



فصلنامه‌ی اقتصاد مقداری

صفحه‌ی اصلی وب سایت مجله:

www.jqe.scu.ac.ir

شاپا الکترونیکی: ۲۷۱۷-۴۲۷۱

شاپا چاپی: ۲۰۰۸-۵۸۵۰



دانشگاه شهید چمران اهواز


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

لیلا ترکی* , ندا اسماعیلی** و معصومه حق پرست***

* استادیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری 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 اداری و اقتصاد، دانشگاه اصفهان، اصفهان، ایران.

اطلاعات مقاله	طبقه‌بندی JEL: C63, G10, G02
تاریخ دریافت: ۱۹ فروردین ۱۳۹۹	واژگان کلیدی: ارزش در معرض خطر، ارزش در معرض خطر
تاریخ بازنگری: ۲۰ آذر ۱۴۰۰	شرطی، مدل‌های گارچ، شاخص بورس اوراق بهادار
تاریخ پذیرش: ۲۱ آذر ۱۴۰۰	
ارتباط با نویسنده (گان) مسئول: l.torki@ase.ui.ac.ir	آدرس پستی:
 0000-0003-0974-3612	اصفهان، میدان آزادی، دانشگاه اصفهان، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، گروه اقتصاد

اطلاعات تکمیلی:

این مقاله برگرفته از پایان نامه‌ی ارشد خانم معصومه حق پرست در رشته علوم اقتصادی به راهنمایی دکتر لیلا ترکی 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 منافی وجود ندارد.

منابع مالی: نویسنده‌ها 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 نگرسته و تعدادی از آن‌ها نیز مکمل یکدیگر هستند. با پیشرفت علوم ریاضی و آمار در زمینه 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 خطر 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 (بررسی‌های اقتصادی سابق)، ۱۹(۴)، ۷۸-۴۳.

 [10.22055/JQE.2021.33186.2240](https://doi.org/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/>)

پرتال جامع علوم انسانی

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 سرمایه‌گذاران مالی به شدت نگران پورتفوی سهام^۱ 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، ریسک‌های غیرضروری و نامطلوب را حذف نمود. بدین منظور برای محاسبه ریسک روش‌های متفاوتی وجود دارد که در بین آن‌ها معیارهای سنتی ریسک همانند انحراف معیار^۲ 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 می‌باشد. ارزش در معرض خطر، رویکردی متعارف برای محاسبه مقداری 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 شهودی برای مدیریت دارایی‌ها فراهم می‌آورد و از این رو، جاذبه زیادی برای تصمیم‌گیران مالی دارد. تخمین‌های نادرست از ارزش در معرض خطر سبب دارایی‌ها می‌تواند بنگاه‌ها را به حفظ ذخایر ناکافی سرمایه برای پوشش ریسک‌های خود هدایت کند، به نحوی که آنها ذخایر سرمایه ناکافی را برای جذب تکانه‌های مالی بزرگ نگهداری کنند. برای مثال، موارد

¹ Stock Portfolio

² Standard Deviation

متعددی از ورشکستگی‌های نهادهای مالی اخیر به سبب تخمین‌های نادرست ارزش در معرض خطر سبد دارایی‌ها شکل گرفته است. هنگامی که مدل سازی بازده‌ها مرکز توجه قرار گیرد، درک حرکت همزمان بازده‌های مالی اهمیت ویژه‌ای می‌یابد؛ بنابراین، توجه ما به سمت مدل‌های GARCH جلب می‌شود. همچنین انواع مدل‌های GARCH به منظور مدل سازی نوسانات در مطالعات میدانی استفاده می‌شود. با توسعه این‌گونه مدل‌ها می‌توان روابط زیرمجموعه‌های پرتفوی را به شکل دقیق‌تری مدل سازی 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^۳ 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 سرمایه‌گذاری اهمیت فراوانی دارد. معیاری که هم اکنون در میان تحلیل‌گران 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^۴، قراردادهای معاوضه^۵ 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 ضعف‌های روش‌های 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 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 سنج ریسک راضی کننده نیست. بنابراین باید سنج‌های منسجم که از مزیت‌های VaR برخوردار و در عین حال از معایب آن برخوردار 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 می‌کند که شرایط بد چقدر می‌تواند بد باشد در حالی که ارزش در معرض خطر در مورد زیان‌های فراتر از خودش حرفی برای گفتن ندارد (Damirchi, 2010).

با توجه به مطالب بیان شده در پژوهش حاضر سعی گردیده است تحلیل جامعی 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

زمانی و همکاران (۱۳۹۹) در مقاله ای تحت عنوان پیش‌بینی ارزش در معرض خطر با رویکرد هوش مصنوعی به تحلیل مقایسه‌ای دقت پیش‌بینی روش‌های 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 ۱۳۹۶ بورس اوراق بهادار تهران برای شرکت‌های نمونه آماری، محاسبه و استفاده شده 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 با قدرت بالاتری انجام و جهت استفاده توصیه می‌شود، روش‌های پارامتریک (واریانس - کوواریانس) و شبیه‌سازی تاریخی در رتبه‌های بعدی قرار می‌گیرند (zamani, Emanverdi, Noorifard, Hamidian, & Jafari, 2021).

حسینی (۱۳۹۶) در پایان نامه خود تحت عنوان «بررسی عملکرد مدل پیش‌بینی سوئیچینگ در پیش‌بینی ارزش در معرض خطر شاخص‌های بازار اوراق بهادار» مدلی جهت پیش‌بینی ارزش در معرض خطر طراحی می‌نماید. این مدل روش‌های پیشین را گسترش می‌دهد تا مدل پیش‌بینی سوئیچینگ 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 نقطه‌ای از زمان تنها از اطلاعات تاریخی در دسترس برای انتخاب مدل استفاده می‌کنند و انتخاب مدل براساس یک معیار انتخاب از پیش معین انجام می‌شود و سپس از مدل انتخاب شده برای پیش‌بینی ارزش در معرض خطر یک دوره بعد استفاده می‌کنند. نتایج تحقیق حاکی از کارایی بسیار مطلوب مدل سوئیچینگ نسبت به سایر مدل‌ها در طول زمان می‌باشد (Hoseini, 2017).

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

واریانس آستانه‌ای GJR-GARCH برای توزیع بازدهی متغیر در طول زمین 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 ۱۳۸۶/۱/۱ 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 (Ragfar & 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, GARCH, TGARCH 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 مونته‌نگرین» 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 میونته‌نگرین ارزیابی می‌کند. داده‌های مورد استفاده در این مقاله، بازده روزانه شاخص سهام مونته‌نگرین

MONEX از ۵ ژانویه ۲۰۰۴ تا ۲۱ فوریه ۲۰۱۴ 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 آن‌ها 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).

بارجاکتورویک، تریزیک و میلوجویک (۲۰۱۴) 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^۶ 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 تکنیک‌های بک تستینگ^۷ 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 (۲۰۱۴) 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 توزیع‌های 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 دسامبر ۲۰۱۴ 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), GJRARCH 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 ۴ 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 GJRARCH 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 سیه پورتفوی از سبد سهام پنج شرکت Ibovespa 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 استیودنت، 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:

$$R_t = [\log(x_t \div x_{t-1})] * 100 \quad (1)$$

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 ۱۴۴۵ 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 آن‌ها 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^۸ 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 وابستگی‌های زمانی را نادیده می‌گیرد. کریستوفرسن^۹ (۱۹۹۸) با در نظر گرفتن یک آماره مجزا برای آزمون استقلال تخطی‌ها، به توسعه آزمون کوپیک پرداخت و آزمونی برای سطح پوشش شرطی^{۱۰} 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 heteroskedsticy یا E-Garch توسط نلسون (۱۹۹۱) مدل شده که یک فرم دیگر از مدل Garch است. به طور تفصیلی EGarch(p,q) به صورت زیر مشخص می‌گردد:

⁸ kupice Test

⁹ Christoffersen Test

¹⁰ Conditional Coverage Level

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

که در آن $g(Z_t) = \theta Z_t + \lambda (|Z_t| - E(|Z_t|))$ و σ_t^2 واریانس شرطی و $\omega, \alpha, \beta, \theta$ ضرایب و Z_t می‌تواند متغیر نرمال استاندارد باشد و یا از یک توزیع تعمیم خطا بدست آمده باشد.

فرموله کردن $g(Z_t)$ به ما اجازه می‌دهد که علامت و مقدار Z_t اثر مشخص 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، جاگاناثان 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 قوی‌تری 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).

$$\sigma_t^2 = w + \sum_{i=1}^p (\alpha_i + \gamma_i I_{t-i}) \varepsilon_{t-i}^2 + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^2 \quad (3)$$

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^{۱۱} GARCH-M این ویژگی را مدلسازی می‌کند. ساختار یک مدل GARCH-M استاندارد را می‌توان بصورت زیر نشان داد:

$$r_t = \mu + \theta \sigma_t^2 + \varepsilon_t$$

$$\varepsilon_t \sim N(0, \sigma_t^2) \quad (۴)$$

$$\sigma_t^2 = \omega + \alpha_1 \varepsilon_{t-1}^2 + \beta_1 \sigma_{t-1}^2$$

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:

$$y_t = \beta x_t + \lambda \sigma_t + \varepsilon_t \quad (۵)$$

ε_t به عنوان باقی مانده به این صورت تعریف می‌شود (فرانک^{۱۲} و همکاران، ۲۰۱۰):

$$\varepsilon_t = \sigma_t \times z_t \quad (۶)$$

د- مدل GARCH(p,q)

فرم کلی این مدل است، همان مدل عمومی GARCH است که برای برآورد همزمان بازدهی و نوسانات استفاده می‌کنند:

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

¹¹ Garch-in-mean

¹² Francq

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

در برآورد این مدل، بهترین وقفه‌ها به طور هم زمان در معادلات میانگین و نوسانات تعیین شده و اثر همبستگی‌های مرتبه بالاتر در مدل وارد می‌شوند. این موضوع، به خصوص در داده‌هایی که اثر شوک‌های میانگین و واریانس در آنها ماناست، اهمیت بیشتری می‌یابد (Phillips, 2006).

ه- مدل GARCH(1,1)

این مدل حالت خاصی از مدل عمومی GARCH است که در آن p و q برابر یک در نظر گرفته می‌شوند. یافته‌ها حاکی از آن است که این مدل در بسیاری از سری‌های زمانی مالی نتایج قابل قبولی را ارائه می‌کند.

بنابراین، مدل زیر که به عنوان یک حالت خاص از مدل قبل برآورد می‌شود، در مقایسه با نتایج مدل GARCH(p,q) امکان مشاهده اثر حذف وقفه‌های بالاتر (در مورد شاخص‌هایی که بر اساس مدل قبل شامل بیشتر از یک وقفه‌اند) را فراهم می‌کند:

$$\begin{aligned} \varepsilon_t &= \sigma_t v_t \quad v_t \sim iid(0,1) \\ \sigma_t^2 &= \alpha_0 + \alpha \varepsilon_{t-1}^2 + \gamma \sigma_{t-1}^2 \end{aligned} \quad (A)$$

معادله میانگین شرطی برای این مدل می‌تواند در فرم زیر نوشته شود:

$$R_t = \mu + \sum_{i=1}^p \alpha_i R_{t-i} + \sum_{j=1}^q \theta_j \varepsilon_{t-j} + \varepsilon_t \quad (9)$$

که در آن R_t بارگشت ماهیانه، R_{t-i} و ε_{t-j} به ترتیب اجزای میانگین اتورگرسیو و متحرک می‌باشند.



ی- مدل APARCH^{۱۳}

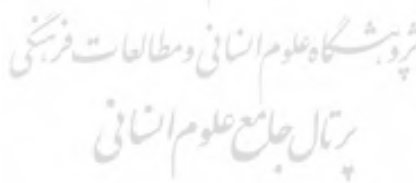
در این مدل بر خلاف مدل‌های قبل، در معادله واریانس به جای ثابت در نظر گرفتن پارامتر توان جزء واریانس، این پارامتر بصورت بهینه توسط خود مدل تخمین زده می‌شود. برای این مدل با توجه به روش مدل‌سازی باکس- جنکینز معادله زیر در نظر گرفته شده است:

$$\sigma_t^\delta = \omega + \sum_{i=1}^p (\alpha_i |\varepsilon_{t-i}| - \gamma_i \varepsilon_{t-i}) + \sum_{j=1}^q \beta_j \sigma_{t-j}^\delta \quad (10)$$
$$\varepsilon_t = \sigma_t z_t, \quad z_t \sim N(0,1)$$
$$k(\varepsilon_{t-i}) = |\varepsilon_{t-i}| - \gamma_j \varepsilon_{t-i}$$

که در آن $\delta > 0, \omega, \alpha_i \geq 0, \beta_j \geq 0, -1 \leq \gamma_i \leq 1, i=1, \dots, p, \alpha_i \geq 0, \omega, \delta > 0$ 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 الگوهای گارچ، باید تحلیل داده‌ها انجام شود که به این منظور توصیف آماری داده در جدول ۱ ارائه شده است.



¹³ Asymmetric Power ARCH

جدول ۱. ویژگی‌های سری زمانی بازدهی شاخص انتخابی بورس اوراق بهادار تهران در دوره زمانی پژوهش
مأخذ: یافته‌های پژوهش

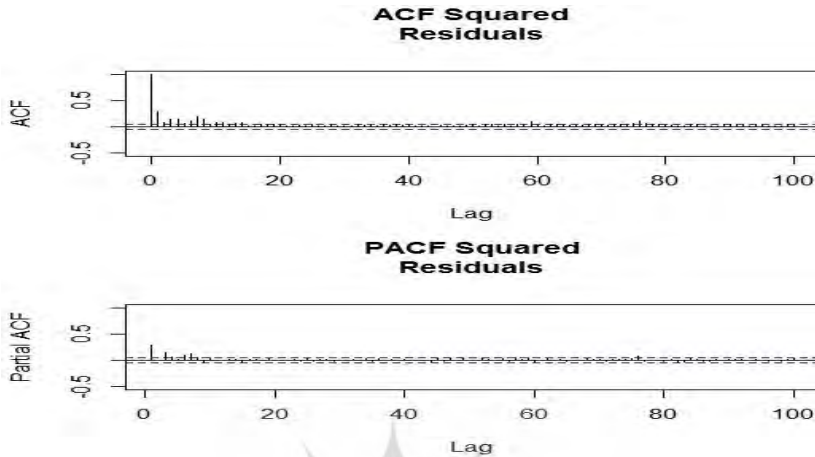
Table 1. Characteristics of time series of returns of selected index of Tehran Stock Exchange in the period of research

Source: Research Findings

شخص کل	آماره
۱۴۴۴	تعداد مشاهدات
۰/۰۳۸۴۴۷	میانگین شاخص
۱/۵۳۱۶۰۴	حداکثر (درصد)
-۲/۴۶۲۵۶۸	حداقل (درصد)
۰/۳۰۵۶۴۴	انحراف معیار
۰/۲۷۳۶۴۱	چولگی
۸/۳۹۳۱۷۶	کشیدگی
۱۷۶۸/۰۵۰	جرکو-برا
۰/۰۰۰۰	سطح معنی‌داری آماره جرکو-برا

همچنین برای تعیین پایایی در این پژوهش از آزمون دی‌کی- فولر استفاده شده است. نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد، نشان می‌دهد مقدار آماره‌ی آزمون از تمامی مقادیر بحرانی کوچکتر است و فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد در بازده شاخص کل رد می‌شود و می‌توان نتیجه گرفت شاخص‌ها ریشه واحد ندارند.

در ادامه جهت بررسی ویژگی‌های سری زمانی شاخص، به آزمون وجود خود همبستگی و آزمون اثر ARCH که مجوز استفاده از الگوهای گارچ را فراهم می‌کند، پرداخته می‌شود. شکل ۱ نمودارهای خودهمبستگی ACF و PACF سری داده‌های مورد نظر می‌باشند و در جدول ۲ نتایج مربوط به تعیین مرتبه‌ی بهینه ARMA نشان داده شده است.



شکل ۱. نمودار خودهمبستگی ACF و PACF
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Figure 1. The shape of the autocorrelation chart of ACF, PACF

Source: Research Findings

جدول ۲. نتایج مربوط به تعیین وقفه بهینه ARMA
مأخذ: یافته‌های پژوهش

Table 2. Results for determining the optimal lag of ARMA

Source: Research Findings

	coefficients	Std.Error
AR(1)	۰/۳۰۰۹	۰/۰۲۷۵
MA(1)	-۰/۹۷۸۷	۰/۰۰۸۹
Log-likelihood		-۲۴۴/۶۶
AIC	۴۹۵/۳۳	BIC
		۵۱۱/۸۵

همان طور که در جدول ۲ که از تابع $auto.ArimA$ جهت تعیین وقفه بهینه استفاده شده است، مشاهده می‌شود، معادله‌ی میانگین در این پژوهش از الگوی $ARMA(1,1)$ تبعیت می‌کند و مشاهدات دارای هر دو خاصیت AR و MA می‌باشند.

اکنون می‌توان شرایط باقیمانده الگوی $ARMA(1,1)$ را بررسی کرد. در این راستا از آزمون ضریب لاگرانژ (LM) استفاده می‌شود تا مشخص شود که باقیمانده حاصل از الگوی

ARMA(1,1) دارای خاصیت آرچ هست یا خیر. نتایج حاصل از این آزمون در جدول ۳ آمده است.

جدول ۳. آزمون LM باقیمانده حاصل از الگوی ARMA(1,1)
مأخذ: یافته های 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 pهای متناظر در جدول ۳ فرض صفر مبنی بر وجود همسانی واریانس رد می‌شود و مشاهدات دارای خاصیت اثر آرچ می‌باشند.

در این پژوهش محاسبه ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی برای ۱۴۴۵ مشاهده از بازدهی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران از ۱۳۹۰/۹/۱ تا ۱۳۹۶/۹/۱ که اثر آرچ در آنها مشاهده شده، انجام می‌گردد. تمامی الگوها یک بار با فرض آن که شوک‌ها دارای توزیع نرمال و یک بار با فرض آن که از توزیع تی- استیودنت تبعیت می‌کنند، برآورد می‌شوند.

در ذیل نتایج برآورد ضرایب این الگوها برای بازدهی شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران در دو توزیع ذکر شده، آورده شده است. با توجه به تبعیت معادله میانگین بازدهی شاخص کل از یک فرآیند ARMA(1,1) مناسب‌ترین الگو جهت محاسبه‌ی الگوی GARCH(1,1), GARCH می‌باشد. نتایج برآوردها در جدول ۴ آمده است.

جدول ۴. نتایج برآورد الگوی GARCH(1,1) برای بازدهی شاخص کل با فرض دو توزیع نرمال و تی- استیودنت
مأخذ: یافته‌های 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			
ar1	۰/۰۹۵۷۸۹	معادله میانگین	توزیع نرمال
ma1	۰/۲۷۲۱۷۸		
omega	۰/۰۰۴۰۷۶	معادله واریانس	
alpha	۰/۲۵۶۰۳۲		
beta	۰/۷۳۳۸۱۸		
ar1	۰/۱۱۹۳۹۷	معادله میانگین	توزیع تی- استیودنت
ma1	۰/۲۶۴۶۷۹		
omega	۰/۰۰۱۲۰۰	معادله واریانس	
Alpha	۰/۱۸۶۱۵۰		
Beta	۰/۸۱۲۸۵۰		
Shape	۴/۱۸۵۶۱۷		

با توجه به تبعیت معادله‌ی میانگین بازدهی شاخص کل از فرآیند ARMA(1,1) مناسب‌ترین الگو برای EGARCH(p,q)، EGARCH(1,1) می‌باشد. نتایج این برآوردها در جدول ۵ آمده است.

جدول ۵. نتایج برآورد الگوی EGARCH(1,1) برای بازدهی شاخص کل با فرض دو توزیع نرمال و تی- استیودنت
مأخذ: یافته‌های 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			
-۰/۰۶۷۲۹۳	ar1	معادله میانگین	توزیع نرمال
۰/۴۲۱۷۵۱	ma1		
-۰/۲۱۷۶۹۶	omega		
۰/۱۰۷۳۶۸	Alpha	معادله واریانس	
۰/۹۱۰۰۰۷	Beta		
۰/۴۲۵۸۶۱	gamma		
۰/۰۸۵۷۸۶	ar1	معادله میانگین	توزیع تی- استیودنت
۰/۲۸۳۶۵۲	ma1		
-۰/۰۷۵۷۶۰	omega		
۰/۰۵۴۱۳۵	Alpha	معادله واریانس	
۰/۹۷۲۹۳۲	Beta		
۰/۳۴۶۲۴۹	Gamma		
۳/۵۸۷۷۶۹	Shape		

با توجه به تبعیت معادله میانگین بازدهی شاخص کل از فرآیند ARMA(1,1) مناسب‌ترین
الگو برای الگوی EGARCH-M(p,q)، GARCH-M(1,1) می‌باشد. نتایج این برآورد در جدول
۶ آمده است.

جدول ۶. نتایج برآورد الگوی GARCH-M(1,1) برای بازدهی شاخص کل با فرض دو توزیع نرمال و تی- استیودنت
 مأخذ: یافته‌های 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			
-۰/۰۴۱۲۲۵	ar1	معادله میانگین	توزیع نرمال
۰/۳۷۴۶۷۵	ma1		
۰/۵۵۵۸۲۴	Arch m	معادله واریانس	
۰/۰۰۲۹۶۶	Omega		
۰/۳۴۰۱۱۸	Alpha		
۰/۷۶۶۵۵۲	Beta		
-۰/۲۱۵۳۴۰	Gamma		
۰/۰۴۵۷۸۱	ar1	معادله میانگین	توزیع تی- استیودنت
۰/۳۲۷۷۷۳	ma1		
۰/۲۳۰۲۱۱	Arch m	معادله واریانس	
۰/۰۰۱۳۹۱	Omega		
۰/۲۴۹۰۲۸	Alpha		
-۰/۱۰۱۰۷۱	Gamma		
۰/۸۰۰۵۰۸	Beta		
۴/۲۴۲۹۷۴	Shape		

باتوجه به تبعیت معادله‌ی میانگین بازدهی شاخص کل از فرآیند ARMA(1,1) مناسب‌ترین الگو برای GJRARCH(p,q) ، GJRARCH(1,1) می‌باشد. نتایج این برآوردها در جدول ۷ آمده است.

جدول ۷. نتایج برآورد الگوی GJRGARCH(1,1) برای بازدهی شاخص کل با فرض دو توزیع نرمال و تی- استیودنت
مأخذ: یافته‌های 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			
۰/۱۰۹۲۹۰	ar1	معادله میانگین	توزیع نرمال
۰/۲۵۳۱۲۸	ma1		
۰/۰۰۳۵۲۰	omega		
۰/۳۱۵۹۴۱	alpha	معادله واریانس	
۰/۷۵۳۴۱۷	Beta		
-۰/۱۷۰۴۶۶	gamma		
۰/۱۰۵۷۶۹	ar1	معادله میانگین	توزیع تی- استیودنت
۰/۲۷۴۲۰۲	ma1		
۰/۰۰۱۱۴۷	omega		
۰/۲۱۴۰۵۱	Alpha	معادله واریانس	
۰/۸۲۱۹۵۴	Beta		
-۰/۷۴۰۱۱	Gamma		
۴/۱۲۹۰۸۵	Shape		

جدول ۸. نتایج برآورد الگوی APARCH(1,1) برای بازدهی شاخص کل با فرض دو توزیع نرمال و تی- استیودنت
 مأخذ: یافته‌های 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			
-۰/۱۱۶۵۶۴	ar1	معادله میانگین	توزیع نرمال
۰/۴۵۵۹۷۵	ma1		
۰/۰۲۷۴۲۶	Omega	معادله واریانس	
۰/۲۳۱۶۲۱	Alpha		
۰/۷۴۷۰۶۵	Beta		
-۰/۲۳۳۰۵۷	Gamma		
۰/۸۶۱۲۸۹	Delta		
۰/۰۸۴۱۹۷	ar1	معادله میانگین	توزیع تی- استیودنت
۰/۲۸۳۷۵۶	ma1		
۰/۰۰۳۹۵۵	omega	معادله واریانس	
۰/۲۱۹۶۷۰	Alpha		
۰/۸۳۳۷۸۶	Beta		
-۰/۱۲۰۸۶۲	Gamma		
۱/۲۴۶۰۸۰	Delta		
۳/۵۰۴۳۵۱	Shape		

با توجه به مطالب ذکر شده اکنون می‌توان مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی را در دو سطح اطمینان ۱٪ و ۵٪ محاسبه کرد. نتایج حاصل از این محاسبات در جدول ۹ تا جدول ۱۳ آمده است.

جدول ۹. مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از الگوی GARCH(1,1) در توزیع‌های نرمال و تی-استیودنت در دو سطوح اطمینان ۱٪ و ۵٪ برای بازدهی شاخص کل مأخذ: یافته‌های 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
$\alpha=0/05$ 0/03919	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «VaR»
$\alpha=0/01$ 0/05271		
$\alpha=0/05$ 0/04422	توزیع تی-استیودنت	
$\alpha=0/01$ 0/06773		
$\alpha=0/05$ 0/04748	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «CVaR»
$\alpha=0/01$ 0/05943		
$\alpha=0/05$ 0/06722	توزیع تی-استیودنت	
$\alpha=0/01$ 1/01451		

جدول ۱۰. مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از الگوی EGARCH(1,1) در توزیع‌های نرمال و تی-استیودنت در دو سطوح اطمینان ۱٪ و ۵٪ برای بازدهی شاخص کل
مأخذ: یافته‌های 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		
$\alpha=0/05$ 0/04191	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «VaR»
$\alpha=0/01$ 0/05691		
$\alpha=0/05$ 0/04708	توزیع تی-استیودنت	
$\alpha=0/01$ 0/08305		
$\alpha=0/05$ 0/05111	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «CVaR»
$\alpha=0/01$ 0/06436		
$\alpha=0/05$ 0/07209	توزیع تی-استیودنت	
$\alpha=0/01$ 1/02354		

جدول ۱۱. مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از الگوی GARCH-M(1,1) در توزیع‌های نرمال و تی-استیودنت در دو سطوح اطمینان ۱٪ و ۵٪ برای بازدهی شاخص کل مأخذ: یافته‌های 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		
$\alpha=0/05$ 0/04250	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «VaR»
$\alpha=0/01$ 0/05748		
$\alpha=0/05$ 0/04850	توزیع تی-استیودنت	
$\alpha=0/01$ 0/08619		
$\alpha=0/05$ 0/05168	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «CVAR»
$\alpha=0/01$ 0/06492		
$\alpha=0/05$ 0/07471	توزیع تی-استیودنت	
$\alpha=0/01$ 1/02863		

جدول ۱۲. مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از الگوی GJRARCH(1,1) در توزیع‌های نرمال و تی-استیودنت در دو سطوح اطمینان ۱٪ و ۵٪ برای بازدهی شاخص کل مأخذ: یافته‌های 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		
$\alpha=0/05$ 0/0%4134	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «VaR»
$\alpha=0/01$ 0/0%5551		
$\alpha=0/05$ 0/0%4616	توزیع تی-استیودنت	ارزش در معرض خطر «CVaR»
$\alpha=0/01$ 0/0%8110		
$\alpha=0/05$ 0/0%5003	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر «CVaR»
$\alpha=0/01$ 0/0%6255		
$\alpha=0/05$ 0/0%7045	توزیع تی-استیودنت	ارزش در معرض خطر «CVaR»
$\alpha=0/01$ 1/0%2042		

جدول ۱۳. مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از الگوی APARCH(1,1) در توزیع‌های نرمال و تی-استیودنت در دو سطوح اطمینان ۱٪ و ۵٪ برای بازدهی شاخص کل مأخذ: یافته‌های 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			
$\alpha=0/05$ 0/0%4136	توزیع نرمال	ارزش در معرض خطر («VaR»)	
$\alpha=0/01$ 0/0%5616			
$\alpha=0/05$ 0/0%4799	توزیع تی-استیودنت		
$\alpha=0/01$ 0/0%8488			
$\alpha=0/05$ 0/0%5039	توزیع نرمال		ارزش در معرض خطر («CVaR»)
$\alpha=0/01$ 0/0%6356			
$\alpha=0/05$ 0/0%7364	توزیع تی-استیودنت		
$\alpha=0/01$ 1/0%2640			

اعداد و ارقام نمایش داده شده در **جدول ۹** الی **جدول ۱۳** نشانگر مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی با استفاده از الگوهای مختلف گارچ در سطوح اطمینان ۱٪ و ۵٪ برای بازدهی شاخص کل هستند. *انسانی و مطالعات فرسنگی*

اکنون، برای استفاده مطمئن از مدل‌های پیش‌بینی کننده ارزش در معرض خطر، لازم است اعتبار آنها با دقت بررسی شده و عملکرد آنها مورد ارزیابی قرار گیرد. بدین منظور از دو آزمون کوپیک و کریستوفرسن استفاده شده است. نتایج این آزمون در **جدول ۱۴** و **جدول ۱۵** آمده است.



جدول ۱۴. بررسی پس‌آزمایی ۵ مدل برآوردکننده ارزش در معرض خطر ۹۵٪ به روش غلتان
مأخذ: یافته‌های پژوهش

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

	MODEL	Expect ed Exceed	violati on	LRUC	p-uc	LRcc	p-cc	Critic al 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	۰/۰۰۵	۴/۰۱	۰/۱۳۵	۱/۹۶	رد فرض صفر
	APARCH	۵۲	۳۹	۳/۸۳۶	۰/۰۰۵	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 فرض صفر
	EGARCH	۵۲	۴۲	۲/۲۴۲	۰/۱۳۴	۲/۵۹۸	۰/۲۷۳	۱/۹۶	عدم فرض صفر
	GARCH-M	۵۲	۴۵	۱/۰۹۴	۰/۲۹۶	۱/۶۴۲	۰/۴۴	۱/۹۶	عدم فرض صفر
	GJRGARCH	۵۲	۴۷	۰/۵۶۳	۰/۴۵۳	۰/۹۲۴	۰/۶۳	۱/۹۶	عدم فرض صفر
	APARCH	۵۲	۴۲	۲/۲۴۲	۰/۱۳۴	۲/۳	۰/۳۱۷	۱/۹۶	عدم فرض صفر

جدول ۱۵. بررسی پس‌آزمایی ۵ مدل برآوردکننده ارزش در معرض خطر ۹۹٪ به روش غلتان
مأخذ: یافته‌های پژوهش

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

Source: Research Findings

	MODEL	Expected Exceeded	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 تخطی‌های واقعی مدل، LRuc مقادیر مربوط به آزمون پوشش غیرشرطی، ستون پنجم p - مقدار آزمون پوشش غیرشرطی، LRcc آماره آزمون پوشش شرطی، ستون هفتم، p - مقدار آزمون پوشش شرطی و ستون آخر رد یا عدم رد فرض صفر مبنی بر کفایت یا عدم کفایت مدل مورد نظر را نشان می‌دهد. در آزمون مورد نظر تعداد مشاهدات کل ۱۴۴۴ داده است که با توجه به در نظر گرفتن پنجره‌ای به طول ۴۰۰، تعداد مشاهدات به کار رفته ۱۰۴۴ داده است. در جدول ۱۴ در سطح خطای ۵ درصد پیش بینی تعداد تخطی‌ها برابر ۵۲ تخطی با توجه به تعداد دوره برآورد شده است که تمامی مدل‌های به کار رفته تحت هر دو توزیع نرمال و تی استیودنت تعداد تخطی کمتری از سطح خطای مورد بررسی داشتند و در جدول ۱۵ در سطح خطای ۱ درصد پیش بینی تعداد تخطی‌ها برابر ۱۰ تخطی با توجه به تعداد دوره برآورد شده است که در مدل‌های به کار رفته تحت توزیع نرمال تعداد تخطی بیشتری از سطح خطای مورد بررسی 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 تخطی‌ها 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

نتایج حاصل از آزمون مربوط به پایایی متغیرها نشان می‌دهد که داده‌های به کار گرفته شده در تمامی سطوح اطمینان ریشه واحد نداشته و پایا هستند. بنابراین ابهام مربوط به ایجاد رگرسیون کاذب به جهت ناپایایی داده‌ها برطرف می‌گردد.

نتایج حاصل از آزمون ضریب لاگرانژ برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران حاکی از وجود اثر آرج در باقیمانده حاصل از معادله خودهمبسته- میانگین متحرک با وقفه یک و یک می‌باشد. بنابراین کاملاً مشهود است که اثر با وجود آرج باقیمانده خاصیت نوفه سفید را پیدا نمی‌کند و باید از الگوهای خودهمبسته واریانس ناهمسان شرطی تعمیم یافته استفاده گردد که اثر آرج را از داده‌ها دور می‌کند.

نتایج برآورد الگوی $GARCH(1,1)$ نشان می‌دهد، معادله‌ی میانگین برای شاخص انتخابی در تمامی موارد از نوع $ARMA(1,1)$ می‌باشد. مجموع ضرائب در برآورد الگوی

GARCH(1,1) برای هر دو توزیع نزدیک به یک می‌باشند که نشان‌دهنده وجود پایداری در فرآیند واریانس می‌باشد. در نتایج برآورد الگوی EGARCH(1,1) مقادیر پارامتر γ در دو توزیع نرمال و تی-استیودنت به ترتیب $\frac{1}{4}$ و $\frac{1}{3}$ می‌باشد که نشانگر وجود اثر اهرمی مثبت می‌باشد. نتایج حاصل از برآورد الگوی GARCH-M(1,1) نشان می‌دهد، ضریب GARCH-M(1,1) در دو توزیع نرمال و تی-استیودنت به ترتیب $\frac{1}{5}$ و $\frac{1}{2}$ می‌باشد. این ضریب همان حاشیه ریسک می‌باشد که نشان می‌دهد بازدهی به صورت مثبت به متغیر تلاطم وابستگی دارد. وجود این حاشیه ریسک و معنی داری آن به معنی وجود همبستگی پیاپی در بازدهی‌های گذشته دارایی است. نتایج برآورد دو الگوی APARCH(1,1)، GJRGARCH(1,1) که نوع دیگری از مدل‌های GARCH هستند و می‌توانند اثرات اهرمی را مدل‌سازی کنند، نشان می‌دهد در مدل GJRGARCH ضریب γ برای دو توزیع نرمال و تی-استیودنت به ترتیب $\frac{1}{1}$ و $\frac{1}{7}$ نشان‌دهنده وجود اثر اهرمی منفی می‌باشد و در مدل APARCH ضریب γ برای دو توزیع نرمال و تی-استیودنت به ترتیب $\frac{1}{2}$ و $\frac{1}{1}$ نشان‌دهنده وجود اثر اهرمی منفی می‌باشند. 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 ضرایب برآورده شده به وسیله الگوهای مختلف گارچ، مقادیر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی نتایج حاکی از آن است که در دو سطوح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ بیشترین میزان ارزش در معرض خطر برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران مربوط به الگوی GARCH-M(1,1) با توزیع تی-استیودنت، به ترتیب با میزان $\frac{1}{4850}\%$ و $\frac{1}{819}\%$ می‌باشد. همچنین در شاخص کل با فرض توزیع نرمال در سطح اطمینان ۹۵٪ به ترتیب الگوهای GARCH-M، EGARCH، GJRGARCH، APARCH و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر را نشان می‌دهند. اما با فرض توزیع تی-استیودنت به ترتیب الگوهای GARCH-M، APARCH، EGARCH، GJRGARCH و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر را نشان می‌دهند.



در شاخص کل با فرض توزیع نرمال در سطح اطمینان ۹۹٪ به ترتیب الگوی GARCH-M، EGARCH، APARCH، GJRGARCH، و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر را نشان می‌دهند. اما با فرض توزیع تی-استیودنت به ترتیب الگوی GARCH-M، APARCH، EGARCH، GJRGARCH و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر را نشان می‌دهد.

در دو سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ بیشترین میزان ارزش در معرض خطر شرطی برای شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران مربوط به الگوی GARCH-M(1,1) با توزیع تی-استیودنت، به ترتیب بامیزان ۶۴۹۲٪ و ۱/۲۸۶۳٪ می‌باشد.

در شاخص کل با فرض توزیع نرمال در هر دو سطح اطمینان ۵٪ و ۹۹٪ به ترتیب الگوی GARCH-M، EGARCH، APARCH، GJRGARCH و GARCH بیشترین ارزش در معرض خطر شرطی را نشان می‌دهند. اما با فرض توزیع تی-استیودنت برای هر دو سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪ به ترتیب الگوی GARCH-M، APARCH، EGARCH، و GJRGARCH بیشترین ارزش در معرض خطر شرطی را نشان می‌دهند.

دقت و کفایت ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر شرطی که توسط الگوهای مختلف برآورده شده بودند، توسط آزمون‌های پس‌آزمایی ارزیابی بررسی شد. نتایج به دست آمده حاکی از آن است که ارزش در معرض خطر برای سطح اطمینان ۹۵٪ برای هر دو توزیع نرمال و تی-استیودنت با روش غلتان توسط آزمون‌های پس‌آزمایی مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان می‌دهند که بر اساس p‌های متناظر با آزمون‌های کوپیک و کریستوفرسن، فرض صفر مبنی بر کفایت و دقت مدل برای تمامی الگوها با توزیع نرمال رد می‌شوند. این بدین معنی می‌باشد که هیچ‌کدام از الگوها با توزیع نرمال اعتبار کافی برای محاسبه ارزش در معرض خطر را دارا نمی‌باشند.

در حالی که فرض صفر برای تمامی الگوها با توزیع تی-استیودنت رد نمی‌شوند، در نتیجه تمامی الگوها، با توزیع تی-استیودنت از اعتبار کافی جهت محاسبه ارزش در معرض خطر در سطح ۹۵٪ را دارا می‌باشند. با توجه به این که ارزش در معرض خطر برای سطح اطمینان ۹۹٪ برای هر دو توزیع نرمال و تی-استیودنت با روش غلتان توسط آزمون‌های پس‌آزمایی مورد ارزیابی قرار گرفت، نتایج نشان می‌دهند که بر اساس p‌های متناظر دو آزمون کوپیک و کریستوفرسن تمامی الگوها در هر دو توزیع نرمال و تی-استیودنت برای

محاسبه ارزش در معرض خطر در سطح اطمینان ۹۹٪ از اعتبار و کفایت لازم برخوردار می‌باشند 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 می‌شود با توجه به این که روش پژوهش حاضر مبتنی بر الگوهای واریانس ناهمسان شرطی می‌باشد و این الگوها دارای طیف وسیعی می‌باشند، پیشنهاد می‌گردد از الگوهای جدیدتری از جمله 3D-GARCH، COGARCH، GARCH-MIDDAS و... جهت محاسبه ریسک استفاده گردد. همچنین با توجه به تأثیر چشمگیر فروض توزیع احتمال، پیشنهاد می‌شود از فروض توزیع احتمال دیگری به غیر از آنچه در این مطالعه آمده است، استفاده شود. در مطالعه حاضر کفایت و دقت مدل‌های مختلف مورد ارزیابی قرار گرفته است، اما با توجه به این که ممکن است ارزش در معرض خطر توسط مدلی چنان بیش از حد برآورد گردد تا هیچ‌گونه تخطی را مرتکب نشود، در این صورت با معیارهای پس‌آزمایی مختلف، چنین ارزش در معرض خطری مدل خوبی به شمار آید در حالی که باید توجه داشت اگر ارزش در معرض خطر بیش از حد برآورد گردد ممکن است شرکت مورد نظر یا بانک یا... متوجه زیان ناشی از تخصیص منابع گردند. بنابراین پیشنهاد می‌شود با استفاده از روش‌های مختلف تابع زیان، روش‌های مختلف ارزش در معرض خطر رتبه‌بندی 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/BaTiO₃ 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://jfkfsa.srbiau.ac.ir/article_6743_3ee69c68edcdf9fbcaacddb4943a6d1d.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., & Ajourlo, 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).