فصلنامه علمی- پژوهشی مدیریت دارایی و تأمین مالی
سال ششم، شماره اول، شماره پیاپی (۲۰) بهار ۱۳۹۷
تاریخ دریافت: ۹۵/۹/۲۵ تاریخ پذیرش: ۹۶/۲/۱
صص: ۱۵۹-۱۸۰

# The Best Methodology of Estimation of Value-at-Risk in Iranian Mutual Funds

**Mohammad Mahdi Naderi Nooreini**[1*]
1- Assistant Professor, Department of Accounting, Faculty of Management and Accounting, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran
Mehdinadery@gmail.com

**Abstract**
The considerable increase of mutual funds in recent years drove supervising and controlling organizations of these funds to impose some risk management directives based on value-at-risk. However the concept's flexibility raises many questions concerning the choice of the most accurate and suitable estimation model which can be used for risk management.The purpose of this study consists of selecting between the three esimation methods, namely, parametric, historical, and Monte Carlo simulation method, to determine the most accurate method for providing the prediction of potential losses which confront Iranian mutual funds. For this purpose, we tried firstly to present the different estimation's approached of VaR. Secondly, we analyzed the statistical descriptive characteristics of mutual funds, the subject of this study. After that, empirical study's results have been exposed, and therefore, allowed us to highlight that there is no significant difference between different methods and 99 percent confidence level is the best level for estimation.
**Keywords***:* Value-at-risk, Mutual funds, Parametric method, Historical method, Monte Carlo simulation

# انتخاب روش بهینهٔ محاسبهٔ ارزش در معرض خطر صندوق‌های سرمایه‌گذاری

**محمد مهدی نادری نورعینی**[1*]
۱- استادیار گروه حسابداری، دانشکده مدیریت و حسابداری، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران
mehdinadery@gmail.com

## چکیده
در چند سال گذشته، تجربهٔ انفجار خارق‌العاده ناشی از صندوق‌های سرمایه‌گذاری که به خرید سهام سایر شرکت‌ها اقدام می‌کنند، سبب شد سازمان‌های مسئول برای کنترل و نظارت بر این سرمایه‌گذاری‌ها، برخی دستورالعمل‌های مدیریتی براساس ارزش در معرض خطر اعمال کنند؛ اما انعطاف‌پذیری روش مذکور، پرسش‌های زیادی را دربارهٔ انتخاب دقیق‌ترین و مناسب‌ترین الگوی تخمین ایجاد کرد. هدف این مقاله، انتخاب روش بهینه از بین سه روش پارامتریک، شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو در سطوح اطمینان ۹۹، ۹۷/۵ و ۹۵ درصد است تا بهترین روش پیش‌بینی ضررهای احتمالی صندوق‌های سرمایه‌گذاری ایران مشخص شود. بدین‌منظور، ابتدا نتایج ناشی از روش‌های مختلف تخمین ارائه شد؛ سپس در هر روش محاسبه، صندوق‌هایی مشخص شد که بیشترین وکمترین ارزش در معرض خطر را داشت. در این پژوهش، هر سه روش پارامتریک، شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو با آزمون کوپیک تأیید شد؛ اما بیشترین سطوح اطمینانی که با آزمون‌های اعتبارسنجی تأیید شد، سطح اطمینان ۹۹ درصد بود؛ به عبارت دیگر، مشخص شد سطح اطمینان ۹۹ درصد، کمترین انحراف را نسبت به میانگین ایجاد می‌کند و بهترین سطح برای استفاده در روش‌های مختلف محاسبهٔ ارزش در معرض خطر است. این مورد نشان می‌دهد در محاسبهٔ خطر صندوق‌های سرمایه‌گذاری در ایران، سطح اطمینان مدّنظر، مهم‌تر از روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر است که این موضوع دقیقاً با گزارش کمیتهٔ بال در سال ۲۰۱۶ دربارهٔ محاسبهٔ ارزش در معرض خطر و کفایت سرمایهٔ بانک‌ها همخوانی دارد.
**واژه‌های کلیدی:** ارزش در معرض خطر، روش پارامتریک، شبیه‌سازی مونت‌کارلو، شبیه‌سازی تاریخی، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک.

* نویسنده مسؤول

**مقدمه**

در چند سال گذشته به‌دلیل پافشاری سرمایه‌گذاران، انفجار خارق العاده و زیادی در صندوق‌های سرمایه‌گذاری، به‌ویژه به‌دلیل افزایش نوسان‌های مالی و چند برابرشدن بحران‌های مؤسسات مالی رخ داده است. علاوه بر این، در این سال‌ها پیشرفت عظیم ابداع‌های مالی و رشد زیاد ابزارهای فرعی حاصل شده است. توسعهٔ لیست ابزارهای مالی که در بازار سازمان‌یافته‌ای به پول تبدیل می‌شود که صندوق‌های سرمایه‌گذاری در آنها سرمایه‌گذاری می‌کنند، صندوق‌های سرمایه‌گذاری را متعهد کرده است برای اندازه‌گیری و کنترل خطر براساس سیاست‌های سرمایه‌گذاری هر شرکت اقدام کند. این رویدادها به بازبینی میزان کارآمدی ابزارهای سنتی اندازه‌گیری، پیش‌بینی و کنترل خطر فعالیت‌های مالی منجر شد. درحقیقت، آشکارا مشخص شد نقطهٔ اشتراک تمام بحران‌های مالی فقط سیستم ضعیف اندازه‌گیری، مدیریت و کنترل خطر است. این عوامل سبب ظهور معیارهای جدید مدیریت خطر بازار، مانند ارزش در معرض خطر شدند. به همین دلیل و با هدف حمایت از صندوق‌های سرمایه‌گذاری در برابر خطر، بسیاری از مؤسسات نظارتی بخش مالی در اروپا، قوانینی وضع کردند که صندوق‌های سرمایه‌گذاری را به داشتن ساختار مدیریت خطر موظف می‌کند [۶]. ارزش در معرض خطر از زمان ظهور در دههٔ ۹۰، با توجه به اصولی که ظرفیت آن در تغییر خطرهای پیچیده به تنها یک عدد سنجیدنی ساده و درک‌شدنی برای همه ریشه دارد، معیار انکارناشدنی اندازه‌گیری خطر بازار شناخته شده است؛ بنابراین در چند سال اخیر و بعد از ارائهٔ روش ارزش در معرض خطر با بانک امریکایی جی پی مورگان در سال ۱۹۹۴، استفاده از آن به‌عنوان استاندارد مدیریت خطر به‌آرامی در بانک‌ها اشاعه یافت. بعد از آن، مقالات مربوط به ارزش در معرض خطر، اندازه گیری، ارزیابی و روش انجام آن به شکل بی‌سابقه‌ای توسعه یافت. درحقیقت، ارزش در معرض خطر از هدف اولیهٔ خود به‌عنوان معیار سادهٔ اندازه‌گیری خطر فراتر رفت و به ابزار کنترل و مدیریت انواع مختلف خطر تبدیل شد [۳]. این حقیقت سبب شد قانون‌گذارانی مانند کمیتهٔ بازل[1] به‌ویژه بانک فدرال رزرو ایالات متحده[2] در ژانویهٔ سال ۱۹۹۸ پیشنهاد استفاده از ارزش در معرض خطر در استراتژی کنترل خطر را به سایر بانک‌ها ارائه کند [۱۵]. برخی پژوهشگران ازجمله دورنباش (۱۹۹۸) نیز استفاده از ارزش در معرض خطر را نه‌تنها در سطح خرد ساختار مؤسسات مالی و غیرمالی، در سطح کلان ساختار اندازه‌گیری و مدیریت خطر کشور پیشنهاد می‌کنند. با وجود اینکه این مفهوم از حوزهٔ بانکی نشأت می‌گیرد، عمومیت استفادهٔ مؤسسات مالی و غیرمالی از آن، بیشتر به‌دلیل اندازه‌گیری و تفسیر آسان آن است که براساس این، کاربرد آن را در بازار عادی بسیار زیاد است؛ از این‌رو، مفهوم ارزش در معرض خطر سبب ظهور روش‌های برآورد مختلف شده است که الگو-های ارزیابی را با پیوند برگشت سرمایه به عوامل مختلف خطر یکپارچه می‌کند [۲]؛ بنابراین در این مقاله تلاش می‌شود ارزش در معرض خطر که پیشنهاد مسئولین نظارت و کنترل نیز هست [۲، ۶] به‌صورت جایگزین جدید معیار اندازه‌گیری خطر صندوق‌های سرمایه‌گذاری با اعمال اصول روش تخمین بررسی و روش بهینهٔ اندازه‌گیری آن تعیین شود. بدین‌منظور، ابتدا از سه روش تخمین شامل روش پارامتریک، روش

1.Basel Committee on Banking Supervision
2. Federal Reserve Bank of United States

عمومی یا شبیه‌سازی تاریخی (که سوابق تاریخی ارائه می‌کند و براساس توزیع تجربی نتایج ارائه می‌شود) و روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو برای اندازه‌گیری ارزش در معرض خطر استفاده می‌شود؛ سپس برای تأیید اعتبار این روش‌ها و تعیین ظرفیت پیش‌بینی هر کدام از آنها با مقایسهٔ پیش‌بینی‌های به‌دست‌آمده با حقایق مشاهده‌شده، آزمون برگشتی اجرا می‌شود. انجام چنین پژوهشی زمانی اهمیت دارد که بررسی مطالعات داخلی انجام‌شده نشان می‌دهد در ایران تاکنون مطالعهٔ دقیقی در زمینهٔ محاسبهٔ ارزش در معرض خطر صندوق‌های سرمایه‌گذاری و بررسی اعتبار روش‌های محاسبه ارزش در معرض خطر انجام نشده است؛ بلکه مطالعاتی دربارهٔ بازده و خطر مرتبط با صندوق‌های سرمایه‌گذاری انجام شده است که از مربوط‌ترین آنها به پژوهش پورآقا و همکاران (۱۳۹۳) می‌توان اشاره کرد. آنها با استفاده از سه روش پارامتریک، شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد، ارتباط بازده ماهانه و ارزش در معرض خطر سبد سرمایه‌گذاری بورسی شرکت‌های سرمایه‌گذاری فعال در بورس اوراق بهادر تهران را بررسی کردند. یافته‌های پژوهش مذکور نشان می‌دهد در حالت کلی، بین بازده ماهانه و ارزش در معرض خطر سبد سرمایه‌گذاری، رابطهٔ معنادار و مثبتی وجود دارد و بازده ماهانه، بیشترین تأثیر را در ارزش در معرض خطر محاسبه‌شده به روش پارامتریک در سطح اطمینان ۹۹ درصد دارد و کمترین اثر در روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو در سطح اطمینان ۹۵ درصد است [۱۲]. پژوهش دیگری که به‌نوعی با پژوهش جاری مرتبط است، پژوهش سحابی و همکاران (۱۳۹۴) است. درواقع، آنها به کمک آزمون کوپیک نشان دادند روش شبه‌پارامتریک معرفی‌شده نسبت به روش پارامتریک گارچ، توان بیشتری دارد [۱۳]؛ اما همانگونه که مشاهده می‌شود، اولاً، جامعهٔ آماری هر دو پژوهش مذکور، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک نیست و دوماً، هر دو پژوهش به دنبال شناسایی بهترین روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر نیستند.

## مبانی نظری

شرکت‌های سرمایه‌گذاری، واسطه‌های مالی هستند که وجوه را از سرمایه‌گذاران خرد جمع‌آوری و در طیف وسیعی از اوراق بهادار یا سایر دارایی‌ها سرمایه‌گذاری می‌کنند. ایدهٔ اصلی نهفته در شرکت‌های سرمایه‌گذاری، یکپارچه‌کردن دارایی‌ها است. هر سرمایه‌گذار به نسبت سرمایه‌گذاری خود، در سبد سرمایه‌گذاری تشکیل‌شدهٔ شرکت سرمایه‌گذاری ادعا دارد؛ بنابراین شرکت‌های سرمایه‌گذاری، ساز و کاری برای سرمایه‌گذاری فراهم می‌آورند تا با تشکیل تیم، مزایای سرمایه‌گذاری در مقیاس بزرگ را کسب کنند. شرکت‌های سرمایه‌گذاری برای سرمایه‌گذاران خود، چندین کار مهم ازجمله نگهداری سوابق، تنوع‌بخشی و بخش‌پذیری، مدیریت حرفه‌ای و کاهش هزینه‌های معاملاتی[1] را انجام می‌دهند؛ اما به‌دلیل کم‌بودن میزان نقدشوندگی سهام شرکت‌های سرمایه‌گذاری، «صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک» تشکیل شد که وجوه سرمایه‌گذاران را جمع‌آوری و در سبد متنوعی از اوراق بهادار سرمایه‌گذاری می‌کند[2]. در ایالات متحدهٔ امریکا، قانون شرکت‌های سرمایه‌گذاری مربوط به سال ۱۹۴۰، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک را نوعی از شرکت‌های سرمایه‌گذاری مدیریتی با ویژگی‌های مخصوص به خود معرفی می‌کند که حرفهٔ اصلی آن در درجهٔ اول، سرمایه‌گذاری، سرمایه‌گذاری مجدد،

1. Transaction costs
2. Investment Company Institute(ICI),2006

تملک، نگهداری یا معاملهٔ اوراق بهادار در چارچوب قوانین و مقرارت مربوط است و به‌طور پیوسته، اوراق بهادار بازخریدنی را به سرمایه‌گذاران عرضه می‌کند [۱۶]. در قانون بازار اوراق بهادار جمهوری اسلامی ایران (بند ۲۰ مادهٔ ۱) نیز صندوق سرمایه‌گذاری با عنوان نهادی مالی که فعالیت اصلی آن سرمایه‌گذاری در اوراق بهادار است و مالکان آن، به نسبت سرمایه‌گذاری خود در سود و زیان صندوق شریک‌اند، تعریف شده است [۱۸]. در «بند ه مادهٔ ۱» قانون توسعهٔ ابزارها و نهادهای مالی جدید (مصوب ۱۳۸۸ مجلس شورای اسلامی) نیز در تعریف صندوق سرمایه‌گذاری آمده است: صندوق سرمایه‌گذاری، نهادی مالی است که منابع مالی حاصل از انتشار گواهی سرمایه‌گذاری را در موضوع فعالیت مصوب خود سرمایه‌گذاری می‌کند [۱۷]. تاریخچهٔ تشکیل صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک در شکل اولیهٔ آن به سال ۱۸۷۳ میلادی برمی‌گردد. در آن مقطع، رابرت فلمینگ، وجوهی را از اسکاتلند جمع‌آوری و در فرصت‌های سرمایه‌گذاری و در شرکت‌های در حال رشد ایالات متحده سرمایه‌گذاری کرد و پایه‌گذار صندوق‌های مشترک شد؛ اما این نوع از فعالیت‌ها بعد از جنگ جهانی اول به‌طور جدی آغاز شد؛ زیرا رونق اقتصادی کشور امریکا بعد از جنگ جهانی اول موجب تشکیل سرمایه‌های کوچک و بزرگ در خانواده‌های امریکایی شد و تمایل آنها را به سرمایه‌گذاری مستقیم در سهام شرکت‌ها و سرمایه‌گذاری غیرمستقیم با خرید سهام صندوق‌هایی افزایش داد که امروز به صندوق‌های مشترک با سرمایهٔ ثابت[1] معروف است. نخستین صندوق مشترک با سرمایهٔ متغیر نیز به نام تراست سرمایه‌گذاران ماساچوست[2] در سال ۱۹۲۴ تأسیس شد.

این شرایط تا سال ۱۹۲۹ یعنی سال رکود اقتصادی ادامه داشت. در سال ۱۹۳۲ دولت امریکا، تلاش ویژه‌ای صرف شناسایی عوامل رکود اقتصادی در بخش خدمات مالی کرد. نتیجهٔ این تلاش‌ها، تصویب چهار قانون مهم قانون اوراق بهادار۱۹۳۳[3]، قانون بورس اوراق بهادار۱۹۳۴[4]، قانون شرکت‌های سرمایه‌گذاری ۱۹۴۰[5]، قانون مشاوران سرمایه‌گذاری ۱۹۴۰[6] در کنگره بود که تأثیر زیادی در عملکرد صندوق‌های مشترک داشت. صندوق سرمایه گذاری اوراق بهادار در ایران، از مصادیق تعریف‌شده در بند ۲۰ مادهٔ ۱ قانون بازار اوراق بهادار، مصوب مجلس شورای اسلامی در آذر ۱۳۸۴ و «بند ه مادهٔ ۱» قانون توسعهٔ ابزارها و نهادهای مالی جدید برای تسهیل اجرای سیاست‌های کلی اصل چهل و چهارم قانون اساسی مصوب آذر ۱۳۸۸ است که با الهام از متعارف‌ترین شکل صندوق‌های سرمایه‌گذاری در سایر کشورها طراحی شده است. سرمایه‌گذاران برای آگاهی از چگونگی فعالیت و نظارت بر این صندوق‌ها با مطالعهٔ اساسنامه، امیدنامه و مقرارات مرتبط با آن که مدیر صندوق ملزم به افشای آنها (با سایت‌های اطلاع رسانی مربوط) است، باید با جزئیات آن آشنا شوند. با توجه به استراتژی‌ها و انتظارات خود از میزان سرمایه‌گذارای در سهام پذیرفته‌شده در بورس اوراق بهادار یا سرمایه‌گذاری این صندوق‌ها، تصمیم مناسبی بگیرند.

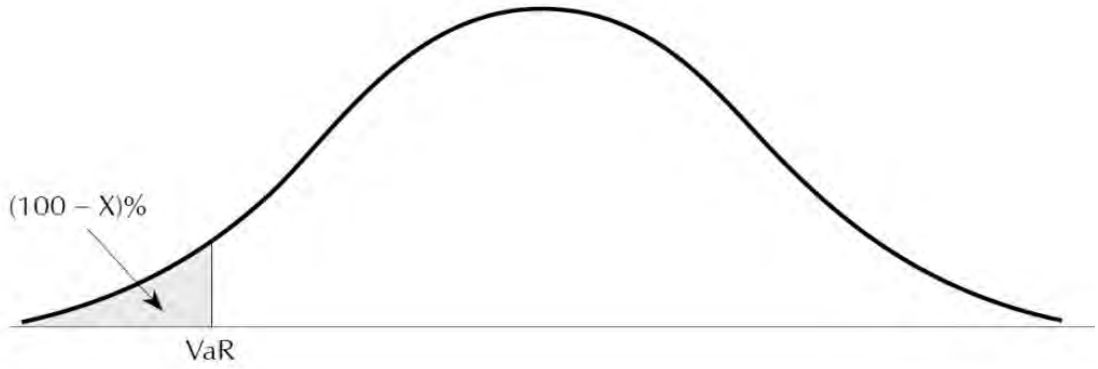
همانگونه که بیان شد، یکی از مسائل مهم و استراتژیک در صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، مفهوم خطر و مدیریت بهینهٔ آن در صندوق‌های مذکور است. مسلماً یکی از پیش‌نیازهای اصلی مدیریت بهینهٔ خطر نیز اندازه‌گیری دقیق آن است که روش‌های

1. Mutual funds with fixed capital
2 . Massachusetts Investment Trust

3. Securities Act of 1933
4. Securities Exchange Act of 1934
5. Investment Company Act 1940
6. Investment Advisers Act of 1940

مختلفی بدین‌منظور معرفی شده است. یکی از روش‌های نوین مطرح‌شده در این زمینه «ارزش در معرض خطر» است. عبارت ارزش در معرض خطر تا اوایل دههٔ ۱۹۹۰ در مبانی نظری مالی وجود نداشت؛ اما سرچشمهٔ سنجه‌های ارزش در معرض خطر به سال‌ها پیش باز می‌گردد. این سرچشمه‌ها را در الزامات سرمایه برای شرکت‌های بورسی ایالات متحده در اوایل قرن بیستم می‌توان ردیابی کرد که شروع آن، آزمونی بود که بورس اوراق بهادار نیویورک برای اولین بار به‌طور غیررسمی از سرمایهٔ شرکت‌های عضو در سال ۱۹۲۲ به عمل آورد. هرچند مفهوم ارزش در معرض خطر را اولین بار بامول[1] (۱۹۶۳) به هنگام بررسی الگویی با نام معیار حد اطمینان بازده مدّنظر پیشنهاد کرد، به‌طور کلی‌تر، الگوهای اولیهٔ ایمنی را برای اولین بار روی[2] (۱۹۵۲) و تسلر[3] (۱۹۵۵) از میان استادان مالی بررسی کردند؛ اما گولدیمان[4] را مبدع واژهٔ «ارزش در معرض خطر» می‌توان به حساب آورد. در آن زمان یعنی در اواخر سال ۱۹۸۰ وی مدیر بخش پژوهش‌ها در بانک جی‌پی مورگان امریکا[5] بود. در آن مقطع، گروه مدیریت خطر بانک مذکور باید دربارهٔ این مسأله تصمیم می‌گرفت که آیا سرمایه‌گذاری بدون خطر در قرضهٔ بلندمدت و تولید درآمد پایدار را انتخاب کند یا با سرمایه‌گذاری نقدی، ارزش بازار سهام خود را ثابت نگه دارد؟ درنهایت، گروه مذکور تصمیم گرفت خطر ارزش، از خطر درآمد مهم‌تر است؛ بنابراین، این امر به سرمایه‌گذاری در پژوهش‌های ارزش در معرض خطر منجر شد. در آن زمان، توجه زیادی به مدیریت خطر مشتقه‌ها وجود داشت. گروه ۳۰[6] که یک نماینده از جی‌پی مورگان هم در آن حضور داشت، سلسله مباحث شناسایی بهترین روش مدیریت خطر را آغاز کرده بود و اصطلاح «ارزش در معرض خطر» راه خود را در گزارش گروه ۳۰ که در جولای۱۹۹۳ منتشر شد، پیدا کرد. این اولین بار بود که واژهٔ ارزش در معرض خطر به‌طور گسترده ظاهر می‌شد. «ارزش در معرض خطر» درواقع، نشان‌دهندهٔ حداکثر زیان مدّنظر بر سبد دارایی‌ها یا مجموعه سرمایه‌گذاری در طول افق زمانی معین (شامل یک روز یا یک هفته و یا یک ماه) در شرایط عادی بازار و در سطح اطمینان معین است یا به تفسیری ساده، ما X درصد اطمینان داریم که در N روز آینده قطعاً بیشتر از مبلغ V محتمل زیان نشویم. متغیر V همان ارزش در معرض خطر است که دربردارندهٔ دو پارامتر N؛ یعنی افق زمانی و X سطح اطمینان است [۱۱]. با فرض نرمال‌بودن ارزش آتی سبد که در منحنی (۱) ارائه شده است، احتمال قرارگرفتن بازده در قسمت گوشهٔ سمت چپ منحنی توزیع نرمال ( p[Z<z]) برابر با احتمال نرمال استاندارد (P[Z<z] =Za ) است.

1. Baumol
2. Roy
3. Tesler
4. Godliman
5. American Bank JP Morgan
6. Group 30 (G 30)




**منحنی (۱) محاسبهٔ ارزش در معرض خطر با استفاده از توزیع احتمال‌های بازده سبد با سطح اطمینان X%**

در صورتی که روش ارزش در معرض خطر به‌درستی استفاده شود، با آن حداقل بازده مدّنظر مؤسسه را برای سبد سرمایه‌گذاری در افق زمانی مشخص می‌توان تعیین کرد. از این دیدگاه، ارزش در معرض خطر، ابزار مهم و مناسب مدیریت خطر به شمار می‌رود؛ اما ارزش در معرض خطر بدون محدودیت نیست. در استفاده از مفهوم ارزش در معرض خطر باید دقت کافی شود؛ زیرا اگر به‌شکل نادرستی استفاده شود، مؤسسه، تصمیم‌گیری مناسبی در حوزهٔ مدیریت خطر نخواهد داشت. دلیل چنین رخدادی یا مربوط به محاسبه‌نکردن صحیح ارزش در معرض خطر است یا ناشی از این است که ارزش در معرض خطر به‌درستی محاسبه شده است؛ اما با اهداف مدیریت خطر مؤسسه مربوط نیست [۹]؛ بنابراین روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر، اهمیت زیادی دارد. عموماً در پیشینهٔ مطالعات مرتبط با خطر، برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر، سه روش «پارامتریک»، «شبیه سازی تاریخی» و «شبیه‌سازی مونت‌کارلو» مطرح می‌شود[1]. تجزیه و تحلیل‌های پارامتریک مبتنی بر فرضیه‌های اساسی است که عموماً در دنیای واقعی، دربارهٔ وجود این فرضیه‌ها ابهام وجود دارد [۱]؛ اما در صورت وجود فرضیه‌های پایه، به‌خوبی ویژگی‌های داده‌های مالی را توضیح می‌دهد [۵].

## روش پژوهش

داده‌های ضروری پژوهش با رجوع به سایت صندوق‌های سرمایه‌گذاری و استخراج اطلاعات مربوط به ارزش خالص دارائی‌های آنها گردآوری شد. جامعهٔ آماری پژوهش شامل صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک فعال در بورس اوراق بهادار تهران در سال ۱۳۹۳ است. ۵۵ صندوق فعال در ایران انتخاب و خالص ارزش دارایی‌های صندوق‌های مذکور به‌شکل روزانه جمع‌آوری شد؛ سپس با استفاده از سه روش پارامتریک، تاریخی و مونت‌کارلو، ارزش در معرض خطر، در سه سطح اطمینان ۹۹ درصد، ۹۷/۵ درصد و ۹۵ درصد محاسبه شد و درانتها، برای اعتبارسنجی نتایج و روش‌های محاسباتی، از سه آزمون کوپیک، کریستوفرسن و هندریکس استفاده شد. درادامه، به‌صورت خلاصه سه روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر تبیین و تشریح می‌شود:

«روش پارامتریک یا روش واریانس-کوواریانس» روشی است که در آن از اطلاعات تاریخی برای

۱. این روش‌ها در قسمت روش پژوهش به‌صورت کامل تبیین و تشریح شده است.

محاسبهٔ پارامترهای ضروری ماتریس کوواریانس ازجمله میانگین و انحراف معیار استفاده می‌شود. این اطلاعات معمولاً در دسترس است. همچنین در این روش برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر، به دانستن ارزش دارایی‌های منفرد در سبد نیاز نیست. تنها پارامتر ضروری، انحراف معیار و ضریب همبستگی دارایی‌ها است؛ بنابراین محاسبهٔ ارزش در معرض خطر در روش پارامتریک نسبتاً آسان است و به قدرت محاسباتی زیادی نیاز ندارد. فرضیه‌های این روش عبارتند از: بازده سرمایه‌گذاری از توزیع نرمال پیروی می‌کند؛ بازده سرمایه‌گذاری به‌لحاظ زمانی مستقل است؛ دورهٔ زمانی یک روزه، دورهٔ زمانی مناسبی برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر است؛ بین عوامل خطر و بازار و ارزش دارایی‌ها، رابطهٔ خطی وجود دارد و درنهایت، توزیع بازده سبد را با استفاده از روش مارکویتز براساس نرخ بازده مدّنظر، انحراف معیار دارایی‌های منفرد تشکیل‌دهندهٔ سبد همبستگی میان ترکیب دوبه‌دوی دارایی‌ها و وزن دارایی‌های منفرد موجود در سبد می‌توان محاسبه کرد [۱۴]. «روش شبیه‌سازی تاریخی» از نظر فهم و اجرا، روش تقریباً ساده‌ای است؛ ناپارامتریک است؛ به پیش‌فرض دربارهٔ توزیع احتمال بازده دارایی یا دارایی‌های مالی نیاز ندارد؛ خصوصیات غیرنرمال‌بودن توزیع مانند چولگی، کشیدگی و دنباله‌های باز[1] را با خود دارد و قابلیت کاربرد برای کلیّهٔ ابزارهای مالی با ماهیت خطی و غیرخطی (مانند اختیار معامله) را دارد. در این روش فرض می‌شود رفتار بازده دارایی‌های مالی مانند رفتار آن در گذشته است؛ توزیع احتمال بازده در گذشته دقیقاً مشابه توزیع احتمال آتی دارایی‌های مالی است و روند تغییرات قیمت در گذشته و آینده نیز ادامه خواهد داشت. از مزایای این روش به تقریباً ساده و نیمه‌سریع‌بودن اجرای آن، قابلیت کاربرد آن برای کلیّهٔ ابزارهای مالی اعم از خطی و غیرخطی، قابلیت کاربردآن برای یک دارایی مشخص (سهام ) یا سبد سرمایه‌گذاری مشتمل بر انواع ابزارهای مالی می‌توان اشاره کرد و از معایب این روش نیز به‌کاربردن فرض مشابه‌بودن گذشته و آینده (که این فرض در افق های بلندمدت قابلیت اتکای کمی دارد)، اتکای کامل به یک مجموعه داده و صرف‌نظرکردن از حوادث بعضاً مهم خارج از مجموعه اطلاعات تاریخی، نیاز به اطلاعات کامل و مفصلی از گذشته دارایی‌های مالی مدّنظر را می‌توان نام برد [۸]. «روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو» در زمینهٔ علم مالی از سال 1971 برای قیمت‌گذاری اوراق مشتقه و برآورد نسبت‌های پوششی استفاده شد. در حال حاضر، استفاده از این روش برای تخمین ارزش در معرض خطر و دیگر سنجه‌های خطر مالی توسعه یافته است. روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو، ابزار جهانی و متداولی است که در قالب پارامتریک و ناپارامتریک به کارگرفته می‌شود. در این روش، به درنظرگرفتن فرضی برای توزیع احتمال داده‌ها نیاز نیست. این روش نیز مانند روش شبیه‌سازی تاریخی برای کلیّهٔ ابزارهای مالی با ماهیت خطی یا غیرخطی به کارگرفته می‌شود [۸]. در روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو به‌دلیل نبود فرضی مبنی بر توزیع احتمال دارایی‌ها (دارایی‌های مالی) خطر الگو به حداقل می‌رسد. دنباله-های باز و سایر خصوصیات توزیع بازده‌های مالی ازجمله چولگی و کشیدگی نیز در روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو دیده می‌شود و به حجم زیادی از اطلاعات تاریخی نیاز ندارد. این روش در مقایسه با روش‌های واریانس- کوواریانس، فرض نرمال‌بودن و فرض خطی‌بودن را ندارد و برتری آن نسبت به شبیه‌سازی تاریخی در آن است که به مشخصهٔ تصادفی‌بودن

1. fat tails

قیمت‌های آتی متکی است و به جای مبتنی‌بودن بر اطلاعات گذشته، بر تغییرات احتمالی در قیمت تکیه دارد که در ارزش سبد می‌تواند تأثیر بگذارد؛ از این‌رو، روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو، توصیف واقعی‌تر از خطر ارائه می‌کند [۶]؛ بنابراین با توجه به مزایای مذکور، در محاسبهٔ ارزش در معرض خطر، این روش، روش توانمند، منعطف و صحیحی محسوب می‌شود. با وجود این مزایا، روش مونت کارلو، محدودیت‌هایی نیز دارد؛ ازجمله اینکه، این روش نسبتاً پیچیده و سرعت اجرای آن بسیار کند است. برای اجرای این روش ابتدا، فرایندهای احتمالی و پارامترهای فرایند برای متغیرهای مالی تعیین می‌شود؛ سپس شبیه‌سازی فرضی تغییرات قیمت‌ها برای کلیّهٔ متغیرهای مدّنظر با شبیه‌سازی توزیع‌های مشخص‌شده انجام می‌شود و درنهایت، محاسبه و تعیین قیمت دارایی یا دارایی‌های مالی در زمان T که می‌تواند یک افق زمانی معین شامل روز، ماه و یا سال باشد، از روی قیمت‌های شبیه‌سازی‌شده و محاسبهٔ ارزش سبد سرمایه‌گذاری انجام می‌گیرد [۸].

## یافته‌ها

در این بخش، نتایج محاسبهٔ ارزش در معرض خطر در سه سطح اطمینان ۹۹ درصد، ۹۵ درصد و ۹۷/۵ درصد با سه روش پارامتریک، شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو ارائه شده است. همانگونه که بیان شد، جامعهٔ مدّنظر، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک فعال در بورس اوراق بهادار تهران است. با توجه به محدودیت وجود داده و اینکه صندوق‌های مدّنظر باید تنها در سهام سرمایه‌گذاری کنند، ۵۵ صندوق انتخاب شد و نرخ بازده این صندوق‌ها براساس نرخ تغییرات خالص ارزش دارایی‌های آنها محاسبه شدکه درادامه، ابتدا ارزش در معرض خطر محاسبه‌شدهٔ آنها به سه روش فوق و نتایج اعتبارسنجی روش‌های محاسبهٔ ارزش در معرض خطر ارائه شده است.

نتایج محاسبهٔ ارزش در معرض خطر و میانگین آن به سه روش پارامتریک، تاریخی و مونت‌کارلو در سه سطح اطمینان ۹۹ درصد، ۹۷/۵ درصد و ۹۵ درصد در جدول (۱) ارائه شده است:

**جدول (۱) ارزش در معرض خطر به سه روش پارامتریک، تاریخی و مونت‌کارلو**

| کد صندوق[۱] | روش پارامتریک | | | روش تاریخی | | | روش مونت‌کارلو | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ |
| ۱ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۲۴ | -۰/۰۲۴ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۲۰۷ | -۰/۰۲۰۷ | -۰/۰۱۲ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۳ |
| ۲ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۳۰ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۲۲ | ۰/۰۲۲۲ | -۰/۰۳۰ | -۰/۰۴۲ | -۰/۰۴۲ |
| ۳ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۷۹ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۵ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۵ |
| ۴ | -۰/۰۹۸ | -۰/۰۶۵ | -۰/۰۷۷ | -۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۶۹ | ۰/۰۰۰۵ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۴۵ | -۰/۰۹۳ |
| ۵ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۷۲ | ۰/۰۰۰۴ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۰۹ |
| ۶ | -۰/۰۵۴ | -۰/۰۶۴ | -۰/۰۷۶ | -۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۱۷۷ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۹۷ |
| ۷ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۲۸ | -۰/۰۳۳ | ۰/۰۰۰۲ | -۰/۰۶۱۳ | ۰/۰۰۰۲ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۳۵ | -۰/۰۵۸ |
| ۸ | -۰/۰۳۴ | -۰/۰۴۲ | -۰/۰۴۲ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۵ | -۰/۰۱۰ | -۰/۰۳۷ | -۰/۱۰۴ |

۱. برای جلوگیری از ایجاد آثار مثبت و یا منفی تبلیغاتی، به جای اسم صندوق‌های مدّنظر از کدهای تصادفی استفاده شده است.

| کد صندوق[1] | روش پارامتریک | | | روش تاریخی | | | روش مونت‌کارلو | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ |
| ۹ | -۰/۰۵۰ | -۰/۰۶۰ | -۰/۰۷۲ | -۰/۰۷۱۶ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۶۲۲ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۳۷ |
| ۱۰ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۰۹ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۹ | -۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۲۰ |
| ۱۱ | -۰/۱۷۵ | -۰/۲۱۰ | -۰/۲۵۰ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۵۲۷ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۴۲ |
| ۱۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۰ | -۰/۰۱۲ | -۰/۰۱۸ |
| ۱۳ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۲۵ | -۰/۰۳۰ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۱۱۹ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۱۴ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۴۰ |
| ۱۴ | -۰/۰۳۰ | -۰/۰۳۶ | -۰/۰۴۳ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۹۰ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۸۴ |
| ۱۵ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۳۰ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۴ | -۰/۰۲۵ | -۰/۰۳۱ |
| ۱۶ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۲۴ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۶۶ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۲۸ |
| ۱۷ | -۰/۰۳۶ | -۰/۰۴۴ | -۰/۰۵۲ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۶۲ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۲۴ | -۰/۰۴۰ |
| ۱۸ | -۰/۱۲۸ | -۰/۱۵۵ | -۰/۱۵۵ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۴۲۵۳ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۱۴ | -۰/۰۹۷ |
| ۱۹ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۲۳ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۲۶ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۴ | -۰/۰۳۴ |
| ۲۰ | -۰/۰۲۵ | -۰/۰۳۰ | -۰/۰۳۵ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۴۸۸ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۳۳ | -۰/۰۴۲ |
| ۲۱ | -۰/۰۲۹ | -۰/۰۳۴ | -۰/۰۴۰ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۲۴۴ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۱۵ | -۰/۰۲۳ | -۰/۱۰۰ |
| ۲۲ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۳ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۱۹۶ | ۰/۰۰۰۴ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۲۷ |
| ۲۳ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۳۱ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۹۸ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۶۴ |
| ۲۴ | -۰/۱۲۵ | -۰/۱۵۰ | -۰/۱۷۹ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۶۳۵ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۱۴ |
| ۲۵ | -۰/۰۴۰ | -۰/۰۴۸ | -۰/۰۵۸ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۸۹ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۵ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۳۴ |
| ۲۶ | -۰/۰۱۴ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۴۸ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۲ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۱ |
| ۲۷ | -۰/۱۳۳ | -۰/۱۵۹ | -۰/۱۹۱ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۳۹۳ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۰۸ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۱۷ |
| ۲۸ | -۰/۱۴۳ | -۰/۱۴۳ | -۰/۱۴۳ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۶۶ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۱۱ |
| ۲۹ | -۰/۰۱۵ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۰۴۸ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۳۱ |
| ۳۰ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۲۵ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۱۸۲ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۲۴ | -۰/۰۴۰ |
| ۳۱ | -۰/۱۱۹ | -۰/۱۴۴ | -۰/۱۷۳ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۱۵ |
| ۳۲ | -۰/۰۳۲ | -۰/۰۳۸ | -۰/۰۴۵ | ۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۷۴ | ۰/۰۰۷۴ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۳۵ | -۰/۰۷۳ |
| ۳۳ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۲۰ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۵ | -۰/۰۴۲۵ | -۰/۰۰۳ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۴۳ |
| ۳۴ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۲۴ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۱۸۲ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۰۷ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۲۸ |
| ۳۵ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۲ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۲۰۱ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۴ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۳۰ |
| ۳۶ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۲۷ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۱۶ |
| ۳۷ | -۰/۰۳۶ | -۰/۰۴۳ | -۰/۰۵۰ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۳۲۸ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۲۲ | -۰/۰۳۱ | -۰/۰۸۷ |

| کد صندوق[1] | روش پارامتریک | | | روش تاریخی | | | روش مونت‌کارلو | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ | ٪۵ | ٪۲/۵ | ٪۱ |
| ۳۸ | -۰/۰۳۳ | -۰/۰۳۹ | -۰/۰۴۶ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۶۱۴ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۲۹ | -۰/۰۵۶ | -۰/۰۸۴ |
| ۳۹ | -۰/۰۶۰ | -۰/۰۷۲ | -۰/۰۸۵ | -۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۲۵۸ | -۰/۰۰۰۲ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۳۳ | -۰/۱۲۶ |
| ۴۰ | -۰/۰۳۱ | -۰/۰۳۶ | -۰/۰۴۳ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۱۸۰ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۲۰ | -۰/۰۲۷ | -۰/۰۳۷ |
| ۴۱ | -۰/۰۵۶ | -۰/۰۶۸ | -۰/۰۸۲ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۳۳۰ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۵۹ | -۰/۰۷۹ |
| ۴۲ | -۰/۰۶۱ | -۰/۰۷۳ | -۰/۰۸۷ | ۰/۰۰۰۳ | ۰/۰۰۳۳ | ۰/۰۰۰۴ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۶۷ |
| ۴۳ | -۰/۰۹۶ | -۰/۱۱۷ | -۰/۱۴۱ | -۰/۰۰۱۲ | ۰/۳۲۸۷ | ۰/۳۵۲۰ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۱۸ | -۰/۰۲۶ |
| ۴۴ | -۰/۰۳۹ | -۰/۰۴۷ | -۰/۰۵۶ | -۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۲۵۴ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۲۵ | -۰/۰۷۶ |
| ۴۵ | -۰/۰۴۴ | -۰/۰۵۲ | -۰/۰۶۳ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۵۸ | ۰/۰۰۰۳ | -۰/۰۱۰ | -۰/۰۱۲ | -۰/۰۲۲ |
| ۴۶ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۲۴ | -۰/۰۲۹ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۲۷۷ | ۰/۰۰۰۱ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۲۶ | -۰/۰۳۷ |
| ۴۷ | -۰/۰۵۱ | -۰/۰۶۲ | -۰/۰۷۴ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۲ | -۰/۰۲۸ | -۰/۰۳۴ | -۰/۰۴۶ |
| ۴۸ | -۰/۰۸۱ | -۰/۰۹۹ | -۰/۱۱۹ | ۰/۰۴۷۱ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۵۸ | -۰/۰۰۳ | -۰/۰۱۲ | -۰/۰۱۷ |
| ۴۹ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۰۸ | -۰/۰۰۵ | ۰/۰۰۰۶ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۰ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۰۸ | -۰/۰۱۷ |
| ۵۰ | -۰/۱۱۰ | -۰/۱۳۲ | -۰/۱۵۸ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۵۴۱ | -۰/۰۰۲ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۰۷ |
| ۵۱ | -۰/۱۴۱ | -۰/۱۶۹ | -۰/۱۶۹ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۲ | -۰/۰۰۴ | -۰/۰۰۵ | -۰/۰۱۷ |
| ۵۲ | -۰/۰۰۹ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۱۳ | ۰/۰۰۰۴ | ۰/۰۰۶۱ | ۰/۰۰۰۳ | -۰/۰۰۸ | -۰/۰۱۲ | -۰/۰۲۱ |
| ۵۳ | -۰/۰۳۴ | -۰/۰۴۲ | -۰/۰۵۲ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۵ | ۰/۰۰۰۵ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۴۴ |
| ۵۴ | -۰/۰۵۰ | -۰/۰۶۰ | -۰/۰۷۲ | ۰/۳۷۰۲ | ۰/۰۰۰۲ | ۰/۰۶۲۲ | -۰/۰۰۶ | -۰/۰۱۱ | -۰/۰۳۷ |
| ۵۵ | -۰/۰۱۶ | -۰/۰۱۹ | -۰/۰۲۳ | ۰/۰۰۰۰ | ۰/۰۱۹۶ | ۰/۰۰۰۴ | -۰/۰۱۷ | -۰/۰۲۳ | -۰/۰۲۷ |
| میانگین | -۰/۰۴۶ | -۰/۰۵۴ | -۰/۰۶۳ | ۰/۰۰۶ | ۰/۰۱۸ | ۰/۰۱۹ | -۰/۰۱۳ | -۰/۰۲۱ | -۰/۰۴۴ |

همانگونه که در جدول (۱) مشاهده می‌شود، در روش پارامتریک در سطح اطمینان ۹۹ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۲۵-، ۰/۰۰۵- و ۰/۰۶۳- است. درواقع، به احتمال ۹۹ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۲۵- درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۵- درصد کمتر نخواهد بود. در سطح اطمینان ۹۷/۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۲۱۰-، ۰/۰۰۵- و ۰/۰۵۴- است. درواقع، به احتمال ۹۷/۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۲۱- درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۵- درصد کمتر نخواهد بود. در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۱۷۵-، ۰/۰۰۴- و ۰/۰۴۶- است. درواقع، به احتمال ۹۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۱۷/۵- درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۴- درصد کمتر نخواهد بود. در روش تاریخی در سطح اطمینان ۹۹ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض

خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۴۲۵-، ۰/۴۲۵۳ و ۰/۰۱۹ است. درواقع، به احتمال ۹۹ درصد بازده پرخطرترین صندوق از ۴/۲۵ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۴۲/۵۳ درصد کمتر نخواهد بود. در این روش در سطح اطمینان ۹۷/۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۶۱۳-، ۰/۳۲۸۷ و ۰/۰۱۸ است. درواقع، به احتمال ۹۷/۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۶/۱۳ - درصد و بازده کم خطرترین صندوق از ۳۲/۸۷ درصد کمتر نخواهد بود. در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب، برابر با ۰/۰۷۱۶-، ۰/۳۷۰۲ و ۰/۰۰۶ است. درواقع، به احتمال ۹۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۷/۱۶ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۳۲/۰۷ درصد کمتر نخواهد بود. در روش مونت کارلو در سطح اطمینان ۹۹ درصد، بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۱۲۶-، ۰/۰۰۶- و ۰/۰۴۴- است. درواقع، به احتمال ۹۹ درصد، پرخطرترین صندوق از ۱۲/۲۶ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۶ درصد کمتر نخواهد بود. در سطح اطمینان ۹۷/۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۵۹- و ۰/۰۳۰- و ۰/۰۲۱- است. در واقع، به احتمال ۹۷/۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۵/۹ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۳- درصد کمتر نخواهد بود. در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب، برابر با ۰/۰۰۵-، ۰/۰۰۲- و ۰/۰۱۳- است. درواقع، به احتمال ۹۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۰/۵ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۲- درصد کمتر نخواهد بود. همانگونه که در جدول بالا مشخص است، با توجه به میانگین ارزش در معرض خطر گفتنی است، روش پارامتریک در کلیّهٔ سطوح، اطمینان ارزش در معرض خطر را بیشتر از سایر روش‌ها برآورد کرده است؛ به عبارت دیگر، در این روش کمترین میزان بازده بین ۴/۶- تا ۶/۳- درصد است.

الگوی برآورد ارزش در معرض خطر فقط زمانی کاربرد دارد که خطرها را به روشی منطقی پیش‌بینی کند [۱۰]؛ به این دلیل، باید کاربرد این روش‌ها همیشه همراه با اثبات باشد که در جستجوی درجهٔ کفایت الگوی برآورد ارزش در معرض خطر است. تکنیک آزمون برگشتی، بهترین راه برای اثبات صحت روش برآورد ارزش در معرض خطر است. این روش که «واقعیت‌آزمایی[1]» نام دارد، شامل اثبات این مطلب است که ضررهای واقعی از ضررهای پیش‌بینی‌شده فراتر نمی‌رود. تکنیک آزمون برگشتی با استفاده از سه آزمون اصلی به نام‌های کوپیک[2] [۱۱]، آزمون هندریکس[3] [۹] و آزمون کریستوفرسن[4] [۴] انجام می‌گیرد که درادامه، نتایج این سه آزمون ارائه شده و براساس آن، درجهٔ کفایت الگوی برآورد ارزش در معرض خطر نیز بررسی شده است. نتایج بررسی درجهٔ کفایت الگوی برآورد ارزش در معرض خطر با آزمون کوپیک در جدول (۲) ارائه شده است:

1. reality checks
2. Kupiec
3. Hendricks
4. Christoffersen

## جدول (۲) نتایج آزمون کوپیک

| کد صندوق | LR ٪۱ | | | LR ٪۲/۵ | | | LR ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ٦/۷* | | | ۵/۵* | | | ۳/۹* | | |
| | MC[1] | HS[2] | PM[3] | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۱۱ | ۱/۱۲۵ | ۱/۴۵۵ | ۲/۴۰۹ | ۱/۸۶۳ | ۱/۶۴۲ | ۱/۶۶۹ | ۱۳/۳۳۹ | ۹/۵۴۳ | ۲۰/۶۳۶ |
| ۲۴ | ۱/۴۷۹ | ۲/۶۳۶ | ۲/۸۴۱ | ۳/۲۷۰ | ۲/۹۸۳ | ۶/۰۳۷ | ۷/۸۵۵ | ۲۳/۷۶۶ | ۱۲/۴۶۵ |
| ۵۱ | ۰/۲۲۰ | ۱/۴۶۴ | ۰/۵۷۹ | ۲/۳۸۳ | ۲/۳۰۹ | ۰/۵۱۷ | ۸/۴۱۷ | ۱۵/۷۷۹ | ۲۰/۲۶۷ |
| ۳۲ | ۰/۵۹۶ | ۱/۴۶۸ | ۱/۴۸۴ | ۲/۵۴۸ | ۲/۴۵۲ | ۱/۶۸۵ | ۱۴/۱۶۴ | ۹/۲۳۲ | ۲۸/۸۷۵ |
| ۲۷ | ۱/۳۸۰ | ۲/۴۳۸ | ۲/۴۸۸ | ۲/۲۳۸ | ۹/۳۹۴ | ۱/۸۵۹ | ۷/۰۹۷ | ۱۸/۸۴۳ | ۱۶/۴۴۲ |
| ۳۶ | ۱/۵۳۸ | ۲/۰۷۶ | ۱/۷۰۹ | ۳/۶۵۹ | ۴/۲۴۶ | ۵/۶۴۰ | ۲۱/۲۳۰ | ۲۲/۵۶۷ | ۱۲/۹۲۱ |
| ۲۵ | ۱/۸۲۶ | ۳/۴۹۳ | ۲/۵۶۵ | ۴/۶۱۳ | ۲/۵۰۷ | ۱/۸۹۱ | ۳۹/۳۵۷ | ۱۲/۴۱۰ | ۱۰/۷۵۸ |
| ۴۵ | ۱/۳۰۹ | ۲/۰۳۹ | ۲/۴۰۴ | ۴/۳۸۹ | ۵/۳۲۳ | ۳/۲۰۲ | ۱۰/۹۴۶ | ۲۲/۲۴۳ | ۲۱/۶۳۴ |
| ۵۰ | ۰/۰۵۲ | ۰/۴۹۴ | ۰/۷۰۰ | ۰/۹۵۰ | ۱/۰۸۸ | ۱/۲۶۴ | ۱۱/۰۸۸ | ۷/۴۷۵ | ۱۴/۵۴۳ |
| ۴۸ | ۳/۱۲۵ | ۴/۴۸۴ | ۲/۶۶۴ | ۳/۷۸۸ | ۴/۲۵۳ | ۵/۶۰۷ | ۱۳/۳۶۴ | ۱۲/۵۷۵ | ۱۴/۱۵۷ |
| ۹ | ۰/۹۲۰ | ۱/۸۵۱ | ۲/۰۶۰ | ۴/۹۶۳ | ۲/۴۹۷ | ۱/۲۵۳ | ۱۹/۲۲۷ | ۷/۷۶۷ | ۷/۶۱۳ |
| ۵۴ | ۱/۱۱۰ | ۱/۵۹۰ | ۲/۴۱۰ | ۱/۳۸۰ | ۳/۳۳۸ | ۱/۲۴۰ | ۷/۱۹۸ | ۱۶/۷۸۷ | ۱۹/۹۹۵ |
| ۴۲ | ۱/۱۱۲ | ۲/۴۳۶ | ۳/۲۱۵ | ۵/۱۸۴ | ۴/۴۳۸ | ۲/۹۸۱ | ۱۹/۵۷۲ | ۷/۹۵۰ | ۱۵/۸۰۸ |
| ۱۸ | ۰/۶۷۷ | ۰/۸۶۳ | ۱/۳۸۸ | ۱/۴۱۸ | ۰/۷۲۹ | ۰/۹۹۴ | ۵/۷۳۰ | ۱۷/۶۸۱ | ۲۴/۹۵۳ |
| ۶ | ۰/۳۸۹ | ۱/۸۳۵ | ۱/۹۱۸ | ۲/۲۲۱ | ۰/۵۹۶ | ۱/۳۸۵ | ۵/۷۹۸ | ۹/۰۶۴ | ۱۵/۱۶۳ |
| ۳۷ | ۱/۲۸۳ | ۲/۰۲۱ | ۳/۱۷۲ | ۴/۶۱۱ | ۳/۰۱۳ | ۴/۰۷۶ | ۱۲/۵۹۵ | ۱۱/۹۳۲ | ۱۲/۲۸۴ |
| ۳۵ | ۲/۱۸۹ | ۲/۹۵۵ | ۳/۶۶۲ | ۳/۳۸۶ | ۵/۹۲۷ | ۳/۴۵۴ | ۸/۶۹۸ | ۱۱/۸۵۱ | ۱۴/۸۵۱ |
| ۴۷ | ۰/۷۶۹ | ۱/۳۱۹ | ۱/۵۲۹ | ۲/۷۸۸ | ۳/۱۷۳ | ۱/۳۴۳ | ۹/۷۳۹ | ۶/۸۸۶ | ۱۴/۳۳۲ |
| ۴۴ | ۱/۷۸۹ | ۲/۹۵۰ | ۲/۹۶۸ | ۳/۳۱۰ | ۹/۳۳۰ | ۲/۰۷۲ | ۷/۰۵۲ | ۷/۹۹۵ | ۱۳/۱۴۴ |
| ۱۷ | ۱/۰۳۹ | ۱/۲۲۰ | ۱/۵۲۹ | ۲/۱۳۵ | ۱/۷۳۳ | ۱/۳۴۱ | ۶/۳۲۲ | ۲۰/۹۷۲ | ۱۸/۶۹۳ |
| ۱۰ | ۲/۷۲۷ | ۳/۵۱۷ | ۳/۳۷۶ | ۳/۳۲۱ | ۳/۲۰۱ | ۶/۷۵۱ | ۱۰/۶۳۳ | ۱۲/۹۷۵ | ۱۵/۸۵۹ |
| ۴ | ۰/۷۹۹ | ۲/۵۶۱ | ۱/۶۱۷ | ۲/۱۴۰ | ۳/۴۲۷ | ۲/۹۳۹ | ۱۶/۰۱۷ | ۱۶/۶۳۲ | ۱۳/۱۹۱ |
| ۲۱ | ۰/۶۷۹ | ۱/۰۱۷ | ۰/۹۶۶ | ۳/۳۴۶ | ۱/۶۰۵ | ۱/۱۹۶ | ۲۴/۲۲۹ | ۲۲/۰۸۱ | ۲۱/۴۹۰ |
| ۴۰ | ۱/۸۵۸ | ۲/۱۸۵ | ۲/۵۴۶ | ۵/۳۸۲ | ۳/۲۴۹ | ۴/۰۶۹ | ۱۳/۲۰۸ | ۳۶/۲۵۰ | ۱۲/۲۲۶ |
| ۴۳ | ۲/۳۵۰ | ۲/۹۷۰ | ۲/۸۱۰ | ۳/۵۲۱ | ۳/۸۳۸ | ۵/۸۸۵ | ۱۶/۴۶۶ | ۱۲/۳۷۹ | ۱۲/۹۵۹ |
| ۸ | ۱/۲۱۶ | ۱/۵۱۵ | ۱/۹۰۴ | ۳/۰۰۱ | ۱/۵۵۳ | ۳/۱۱۱ | ۶/۹۸۰ | ۱۸/۰۲۲ | ۱۳/۶۳۶ |

۱. روش شبیه‌سازی مونت کارلو

۲ روش شبیه‌سازی تاریخی

۳. روش پارامتریک

| کد صندوق | LR ٪۱ | | | LR ٪۲/۵ | | | LR ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۶/۷* | | | ۵/۵* | | | ۳/۹* | | |
| | MC[1] | HS[2] | PM[3] | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۵۳ | ۱/۰۰۳ | ۱/۵۵۳ | ۲/۰۱۲ | ۲/۰۶۶ | ۱/۲۰۰ | ۴/۵۴۳ | ۲۷/۱۵۲ | ۲۵/۲۶۵ | ۱۸/۲۱۶ |
| ۴۱ | ۲/۴۵۷ | ۳/۲۱۸ | ۳/۳۲۱ | ۲/۶۷۳ | ۴/۲۹۰ | ۳/۳۲۵ | ۱۱/۴۳۶ | ۱۵/۶۱۵ | ۸/۸۵۸ |
| ۱ | ۱/۷۱۳ | ۰/۰۰۲ | ۲/۲۶۴ | ۲/۳۵۶ | ۳/۵۹۱ | ۳/۶۶۵ | ۱۴/۸۶۲ | ۱۱/۷۳۹ | ۱۳/۳۵۷ |
| ۳۳ | ۰/۳۸۵ | ۰/۵۳۴ | ۱/۲۹۷ | ۲/۹۵۱ | ۰/۹۵۶ | ۰/۸۴۸ | ۱۷/۳۳۵ | ۶/۸۶۶ | ۱۹/۳۰۱ |
| ۳۱ | ۱/۸۴۶ | ۲/۶۱۱ | ۲/۵۱۳ | ۲/۳۴۴ | ۳/۵۸۹ | ۴/۸۴۴ | ۱۲/۲۵۸ | ۱۷/۳۲۱ | ۱۰/۴۸۵ |
| ۳۴ | ۱/۱۱۷ | ۲/۱۷۹ | ۲/۲۸۶ | ۱/۴۴۰ | ۲/۶۶۳ | ۱/۱۷۰ | ۱۳/۷۷۶ | ۲۲/۵۸۲ | ۲۱/۷۳۷ |
| ۴۹ | ۰/۸۵۳ | ۱/۸۰۸ | ۱/۴۵۴ | ۲/۰۹۵ | ۱/۱۲۷ | ۱/۲۳۱ | ۱۰/۱۶۴ | ۹/۶۰۶ | ۱۴/۵۳۳ |
| ۴۶ | ۱/۰۰۹ | ۱/۷۹۶ | ۱/۲۰۸ | ۲/۷۵۰ | ۴/۸۳۳ | ۳/۰۴۶ | ۱۰/۸۰۹ | ۲۲/۸۸۸ | ۶/۹۵۱ |
| ۱۳ | ۱/۰۶۵ | ۲/۱۲۳ | ۲/۴۷۵ | ۵/۷۱۸ | ۳/۱۰۵ | ۳/۷۳۷ | ۶/۸۶۴ | ۷/۵۵۳ | ۱۹/۳۷۶ |
| ۳ | ۱/۹۴۲ | ۳/۵۴۸ | ۲/۱۸۴ | ۲/۰۸۴ | ۳/۲۹۹ | ۴/۹۰۹ | ۱۹/۱۳۶ | ۲۴/۰۴۵ | ۸/۵۷۹ |
| ۲۳ | ۱/۶۵۹ | ۱/۶۰۵ | ۱/۰۴۵ | ۲/۸۲۳ | ۱/۰۵۵ | ۱/۷۰۶ | ۱۱/۴۳۰ | ۱۶/۷۱۲ | ۱۲/۵۲۷ |
| ۱۴ | ۱/۰۰۳ | ۱/۵۴۷ | ۳/۴۷۰ | ۲/۴۳۶ | ۱/۹۶۴ | ۱/۰۸۶ | ۶/۷۶۶ | ۱۰/۸۸۲ | ۱۴/۵۵۲ |
| ۵۲ | ۱/۵۱۱ | ۲/۰۳۶ | ۲/۰۰۷ | ۱/۵۹۶ | ۳/۱۴۸ | ۳/۷۳۵ | ۳۲/۳۷۸ | ۱۳/۵۴۳ | ۸/۹۸۳ |
| ۲۰ | ۰/۱۹۸ | ۰/۲۳۳ | ۱/۵۴۴ | ۰/۹۹۲ | ۱/۱۸۶ | ۱/۵۹۷ | ۱۲/۹۸۹ | ۱۸/۴۴۴ | ۶/۸۶۲ |
| ۱۵ | ۱/۷۰۳ | ۲/۲۷۱ | ۲/۲۵۳ | ۳/۷۴۶ | ۴/۱۷۹ | ۳/۶۶۷ | ۱۲/۶۸۶ | ۱۲/۳۹۲ | ۷/۵۷۰ |
| ۷ | ۱/۷۷۸ | ۲/۰۶۸ | ۱/۸۳۸ | ۲/۶۰۳ | ۲/۱۵۳ | ۴/۲۵۷ | ۱۴/۱۳۶ | ۸/۶۱۶ | ۲۶/۹۱۸ |
| ۳۸ | ۰/۸۴۳ | ۱/۶۰۵ | ۱/۰۰۷ | ۲/۲۱۹ | ۲/۰۷۷ | ۱/۶۳۵ | ۸/۳۷۱ | ۱۶/۱۵۵ | ۲۴/۸۸۶ |
| ۳۹ | ۱/۲۴۶ | ۲/۷۳۴ | ۱/۵۶۵ | ۲/۰۴۸ | ۱/۶۸۷ | ۵/۴۳۹ | ۶/۵۵۵ | ۱۰/۲۴۲ | ۶/۷۵۲ |
| ۲۹ | ۱/۰۷۵ | ۲/۴۳۵ | ۱/۷۱۸ | ۳/۳۹۱ | ۲/۴۱۷ | ۱/۷۱۲ | ۸/۸۴۳ | ۲۰/۱۰۶ | ۸/۶۵۴ |
| ۵ | ۱/۶۶۰ | ۱/۸۰۴ | ۱/۷۰۹ | ۲/۱۶۹ | ۵/۲۷۸ | ۱/۹۸۷ | ۱۰/۶۲۰ | ۱۱/۶۸۲ | ۸/۷۲۲ |
| ۲۶ | ۱/۳۹۹ | ۳/۲۵۵ | ۱/۸۳۴ | ۲/۳۷۴ | ۲/۸۶۹ | ۲/۱۱۰ | ۷/۰۰۹ | ۲۷/۱۷۵ | ۲۱/۰۱۰ |
| ۳۰ | ۱/۳۷۸ | ۲/۴۹۸ | ۱/۷۵۴ | ۲/۶۴۵ | ۳/۵۲۱ | ۱/۹۳۳ | ۸/۸۲۴ | ۱۹/۶۵۴ | ۱۲/۷۹۵ |
| ۱۶ | ۰/۵۱۰ | ۱/۳۸۶ | ۰/۵۷۶ | ۱/۱۱۳ | ۱/۳۲۹ | ۱/۵۶۵ | ۸/۸۹۲ | ۹/۰۷۸ | ۱۷/۳۹۴ |
| ۲۲ | ۱/۹۳۹ | ۲/۵۵۹ | ۲/۲۷۷ | ۳/۷۶۶ | ۲/۵۱۵ | ۳/۲۲۳ | ۸/۱۰۳ | ۲۹/۴۸۲ | ۱۸/۴۲۶ |
| ۵۵ | ۱/۹۰۹ | ۲/۶۸۰ | ۲/۵۴۲ | ۴/۸۲۷ | ۴/۶۱۶ | ۲/۶۶۵ | ۱۶/۶۴۳ | ۱۷/۲۴۲ | ۲۰/۱۸۷ |
| ۲ | ۲/۰۸۷ | ۳/۶۵۳ | ۲/۷۸۰ | ۲/۶۱۳ | ۲/۶۴۰ | ۲/۹۹۶ | ۸/۳۸۹ | ۳۲/۷۲۹ | ۸/۵۱۵ |
| ۱۹ | ۱/۲۳۷ | ۲/۲۳۰ | ۳/۵۳۸ | ۱/۵۹۵ | ۲/۵۰۷ | ۳/۵۱۹ | ۷/۴۱۹ | ۲۱/۶۹۲ | ۳۴/۱۸۱ |
| ۱۲ | ۱/۰۳۵ | ۱/۵۳۴ | ۱/۳۹۷ | ۵/۵۹۳ | ۲/۲۲۴ | ۴/۷۶۴ | ۶/۵۵۸ | ۱۱/۹۷۷ | ۱۹/۷۰۴ |
| ۲۸ | ۰/۵۲۳ | ۰/۵۶۸ | ۱/۰۴۲ | ۳/۶۵۵ | ۲/۶۲۰ | ۰/۸۵۱ | ۶/۶۱۳ | ۱۶/۳۱۵ | ۱۷/۹۷۲ |

همانگونه که در جدول (۲) مشاهده می‌شود، با توجه به سطوح بحرانی تعیین‌شده در این آزمون براساس توزیع کای دو مشخص‌شده (به‌ترتیب مقادیر ۶/۷، ۵/۵ و ۳/۹ برای سطوح اطمینان ۹۹، ۹۷/۵ و ۹۵ درصد)، آماره‌های LR، برای هر سه روش پارامتریک، تاریخی و مونت‌کارلو محاسبه شده است که براساس آن گفتنی است، به‌دلیل اینکه در سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۷/۵ درصد، اغلب آماره‌های LR محاسبه‌شده برای صندوق‌های سرمایه‌گذاری، کوچک‌تر از میزان بحرانی مشخص شده (*) است (به‌طور مشخص، اغلب آماره‌های LR، از مقادیر ۶/۷ و ۵/۵ کوچک‌تر است)، فرضیهٔ معتبربودن ارزش‌های در معرض خطر محاسبه‌شده پذیرفته می‌شود (فرضیهٔ اولیهٔ معتبربودن ارزش‌های در معرض خطر رد نمی‌شود)؛ پس در این سطوح اطمینان از هر یک از روش‌های مذکور برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر می‌توان استفاده کرد؛ اما در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مقادیر آمارهٔ محاسبه‌شده به‌طور عمده، بیشتر از مقدار بحرانی (۳/۹) است؛ بنابراین فرضیهٔ معتبربودن مقادیر ارزش در معرض خطر محاسبه‌شده رد می‌شود؛ بنابراین در این سطح، مقادیر ارزش در معرض خطر محاسبه‌شده با استفاده از سه روش مذکور، اعتبار کافی ندارد. نتایج بررسی درجهٔ کفایت الگوی برآورد ارزش در معرض خطر با آزمون کریستوفرسن، در جدول (۳) ارائه شده است:

**جدول (۳) نتایج آزمون کریستوفرسن**

| کد صندوق | $LR_{CC}$ ٪۱ | | | $LR_{CC}$ ٪۲/۵ | | | $LR_{CC}$ ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۹/۸* | | | ۸/۲* | | | ٦/٥* | | |
| | MC | HS | PM | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۱۱ | ۲/۲۰۸ | ۲/۲۶۵ | ۳/۴۰۵ | ۱۰/۵۱۰ | ۲/۴۱۵ | ۲/۸۸۱ | ۲۸/۴۰۱ | ۲۳/۸۱۱ | ۲۳/۸۳۶ |
| ۲۴ | ۲/۳۱۲ | ۳/۳۲۴ | ۳/۲۹۲ | ۴/۵۱۸ | ۵/۶۹۶ | ۷/۷۰۴ | ۳۲/۲۴۸ | ۲۵/۷۹۷ | ۲۶/۵۲۶ |
| ۵۱ | ۰/۹۱۸ | ۲/۰۱۷ | ۰/۵۸۴ | ۳/۰۶۸ | ۲/۳۱۲ | ۹/۳۴۷ | ۲۱/۴۹۱ | ۲۹/۳۷۴ | ۲۲/۵۰۱ |
| ۳۲ | ۰/۸۱۷ | ۱/۸۴۳ | ۱/۷۹۹ | ۱/۲۹۹ | ۴/۳۶۵ | ۲/۷۲۹ | ۲۴/۷۸۸ | ۲۱/۹۹۶ | ۲۴/۸۵۷ |
| ۲۷ | ۲/۴۹۰ | ۳/۰۳۳ | ۵/۲۵۱ | ۴/۹۱۱ | ۰/۷۴۳ | ۵/۳۵۵ | ۲۶/۶۳۴ | ۲۸/۰۳۹ | ۲۶/۴۶۷ |
| ۳۶ | ۲/۲۰۴ | ۳/۰۲۵ | ۲/۸۱۶ | ۵/۵۵۴ | ۱/۳۶۲ | ۳/۱۶۷ | ۲۴/۴۸۹ | ۲۵/۱۷۷ | ۲۴/۱۱۵ |
| ۲۵ | ۲/۲۳۰ | ۳/۵۷۷ | ۴/۳۳۵ | ۴/۷۷۲ | ۴/۳۸۹ | ۶/۰۳۴ | ۲۲/۸۳۶ | ۳۱/۳۳۶ | ۲۵/۵۶۳ |
| ۴۵ | ۲/۲۵۲ | ۳/۱۲۰ | ۳/۰۵۴ | ۴/۶۶۴ | ۴/۱۰۷ | ۴/۴۴۹ | ۲۵/۲۴۷ | ۲۶/۴۲۳ | ۲۵/۸۵۵ |
| ۵۰ | ۰/۴۴۰ | ۰/۸۸۷ | ۲/۰۲۶ | ۲/۲۸۱ | ۶/۳۵۰ | ۵/۵۷۶ | ۲۵/۱۱۷ | ۲۵/۲۰۷ | ۲۳/۰۸۶ |
| ۴۸ | ۵/۰۵۶ | ۴/۸۴۰ | ۳/۶۶۵ | ۴/۲۵۱ | ۶/۱۵۴ | ۷/۰۱۱ | ۲۵/۴۰۳ | ۳۲/۰۴۵ | ۲۶/۰۱۴ |
| ۹ | ۱/۶۹۳ | ۳/۴۲۲ | ۳/۲۶۷ | ۴/۷۳۱ | ۴/۳۵۸ | ۳/۷۰۷ | ۲۴/۲۷۳ | ۲۴/۴۴۴ | ۲۲/۷۹۲ |
| ۵۴ | ۱/۶۰۹ | ۲/۰۲۳ | ۲/۷۰۳ | ۴/۶۲۰ | ۰/۲۹۹ | ۵/۷۷۱ | ۲۲/۵۵۷ | ۲۳/۶۲۳ | ۲۴/۰۹۲ |
| ۴۲ | ۲/۱۳۳ | ۳/۲۸۹ | ۳/۵۱۹ | ۴/۳۸۹ | ۳/۸۶۰ | ۶/۷۰۰ | ۲۵/۷۵۳ | ۲۴/۸۳۶ | ۲۵/۲۲۸ |
| ۱۸ | ۱/۲۵۳ | ۰/۹۸۴ | ۲/۱۴۴ | ۲/۳۹۷ | ۹/۰۶۱ | ۲/۴۰۷ | ۲۶/۸۵۷ | ۲۶/۹۶۴ | ۲۵/۳۷۶ |
| ۶ | ۲/۰۵۲ | ۱/۹۴۷ | ۲/۵۴۸ | ۱/۷۳۲ | ۱/۵۹۶ | ۸/۶۰۹ | ۲۳/۶۲۰ | ۲۵/۸۷۷ | ۲۳/۴۰۵ |
| ۳۷ | ۲/۴۶۰ | ۳/۱۸۹ | ۴/۶۷۰ | ۶/۴۷۶ | ۱/۹۸۰ | ۶/۴۰۵ | ۲۷/۹۵۴ | ۲۸/۴۸۰ | ۲۴/۶۲۱ |

| کد صندوق | $LR_{CC}$ ٪۱ | | | $LR_{CC}$ ٪۲/۵ | | | $LR_{CC}$ ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۹/۸* | | | ۸/۲* | | | ٦/٥* | | |
| | MC | HS | PM | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۳۵ | ۳/۶۲۹ | ۳/۰۴۵ | ۳/۸۷۴ | ۲/۷۴۹ | ۳/۵۱۵ | ۵/۶۵۶ | ۲۴/۹۵۵ | ۲۶/۰۵۲ | ۲۵/۴۸۴ |
| ۴۷ | ۱/۵۶۳ | ۲/۰۶۷ | ۲/۵۱۴ | ۲/۳۵۰ | ۲/۷۷۶ | ۴/۸۳۴ | ۲۲/۹۷۳ | ۲۶/۷۹۴ | ۲۴/۳۴۲ |
| ۴۴ | ۲/۲۰۵ | ۵/۰۰۰ | ۳/۶۹۴ | ۶/۳۴۸ | ۹/۳۴۴ | ۹/۸۳۷ | ۲۴/۹۰۸ | ۲۵/۷۰۹ | ۲۵/۹۴۲ |
| ۱۷ | ۲/۶۲۹ | ۲/۴۹۹ | ۲/۱۶۲ | ۳/۱۹۰ | ۴/۲۴۶ | ۳/۸۲۱ | ۲۲/۰۵۳ | ۲۹/۳۶۲ | ۲۳/۳۸۳ |
| ۱۰ | ۳/۰۸۶ | ۳/۵۷۱ | ۳/۶۶۶ | ۶/۰۹۵ | ۴/۳۸۸ | ۶/۳۶۶ | ۲۳/۷۹۲ | ۲۶/۶۳۳ | ۲۹/۰۷۱ |
| ۴ | ۲/۴۵۶ | ۳/۰۸۹ | ۱/۶۵۲ | ۲/۲۰۲ | ۳/۶۵۵ | ۸/۹۶۴ | ۲۴/۰۲۴ | ۲۵/۲۳۸ | ۲۴/۳۵۵ |
| ۲۱ | ۰/۷۲۴ | ۲/۰۱۳ | ۱/۳۹۵ | ۳/۱۰۸ | ۱/۴۴۵ | ۵/۴۱۱ | ۲۴/۷۵۹ | ۲۳/۱۰۶ | ۲۳/۰۳۵ |
| ۴۰ | ۳/۰۵۸ | ۲/۶۴۷ | ۲/۸۹۵ | ۶/۲۶۷ | ۳/۵۰۷ | ۷/۰۵۳ | ۲۳/۷۰۱ | ۲۴/۳۸۳ | ۲۵/۲۴۱ |
| ۴۳ | ۳/۰۷۷ | ۴/۵۵۵ | ۵/۶۱۳ | ۵/۳۴۵ | ۲/۷۰۵ | ۷/۲۰۰ | ۲۲/۹۷۱ | ۲۶/۶۳۴ | ۲۳/۱۳۲ |
| ۸ | ۲/۴۹۲ | ۲/۹۰۳ | ۲/۵۶۲ | ۳/۴۷۵ | ۶/۰۵۱ | ۳/۶۱۵ | ۲۲/۲۴۰ | ۲۹/۳۵۲ | ۲۴/۶۷۳ |
| ۵۳ | ۱/۸۵۲ | ۲/۸۸۶ | ۲/۳۳۵ | ۴/۴۶۴ | ۷/۷۱۷ | ۴/۰۷۵ | ۲۳/۴۱۰ | ۲۴/۲۳۳ | ۲۶/۲۸۷ |
| ۴۱ | ۳/۱۱۳ | ۳/۶۶۳ | ۳/۶۹۶ | ۶/۳۲۲ | ۲/۶۰۳ | ۶/۹۷۵ | ۲۳/۷۳۳ | ۲۴/۱۱۴ | ۲۵/۸۵۵ |
| ۱ | ۳/۱۸۳ | ۲/۷۹۹ | ۴/۱۹۰ | ۵/۱۲۹ | ۷/۶۹۸ | ۴/۴۲۹ | ۲۴/۰۶۹ | ۲۶/۷۹۴ | ۲۵/۸۴۰ |
| ۳۳ | ۰/۷۴۳ | ۰/۵۸۵ | ۲/۷۳۴ | ۳/۶۸۰ | ۵/۳۶۵ | ۵/۱۷۳ | ۲۱/۲۰۶ | ۲۷/۰۱۶ | ۲۲/۲۴۲ |
| ۳۱ | ۱/۹۰۳ | ۲/۹۹۲ | ۳/۲۶۷ | ۷/۰۲۳ | ۱/۴۲۶ | ۴/۲۶۳ | ۲۵/۲۹۸ | ۲۴/۴۵۸ | ۲۷/۰۵۷ |
| ۳۴ | ۲/۰۹۱ | ۳/۲۶۶ | ۳/۵۸۴ | ۳/۲۱۶ | ۹/۳۸۵ | ۷/۱۴۸ | ۲۳/۴۸۳ | ۲۵/۹۹۶ | ۲۷/۸۶۱ |
| ۴۹ | ۱/۵۹۶ | ۲/۵۲۷ | ۲/۸۸۱ | ۳/۲۴۵ | ۵/۰۲۱ | ۵/۸۹۲ | ۲۳/۳۸۶ | ۲۴/۱۰۹ | ۲۴/۴۶۵ |
| ۴۶ | ۱/۸۵۷ | ۳/۱۶۴ | ۱/۷۲۲ | ۲/۷۴۳ | ۲/۳۰۹ | ۳/۸۶۲ | ۲۵/۶۹۱ | ۲۵/۴۸۴ | ۲۵/۵۱۷ |
| ۱۳ | ۳/۰۶۴ | ۳/۷۲۷ | ۳/۴۸۹ | ۳/۶۴۷ | ۹/۶۵۸ | ۴/۵۴۵ | ۲۶/۲۷۳ | ۲۴/۲۸۴ | ۲۹/۲۱۸ |
| ۳ | ۲/۶۱۵ | ۴/۱۱۷ | ۲/۴۱۸ | ۴/۸۷۶ | ۴/۴۴۷ | ۵/۴۳۰ | ۲۶/۰۲۰ | ۲۴/۵۵۴ | ۲۴/۴۸۴ |
| ۲۳ | ۲/۳۲۲ | ۱/۸۱۹ | ۲/۳۹۶ | ۵/۹۸۷ | ۲/۹۶۲ | ۶/۷۹۴ | ۲۵/۲۶۰ | ۲۳/۸۵۳ | ۲۶/۲۰۸ |
| ۱۴ | ۲/۰۳۷ | ۲/۱۰۰ | ۳/۶۲۴ | ۲/۳۳۰ | ۳/۸۸۷ | ۷/۲۵۰ | ۲۵/۴۷۶ | ۲۷/۱۸۶ | ۲۸/۵۲۷ |
| ۵۲ | ۲/۰۷۰ | ۳/۰۴۰ | ۳/۰۹۰ | ۳/۱۵۶ | ۵/۱۵۵ | ۲/۱۱۱ | ۲۲/۱۸۶ | ۲۴/۰۰۱ | ۲۵/۱۷۶ |
| ۲۰ | ۰/۳۶۱ | ۰/۸۴۸ | ۲/۸۷۹ | ۵/۰۳۱ | ۷/۲۸۰ | ۵/۳۱۴ | ۲۳/۰۵۸ | ۲۲/۸۱۰ | ۲۵/۶۷۴ |
| ۱۵ | ۲/۱۹۹ | ۳/۲۹۴ | ۳/۳۳۵ | ۳/۵۱۸ | ۱/۰۱۱ | ۵/۷۰۱ | ۲۳/۷۱۵ | ۲۶/۴۴۲ | ۲۴/۸۰۲ |
| ۷ | ۲/۶۶۱ | ۲/۱۲۹ | ۲/۷۰۵ | ۳/۶۳۰ | ۴/۲۵۷ | ۹/۵۴۰ | ۲۴/۷۸۲ | ۲۶/۱۶۴ | ۲۵/۷۳۶ |
| ۳۸ | ۱/۷۲۵ | ۲/۶۱۸ | ۲/۳۳۲ | ۵/۵۸۶ | ۲/۸۹۸ | ۲/۵۱۸ | ۲۴/۰۵۲ | ۲۴/۶۲۷ | ۲۳/۶۹۸ |
| ۳۹ | ۲/۰۷۷ | ۳/۶۹۹ | ۱/۶۸۰ | ۵/۴۶۶ | ۴/۴۱۵ | ۴/۷۰۱ | ۲۴/۳۴۴ | ۲۹/۶۷۷ | ۲۶/۵۲۳ |
| ۲۹ | ۱/۳۱۸ | ۳/۸۱۸ | ۱/۸۲۵ | ۲/۵۳۱ | ۳/۲۳۳ | ۶/۳۰۱ | ۲۴/۹۳۰ | ۲۴/۱۴۸ | ۲۳/۵۹۳ |
| ۵ | ۲/۰۵۱ | ۱/۸۶۲ | ۲/۶۵۵ | ۲/۷۳۲ | ۵/۶۲۰ | ۵/۲۸۲ | ۲۲/۸۶۴ | ۲۴/۷۱۳ | ۲۵/۳۳۸ |
| ۲۶ | ۲/۸۲۲ | ۳/۶۸۴ | ۲/۲۷۲ | ۳/۸۴۷ | ۵/۰۱۷ | ۶/۲۳۰ | ۲۳/۱۴۴ | ۲۳/۵۸۳ | ۲۳/۶۷۷ |

| کد صندوق | $LR_{CC}$ ٪۱ | | | $LR_{CC}$ ٪۲/۵ | | | $LR_{CC}$ ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | ۹/۸* | | | ۸/۲* | | | ٦/٥* | | |
| | MC | HS | PM | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۳۰ | ۲/۰۶۴ | ۳/۱۲۱ | ۲/۲۵۱ | ۳/۰۳۷ | ۴/۶۲۳ | ۵/۹۳۸ | ۲۳/۶۴۵ | ۲۴/۱۴۸ | ۲۴/۲۰۳ |
| ۱۶ | ۱/۴۶۲ | ۱/۹۶۱ | ۰/۷۰۹ | ۲/۳۹۶ | ۱/۲۲۰ | ۴/۶۸۶ | ۲۱/۹۶۴ | ۲۴/۳۹۱ | ۲۱/۱۰۴ |
| ۲۲ | ۳/۶۱۸ | ۲/۹۰۲ | ۳/۲۶۲ | ۷/۰۵۳ | ۸/۸۵۸ | ۶/۶۶۲ | ۲۷/۹۳۲ | ۲۷/۴۵۷ | ۲۵/۲۱۴ |
| ۵۵ | ۲/۷۴۶ | ۳/۶۲۳ | ۲/۶۳۷ | ۴/۵۴۳ | ۵/۷۰۹ | ۳/۲۹۰ | ۲۳/۵۷۱ | ۲۴/۱۷۱ | ۲۶/۹۶۴ |
| ۲ | ۲/۹۷۰ | ۵/۱۲۹ | ۳/۵۰۴ | ۳/۷۷۸ | ۷/۹۰۱ | ۴/۶۹۱ | ۲۳/۸۷۷ | ۲۶/۱۰۱ | ۲۳/۸۵۳ |
| ۱۹ | ۲/۶۴۴ | ۳/۱۰۵ | ۳/۶۰۹ | ۴/۸۹۳ | ۲/۸۴۸ | ۷/۰۹۷ | ۲۸/۴۰۱ | ۲۶/۴۴۲ | ۲۸/۱۰۳ |
| ۱۲ | ۳/۳۵۳ | ۱/۸۰۴ | ۱/۸۴۴ | ۴/۵۷۷ | ۱/۴۱۴ | ۳/۶۷۲ | ۲۲/۹۵۵ | ۲۳/۱۷۸ | ۲۳/۲۰۳ |
| ۲۸ | ۱/۰۱۱ | ۱/۶۰۶ | ۲/۵۲۵ | ۶/۳۳۴ | ۸/۳۵۶ | ۵/۴۱۸ | ۲۶/۷۸۱ | ۲۳/۵۲۶ | ۲۳/۵۶۴ |

براساس نتایج آزمون کریستوفرسن که در جدول (۳) ارائه شده است، گفتنی است همانند آزمون قبلی، در سطح اطمینان ۹۵ درصد به‌دلیل بزرگ‌تربودن مقادیر آماره‌های LRcc محاسبه‌شده از مقدار بحرانی (۶/۵)، فرضیهٔ اولیهٔ معتبربودن نتایج ارزش در معرض خطر محاسبه‌شده رد می‌شود؛ بنابراین هیچ یک از سه روش پارامتریک، تاریخی و مونت‌کارلو در این سطح اطمینان، اعتبار لازم را ندارد؛ اما همانند آزمون قبلی براساس این آزمون نیز نتایج حاصل از هر سه روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر برای هر دو سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۷/۵ درصد مطلوب و معتبر است. به‌طور مشخص، در این سطوح از اطمینان اغلب آماره‌های LRccمحاسبه‌شده از مقادیر بحرانی (۹/۸ و ۸/۲) کوچک‌تر است؛ بنابراین مشابه‌بودن این نتایج با نتایج آزمون قبلی، به افزایش اعتبار نتایج به‌دست‌آمده از سه روش مذکور در هر دو سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۷/۵ درصد منجر می‌شود.

نتایج بررسی درجهٔ کفایت الگوی برآورد ارزش در معرض خطر با آزمون هندریکس، در جدول (۴) ارائه شده است:

**جدول (٤) نتایج آزمون هندریکس**

| کد صندوق | MRB ٪۱ | | | MRB ٪۲/۵ | | | MRB ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MC | HS | PM | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۱۱ | ۰/۵۶۲ | −۱/۱۷۳ | −۰/۴۸۰ | ۰/۳۵۷ | ۰/۷۷۰ | ۰/۳۹۰ | ۰/۷۱۰ | ۰/۳۹۷ | ۰/۲۴۶ |
| ۲۴ | −۱/۵۰۱ | ۰/۷۱۷ | ۰/۴۵۷ | ۰/۷۴۹ | ۰/۴۵۴ | ۰/۸۲۸ | ۰/۸۴۳ | ۰/۴۳۲ | ۰/۸۱۱ |
| ۵۱ | −۰/۴۶۵ | ۰/۶۷۸ | ۰/۲۷۱ | ۰/۵۳۰ | ۰/۹۲۰ | ۰/۴۶۵ | ۰/۰۳۲ | ۰/۷۷۵ | ۰/۰۱۱ |
| ۳۲ | −۰/۱۶۴ | ۰/۵۱۱ | −۲/۱۰۳ | ۰/۹۱۴ | ۰/۶۸۸ | ۰/۴۸۹ | ۰/۹۸۱ | ۰/۲۸۹ | ۰/۲۴۲ |
| ۲۷ | ۰/۶۳۲ | −۰/۸۵۲ | ۱/۷۰۲ | ۰/۶۱۹ | ۰/۵۰۶ | ۰/۰۸۶ | ۰/۳۴۸ | ۰/۰۴۱ | ۰/۹۸۷ |
| ۳۶ | ۰/۸۶۸ | −۰/۲۳۶ | −۰/۴۶۰ | ۰/۴۸۰ | ۰/۴۱۶ | ۰/۷۵۴ | ۰/۰۰۳ | ۰/۲۳۶ | ۰/۲۹۳ |
| ۲۵ | ۰/۶۵۳ | ۰/۸۸۳ | ۰/۰۴۵ | ۰/۱۲۷ | ۰/۸۳۸ | ۰/۵۴۹ | ۰/۷۱۱ | ۰/۵۷۱ | ۰/۵۳۸ |
| ۴۵ | ۰/۰۳۰ | −۰/۰۴۶ | −۰/۱۰۸ | ۰/۸۰۲ | ۰/۰۰۵ | ۰/۱۲۸ | ۰/۷۱۷ | ۰/۳۰۱ | ۰/۲۳۶ |

| کد صندوق | MRB ٪۱ | | | MRB ٪۲/۵ | | | MRB ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MC | HS | PM | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۵۰ | ۰/۶۹۶ | ۰/۶۴۱ | −۰/۸۳۸ | ۰/۴۴۸ | ۰/۸۲۱ | ۰/۰۱۶ | ۰/۹۸۵ | ۰/۹۹۶ | ۰/۳۱۷ |
| ۴۸ | ۰/۹۲۶ | −۰/۶۴۷ | −۰/۳۵۲ | ۰/۱۱۸ | ۰/۳۹۹ | ۰/۲۳۲ | ۰/۱۳۷ | ۰/۷۵۸ | ۰/۸۲۹ |
| ۹ | ۰/۶۶۳ | ۰/۵۵۱ | −۰/۶۳۹ | ۰/۶۴۸ | ۰/۸۳۸ | ۰/۴۸۹ | ۰/۹۹۷ | ۰/۳۱۳ | ۰/۲۴۱ |
| ۵۴ | ۰/۵۵۷ | −۰/۱۲۲ | −۱/۰۶۲ | ۰/۹۸۳ | ۰/۹۲۹ | ۰/۴۵۶ | ۰/۶۲۳ | ۰/۶۹۰ | ۰/۴۱۸ |
| ۴۲ | −۰/۹۷۹ | −۰/۷۰۸ | −۰/۳۰۳ | ۰/۷۲۸ | ۰/۴۳۱ | ۰/۴۹۵ | ۰/۷۴۲ | ۰/۵۷۲ | ۰/۱۵۸ |
| ۱۸ | ۰/۷۸۶ | −۰/۴۲۷ | −۰/۵۷۹ | ۰/۳۱۴ | ۰/۷۰۵ | ۰/۶۸۷ | ۰/۴۳۱ | ۰/۱۳۱ | ۰/۵۷۸ |
| ۶ | −۰/۳۵۷ | ۰/۳۹۱ | ۱/۳۷۱ | ۰/۶۰۳ | ۰/۱۶۸ | ۰/۱۷۵ | ۰/۸۱۶ | ۰/۹۴۲ | ۰/۷۳۴ |
| ۳۷ | ۰/۱۹۲ | ۰/۸۴۰ | −۰/۲۰۵ | ۰/۷۴۳ | ۰/۵۶۳ | ۰/۲۴۰ | ۰/۴۴۸ | ۰/۴۸۶ | ۰/۸۳۲ |
| ۳۵ | ۱/۷۷۲ | −۰/۶۴۶ | −۰/۳۰۳ | ۰/۰۴۴ | ۰/۶۷۹ | ۰/۶۱۵ | ۰/۰۷۰ | ۰/۹۴۴ | ۰/۳۴۶ |
| ۴۷ | ۰/۵۰۴ | −۰/۱۷۲ | ۰/۰۸۴ | ۰/۶۱۲ | ۰/۶۲۲ | ۰/۶۰۶ | ۰/۹۳۱ | ۰/۳۰۷ | ۰/۹۰۹ |
| ۴۴ | −۰/۵۹۵ | −۱/۲۵۰ | ۰/۱۳۰ | ۰/۱۲۹ | ۰/۴۳۵ | ۰/۶۹۱ | ۰/۵۸۸ | ۰/۳۳۲ | ۰/۰۹۰ |
| ۱۷ | ۰/۶۷۹ | −۰/۶۷۱ | −۰/۳۹۳ | ۰/۴۵۳ | ۰/۰۴۸ | ۰/۷۰۶ | ۰/۵۰۹ | ۰/۱۳۰ | ۰/۸۰۳ |
| ۱۰ | ۰/۱۱۹ | −۰/۱۱۴ | −۱/۱۷۶ | ۰/۰۸۷ | ۰/۲۴۶ | ۰/۷۸۳ | ۰/۸۵۱ | ۰/۹۰۳ | ۰/۷۸۲ |
| ۴ | −۰/۹۸۳ | ۱/۶۴۷ | −۰/۱۶۴ | ۰/۱۱۱ | ۰/۰۴۵ | ۰/۴۵۴ | ۰/۶۷۲ | ۰/۸۶۸ | ۰/۸۲۴ |
| ۲۱ | −۰/۱۸۳ | −۰/۲۳۶ | −۰/۱۱۵ | ۰/۵۲۸ | ۰/۸۳۶ | ۰/۵۶۲ | ۰/۸۱۶ | ۰/۶۱۸ | ۰/۰۶۰ |
| ۴۰ | ۲/۱۲۴ | −۰/۳۴۴ | ۰/۲۳۶ | ۰/۴۷۵ | ۰/۳۴۹ | ۰/۱۳۵ | ۰/۶۷۸ | ۰/۱۵۸ | ۰/۹۱۴ |
| ۴۳ | ۰/۷۹۸ | ۰/۶۱۶ | ۱/۵۵۰ | ۰/۰۳۳ | ۰/۷۱۴ | ۰/۳۸۳ | ۰/۸۹۱ | ۰/۸۲۹ | ۰/۲۷۸ |
| ۸ | −۰/۹۲۸ | −۱/۲۶۲ | ۰/۲۳۸ | ۰/۰۴۰ | ۰/۸۴۸ | ۰/۸۲۵ | ۰/۳۸۷ | ۰/۶۲۳ | ۰/۶۵۴ |
| ۵۳ | −۰/۵۰۰ | −۱/۲۷۷ | ۰/۵۱۲ | ۰/۷۲۷ | ۰/۳۸۱ | ۰/۸۶۳ | ۰/۹۱۸ | ۰/۶۷۵ | ۰/۸۴۴ |
| ۴۱ | ۰/۲۲۰ | −۰/۷۶۳ | −۰/۲۵۶ | ۰/۶۱۴ | ۰/۲۴۰ | ۰/۹۴۶ | ۰/۱۱۶ | ۰/۲۰۷ | ۰/۰۲۸ |
| ۱ | −۰/۸۶۴ | ۱/۵۸۲ | −۳/۰۲۲ | ۰/۳۰۰ | ۰/۶۴۶ | ۰/۸۱۸ | ۰/۳۴۳ | ۰/۳۳۴ | ۰/۳۶۹ |
| ۳۳ | −۰/۰۱۷ | −۰/۵۸۴ | −۱/۳۷۰ | ۰/۶۴۸ | ۰/۱۳۸ | ۰/۴۲۳ | ۰/۰۴۵ | ۰/۶۶۳ | ۰/۲۷۲ |
| ۳۱ | −۰/۰۷۳ | ۰/۴۶۲ | ۱/۳۶۸ | ۰/۴۸۷ | ۰/۱۴۹ | ۰/۷۸۵ | ۰/۹۴۷ | ۰/۰۱۹ | ۰/۷۱۵ |
| ۳۴ | ۱/۴۷۴ | ۰/۸۸۱ | −۰/۰۸۲ | ۰/۲۷۲ | ۰/۱۴۸ | ۰/۸۳۵ | ۰/۹۶۶ | ۰/۵۵۷ | ۰/۰۶۲ |
| ۴۹ | −۰/۳۱۲ | −۰/۱۵۲ | −۰/۲۶۵ | ۰/۳۷۳ | ۰/۰۶۹ | ۰/۷۰۸ | ۰/۳۶۷ | ۰/۲۳۱ | ۰/۱۴۹ |
| ۴۶ | ۱/۶۰۱ | −۰/۴۸۱ | ۱/۴۰۹ | ۰/۳۶۴ | ۰/۶۷۱ | ۰/۴۷۶ | ۰/۴۲۳ | ۰/۶۵۱ | ۰/۰۶۵ |
| ۱۳ | −۰/۱۱۵ | −۰/۸۰۸ | -۰/۱۰۶ | ۰/۷۰۴ | ۰/۳۸۵ | ۰/۵۸۴ | ۰/۰۶۰ | ۰/۲۰۷ | ۰/۵۷۰ |
| ۳ | ۰/۱۹۹ | ۱/۵۳۹ | ۱/۰۹۱ | ۰/۰۷۱ | ۰/۲۸۲ | ۰/۹۸۹ | ۰/۷۵۶ | ۰/۰۲۰ | ۰/۳۸۶ |
| ۲۳ | ۰/۸۹۹ | ۱/۴۶۳ | ۱/۶۱۲ | ۰/۳۹۶ | ۰/۰۲۰ | ۰/۴۶۶ | ۰/۰۳۶ | ۰/۸۱۷ | ۰/۷۹۵ |
| ۱۴ | ۰/۳۵۶ | ۱/۵۲۵ | ۰/۶۸۳ | ۰/۸۰۲ | ۰/۴۹۸ | ۰/۶۶۹ | ۰/۴۰۵ | ۰/۵۷۵ | ۰/۵۹۲ |
| ۵۲ | −۰/۵۷۵ | ۱/۱۱۶ | ۰/۶۹۸ | ۰/۵۰۹ | ۰/۰۴۴ | ۰/۸۴۴ | ۰/۴۶۳ | ۰/۵۶۳ | ۰/۷۰۲ |
| ۲۰ | −۰/۷۹۱ | ۰/۴۷۶ | −۰/۴۱۰ | ۰/۹۴۷ | ۰/۱۷۲ | ۰/۰۱۷ | ۰/۶۰۳ | ۰/۲۳۵ | ۰/۵۵۶۹ |

| کد صندوق | MRB ٪۱ | | | MRB ٪۲/۵ | | | MRB ٪۵ | | |
|---|---|---|---|---|---|---|---|---|---|
| | MC | HS | PM | MC | HS | PM | MC | HS | PM |
| ۱۵ | -۰/۰۱۴ | -۱/۱۷۹ | ۰/۸۲۰ | ۰/۷۹۲ | ۰/۲۴۹ | ۰/۰۲۹ | ۰/۹۳۲ | ۰/۶۱۶ | ۰/۹۲۲ |
| ۷ | -۱/۳۰۹ | ۰/۳۵۹ | ۰/۸۶۱ | ۰/۱۵۲ | ۰/۸۸۲ | ۰/۱۳۷ | ۰/۲۱۴ | ۰/۷۶۶ | ۰/۵۵۲ |
| ۳۸ | ۰/۲۰۶ | -۱/۰۰۹ | ۰/۰۰۷ | ۰/۷۱۱ | ۰/۲۹۵ | ۰/۹۶۵ | ۰/۶۶۰ | ۰/۴۸۱ | ۰/۷۱۳ |
| ۳۹ | -۱/۱۶۰ | ۰/۲۸۱ | -۰/۸۵۷ | ۰/۰۷۳ | ۰/۵۴۲ | ۰/۹۴۲ | ۰/۵۸۴ | ۰/۸۶۸ | ۰/۸۰۷ |
| ۲۹ | -۲/۳۴۲ | ۰/۰۰۵ | -۱/۳۰۹ | ۰/۳۶۶ | ۰/۶۸۸ | ۰/۳۱۵ | ۰/۵۵۳ | ۰/۱۲۶ | ۰/۰۸۵ |
| ۵ | -۱/۴۸۶ | ۱/۵۵۸ | -۱/۰۴۵ | ۰/۳۳۰ | ۰/۹۵۴ | ۰/۶۲۳ | ۰/۰۱۵ | ۰/۸۴۳ | ۰/۴۰۱ |
| ۲۶ | -۰/۳۷۷ | ۰/۰۲۰ | ۰/۳۲۳ | ۰/۹۵۶ | ۰/۷۱۸ | ۰/۳۵۲ | ۰/۶۹۴ | ۰/۱۳۶ | ۰/۲۴۵ |
| ۳۰ | ۱/۴۰۲ | ۰/۵۲۸ | -۰/۶۷۷ | ۰/۵۵۱ | ۰/۷۸۷ | ۰/۴۳۰ | ۰/۴۲۱ | ۰/۳۶۸ | ۰/۲۴۴ |
| ۱۶ | -۰/۵۶۱ | -۰/۰۲۵ | -۰/۱۳۱ | ۰/۶۲۰ | ۰/۵۹۲ | ۰/۹۵۳ | ۰/۲۶۳ | ۰/۲۵۰ | ۰/۶۶۰ |
| ۲۲ | -۰/۹۶۰ | -۰/۸۹۹ | ۰/۸۰۲ | ۰/۴۴۰ | ۰/۸۶۹ | ۰/۳۱۸ | ۰/۲۱۶ | ۰/۹۲۱ | ۰/۴۸۱ |
| ۵۵ | -۱/۰۰۵ | -۱/۰۶۵ | -۰/۸۰۹ | ۰/۴۴۴ | ۰/۳۲۳ | ۰/۵۲۰ | ۰/۸۳۵ | ۰/۵۵۲ | ۰/۶۷۸ |
| ۲ | -۰/۸۷۷ | -۱/۸۹۸ | ۰/۸۷۳ | ۰/۸۷۷ | ۰/۵۱۶ | ۰/۰۸۶ | ۰/۴۶۶ | ۰/۰۱۶ | ۰/۰۱۱ |
| ۱۹ | ۰/۱۲۷ | ۰/۹۰۵ | -۱/۲۴۵ | ۰/۳۲۲ | ۰/۰۱۰ | ۰/۹۲۵ | ۰/۴۰۵ | ۰/۱۴۰ | ۰/۲۶۵ |
| ۱۲ | ۰/۱۷۶ | ۱/۴۵۲ | -۱/۲۸۲ | ۰/۰۹۵ | ۰/۲۰۲ | ۰/۴۶۵ | ۰/۰۶۴ | ۰/۳۸۵ | ۰/۳۹۲ |
| ۲۸ | -۰/۴۷۹ | -۱/۳۴۳ | ۰/۳۹۳ | ۰/۴۹۹ | ۰/۶۷۴ | ۰/۶۴۶ | ۰/۲۸۹ | ۰/۸۱۵ | ۰/۱۷۹ |

در این آزمون (آزمون هندریکس) که نتایج آن در جدول (۴) ارائه شده است، برای تعیین اعتبار نتایج به‌دست‌آمده، انحراف مقادیر آمارهٔ هندریکس مربوط به هریک از روش‌های محاسبهٔ ارزش در معرض خطریعنی روش پارامتریک، تاریخی و مونت‌کارلو نسبت به میانگین آنها سنجیده می‌شود. درواقع، در این آزمون، زیادبودن میزان انحراف از میانگین، نشان‌دهندهٔ کم‌بودن درجهٔ کفایت روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر است؛ بنابراین برای نتیجه‌گیری در این مورد، ابتدا باید انحراف از میانگین مقادیر آمارهٔ هندریکس مربوط به هر یک از روش‌های مذکور در سطوح اطمینان مختلف محاسبه و سپس براساس نتایج حاصل از این مرحله دربارهٔ درجهٔ کفایت هریک از روش‌های مذکور قضاوت شود. بدین‌منظور، ابتدا انحراف از میانگین مقادیر آمارهٔ هندریکس محاسبه و در جدول (۵) ارائه شده است و درادامه نیز تحلیل‌های مربوط به درجهٔ کفایت تخمین‌های حاصل از روش‌های مذکور با توجه به نتایج آزمون هندریکس ارائه شده است.

**جدول (۵) انحراف از میانگین مقادیر آمارهٔ هندریکس برای سه روش پارامتریک، تاریخی و مونت¬کارلو در سطوح احتمال ۱٪، ۲/۵٪ و ۵٪**

| روش | سطوح احتمال | انحراف از میانگین |
|---|---|---|
| پارامتریک | ٪۱ | -۰/۰۷۲۲۸ |
| مونت کارلو | ٪۱ | -۰/۰۳۹۸ |
| شبیه‌سازی تاریخی | ٪۱ | ۰/۰۱۳۲ |
| مونت‌کارلو | ٪۲/۵ | ۰/۴۷۲۲ |
| شبیه‌سازی تاریخی | ٪۲/۵ | ۰/۴۷۴۶ |
| پارامتریک | ٪۲/۵ | ۰/۴۷۴۷ |
| شبیه‌سازی تاریخی | ٪۵ | ۰/۴۸۷۷ |
| مونت‌کارلو | ٪۵ | ۰/۵۲۸۸ |
| پارامتریک | ٪۵ | ۰/۵۳۵۹ |

براساس اطلاعات ارائه‌شده در جدول (۵) که با توجه به مقادیر جدول (۴) استخراج شده است، گفتنی است کلیّهٔ روش‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد، میزان انحراف از میانگین کمتری را (به‌طور قدر مطلق) نشان می‌دهد. همچنین در سطح اطمینان ۹۷/۵ درصد در روش‌های محاسباتی از لحاظ میزان انحراف از میانگین، تفاوت چندانی وجود ندارد؛ اما در سطح اطمینان ۹۵ درصد، کلیّهٔ روش‌ها، انحراف از میانگین بیشتری داشتند. نکتهٔ مهم دیگر این است که دو روش پارامتریک و مونت‌کارلو در سطح اطمینان ۹۹ درصد، میزان انحراف منفی ایجاد کرده‌اند؛ در صورتی که در سایر موارد، انحراف از میانگین مثبت بوده است. به‌طور مشخص براساس این نتایج، گفتنی است با توجه به آزمون هندریکس در سطوح اطمینان ۹۹ و ۹۷/۵ درصد، هر سه روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر، اعتبار کافی دارد.

## نتایج و پیشنهادها

در این پژوهش برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر از سه روش استفاده شد که درادامه، خلاصه‌ای از نتایج آنها ارائه شده است: الف- روش پارامتریک: در روش پارامتریک در سطح اطمینان ۹۹ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۲۵-، ۰/۰۰۵- و ۰/۰۶۳- بود. درواقع، به احتمال ۹۹ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۲۵- درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۵- درصد کمتر نخواهد شد. در سطح اطمینان ۹۷/۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۲۱۰-، ۰/۰۰۵- و ۰/۰۵۴- بود. درواقع، به احتمال ۹۷/۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۲۱- درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۵- درصد کمتر نخواهد شد. در سطح اطمینان ۹۵ درصد، بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۱۷۵-، ۰/۰۰۴- و ۰/۰۴۶- است. درواقع، به احتمال ۹۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۱۷/۵- درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۴- درصد کمتر نخواهد بود. ب- روش تاریخی: در روش تاریخی در سطح اطمینان ۹۹ درصد بیشترین، کمترین و میانگین

ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۴۲۵-، ۰/۴۲۵۳ و ۰/۰۱۹ است. درواقع، به احتمال ۹۹ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۴/۲۵ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۴۲/۵ درصد کمتر نخواهد شد. در این روش در سطح اطمینان ۹۷/۵ درصد، بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۶۱۳-، ۰/۳۲۸۷ و ۰/۰۱۸ بود. درواقع، به احتمال ۹۷/۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۶/۱۳ - درصد و بازده کم خطرترین صندوق از ۳۲/۸۷ درصد کمتر نخواهد شد. در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۷۱۶-، ۰/۳۷۰۲ و ۰/۰۰۶ بود. درواقع، به احتمال ۹۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۷/۱۶ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۳۲/۰۷ درصد کمتر نخواهد شد. ج- روش مونت‌کارلو: در روش مونت‌کارلو در سطح اطمینان ۹۹ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۱۲۶-، ۰/۰۰۶- و ۰/۰۴۴- بود. درواقع، به احتمال ۹۹ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۱۲/۲۶ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۶ درصد کمتر نخواهد شد. در سطح اطمینان ۹۷/۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۵۹- و ۰/۰۳۰- و ۰/۰۲۱- بود. درواقع، به احتمال ۹۷/۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۵/۹ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۳- درصد کمتر نخواهد شد. در سطح اطمینان ۹۵ درصد بیشترین، کمترین و میانگین ارزش در معرض خطر به‌ترتیب برابر با ۰/۰۰۵- ، ۰/۰۰۲- و ۰/۰۱۳- بود. درواقع، به احتمال ۹۵ درصد، بازده پرخطرترین صندوق از ۰/۵ - درصد و بازده کم‌خطرترین صندوق از ۰/۲- درصد کمتر نخواهد شد. درادامه، خلاصه‌ای از نتایج ناشی از اعتبارسنجی روش‌ها و درنهایت نیز جمع‌بندی کلی پژوهش ارائه شده است: الف- آزمون کوپیک: در این آزمون، هر سه روش پارامتریک و تاریخی و مونت‌کارلو تأیید شد؛ یعنی براساس این آزمون به‌دلیل اینکه در سطوح اطمینان ۹۹ و۹۷/۵ درصد، اغلب آماره‌های LR محاسبه‌شده برای صندوق‌های سرمایه‌گذاری کوچک‌تر از میزان بحرانی مشخص‌شده (*) است، فرضیهٔ معتبربودن ارزش‌های در معرض خطر محاسبه‌شده پذیرفته می‌شود (فرضیهٔ اولیهٔ معتبربودن ارزش‌های در معرض خطر رد نمی‌شود)؛ پس در این سطوح اطمینان از هریک از روش‌های مذکور برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر می‌توان استفاده کرد؛ اما در سطح اطمینان ۹۵ درصد، مقادیر آمارهٔ محاسبه‌شده به‌طور عمده بیشتر از مقدار بحرانی (۳/۹) است؛ بنابراین فرضیهٔ معتبربودن مقادیر ارزش در معرض خطر محاسبه‌شده رد می‌شود و در این سطح، مقادیر ارزش در معرض خطر محاسبه‌شده با استفاده از سه روش، اعتبار کافی ندارد. ب- آزمون کریستوفرسن: براساس نتایج آزمون کریستوفرسن نیز در سطح اطمینان ۹۵ درصد به‌دلیل بزرگ‌تربودن مقادیر آمارهٔ محاسبه‌شده نسبت به مقدار بحرانی (۶/۵)، فرضیهٔ اولیهٔ معتبربودن نتایج ارزش در معرض خطر محاسبه‌شده رد می‌شود؛ بنابراین هیچ یک از سه روش پارامتریک، تاریخی و مونت‌کارلو در این سطح اطمینان، اعتبار لازم را نداشت. در این آزمون نیز همانند آزمون قبلی، هر سه روش محاسباتی ارزش در معرض خطر برای هر دو سطوح اطمینان ۹۹ و۹۷/۵ درصد مطلوب و معتبر بود؛ بنابراین مشابه‌بودن این نتایج با نتایج آزمون قبلی، به افزایش اعتبار نتایج به‌دست‌آمده از سه روش مذکور در هر دو سطوح

اطمینان ۹۹ و۹۷/۵ درصد منجر می‌شود. ج- آزمون هندریکس: براساس این آزمون مشخص شد کلیّهٔ روش‌ها در سطح اطمینان ۹۹ درصد، میزان انحراف از میانگین مقادیر هندریکس کمتری را (به‌طور قدر مطلق) نشان می‌دهد. به علاوه در سطح احتمال ۲/۵ درصد در روش‌های محاسباتی ازلحاظ میزان انحراف از میانگین مقادیر هندریکس، تفاوت زیادی وجود ندارد؛ اما در سطوح احتمال ۵ درصد، کلیّهٔ روش‌ها، انحراف بیشتری نسبت به میانگین مقادیر هندریکس - داشته است. نکتهٔ مهم دیگر این است که دو روش پارامتریک و مونت‌کارلو در سطح اطمینان ۹۹ درصد، میزان انحراف منفی ایجاد کرده‌اند؛ در صورتی که در سایر موارد، انحراف از میانگین مثبت بوده است. براساس این نتایج از هر سه روش در محاسبهٔ ارزش در معرض خطر در سطوح اطمینان ۹۹ و۹۷/۵ درصد می‌توان استفاده کرد.

درنهایت، براساس نتایج سه آزمون فوق، دو نتیجهٔ اصلی مشخص می‌شود: اولاً، تنها سطح اطمینانی که با آزمون‌های اعتبارسنجی تأیید شد، سطح اطمینان ۹۹ درصد بود؛ به عبارت دیگر، مشخص شد سطح اطمینان ۹۹ درصد، کمترین انحراف نسبت به میانگین را ایجاد می‌کند و بهترین سطح برای استفاده در روش‌های مختلف محاسبهٔ ارزش در معرض خطر است؛ زیرا در تمامی آزمون‌های اعتبارسنجی (به‌خصوص در آزمون هندریکس) تأیید شد. دوماً، در محاسبهٔ خطر در کمین صندوق‌های سرمایه‌گذاری در ایران، سطح اطمینان مدّنظر، مهم‌تر از روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر است که این موضوع، دقیقاً با گزارش کمیتهٔ بال در سال ۲۰۱۶ دربارهٔ محاسبهٔ ارزش در معرض خطر و کفایت سرمایهٔ بانک‌ها همخوانی دارد؛ زیرا در گزارش مذکور بر سطح اطمینان ۹۹ درصد تأکید و به کمک ارزش در معرض خطر در سطح اطمینان ۹۹ درصد، کفایت سرمایهٔ ضروری بانک‌ها ۱۲ درصد سرمایهٔ پایه تعیین شده است [۲]؛ اما دربارهٔ مقایسهٔ نتایج این پژوهش با مطالعات قبلی، نتایج این پژوهش با نتایج پژوهش گالسلی و گاسمی [۶] مقایسه‌شدنی است؛ زیرا آنها نیز با استفاده از سه روش شبیه‌سازی تاریخی، روش پارامتریک و روش مونت‌کارلو برای محاسبهٔ ارزش در معرض خطر و سه آزمون کوپیک، هندریکس و کریستوفرسن برای اعتبارسنجی روش‌های محاسبهٔ ارزش در معرض خطر، پژوهش مشابهی را در صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک فعال در تونس انجام دادند و ادعا کردند هر سه روش شبیه‌سازی تاریخی، پارامتریک و مونت‌کارلو با معیار کوپیک رد می‌شود و تنها روش پارامتریک و مونت‌کارلو در سطوح مختلف اطمینان با آزمونهای هندریکس و کریستوفرسن تأیید شد. به‌طور مشخص نتایج پژوهش مذکور، نشان‌دهندهٔ اهمیت روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر در صندوق‌های فعال در کشور تونس بود؛ در حالی که نتایج پژوهش پیش‌رو نشان داد در محاسبهٔ ارزش در معرض خطر صندوق‌های سرمایه-گذاری در ایران، سطح اطمینان مدّنظر، مهم‌تر از روش محاسبه است. این تناقض و ناهمسویی در نتایج، ممکن است ناشی از تفاوت‌های موجود در شرایط حاکم بر محیط اقتصادی در دو کشور ایران و تونس باشد.

همانگونه که بیان شد، پژوهش پیش‌رو با هدف شناسایی بهترین روش محاسبهٔ ارزش در معرض خطر در صندوق‌های سرمایه‌گذاری فعال در ایران انجام شد و از آنجا که نتایج پژوهش نشان داد در محاسبهٔ ارزش در معرض خطر صندوق‌های سرمایه‌گذاری در ایران، سطح اطمینان مدّنظر، مهم‌تر از روش محاسبه است، به مجریان و صاحبان منافع صندوق‌های مذکور پیشنهاد

می‌شود در استفاده از روش ارزش در معرض خطر، به جای تمرکز بر روش محاسبه به سطح اطمینان محاسبات توجه کنند و تحلیل‌ها و محاسبات خود را با تمرکز بر سطح اطمینان ۹۹ درصد انجام دهند؛ زیرا تنها سطح اطمینانی که با تمامی آزمون‌های اعتبارسنجی تأیید شد، سطح اطمینان ۹۹ درصد بود.

**References**


[1] Azizi, S., & Shariffar, A. (2013). Mutual fund selection determinants: a mixed method approach, *Asset Management & Financing*. 1(2): 35-50. (in Persian).

[2] Basel Committee on Banking Supervision. (2016). *Minimum capital requirements for market risk*.

[3] Cifter, A. (2011). Value-at-risk estimation with wavelet-based extreme value theory: Evidence from emerging markets. *Physica A: Statistical Mechanics and its Applications*, 390(12): 2356-2367.

[4] Christoffersen, P. (1998), Evaluating internal forecasts. *International Economic review*. 39: 841-862.

[5] Dornbusch, R. (1998). Capital controls: An idea whose time is past. *Essays in International Finance*. 7(2): 19-25.

[6] Gallsli, M. I., & Guesmi, A. (2008). Value-at-risk in mutual funds which methodology of estimation. *2ème Conférence Euro-Africaine en Finance et Economie (CEAFE)*. Tunis.

[8] Hanifi, F. (2001). *Investigate Amaunt of Risk Taking of Listed Companies in Tehran Stock Exchange Through Measures of Value at Risk*. PHD Thesis, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Tehran. (in persian).

[10] Hendricks, D. (1996). Evaluation of value-at-risk models using historical data. *Economic Policy Review*. 2(1): 39-70.

[10] Jorion, P. (2007). *Financial risk manager handbook* (Vol. 406). John Wiley & Sons.

[11] Kupiec, P. (1995), Techniques for verifying the accuracy of risk measurement models. *Journal of Derivatives*. 3: 73-84.

[12] Poor-agha, M., Nownahalenahr, A. A., & Zinali, M. (2014). Determination relation between value at risk (VaR) and monthly returns of exchange portfolios of investor companies in stock of Tehran Exchange Companies. *1st International coferance on Economic, Management, Accounting & Social Sinces.* (in Persian).

[13] Sahabi, B., Sadeghi, H., & khorsandi, V. (2015). The calculation of var of metal ores and pharmaceutical industries in Tehran Stock Exchange by using wavelet analysis and GARCH models. *The Economic Research*. 15(1): 105-122. (in Persian).

[14] Shahmoradi, A., & Zanganeh, M. (2007). The parameric methods for estimating the value at risk for Tehran Stock Exchange, *Tahghighat-E- Eghtesadi*. 42(79): 121-149. (in Persian).

[15] Shahiki Tash, M. N., Zamanian, J. R., & Shayeganmehr, A. (2016). Performance evaluation of mutual funds by stochastic dominance criteria and compare with sharp ratio and sortino ratio. *Asset Management & Financing*, 3(4): 67-84. (in persian).

[16] The Development of New Financial Instrument and Institutions (approved 2012). *Available At: http://rc.majlis.ir/fa/law/show/810412.*

[17] The Investment Company Act of 1940. *AvailableAt:https://www.sec.gov/about/laws/ica40.pdf.*

[18] The Securities Market Act of Islamic Republic of Iran, (approved 2005). *Available At: http://rc.majlis.ir/fa/law/show/97786.*