

Approximation of the VaR by Combination of HARQ Model and Extreme Value Theory in Tehran Stock Exchange

Amir Sadeghi*

Mehran Khalaj**

Abstract

As it is clear, one of the important categories in investing, especially in the stock market, is to pay attention to the issue of risk management for micro-investors and large investors and companies. One of the most widely used measures in risk calculation, which includes both time horizon and confidence level, is the value at risk (VaR), which has been highly regarded by researchers and risk analysts over the past two decades. There are various methods, including parametric, semi-parametric and non-parametric, for calculating the risk arc, which can be used depending on the type of data. In this paper, by combining the generalization of HAR model, ie HARQ and Farin value theory, we introduce an efficient method for calculating the risk value of some stocks present in the Tehran Stock Exchange and compare the advantages and comparison with other approaches such as parametric and non-parametric. We will address the disadvantages of the introduced method. The statistical population of this research is an example of active companies that were present in the stock exchange from 1392 to 1397. It is noteworthy that the half-hour time frame has been adopted in order to achieve higher accuracy. It is also a method of data analysis using MATLAB software.

* Assistant Professor at Department of Applied Mathematics, Parand & Robatkarim branch, Islamic Azad University (Corresponding Author), Drsadeghi.iau@gmail.com

** Assistant Professor at Industrial Engineering, Parand & Robatkarim branch, Islamic Azad University, mehran5_k@hotmail.com

Date of receipt: 23/8/2022, Date of acceptance: 7/5/2023



Copyright © 2010, IHCS (Institute for Humanities and Cultural Studies). This is an Open Access article. This work is licensed under the Creative Commons Attribution 4.0 International License. To view a copy of this license, visit <http://creativecommons.org/licenses/by/4.0/> or send a letter to Creative Commons, PO Box 1866, Mountain View, CA 94042, USA.

Keywords: Valuable value, Farin value theory, HARQ method, companies active in Tehran Stock Exchange.

JEL Classification: G32, C22, C24, C25



تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل HARQ و نظریه ارزش فرین در بورس اوراق بهادار تهران

امیر صادقی*

مهران خلیج**

چکیده

یکی از مقوله های مهم در سرمایه گذاری بخصوص در بورس اوراق بهادار، توجه به مسأله مدیریت ریسک برای سرمایه گذاران خرد و کلان می باشد. از سنجه های کاربردی در محاسبه ریسک که هم افق زمانی و هم سطح اطمینان را در نظر می گیرد، ارزش در معرض خطر می باشد که طی دو دهه اخیر مورد توجه محققان و تحلیلگران ریسک واقع شده است. روش های گوناگونی اعم از پارامتریک، نیمه پارامتریک و ناپارامتریک برای محاسبه ارزش در معرض خطر وجود دارد که بسته به نوع داده ها، از آنها بهره برده شده است. در این مقاله، با ترکیب تعمیم مدل خودرگرسیون ناهمگن یعنی مدل خودرگرسیون ناهمگن مرتبه چهارم و نظریه ارزش فرین به معرفی روشی نوین برای محاسبه ارزش در معرض خطر سهام حاضر در بورس اوراق بهادار تهران پرداخته و با مقایسه با رویکردهای دیگر به بررسی مزایا و معایب روش معرفی شده خواهیم پرداخت. جامعه آماری این پژوهش، نمونه شرکت های فعالی است که از سال ۱۳۹۲ تا سال ۱۳۹۷ در بورس حضور داشته اند. به علاوه، بازه زمانی ۳۰ دقیقه ای بجای بازه زمانی روزانه به منظور بدست آوردن دقت بالاتر اختیار شده است. همچنین روش تجزیه و تحلیل اطلاعات با استفاده از نرم افزار MATLAB می باشد.

* استادیار گروه ریاضی کاربردی، واحد پرند و رباط کریم، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران (نویسنده مسئول)،

Drsadeghi.iau@gmail.com

** استادیار گروه مهندسی صنایع، واحد پرند و رباط کریم، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران

mehran5_k@hotmail.com

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۹/۲، تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۲/۱۷



کلیدواژه‌ها: ریسک های مالی، ارزش در معرض خطر، مدل خودرگرسیون ناهمگن مرتبه چهارم، نظریه ارزش فرین.

طبقه‌بندی JEL: G32, C22, C24, C25

۱. مقدمه

ارزش در معرض خطر (VaR) یک تکنیک آماری است که برای اندازه‌گیری و تعیین میزان ریسک مالی در یک شرکت و یا پورتفوی سرمایه‌گذاری در یک دوره زمانی مشخص استفاده می‌شود. ارزش در معرض خطر توسط مدیران ریسک برای اندازه‌گیری و کنترل سطح ریسکی که شرکت متعهد شده است، مورد استفاده قرار می‌گیرد. شرکت‌ها معمولاً ریسک و بازده ناشی از روش‌های مختلف را در نظر می‌گیرند. در سال‌های اخیر، تحقیقات زیادی به استفاده از داده‌های با فراوانی بالا برای بررسی نوسانات VaR دارایی‌های مالی وجود داشته است که بسیاری از آنها در تبادل علمی بین حوزه اقتصاد و فیزیک انجام گرفته است. علیرغم مزایای شایان توجه این مدل‌ها برای محاسبه و پیش‌بینی نوسانات در بازار، ضعف‌هایی نیز در آنها وجود دارد. بعنوان نمونه یا این مدل‌ها نمی‌توانند ویژگی‌های تجربی داده‌های مالی را تکرار کنند، و یا این قبیل مدل‌ها به دلیل به‌کارگیری آن‌ها در توالی‌های زمانی با فراوانی کم، نمی‌توانند به‌طور مطلوبی اطلاعات ایجاد شده مربوط به نوسان را در روز کاری بازارهای مالی، توصیف کنند. در این موقعیت، اهمیت استفاده از داده‌های با فراوانی بالا برای تحلیل رفتار نوسان در بازار به‌طور شایان توجهی درک می‌شود. (زمردیان و همکاران، ۱۳۹۳)

برای پاسخ به برخی نقص‌ها در مدل‌های متعارف فوق‌الذکر، اندرسون و بولرسلف (۱۹۹۸) و بارندرف- نیلسن و شفرد (۲۰۰۲) با استفاده از داده‌های با فراوانی زیاد، رویکرد بدیعی را به‌منظور محاسبه متغیر نوسان پیشنهاد کردند و آن را نوسان تحقق‌یافته (RV) نامیدند. نوسان تحقق‌یافته یک متغیر جانشین ایجاد می‌کند که مدل‌های سری زمانی توسط آن برای پیش‌بینی نوسان تحقق‌یافته در مدل‌های گارچ که نوسان را یک متغیر پنهان در نظر می‌گیرند، به کار گرفته شوند. در این میان، مدل ساده و قابل محاسبه ای بنام مدل خودرگرسیون ناهمگن (HAR) توسط کورسی (۲۰۰۹) بعنوان حالت خاص و ترجیحی بر مدل‌های مبتنی بر RV ارائه گردید که ایده اصلی آن بر اساس کاهش پیچیدگی محاسباتی مدل‌های قبلی بود. با تقسیم نوسانات کلی به نوسانات مداوم و غیرمداوم و نیز استفاده از سنج متغیر معرفی شده توسط بارندرف- نیلسن و شفرد (۲۰۰۴)، مدل خودرگرسیون ناهمگن پرشی (HAR-J) و مدل

خودرگرسیون ناهمگن پیوسته (CHAR) از مدل HAR حاصل می‌شوند. افزون بر این، پاتون و شپارد (۲۰۱۶) مدل خودرگرسیون ناهمگن نیمه واریانس (SHAR) را که با جداسازی ناپایداری کل به نوسانات مثبت و منفی بر اساس اندازه‌گیری نیمه واریانس صورت می‌پذیرد را پیشنهاد کردند. توجه شود که RV توسط مجموع نوسانات یکپارچه (IV) تحت تأثیر قرار می‌گیرد و اگرچه داده‌های با فراوانی بالا در فرآیند مدل‌سازی به علت عدم قطعیت IV استفاده می‌شود، ولی این روش اندازه‌گیری منجر به خطا در متغیرها می‌شود. در این راستا، باندورف-نیلسن و شفر (۲۰۰۴) مبانی نظری توزیعی پیشرفته را ارائه کردند که نوسانات لحظه‌ای متغیرهای خطا را در مدل‌سازی RV در نظر می‌گیرد. در واقع، با کوچک شدن واریانس خطای اندازه‌گیری، مقادیر پیش‌بینی دقیق‌تر می‌شوند. با توجه به واریانس خطای اندازه‌گیری، بولرسلف و پاتون (۲۰۱۷) مدل خودرگرسیون ناهمگن مرتبه چهارم (HARQ) را پیشنهاد کردند که ویژگی‌ها متغیر زمان خود رگرسیون را در طی مدل‌سازی در نظر می‌گیرد؛ از طرفی واریانس خطای اندازه‌گیری RV را در نظر می‌گیرد و نیز اجازه می‌دهد شاخص‌های مدل‌ها به‌طور واضح با عدم اطمینان برآورد شده، تغییر کنند.

سنجش وابستگی فرین دارایی‌ها یکی از مهم‌ترین موضوعات مهم در مدل‌سازی ریسک‌های مالی است و نقش حیاتی در کمی‌سازی ریسک‌ها در بحران‌های مالی دارد. نظریه ارزش فرین (EVT) به‌عنوان یکی از مهم‌ترین شاخه‌های آماری برای علوم کاربردی در طی نیم‌قرن اخیر و برای رشته مالی در طی یک دهه اخیر پدیدار شده است. یک رویکرد طبیعی تخمین ریسک فرین، به‌کارگیری EVT دو متغیره با دو سری داده است؛ اما زمانی که دو سری به‌صورت مجانبی مستقل هستند، این مسأله مشکل‌ساز می‌شود. متأسفانه در این حالت EVT دو متغیره به تخمین بیش‌ازحد همبستگی گرایش دارد، زیرا تخمین EVT دو متغیره بر این فرض مبتنی است که دو سری دارای همبستگی مجانبی هستند، بنابراین ضروری است که ابتدا بررسی شود که آیا دو سری به‌صورت مجانبی مستقل هستند یا نه؟ توجه داریم که زمانی که یک جفت سری همسو باهم دیگر حرکت می‌کنند، این سری‌ها را وابستگی مجانبی نامیم در غیر این صورت آن دو سری به‌طور مجانبی مستقل هستند. هرچند استقلال مجانبی معادل استقلال صرف آماری نیست، زیرا یک سطح اطمینان همبستگی بین دو سری با نمونه‌های محدود را مقدور می‌سازد (آوازه و همکاران، ۱۳۹۶).

تمرکز بر تغییرات فرین در عوامل ریسک، به‌جای سری‌های زمانی معمول، اجازه می‌دهد تا از انتخاب دشوار یک توزیع احتمالی برای عوامل ریسک اجتناب کنیم. مدل‌های سستی VaR

حداکثر زیان ممکن در یک توزیع را تحت شرایط بازار نرمال تخمین می‌زنند که هرکدام شبیه به توزیع نرمال بازارهای مالی، در طول دوره مشخص است؛ بنابراین، سنج‌های استاندارد VaR، تخمین نادرستی از زیان‌های واقعی در طول دوره‌هایی با نوسانات شدید در ارتباط با بحران‌های مالی فراهم می‌نماید. نظریه ارزش فرین، رویکردی جدید مبتنی بر توزیع بازده‌های فرین بجای توزیع کل بازده می‌باشد و از این رو پیش‌بینی خوبی از ریسک‌های بازار در طول دوران غیرعادی فراهم می‌نماید (بالی ۲۰۰۷). زمانی که ماکسیمم یک متغیر تصادفی مدل‌سازی می‌شود، نظریه ارزش فرین همان نقش پایه‌ای را بر عهده دارد که نظریه حد مرکزی در مدل‌سازی مجموع متغیرهای تصادفی ایفا می‌کند. در هر دو حالت، این نظریه‌ها به ترتیب توزیع حدی ماکسیمم‌ها و مجموع متغیرهای تصادفی را تعیین می‌کنند (آوازه و همکاران، ۱۳۹۶).

در این مقاله، پیش‌بینی ارزش در معرض خطر در بازار سهام ایران با استفاده از تلفیق مدل HARQ و نظریه ارزش فرین ارائه شده توسط بولرسلف و پاتون (۲۰۱۷) بررسی می‌شود. قابل ذکر آنکه مبانی نظری این مدل توسط لیو و همکاران (۲۰۱۸) برای پیش‌بینی ارزش در معرض خطر بازار سهام چین به کار گرفته شده اما برای بازار سهام ایران تاکنون تحقیقی صورت نگرفته و اولین بار است که از مدل EVT- HARQ در پژوهش‌های داخلی استفاده می‌شود. اولین مزیت استفاده از نظریه ارزش فرین در این پژوهش نسبت به دیگر پژوهش‌ها در این است که بررسی احتمال رخ دادن پیشامدهای نادر (پیشامدهایی که با احتمال بسیار کم رخ می‌دهند) از موضوعات مهم در مدیریت ریسک سبدهای مالی است. نظریه ارزش فرین مبانی ریاضی مدل‌سازی این پیشامدها و محاسبه معیارهای ریسک مربوط به آن‌ها مانند ارزش در معرض خطر را فراهم کرده است. با توجه به بررسی‌های صورت گرفته پیش‌بینی ارزش در معرض خطر در بازار سهام ایران با استفاده از مدل HARQ و تئوری مقدار فرین در تحقیقات گذشته صورت نگرفته است. لذا استفاده از آن و یا ترکیب با روش‌های دیگر برای محاسبه ریسک بازار به خصوص ارزش در معرض خطر می‌تواند نوآوری در این زمینه باشد. دومین مزیت در این زمینه، استفاده از این تکنیک برای محاسبه ریسک پورترفوی و یافتن پورترفوی بهینه نیز مورد استفاده قرار گیرد. سومین نوآوری این موضوع بررسی مزایا و معایب آن و مقایسه با روش‌های دیگر من جمله روش‌های پارامتریک و نا پارامتریک است که می‌تواند بر قوت موضوع بیفزاید. هدف اصلی این مقاله بدست آوردن تقریب ارزش در معرض خطر در بازار سهام ایران توسط مدل EVT- HARQ می‌باشد و اهداف فرعی آن بررسی همبستگی ارزش در

معرض خطر، برآورد تغییرات زمانی VaR با استفاده از مدل فوق و نیز مقایسه نتایج با روشه های کلاسیک محاسبه VaR می باشد.

در این مقاله، در بخش دوم مبانی نظری روش تحقیق مشتمل بر ارزش در معرض ریسک، مدل HARQ، نظریه ارزش فرین و همچنین نحوه بدست آوردن رابطه محاسباتی روش مورد نظر ارائه می شود. پیشینه داخلی و بین المللی پژوهش در بخش سوم ارائه شده است. در بخش چهارم تجربیات عددی با ترسیم نمودارها و جداول و همچنین مقیسه ای از نتایج بدست آمده با روش های کلاسیک انجام می شود. در بخش پنجم نتایج بدست آمده به همراه پیشنهادات آتی برای پژوهشگران آورده شده است.

۲. بدنه اصلی

۱.۲ ارزش در معرض خطر

همانطور که اشاره شد، ارزش در معرض خطر دارای دو پارامتر مهم، یکی افق زمانی که به صورت تعداد روز نشان داده می شود و دیگری سطح اطمینان می باشد. به طور کلی با فرض این که افق زمانی N روز و سطح اطمینان $(1-\alpha)$ صد باشد، میزان VaR که بر حسب واحد پول بیان می شود، مقدار زیانی است که معادل با صدک $(1-\alpha)$ ام منحنی توزیع احتمال تغییرات ارزش سبد سهام در طی N روز آینده است. به عبارت ساده تر $(100-\alpha)$ درصد اطمینان داریم که طی N روز آتی، قطعاً بیشتر از مبلغ VaR متحمل زیان نخواهیم شد به بیان ریاضی می توان نوشت (فلاح شمس و همکاران، ۱۳۹۶):

$$\text{VaR}(1-\alpha) = \inf \{l \in \mathbb{R} : P(L > \text{VaR}) \leq \alpha\} = \inf \{l \in \mathbb{R} : F_L(l) \geq (1-\alpha)\} \quad (1)$$

که در آن \inf بیانگر مجموعه اطلاعات و F_L تابع توزیع زیان می باشد. البته تعریف ارزش در معرض خطر بر حسب توزیع بازدهی ها (r_t) را می توان به صورت زیر بیان کرد:

$$P(r_t < \text{VaR}_t) = 1 - \alpha \quad (2)$$

که در آن P بیانگر احتمال می باشد. رابطه فوق بیانگر این است که احتمال این که نرخ بازدهی از مقدار ارزش در معرض خطر فراتر نرود برابر با سطح اطمینان $(1-\alpha)$ است. به منظور محاسبه کمی، ارزش در معرض خطر به صورت منفی صدک $(1-\alpha)$ ام توزیع بازدهی ها تعریف می شود: (فلاح شمس و همکاران، ۱۳۹۶)

$$\text{VaR}_t^c = -Q_{1-\alpha}(r_t | \Omega_{t-1}) = -\ln \{r \in \mathbb{R} : P(r_t \leq \text{VaR} | \Omega_{t-1}) \geq 1 - \alpha\} \quad (3)$$

که در آن Q نماد صدک، r_t متغیر تصادفی بازدهی در دوره t و Ω_{t-1} اطلاعات موجود در دوره قبل می باشد. به طور کلی ارزش در معرض خطر در زمان t و با سطح اطمینان α به دو شکل زیر است:

$$\text{VaR}_t^c = F_r^{-1}(1 - \alpha) = \sigma_t G_z^{-1}(1 - \alpha) - \mu_t \quad (4)$$

در دو معادله فوق محاسبه ارزش در معرض خطر بستگی به معکوس تابع توزیع تجمعی بازدهی ها و تعیین نوع توزیع Z دارد.

۲.۲ مدل خودرگرسیون ناهمگن و انواع آن

فرض کنید p_t نمایش قیمت یک دارایی باشد و معادله دیفرانسیل تصادفی زیر داده شده باشد:

$$d \log(p_t) = \mu_t dt + \sigma_t dW_t \quad (5)$$

که در آن μ_t و σ_t به ترتیب نمایشگر رانش و انحراف معیار و W_t نیز حرکت براوونی استاندارد می باشند. نرمال سازی یک بازه زمانی یک روزه، یا بعبارت دیگر مدل IV یک روزه که به صورت زیر تعریف می گردد:

$$\text{IV}_t = \int_{t-1}^t \sigma_s^2 ds \quad (6)$$

ملاحظه می شود که واریانس ادغام شده مستقیماً قابل مشاهده نیست، در حالیکه واریانس تحقق یافته و یا انحراف معیار تحقق یافته که توسط مجموع بازدهی های پرتکرار تعریف می شود، بصورت زیر قابل تعریف می باشد:

$$\text{RV}_t = \sum_{i=1}^m r_{t,i}^2 \quad (7)$$

وقتی $m = 1/\Delta$ نمایشگر زمان معامله در روز t ، Δ نمایشگر مجموع تعداد زمان های معامله از معاملات پرتکرار و دوره Δ بازدهی داخل روز می باشد و توسط رابطه $r_{t,i} = \log(p_{t-1+i\Delta}) - \log(p_{t-1+(i-1)\Delta})$ بدست می آید. مطابق با نظریه توزیع که توسط

تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل ... (امیر صادقی و مهران خلیج) ۹۹

باندروف-نیلسن و شفر، (۲۰۰۴) معرفی شد، وقتی $\Delta \rightarrow 0$ ، خطای تقریب زده شده RV_t بصورت زیر تعریف گردد:

$$RV_t = IV_t + \eta_t, \quad \eta_t \sim MN(0, 2\Delta IQ_t) \quad (8)$$

که در آن $IQ_t = \int_{t-1}^t \sigma_s^4 ds$ مرتبه چهارم ادغام شده (IQ) و MN نمایشگر توزیع نرمال ترکیبی یا همان توزیع نرمال شرطی روی IQ_t می باشد. به موازات واریانس ادغام شده، ممکن است که IQ مرتبه چهارم ادغام شده (RQ) به صورت زیر تخمین زده شود:

$$RQ_t = \frac{m}{3} \sum_{i=1}^m R_{t,i}^4 \quad (9)$$

بنابراین، اساس مدل RV بصورت زیر می باشد:

$$RV_t = \beta_1 RV_{t-1} + \beta_2 RV_{t-1|t-5} + \beta_3 RV_{t-1|t-22} + u_t \quad (10)$$

که در آن $RV_{t-j|t-h} = \frac{1}{h+1-j} RV_{t-i}$ وقتی $j \leq h$ می باشد. همچنین، انحراف معیار تحقق یافته روزانه، هفتگی و ماهانه می تواند توسط انتخاب وقفه های RV در یک روز، یک هفته و یا یک ماه محاسبه شود. همانطور که قبلاً اشاره شد مدل HAR جهش یافته (HARJ) و همچنین مدل HAR پیوسته (CHAR) می تواند از مدل HAR با تقسیم انحراف معیار کل بر انحراف معیارهای پیوسته و گسسته حاصل گردد. مدل HARJ شامل یک اندازه از پرش متغیر بعنوان یک متغیر توضیح دهنده اضافی در مدل استاندارد HAR می باشد (بولرسلف و پاتون، ۲۰۱۷):

$$RV_t = \beta_0 + \beta_1 RV_{t-1} + \beta_2 RV_{t-1|t-5} + \beta_3 RV_{t-1|t-22} + \beta_j J_{t-1} + u_t \quad (11)$$

وقتی خواهیم داشت $J_t = \max\{RV_t - BPV_t, 0\}$. همچنین، BPV بصورت زیر می تواند تعریف می شود:

$$BPV_t = \frac{1}{u_1^2} \sum_{i=1}^{m-1} |r_{t,i}| |r_{t,i+1}| \quad (12)$$

زمانی که $u_1 = \sqrt{2/\pi} = E(|Z|)$ می باشد و در آن Z توزیع تصادفی نرمال استاندارد می باشد. به طور تجربی، مولفه های پرش می تواند بطور غیر قابل پیش بینی بزرگ ظاهر شوند و همین مسأله انگیزه ای برای مدل CHAR است که فقط متغیر پیوسته را از سمت راست معادله زیر اندازه گیری کند:

$$RV_t = \beta_0 + \beta_1 BRV_{t-1} + \beta_2 BRV_{t-1|-5} + \beta_3 BRV_{t-1|-22} + \beta_j J_{t-1} + u_t \quad (13)$$

بسیاری از مطالعات انجام گرفته موید این مسأله هستند که عملکرد روش های HARJ و CHAR از مدل معمولی HAR قابل قبول تر می باشند. همچنین مدل خودرگرسیون ناهمگن نیمه واریانس (SHAR) که اساس آن تجزیه انحراف معیار اصلی به انحراف معیار مثبت و منفی بر اساس اندازه های نیمه واریانس می باشد.

در ایزن روش، $RV_t^+ = \sum_{i=1}^m r_{t,i}^2 I\{r_{t,i} > 0\}$ و $RV_t^- = \sum_{i=1}^m r_{t,i}^2 I\{r_{t,i} < 0\}$ در نظر گرفته می شود. در نتیجه این مدل توسط معادله زیر معرفی می شود:

$$RV_t = \beta_0 + \beta_1^+ RV_{t-1}^+ + \beta_1^- RV_{t-1}^- + \beta_2 RV_{t-1|-5} + \beta_3 BRV_{t-1|-22} + \beta_j J_{t-1} + u_t \quad (14)$$

بر اساس مدل استاندارد HAR، بولرسلف و پاتون (۲۰۱۷) مدل ذیل را با توجه به پارامترها برای تغییر پیچیدگی با واریانس اندازه های خطای RV معرفی نمود:

$$RV_t = \beta_0 + (\beta_1 + \beta_{1Q} RQ_{t-1}^{1/2}) RV_{t-1} + (\beta_2 + \beta_{2Q} RQ_{t-1|-5}^{1/2}) RV_{t-1|-5} + (\beta_3 + \beta_{3Q} RQ_{t-1|-22}^{1/2}) RV_{t-1|-22} + u_t \quad (15)$$

که در آن $RQ_{t-1|-k} = \frac{1}{k} \sum_{j=1}^k RQ_{t-j}$ می باشد. اگر چه اندازه خطاهای نرمال شده، در انحراف معیارهای محقق شده در حالت کلی افزایش می یابد وقتی با k افق خطاها از میانگین قابل انتظار فراتر می روند. این مسأله پیشنهاد می دهد که تنظیم اندازه خطاها در وقفه های با تأخیر، نقش بسیار مهمتری در مقابل تنظیم برای ضرایب هفتگی و ماهانه بازی می کند. توجه شود که مدل HARQ با توجه به ضرایب RV تأخیری، به صورت زیر داده می شود (لیو و همکاران، ۲۰۱۸):

تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل ... (امیر صادقی و مهران خلیج) ۱۰۱

$$RV_t = \beta_0 + \underbrace{(\beta_1 + \beta_{10} RQ_{t-1}^{1/2})}_{\beta_{1t}} RV_{t-1} + \beta_2 RV_{t-1|t-5} + \beta_3 RV_{t-1|t-22} + u_t \quad (16)$$

۳.۲ نظریه ارزش فرین

ارزش‌های فرین به عنوان حداکثر (حداقل)‌های n متغیر تصادفی تعریف می‌شوند.

$$X_{\max} = \max(X_1, X_2, \dots, X_n)$$

$$X_{\min} = \min(X_1, X_2, \dots, X_n),$$

بر اساس قضیه فیشر و تیبت (۱۹۲۸) با بزرگ شدن n توزیع ارزش‌های فرین به توزیع

تعمیم یافته ارزش فرین نزدیک می‌شود:

$$H_{\xi, \mu, n}(X) = \begin{cases} \exp \left\{ - \left[1 + \xi_{\max} \left(\frac{X_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^{-\frac{1}{\xi_{\max}}} \right] \right\}, & \xi_{\max} \neq 0 \\ \exp \left\{ - \exp \left[- \left(\frac{X_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right) \right] \right\}, & \xi_{\max} = 0 \end{cases} \quad (17)$$

بدیهی است حد رابطه اول زمانی که شاخص دنباله به سمت صفر میل می‌کند برابر با

رابطه دوم می‌باشد. براین اساس، جیکسون پیشنهاد کرد که توزیع تعمیم یافته ارزش فرین تنها

با رابطه ذیل نمایش داده شود (طالب لو و داودی، ۱۳۹۳):

$$H_{\xi, \mu, n}(X_{\max}) = \exp \left\{ - \left[1 + \xi_{\max} \left(\frac{X_{\max} - \mu_{\max}}{\sigma_{\max}} \right)^{-\frac{1}{\xi_{\max}}} \right] \right\}, \quad (18)$$

که در آن $H_{\xi, \mu, n}$ تابع توزیع تجمعی متغیر حداکثر است. این توزیع سه پارامتر دارد.

پارامتر μ_{\max} موقعیت توزیع است و سنجه گرایش مرکزی X_{\max} می‌باشد. پارامتر معیار

توزیع است و سنجه پراکندگی X_{\max} است. پارامتر سوم ξ_{\max} است که شاخص دنباله بوده و بر

شکل یا تراکم دنباله توزیع دلالت دارد.

رویکرد توزیع تعمیم یافته پارتو بر اساس قضیه تعمیم یافته ارزش فرین شکل گرفته

است. این توزیع به ازای مقادیر مختلف شاخص دنباله سه حالت دارد: اگر $\xi_{\max} > 0$ توزیع

تعمیم یافته پارتو دارای دنباله‌های نسبتاً متراکم خواهد بود. در این حالت توزیع‌هایی مانند t در دامنه جذب آنقرار می‌گیرد. اگر $G_{\max} = 0$ توزیع تعمیم یافته پارتو دارای دنباله‌ای با تراکم متوسط خواهد بود. در این حالت توزیع‌هایی مانند توزیع نرمال در دامنه جذب آن قرار می‌گیرد. اگر $G_{\max} < 0$ توزیع تعمیم یافته پارتو دارای نسبتاً کم متراکم خواهد بود. در این حالت توزیع‌هایی مانند توزیع بتا در دامنه جذب آن قرار می‌گیرد. همان‌گونه که نظریه ارزش فرین راه‌حلی بدیهی برای مدل‌سازی حداکثرها و حداقل‌ها است. رویکرد فراتر از آستانه نیز روشی بدیهی برای مدل‌سازی تخطی‌ها از یک آستانه بزرگ است. اگر نمونه مشاهدات را با X_1, X_2, \dots, X_n و تابع توزیع آن را با $F(x)$ و مقدار سطح آستانه را با u نشان دهیم $F(u)$ به صورت ذیل تعریف می‌شود (طالب لو و داودی، ۱۳۹۳):

$$F(u) = \Pr\{X_i \leq u\}, \quad (19)$$

تخطی زمانی اتفاق می‌افتد که $X_i > u$ باشد. براین اساس، مقدار اضافی فراتر از سطح آستانه را به صورت ذیل تعریف می‌کنیم:

$$y_i = X_i - u, \quad (20)$$

به این ترتیب، برای توزیع احتمال مقادیر اضافی فراتر از آستانه u خواهیم داشت:

$$F_u(y) = \Pr\{X_i - u \leq y_i | X_i > u\}, \quad (21)$$

که $F_u(y)$ نمایانگر احتمال تخطی X حداکثر به اندازه y از سطح آستانه u است، البته مشروط بر اینکه از u فراتر رفته باشد. این احتمال مشروط را می‌توان به صورت ذیل نوشت:

$$F_u(y) = \frac{\Pr\{X_i - u \leq y_i, X_i > u\}}{\Pr\{X_i > u\}}, \quad (22)$$

که در نتیجه خواهیم داشت:

$$F_u(y) = \frac{F(y_i + u) - F(u)}{1 - F(u)}, \quad (23)$$

تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل ... (امیر صادقی و مهران خلیج) ۱۰۳

از آنجایی که احتمال مشروط بر تخطی از آستانه است تنها برای مقادیر بزرگتر از صفر تعریف می‌شود و بدین ترتیب هر زمان که y_i مقدار می‌گیرد، تخطی روی داده است. می‌دانیم که برای هر $X > u$ داریم $X = y - u$ بنابراین توزیع احتمال متغیر X را می‌توان به صورت ذیل نوشت:

$$F(X) = [1 - F(u)]F_u(y) + F(u). \quad (24)$$

بالکما و همکاران (۱۹۷۵) طی قضیه‌ای نشان دادند که برای u هایی که به اندازه‌کافی بزرگ است، تابع توزیع مقادیر فراتر از آستانه را می‌توان با توزیع تعمیم یافته پرتو تقریب زد، چراکه با بزرگ شدن آستانه، توزیع ارزش‌های فراتر از آستانه یعنی $F_u(y)$ به توزیع تعمیم یافته پارتو نزدیک می‌شود. با توجه به قضیه بالکما، دیهان و نیز پیکاندس خواهیم داشت:

$$F(X) = [1 - F(u)]G_{\xi, \mu, n}(y) + F(u), \quad (25)$$

و تابع F را می‌توان با استفاده از برآورد ناپارامتریک، توزیع تجربی ذیل محاسبه کرد:

$$\hat{F}(X) = \frac{n - N_n}{n}, \quad (26)$$

که در آن N_u بر تعداد مواردی که مقادیرشان از سطح آستانه در نظر گرفته شده بیشتر است دلالت دارد و u سطح آستانه و n تعداد نمونه می‌باشد. برای محاسبه ارزش در معرض خطر با استفاده از این روش از رابطه ذیل استفاده می‌نماییم.

$$\text{VaR}_p = \hat{u} + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}} \left[\left(\frac{n(1-p)}{N_u} \right)^{-\hat{\xi}} - 1 \right], \quad (27)$$

۴.۲ ارائه فرمول ارزش در معرض خطر مدل معرفی شده

همانطور که می‌دانیم ارتباط بین بازدهی استاندارد و بازدهی روزانه به صورت زیر داده می‌شود:

$$r_t = \sqrt{h_t} \cdot v_t, \quad v_t \sim F \quad (28)$$

وقتی r_t بازدهی روزانه، v_t بازدهی استاندارد شده، h_t انحراف معیار تقریب زده شده توسط هر یک از مدل های HAR می باشد و F تابع توزیع احتمال برای بازدهی های استاندارد شده می باشد. بنابراین، VaR تحت سطح اطمینان $100(1-p)\%$ پیش بینی شده با اطلاع از $t-1$ روز به صورت زیر ارائه شود:

$$\text{VaR}_{t|t-1}^p = F_{(1-p)}^{-1} \left\{ \sqrt{h_{t|t-1}} \right\} \quad (29)$$

که در آن $F_{(1-p)}^{-1}$ چارک $(1-p)$ ام از توزیع F می باشد. بنابراین، تقریب ارزش در معرض ریسک طبق روش معرفی شده دو گام اصلی به صورت زیر دارد: اولاً RV توسط یکی از روش های HAR که در این مقاله HARQ می باشد تقریب زده می شود، ثانیاً نظریه ارزش فرین برای استانداردسازی مقادیر بازدهی استفاده می شود و در نتیجه مقدار ارزش در معرض خطر بدست می آید. بنابر مباحث گذشته، مقدار ارزش در معرض ریسک توسط مدل EVT-HARQ به صورت زیر داده می شود:

$$\text{VaR}_{t|t-1}^p = F_{(1-p)}^{-1} \left\{ \sqrt{\hat{h}_{t|t-1}} \right\} = \hat{u} + \frac{\hat{\sigma}}{\hat{\xi}} \left[\left(\frac{n(1-p)}{N_u} \right)^{-\hat{\xi}} - 1 \right] \sqrt{\hat{h}_{t|t-1}}, \quad (30)$$

که در آن $\hat{\xi}$ و $\hat{\sigma}$ پارامترهای تابع توزیع پارتو می باشد و $\hat{h}_{t|t-1}$ انحراف معیار تقریب یافته توسط مدل HARQ می باشد (لیو و همکاران، ۲۰۱۸).

۳. پیشینه تحقیق

در ۵ دهه اخیر، با وقوع زیان هایی در سطح وسیع که احتمال بسیار کمی برای پیشامد آن در نظر گرفته شده بود، منجر به آگاهی بیشتر سرمایه گذاران به مقوله مدیریت ریسک شد (طالبی و همکاران، ۱۴۰۰). همچنین وجود بحرانهای ایجاد شده در دهه های گذشته در اکثر کشورها و با لحاظ پژوهش های انجام شده به نظر می رسد که بسیاری شکستها در بازارهای مالی ناشی از همین نظریه های مدرن و فرضیه های سنتی در بازارها می باشد، بنابراین نیاز به بازنگری درای نظریه ها و فرضیه ها به شدت احساس می شود (عبادت و همکاران، ۱۴۰۰). بیگ

خورمیزی و رافعی (۱۳۹۹) در پژوهشی با استفاده از الگوی FIAPARCH-CHUNG بهترین مدل جهت برآورد ارزش در معرض خطر قراردادهای آتی سکه است که در نوسانات عملکرد قابل قبولی داشته است. کشاورز حداد و زابل (۱۳۹۹) در پژوهشی دریافتند که جهت برآورد VaR طلا، توزیع تی استیودنت بهتر از توزیع نرمال عمل می کند. همچنین از بین مدل‌های گارچ، مدل PGARCH بهترین برآورد VaR برای انس طلای جهانی دارد و نسبت به مدل‌های خطی ارجحیت دارد. یاکیده و همکاران (۱۳۹۶) روشی مبتنی بر مدل‌های تحلیل پوششی داده‌ها با داده‌های منفی را بررسی کرده‌اند. دو مؤلفه مهم در تصمیم‌گیری برای سرمایه‌گذاری، میزان ریسک و بازده دارایی‌های سرمایه‌ای است. مدل مارکوویتز اولین مدل مدرن بهینه‌سازی سبد سهام است. مارکوویتز مدل خود را بر اساس میانگین و واریانس بر روی داده‌های تاریخی فرموله کرد. از آن زمان تاکنون، محققان زیادی روش حل مسئله بهینه‌سازی سبد سهام را بهبود بخشیدند. مهم‌ترین این بهبودها معرفی شاخص VaR و استفاده از تکنیک تحلیل پوششی داده‌ها در حل مسئله بهینه‌سازی سبد سهام است. در این پژوهش، با در نظر گرفتن هم‌زمان این دو بهبود، به ارائه مدلی جدید برای ساخت سبد سهام بهینه پرداخته شده است. مدل پیشنهادی بر روی بازده تاریخی، ۱۸۵ شرکت بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۹۴ اجرا شده و وزن‌های بهینه در سبد سهام تعیین می‌شود. مقایسه بازده سبد مدل پیشنهادی و بازده سبد بازار عملکرد بهتر مدل پیشنهادی را نشان می‌دهد. واحدی و یزدانی (۱۳۹۶) محاسبه VaR با استفاده از معیار ناپارامتریک بخصوص شبیه‌سازی مونت کارلو مطالعه موردی بانک صادرات را بررسی کرده‌اند. در این پژوهش با روش مونت کارلو که جزئی از معیارهای ناپارامتریک محاسبه VaR است، در بازه زمانی ۱۳۸۹ الی ۱۳۹۵ و در سه سطح اطمینان ۱، ۵ و ۱۰ درصد به محاسبه VaR پرداخته شده و در پایان ارزش در معرض خطر تک تک سهام در سطوح اطمینان متفاوت محاسبه شده است. نویدی و رستمی مال خلیفه (۱۳۹۶) بهینه‌سازی استوار سبد سهام با استفاده از سنجه ارزش در معرض خطر شرطی را بررسی کرده‌اند. محققان در راستای بهینه‌سازی سبد سهام، از سنجه‌های ریسک مختلف و استفاده از داده‌های مختلف بهره‌جستند. در اینجا با استفاده از مدل تحلیل پوششی داده‌ها به محاسبه کارایی شرکت‌های سهامی پرداخته شده است. در مبحث سبد سهام داده‌های مورد استفاده، داده‌های قطعی نمی‌باشند، در نظرگیری یک مقدار قطعی در مدل‌ها باعث خواهد شد تا جواب‌ها از اعتبار لازم برخوردار نباشند. برای همین ما از بهینه‌سازی استوار استفاده می‌کنیم. از میان سنجه‌های ریسک، با توجه به برتری سنجه ارزش در معرض خطر شرطی، ما از این سنجه ریسک استفاده می‌کنیم. طالب لو و داودی (۱۳۹۶)

مقایسه رویکرد EVT با سایر روش های سنجش ریسک بازار در چهارچوب پس آزمایی و آزمون کوپیک، دلالت هایی برای مدیریت ریسک بازار نهادهای مالی را بررسی کرده اند. طی سال های اخیر، پژوهشگران با به کارگیری نظریه ارزش فرین، ریسک بازار را به نحو دقیق تری برای شرایط بحرانی محاسبه کرده اند. در این راستا، به بررسی روش های مختلف اندازه گیری ریسک بازار در سطوح مختلف اطمینان می پردازد. با توجه به اینکه برای اندازه گیری اثرات بحران های مالی بر ارزش دارایی ها، روش EVT بر اساس فروض نظریه، نیازمند سری های زمانی با مشاهدات بسیاری است، از این رو، در این مقاله از ۴ شاخص کل، صنعت، بازار اول و بازار دوم در بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. نتایج پس آزمایی در این پژوهش حاکی از آن است که از بین روش های مختلف، رویکرد نیمه پارامتریک یا همان رویکرد EVT در مقایسه با رویکردهای پارامتریک MA، GARCH، EWM و ناپارامتریک در سطوح اطمینان بالاتر، کارایی بالاتری دارند. همچنین روش HS در سطوح اطمینان بالا نتایج قابل قبولی را نشان می دهد. با این حال، الگوی GARCH-EVT تنها در سطح اطمینان ۰/۹۹ نتایج قابل قبولی را نشان می دهد. حسین راغفر و نرجس آجورلو (۱۳۹۵) ارزش در معرض خطر پورتفوی ارزی بانک با روش GARCH-EVT-COPULA محاسبه کرده و برای مقایسه کارایی روش از مدل های واریانس-کواریانس و شبیه سازی تاریخی نیز استفاده شده است. برای بررسی اعتبارسنجی مدل های به کار گرفته شده در این مقاله، از آزمون کوپیک استفاده شده است. در نهایت مشخص شد که مدل GARCH-EVT-COPULA، ارزش در معرض خطر را با دقت بیشتر از دو روش دیگر محاسبه کرده است. براساس نتایج به دست آمده از آزمون کوپیک، اعتبار مدل GARCH-EVT-COPULA نسبت به دو مدل دیگر بیشتر و این روش نسبت به دو روش دیگر دقیق تر است. اسماعیل پیش بهار و سحر عابدی (۱۳۹۵) چهار روش شامل شبیه سازی تاریخی، VaR با توزیع نرمال چند متغیره، VaR با توزیع t چند متغیره و شبیه سازی مونت کارلو مبتنی بر کاپیولا در دو پورتفوی لبنیات و قند در بورس صنایع غذایی مورد بررسی قرار گرفتند. محاسبه ارزش در معرض خطر چندمتغیره برای دو پرتفوی، در بورس صنایع غذایی مورد ارزیابی قرار گیرند. نتایج آزمون های کریستوفرسن، تابع امتیاز احتمال درجه دوم و ریشه میانگین مجذور خطا نشان داد که روش شبیه سازی مونت کارلو مبتنی بر کاپیولا در مقایسه با سه روش دیگر نتایج قابل اعتمادتری دارد. میری و همکاران (۱۳۹۶) برآورد و مقایسه VaR پر معامله ترین سهام بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل گارچ چند متغیره را بررسی کرده اند. در این پژوهش مزایای مدل های گارچ چند متغیره پارامتریک

جهت محاسبه ارزش در معرض خطر و اثرات سرریز بازدهی قیمت پر معامله ترین سهام بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۹۵ مورد بررسی قرار داده می شود. برای این منظور، ابتدا به برآورد VaR با روش گارچ یک متغیره پرداخته شد و سپس با در نظر گرفتن یک سبد دارایی متشکل از پر معامله ترین سهام بورس اوراق بهادار تهران به برآورد ارزش در معرض ریسک با توجه به اثر سرریز آن با استفاده از مدل گارچ چند متغیره پرداخته شد. نتایج نشان داد که از بین مدل های گارچ چند متغیره و گارچ تک متغیره، گارچ چند متغیره به واسطه به کارگیری کامل تر اطلاعات ماتریس، همبستگی را بهتر از مدل تک متغیره VaR محاسبه می کند. آزمون ها بیانگر اهمیت همبستگی وابسته به زمان در مدیریت ریسک پرتفوی است. ارزش در معرض ریسک محاسبه شده بیانگر برتری مدل چند متغیره نسبت به مدل تک متغیره است.

افضل و همکاران (۲۰۲۱) در پژوهشی جهت برآورد VaR از مدل های همخانواده گارچ استفاده کردند و دریافتند که مدل DCC-GRACH عملکرد بهتری دارد. در دو پژوهش انجام شده توسط چن و کیو (۲۰۱۹) و همچنین وانگ و همکاران (۲۰۱۹) به این نتیجه رسیدند که مدل های غیرخطی که ناهمسانی واریانس را در نظر می گیرند توانایی بهتری جهت پیش بینی بازدهی فلزات گرانبها همانند طلا، نقره، پلاتینیوم و ... دارند. لیو و همکاران (۲۰۱۸) پیش بینی VaR بازار سهام چین با استفاده از مدل HARQ و نظریه فرین را بررسی کرده اند. اولاً، نوسانات متوجه شده با بازده بالا فرکانس ۵ دقیقه ای شاخص CSI300 را اندازه گیری می کنیم و سپس آن را با مدل HARQ معرفی می کنیم که می تواند با ضریب متغیر زمان متغیر باشد. در نهایت، با استفاده از چندین روش بازاریابی محبوب، دقت پیش بینی VaR مدل HARQ را با دیگر مدل های قدیمی HAR مانند HAR-J، HAR، CHAR و SHAR مقایسه می کنیم. نتایج تجربی نشان می دهد که مدل جدید HARQ می تواند سایر مدل های HAR را در پیش بینی VaR بازار سهام چین در سطوح مختلف ریسک شکست دهد. لیث (۲۰۱۷) در تجزیه و تحلیل داده های واقعی، ریسک های محاسبه شده با استفاده از MM VaR حدود ۲۰٪ بالاتر از ریسک محاسبه شده با استفاده از VaR کلاسیک است که شواهد لازم را در رابطه با میزان کفایت سرمایه جدید ارائه می دهد و از این رو می تواند تبدیل به یک اندازه گیری ریسک روزانه قابل اجرا شود. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که پوشش ریسک، حساسیت قیمت سهام شرکت ها را نسبت به قیمت نفت و گاز کاهش می دهد و به نظر می رسد که در این صنایع، پوشش ریسک اثر چندانی بر ارزش بازار شرکت ها ندارد. توبین و براینراد (۲۰۱۷) تحقیقی را تحت عنوان "اثرات مشتقات مالی بر ریسک و ارزش در معرض خطر" انجام دادند. آن ها ۶۸۸۸

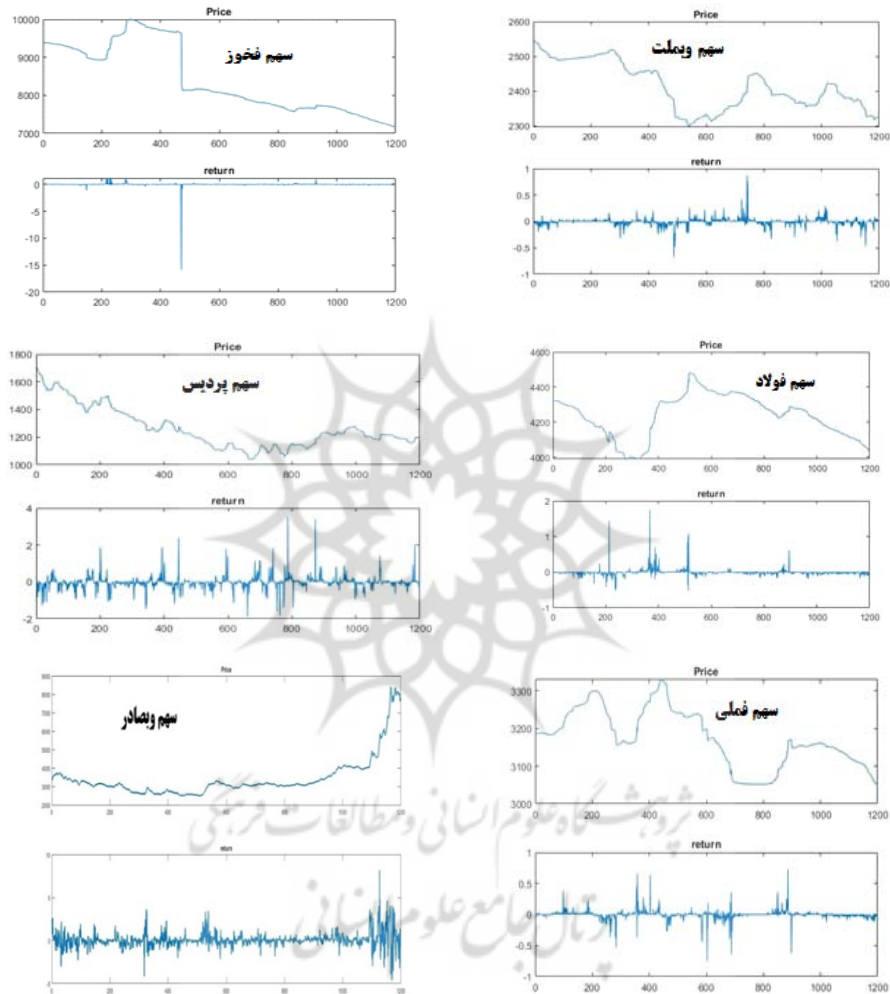
شرکت غیرمالي از ۴۷ کشور جهان را انتخاب نمودند تا اثر استفاده از مشتقات مالي را بر ميزان ريسک و ارزش شرکت های آن‌ها، بررسی نمایند. بازه زمانی تحقيق بين سال های ۲۰۰۰ تا ۲۰۰۱ بوده است. در واقع کشورهای منتخب در اين تحقيق، ۹۹ درصد بازار جهانی سرمايه را طی بازه زمانی فوق در اختيار داشته و ۷۶/۸ درصد از شرکت‌های فعال در اين کشورها، شرکت های غيرمالي بوده اند. نتايج تحليل آماری داده‌ها نشان داد که ۶۰/۵ درصد از شرکت‌های نمونه، حداقل از یک نوع از مشتقات مالي برای پوشش ريسک استفاده و در میان انواع مشتقات، شدت پوشش ريسک قراردادهای آتی بيشتر از ساير مشتقات بوده است و همچنين استفاده از مشتقات، ريسک کل و ريسک سيستماتيک شرکت‌ها را کاهش می‌دهد و اثر استفاده از مشتقات بر روی ارزش شرکت‌ها، مثبت اما ناچيز و ضعيف بوده است و بيشترين حساسيت مديران شرکت‌ها مربوط به مسائل درون شرکتی و عدم فعاليت و حذف شرکت های بی ثبات از بازار سرمايه بوده است. مسيل و همکاران (۲۰۱۷) یک رویکرد مدل سازی فازی برای برآورد ارزش در معرض خطر را بررسی کرده اند. قرار گرفتن در معرض خطر بازار نقش کلیدی در مدیریت ريسک دارد. يک‌راه برای اندازه گیری ريسک قرار گرفتن در معرض زیان های احتمالی است. داده‌ها از شاخص‌های سهام جهانی ایالات‌متحده، انگلستان، آلمان، اسپانيا و برزیل از ژانويه ۲۰۰۰ تا دسامبر ۲۰۱۲ برای ارزیابی VaR استفاده شده است. با توجه به بررسی های انجام شده مدل سازی VaR نتايج بهتر از روش‌های جایگزین نشان می‌دهد. برای نخستین بار، بوئیور و سلمی (۲۰۱۶) در پژوهشی به برآورد ارزش معرض در خطر و همچنين برآورد بازدهی شاخص با استفاده از مدل‌های خانواده گارچ پرداختند و به اين نتیجه رسیدند که مدل‌های گارچ برای دارایی‌هایی همچون شاخص کل بورس که دارای نوسانات بسيار شدیدی است، توانایی پيش بينی با خطای کمتری دارند. ژانگ و ژانگ (۲۰۱۶) از مدل های همخانواده گارچ جهت تخمین نوسانات و همچنين VaR انس طلای جهانی استفاده کردند و به اين نتیجه رسیدند که اين مدلها قابلیت تخمین بهتری نسبت به مدل‌های سنتی برای برآورد VaR طلا دارند. تاهانی (۲۰۱۵) تحقيقي را تحت عنوان "نقش استفاده از مشتقات مالي بر ارزش در معرض ريسک" انجام دادند. آن‌ها در اين تحقيق، تأثیر هزینه نمایندگی و مشکلات نظارت را بر رابطه مشتقات مالي و ارزش شرکت‌ها بررسی نمودند. نمونه تحقيق آن‌ها، ۱۷۴۶ شرکت با شعبه اصلی در ایالات‌متحده، بوده و بازه زمانی تحقيق بين سال‌های ۱۹۹۱ تا ۲۰۰۰ می‌باشد و در تجزیه و تحليل رگرسیون از اطلاعات مربوط به هزینه نمایندگی، اداره امور شرکت و اطلاعاتی در مورد متغیرهای نامتقارن، استفاده و شاخص نظارت

کل را بر سطح شرکت‌ها اعمال و از طریق آن، اثرات نمایندگی و مشکلات نظارت را بر روی استفاده از مشتقات مالی و ارزش شرکت‌ها آزمون نمودند. نتایج تحقیق حاکی از آن بود که استفاده از مشتقات مالی اثر منفی بر ارزش شرکت‌هایی که با مشکلات نمایندگی و نظارت بیشتری مواجه هستند، دارد و شرکت‌هایی که شفافیت اطلاعاتی کمتر، هزینه نمایندگی بیشتر، نظارت کمتر و مشکلات عدم تقارن اطلاعات بیشتری دارند، ارزش گذاری در آن‌ها منفی است. لانگ و همکاران (۲۰۱۵) در تحقیقی اثر ارزش در معرض خطر را بر ابعاد مختلف ساختار مالکیت مانند تمرکز مالکیت، مالکیت فردی و مالکیت بانکی در بازار سرمایه اسپانیا بررسی نمودند. نمونه آماری تحقیق آن‌ها، شرکت‌های غیرمالی ثبت شده در بورس اوراق بهادار مادرید و بازه زمانی آن از سال ۱۹۹۹ تا ۲۰۰۲ بوده است و در این تحقیق از داده‌های مقطعی و سری زمانی استفاده نمودند. نتایج تحقیق نشان داد که مکانیزم ساختار مالکیت اصلی که ارزش شرکت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، تمرکز مالکیت است و تمرکز مالکیت به‌طور مطلوبی بر ارزش شرکت تأثیرگذار بوده اما در سطوح بالای شرکت اثر زیان آور داشته که منجر به منفی شدن ارزش بازار می‌گردد و سطح بالایی از مالکیت سهامداران را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

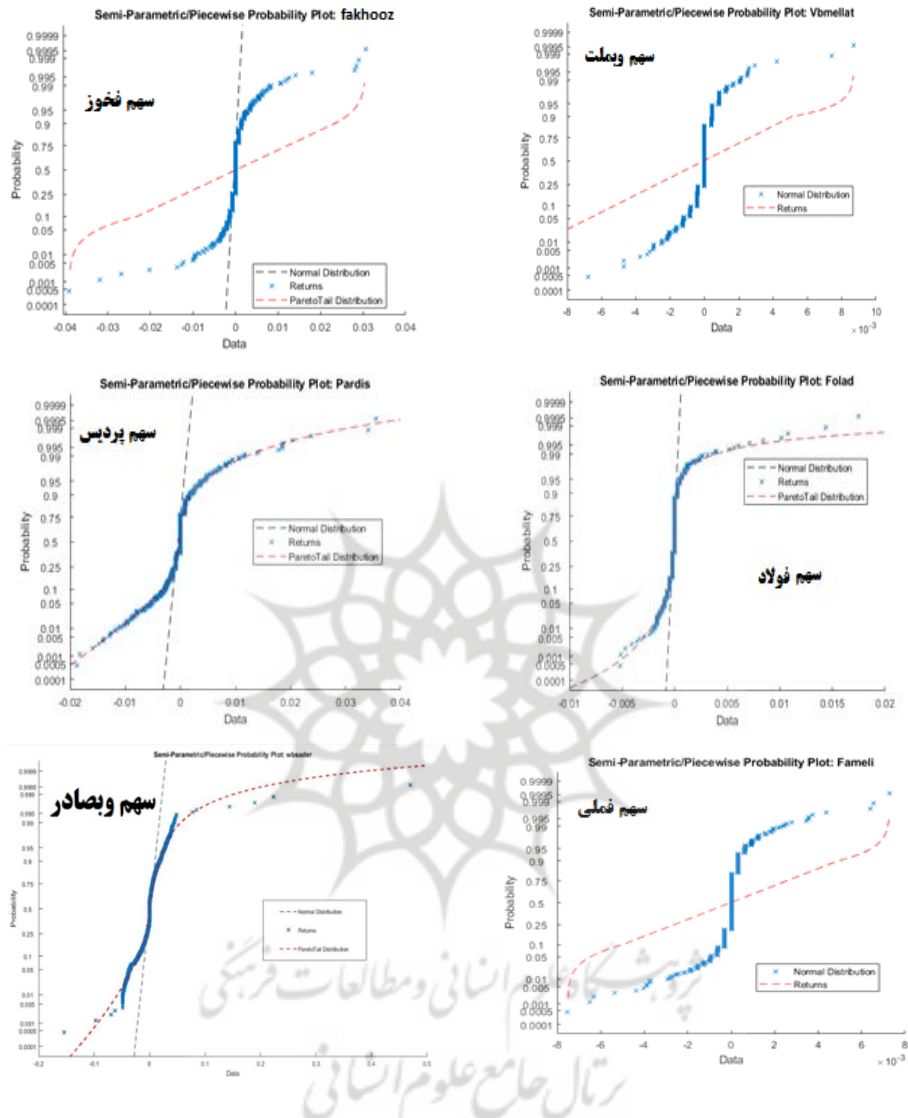
۴. تجربیات عددی و نتایج

نظر به اهمیت ارزش در معرض خطر و ضرورت محاسبه آن، در این بخش به اجرای روش‌های گوناگون جهت محاسبه ارزش در معرض خطر و استفاده از معیارهای پس آزمایی همچون آزمون کریستوفرسن و تابع زیان لویز، برای داده‌های تعدادی از بانک‌ها، شرکت‌های فولاد و شرکت‌های سرمایه‌گذاری می‌پردازیم. دلیل انتخاب این سهام نوسانات پیش بینی نشده در نمودار آنها و بررسی اثر این نوسانات بر دقت روش ارائه شده می‌باشد. داده‌های مورد استفاده این پژوهش بازدهی سالانه‌ی سهام ۶ شرکت سرمایه‌گذاری در بورس اوراق بهادار تهران بانک صادرات ایران (وبصادر)، فولاد مبارکه اصفهان (فولاد)، صنایع مس ایران (فملی)، فولاد خوزستان (فخوز)، بانک ملت (وبملت)، سرمایه‌گذاری پردیس (پردیس) در طول بازه زمانی ۵ ساله در تایم فریم ۳۰ دقیقه‌ای از سال ۱۳۹۳ تا سال ۱۳۹۷ می‌باشد. از آنجایی که اطلاعات مربوط و لازم برای این پژوهش شامل بسیاری داده مالی مربوط به شاخص بورس اوراق بهادار تهران می‌باشد، داده‌های مورد نیاز به صورت حضوری از شرکت فناوری بورس اوراق بهادار تهران (www.tsetmc.com) گرفته شده است. در این قسمت نمودار قیمت سهام و بازدهی آنها در شکل ۱ ترسیم شده است. همچنین با استفاده از آزمون اسمیرنوف -

کولموگوروف برای سری زمانی داده های در نظر گرفته شده را به کار برده که نتایج آن در شکل شماره ۲ ملاحظه می گردد. مطابق با نمودارهای ترسیم شده توسط نرم افزار متلب، ملاحظه می شود که سری زمانی سهام نمونه به توزیع نرمال نزدیک اما کاملاً با آن تطابق ندارد.



شکل ۱: نمودار قیمت و بازدهی سهام مختلف



شکل ۲: نمودار احتمال قطعه به قطعه نیمه پارامتریک سهام نمونه

در ادامه تجربیات عددی، ارزش در معرض خطر را به روش واریانس- کوواریانس برای دوره‌ی ۱۴۶۰ روزه با استفاده از نرم‌افزار متلب برای سطوح اطمینان ۹۰، ۹۵ و ۹۹ درصد محاسبه می‌کنیم که نتایج بدست آمده در جدول شماره ۱ مشاهده می‌شود.

جدول ۱: محاسبه VaR به روش واریانس-کوواریانس

سطح معناداری	فخوز	ویملت	فولاد	فملی	پردیس	وبصادر
%۹۰	-۰/۰۲۲۵۸۴۱	-۰/۰۳۲۵۶۱۴	-۰/۰۲۱۵۴۶۱	-۰/۰۵۱۶۴۲۳	-۰/۰۳۳۶۵۴۲	-۰/۰۲۳۳۶۵۴
%۹۵	-۰/۰۰۹۳۹۱۶	-۰/۰۰۹۸۳۰۶	-۰/۰۰۶۴۱۳۳	-۰/۰۰۵۸۰۳	-۰/۰۰۹۱۲۶۱	-۰/۰۰۵۶۸۳۷
%۹۹	-۰/۰۰۴۵۶۱۳	-۰/۰۰۶۲۳۴۸	-۰/۰۰۵۱۲۴۳	-۰/۰۰۳۶۶۴۲	-۰/۰۰۶۱۲۷۸	-۰/۰۰۳۵۴۸۶

همچنین به روش شبیه‌سازی تاریخی برای دوره‌ی ۱۴۶۰ روزه با استفاده از نرم‌افزار متلب و سطوح مذکور، ارزش در معرض خطر محاسبه و نتایج در جدول شماره ۲ ملاحظه می‌گردد:

جدول ۲: محاسبه VaR به روش شبیه‌سازی تاریخی

سطح معناداری	فخوز	ویملت	فولاد	فملی	پردیس	وبصادر
%۹۰	-۰/۰۰۲۲۰۲۶	-۰/۰۰۱۰۴۷۱	-۰/۰۰۰۸۷۳۷۴	-۰/۰۰۱۱۹۲۶	-۰/۰۰۴۲۵۱۴	-۰/۰۰۱۱۲۱۷
%۹۵	-۰/۰۰۴۴۲۶۵۳	-۰/۰۰۲۶۵۰۰	-۰/۰۰۰۶۵۱۰۰	-۰/۰۰۳۶۲۶۵	-۰/۰۰۷۳۶۵۴	-۰/۰۰۳۸۵۰۰۲
%۹۹	-۰/۰۰۲۳۵۹۷	-۰/۰۰۱۲۴۶۸	-۰/۰۰۰۸۲۱۳۴	-۰/۰۰۱۲۶۵۴	-۰/۰۰۴۴۷۵۸	-۰/۰۰۱۵۲۱۵

با توجه به اهمیت بازده دارایی برای سرمایه‌گذاران، ما نتایج خود را برای بازده عنوان می‌نماییم. دلیل دیگر استفاده از بازده به جای قیمت، نوسانات و بزرگی اعداد در محاسبات است. آنچه در ادامه آمده نمودارهایی است که VaR را به روش مونت کارلو توسط نرم افزار متلب محاسبه کرده است و نتیجه آن در جدول شماره ۳ مشاهده می‌شود.

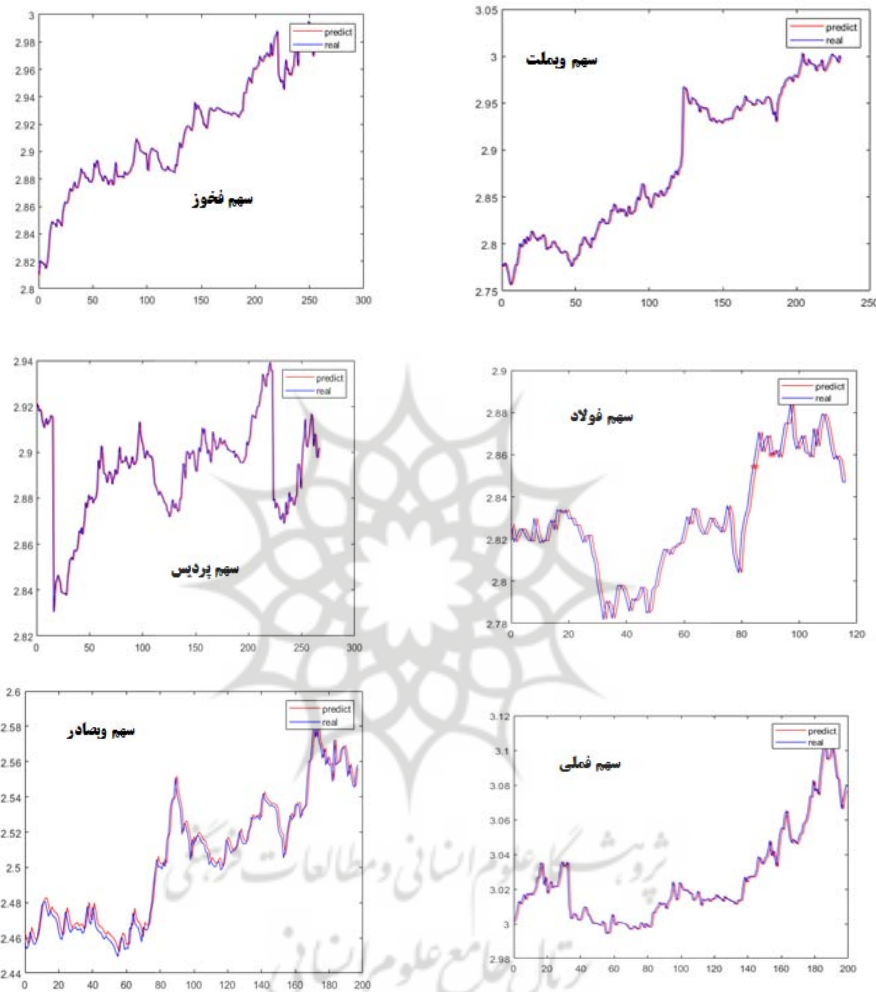
جدول ۳: محاسبه VaR به روش مونت کارلو

سطح معناداری	فخوز	ویملت	فولاد	فملی	پردیس	وبصادر
%۹۰	-۰/۰۰۹۶۸۹۹	-۰/۰۰۵۸۱۴۷	-۰/۰۰۶۵۸۱۹	-۰/۰۰۵۹۹۹۲	-۰/۰۰۹۴۷۹۳	-۰/۰۰۱۱۳۵۲
%۹۵	-۰/۰۱۱۵۴۷	-۰/۰۰۶۹۱۵۴	-۰/۰۰۷۹۵۱۱	-۰/۰۰۷۷۸۸۹	-۰/۰۰۱۴۷۹۳	-۰/۰۰۱۲۶۴۲
%۹۹	-۰/۰۰۹۹۸۵۴	-۰/۰۰۵۹۵۴۱	-۰/۰۰۷۰۱۲۴	-۰/۰۰۶۶۲۲۲	-۰/۰۰۹۹۵۴۷	-۰/۰۰۱۲۶۵۴

با توجه به اهمیت بازده دارایی برای سرمایه‌گذاران، ما نتایج خود را برای بازده عنوان می‌نماییم. دلیل دیگر استفاده از بازده به جای قیمت، نوسانات و بزرگی اعداد در محاسبات است.

تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل ... (امیر صادقی و مهران خلیج) ۱۱۳

شکل ۳ نشان دهنده پیش بینی نوسانات ارزش در معرض خطر بر اساس (RV) قیمت ها می باشد.



شکل ۳: پیش بینی نوسانات VaR بر اساس RV قیمت ها سهام نمونه

همان طور که اشاره شد، اولین راه منطقی برای ارزیابی توانایی پیش بینی مدل های VaR شمارش تعداد دفعاتی است که مقدار زیان واقعی از مقداری زیان پیش بینی شده توسط VaR بزرگ تر بوده است. چنانچه مقدار زیان واقعی از مقدار زیان برآورد شده توسط مدل بیشتر

باشد. آنگاه این رخداد به عنوان یک شکست یا تخطی محسوب می شود. اعدادی که در جدول زیر مشاهده می کنید، مربوط به نسبت تخطی هریک از روش ها برای شرکت ها می باشند. این نسبت ها در روش های پس آزمایی که در پژوهشهای قبلی به کار رفته است به طور کامل توضیح داده شده، مورد استفاده قرار می گیرند.

جدول ۴: نتایج آزمون پس آزمایی کریستوفرسن

نماد	واریانس کوواریانس	شبیه سازی تاریخی	مونت کارلو	ارزش فرین	HARQ
فخوز	۰/۰۷۸۰	۰/۰۲۳۳	۰/۰۰۱۹	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۵۰
ویملت	۰/۰۵۴۷۰	۰/۰۱۰۷	۰/۰۲۳۳	۰/۰۰۷۵	۰/۰۰۱۳
فولاد	۰/۰۵۵۳	۰/۰۶۳۴	۰/۰۰۶۳	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۱۹
پردیس	۰/۰۵۴۷	۰/۰۱۳۲	۰/۰۰۱۳	۰/۰۰۵۰	۰/۰۰۱۹
فملی	۰/۰۱۰۱	۰/۰۵۸۵	۰/۰۰۸۲	۰/۰۰۴۴	۰/۰۰۱۳
وبصادر	۰/۰۴۵۹	۰/۰۹۴۸	۰/۰۱۰۱	۰/۰۰۳۸	۰/۰۰۱۳

همان طور که می دانیم، مدل های پس آزمایی مبتنی بر تعداد استثنائات از دو مشکل اساسی برخوردار می باشند. اولین مشکل در ارتباط با قابلیت آماری پایین آن ها می باشد و دومین مشکل این است که به طور کلی در این مدل ها ابعاد زیان در نظر گرفته نمی شود. بر این اساس لویز از این لحاظ قابل تحسین می باشد که نه تنها به شمارش تعداد استثنائات می پردازد، بلکه ابعاد آن ها را نیز مورد بررسی قرار می دهد. مقادیر این آماره در جدول زیر آمده است.

جدول ۵: نتایج آزمون پس آزمایی لویز

نماد	واریانس کوواریانس	شبیه سازی تاریخی	مونت کارلو	ارزش فرین	HARQ
فخوز	۶/۱۶۲۰	۴/۰۹۰۴	۱۱/۱۰۴۶	۴/۰۷۸۸	۴/۰۳۶۷
ویملت	۳/۰۳۹۹	۱۱/۲۱۵۲	۱۴/۲۴۸۸	۱۰/۱۹۹۷	۵/۰۶۱۷
فولاد	۷/۱۸۱۴	۱۳/۰۹۰۶	۳۲/۱۱۰۷	۵/۰۹۴۸	۹/۲۲۴۰
پردیس	۲/۶۳۲۵	۲/۲۲۴۹	۴/۸۴۲۳	۱۰/۹۶۴۱	۳/۷۵۶۱
فملی	۳/۰۳۲۹	۵/۱۳۵۴	۷/۱۸۲۶	۴/۱۴۳۰	۵/۰۵۴۰
وبصادر	۸/۰۳۶۳	۷۲/۱۲۲۸	۳/۱۵۱۱	۸۰/۱۲۷۸	۱۱/۲۳۳۳

تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل ... (امیر صادقی و مهران خلیج) ۱۱۵

بر این اساس لوپز (۱۹۹۹) آزمون‌های آماری دیگری را به منظور ارزیابی مدل‌های VaR ارائه نمود که مبتنی بر حداقل ساختن یک تابع زیان می‌باشد اگرچه الگوی تئوریک کریستوفرسن با صراحت بیشتری در رابطه با مسئله قرار می‌گیرند و به هیچ عنصری برای مقایسه نیاز ندارند، اما در عوض، فهم تابع زیان لوپز آسان‌تر و کاربرد آن ساده‌تر می‌باشد، در این تابع، با افزایش خطا، یک‌زیان فزاینده را برای هر استثنا در نظر می‌گیرد، آزمون لوپز از این لحاظ قابل‌تحسین می‌باشد که نه تنها به شمارش تعداد استثنائات می‌پردازد، بلکه ابعاد آن‌ها را نیز مورد بررسی قرار می‌دهد. با توجه به مطالب عنوان‌شده نتایج در جدول شماره ۶ آورده شده است.

جدول ۶: نتایج P-Value آزمون لوپز در سطح ۵ درصد

رتبه	۱	۲	۳	۴	۵
فخوز	HARQ	ارزش فرین	مونت کارلو	واریانس کوواریانس	شبیه‌سازی تاریخی
ویملت	HARQ	ارزش فرین	مونت کارلو	شبیه‌سازی تاریخی	واریانس کوواریانس
فولاد	HARQ	ارزش فرین	شبیه‌سازی تاریخی	مونت کارلو	واریانس کوواریانس
پردیس	HARQ	ارزش فرین	مونت کارلو	شبیه‌سازی تاریخی	واریانس کوواریانس
فملی	HARQ	مونت کارلو	واریانس کوواریانس	شبیه‌سازی تاریخی	ارزش فرین
ویصادر	HARQ	ارزش فرین	مونت کارلو	شبیه‌سازی تاریخی	واریانس کوواریانس

۵. نتیجه‌گیری

در این مقاله با ترکیب دو رویکرد ارزش فرین و HARQ به محاسبه ارزش در معرض خطر داده‌های مالی ۶ شرکت، بانک صادرات، بانک ملت، صنایع مس ایران، فولاد مبارکه اصفهان، فولاد خوزستان، و سرمایه‌گذاری پردیس پرداخته شد. همچنین برای بررسی نقاط ضعف و قوت روش مذکور آن را با روش‌های واریانس کوواریانس، شبیه‌سازی تاریخی، مونت‌کارلو مقایسه گردید.

ملاحظه شد که در هنگام مواجهه با فرین‌ها، نیاز به رویکردی داریم که با مسئله اساسی مطرح‌شده توسط برآورد ارزش فرین، سازگاری داشته باشد یعنی اینکه، برآورد ریسک‌های مرتبط با رویدادهای کم تکرار به همراه اطلاعات محدود، مشکل است، و این مشکلات با کمیاب شدن رویدادهای فوق‌افزایش می‌یابد. جای تعجب نیست که نظریه ارزش فرین متفاوت از مفاهیم آشنای آماری است که تاکنون با آن سروکار داشته‌ایم. دلیل اصلی این است که مفاهیم آماری اغلب بر مبنای قضیه‌های ارزش فرین شکل می‌گیرد. این نظریه از اینگونه

قضایا برای تشریح توزیع‌هایی استفاده می‌کنند که برازنده داده‌های فرین است. این نظریه همچنین به ما در جهت چگونگی برآورد پارامترهای مربوط یاری می‌رساند.

نظریه ارزش فرین مزایایی دارد که از میان آن‌ها می‌توان به موارد زیر اشاره کرد، اول اینکه توزیع داده‌ها را تنها می‌توان درجایی نزدیک به مرکز توزیع به‌خوبی برآورد کرد، چراکه مشاهدات زیادی در این ناحیه قرار می‌گیرد. از سوی دیگر ارزش‌های فرین نادر است و مشاهدات کمی در دنباله‌ها وجود دارد. که این امر استفاده از توزیع‌های آماری شناخته‌شده را جهت تعیین رفتار دنباله‌ها دچار مشکل می‌نماید. دوم اینکه بر اساس مطالعات انجام‌گرفته وجود دنباله‌های متراکم و مخصوصاً غیر نرمال در سری بازده‌های مالی مشهود است. تحت چنین شرایطی استفاده از رویکرد نا پارامتریک برای تخمین دنباله‌های آماری معقول‌تر به نظر می‌رسد. بدیهی است که در این شرایط تحمیل یک توزیع شناخته‌شده آماری به مشاهداتمان چندان قابلیت توجه ندارد. این دقیقه جایی است که نظریه ارزش فرین جهت برآورد دنباله‌ها به دامن می‌رسد. سوم اینکه همیشه این احتمال وجود دارد که تحرکات فرین در قیمت دارایی‌ها توسط سازوکارهایی ایجاد شوند که به لحاظ ساختاری از عملکرد معمول بازار متفاوت باشد طی این دوره‌ها ممکن است مشخصات توزیعی مربوط به داده‌ها تغییر کند. این تغییرات ساختاری مستلزم جداسازی برآورد دنباله از باقیمانده توزیع است. این امر خصوصاً زمانی که مابقی توزیع چگالی نیازی نیست، مثلاً در محاسبات ارزش در معرض خطر بسیار مفید است. از طرفی انتشار اخبار مهم در رابطه با یک دارایی، مانند اخبار اقتصاد کلان و یا گزارش سود و زیان، باعث ایجاد یک پرش گسسته در قیمت به جهت بازنگری سریع در ارزش دارایی می‌شود که ممکن است در روش نظریه ارزش فرین نادیده گرفته شود.

یکی از نتایج قابل توجه این مقاله این است که مدل HAR-RV بر سایر مدل‌ها غلبه نموده و مدل‌سازی رفتار حافظه‌ی طولانی نوسان را با استفاده از روشی ساده و باصرفه، با موفقیت به انجام می‌رساند. به علاوه روش HAR از سایر روش‌های HAR برای محاسبه ارزش در معرض ریسک در بازار بورس اوراق بهادار تهران دارای دقت بیشتری است.

استفاده از داده‌های با فراوانی بالا برای مطالعه نوسانات در سال‌های اخیر علاقه‌های زیادی را به خود جلب کرده است. مدل HAR در اندازه‌گیری‌های نوسان با استفاده از داده‌های با فراوانی بالا مورد استفاده قرار می‌گیرد و مبنای دیگر مدل‌های همبسته RV مانند مدل SHAR، CHAR و HAR-J می‌باشد. در این زمینه، بر اساس اهداف اصلی تحقیق یعنی پیش‌بینی ارزش در معرض خطر در بازار سهام ایران با استفاده از مدل EVT-HARQ پرداخته

تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل ... (امیر صادقی و مهران خلیج) ۱۱۷

شد. VaR بازده دارایی های ۶ شرکت مختلف با مدل های واریانس-کوواریانس، شبیه سازی تاریخی، مونت کارلو و HARQ پیش بینی شده است و نتایج پیش بینی شده هر مدل با روش های UC، IND و CC مورد بررسی قرار گرفت. نتایج تحقیق در پی پاسخگویی به سوال اساسی تحقیق یعنی ارزش در معرض خطر توسط مدل EVT-HARQ در بازار بورس اوراق بهادار تهران چگونه است؟ نشان داد که مدل جدید HARQ می تواند سایر مدل های مورد بررسی در این پژوهش را در پیش بینی VaR بازار سهام ایران شکست دهد. بنابراین، برآورد می شود تحقیق با استفاده از مدل HARQ و نظریه ارزش فرین، پیامدهای عملی مهم برای مدیریت ریسک در بازار سهام دارد. این تحقیق نشان می دهد که برای محاسبه ارزش در معرض خطر، در بسیاری از موارد استفاده از HARQ نتایج بهتری را برای داده ها موجب می شود؛ و لزوم استفاده از روش های قدیمی برای محاسبه ارزش در معرض خطر مناسب نمی باشد. بر اساس این تحقیق دریافتیم که ممکن است در شرکت های مختلف روش های مختلفی برای داده ها مناسب باشد. علاوه بر این درمی یابیم که دنباله ها لزوماً از توزیع های همانند پیروی نمی کنند و گاهی نیاز به روش های مختلفی برای اندازه گیری ارزش در معرض خطر در هر طرف توزیع دنباله ها و همچنین در سطوح بالاتر معمولاً روش هایی که بر پایه مدل HARQ شکل گرفته اند مناسب ترند.

استفاده از مدل های تلاطم تصادفی برای محاسبه نوسان داده ها در مدل های شرطی، تغییر در تعداد داده های مورد استفاده در محاسبه ارزش در معرض خطر و مقایسه، استفاده از ابزارهای پس آزمایی دیگر همچون آزمون انگل و منگالی، رویکرد پیش بینی چگالی، آزمون های مبتنی بر تبدیل روزن بلات، آزمون های مبتنی بر تبدیل کویتز، رویکردهای مقایسه ای و پس آزمایی با داده های جایگزین و مقایسه نتایج آنها با نتایج فوق از مهمترین پیشنهادات در جهت انجام پژوهش های آتی می باشد.

کتاب نامه

آوازه، شیوا؛ اسلامی بیدگلی، سعید؛ کاظمی، معین. ۱۳۹۲. محاسبه ارزش در معرض ریسک شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نظریه ارزش فرین، فصلنامه بورس اوراق بهادار، شماره ۲۱، سال ششم. ۱۱۵-۱۳۶.

بیگ خورمیزی، مجتب؛ رافعی، میثم، ۱۳۹۹، مدل سازی ارزش در معرض ریس قراردادهای آت ی سکه بهار آزادی با در نظر گرفتن حافظه تاریخی در مشاهدات: کاربرد ی از الگوهای FIAPARCH-CHUNG. نشریه مدیریت دارایی و تامی مالی، 8(1)، 57-82.

پیش بهار، ا. عابدی، س. ۱۳۹۶، محاسبه ارزش در معرض خطر پرتفوی: کاربرد رهیافت کاپیولا، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۰، ۷۳-۷۵.

راغفر، ح. آجورلو، ن. ۱۳۹۵، برآورد ارزش در معرض خطر پرتفوی ارزی یک بانک نمونه با روش GARCH-EVT-Copula. فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران، شماره ۶۷، تابستان، صفحه: ۱۱۳-۱۴۱.

رنگریز، و. ۱۳۹۷، مدیریت ریسک در کنترل حسابداری، دومین کنفرانس ملی پژوهش های نوین حسابداری و مدیریت در هزاره سوم، کرج، دانشگاه جامع علمی کاربردی سازمان همیاری شهرداری ها.

زمردیان، غلامرضا؛ رستمی، علی؛ کریمی زند، مهدی.، 1393 مقایسه توان تبیین مدل های پارامتری اقتصادسنجی و شبکه عصبی در سنجش می ان ارزش در معرض خطر پرتفوی شرکتهای سرمایه گذار ی جهت تعیین پرتفوی بهینه در بازار سرمایه ایران. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، 21، - 75 55

صادقی خوانساری، م.، صادقی خوانساری، ا.، ۱۳۹۶، بکارگیری روش ارزش در معرض خطر برای برآورد ریسک در صنعت بانکداری، دهمین کنفرانس بین المللی انجمن تحقیق در عملیات ایران، بابلسر، انجمن ایرانی تحقیق در عملیات.

طالب لو، ر.، داودی، م. م.، ۱۳۹۶، مقایسه رویکرد EVT با سایر روش های سنجش ریسک بازار VaR در چهارچوب پس آزمایی و آزمون کوپیک: دلالت هایی برای مدیریت ریسک بازار نهادهای مالی، فصلنامه پژوهش های اقتصادی ایران.

عبادتی، امیدمهدی؛ اعفری، محمدعلی؛ داودی فر، نسیم، ۱۴۰۰، پیش بینی قیمت سهام در بازار مالی با استفاده از الگوریتم های ترکیبی. GA-SVM پیشرفتهای مالی و سرمایه گذاری، 2(۵)، 1-22.

فلاح شمس، م. ف.، تقفی، ع. ناصرپور، ع. ۱۳۹۶، مقایسه مدل های ارزش در معرض خطر شبیه سازی تاریخی و گارچ در پیش بینی وجه تضمین قراردادهای آتی، مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره ۳۲، پاییز.

کشاوری حداد، غلامرضا؛ زابل، محمد امید. 1399. ارزیابی روش های محاسبه ارزش در معرض ریسک طلا با لحاظ جریمه برای پیش برآورد ریسک. پژوهشنامه اقتصادی، 20، 1، 77-28.

میری، ا. ایمانی، ک.، احمدی، م.، میری، ا.، ۱۳۹۶، برآورد و مقایسه ارزش در معرض ریسک معامله ترین سهام بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از مدل گارچ چندمتغیره، دهمین کنفرانس بین المللی اقتصاد و مدیریت، رشت، دانشگاه آزاد اسلامی واحد رشت.

میرزایی قزانی، مجید، ۱۳۹۶، تحلیل رفتار متغیر تلاطم تحقق یافته در بورس اوراق بهادار تهران مبتنی بر رهیافت مدل های خودرگرسیون ناهمگن، تحقیقات مالی، شماره بیستم، ۳۶۵-۳۸۸.

تخمین ارزش در معرض خطر توسط ترکیب مدل ... (امیر صادقی و مهران خلیج) ۱۱۹

نویدی، س.، رستمی مال خلیفه، م.، ۱۳۹۶، بهینه سازی استوار سبد سهام با استفاده از سنجه ریسک ارزش در معرض خطر شرطی، نهمین کنفرانس ملی تحلیل پوششی داده ها، بجنورد، دانشگاه آزاد اسلامی واحد بجنورد.

واحدی، ف.، یزدانی، ح. م.، ۱۳۹۶، محاسبه ارزش در معرض ریسک با استفاده از معیار ناپارامتریک (شبیه سازی مونت کارلو) مطالعه موردی (بانک صادرات)، کنفرانس پارادایم های نوین مدیریت و علوم رفتاری، تهران، دبیرخانه دائمی کنفرانس.

یاکیده، ک.، قلی زاده، م. ح.، کاظمی میانگسگری، م.، ۱۳۹۶، مدل میانگین ارزش در معرض ریسک، بهینه سازی سبد سهام: روشی مبتنی بر مدل های تحلیل پوششی داده ها با داده های منفی، دومین کنفرانس بین المللی مدیریت صنعتی، بابلسر، دانشگاه مازندران.

Afzal, F., Haiying, P., Afzal, F., Mahmood, A., & Ikram, A.. Value-at-Risk Analysis for Measuring Stochastic Volatility of Stock Returns: Using GARCH-Based Dynamic Conditional Correlation Model. SAGE Open, 11(1) , (2021) 215824402110057.

T. G. Andersen, T. Bollerslev, DM-Dollar volatility: Intraday activity patterns, macroeconomic announcements, and longerrun dependencies, J. Finance 53 (1998) 219–265.

O. E. Barndorff-Nielsen, N. Shephard, Econometric analysis of realized volatility and its use in estimating stochastic volatility models, J. Royal Statist. Society B 64 (2002) 253–280.

Balkema, A., and De Haan, L. "Residual life time at great age", Annals of Probability, 2, (1974) 792–804.

Bouoiyour, J., & Selmi, R.. Bitcoin: A beginning of a new phase. Economics Bulletin, 36(3), (2016), 1430-1440.

Chen, Y., & Qu, F.. Leverage effect and dynamics correlation between international crude oil and China's precious metals. Physica A: Statistical Mechanics and Its Applications, 534 (2019), 122-319.

Chen Q., Giles D., and Feng H., The Extreme-Value Dependence between the Chinese and Other International Stock Markets. Applied. Financial Economics, Volume 22(2012), Issue 14.

F. Corsi, A simple approximate long-memory model of realized volatility, Scien. Elec. Publishing 7 (2009) 174–196.

P. H. Kupiec, Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models, J. Derivatives 3 (1995) 73–84.

Liu, Y. Wei, Y. Chen, J. Yu, Y. Hu, Forecasting the Value-at-Risk of Chinese stock market using the HARQ model and extreme value theory, Physica A (2018), <https://doi.org/10.1016/j.physa.2018.02.033>

- Lang MH., Lins KV., and Miller D., , ADRs, analysts, and accuracy: Does cross listing in the U.S. improve a firm's information environment and increase market value? *Journal of Accounting Research*, 41(2), (2015), 17–345.
- A. J. Patton, K. Sheppard, Good volatility, bad volatility: Signed jumps and the persistence of volatility, *Revi. Econ. Statist.* 97 (2015) 683–697.
- J. Pickands III, Statistical inference using extreme order statistics, *Anna. Statisti.* 3 (1975) 119–131.
- Tahani N.Li.X., , Pricing interest rate derivatives under stochastic Volatility *Managerial Finance*, Vol. 37, (2015). 72-91.
- Talebi, R., Zanjirdar, M., & Pour Fakharan, M.. Analysis and explanation of stock returns based on third and fourth order torques of non-systematic risk and the role of arbitrage constraints and investors' limited attention to it. *Advances in Finance and Investment*, 2(3), (2021), 97-130. [In Persian].
- Tobin James, and Brainard, PitFalls in Financial Model Building, *American Economic Review*, VOL: 58, (2017) 99-122.
- Wang, C., Zhang, X., Wang, M., Lim, M. K., & Ghadimi, P.. Predictive analytics of the copper spot price by utilizing complex network and artificial neural network techniques. *Resources Policy*, 63, (2019), 101-414.
- Zhang, Z., & Zhang, H.-K. The dynamics of precious metal markets VaR: A GARCH-EVT approach. *Journal of Commodity Markets*, 4(1), (2016), 14–27.