‌گیرد.

وارگاس و همکاران^۴ (۲۰۱۷) به پیش‌بینی بازار مالی با بهره‌گیری از تکنیک یادگیری عمیق پرداخته‌اند. این مطالعه برای پیش‌بینی روزانه شاخص S&P 500 با استفاده از تأثیر خبرهای مالی و مجموعه‌ای از شاخص‌های فنی به‌عنوان ورودی سعی در استفاده از تکنیک یادگیری عمیق دارد. روش‌های یادگیری عمیق می‌تواند الگوهای پیچیده و تعاملات داده‌ها را شناسایی و تجزیه و تحلیل کند و به‌طور خودکار اجازه می‌دهد تا روند معامله را سریع‌تر نماید. این پژوهش بر روی مقایسه چارچوب‌های پیش‌بینی بر اساس دو روش شبکه‌های عصبی مصنوعی و شبکه‌های عصبی مکرر تمرکز دارد. به‌طور مشخص نتایج نشان می‌دهد که روش شبکه‌های عصبی مصنوعی برتر از شبکه‌های عصبی مکرر در پیش‌بینی عمل نماید.

جین و بیسال^۵ (۲۰۱۶) در مطالعه‌ای به بررسی پویایی بین این بازارها از مدل DCC-GARCH (استاندارد، نمایی و آستانه) استفاده و آزمون‌های غیرخطی متقارن و نامتقارن بهره گرفته‌اند. نتایج نشان می‌دهد سقوط قیمت طلا و قیمت نفت خام باعث کاهش ارزش پول ملی و شاخص سهام خواهد شد. یافته‌های این تحقیق حاکی از گسترش نقش طلا به‌عنوان یک دارایی پراهمیت در سبد پرتفوی سرمایه‌گذاری است. همچنین آنها سیاست‌گذاری پویا را در جهت کنترل نوسانات نرخ ارز و تلاطم بازار سهام با استفاده از ابزارهای قیمت طلا و قیمت نفت توصیه می‌کنند.

ناوال و همکاران^۶ (۲۰۱۶) در پژوهشی به پیش‌بینی بازار سهام از روش داده‌کاوی و هوش مصنوعی پرداخته‌اند. آنها عنوان می‌کنند که پیش‌بینی هر چیزی که در آن ارتباط بین ورودی و خروجی آن دارای ویژگی غیرخطی باشد، بسیار

سخت است. در این بین پیش‌بینی ارزش بازار سهام یکی از کارهای چالش‌برانگیز در سری زمانی مالی است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که با استفاده از تکنیک اقتصادسنجی خود همبسته میانگین متحرک، می‌توان بالاترین پیش‌بینی محتمل را برای سهام خاص انجام داد.

در ایران نیز مطالعات متعددی انجام شده است که می‌توان به مطالعه **حسینیون و همکاران (۱۳۹۵)** اشاره کرد. آنها به بررسی تلاطم بین سه بازار سهام، طلا و ارز خارجی در ایران پرداخته‌اند. بدین منظور از الگوی «VAR-MGARCH» استفاده شده است. نتایج نشان‌دهنده انتقال شوک دوطرفه بین بازارهای ارز و طلا و بین بازارهای طلا و سهام است و انتقال شوک یک‌طرفه از بازار سهام به بازار ارز وجود دارد. همچنین نتایج نشان می‌دهد که انتقال تلاطم دوطرفه بین بازارهای ارز و بازار طلا و بین بازارهای طلا و سهام وجود دارد.

فلاحی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه‌ای به بررسی همبستگی بین تلاطم بازارهای سهام، ارز و سکه پرداخته‌اند. آنها با استفاده از روش همبستگی شرطی پویا (DCC-GARCH) برای بررسی ساختار همبستگی در داده‌های روزانه بازدهی‌های تلاش نموده‌اند. نتایج مطالعه حاکی از وجود همبستگی شرطی زیاد بین بازده نرخ ارز و سکه طلا و همچنین همبستگی شرطی کم بین بازده شاخص بازار سهام با نرخ ارز و سکه طلا است. همچنین نتایج بهینه‌سازی نشان می‌دهد که بهتر است بخش قابل توجهی از دارایی قابل سرمایه‌گذاری به سرمایه‌گذاری در بازار سهام اختصاص یابد. لذا بر اساس مطالعات صورت گرفته و دیدگاه‌های مختلف در علوم بین‌رشته‌ای، مطالعه حاضر قصد دارد به بررسی و محاسبه میزان ریسک‌گریزی در بازارهای سرمایه، ارز و طلا در اقتصاد ایران و مقایسه آنها با یکدیگر و نیز بررسی رابطه علی میزان ریسک‌گریزی با ارزش در معرض خطر بازدهی دارایی بپردازد.

مبانی نظری

افراد مختلف در زندگی روزمره در حال تصمیم‌گیری برای افزایش مطلوبیت انتظاری خود در سطح معینی از ریسک هستند. به‌عنوان بخشی از فرآیندهای تصمیم‌گیری، فرد تصمیم‌گیرنده مایل است تا ثروت خود را به گونه‌ای تخصیص دهد که حداکثر بازگشت انتظاری به سبب دارایی‌های او تعلق گیرد. اقتصاددانان و ریاضیدانان مالی برای مدل‌سازی تصمیم‌گیری در مورد انتخاب سبد بهینه، از یک سو متغیرهای مؤثر در فرآیند تصمیم‌گیری افراد و از سوی دیگر، چگونگی وارد کردن عدم قطعیت موجود در دنیای واقعی را مورد توجه قرار داده‌اند. (**ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۰**، ص ۲۷۱). این امر مستلزم ارائه روش‌هایی است که بتوانند شاخص‌های مهم تصمیم‌گیری برای انتخاب پرتفوی بهینه را مانند ریسک‌گریزی و ارزش در معرض خطر و مانند این موارد را با دقت بالاتری محاسبه نماید. لذا مطالعه حاضر قصد دارد با ارائه یک الگوی تعادلی برای محاسبه ریسک‌گریزی گام مؤثری در جهت تحقیقات نوین بردارد. در ادامه در بخش اول (۳-۱) به بیان مفهوم ریسک‌گریزی و چگونگی محاسبه آن در چارچوب یک الگوی تعادلی پرداخته خواهد شد و در بخش بعدی (۳-۲) به پیام مفهوم ارزش در معرض خطر و چگونگی محاسبه بیان خواهد شد.

ریسک گریزی

مفهوم ریسک گریزی یکی از بحث‌های اساسی در تحلیل‌های مالی به شمار می‌رود. جهت تعیین پارامتر ریسک گریزی، گریزی، به بررسی مفهوم ریسک گریزی پرداخته خواهد شد. تابع مطلوبیت انتظاری ون نیومن مورگنستن به صورت $U(F) \equiv \int u(w) dF(w)$ نشان داده می‌شود. تابع مطلوبیت ون نیومن مورگنستن، در واقع همان امید ریاضی تابع مطلوبیت برنولی^{۱۱} $(u(w))$ است. حال ابتدا به دقت ریسک گریزی تعریف خواهد شد. یک تصمیم‌گیرنده ریسک گریز^{۱۲} است، اگر به ازای هر بخت آزمایی $F(\cdot)$ ، بخت آزمایی تباه‌شده‌ای^{۱۳} وجود داشته باشد بطوریکه مقدار آن با اطمینان برابر با $\int w dF(w)$ باشد، حداقل به خوبی بخت آزمایی $F(\cdot)$ باشد. اگر تصمیم‌گیرنده همیشه (برای هر $F(\cdot)$) نسبت به این دو بخت آزمایی بی تفاوت باشد، گویند که وی ریسک خنثی است. تصمیم‌گیرنده به طور اکید ریسک گریز^{۱۴} است اگر بی تفاوتی برقرار باشد تنها زمانی که دو بخت آزمایی دستاورد یکسانی داشته باشند. بنابراین اگر الگوی ترجیحات یک تابع‌نمایی مطلوبیت انتظاری را با تابع مطلوبیت برنولی $u(\cdot)$ نتیجه دهد، از تعریف ریسک گریزی نتیجه می‌شود که تصمیم‌گیرنده ریسک گریز است اگر و فقط اگر برای تمام $F(\cdot)$ ها رابطه $\int u(x) dF(x) \propto u(\int x dF(x))$ برقرار باشد. این رابطه به نامساوی یسن^{۱۵} معروف است که در واقع تعریفی از یک تابع مقعر است. بنابراین در چارچوب نظریه مطلوبیت ملاحظه می‌شود که ریسک گریزی هم‌ارز با تقعر تابع مطلوبیت است و ریسک گریزی اکید، هم‌ارز با تقعر اکید تابع مطلوبیت است. تقعر اکید به این معنی است که تابع مطلوبیت کاهشی است. از این رو در سطحی از دارایی w ، مطلوبیت حاصل از واحدهای اضافی دارایی، کوچک‌تر از مطلوبیت از دست دادن یک واحد دارایی است (مس-کاللی^{۱۶}، ۱۹۹۵، ص ۱۹۴). با توجه به مفهوم کلی ریسک گریزی در ادامه چارچوب نظری مورد نیاز برای محاسبه ریسک گریزی در هر یک از بازارهای سهام، ارز و طلا ارائه خواهد شد.

تعادل در بازار دارایی

در ابتدا چهار فرض کلیدی الگو بیان خواهد شد. ۱- سرمایه‌گذاران ناهمگن: بازار شامل تعداد زیادی سرمایه‌گذار متمایل به دادوستد است. اگر تمامی سرمایه‌گذاران مانند یکدیگر رفتار کنند، آنگاه انتظار می‌رود که اعمال آن‌ها نیز مشخص و معین باشد. بنابراین طبیعی است که فرض منحصر به فرد بودن هر یک از سرمایه‌گذاران را می‌توان در نظر گرفت. ۲- وجود یک دارایی ریسکی و یک دارایی بدون ریسک: برای سادگی فرض می‌شود در بازار تنها یک دارایی ریسکی (مثلاً سهام، ارز و طلا (این سه دارایی از نظر میزان نقد شوندگی نسبت به سایر دارایی‌ها از درجه بالایی مثلاً نسبت به مسکن یا سپرده‌های مدت‌دار بانکی برخوردار هستند)) و یک دارایی بدون ریسک (مانند پول نقد) مورد استفاده قرار می‌گیرد. دارایی‌های موجود و قابل مبادله در بازار نگهداری و از چرخه بازار خارج نخواهد شد. (ون نیومن و مورگنستن^{۱۷}، ۱۹۴۵). ۳- همزمانی^{۱۸}: همه مبادلات در بازار سهام به طور همزمان در هر روز کاری انجام می‌پذیرند (لوری^{۱۹}، ۲۰۰۲). ۴- تمرکز در انجام معاملات^{۲۰}: سرمایه‌گذاران در مدل با محدودیت انجام معامله تنها با یک فعال تخصصی به نام کارگزار روبرو هستند. آن‌ها مجاز به انجام مستقیم مبادله و معامله با یکدیگر نیستند.

پرتفوی دارایی

هر سرمایه‌گذار در پرتفوی خود دارای دو دارایی است. بخش اول آن شامل میزان s از یک دارایی ریسکی و بخش دیگر آن شامل نقدینگی c به‌عنوان دارایی بدون ریسک در نظر گرفت. اگر قیمت سهام معادل با p در نظر گرفته شود آنگاه کل دارایی سرمایه‌گذار در زمان t برابر با $w_t \equiv c_t + p_t s_t$ است. دارایی سرمایه‌گذار پس از یک روز (از روز به‌عنوان یک واحد زمان تعریف می‌شود) برابر خواهد بود با:

$$w_{t,1} \equiv c_t + p_{t,1} s_t \equiv w_t + \Delta p_{t,1} s_t \quad (1)$$

رفتار مبادله‌ای در اینجا عملاً به مسئله بهینه‌سازی تبدیل می‌شود. اگر سرمایه‌گذاران بدانند که قیمت یک دارایی در روز بعد افزایش خواهد یافت ($p_{t,1} | p_t$) آنگاه کل دارایی یک فرد به آن اختصاص می‌یابد و در حالت عکس آن کل دارایی فرد به‌صورت پول نقد نگهداری خواهد شد (مارسیلی و همکاران^{۲۱}، ۱۹۹۸).

تابع مطلوبیت نمایی^{۲۲}

سرمایه‌گذاران به‌عنوان حداکثر کنندگان مطلوبیت مورد انتظارشان، در نظر گرفته می‌شود. تابع مطلوبیت بکار گرفته شده در این الگو خوش‌رفتار^{۲۳} است. فرمی از تابع مطلوبیت که مورد استفاده قرار می‌گیرد، تابع مطلوبیت نمایی است (امکان خطی سازی این فرم تابع مطلوبیت به راحتی وجود دارد که به‌صورت زیر تعریف می‌شود. (برون و ژانگ^{۲۴}، ۱۹۹۷).

$$U(w) \equiv w_{goal} (10 e^{0w/w_{goal}}) \quad (2)$$

که در آن w_{goal} به‌عنوان دارایی هدف شناخته می‌شود. در نقاط کمتر از w_{goal} سرمایه‌گذار تمایل به انجام ریسک برای دستیابی به بازدهی بالاتر را دارد.

موجودی بهینه^{۲۵}

با استفاده از تابع مطلوبیت می‌توان یک راه حل تحلیلی برای مسئله حداکثر سازی ارائه کرد (گروسمن^{۲۶}، ۱۹۷۶). با استفاده از تئوری حد مرکزی^{۲۷}، می‌توان فرض کرد که دارایی آتی از توزیع گاوسی برخوردار باشد^{۲۸} و در نهایت نتیجه گرفت که مطلوبیت مورد انتظار منسوب به ون نیومن و مورگنسترن برابر خواهد بود با

$$\langle U(w_{t,1}) \rangle \equiv \int U(w_{t,1}) \Pr(w_{t,1}) dw_{t,1} \equiv w_{goal} \left\{ 10 \exp\left(\frac{\text{Var} w_{t,1}}{2w_{goal}^2}\right) \frac{\langle w_{t,1} \rangle}{w_{goal}} \right\} \quad (3)$$

این تابع با حداقل کردن مقادیر نمایی به حداکثر خود خواهد رسید. دارایی مورد انتظار بستگی به تغییرات قیمت خواهد داشت، به گونه‌ای که میانگین و واریانس دارایی آتی برابر با مقادیر رابطه (۴) است (نماد $\langle \rangle$ بجای نماد E بکار رفته است):

$$\begin{aligned} \langle w_{t,1} \rangle &\equiv w_t \cdot s_t \langle p_{t,1} \rangle \underline{0} p_t \bar{Y} \\ \text{Var} w_{t,1} &\equiv s_t^2 \text{Var} p_{t,1} \end{aligned} \quad (4)$$

تابع مطلوبیت انتظاری ناشی از دارایی آتی را می‌توان نسبت به متغیر میزان دارایی نگهداری شده (سهام، ارز و یا طلا) (s_t) حداکثر کرد. این حداکثر سازی می‌تواند مقدار بهینه دارایی نگهداری شده را با در نظر گرفتن محدودیت عدم فروش کوتاه‌مدت تمامی دارایی $(s_t \geq 0)$ و نیز اعمال محدودیت قرض دادن و جوه نقد $(w_t \propto p_t s_t)$ نشان دهد.

$$s_t^-(p_t) \equiv \frac{w_{goal} \langle \langle p_{t,1} \rangle \underline{0} p_t \rangle}{\text{Var} p_{t,1}} \quad (5)$$

استراتژی سرمایه گذار را می‌توان بدین صورت تشریح کرد که اگر میزان دارایی نگهداری شده بیش از مقدار بهینه آن $(s_t | s_t^-)$ باشد، سرمایه گذار اقدام به فروش مازاد آن دارایی خواهد کرد و بالعکس. در رابطه مقدار دارایی بهینه تنها زمانی سرمایه گذار تصمیم می‌گیرد که میزان دارایی بهینه نگهداری شده را افزایش دهد که ارزش مورد انتظار بازدهی سرمایه گذاری مثبت باشد و یا عدم اطمینان ناشی از تغییرات قیمت کاهش یابد.

ریسک‌گزینی

جهت تعیین پارامتر ریسک‌گزینی، با فرض مشتق‌پذیری مرتبه دوم تابع مطلوبیت برنولی $u(\cdot)$ نسبت به دارایی، بر اساس تابع مطلوبیت مورد استفاده در این تحقیق ریسک‌گزینی نسبی سرمایه گذار به صورت زیر بدست می‌آید (منزس و هانسن^{۲۹}، ۱۹۷۰):

$$U(w) \equiv w_{goal} (10 e^{0w/w_{goal}}) \diamond a \equiv \frac{w_t}{w_{goal}} \quad (6)$$

که با فرض اینکه هزینه مبادله^{۳۰} صفر باشد، سبد دارایی بهینه به صورت زیر خواهد بود:

$$s_t^-(p_t) \equiv \frac{w_t \langle \langle p_{t,1} \rangle \underline{0} p_t \rangle}{a \text{Var} p_{t,1}} \quad (7)$$

درصد سرمایه‌گذاری بهینه^{۳۱}

نسبت سرمایه‌گذاری در زمان t از رابطه $i_t \equiv \frac{s_t P_t}{w_t}$ بدست می‌آید. اگر میزان بازدهی سرمایه‌گذاری در زمان $t+1$ به صورت $r_{t,1} \equiv \frac{P_{t,1} \underline{0} P_t}{P_t}$ تعریف شود. بنابراین میانگین و واریانس بازدهی با فرض اینکه قیمت فعلی (p_t) مشخص و داده شده باشد، به صورت زیر قابل محاسبه است:

$$\langle r_{t,1} \rangle \equiv \frac{\langle p_{t,1} \rangle \underline{0} P_t}{P_t} \& \text{Var} p_{t,1} \equiv \frac{\text{Var} p_{t,1}}{P_t^2} \quad (8)$$

اگر نسبت بهینه سرمایه‌گذاری با (i_t^-) نشان داده شود می‌توان نسبت بهینه سرمایه‌گذاری را بر اساس میزان بازدهی انتظاری و واریانس آن به صورت $i_t^- \equiv \frac{\langle r_{t,1} \rangle}{a \text{Var}_{t,1}}$ بدست آورد. که در آن محدودیت $0 \leq i_t^- \leq 1$ برقرار است. زمانی که بازدهی مورد انتظار بیش از محدودیت اعمال شده باشد ($\langle r_{t,1} \rangle > a \text{Var}_{t,1}$) تمامی دارایی سرمایه‌گذار علی‌رغم ریسکی که وجود دارد به صورت آن دارایی نگهداری خواهد شد. این پدیده اتفاق می‌افتد زیرا سرمایه‌گذاران فرض می‌کنند که بازدهی‌ها دارای توزیع گاوسی هستند که گشتاورهایی بالاتر از واریانس ندارند (گشتاورهای بالاتر ریسک را افزایش می‌دهند).

نوسانات^{۳۲}

نوسانات تصادفی را باید به الگو اضافه کرد. رابطه $\eta_t \cdot \langle r_{t,1} \rangle \dots \langle r_{t,1} \rangle \eta_t$ یک متغیر تصادفی با توزیع گاوسی و همچنین با میانگین صفر و واریانس σ_η^2 است. در نتیجه واریانس پیش‌بینی بازدهی به شکل زیر خواهد بود:

$$\text{var}_{t,1} \dots \text{var}_{t,1} \cdot \sigma_\eta^2 \quad (9)$$

البته فرض می‌شود بازدهی پیش‌بینی شده $r_{t,1}$ نیز دارای توزیع گاوسی است. نوسان‌ها به وسیله یک انحراف تصادفی^{۳۳} برای هر سرمایه‌گذار در هر مرحله زمانی تعیین کرده و به بازدهی مورد انتظار سرمایه‌گذار اضافه خواهد شد.

تسویه بازار^{۳۴}

فرض می‌شود تعیین قیمت مبادله توسط کارگزار از طریق فرآیند مزایده^{۳۵} و حراج است. لذا می‌توان نتیجه گرفت که میزان بهینه نگهداری برای سرمایه‌گذار j با نقدینگی c_j و دارایی مالی (مثل سهام، ارز و یا طلا) s_j در قیمت p برابر است با:

$$s_j^- \equiv \frac{c_j \cdot s_j p}{p} i_j^- \quad (10)$$

با مشخص بودن نسبت‌های بهینه سرمایه‌گذاری i_j^- و ترکیب فعلی سبد دارایی (c_j, s_j) ، سرمایه‌گذاران یک تابع تقاضای کلی (تقاضا در برابر قیمت) به ازای همه قیمت‌ها ارائه می‌دهند. با توجه به هدف نمایندگی کارگزاری در ایجاد تعادل بین عرضه و تقاضا می‌توان به یک قیمت تعادلی منحصر به فرد در بازار رسید (پلامر و همکاران^{۳۶}، ۱۹۹۴؛ لوی و همکاران^{۳۷}، ۱۹۹۵):

$$\left| \prod_j (s_j^- 0 s_j) \right| \equiv \frac{1}{p} \left| \prod_j c_j i_j^- \right| \cdot \left| \prod_j (i_j^- 0 1) s_j \right| \equiv 0 \quad (11)$$

$$p \equiv \frac{\left| \prod_j i_j^- c_j \right|}{\left| \prod_j (1 0 i_j^-) s_j \right|} \quad (12)$$

مقادیر i_j^* , s_j^* , c_j^* همگی قبل از اینکه هرگونه مبادله‌ای در روز جاری اتفاق افتد، وجود دارند. حال هدف نمایندگی کارگزاری تعیین قیمت دارایی است به گونه‌ای که بازار تسویه شود و هیچ سفارشی باقی نماند. در این بین سرمایه‌گذاران

حداکثر کننده‌های مطلوبیت هستند که بر اساس سابقه بازدهی موجود در بازار، بازدهی‌های آینده را پیش‌بینی کند و سپس نسبت سرمایه‌گذاری بهینه را تعیین می‌نمایند.

ارزش در معرض خطر

ارزش در معرض خطر معیاری است که حداکثر خطر تهدیدکننده سرمایه‌گذاری در یک دارایی مشخص و کسب بازدهی را در سطح اطمینان معینی برآورد می‌کند. روش‌هایی برای محاسبه این معیار ریسک، نظیر روش پارامتریک، شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو وجود دارند که در اکثر متون مربوط به ریاضی مالی و مهندسی مالی، بیان شده‌اند. استفاده از این روش‌ها، مستلزم در نظر گرفتن یک سری از فرضیاتی است، نظیر در نظر گرفتن توزیعی خاص در مورد توزیع احتمال بازده دارایی‌ها و یا در نظر گرفتن رابطه‌ای خطی بین عوامل ریسک بازار و ارزش دارایی و یا مفروضاتی دیگر است. (سجادی و فتحی، ۱۳۹۲، ص ۱). مطالعه حاضر از یک روش پارامتریک که از تکنیک میانگین متحرک موزون نمایی استفاده خواهد کرد. در این روش هر چه از زمان حال به گذشته فاصله گرفته، به صورت تصاعدی وزن کوچک‌تری برای محاسبه داده خواهد شد. روش مورد استفاده به صورت رابطه (۱۴) قابل نشان دادن است (هال و همکاران، ۲۰۱۳).

$$Volatility_t^2 \cong oVolatility_{t01}^2 \cdot (10 o)r_{t01}^2 \quad (14)$$

$Volatility_t^2$ ، تلاطم روزانه در بازار تعریف می‌شود. r_t^2 مربع بازدهی، به‌عنوان نماینده نوسانات واقعی بازار در نظر گرفته شده است. پارامتر o (اندازه ضریبی ثابت است که دارای مقداری بین صفر و یک است. جهت عملیاتی کردن رابطه (۱۴) می‌بایست از عملگر وقفه^{۳۹} و محاسبات ریاضی بهره گرفت. روابط نهایی را می‌توان در ادامه نشان داد:

$$Volatility_t^2 \cong (10 o)r_{t01}^2 (1. oL. o^2 L^2. \dots. o^{n01} L^{n01}) \quad (15)$$

$$Volatility_t^2 \cong \frac{(10 o)r_{t01}^2}{10 oL} \quad (16)$$

رابطه نهایی برای محاسبه ارزش در معرض خطر به صورت رابطه (۱۷) خواهد بود:

$$Volatility_t^2 \cong \frac{(10 o)r_{t01}^2 r_{t02}^2}{r_{t02}^2 o r_{t01}^2} \quad (17)$$

در ادامه به برآورد تجربی الگو پرداخته خواهد شد.

برآورد تجربی

در این بخش با استفاده از چارچوب الگوی ارائه شده در بخش سوم در با توجه به شاخص داده‌های ماهانه بازار بورس اوراق بهادار، بازار ارز و بازار طلا (آمارها از مرکز اطلاعات و فن آوری سازمان بورس اوراق بهادار و مرکز آمار بانک مرکزی استخراج شده است) و محاسبه میزان بازدهی قیمتی آن‌ها اقدام به محاسبه میزان ریسک گریزی نمود. همچنین می‌توان جهت تجزیه و تحلیل بیشتر و فراتر از سؤال اصلی تحقیق اقدام به محاسبه ارزش درخطر این شاخص این دارایی‌ها نمود. که در نهایت می‌توان بررسی نمود که آیا رابطه علی بین میزان ریسک گریزی سرمایه‌گذاران بازار با ارزش درخطر آن بازارها وجود دارد.

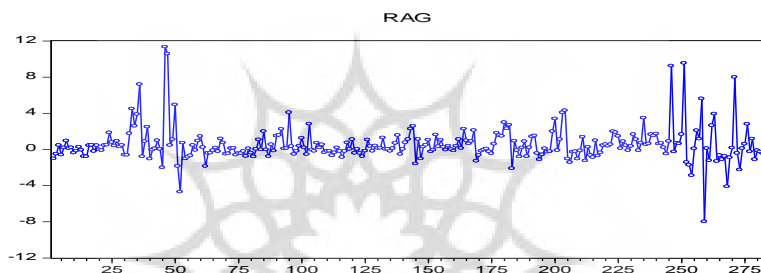
محاسبه شاخص ریسک‌گریزی

برای محاسبه ریسک‌گریزی، از روابط نظری ارائه‌شده می‌توان استنتاج کرد که نسبت سرمایه‌گذاری مورد انتظار به‌طور قابل‌محاسبه‌ای به‌صورت رابطه (۱۳) قابل‌نشان دادن است:

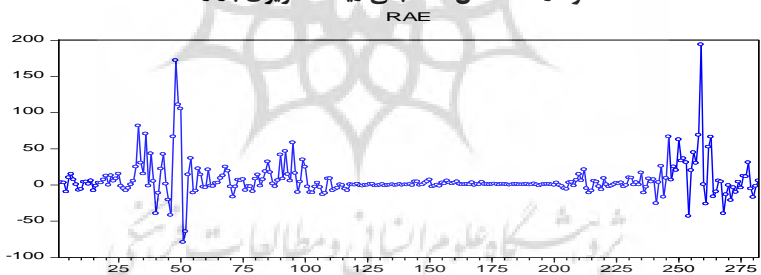
$$i_t^- \equiv \frac{\sigma_{r,t,1}}{a \text{Var}(r_{t,1})} \diamond i_j^- \equiv \frac{\eta_j}{a \bar{\omega}_\eta^2} \quad (13)$$

به‌طوریکه x و k به‌صورت رابطه‌های $x \equiv \frac{\eta}{\bar{\omega}_\eta}$ و $k \equiv a \bar{\omega}_\eta$ تعریف می‌شود.

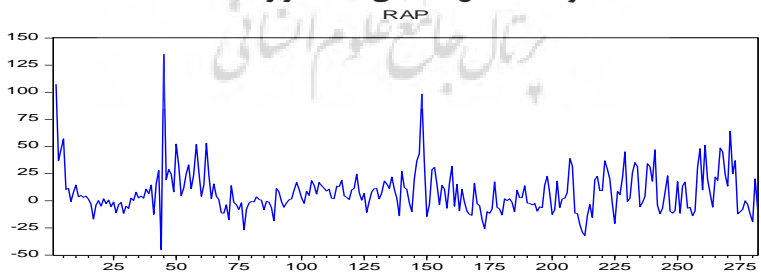
با جایگزینی این معادله در معادله قیمت ریسک‌گریزی قابل‌محاسبه خواهد بود. توجه داشته باشید که یا افزایش عدم اطمینان بازدهی، ریسک‌گریزی نیز افزایش می‌یابد. بنابراین ریسک‌گریزی برای هر سه بازار طلا، ارز و سهام در طول دوره محاسبه و در نمودارهای (۳، ۲، ۱) نشان داده‌شده است.



نمودار ۱. شاخص محاسباتی ریسک‌گریزی بازار طلا



نمودار ۲. شاخص محاسباتی ریسک‌گریزی بازار ارز



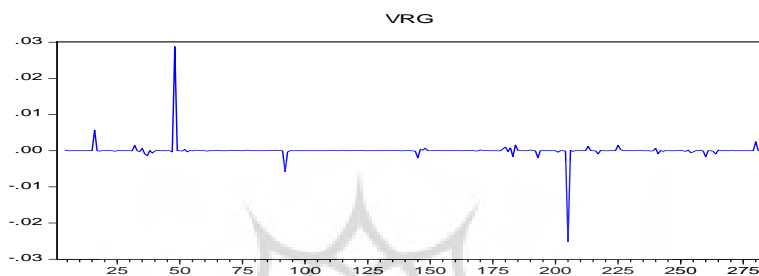
نمودار ۳. شاخص محاسباتی ریسک‌گریزی بازار سهام

بر اساس شاخص‌های ریسک‌گریزی در سه بازار دارایی می‌توان میانگین هر ریسک‌گریزی را در دوره مورد بررسی را محاسبه کرد. بطوریکه میانگین شاخص ریسک‌گریزی برای بازار طلا معادل ۰/۵۲ و برای بازار ارز معادل ۶/۵ و برای بازار

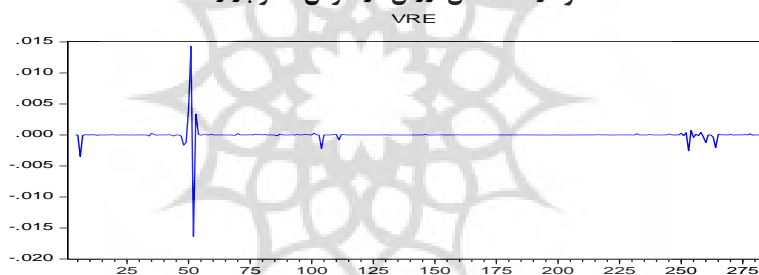
سهام معادل ۷/۴ بدست آمده است. لذا نتایج به طور مقایسه‌ای نشان از کمترین ریسک گریزی در بازار طلا و بیشترین ریسک گریزی در بازار سهام است.

محاسبه ارزش در معرض خطر^{۳۹}

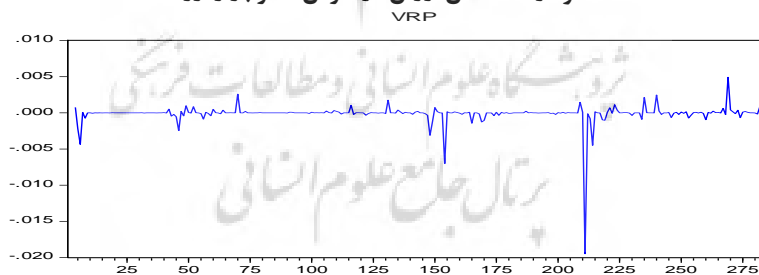
با استفاده از روش پارامتریک میانگین متحرک موزون نمایی برآورد میزان ارزش در معرض خطر شاخص سه بازار سهام، ارز و طلا انجام خواهد شد. با استفاده از رابطه ۱۷ می‌توان جهت محاسبه تلاطم ناشی از شرایط عدم اطمینان در بازار سهام در الگو استفاده نمود. برای داده‌های روزانه مقدار ۰ برابر با ۹۴ درصد در نظر گرفته می‌شود.^{۴۰}



نمودار ۴. شاخص ارزش در معرض خطر بازار طلا



نمودار ۵. شاخص ارزش در معرض خطر بازار ارز



نمودار ۶. شاخص ارزش در معرض خطر بازار سهام

نقاطی که بر روی نمودار ۴ تا ۶ دارای اوج یا حوضیض هستند نشان‌دهنده تغییرات بیشتر قیمت هستند و هر چه این برجستگی‌ها، بلندتر و فرورفتگی‌ها، عمیق‌تر باشد نشان‌دهنده شرایطی بحرانی‌تر این بازارها است. بر اساس مبانی نظری نگهداری پرتفوی دارایی این فرضیه وجود دارد که سرمایه‌گذارانی که ریسک‌گریزتر هستند، بیشتر تمایل دارند که دارایی‌هایی را در پرتفوی خود انتخاب نمایند که ارزش در معرض خطر کمتری دارند. این فرضیه را می‌توان به طور شهودی از جدول (۲) در مورد بازارهای دارایی مورد بررسی ارزیابی کرد. اما قبل از بررسی ابتدا باید مطمئن شد در عالم واقع این

دو شاخص دارای رابطه علی هستند. برای آزمون این فرضیه از آزمون علیت گرنجری با لحاظ وقفه بهینه بهره گرفته شده است و در جدول (۱) نتایج گزارش شده است.

جدول ۱. علیت گرنجری ارزش در معرض خطر بر ریسک‌گریزی

احتمال تأیید	آماره	فرضیه صفر
۰/۰۰۵	۵/۲	VRG علت گرنجری RAG نیست.
۰/۰۶	۲/۸۲	VRE علت گرنجری RAE نیست.
۰/۰۹	۲/۴	VRP علت گرنجری RAP نیست.

بر اساس نتایج جدول (۱) قابل مشاهده است که ارزش در معرض خطر در هر سه بازار دارایی طلا، ارز و سهام در فاصله اطمینان ۹۰ درصد دارای رابطه علی با شاخص ریسک‌گریزی در این بازارها هستند. در جدول (۲) مقایسه میانگین ریسک‌گریزی و ارزش در معرض خطر بازارهای دارایی نیز گزارش شده است.

جدول ۲. مقایسه میانگین ریسک‌گریزی و ارزش در معرض خطر بازارهای دارایی

میانگین شاخص ریسک‌گریزی	میانگین شاخص ارزش در معرض خطر	
۰/۵۲۶۸	۰/۰۰۰۰۴۹	شاخص بازار طلا
۶/۵۰	۰/۰۰۰۰۲۸	شاخص بازار ارز
۷/۴۴	۰/۰۰۰۰۱۲	شاخص بازار سهام

ارزش در معرض خطر پایین برای یک بازار دارایی به این معنا است که دارایی مربوطه نوسانات کمی را تجربه خواهد کرد و احتمال کمی برای کاهش زیاد بازدهی و یا افت قیمت شدید دارایی وجود دارد. بر اساس نتایج می‌توان بیان کرد که نسبت میانگین ریسک‌گریزی بازار طلا به بازار سهام برابر با ۰/۰۷ است و نسبت میانگین ارزش در معرض خطر بازار طلا به بازار سهام برابر با ۰/۰۴ است. نسبت میانگین ریسک‌گریزی ارز به بازار سهام برابر با ۰/۸۷ است و نسبت میانگین ارزش در معرض خطر بازار ارز به بازار سهام برابر با ۰/۲۳ است.

نتیجه‌گیری و پیشنهادها

ماهیت پیچیده رفتار بازارهای دارایی صاحب‌نظران اقتصادی و سایر علوم مرتبط را بر آن داشته است تا به بررسی کاربردهایی در تئوری پرتفوی، توسعه شبیه‌سازی مدل‌های میکروسکوپی بازار، ایجاد و گسترش تئوری‌های تشخیص بحران و تحلیل ریسک و ریسک‌گریزی و پیش‌بینی نوسانات آتی شاخص‌های بازار بپردازند. به‌طور مشخص این مطالعه بعد از ارائه یک الگوی تعادلی، اقدام به برآورد شاخص ریسک‌گریزی در بازارهای سهام، ارز و طلا نمود. نتایج نشان می‌دهد که ریسک‌گریزی نسبی در بازار طلا نسبت به دو بازار ارز و سهام به‌طور فراوانی کوچک‌تر است. این امر ناشی اعتماد و اطمینان بیشتر سرمایه‌گذاران نسبت به بازار طلا در ایران است. از آنجاکه دارایی طلا به خودی خود دارای یک ارزش ذاتی است از نظر روان‌شناختی اقتصادی در شرایط پیش‌بینی بازدهی مشابه برای هر سه بازار دارایی، سرمایه‌گذار دارایی طلا را انتخاب خواهد کرد. در مقایسه ریسک‌گریزی دو بازار ارز و سهام نتایج نشان می‌دهد سرمایه‌گذار در شرایط مساوی برای بازدهی دارایی در این دو بازار، ترجیح می‌دهد که بر روی دلار سرمایه‌گذاری نماید. که البته این

امر نیز به نظر می‌رسد با توجه به حمایت دولت از بازار ارز و مداخله در آن به نوعی ریسک نوسانات شدید را کاهش می‌دهد. به طور مشخص در مورد بازار بورس ایران می‌توان عنوان کرد که سرمایه‌گذاران اطمینان کافی به خصوص در شرایط رکود اقتصادی و افزایش ناآرامی سیاسی به این بازار نسبت به دو بازار دیگر ندارند. سخن پایانی اینکه به برنامه ریزان و سیاست‌گذاران کشور پیشنهاد می‌گردد با توجه به ریسک‌گریزی بالای بازار سرمایه و نقش این بازار در تجهیز منابع سرمایه‌ای، دولت‌ها با انجام حمایت‌های خود از این بازار، اقدامات مؤثرتری را برای رقابتی کردن و شفافیت بیشتر اطلاعات در جهت کاهش ریسک‌گریزی سرمایه‌گذاران انجام دهند. همچنین با توجه به ارزش در معرض خطر بالای بازار ارز، نوسانات ناگهانی این بازار را با اقدامات مناسب همچون شفاف‌سازی معاملات و نیز ایجاد زمینه‌های مناسب برای مشارکت سرمایه‌های سرگردان در تولید واقعی در اقتصاد، شرایط را برای حضور سوداگران ارزی در بازار محدودتر نماید.

یادداشت‌ها

- | | |
|---------------------------------|----------------------------------|
| 1. Risk Aversion | 2. Wen and Cheng |
| 3. Iqbal | 4. Vargas |
| 5. Jain and Biswal | 6. Navale |
| 7. Moore | 8. Heavy Tailed Distributions |
| 9. Capital Asset Pricing Model | 10. Diversified Portfolio |
| 11. Bernoulli | 12. Risk Averter |
| 13. Degenerate | 14. Strictly risk Averse |
| 15. Jensen | 16. Mas-Colell |
| 17. Von-Neumann and Morgenstern | 18. Simultaneously |
| 19. Iori | 20. Centralized Trading |
| 21. Marsili, Maslov and Zhang | 22. Exponential Utility Function |
| 23. Well Established | 24. Brown and Zhang |
| 25. Optimal Holding | 26. Grossman |
| 27. Central Limit Theorem | 28. Menezes and Hanson |
| 29. Transaction Cost | 30. Optimal Investment Fraction |
| 31. Fluctuation | 32. Random Deviate |
| 33. Market Clearing | 34. Auction |
| 35. Palmer | 36. Levy |
| 37. Hull | 38. Lag Operator |
| 39. Value at Risk | 40. Hull |

منابع

- ابراهیمی، سیدبابک؛ باباخانی، مسعود؛ متقی دستنایی، سمیرا؛ جبارزاده، آرمن. (۱۳۹۰). اثر ریسک‌گریزی فرد در انتخاب پویای سبد مالی بهینه. *پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۱(۴۰)، ۲۷۱-۲۴۱.
- حسینیون، نیلوفر سادات؛ بهنام، مهدی؛ ابراهیمی سالاری، تقی. (۱۳۹۵). بررسی انتقال تلاطم نرخ بازده بین بازارهای سهام، طلا و ارز در ایران. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۱(۶۶)، ۱۵۰-۱۲۳.
- سجادی، زینب؛ فتحی، سعید. (۱۳۹۲). تبیین فرایند چهارگامی محاسبه ارزش در معرض خطر به‌عنوان معیاری برای اندازه‌گیری ریسک و پیاده‌سازی آن در یک مدل بهینه‌سازی سرمایه‌گذاری. *دانش مالی تحلیل اوراق بهادار*، ۶(۴)، ۱۳-۱.
- فلاحی، فیروز، حقیقت؛ جعفر، صنوبر؛ ناصر؛ جهانگیری، خلیل. (۱۳۹۳). بررسی همبستگی بین تلاطم بازار سهام، ارز و سکه در ایران با استفاده از مدل DCC-GARCH. *پژوهشنامه اقتصادی*، ۱۴(۵۲)، ۱۴۷-۱۲۳.

محمودی، وحید؛ تهرانی، رضا؛ پیمانی، مسلم. (۱۳۸۶). بررسی مقایسه‌ای بین انواع روش‌های تخمین بتا جهت رفع مشکلات ناشی از معاملات ناهمزمان. تحقیقات مالی، ۹(۲)، ۸۳-۱۰۲.

References

- Brown, D.P., Zhang, Z.M. (1997). Market orders and market efficiency. *The Journal of Finance*, 52(1), 277-308.
- Ebrahimi, S. B., Babakkhani, M., Motaghi, S., Jabarzadeh, A. (2011). The effect of risk aversion on the dynamic selection of the optimum portfolio, *Journal of Economic Research*, 11(40), 241-271 [In Persian].
- Fallahi, F., Hghighat, J., Sanoubar, N., Jahangiri, K. (2014). Study of correlation between volatility of stock, exchange and gold coin markets in Iran with DCC-GARCH model. *Economics Research*, 14(52), 147-123 [In Persian].
- Grossman, S. (1976). On the efficiency of competitive stock markets where trades have diverse information. *The Journal of Finance*, 31(2), 573-585.
- Hull, J., Trepengkaruna, S., Colwell, D., Heaney, R., Pitt, D. (2013). *Fundamentals of Futures and Options Markets*. Pearson Higher Education AU.
- Hosseinioun, N.S., Behname, M, Ebrahimi, S.T. (2016). Volatility transmission of the rate of returns in Iranian stock, gold and foreign currency markets. *Iranian Journal of Economic Research*, 21(66), 123-150 [In Persian].
- Iqbal, J. (2017). Does gold hedge stock market, inflation and exchange rate risks? An econometric investigation. *International Review of Economics & Finance*, 48, 1-17.
- Iori, G. (2002). A microsimulation of traders activity in the stock market: the role of heterogeneity, agents' interactions and trade frictions. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 49(2), 269-285.
- Jain, A., Biswal, P.C. (2016). Dynamic linkages among oil price, gold price, exchange rate, and stock market in India. *Resources Policy*, 49, 179-185.
- Levy, M., Levy, H., Solomon, S. (1995). Microscopic simulation of the stock market: the effect of microscopic diversity. *Journal de Physique I*, 5(8), 1087-1107.
- Mahmoodi, V.,Tehrani, R., Peymani, M. (2007). Comparing methods of beta estimation in cases of non-synchronize trading. *Financial Research Journal*, 9(2), 83-102 [In Persian].
- Marsili, M., Maslov, S., Zhang, Y.C. (1998). Dynamical optimization theory of a diversified portfolio. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 253(1-4), 403-418.
- Mas-Colell, A., Whinston, M.D., Green, J.R. (1995). *Microeconomic Theory* (Vol. 1). New York: Oxford university press.
- Menezes, C.F., Hanson, D.L. (1970). On the theory of risk aversion. *International Economic Review*, 11(3), 481-487.
- Navale, G.S., Dudhwala, N., Jadhav, K., Gabda, P., Vihangam, B.K. (2016). Prediction of stock market using data mining and artificial intelligence. *International Journal of Engineering Science*, 134, 9-11.
- Palmer, R.G., Arthur, W.B., Holland, J.H., LeBaron, B., Tayler, P. (1994). Artificial economic life: A simple model of a stockmarket. *Physica D: Nonlinear Phenomena*, 75(1-3), 264-274.
- Sajadi, Z.,Fathi, S. (2014). Explain the four-step process of calculating risk value as a measure of risk and its implementation in an investment optimization model, *Financial Knowledge of Securities Analysis*, 31(66), 1-13 [In Persian].
- Vargas, M.R., De Lima, B.S., Evsukoff, A.G. (2017). Deep learning for stock market prediction from financial news articles. In *Computational Intelligence and Virtual Environments for Measurement Systems and Applications, IEEE International Conference*, 60-65.
- Von Neumann, J., Morgenstern, O. (1945). Theory of games and economic behavior. *Bulletin of the American Mathematical Society*, 51(7), 498-504.
- Wen, X., Cheng, H. (2018). Which is the safe haven for emerging stock markets, gold or the US dollar? *Emerging Markets Review*, Online at: <https://papers.ssrn.com>, 1-61.