فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی‌های اقتصادی سابق) زمستان ۱۴۰۱ ۱۹(۴) ۷۸-۴۳

فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه ی اصلی وب سایت مجله:
www.jqe.scu.ac.ir
شاپا الکترونیکی: ۴۲۷۱-۲۷۱۷
شاپا چاپی: ۵۸۵۰-۲۰۰۸

مقایسه الگوهای خانواده گارچ در برآورد ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی در بورس اوراق بهادار تهران

لیلا ترکي* ، ندا اسماعیلي** و معصومه حق پرست***

** استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداري و اقتصاد، دانشگاه اصفهان اصفهان ایران (نویسنده مسئول)*

***استادیار ریاضی، گروه ریاضی کاربردی و علوم کامپیوتر، دانشکده ریاضی و آمار دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.*

****کارشناس ارشد اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداري و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.*

اطلاعات مقاله

تاریخ دریافت: ۱۹ فروردین ۱۳۹۹
تاریخ بازنگری: ۲۰ آذر ۱۴۰۰
تاریخ پذیرش: ۲۱ آذر ۱۴۰۰

طبقه‌بندی JEL: C63, G10, G02

واژگان کلیدی: ارزش در معرض خطر، ارزش در معرض خطر شرطی، مدل‌های گارچ، شاخص بورس اوراق بهادار

ارتباط با نویسنده (گان) مسئول:
l.torki@ase.ui.ac.ir
0000-0003-0974-3612

آدرس پستی:
اصفهان، میدان آزادي، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم اداري و اقتصاد، گروه اقتصاد

اطلاعات تکمیلی:

این مقاله برگرفته از پایان نامه ی ارشد خانم معصومه حق پرست در رشته علوم اقتصادي به راهنمایی دکتر لیلا ترکي در دانشگاه اصفهان است.

قدردانی: از تمامی افراد و موسساتی که در انجام این تحقیق مولف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.
تضاد منافع: نویسنده مقاله اعلام می‌کند که در انتشار مقاله ارائه شده تضاد منافعی وجود ندارد.
منابع مالی: نویسنده ها هیچگونه حمایت مالی برای تحقیق، تألیف و انتشار این مقاله دریافت نکرده‌اند.

چکیده

برای اندازه‌گیری ریسک، معیارهای متعددی طی دهه‌های اخیر معرفی شده است و هر کدام به نحوی به مقوله عدم اطمینان نگریسته و تعدادی از آن‌ها نیز مکمل یکدیگر هستند. با پیشرفت علوم ریاضی و آمار در زمینه‌ی ارزیابی ریسک، در سال ۱۹۹۶ معیار ارزش در معرض خطر جهت اندازه‌گیری ریسک معرفی گردید که با استقبال سرمایه‌گذاران و تحلیل‌گران مالی روبه‌رو شد. از این رو هدف پژوهش حاضر مقایسه میانگین مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی به وسیله الگوهای گارچ برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران است. با توجه به اینکه در مورد شاخص مورد نظر بررسی ویژگی دم پهنی در دنباله توزیع احتمال داده‌ها تایید می‌شود، علاوه بر توزیع نرمال از توزیع تی_استیودنت استفاده می‌شود. نتایج حاکی از آن است که در محاسبه ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی، توزیع تی_استیودنت عملکرد مطلوب‌تری دارد. همچنین بین مقادیر میانگین ارزش در معرض و ارزش در معرض خطر شرطی برآورد شده از الگوهای مختلف گارچ تفاوت معنی داری وجود ندارد.

ارجاع به مقاله:

ترکی، لیلا.، اسماعیلی.، ندا و حق پرست، معصومه. (۱۴۰۱). مقایسه الگوهای خانواده گارچ در برآورد ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی در بورس اوراق بهادار تهران. *فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری (بررسی های اقتصادی سابق)*، ۱۹(۴)، ۷۸-۴۳.

10.22055/JQE.2021.33186.2240

© 2023 Shahid Chamran University of Ahvaz, Ahvaz, Iran. This article is an open access article distributed under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International (CC BY-NC 4.0 license) (http://creativecommons.org/licenses/by-nc/4.0/)

۱- مقدمه

امروزه به دلیل وجود شرایط عدم اطمینان از آینده، عدم توانایی ما در پیش بینی کامل رویدادهای آتی و پرابهام بودن آن، مدیران و سرمایه گذاران مالی به شدت نگران پورتفوی سهام[1] خود و کاهش ارزش دارایی‌هایشان هستند. همچنین در حال حاضر به دلیل ضرورت وجود شفافیت اطلاعاتی، وجود بورس‌های منطقه‌ای، گسترش بازارهای مالی، تأثیرپذیری بازارهای مالی دنیا از یکدیگر، موجب می‌شود که ریسک بازار نیز بیشتر از گذشته مورد توجه واقع شود. با توجه به این که ماهیت فعالیت‌های تجاری و سرمایه‌گذاری، به گونه‌ای است که کسب بازدهی مستلزم تحمل ریسک است، بنابراین باید آن را شناخت، اندازه‌گیری کرد و با روش‌های مختلف، ریسک های غیرضروری و نامطلوب را حذف نمود. بدین منظور برای محاسبه ریسک روش‌های متفاوتی وجود دارد که در بین آن ها معیارهای سنتی ریسک همانند انحراف معیار[2] و بتا به دلیل عدم تمایز میان نوسانات مطلوب و نوسانات نامطلوب بازده از دیدگاه سرمایه‌گذار معیارهای مناسبی جهت اندازه‌گیری ریسک نمی‌باشد (Ansari & Samani & Aminian Dehkordi, 2022).

از آن‌جایی که معیار ارزش در معرض خطر علی‌رقم معیارهای سنتی می‌تواند میان نوسانات مطلوب و نامطلوب تمایز ایجاد کند و همچنین تغییرات ارزش بازار دارایی‌ها را لحاظ نمی‌کند و روی دنباله‌های توزیع تمرکز دارد، معیار بهتری جهت اندازه‌گیری ریسک می‌باشد. لذا هدف این پژوهش مقایسه الگوهای مختلف خانواده گارچ در برآورد ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران مي باشد.

ارزش در معرض خطر، رویکردي متعارف براي محاسبه مقداري ریسک بازار است. ارزش در معرض خطر حداکثر زیان را که ممکن است در اثر تغییرات قیمتی دارایی‌ها در یک افق زمانی و در یک دامنه اطمینان معین رخ دهد، تخمین می‌زند و یک ضابطه شهودي براي مدیریت دارایی‌ها فراهم می‌آورد و از این رو، جاذبه زیادي براي تصمیم‌گیران مالی دارد. تخمین‌هاي نادرست از ارزش در معرض خطر سبد دارایی‌ها می‌تواند بنگاه‌ها را به حفظ ذخایر ناکافی سرمایه براي پوشش ریسک‌هاي خود هدایت کند، به نحوي که آنها ذخایر سرمایه ناکافی را براي جذب تکانه‌هاي مالی بزرگ نگهداري کنند. براي مثال، موارد

[1] Stock Portfolio

[2] Standard Deviation

متعددي از ورشکستگی‌هاي نهادهاي مالی اخیر به سبب تخمین‌هاي نادرست ارزش در معرض خطر سبد دارایی‌ها شکل گرفته است. هنگامي که مدل سازي بازده‌ها مرکز توجه قرار گیرد، درك حرکت همزمان بازده‌هاي مالي اهمیت ویژه‌اي مي‌یابد؛ بنابراین، توجه ما به سمت مدل‌هاي GARCH جلب می‌شود. همچنین انواع مدل‌هاي GARCH به منظور مدل سازی نوسانات در مطالعات میداني استفاده مي‌شود. با توسعه این‌گونه مدل‌ها مي‌توان روابط زیرمجموعه‌هاي پرتفوي را به شکل دقیق‌تری مدل سازي کرد (Mac aller & Wigga ، 2008).

اسمولوویچ، بوژوویچ و ووجوزوویچ (۲۰۱۷) همچنین مدل‌های مذکور را برای بررسی نوسانات تایید می‌نمایند (Cerović Smolović, Lipovina-Božović, & Vujošević, 2017). همچنین ما و همکاران (۲۰۲۰) در بازار طلا به بررسی نوسانات سبد سرمایه گذاران با استفاده از مدل‌های GARCH پرداختند (Ma, Yang, Zou, & Liu, 2020).

یکی از پیشرفت‌های مهمی که در چند دهه اخیر در تئوری‌های مالی صورت گرفته است، بحث بر روی مسأله ریسک به صورت معیار قابل سنجش بوده است. اگر ریسک مالی به درستی اندازه‌گیری و قیمت‌گذاری شود، در آن صورت ارزش دارایی‌های ریسک دار به درستی محاسبه می‌شود. در این حالت سرمایه‌گذاران بهتر می‌توانند پس‌اندازهای خود را به انواع مختلف اوراق بهادار ریسک‌دار تخصیص دهند، همچنین مدیران بهتر می‌توانند منابع مالی تأمین شده از طریق سهامداران و وام دهندگان را به پروژه‌های سرمایه‌گذاری تخصیص دهند (Copeland, Weston, & Shastri, 2013).

عدم اطمینان[3] در مورد بازدهی آتی سبد دارایی‌ها، در نتیجه تغییر در شرایط بازار موجب بروز ریسک می‌شود. به عبارتی ریسک بازار شامل اثر تغییرات بازار بر ارزش سبد دارایی‌ها است، لذا برای مؤسسات مالی و سرمایه گذاری اهمیت فراوانی دارد. معیاری که هم اکنون در میان تحلیل گران و مؤسسات مالی جهت اندازه‌گیری ریسک متداول است، معیار ارزش در معرض خطر است. به نحوی که این معیار برای انواع ابزارهای مالی مانند سهام، اوراق قرضه، ارز، اوراق بهادار و ابزار مشتقه کاربرد دارد. همچنین ارزش در معرض

[3] Uncertainty

خطر را به عنوان معیار سنجش ریسک قراردادهای آتی[4]، قراردادهای معاوضه[5] و اختیارات نیز می‌توان استفاده کرد (Hull, 2006).

ارزش در معرض خطر بسیاری از ضعف‌های روش‌های سنتی مدیریت ریسک همانند انحراف معیار و بتا را جبران کرده است. از جمله ضعف های روش های سنتی: محدودیت کاربرد، فرض نرمال بودن توزیع بازده، محدودیت حساسیت سنجی سبد سرمایه‌گذاری نسبت به بازار و عدم توجه به نوسان حاصل از یک بازار، عدم توجه به افق زمانی یا نقدشوندگی دارایی مالی است.

به رغم همه شواهد تجربی دال بر کارایی ارزش در در معرض خطر پیش بینی ریسک، ارزش در معرض خطر تنها یک صدک است و به عنوان یک صدک کاربردهای خود را دارد ولی به عنوان یک سنجه ریسک راضی کننده نیست. بنابراین باید سنجه‌ای منسجم که از مزیت‌های VaR برخوردار و در عین حال از معایب آن برحذر باشد، جایگزین ارزش در معرض خطر شود. ارزش در معرض خطر شرطی سنجه‌ای است که از ویژگی انسجام برخوردار بوده و بنابراین نسبت به ارزش در معرض خطر از اعتبار بیشتری برخوردار است. ویژگی‌های یکنواختی، جمع‌پذیری، همگنی و انتقال یکسان، باعث شده تا معیار ارزش در معرض خطر شرطی نسبت به ارزش در معرض خطر منسجم باشد. ارزش در معرض خطر شرطی به ما می‌گوید که در حالت‌های بد چه انتظاری داشته باشیم. به عبارت دیگر، این معیار بیان مي‌کند که شرایط بد چقدر می‌تواند بد باشد در حالی که ارزش در معرض خطر در مورد زیان های فراتر از خودش حرفی برای گفتن ندارد (Damirchi،2010).

با توجه به مطالب بیان شده در پژوهش حاضر سعی گردیده است تحلیل جامعي در خصوص مقایسه مدل‌های گارچ در ارزیابی دو پارامتر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی در شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران صورت پذیرد و به این سوال پاسخ داده شود که آیا میانگین مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از برآوردهای الگوهای گارچ متفاوت هستند.

---

[4] Future

[5] Swap

۲- پیشینه پژوهش

۲-۱- مطالعات داخلی

زماني و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله اي تحت عنوان پیش‌بینی ارزش در معرض خطر با رویکرد هوش مصنوعی به تحلیل مقایسه‌ای دقت پیش بینی روش های محاسباتی ریسک بازار در ارزش در معرض خطر با رویکرد هوش مصنوعی ارتباطی پرداختند. در این پژوهش با استفاده از اطلاعات روزانه قیمت سهام ، ارزش در معرض خطر با روش‌های پارامتریک (روش واریانس –کوواریانس)، شبیه‌سازی تاریخی، شبیه‌سازی بوت استرپ بین دوره زمانی ۱۳۹۰ الی ۱۳۹٦ بورس اوراق بهادار تهران برای شرکت‌های نمونه آماری ، محاسبه و استفاده‌شده است. نتایج آزمون فرضیه‌ها و برازش الگوریتم هوش مصنوعی ارتباطی نشان داده که الگوریتم هوش مصنوعی جهت پیش‌بینی روش‌های روزانه ارزش در معرض خطر روش کارایی می‌باشد و همچنین در بازار سرمایه ایران پیش‌بینی ارزش در معرض خطر با روش نیمه پارامتریک بوت استرپ باقدرت بالاتری انجام و جهت استفاده توصیه می‌شود، روش‌های پارامتریک (واریانس - کوواریانس) و شبیه سازی تاریخی در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (zamani, Emamverdi, Noorifard, Hamidian, & Jafari, 2021).

حسینی (۱۳۹٦) در پایان نامه خود تحت عنوان «بررسی عملکرد مدل پیش بینی سوئیچینگ در پیش بینی ارزش در معرض خطر شاخص‌های بازار اوراق بهادار» مدلی جهت پیش بینی ارزش در معرض خطر طراحی می‌نماید. این مدل روش‌های پیشین را گسترش می‌دهد تا مدل پیش‌بینی سوییچینگ را برای افزایش اثربخشی پیش‌بینی‌ها ارائه دهد. این مدل اجازه می‌دهد که مدل محاسبه ارزش در معرض خطر در زمان‌ها و شرایط مختلف تغییر کند. این رویه فرض می‌کند که سرمایه‌گذاران در هر نقطه ای از زمان تنها از اطلاعات تاریخی در دسترس برای انتخاب مدل استفاده می‌کنند و انتخاب مدل براساس یک معیار انتخابِ از پیش معین انجام می‌شود و سپس از مدل انتخاب شده برای پیش بینی ارزش در معرض خطر یک دوره بعد استفاده می‌کنند. نتایج تحقیق حاکی از کارایی بسیار مطلوب مدل سوییچینگ نسبت به سایر مدل ها در طول زمان می باشد (Hoseini, 2017).

راغفر و آجرلو (۱۳۹۵) در مقاله‌ای تحت عنوان «برآورد ارزش در معرض خطر پرتفوی ارزی یک بانک نمونه با روش GARCH-EVT-Copula» توزیع مشخصی برای توزیع سبد دارایی فرض نکرده است. در این مقاله از روش خودرگرسیون همراه با ناهمسانی

واریانس آستانه‌ای GJR-GARCH برای توزیع بازدهی متغیر در طول زمیان دارایی‌های فردی، همچنین تئوری فرین برای توزیع‌هایی که دنباله پهن هستند و توابع کاپولا برای ساختار وابسته به تمام دارایی‌های یک سبد دارایی استفاده کرده است. در این تحقیق ارزش در معرض خطر از روش‌های واریانس کواریانس و شبیه سازی تاریخی نیز محاسبه شده است. در نهایت با استفاده از آزمون کوپیک که یکی از روش‌های پیش آزمایی ارزش در معرض خطر است، اعتبار مدل‌ها مورد سنجش و ارزیابی قرار گرفته است. نمونه آماری این مطالعه را نرخ نامه‌های روزانه ارزهای دلار، یورو، ین ژاپن، لیر ترک و درهم امارات در بازار از تاریخ ۱۳۸٦/۱/۱ تا تاریخ ۱۳۹۱/۱/۳۱ تشکیل می‌دهند، همچنین سبد ارزی یک بانک نمونه در تاریخ ۱۳۹۱/۱/۳۱ مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به دست آمده از تحقیق حاکی از آن است که ارزش در معرض خطر محاسبه شده طبق مدل GEC از دو مدل دیگر بیشتر است (Raghfar & Ajorlo, 2016).

فلاح پور و همکاران (۱۳۹۳) در مقاله ای تحت عنوان «برآورد ارزش در معرض ریسک شرطی با استفاده از مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی متقارن و نامتقارن در بازار طلا و نفت» نوسان آتی این دو بازار را با استفاده از یکی از پرکاربردترین روشهای سنجش ریسک یعنی مدل ارزش در معرض ریسک شرطی برآورد کرده‌اند. در پیش بینی این ارزش از بهترین برازش سه مدل ناهمسانی واریانس شرطی متقارن و نامتقارن یعنی EGARCH, TGARCH, GARCH استفاده شده است. تمامی محاسبات با فرض دو توزیع نرمال و تی استیودنت انجام شده‌اند. نتایج نشان می‌دهند که برآورد ارزش در معرض ریسک شرطی در بازار نفت نسبت به بازار طلا از اعتبار بیشتری برخوردار است. در میان سه مدل ناهمسانی واریانس، معتبرترین برآورد مربوط به ارزش برآوردی با مدل TGARCH(1,1) در توزیع تی استیودنت می‌باشد (Fallahpour, Rezvani, & Rahimi, 2015).

۲-۲- مطالعات خارجی

اسمولوویچ و همکاران (۲۰۱۷) در مقاله‌ای تحت عنوان «مدل‌های GARCH در تخمین ارزش در معرض خطر: مورد مطالعه برای بازار سهام مونتگرین» عملکرد مدل‌های متقارن و نامتقارن GARCH را بر اساس توزیع نرمال، تی استیودنت و تی استیودنت توزیع شده و توزیع مجدد JSU در تخمین و پیش بینی ریسک بازار در بازار سهام میونتگرین ارزیابی می‌کند. داده‌های مورد استفاده در این مقاله، بازده روزانه شاخص سهام مونتگرین

MONEX از ۵ ژانویه ۲۰۰٤ تا ۲۱ فوریه ۲۰۱٤ می‌باشد. در این تحقیق ARMA(1,2) بنا به معیار AIC برای مدل سازی مجموعه‌ای از بازده لگاریتمی مناسب دانسته شده است. مدل‌های استفاده شده در این مقاله شامل مدل‌های خانواده GARCH می‌باشد که از بین آن ها سه مدل ARMA(1,2)-TSGARCH(1,1) با توزیع تی استیودنت،-ARMA(1,2) TGARCH(1,1) با توزیع تی استیودنت و ARMA(1,2)-EGARCH(1,1) با توزیع مجدد JSU مدل‌های مناسبی جهت جمع‌آوری خوشه نوسان هستند (Cerović Smolović et al., 2017).

بارجاکتورووبک، ترزیک و میلوجویک (۲۰۱٤) در مقاله‌ای تحت عنوان «آزمون پذیری مدل‌های ارزش در معرض خطر در بازار سهام» به اندازه‌گیری ریسک بازار با رویکرد ارزش در معرض خطر با دو روش شبیه سازی تاریخی[6] و ریسک متریک، قبل و بعد از بحران زیربنایی در زمینه بازارهای سرمایه توسعه یافته و در حال ظهور، پرداخته‌اند. در این مقاله VaR1%و VaR5% در یک افق زمانی یک روزه برای شاخص‌های Belex15 و SAX که به ترتیب شاخص‌های سهام صربستان و اسلواکی می‌باشند، ارائه شده است. این مقاله همچنین بر شاخص DJIA و شاخص کل بازار STOXX در اروپای شرقی، که نماینده شاخص بازارهای اروپایی سهام در حال ظهور است، تمرکز دارد. برای تایید صحت نتایج از تکنیک-های بک تستینگ[7] استفاده شده است. نتایج حاکی از آن است که ارزش در معرض خطر برای کشورهای توسعه یافته بیش از کشورهای در حال توسعه در طول بحران مالی می‌باشد. همچنین عملکرد نسبی ارزش در معرض خطر به عنوان یک معیار ریسک بازار در مقایسه با اسلواکی به طور معنی داری از سطح واقعی ریسک در بازار سهام صربستان کمتر است (Barjaktarović, Milojević, & Terzić, 2014).

برگرن و فولکلید (۲۰۱٤) در مقاله‌ای تحت عنوان «کدام مدل GARCH برای ارزش در معرض خطر بهتر است» به ارزیابی برآوردهای VaR تولید شده توسط پیش‌بینی‌های مختلف ARCH\GARCH در توزیع های مختلف می‌پردازد. بر این اساس از شاخص سهام سوئد و دانمارک و همچنین دو سهام ممتنع از هر کشور در طول دوره ژانویه ۲۰۰۷ تا دسیامبر ۲۰۱٤ استفاده شده است. هیچ مدلی نسبت به دیگری برتری ندارد، با این حال

[6] Historical Simulation
[7] Back Test Techniques

مدل‌های نامتقارن به نظر می‌رسد بهتر عمل می‌کنند، به خصوص برای VaR5%. برای برآورد VaR1% مدل ARCH تحت توزیع لستوکورتیک نتایج دقیق‌تری را در طول مجموعه داده ارائه می‌دهد (Berggren & Folkelid, 2015).

بوسوسکا (۲۰۱۳) در مقاله‌ای تحت عنوان «ارزیابی تجربی مدل‌های GARCH در برآورد ارزش در معرض خطر: مورد مطالعه برای بورس سهام مقدونیه» عملکرد طیف وسیعی از مدل‌های خانواده GARCH از جمله EGARCH(1,1), GARCH(1,1)، APARCH(1,1) , GJRGARCH و M-GARCH را بر اساس دو توزیع نرمال و تی استیودنت از لحاظ توانایی آن‌ها در برآورد VaR در بازار سهام مقدونیه تست می‌کند. داده‌های مورد استفاده در این مقاله شامل بازدهی روزانه شاخص سهام-Macedonian MBI10 در دوره ٤ ژانویه ۲۰۰۵ تا ۳۱ اکتبر ۲۰۱۱ می‌باشد، ارزش در معرض خطر نیز با دو سطوح اطمینان ۹۵ % و ۹۹٪ با افق زمانی یک روزه محاسبه شده است. نتایج تجربی نشان می‌دهد که بهترین مدل‌های GARCH برای برآورد و پیش بینی VaR در بازار سهام مقدونیه مدل EGARCH با توزیع تی استیودنت و با توزیع نرمال و GJRGARCH می‌باشد (Bucevska, 2013).

گودیرو (۲۰۱۳) در مقاله‌ای تحت عنوان «تخمین ارزش در معرض خطر پورتفوی سهام برزیل تحت مدل‌های خانواده GARCH و شبیه سازی مونت کارلو به محاسبه ارزش در معرض خطر سبه پورتفوی از سبد سهام پنج شرکت lbovespa با استفاده از مدل‌های خانواده GARCH با دو توزیع نرمال و تی استیودنت و همچنین از طریق شبیه سازی مونت کیارلو پرداخته است. نتایج حاکی از آن است که VaR محاسبه شده از طریق توزیع تی استیودنت معیار ریسک بهتری نسبت به توزیع نرمال می‌باشد. زیرا توزیع تی اسیتیودنت، از توزیع دم‌های ضخیم اطلاعات مالی بیشتری ارائه می‌دهد و همچنین مقادیر به دست آمده با شبیه سازی مونت کارلو نزدیک به مقادیر تخمین زده شده با توزیع تی استیودنت می‌باشند (Godeiro, 2013).

همانطور که در مطالعات ذکر شده اشاره گردید، تمرکز غالب مطالعات صورت گرفته بر ارزیابی یکی از پارامترهای ارزش در معرض خطر و یا ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از یک یا چند روش مبتنی بر مدل‌های گارچ بوده و مقایسه کاملی بین این روش‌ها در تحلیل ریسک انجام نگرفته است. در صورتی که در پژوهش حاضر سعی گردیده است تحلیل جامع‌تری در خصوص مقایسه مدل‌های گارچ در ارزیابی دو پارامتر ارزش در معرض

خطر و ارزش در معرض خطر شرطی در شرکت‌های فعال در بورس اوراق بهادار تهران صورت پذیرد.

۳- روش پژوهش

این پژوهش به دنبال بررسی این مسئله است که میانگین مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از برآوردهای الگوهای گارچ متفاوت نیستند. همچنین در صدد آن است که ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی را مورد محاسبه قرار دهد. از آن جایی که جذابیت‌های آمار پارامتریک از جمله سهولت تعمیم‌پذیری و وجود ابزارهای قدرتمند کمی سازی باعث شده که رویکردهای پارامتریک حاوی مدل‌های متنوعی در عرصه ریسک باشد، لذا در این پژوهش ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی با رویکرد پارامتریک، با استفاده از الگوهای خودهمبسته واریانس ناهمسان شرطی تعمیم‌یافته مختلف برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران محاسبه شده و پس از مقایسه الگوها با یکدیگر بهترین الگو جهت محاسبه ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی معرفی گردیده است. بازدهی روزانه شاخص از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$Rt = [\log (xt \div xt\text{-}1)] * 100 \qquad (۱)$$

روش تحقیق به کاربرده شده برحسب هدف، در حیطه مطالعات کاربردی است و از نظر جمع‌آوری اطلاعات و آمار جزء مطالعات اسنادی کتابخانه‌ای است.

جامعه آماری پژوهش حاضر، سری زمانی داده‌های روزانه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران، طی دوره ۱۳۹۰/۰۹/۰۱ تا ۱۳۹۶/۰۹/۰۱ و شامل ۱٤٤٥ مشاهده است. روش گردآوری داده‌ها در این پژوهش کتابخانه‌ای بوده و بر مبنای گزارشات روزانه شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران است که از طریق اطلاعات مندرج در سایت پردازش اطلاعات مالی ایران اخذ گردیده است.

در پژوهش حاضر، ابزار تجزیه و تحلیل، تکنیک‌های اقتصادسنجی و آماری است. بدین منظور از الگوهای خودهمبسته واریانس ناهمسان شرطی تعمیم‌یافته استفاده شده است. ابزارهای بکارگیری نیز نرم افزارهای Excel ، R ، Eviews 11 است.

برای آزمون ریشه واحد ADF از معادله رگرسیونی با لحاظ عرض از مبدأ و روند زمانی خطی استفاده می‌شود. (Pesaran،2005). مرتبه رگرسیون ADF می‌تواند با استفاده از معیار انتخابی مدل، همانند معیار اطلاعاتی آکائیک (AIC) یا شوارتز (SIC) انتخاب شود. همچنین قبل از آنکه بتوان از مدل‌های پیش‌بینی کننده ارزش در معرض خطر با اطمینان استفاده کرد لازم است اعتبار آن ها با دقت بررسی شده و عملکرد آن‌ها ارزیابی شود. از مولفه‌های کلیدی روش‌های اعتبار سنجی، پس‌آزمایی است که با به کارگیری روش‌های کمی به تعیین مطابقت پیش‌بینی‌های مدل با مفروضاتی که مدل بر اساس آن‌ها بنا شده، می‌پردازد. برای محاسبه دقت مدل‌ها در تعیین ارزش در معرض خطر می‌توان از آزمون کوپیک[8] استفاده کرد. این آزمون با روشی بسیار ساده میزان خطای روش محاسبه VaR را برای داده‌های گذشته می‌سنجد. از آنجا که آزمون کوپیک فقط بر روی تعداد تخطی‌ها تمرکز کرده و وجود وابستگی های زمانی را نادیده می‌گیرد. کریستوفرسن[9] (۱۹۹۸) با در نظر گرفتن یک آماره مجزا برای آزمون استقلال تخطی‌ها، به توسعه آزمون کوپیک پرداخت و آزمونی برای سطح پوشش شرطی[10] پیشنهاد نمود.

۴- انواع مدل‌های گارچ

الف- مدل خود رگرسیونی مشروط بر ناهمسانی واریانس تعمیم یافته نمایی یا E-GARCH

نمای عمومی مدل از اتورگرسیو مشروط heteroskedsitciy یا E-Garch توسط نلسون (۱۹۹۱) مدل شده که یک فرم دیگر از مدل Garch است.به طور تفضیلی EGarch(p,q) به صورت زیر مشخص می‌گردد:

[8] kupice Test
[9] Christoffersen Test
[10] Conditional Coverage Level

$$log\sigma_t^2 = \omega + \sum_{k=1}^{p} \beta_k \, g(z_{t-k}) + \sum_{k=1}^{a} \alpha_k log\sigma_{t-k}^2 \quad (۲)$$

که در آن σ_t^2 واریانس شرطی و $g(Zt) = \theta Zt + \lambda(\mid Zt \mid - E(\mid Zt \mid))$ و ω, β ,α و θ و λ ضرایب و Zt می‌تواند متغیرنرمال استاندارد باشد و یا از یک توزیع تعمیم خطا بدست آمده باشد.

فرموله کردن g(Zt) به ما اجازه می‌دهد که علامت و مقدار Zt اثرمشخص روی نوسانات داشته باشد.

این امر در زمینه قیمت‌گذاری دارایی‌ها بسیار مفید است. از آنجا که $log\sigma_t^2$ ممکن است منفی شود، قید دیگری روی پارامترها نمی‌گذاریم (Cerović Smolović et al., 2017).

ب - مدل GJR GARCH

این مدل برای اولین بار توسط گلستن، جاگاناتان و رانکل (۱۹۹۳) به عنوان نسخه نامتقارنی از مدل گارچ معرفی شد. مدل GJR GARCH طبیعت نامتقارن رفتار سرمایه گذار را در پاسخ به بازده سهام یا شاخص‌های بازار و عدم تقارن اثر شوک‌های مثبت و منفی بر واریانس‌های شرطی را در نظر می‌گیرد (Glosten, Jagannathan & Runkle, 1993). منطق این مدل بر واقعیت تجربی استوار است که شوک‌های منفی در زمان t-1 تأثیر قوی-تری در واریانس در زمان t نسبت به شوک‌های مثبت در همان زمان دارند. این عدم تقارن که اثر اهرمی نامیده می‌شود، خود ریسک را افزایش می‌دهد و منشا آن شوک‌های منفی است (Duan, Jaswal, & Tsymbal, 2006).

$$\sigma t^2 = w + \sum_{i=1}^{p} (\alpha_i + \gamma_i I_{t-i}) \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \, \sigma_{t-j}^2 \quad (۳)$$

ج - مدل اثر ناهمسانی واریانس شرطی در معادله میانگین GARCH-M

وجود همبستگی مثبت میان ریسک و بازده یکی از تئوری‌های مطرح در مباحث مالی را تشکیل می‌دهد. بر این اساس صرف ریسک بیشتر، بازدهی بیشتری را به همراه خواهد داشت. مدل[11] GARCH-M این ویژگی را مدلسازی می‌کند. ساختار یک مدل GARCH-M استاندارد را می‌توان بصورت زیر نشان داد:

$$r_t = \mu + \theta\sigma_t^2 + \varepsilon_t$$
$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2) \qquad (۴)$$
$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1\varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1\sigma_{t-1}^2$$

مثبت و منفی بودن θ نشان می‌دهد که افزایش در ریسک به افزایش در بازده منجر خواهد گردید. عبارت $\theta\sigma_t^2$ را می‌توان به عنوان صرف ریسک تفسیر نمود (Habibi & heidari, 2019).

در حقیقت این مدل یک ترم heteroskedasity به معادله میانگین اضافه می‌کند و به صورت زیر نیز مشخص می‌شود:

$$y_t = \beta x_t + \lambda\sigma_t + \epsilon_t \qquad (۵)$$

ϵ_t به عنوان باقی مانده به این صورت تعریف می‌شود (فرانک[12] و همکاران، ۲۰۱۰):

$$\epsilon_t = \sigma_t \times z_t \qquad (۶)$$

د- مدل GARCH(p,q)

فرم كلي اين مدل است، همان مدل عمومي GARCH است كه براى براورد همزمان بازدهى و نوسانات استفاده مى‌كنند:

$$r_t = \mu_t + \varepsilon_t = \varepsilon_t \sim D(0, \sigma_t^2)$$

[11] Garch-in-mean

[12] Francq

$$\mu_t = \alpha_0 + \sum_{i=1}^{m} \alpha_i r_{t-i} - \sum_{j=1}^{m} b_j \varepsilon_{t-j}$$
$$\varepsilon_t = \sigma_t v_t \qquad v_t \sim iid\ (0,1) \qquad (۷)$$
$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \sum_{k=1}^{q} \alpha_k \varepsilon_{t-k}^2 + \sum_{k=1}^{q} \gamma_h \sigma_{t-h}^2$$

در برآورد این مدل، بهترین وقفه‌ها به طور هم زمان در معادلات میانگین و نوسانات تعیین شده و اثر همبستگي‌هاي مرتبة بالاتر در مدل وارد مي‌شوند. این موضوع، به خصوص در داده‌هايي كه اثر شوك‌هاي ميانگين و واريانس در آنها ماناست، اهميت بيشتري مي‌يابد (Phillips, 2006).

۵- مدل GARCH(1,1)

این مدل حالت خاصي از مدل عمومي GARCH است كه در آن q و p، برابر يك در نظر گرفته مي‌شوند. يافته‌ها حاكي از آن است كه اين مدل در بسياري از سري هاي زماني مالي نتايج قابل قبولي را ارائه مي‌كند.

بنابراين، مدل زير كه به عنوان يك حالت خاص از مدل قبل براورد مي‌شود، در مقايسه با نتايج مدل GARCH(p,q) امكان مشاهدة اثر حذف وقفه هاي بالاتر (در مورد شاخص‌هايي كه بر اساس مدل قبل شامل بيشتر از يك وقفه‌اند) را فراهم مي‌كند:

$$\varepsilon_t = \sigma_t v_t \qquad v_t \sim iid\ (0,1) \qquad (۸)$$
$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha \quad \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \sigma_{t-1}^2$$

معادله ميانگين شرطی برای این مدل می‌تواند در فرم زير نوشته شود:

$$R_t = \mu + \sum_{i=1}^{p} \alpha 1\ R_{t-i} + \sum_{j=1}^{q} \theta_j\ \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \qquad (۹)$$

كه در آن R_t بازگشت ماهيانه، R_{t-i} و ε_{t-j} به ترتيب اجزای ميانگين اتورگرسيو و متحرک می‌باشند.

ی- مدل APARCH [۱۳]

در این مدل بر خلاف مدل‌های قبل، در معادله واریانس به جای ثابت در نظر گرفتن پارامتر توان جزء واریانس، این پارامتر بصورت بهینه توسط خود مدل تخمین زده می‌شود. برای این مدل با توجه به روش مدلسازی باکس- جنکینز معادله زیر در نظر گرفته شده است:

$$\sigma_t^{\delta} = \omega + \sum_{i=1}^{p}(\alpha_i |\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i})^{\delta} + \sum_{j=1}^{q} \beta_j \sigma_{t-j}^{\delta} \qquad (۱۰)$$

$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t, \quad z_t \sim N(0,1)$$

$$k(\varepsilon_{t-i}) = |\varepsilon_{t-i}| - \gamma_j \varepsilon_{t-i}$$

که در آن $\omega, \delta > 0$,$\alpha i \geq 0$, $-1 \leq \gamma_i \leq 1$, i=1,..., p , βj ≥0 , j= 1,..., q , می‌باشد.

این مدل مرتبه دوم ترم خطا را، به یک متغیر انعطاف‌پذیر با ضریب نامتقارن تغییر می‌دهد، در نتیجه یک اثر اهرمی به وجود می‌آورد (Bucevska, 2013).

۵- یافته‌ها

قبل از برآورد ضرایب الگوهاي گارچ، باید تحلیل داده‌ها انجام شود که به این منظور توصیف آماري داده در **جدول ۱** ارائه شده است.

[13] Asymmetric Power ARCH

جدول ۱. ویژگي‌هاي سري زماني بازدهي شاخص انتخابي بورس اوراق بهادار تهران در دوره زماني پژوهش
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

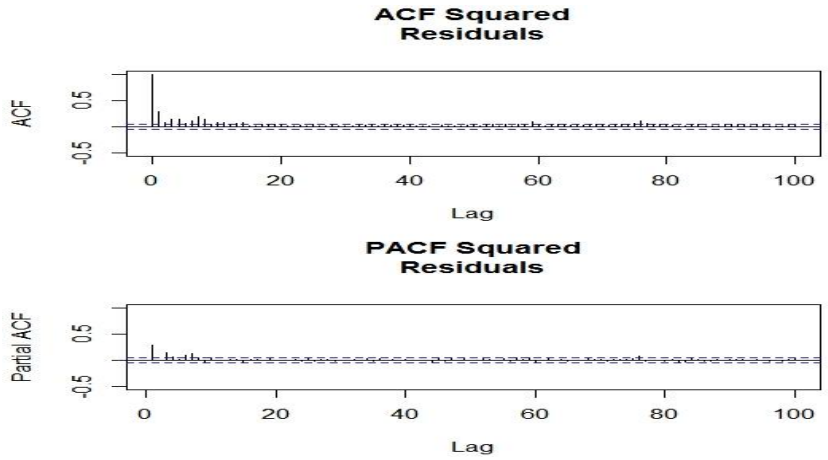
Table 1. Characteristics of time series of returns of selected index of Tehran Stock Exchange in the period of research

Source: Research Findings

آماره	شاخص كل
تعداد مشاهدات	۱۴۴۴
ميانگين شاخص	۰/۰۳۸۴۴۷
حداكثر(درصد)	۱/۵۳۱۶۰۴
حداقل(درصد)	-۲/۴۶۲۵۶۸
انحراف معيار	۰/۳۰۵۶۴۴
چولگي	۰/۲۷۳۶۴۱
كشيدگي	۸/۳۹۳۱۷۶
جركو-برا	۱۷۶۸/۰۵۰
سطح معني‌داري آماره جركو-برا	۰/۰۰۰۰

همچنين براي تعيين پايايي در اين پژوهش از آزمون ديكي- فولر استفاده شده است. نتايج حاصل از آزمون ريشه واحد، نشان می‌دهد مقدار آماره‌ي آزمون از تمامي مقادير بحراني كوچكتر است و فرضيه صفر مبني بر وجود ريشه واحد در بازده شاخص كل رد مي‌شود و مي‌توان نتيجه گرفت شاخص‌ها ريشه واحد ندارند.

در ادامه جهت بررسي ويژگي‌هاي سري زماني شاخص، به آزمون وجود خود همبستگي و آزمون اثر ARCH كه مجوز استفاده از الگوهاي گارچ را فراهم مي‌كند، پرداخته مي‌شود. **شكل ۱** نمودارهاي خودهمبستگي ACF و PACF سري داده‌هاي مورد نظر مي‌باشند و در **جدول ۲** نتايج مربوط به تعيين مرتبه‌ي بهينه ARMA نشان داده شده است.



شکل ۱. نمودار خودهمبستگي ACF و PACF
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Figure 1. The shape of the autocorrelation chart of ACF, PACF
Source: Research Findings

جدول ۲. نتايج مربوط به تعيين وقفه‌ي بهينه ARMA
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 2. Results for determining the optimal lag of ARMA
Source: Research Findings

	coefficients	Std.Eroor	
AR(1)	۰/۳۰۰۹	۰/۰۲۷۵	
MA(1)	-۰/۹۷۸۷	۰/۰۰۸۹	
Log-likelihood		-۲۴۴/۶۶	
AIC	۴۹۵/۳۳	BIC	۵۱۱/۱۵

همان طور كه در **جدول ۲** كه از تابع auto.AriMA جهت تعيين وقفه بهينه استفاده شده است، مشاهده مي‌شود، معادله‌ي ميانگين در اين پژوهش از الگوي ARMA(1,1) تبعيت مي‌كند و مشاهدات داراي هر دو خاصيت AR و MA مي‌باشند.

اكنون مي‌توان شرايط باقيمانده الگوي ARMA(1,1) را بررسي كرد. در اين راستا از آزمون ضريب لاگرانژ (LM) استفاده مي‌شود تا مشخص شود كه باقيمانده حاصل از الگوي

ARMA(1,1) داراي خاصيت آرچ هست يا خير. نتايج حاصل از اين آزمون در **جدول ۳** آمده است.

جدول ۳. آزمون LM باقيمانده حاصل از الگوي ARMA(1,1)
مأخذ: يافته هاي پژوهش

Table 3. Residual LM test obtained from the model **ARMA(1,1)**
Source: Research Findings

	Order	LM	P.value
ARCH lag[1]	۴	۱۲۴۴	۰/۰۰۰
ARCH lag[2]	۸	۵۳۸	۰/۰۰۰
ARCH lag[3]	۱۲	۳۴۸	۰/۰۰۰
ARCH lag[4]	۱۶	۲۵۷	۰/۰۰۰
ARCH lag[5]	۲۰	۲۰۳	۰/۰۰۰
ARCH lag[6]	۲۴	۱۶۸	۰/۰۰۰

باتوجه به مقدار pهاي متناظر در **جدول ۳** فرض صفر مبني بر وجود همساني واريانس رد مي‌شود و مشاهدات داراي خاصيت اثر آرچ مي‌باشند.

در اين پژوهش محاسبه ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي براي ۱٤٤٥ مشاهده از بازدهي شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از ۱۳۹۰/۹/۱ تا ۱۳۹٦/۹/۱ که اثر آرچ در آنها مشاهده شده، انجام مي‌گردد. تمامي الگوها يك بار با فرض آن که شوك‌ها داراي توزيع نرمال و يك بار با فرض آن که از توزيع تي- استيودنت تبعيت مي‌کنند، برآورد مي‌شوند.

در ذيل نتايج برآورد ضرايب اين الگوها براي بازدهي شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در دو توزيع ذکر شده، آورده شده است. با توجه به تبعيت معادله ميانگين بازدهي شاخص کل از يك فرآيند ARMA(1,1) مناسب‌ترين الگو جهت محاسبه‌ي الگوي GARCH , GARCH(1,1) مي‌باشد. نتايج برآوردها در **جدول ٤**آمده است.

جدول ۴. نتايج برآورد الگوي GARCH(1,1)براي بازدهي شاخص کل با فرض دو توزيع نرمال و تي- استيودنت
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 4. Estimation results of GARCH (1,1) for total index yield assuming two normal and t-student distributions
Source: Research Findings

شاخص کل			
توزیع نرمال	معادله میانگین	ar1	۰/۰۹۵۷۸۹
		ma1	۰/۲۷۲۱۷۸
	معادله واریانس	omega	۰/۰۰۴۰۷۶
		alpha	۰/۲۵۶۰۳۲
		beta	۰/۷۳۳۸۱۸
توزیع تي- استیودنت	معادله میانگین	ar1	۰/۱۱۹۳۹۷
		ma1	۰/۲۶۴۶۷۹
	معادله واریانس	omega	۰/۰۰۱۲۰۰
		Alpha	۰/۱۸۶۱۵۰
		Beta	۰/۸۱۲۸۵۰
		Shape	۴/۱۸۵۶۱۷

با توجه به تبعيت معادله‌ي ميانگين بازدهي شاخص کل از فرآيند ARMA(1,1) مناسب‌ترين الگو براي EGARCH(p,q)، EGARCH(1,1) مي‌باشد. نتايج اين برآوردها در **جدول ۵** آمده است.

جدول ۵. نتايج برآورد الگوي EGARCH(1,1) براي بازدهي شاخص کل با فرض دو توزيع نرمال و تي- استيودنت
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 5. Estimation results of EGARCH (1,1) for total index yield assuming two normal and t-student distributions
Source: Research Findings

شاخص کل			
توزيع نرمال	معادله ميانگين	ar1	-۰/۰۶۷۲۹۳
		ma1	۰/۴۲۱۷۵۱
	معادله واريانس	omega	-۰/۲۱۷۶۹۶
		Alpha	۰/۱۰۷۳۶۸
		Beta	۰/۹۱۰۰۰۷
		gamma	۰/۴۲۵۸۶۱
توزيع تي- استيودنت	معادله ميانگين	ar1	۰/۰۸۵۷۸۶
		ma1	۰/۲۸۳۶۵۲
	معادله واريانس	omega	-۰/۰۷۵۷۶۰
		Alpha	۰/۰۵۴۱۳۵
		Beta	۰/۹۷۲۹۳۲
		Gamma	۰/۳۴۶۲۴۹
		Shape	۳/۵۸۷۷۶۹

با توجه به تبعيت معادله ميانگين بازدهي شاخص کل از فرآيند ARMA(1,1) مناسب‌ترين الگو براي الگوي EGARCH-M(p,q)، GARCH-M(1,1) مي‌باشد. نتايج اين برآورد در **جدول** ٦ آمده است.

جدول ۶. نتايج برآوردالگوي GARCH-M(1,1) براي بازدهي شاخص کل با فرض دو توزيع نرمال و تي- استيودنت
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 6. Estimation results of GARCH-M (1,1) for total index yield assuming two normal and t-student distributions
Source: Research Findings

شاخص کل			
توزیع نرمال	معادله میانگین	ar1	-۰/۰۴۱۲۲۵
		ma1	۰/۳۷۴۶۷۵
	معادله واریانس	Arch m	۰/۵۵۵۸۲۴
		Omega	۰/۰۰۲۹۶۶
		Alpha	۰/۳۴۰۱۱۸
		Beta	۰/۷۶۶۵۵۲
		Gamma	-۰/۲۱۵۳۴۰
توزیع تي- استیودنت	معادله میانگین	ar1	۰/۰۴۵۷۸۱
		ma1	۰/۳۲۷۷۷۳
	معادله واریانس	Arch m	۰/۲۳۰۲۱۱
		Omega	۰/۰۰۱۳۹۱
		Alpha	۰/۲۴۹۰۲۸
		Gamma	-۰/۱۰۱۰۷۱
		Beta	۰/۸۰۰۵۰۸
		Shape	۴/۲۴۲۹۷۴

باتوجه به تبعيت معادله‌ي ميانگين بازدهي شاخص کل از فرآيند ARMA(1,1) مناسبت‌ترين الگو براي GJRGARCH(p,q) ، GJRGARCH(1,1) مي‌باشد. نتايج اين برآوردها در **جدول ۷** آمده است.

جدول ۷. نتايج برآورد الگوي GJRGARCH(1,1) براي بازدهي شاخص کل با فرض دو توزيع نرمال و تي- استيودنت
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 7. Estimation results of GJGARCH (1,1) for total index yield assuming two normal and t-student distributions
Source: Research Findings

شاخص کل			
توزیع نرمال	معادله میانگین	ar1	۰/۱۰۹۲۹۰
		ma1	۰/۲۵۳۱۲۸
	معادله واریانس	omega	۰/۰۰۳۵۲۰
		alpha	۰/۳۱۵۹۴۱
		Beta	۰/۷۵۳۴۱۷
		gamma	-۰/۱۷۰۴۶۶
توزیع تي- استیودنت	معادله میانگین	ar1	۰/۱۰۵۷۶۹
		ma1	۰/۲۷۴۲۰۲
	معادله واریانس	omega	۰/۰۰۱۱۴۷
		Alpha	۰/۲۱۴۰۵۱
		Beta	۰/۸۲۱۹۵۴
		Gamma	-/۰۷۴۰۱۱
		Shape	۴/۱۲۹۰۸۵

جدول ۸. نتايج برآورد الگوي APARCH(1,1) براي بازدهي شاخص کل با فرض دو توزيع نرمال و تي- استيودنت
مأخذ: يافته هاي پژوهش

Table 8. Estimation results of APARCH (1,1) for total index yield assuming two normal and t-student distributions
Source: Research Findings

شاخص کل			
توزیع نرمال	معادله میانگین	ar1	-۰/۱۱۶۵۶۴
		ma1	۰/۴۵۵۹۷۵
	معادله واریانس	Omega	۰/۰۲۷۴۲۶
		Alpha	۰/۲۳۱۶۲۱
		Beta	۰/۷۴۷۰۶۵
		Gamma	-۰/۲۳۳۰۵۷
		Delta	۰/۸۶۱۲۸۹
توزیع تي- استیودنت	معادله میانگین	ar1	۰/۰۸۴۱۹۷
		ma1	۰/۲۸۳۷۵۶
	معادله واریانس	omega	۰/۰۰۳۹۵۵
		Alpha	۰/۲۱۹۶۷۰
		Beta	۰/۸۳۳۷۸۶
		Gamma	-۰/۱۲۰۸۶۲
		Delta	۱/۲۴۶۰۸۰
		Shape	۳/۵۰۴۳۵۱

با توجه به مطالب ذکر شده اکنون مي‌توان مقادير ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي را در دو سطح اطمينان ۱٪ و ۵٪ محاسبه کرد. نتايج حاصل از اين محاسبات در **جدول ۹** تا **جدول ۱۳** آمده است.

جدول ۹. مقادير ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي با استفاده از الگوي GARCH(1,1) در توزيع‌هاي نرمال و تي- استيودنت در دو سطوح اطمينان ۱٪ و ۵٪ براي بازدهي شاخص کل
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 9. Values at risk and conditional risk value using GARCH model (1,1) in normal and T-student distributions at two levels of 1% and 5% confidence for the return of the total index
Source: Research Findings

شاخص کل		
ارزش در معرض خطر «VaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۳۹۱۹
		α=۰/۰۱ ۰/%۵۲۷۱
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۴۴۲۲
		α=۰/۰۱ ۰/%۷۷۳۰
ارزش در معرض خطر «CVaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۴۷۴۸
		α=۰/۰۱ ۰/%۵۹۴۳
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۶۷۲۲
		α=۰/۰۱ ۱/%۱۴۵۱

جدول ۱۰. مقادير ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي با استفاده از الگوي EGARCH(1,1) در توزيع‌هاي نرمال و تي- استيودنت در دو سطوح اطمينان ۱٪ و ۵٪براي بازدهي شاخص کل
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 10. Values at risk and conditional risk value using EGARCH model (1,1) in normal and T-student distributions at two levels of 1% and 5% confidence for the return of the total index
Source: Research Findings

شاخص کل		
ارزش در معرض خطر «VaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۴۱۹۱
		α=۰/۰۱ ۰/%۵۶۹۱
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۴۷۰۸
		α=۰/۰۱ ۰/%۸۳۰۵
ارزش در معرض خطر «CVaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۵۱۱۱
		α=۰/۰۱ ۰/%۶۴۳۶
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۷۲۰۹
		α=۰/۰۱ ۱/%۲۳۵۴

جدول ۱۱. مقادير ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي با استفاده از الگوي GARCH-M(1,1) در توزيع‌هاي نرمال و تي- استيودنت در دو سطوح اطمينان ۱٪ و ۵٪ براي بازدهي شاخص کل
مأخذ: يافته‌هاي پژوهش

Table 11. Values at risk and conditional risk value using GARCH-M model (1,1) in normal and T-student distributions at two levels of 1% and 5% confidence for the return of the total index
Source: Research Findings

شاخص کل		
ارزش در معرض خطر «VaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۴۲۵۰
		α=۰/۰۱ ۰/%۵۷۴۸
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۴۸۵۰
		α=۰/۰۱ ۰/%۸۶۱۹
ارزش در معرض خطر «CVaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۵۱۶۸
		α=۰/۰۱ ۰/%۶۴۹۲
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۷۴۷۱
		α=۰/۰۱ ۱/%۲۸۶۳

جدول ۱۲. مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي با استفاده از الگوي GJRGARCH(1,1) در توزيع‌هاي نرمال و تي- استيودنت در دو سطوح اطمينان ۱٪ و ۵٪براي بازدهي شاخص کل
مأخذ: يافته هاي پژوهش

Table 12. Values at risk and conditional risk value using GJRARCH model (1,1) in normal and T-student distributions at two levels of 1% and 5% confidence for the return of the total index
Source: Research Findings

شاخص کل		
ارزش در معرض خطر «VaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۴۱۳۴
		α=۰/۰۱ ۰/%۵۵۵۱
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۴۶۱۶
		α=۰/۰۱ ۰/%۸۱۱۰
ارزش در معرض خطر «CVaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۵۰۰۳
		α=۰/۰۱ ۰/%۶۲۵۵
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۷۰۴۵
		α=۰/۰۱ ۱/%۲۰۴۲

جدول ۱۳. مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي با استفاده از الگوي APARCH(1,1) در توزيع‌هاي نرمال و تي- استيودنت در دو سطوح اطمينان ۱٪ و ۵٪ براي بازدهي شاخص کل
مأخذ: يافته هاي پژوهش

Table 13. Values at risk and conditional risk value using APARCH model (1,1) in normal and T-student distributions at two levels of 1% and 5% confidence for the return of the total index
Source: Research Findings

شاخص کل		
ارزش در معرض خطر «VaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۴۱۲۶
		α=۰/۰۱ ۰/%۵۶۱۶
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۴۷۹۹
		α=۰/۰۱ ۰/%۸۴۸۸
ارزش در معرض خطر «CVaR»	توزیع نرمال	α=۰/۰۵ ۰/%۵۰۳۹
		α=۰/۰۱ ۰/%۶۳۵۶
	توزیع تي- استیودنت	α=۰/۰۵ ۰/%۷۳۶۴
		α=۰/۰۱ ۱/%۲۶۴۰

اعداد و ارقام نمايش داده شده در **جدول ۹** الي **جدول ۱۳** نشانگر مقادير ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي با استفاده از الگوهاي مختلف گارچ در سطوح اطمينان ۱٪ و ۵٪ براي بازدهي شاخص کل هستند.

اکنون، براي استفاده مطمئن از مدل‌هاي پيش‌بيني کننده ارزش در معرض خطر، لازم است اعتبار آنها با دقت بررسي شده و عملکرد آنها مورد ارزيابي قرار گيرد. بدين منظور از دو آزمون کوپيك و کريستوفرسن استفاده شده است. نتايج اين آزمون در **جدول ۱۴** و **جدول ۱۵** آمده است.

جدول ۱۴. بررسي پس‌آزمايي ۵ مدل برآوردکننده ارزش در معرض خطر ۹۵٪ به روش غلتان
مأخذ: يافته هاي پژوهش

Table 14. Post-test evaluation of 5 models estimating 95% risk value by rolling method
Source: Research Findings

	MODEL	Expected Exceed	violation	LRUC	p-uc	LRcc	p-cc	Critical Value	
Normal	GARCH	۵۲	۳۱	۱۰/۵۴۲	۰/۰۰۱	۱۲/۴۴۲	۰/۰۰۲	۱/۹۶	رد فرض صفر
	EGARCH	۵۲	۳۵	۶/۷۱۵	۰/۰۱	۶/۷۴۴	۰/۰۳۴	۱/۹۶	رد فرض صفر
	GARCH-M	۵۲	۳۲	۹/۴۹	۰/۰۰۲	۱۱/۵۱۷	۰/۰۰۳	۱/۹۶	رد فرض صفر
	GJRGARCH	۵۲	۳۹	۳/۸۳۶	۰/۰۵	۴/۰۱	۰/۱۳۵	۱/۹۶	رد فرض صفر
	APARCH	۵۲	۳۹	۳/۸۳۶	۰/۰۵	۴/۰۱	۰/۱۳۵	۱/۹۶	رد فرض صفر
t-student	GARCH	۵۲	۴۷	۰/۵۶۳	۰/۴۵۳	۰/۵۷۱	۰/۷۵۲	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	EGARCH	۵۲	۴۲	۲/۲۴۲	۰/۱۳۴	۲/۵۹۸	۰/۲۷۳	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	GARCH-M	۵۲	۴۵	۱/۰۹۴	۰/۲۹۶	۱/۶۴۲	۰/۴۴	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	GJRGARCH	۵۲	۴۷	۰/۵۶۳	۰/۴۵۳	۰/۹۲۴	۰/۶۳	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	APARCH	۵۲	۴۲	۲/۲۴۲	۰/۱۳۴	۲/۳	۰/۳۱۷	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر

جدول ۱۵. بررسي پس‌آزمايي ۵ مدل برآوردكننده ارزش در معرض خطر ۹۹٪ به روش غلتان
مأخذ: يافته هاي پژوهش

Table 15. Post-test evaluation of 5 models estimating 99% risk value by rolling method
Source: Research Findings

	MODEL	Expected Exceed	Violation	LRUC	p-uc	LRcc	p-cc	Critical Value	
Normal	GARCH	۱۰	۱۰	۰/۰۱۹	۰/۸۹	۰/۲۱۳	۰/۸۹۹	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	EGARCH	۱۰	۱۲	۰/۲۲۵	۰/۶۳۶	۰/۵۰۴	۰/۷۷۷	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	GARCH-M	۱۰	۱۲	۰/۲۲۵	۰/۶۳۶	۰/۵۰۴	۰/۷۷۷	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	GJRGARCH	۱۰	۱۲	۰/۲۲۵	۰/۶۳۶	۰/۵۰۴	۰/۷۷۷	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	APARCH	۱۰	۱۳	۰/۵۸۸	۰/۴۴۳	۰/۹۱۶	۰/۶۳۲	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
t-student	GARCH	۱۰	۱۰	۰/۰۱۹	۰/۸۹	۰/۲۱۳	۰/۸۹۹	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	EGARCH	۱۰	۸	۰/۶۲۷	۰/۴۲۹	۰/۷۵	۰/۶۸۷	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	GARCH-M	۱۰	۱۰	۰/۰۱۹	۰/۸۹	۰/۲۱۳	۰/۸۹۹	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	GJRGARCH	۱۰	۹	۰/۲۱	۰/۶۴۶	۰/۳۶۷	۰/۸۳۲	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر
	APARCH	۱۰	۹	۰/۲۱	۰/۶۴۶	۰/۳۶۷	۰/۸۳۲	۱/۹۶	عدم رد فرض صفر

در جداول مذکور ستون اول اسم روش، Expected Exceed پیش بینی تعداد تخطی‌ها violation تعداد تخطي‌هاي واقعي مدل، LRuc مقادير مربوط به آزمون پوشش غيرشرطي، ستون پنجم p– مقدار آزمون پوشش غيرشرطي، LRcc آماره آزمون پوشش شرطي، ستون هفتم، p- مقدار آزمون پوشش شرطي و ستون آخر رد يا عدم رد فرض صفر مبني بر كفايت يا عدم كفايت مدل مورد نظر را نشان مي‌دهد. در آزمون مورد نظر تعداد مشاهدات کل ۱٤٤٤ داده است که با توجه به در نظر گرفتن پنجره‌ای به طول ٤۰۰ ، تعداد مشاهدات به کار رفته ۱۰٤٤ داده است. در جدول ١٤ در سطح خطای ۵ درصد پیش بینی تعداد تخطی‌ها برابر ۵۲ تخطی با توجه به تعداد دوره برآورد شده است که تمامی مدل های به کار رفته تحت هر دو توزیع نرمال و تی استیودنت تعداد تخطی کمتری از سطح خطای مورد بررسی تخطی داشتند و در جدول ۱۵در سطح خطای ۱ درصد پیش بینی تعداد تخطی ها برابر ۱۰ تخطی با توجه به تعداد دوره برآورد شده است که در مدل های به کار رفته تحت توزیع نرمال تعداد تخطی بیشتری از سطح خطای مورد بررسی تخطی داشتند و تحت توزیع تی استیودنت تعداد تخطی کمتری از سطح خطای مورد بررسی داشتند که امر نشان از عملکرد بهتر توزیع تی نسبت به نرمال دارد. با توجه به کمتر بودن تعداد تخطی ها در توزیع نرمال نسبت به توزیع تی استیودنت در سطح اطمینان ۹۵٪ و مقدار ارزش در معرض خطر توزیع نرمال بیشتر از معمول یا به اصطلاح (Over Estimate) برآورد شده است.

۶- نتایج و پیشنهادها

نتايج حاصل از آزمون مربوط به پايايي متغيرها نشان مي‌دهد كه داده‌هاي به كار گرفته شده در تمامي سطوح اطمينان ريشه واحد نداشته و پايا هستند. بنابراين ابهام مربوط به ايجاد رگرسيون كاذب به جهت ناپايايي داده‌ها برطرف مي‌گردد.

نتايج حاصل از آزمون ضريب لاگرانژ براي شاخص كل بورس اوراق بهادار تهران حاكي از وجود اثر آرچ در باقيمانده حاصل از معادله خودهمبسته- ميانگين متحرك با وقفه يك و يك مي‌باشد. بنابراين كاملاً مشهود است كه اثر با وجود آرچ باقيمانده خاصيت نوفه سفيد را پيدا نمي‌كند و بايد از الگوهاي خودهمبسته واريانس ناهمسان شرطي تعميم يافته استفاده گردد كه اثر آرچ را از داده‌ها دور مي‌كند.

نتايج برآورد الگوي GARCH(1,1) نشان می‌دهد، معادله‌ي ميانگين براي شاخص انتخابي در تمامي موارد از نوع ARMA(1,1) مي‌باشد. مجموع ضرائب در برآورد الگوي

GARCH(1,1) براي هر دو توزيع نزديك به يك مي‌باشند كه نشان‌دهنده وجود پايداري در فرآيند واريانس مي‌باشد. در نتايج برآورد الگوي EGARCH(1,1) مقادير پارامتر gamma در دو توزيع نرمال و تي- استيودنت به ترتيب ٠/٤ و ٠/٣ مي‌باشد كه نشانگر وجود اثر اهرمي مثبت مي‌باشد. نتايج حاصل از برآورد الگوي GARCH-M(1,1) نشان می دهد، ضريب GARCH-M(1,1) در دو توزيع نرمال و تي- استيودنت به ترتيب ٠/٥ و ٠/٢ مي‌باشد. اين ضريب همان حاشيه ريسك مي‌باشد كه نشان مي‌دهد بازدهي به صورت مثبت به متغير تلاطم وابستگي دارد. وجود اين حاشيه ريسك و معني داري آن به معني وجود همبستگي پياپي در بازدهي‌هاي گذشته دارايي است. نتايج برآورد دو الگوي APARCH(1,1)، GJRGARCH(1,1) كه نوع ديگري از مدل‌هاي GARCH هستند و مي‌توانند اثرات اهرمي را مدل‌سازي كنند، نشان می‌دهد در مدل GJRGARCH ضريب gamma براي دو توزيع نرمال و تي- استيودنت به ترتيب ٠/١- و ٠/٠٧- نشان‌دهنده وجود اثر اهرمي منفي مي‌باشد و در مدل APARCH ضريب gamma براي دو توزيع نرمال و تي- استيودنت به ترتيب ٠/٢- و ٠/١- نشان‌دهنده وجود اثر اهرمي منفي مي‌باشند. علت متفاوت بودن ضرایب گاما در الگوهای مختلف نامتقارن گارچ این است که در الگوی GJRGARCH یک متغیر دامی وجود داشته که مقدار آن بین منفی یک تا مثبت یک است و مقدارش را جز خطا معلوم می‌کند، لذا می‌توان انتظار داشت که در اخبار بد گامای مثبت و در اخبار خوب گامای منفی وجود داشته باشد.

با استفاده از ضرائب برآورده شده به وسيله‌ي الگوهاي مختلف گارچ، مقادير ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي نتايج حاكی از آن است كه در دو سطوح اطمينان ٩٥٪ و ٩٩٪ بيشترين ميزان ارزش در معرض خطر براي شاخص كل بورس اوراق بهادار تهران مربوط به الگوي GARCH-M(1,1) با توزيع تي- استيودنت، به ترتيب با ميزان ٠/٤٨٥٠% و % ٠/٨٦١٩ مي‌باشد. همچنين در شاخص كل با فرض توزيع نرمال در سطح اطمينان ٩٥٪ به ترتيب الگوي GARCH-M، EGARCH، GJRGARCH، APARCH و GARCH بيشترين ارزش در معرض خطر را نشان مي‌دهند. اما با فرض توزيع تي- استيودنت به ترتيب الگوي GARCH-M، APARCH، EGARCH ، GJRGARCH، و GARCH بيشترين ارزش در معرض خطر را نشان مي‌دهند.

در شاخص کل با فرض توزیع نرمال در سطح اطمینان ۹۹٪ به ترتیب الگوي GARCH-M، EGARCH، APARCH، GJRGARCH، و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر را نشان مي‌دهند. اما با فرض توزیع تي- استیودنت به ترتیب الگوي GARCH-M، APARCH، EGARCH، GJRGARCH و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر را نشان مي‌دهد.

در دو سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ بیشترین میزان ارزش در معرض خطر شرطي براي شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران مربوط به الگوي GARCH-M(1,1) با توزیع تي- استیودنت، به ترتیب بامیزان % ۰/٦٤۹۲ و %۱/۲۸٦۳ مي‌باشد.

در شاخص کل با فرض توزیع نرمال در هر دو سطح اطمینان ۵٪ و ۹۹٪ به ترتیب الگوي GARCH-M، EGARCH، APARCH، GJRGARCH و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر شرطي را نشان مي‌دهند.اما با فرض توزیع تي- استیودنت براي هر دو سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ به ترتیب الگوي GARCH-M، APARCH، EGARCH ، GJRGARCH و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر شرطي را نشان مي‌دهند.

دقت و کفایت ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطي که توسط الگوهاي مختلف برآورده شده بودند، توسط آزمون‌هاي پس‌آزمایي ارزیابي بررسی شد. نتایج به دست آمده حاکي ازآن است که ارزش در معرض خطر براي سطح اطمینان ۹۵٪ براي هر دو توزیع نرمال و تي- استیودنت با روش غلتان توسط آزمون‌هاي پس‌آزمایي مورد ارزیابي قرار گرفت، نتایج نشان مي‌دهند که بر اساس pهاي متناظر با آزمون‌هاي کوپیك و کریستوفرسن، فرض صفر مبني بر کفایت و دقت مدل براي تمامي الگوها با توزیع نرمال رد مي‌شوند. این بدین معني مي‌باشد که هیچ‌کدام از الگوها باتوزیع نرمال اعتبار کافي براي محاسبه ارزش در معرض خطر را دارا نمي‌باشند.

در حالي که فرض صفر براي تمامي الگوها با توزیع تي- استیودنت رد نمي‌شوند، در نتیجه تمامي الگوها، با توزیع تي- استیودنت از اعتبار کافي جهت محاسبه ارزش در معرض خطر در سطح ۹۵٪ را دارا مي‌باشند. با توجه به این که ارزش در معرض خطر براي سطح اطمینان ۹۹٪ براي هر دو توزیع نرمال و تي- استیودنت با روش غلتان توسط آزمون‌هاي پس‌آزمایي مورد ارزیابي قرار گرفت، نتایج نشان مي‌دهند که بر اساس pهاي متناظر دو آزمون کوپیك و کریستوفرسن تمامي الگوها در هر دو توزیع نرمال و تي- استیودنت براي

محاسبه ارزش در معرض خطر در سطح اطمینان ۹۹٪ از اعتبار و کفایت لازم برخوردار مي‌باشند و فرض صفر در آنها رد نشده است.

پیشنهادهایی مبتنی بر یافته‌های پژوهش این است که با تعیین دامنه سهام، بیمه کردن سهام، شفاف سازی اطلاعات به سرمایه‌گذاری بهتر در بازار سهام کمک کند. بورس اوراق بهادار تهران همچنین می‌تواند ارزش در معرض خطر را به صورت روزانه برای صنایع مختلف با استفاده از روش به کار برده شده در این پژوهش محاسبه کرده و در اختیار سرمایه‌گذاران قرار دهد.

همچنین برای محققان آینده پیشنهاد می_شود با توجه به این که روش پژوهش حاضر مبتني بر الگوهاي واريانس ناهمسان شرطي مي‌باشد و اين الگوها داراي طيف وسيعي مي‌باشند، پيشنهاد مي‌گردد از الگوهاي جديدتري از جمله 3D-GARCH، COGARCH، GARCH-MIDDAS و... جهت محاسبه ريسك استفاده گردد. همچنين با توجه به تأثير چشمگير فروض توزيع احتمال، پيشنهاد مي‌شود از فروض توزيع احتمال ديگري به غير از آنچه در اين مطالعه آمده است، استفاده شود. در مطالعه حاضر كفايت و دقت مدل‌هاي مختلف مورد ارزيابي قرار گرفته است، اما با توجه به اين كه ممكن است ارزش در معرض خطر توسط مدلي چنان بيش از حد برآورد گردد تا هيچ‌گونه تخطي را مرتكب نشود، در اين صورت با معيارهاي پس‌آزمايي مختلف، چنين ارزش در معرض خطري مدل خوبي به شمار آيد در حالي كه بايد توجه داشت اگر ارزش در معرض خطر بيش از حد برآورد گردد ممكن است شركت مورد نظر يا بانك يا .... متوجه زيان ناشي از تخصيص منابع گردند. بنابراين پيشنهاد مي‌شود با استفاده از روش‌هاي مختلف تابع زيان، روش‌هاي مختلف ارزش در معرض خطر رتبه‌بندي شوند.

Acknowledgments: The authors are grateful for the valuable comments and suggestions of the judges who have improved the quality of this article.

Conflict of Interest: The authors declare no conflict of interest.

Funding: The author received no financial support for the research, authorship, and publication of this article.

Reference

Ansari Samani, H., & Aminian Dehkordi, M. (2022). Investigating the Relationship between Information Risk with Bubble Price Probability in Companies Listed in Tehran Stock Exchange. *Quarterly Journal of Quantitative Economics, 19*(2), 37-65. doi:10.22055/jqe.2020.31565.2167

Barjaktarović, L., Milojević, M., & Terzić, I. (2014). *Results of Applience of Benfords Law on Serbian Companies.* Paper presented at the The book of proceedings-XIV International Symposium, Symorg.

Berggren, E., & Folkelid, F. (2015). Which GARCH model is best for Value-at-Risk? In.

Bucevska, V. (2013). An Empirical evaluation of GARCH models in value-at-risk estimation: Evidence from the Macedonian stock exchange. *Business Systems Research: International journal of the Society for Advancing Innovation and Research in Economy, 4*(1), 49-64.

Cerović Smolović, J., Lipovina-Božović, M., & Vujošević, S. (2017). GARCH models in value at risk estimation: empirical evidence from the Montenegrin stock exchange. *Economic research-Ekonomska istraživanja, 30*(1), 477-498.

Copeland, T., Weston, J., & Shastri, K. (2013). Financial Theory and Corporate Policy Pearson.

Duan, C.-G., Jaswal, S. S., & Tsymbal, E. Y. (2006). Predicted magnetoelectric effect in Fe/BaTiO 3 multilayers: ferroelectric control of magnetism. *Physical Review Letters, 97*(4), 047201.

Fallahpour, S., Rezvani, F., & Rahimi, M. (2015). Estimating Conditional VaR Using Symmetric and Non-Symmetric Autoregressive Models in Old and Oil Markets. *Financial Knowledge of Securities Analysis, 8*(26), 1-18. Retrieved from https://jfksa.srbiau.ac.ir/article_6743_3ee69c68edcdf9fbcaaccdb4943a6d1d.pdf

Godeiro, L. L. (2013). Testing the CAPM for the Brazilian Stock Market using Multivariate GARCH between 1995 and 2012. *International Journal of Economics and Financial Issues, 3*(2), 253-275.

Habibi, r. B., Mehdi, & heidari, Z. (2019). Investigation of Ownership Structure, Deposits Structure, Profit Structure and Banking Bankruptcy Risk, Case Study: Listed Banks in Tehrah Stock Exchange. *Quarterly Journal of Quantitative Economics, 16*(3), 131-155. doi:10.22055/jqe.2019.25760.1868

Hull, J. (2006). Financial Risk Management and Financial Institution. In: Prentice Hall, Upper Saddle River, NJ.

Ma, X., Yang, R., Zou, D., & Liu, R. (2020). Measuring extreme risk of sustainable financial system using GJR-GARCH model trading data-based. *International Journal of Information Management*, *50*, 526-537.

Phillips, M. (2006). *Applications of spoken language technology and systems.* Paper presented at the 2006 IEEE Spoken Language Technology Workshop.

Raghfar, H., & Ajorlo, N. (2016). Calculation of Value at Risk of Currency Portfolio for a Typical Bank by GARCH-EVT-Copula Method. *Iranian Journal of Economic Research*, *21*(67), 113-141. doi:10.22054/ijer.2016.7238

zamani, m., Emamverdi, G., Noorifard, Y., Hamidian, M., & Jafari, S. M. (2021). PREDICTING VALUE AT RISK: AN ARTIFICIAL INTELLIGENCE APPROACH. *Quarterly Journal of Quantitative Economics*, -. doi:10.22055/jqe.2021.35793.2293 (in Persian).