

اندازه‌گیری ریسک با معیار سنجش ارزش در معرض ریسک (VaR)، از طریق  
مدل GARCH (مطالعه‌ای در سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق  
بهادار تهران در صنعت سیمان)

طاهره کیانی<sup>۱</sup>، داریوش فرید<sup>۲</sup> و حجت‌الله صادقی<sup>۳</sup>

چکیده

همه سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار با موضوع ریسک روبه‌رو هستند. بنابراین، اندازه‌گیری ریسک از مهم‌ترین مسائل نزد سرمایه‌گذاران می‌باشد. پژوهش حاضر به اندازه‌گیری ریسک با معیار سنجش ارزش در معرض ریسک می‌پردازد. در این مطالعه، ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل‌های GARCH اندازه‌گیری شده است. جامعه آماری پژوهش، سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان از ابتدای سال ۱۳۸۹ تا پایان سال ۱۳۹۱ است. نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدل GARCH عملکرد مناسبی در تخمین ارزش در معرض ریسک سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان دارد و می‌توان بیان نمود که مدل GARCH(1,1) با توزیع t-student برای بیشتر شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان مدل بهینه است.

واژه‌های کلیدی: ریسک، ارزش در معرض ریسک (VaR)، مدل GARCH، بورس اوراق بهادار

طبقه بندی موضوعی: G32, C59, G01

۱- دانشجوی کارشناسی ارشد رشته مدیریت بازرگانی- مالی دانشگاه (نویسنده مسئول) یزد (نویسنده مسئول)  
st.kiani@gmail.com

۲-دانشیار، عضو هیأت علمی گروه مدیریت بازرگانی دانشگاه یزد، fareed@yazd.ac.ir

۳-استادیار، عضو هیأت علمی گروه مدیریت بازرگانی دانشگاه یزد، hojsad@gmail.com

## مقدمه

در ایران با توجه به توسعه بازار سرمایه در سال‌های اخیر و مطرح شدن نقش انواع بورس‌ها از جمله بورس اوراق بهادار تهران، توجه جدی به ریسک امری ضروری به نظر می‌رسد. همه سرمایه‌گذاران در بورس اوراق بهادار با موضوع ریسک روبه‌رو هستند. تحولات جدید اقتصادی و بروز نظرات جدید، حوزه مدیریت مالی و سرمایه‌گذاری را دچار تغییرات عمده‌ای کرده و باعث ظهور حوزه‌های جدید در علوم مالی شده است. همواره فضای حاکم بر فعالیت‌های اقتصادی، با خطرات گوناگون همراه است. تغییرات در سطح قیمت‌ها، قوانین اقتصادی و سایر عوامل مؤثر بر عرضه و تقاضای بازار، دلیل عمده نبود قطعیت و وجود ریسک می‌باشد (فان و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۰۴). بنابراین، همه کارگاه‌های کوچک تا صنایع بزرگ به نوعی با ریسک روبرو هستند. در نتیجه به موازات توسعه فعالیت‌های اقتصادی و افزایش ورشکستگی مؤسسات مختلف مالی، مبحث ریسک و استفاده از ابزارهای مناسب برای اندازه‌گیری و کنترل ریسک‌های بازار اهمیت ویژه‌ای یافته است (ای‌یو<sup>۲</sup>، ۲۰۰۴).

ریسک یا خطر در هر فعالیتی که احتمال موفقیت صد در صد نباشد، وجود دارد. ریسک، جزء جدانشدنی زندگی انسان‌ها و سازمان‌هاست و موفقیت در تصمیم‌گیری‌ها، با یک نوع یا طیف متنوعی از ریسک‌ها روبه‌رو است. زیان بالقوه قابل اندازه‌گیری یک سرمایه‌گذاری را ریسک می‌نامند. در تعریف دیگری از ریسک آمده است: "ریسک عبارت از هر چیزی است که حال یا آینده دارایی یا توان کسب درآمد شرکت، مؤسسه یا سازمانی را تهدید می‌کند." از دیدگاه مالی، کسب بازده، پذیرش ریسک را توجیه می‌کند، اما این موضوع شرایط و مسائل مهم و دقیقی را به همراه می‌آورد (حنیفی، ۱۳۸۳).

در میان انواع مختلف ریسک‌های موجود، به طور تقریبی، بیشتر معاملات با ریسک از نوع ریسک بازار مواجه هستند. ارزش در معرض ریسک، از خانواده معیارهای ریسک نامطلوب می‌باشد که روش جدیدی برای اندازه‌گیری خطر احتمالی موجود در بازار سرمایه است. در سال‌های اخیر VaR<sup>۳</sup> به یک معیار محبوب ارزیابی ریسک بازار تبدیل شده است. به طوری که این نظریه به شکل وسیعی توسط مؤسسات و شرکت‌های مالی و مدیران سرمایه برای کنترل ریسک سبد سهام به کار می‌رود (گرگری<sup>۴</sup>، ۱۹۵۹).

- 
1. Fan et all
  2. Yiu
  3. Value at Risk
  4. Gregory

مفهوم ارزش در معرض ریسک به عنوان یک الگوی جدید سنجش ریسک، نخستین بار توسط بامول در سال ۱۹۶۳ پیشنهاد شد (الکساندر و بپتستاب<sup>۱</sup>، ۲۰۰۲)، اما از اوایل دهه ۱۹۹۰ به عنوان ابزاری برای اندازه‌گیری ریسک، کاربردی وسیع یافت. دلیل محبوبیت این روش، سادگی آن در ایجاد شکل آماری خلاصه از زیان‌های بالقوه، طی یک افق زمانی معین بود. دلیل اصلی توجه به این معیار ریسک این است که VaR ریسک کل سبد سهام را تنها با یک عدد بیان می‌کند (محمد<sup>۲</sup>، ۲۰۰۵).

برای سرمایه‌گذاران ریسک به معنای اتفاقی است که سبب زیان می‌شود. ارزش در معرض ریسک نیز به همین معناست و با محاسبه دقت سرمایه‌گذاران نسبت به اتفاقاتی که پیرامون یک زیان بزرگ در حال رخ دادن است، می‌توان پاسخ به پرسش‌هایی از قبیل میزان زیان در یک دوره نامناسب برای سرمایه‌گذاران را بدست آورد. این معیار برآوردی از سطح زیان روی یک بدنه (پرتفوی) یا سبد سرمایه‌گذاری است که به احتمال معین کوچکی پیش‌بینی می‌شود که با آن مساوی شود و یا از آن تجاوز کند (حنیفی و عبده، ۱۳۸۰). ارزش در معرض ریسک، اطلاعاتی را در مورد ریسک یا سبد سرمایه‌گذاری‌ها به صورت فشرده در یک عدد معینی به تحلیلگر نشان می‌دهد تا بدین وسیله اطلاعات مفید و قابل استفاده‌ای را برای مدیریت ارشد فراهم سازد. در حقیقت VaR انواع ریسک‌ها را در یک عدد خلاصه می‌کند. امروزه این روش در سطح گسترده‌ای میان شرکت‌ها و مؤسسات مالی مورد استفاده قرار می‌گیرد. در حال حاضر مدل ارزش در معرض ریسک یکی از کلیدی‌ترین شاخص‌های اندازه‌گیری ریسک است که تحلیلگران مالی از آن استفاده‌های زیادی می‌کنند. ارزش در معرض ریسک برای مقاصد قانون‌گذاری و همچنین معیاری برای سنجش مقدار سرمایه مورد نیاز یک سازمان برای انجام عملیات خود می‌باشد و برای محاسبه ریسک پرتفوی‌های سرمایه‌گذاری از جمله اوراق قرضه و انواع ابزار مشتقه مناسب است. در این پژوهش برای محاسبه ارزش در معرض ریسک، مدل‌هایی از خانواده GARCH<sup>۳</sup> را استفاده می‌کنیم. در واقع هدف این است که مدل‌سازی صحیح و دقیقی برای ریسک صورت گیرد. زیرا مدل‌سازی صحیح و دقیق ریسک دارایی‌ها برای پیش‌بینی و کنترل صحیح ریسک ضروری است. اگر مدل‌سازی صحیح صورت نگیرد، ممکن است دارایی در معرض ریسکی بیش از ریسک پیش‌بینی شده قرار گیرد. در نتیجه، یافتن روش‌های مدل‌سازی مناسب، یکی از زمینه‌های مهم پژوهشی می‌باشد. بنابراین، هدف

---

1. Alexander & Baptistab

2. Mohamed

3. Generalized Autoregressive Conditional Heteroskedastistiy

اصلی پژوهش حاضر، تعیین مدلی است که بتواند ارزش در معرض ریسک سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان را برآورد نماید تا سبب کاهش ریسک سرمایه-گذاری در سهام این شرکت‌ها شود. در این مقاله از مدل‌های متقارن و نامتقارن خانواده GARCH برای اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک استفاده می‌کنیم. یکی از دلایل اصلی کاربرد مدل GARCH، وجود واریانس ناهمسانی ذاتی در داده‌های مربوط به سهام شرکت‌های صنعت سیمان در بورس اوراق بهادار می‌باشد. با توجه به مطالب فوق، مسأله اصلی پژوهش این است که ریسک را با معیار سنجش ارزش در معرض ریسک (VaR) از طریق مدل GARCH بسنجد که مطالعه‌ای در سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان است. این مقاله در شش بخش سامان یافته است. پس از مقدمه، بخش دوم برخی از مطالعات انجام شده در این زمینه را مرور می‌نماید. در بخش سوم، پرسش‌های پژوهشی آورده شده است. مدل‌های مورد استفاده برای محاسبه و آزمون ارزش در معرض ریسک، در بخش چهارم معرفی می‌شود. بخش پنجم به تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌پردازد. در پایان، بخش ششم به نتیجه‌گیری و پیشنهادها اختصاص می‌یابد.

### مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

کشاورز حداد و صمدی، (۱۳۸۸)، در زمینه برآورد و پیش‌بینی تلاطم بازدهی در بازار سهام تهران و مقایسه دقت روش‌ها در تخمین ارزش در معرض خطر (کاربردی از مدل‌های خانواده FIGARCH)، پژوهشی انجام دادند. در این پژوهش با استفاده از روش‌های GARCH، تلاطم موجود با استفاده از ۱۴۶۷ داده روزانه برای شاخص قیمت بورس تهران برآورد شد و بهترین مدل‌ها در تخمین و پیش‌بینی تلاطم برای توزیع نرمال و توزیع تی-استیودنت نتیجه شده است. در این پژوهش به این نتیجه رسیدند که مدل FIGARCH در سطح معنی‌داری ۲/۵ درصد، بهترین عملکرد را در میان مدل‌های GARCH دارد.

دکتر میر فیض فلاح شمس در سال ۱۳۸۹ به بررسی مقایسه‌ای کارایی مدل ریسک سنجی و مدل اقتصادسنجی GARCH در پیش‌بینی ریسک بازار بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. در این بررسی کارایی مدل‌های ریسک سنجی شرکت جی.پی.مورگان و مدل اقتصادسنجی GARCH پژوهش تخمین ارزش در معرض ریسک (VaR) بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نوسانات شاخص کل مورد بررسی قرار گرفت. داده‌های مورد نیاز این پژوهش برای طراحی و آزمون کارایی مدل‌ها، روند نوسانات شاخص کل بورس اوراق بهادار تهران طی سال‌های ۱۳۸۲ تا ۱۳۸۴ بوده است. با انجام آزمون شکست‌های احتمالی کوپیک در سطح اطمینان ۹۵٪ و ۹۹٪،

مشخص شد که کارایی مدل‌های اقتصادسنجی GARCH و ریسک سنجی تفاوت معنی داری نداشته و هر دو مدل از کارایی مناسبی برای پیش‌بینی ریسک بازار برخوردار است.

زمانی و همکاران در سال ۱۳۹۲ به محاسبه ارزش در معرض ریسک شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نظریه ارزش آفرین پرداختند. در این پژوهش از نظریه ارزش آفرین برای محاسبه ارزش در معرض ریسک بازده لگاریتمی شاخص قیمت و ثمره نقدی بورس اوراق بهادار تهران استفاده شده است. نتایج این پژوهش نشان داد که برای دم سمت راست توزیع بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران که نسبت به دم سمت چپ پهن‌تر است، روش نظریه ارزش آفرین در تمام سطوح اطمینان کاراترین روش محاسبه ارزش در معرض ریسک است، در حالی که برای دم سمت چپ نه در تمام سطوح اطمینان، بلکه در بالاترین آن‌ها، روش نظریه ارزش آفرین بیشترین کارایی را دارد.

عباسی در سال ۱۳۹۲ به برآورد و ارزیابی ارزش در معرض ریسک بازار فارکس پرداخت. در این مطالعه لگاریتم نسبت قیمتی یورو به دلار ارزش در معرض ریسک به سه روش پارامتریک، تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو برآورد شد. نتایج نشان داد که میانگین مقادیر ارزش در معرض ریسک به سه روش مزبور و در سطوح اطمینان و دوره‌های زمانی مختلف روی دو ارز یورو و دلار تفاوت معناداری ندارد. نتایج آزمون برگشتی نیز نشان داد که اعتبار محاسبات برای حداقل مقادیر ارزش در معرض ریسک مورد تایید قرار نگیرد اما برای بیشتر مقادیر مورد تایید است.

ورچنکو<sup>۱</sup> (۲۰۰۲)، مطالعه‌ای در مورد رابطه بازده سهام و نوسانات بازده سهام با استفاده از داده‌های شاخص کل بازارهای مختلف انجام داد. در این پژوهش با توجه به حالت‌های غیرمقارن نوسانات سهام و جداکردن نوسانات قابل پیش‌بینی و غیر قابل پیش‌بینی، آزمون‌هایی با استفاده از GARCH نمایی انجام شد. در این پژوهش، نخست رابطه بازده سهام و نوسانات شرطی سهام مورد بررسی قرار گرفت. رابطه مثبت نوسانات در نیمی از آن‌ها پیش‌بینی و بازده آن‌ها تایید شده است، در حالی که در همه بازارهای مورد آزمون، نوسانات پیش‌بینی نشده سهام تاثیر منفی و معنی دار بر میزان بازده سهام داشته است.

گیوت و لارنت<sup>۲</sup> (۲۰۰۳b)، عملکرد مدل‌های ریسک متریک، APARCH با توزیع  $t$ -استیودنت چوله و ARCH با توزیع  $t$ -استیودنت چوله را برای محاسبه ارزش در معرض خطر برخی کالاها در

---

1. Verchenco  
2. Giot & Laurent

موقعیت‌های کوتاه مدت و بلند مدت بررسی کردند. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل‌های مبتنی بر توزیع  $t$ -استیودنت چوله در تمامی موارد از عملکرد بسیار خوبی برخوردار می‌باشند.

هانگ و لین (۲۰۰۴)<sup>۱</sup>، روی شاخص سهام و با استفاده از مدل APARCH برای مدل‌سازی واریانس شرطی، پژوهشی انجام و نشان دادند که توزیع نرمال نتایج بهتری را در تخمین ارزش در معرض خطر با سطوح اطمینان پایین تر ( $\alpha$  بزرگ تر) در پیش‌بینی خارج از نمونه دارد. حال آنکه در مورد توزیع  $t$ -student در سطوح اطمینان بیش تر ( $\alpha$  کوچک تر) عملکرد آن بهتر بوده است.

سونی (۲۰۰۵)<sup>۲</sup>، مطالعه‌ای پیرامون مقایسه شیوه‌های ارزش در معرض ریسک برای پورتفولیوهای شامل سواپ نرخ بهره در بازار هند تحت چارچوب GARCH انجام داد. در این پژوهش، روش‌های متفاوت محاسبه ارزش در معرض ریسک با به کارگیری نوسان‌های حاصل از مدل‌های EWMA و GARCH برای یافتن مناسب‌ترین ترکیب از مدل‌های نوسان و ارزش در معرض ریسک برای به کار بردن در سیدهای شامل سواپ نرخ بهره بازار هند انجام شد. تخمین‌های ارزش در معرض ریسک، در سطح اطمینان ۹۹ درصد با در نظر گرفتن زیان‌های واقعی رخ داده، آزمون شد. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل  $GARCH(1,1)$ ، دقیق‌ترین نتایج را دارد.

ژانگ (۲۰۰۶)<sup>۳</sup>، از مدل‌های میانگین متحرک، میانگین تاریخی، گام تصادفی،  $GARCH, GJR, EGARCH, APARCH$ ، برای پیش‌بینی دو شاخص شانگهای و شنزن در بازار سهام چین استفاده کرد. این پژوهش نشان می‌دهد که در بورس سهام شنزن، مدل‌های نامتقارن از قبیل  $GJR, EGARCH, GARCH$  عملکرد بهتری در مقایسه با سایر مدل‌های نوع  $GARCH$  دارند. برای بورس سهام شانگهای، مدلی نامتقارن یا مدلی دارای چولگی توزیع  $t$ -استیودنت با عملکرد بهتر بدست نیامد. همچنین در این پژوهش مدلی را نمی‌توان یافت که برای همه شرایط، بهترین عملکرد را داشته باشد، اما مدل گام تصادفی، صرف نظر از سری‌های تخمین زده شده و تابع زیان مورد استفاده در ارزیابی پیش‌بینی، عملکرد ضعیف‌تری دارد.

آجاسی و همکاران (۲۰۰۸)<sup>۴</sup>، با استفاده از مدل  $GARCH$  نمایی ( $EGARCH$ ) رابطه میان نوسان‌های نرخ ارز و بازار سهام در کشور غنا را مورد بررسی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که یک رابطه منفی میان نوسان‌های نرخ ارز و بازدهی بازار سهام وجود دارد.

- 
1. Haung & Lin
  2. Soni
  3. Zhang
  4. Adjasi et al.

عبد و بنیتو (۲۰۰۹)<sup>۱</sup>، مطالعه‌ای پیرامون مقایسه تفصیلی ارزش در معرض ریسک مبادلات بین المللی سهام انجام دادند. این پژوهش، تعدادی روش از جمله ( پارامتریک، شبیه سازی تاریخی، شبیه سازی مونت کارلو و تئوری مقدار کرانی) و چندین مدل ( میانگین متحرک نمایی، GARCH و GARCH نامتقارن) را برای محاسبه واریانس شرطی تحت توزیع‌های نرمال و t-student بازده‌ها، با استفاده از هشت شاخص سهام به کار بردند. در این پژوهش، آزمون‌های دقت، دیدگاه پارامتریک و مدل تئوری مقدار کرانی را تحت یک مشخصه نوسان شرطی نامتقارن انتخاب کردند و به این نتیجه رسیدند که با توجه به مقایسات انجام گرفته، بهترین شیوه، مدل پارامتریک با واریانس شرطی برآورد شده توسط GARCH نامتقارن و تحت توزیع t است.

گابریل (۲۰۱۲)<sup>۲</sup>، مطالعه‌ای پیرامون ارزیابی پیش‌بینی مدل GARCH در نوسان‌پذیری قیمت سهام انجام داد. او از شاخص بازده سهام روزانه در رومانیا استفاده و به این نتیجه رسید که برای پیش‌بینی نوسان‌پذیری قیمت سهام، مدل TGARCH مناسب‌تر است.

اورهان و کوکسال<sup>۳</sup> (۲۰۱۲)، پژوهشی پیرامون اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل GARCH و ARCH انجام دادند. در این مطالعه از شاخص بازار سهام برزیل، ترکیه، آلمان و آمریکا در دوره بحران جهانی برای اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک استفاده شد. در این پژوهش از آزمون کوپیک و کریستوفرسن برای ارزیابی ارزش در معرض ریسک استفاده شد. نتایج این پژوهش نشان داد که مدل ARCH و GARCH(1,1) بهترین عملکرد را در اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک ایفا می‌کند.

آردیا و هوگرهید<sup>۴</sup> (۲۰۱۴)، به بررسی تاثیر نوسان ارزش در معرض ریسک بر بازده سهام روزانه با استفاده از مدل‌های GARCH پرداختند. در این مطالعه از بازده‌های روزانه سال‌های ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۲ برای شاخص S&P500 استفاده کردند. در این پژوهش از بازده‌های یک روزه، هفتگی، ماهانه و سه ماهه استفاده شد. نتایج نشان داد که میان تخمین پارامترهای مدل GARCH در نوسانات روزانه و هفتگی تفاوتی وجود ندارد، در حالی که نوسانات به صورت ماهانه و سه ماهه بهتر عمل می‌کند.

- 
1. Abad and Benito
  2. Gabriel
  3. Orhan & Koksall
  4. Ardia & Hoogerheid

### پرسش‌های پژوهشی

در راستای اهداف پژوهش با توجه به مبانی نظری و پیشینه، پرسش‌های پژوهش به صورت زیر

بیان می‌شود:

(۱) آیا می‌توان ارزش در معرض ریسک (VaR) را با استفاده از مدل GARCH در سهام

شرکت‌های پذیرفته شده بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان اندازه‌گیری کرد؟

(۲) کدام مدل از خانواده GARCH برای سنجش ارزش در معرض ریسک (VaR) سهام

شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان اولویت دارد؟

### معرفی مدل‌های مورد استفاده برای محاسبه و آزمون ارزش در معرض ریسک

روش استاندارد برای محاسبه ریسک بازار یا به بیان دیگر، ارزش در معرض ریسک، به وسیله

تخمین آماری زیان پورتفولیو و تحت تأثیر دو متغیر اساسی احتمال معین (کوچک)  $\alpha$  و دوره

نگهداری (معمولاً کوتاه)  $L$  صورت می‌گیرد. یک تعریف رسمی برای ارزش در معرض ریسک

به صورت رابطه زیر می‌باشد:

$$\Pr (W_t - W_{t+1} \geq \text{Var}_{\alpha,1}) = \alpha \quad (1)$$

به طوری که  $W_t$  ارزش پورتفولیو در زمان  $t$  و  $\text{Var}_{\alpha,1}$  ارزش در معرض ریسک پورتفولیو برای

سطح اطمینان  $\alpha$  و دوره نگهداری  $L$  است. این فرمول نشان می‌دهد که احتمال اینکه کاهش در

ارزش سبد، طی یک دوره زمانی  $L$  روزه از تخمین ارزش در معرض ریسک تجاوز نماید، برابر

$\alpha$  است (بمز و ویلهاور، ۲۰۰۱).

به منظور محاسبه ارزش در معرض ریسک، هیچ مدلی به صراحت و مطلق، بهترین نیست. استفاده

از روش‌های مختلف محاسبه ارزش در معرض ریسک به رابطه جایگزینی میان سادگی آن در اجرا

و اعتبار نتایج مدل بستگی دارد. این رابطه جایگزینی، محدودیت‌های ذاتی را در مدیریت ریسک

ایجاد می‌نماید (کرمس<sup>۱</sup>، ۱۹۹۸).

1. Bams & Wielhouwer  
2. Kormas



در این پژوهش مدل‌های GARCH برای برآورد ارزش در معرض ریسک معرفی می‌شوند. GARCH، مکانیسمی است که از واریانس‌های گذشته و جملات خطا برای توضیح واریانس فعلی استفاده می‌کند. مدل GARCH توانایی تشریح بسیاری از مشخصات واقعی سری‌های زمانی مالی، از جمله کشیدگی بیشتر از حد نرمال را دارد (بوباک<sup>۱</sup>، ۲۰۰۸).

### ۱- مدل ARCH

در مدل‌های ARCH واریانس شرطی خودرگرسیون<sup>۲</sup>، ثابت نیست. مدل ARCH نخستین بار توسط انگل<sup>۳</sup> در سال ۱۹۸۲ مطرح شد.

### ۲- مدل GARCH

مدل GARCH در سال ۱۹۸۶ توسط بولرسلو داده شد. انگل در سال ۱۹۸۶ و نلسون در ۱۹۹۱ آن را تکمیل کردند. این روش یک مدل‌سازی مبتنی بر تغییر واریانس در طول زمان است. حالت ساده این مدل به صورت زیر است (بروکس<sup>۴</sup>، ۲۰۰۸):

$$\sigma_t^2 = \alpha_0 + \alpha_1 \mu_{t-1}^2 + \beta \sigma_{t-1}^2 \quad (2)$$

### ۳- مدل GARCH نامتقارن

از مدل‌های GARCH نامتقارن، مدل GJR و EGARCH را می‌توان نام برد. مدل GJR ساده‌ترین نوع مدل GARCH نامتقارن است و مدل EGARCH یا GARCH نمایی توسط نلسون (۱۹۹۱) داده شد و این مدل نیز روش دیگری برای فرمول بندی واریانس شرطی است (بروکس، ۲۰۰۸).

---

1. Bubak  
2. Autoregressive Conditional Heteroskedasticity (ARCH)  
3. Engle  
4. Brooks

## مراحل برآورد ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل GARCH

### ۱- درونیابی داده‌ها

نخست به جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز می‌پردازیم. داده‌ها در این پژوهش، قیمت‌های روزانه سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران در صنعت سیمان است که در سال ۱۳۸۹-۱۳۹۱ عضو بورس بوده‌اند که از روز نخست فروردین ۱۳۸۹ تا آخر اسفند ۱۳۹۱ به مدت سه سال می‌باشند. برای جمع‌آوری داده‌های مورد نیاز از اطلاعات صورت‌های مالی و یادداشت‌های توضیحی همراه آن استفاده خواهد شد. بدین منظور از نرم‌افزار رهاورد نوین و همچنین سایت رسمی شرکت بورس اوراق بهادار برای جمع‌آوری اطلاعات مورد نیاز استفاده می‌شود. علیرغم اینکه دقت بسیاری در انتخاب روزهای معاملاتی صورت گرفته است تا قیمت روزانه برای بیشتر شرکت‌های صنعت سیمان موجود باشد، اما از آنجایی که توقف نماد معاملاتی در این شرکت‌ها صورت گرفته، در بعضی از این تاریخ‌ها داده موجود نیست. در نتیجه برای دستیابی به این داده‌ها از روش درونیابی استفاده شد.

در محاسبات عددی، درونیابی روشی برای یافتن مقدار تابع، درون یک بازه به شرطی است که مقدار تابع در تعدادی از نقاط گسسته معلوم باشد. یافتن مقدار تابع در خارج از این بازه را درونیابی گویند (کینکید، توتونیان، ۱۳۸۱). روش‌های بسیاری برای درونیابی وجود دارد. از جمله این روش‌ها درونیابی خطی، چند جمله‌ای، درونیابی نیوتون و لاگرانژ، تفاضلات تقسیم شده و روش درونیابی هرمیتی می‌باشد. پس از بررسی‌های گوناگون بر روی داده‌های قیمتی، این پژوهش برای درونیابی داده‌ها از روش اسپلاین<sup>۱</sup> استفاده شد. برای داده‌های قیمتی مفقود در این پژوهش، درونیابی را در نرم افزار Matlab انجام داده و داده‌ها را بازیابی نمودیم.

### ۲- برآورد بازده

بعد از بازیابی داده‌ها، بازده محاسبه می‌شود. برای محاسبه بازده از فرمول زیر استفاده می‌کنیم.

$$r_t = \ln(p_t) - \ln(p_{t-1}) \quad (۳)$$

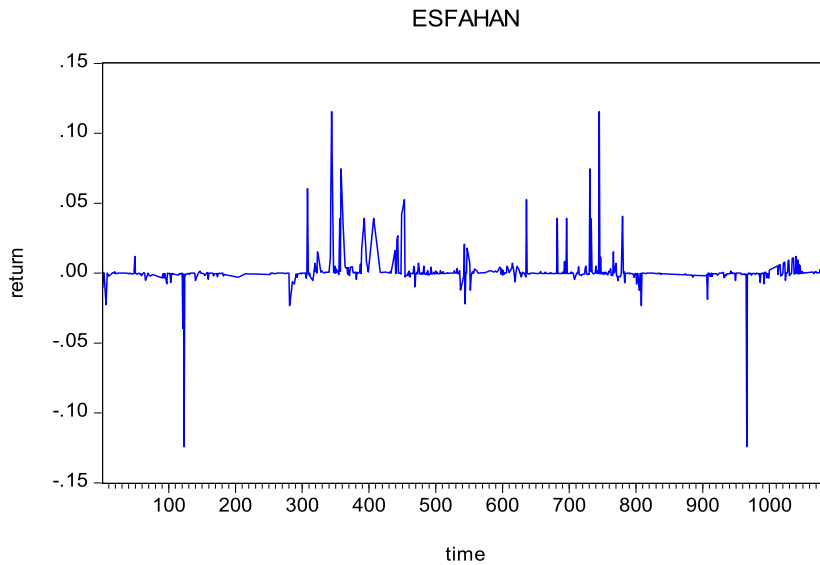
$P_t$ : قیمت سهم در پایان دوره  $t$

$P_{t-1}$ : قیمت سهم در پایان دوره  $t-1$

---

1. Spline

در این پژوهش بازده به صورت روزانه و با استفاده از قیمت پایانی سهم محاسبه شده است. نمودار ۱، سری زمانی بازده‌های لگاریتمی را برای یک شرکت از شرکت‌های صنعت سیمان نشان می‌دهد.



نمودار ۱: سری زمانی بازده‌های لگاریتمی شرکت سیمان اصفهان

بعد از محاسبه بازده به توصیف آماری بازده شرکت‌ها پرداخته شد. سری بازده‌های شرکت‌های صنعت سیمان توزیعی نزدیک به نرمال داشتند و با فرض نرمال بودن به محاسبه ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل GARCH پرداختیم.

### ۳- مدل سازی واریانس شرطی

مدل‌های GARCH به منظور مدل سازی واریانس شرطی بازده‌ها، رواج و مقبولیت بیشتری را نسبت به سایر مدل‌ها به دست آورده‌اند. برای مدل سازی واریانس شرطی در ابتدا باید سری زمانی بازده شرکت‌ها مانا باشد. تجزیه و تحلیل سری‌های زمانی با فرض مانا بودن انجام می‌گیرد. مانا بودن به این معنی است که داده‌ها دارای میانگین ثابت، واریانس ثابت و ضرایب خودهمبستگی ثابت برای

هر وقفه معین باشند. برای بررسی مانایی از آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده می‌کنیم که مدل آن به صورت زیر می‌باشد (دیکی و فولر، ۱۹۸۱):

$$\Delta Y_t = \mu + \lambda t + \theta Y_{t-1} + \sum_{i=1}^p \alpha_i \Delta Y_{t-1} + \mu_t \quad (4)$$

نتایج بررسی مانایی سری زمانی بازده‌های لگاریتمی شرکت سیمان اصفهان در جدول ۱ داده شده است.

جدول ۱: نتایج حاصل از آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته

دیکی-فولر تعمیم یافته	نوع آزمون ریشه واحد
-۵/۰۰۴۰۴۰	آماره آزمون
۰/۰۰۰۰	p-value
مقادیر بحرانی آزمون	
-۲/۵۶۷۱۱۷	سطح ۱٪
-۱/۹۴۱۱۱۸	سطح ۵٪
-۱/۶۱۶۵۰۱	سطح ۱۰٪

باتوجه به اینکه آماره آزمون دیکی-فولر تعمیم یافته در کلیه سطوح ۱٪، ۵٪ و ۱۰٪ مقداری کمتر از مقادیر بحرانی دارد، فرضیه صفر، وجود ریشه واحد را رد می‌کند. بنابراین بازده‌های شرکت سیمان اصفهان مانا می‌باشد. برای دیگر شرکت‌ها نیز این فرآیند انجام و بازده همه شرکت‌ها مانا شد. بعد از بررسی مانایی، مدل‌های مختلف  $AR(p)$ ،  $MA(q)$ ،  $ARMA(p,q)$ ، مورد بررسی قرار

گرفتند و با مقایسه مقادیر معیارهای آکائیک<sup>۱</sup> (AIC) و شوارتز<sup>۲</sup> (sc) که برای این مدل‌ها به دست می‌آید، مدل مناسب انتخاب شد. برای بیشتر شرکت‌ها، مدل  $ARMA(1,1)$  مناسب برای تخمین مدل GARCH انتخاب شد. بعد از برآورد مدل ARMA برای اطمینان از رفع خودهمبستگی در سری بازده‌ها، باید توابع خودهمبستگی باقیمانده‌های حاصل از این مدل را مورد بررسی قرار دهیم که اغلب، آزمون یونگ-باکس<sup>۳</sup> با وقفه زمانی مورد نظر به کار می‌رود. نتایج حاصل در جدول ۲ داده شده است. همانطور که مشاهده می‌شود، خودهمبستگی به طور کامل از میان رفته است که نشان می‌دهد مدل  $ARMA(1,1)$  مدل مناسبی است.

جدول ۲: آماره‌های Q تست یونگ-باکس برای سری زمانی بازده شرکت سیمان اصفهان

Autocorrelation	Partial Correlation		AC	PAC	Q-stat	Prob
		1	-0.006	-0.006	0.0363	0.849
		2	0.008	0.008	0.1009	0.951
		3	0.068	0.069	5.2163	0.157
		4	-0.028	-0.027	6.0575	0.195
		5	0.009	0.008	6.1464	0.292
		6	0.008	0.004	6.2169	0.399
		7	0.042	0.046	8.1812	0.317
		8	0.009	0.008	8.2768	0.407
		9	0.003	0.002	8.2883	0.505
		10	0.004	-0.002	8.3098	0.599
		11	0.019	0.021	8.7266	0.647
		12	0.034	0.034	10.014	0.615
		13	0.003	0.002	10.023	0.692

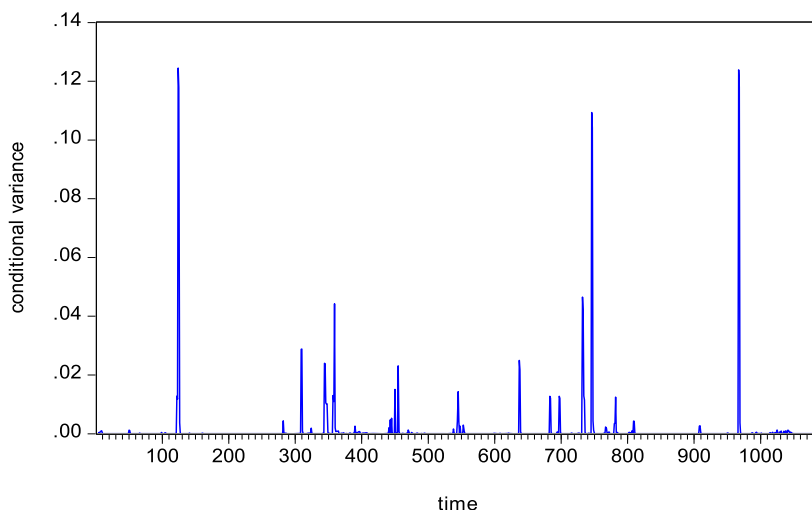
در مرحله بعد، مدل ARCH و مدل‌های مختلف GARCH متقارن و نامتقارن برای هر کدام از شرکت‌ها مورد بررسی قرار گرفت. مدل  $ARMA(1,1)$  و مدل  $GARCH(1,1)$  با فرض توزیع t-student به عنوان بهترین مدل می‌باشد که نتایج برآورد مدل  $GARCH(1,1)$  برای شرکتی از صنعت سیمان در جدول ۳ آمده است.

1. Akaike info criterion
2. Schwartz criterion
3. Liung-Box

جدول ۳: نتایج برآورد مدل GARCH(1,1) با فرض توزیع t برای شرکت سیمان اصفهان

معادله میانگین				
متغیر	ضریب	خطای استاندارد شده	آماره t	p-value
C	-۰/۰۰۰۸۸۰	9/78E-05	-۸/۹۹۷۸۳۹	۰/۰۰۰۰
AR(2)	۰/۹۱۹۶۳۱	۰/۰۰۶۵۴۲	۱۴۰/۵۷۹۰	۰/۰۰۰۰
MA(1)	۰/۹۵۸۹۱۱	۰/۰۰۳۴۱۱	۲۸۱/۱۲۱۶	۰/۰۰۰۰
معادله واریانس				
متغیر	ضریب	خطای استاندارد شده	آماره t	p-value
C	2/54E-08	7/22E-09	۳/۵۱۱۳۸۳	۰/۰۰۰۰۴
RESID(-1)2	۰/۰۳۱۵۷۶	۲/۲۶۳۰۵۲	۳/۶۰۱۳۲۶	۰/۰۰۰۰۳
GARCH(-1)	۰/۸۱۴۹۹۸	۰/۰۰۳۸۹۴	۸/۱۰۸۳۴۰	۰/۰۰۰۰
معیار آکائیک (AIC)		-۱۰/۳۴۴۹۵		
معیار شوارتز (SC)		-۱۰/۳۱۲۷۹		

در نمودار زیر سری زمانی تلاطم شرطی t-GARCH(1,1)-ARMA(1,1) برای شرکتی از صنعت سیمان، آمده است.



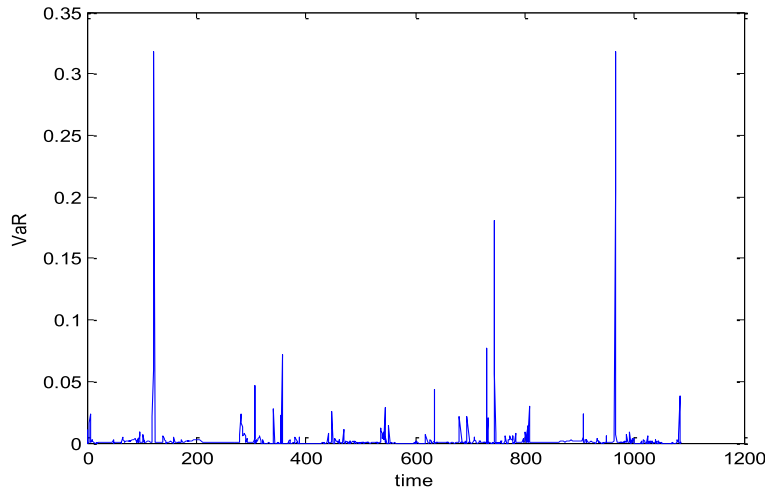
نمودار ۲: سری زمانی تلاطم شرطی  $t$ -GARCH(1,1)-ARMA(1,1) برای صنعت سیمان

با توجه به مدل GARCH(1,1) می‌توان دریافت که واریانس شرطی  $\sigma_t^2$  از سه میانگین وزنی واریانس بلندمدت  $\frac{\alpha_0}{(1-\alpha-\beta)}$ ، واریانس گذشته  $\sigma_{t-1}^2$  با وزن  $\beta$  و مجدور جمله‌ی اختلال  $\varepsilon_t^2$  با وزن  $\alpha$  تشکیل شده است.

#### ۴- برآورد ارزش در معرض ریسک

پس از تخمین مدل GARCH بهینه برای هر شرکت، می‌توان میانگین‌ها و انحراف معیارهای شرطی را با استفاده از معادلات میانگین و واریانس مدل بهینه برای سری بازده‌های لگاریتمی شرکت‌های صنعت سیمان پیش‌بینی نمود. در نهایت، ارزش در معرض ریسک با به کارگیری میانگین‌ها و انحراف معیارهای شرطی برای زمان  $t$  و در سطح اطمینان  $\alpha$  برآورد می‌شود و با در اختیار داشتن توزیع بازده می‌توان ارزش در معرض ریسک را برآورد نمود. ارزش در معرض ریسک حاصل از مدل‌سازی برای سری زمانی شرکت اصفهان صنعت سیمان در نمودار ۳ به تصویر کشیده شده است. به کمک محاسبه بازده لگاریتمی و با در اختیار داشتن توزیع بازده و صدک مورد نظر می‌توان مقدار ارزش در معرض ریسک را پیش‌بینی نمود.

برای کل شرکت‌های صنعت سیمان به همین صورت ارزش در معرض ریسک محاسبه و نتایج یکسانی را داد.



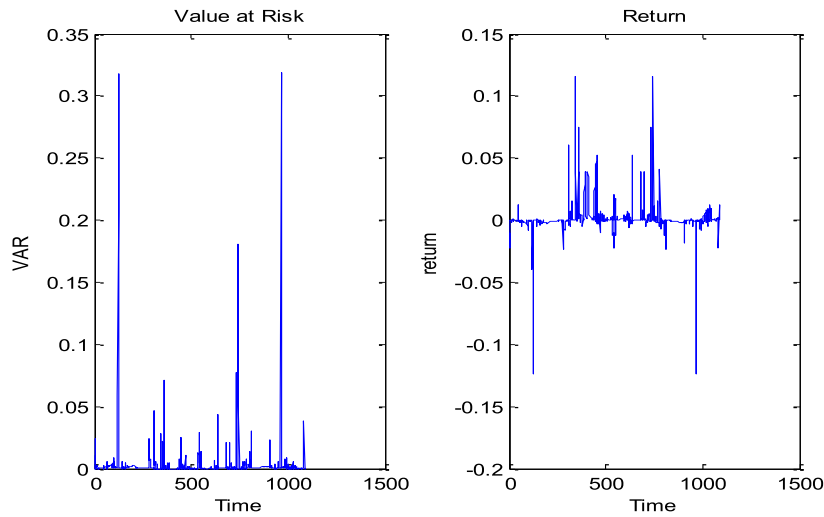
نمودار ۳: پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل  $GARCH(1,1)$  برای شرکت

#### سیمان اصفهان (خروجی MATLAB)

برای محاسبه تلاطم از پارامترهای برآورد شده  $ARMA-GARCH$  استفاده می‌کنیم که برای شرکت سیمان اصفهان مدل  $t-GARCH(1,1)-ARMA(1,1)$  را مورد استفاده قرار می‌دهیم. با مرتب‌سازی بازده‌ها و ملاحظه سطح اطمینان در نظر گرفته شده، مقدار  $VaR$  قابل پیش‌بینی است. بر این مبنای محاسبه‌ها در سطح اطمینان ۹۵ درصد و با فرض دوره نگهداری یک روزه پایه ریزی شده‌اند.

در نمودار ۴ نیز تغییرات بازده سهام شرکت سیمان اصفهان با ارزش در معرض ریسک برآورد شده از مدل  $GARCH$  مورد مقایسه قرار گرفته است.





نمودار ۴: تغییرات قیمت سهام شرکت سیمان اصفهان و ارزش در معرض ریسک برآورد شده مدل GARCH (خروجی MATLAB)

تنوع زیادی در روش‌های اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک وجود دارد، اما ارزیابی دقت پیش‌بینی این مدل‌ها موضوعی بسیار مهم در مدیریت ریسک است (رگاچو، ۲۰۰۶). نمودار فوق نشان می‌دهد که با در نظر گرفتن سطح اطمینان ۹۵ درصد، در بیشتر بازه زمانی، ارزش در معرض ریسک بالاتر از تغییرات واقعی بازده‌های شرکت سیمان اصفهان است.  $GARCH(1,1)$  ساده‌ترین و قوی‌ترین مدل از خانواده تکنیک‌های مدل سازی نوسان یا بی ثباتی است. مدل‌های GARCH در محدوده وسیعی از تحلیل‌های سری زمانی به کار برده می‌شوند، اما همواره کاربرد آن‌ها در بخش مالی موفق‌تر عمل نموده است (انگل، ۲۰۰۱). با توجه به پیش‌بینی‌های ارزش در معرض ریسک شرکت‌های صنعت سیمان، برای بیشتر شرکت‌ها مدل  $GARCH(1,1)$  با توزیع  $t$ -student، برای تخمین ارزش در معرض ریسک دوره مورد مطالعه، پیش‌بینی مناسب‌تری را کرده است.

### بحث و نتیجه‌گیری

از آنجا که همه سرمایه‌گذاران با ریسک در بورس اوراق بهادار تهران روبه‌رو هستند و توجه به ریسک امری ضروری به نظر می‌رسد، پژوهشگران با در نظر گرفتن فروضی متفاوت، روش‌های گوناگونی را برای اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک نشان دادند. در این پژوهش به اندازه‌گیری ریسک با معیار سنجش ارزش در معرض ریسک از طریق مدل GARCH پرداخته شد. مدل‌های مختلف GARCH متقارن و نامتقارن بر روی بازده‌های هر شرکت انجام و مدل بهینه برای هر شرکت انتخاب شد. با توجه به پیش‌بینی‌های ارزش در معرض ریسک شرکت‌های صنعت سیمان، برای بیشتر شرکت‌ها، مدل GARCH(1,1) با توزیع  $t$ -student، برای تخمین ارزش در معرض ریسک دوره مورد مطالعه پیش‌بینی مناسب‌تری را داده است. نتایج نشان داد که استفاده از این مدل، تخمین‌های مناسبی از VaR را می‌دهد که همسو با مطالعات عبد و بنیتو (۲۰۰۹) در مبادلات بین‌المللی سهام و همچنین سونی (۲۰۰۵) در مطالعه‌ای در مورد اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک در بازار هند می‌باشد. این مدل نیز همانند هر مدل دیگر، تلاش دارد تا با استفاده از مفروض‌هایی نزدیک به واقعیت، به نتایج کاربردی و مفید دست یابد. ارزیابی یک مدل تنها بر اساس توانایی پیش‌بینی آن صورت می‌گیرد و نباید آن را بر اساس مفروضات به کار رفته و یا بر پایه جامعیت مدل در پوشش تمامی جزئیات دنیای واقعی، مورد سنجش قرار داد. به بیانی دیگر، اگر یک مدل بتواند در پیش‌بینی آینده و بهبود کارایی فرآیند تصمیم‌گیری کمک کند، می‌تواند در عین سادگی موفق باشد. بر این اساس، این پژوهش کوشید تا تصویری مختصر نسبت به مدل‌های جدیدتر و قابل اعتمادتر در اندازه‌گیری ریسک بورس اوراق بهادار تهران دهد. پیشنهاد می‌شود اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک از طریق مدل GARCH، در مورد سایر صنایع بورس اوراق بهادار تهران محاسبه و نتایج حاصل از آن با نتایج این پژوهش مورد مقایسه قرار گیرد و همچنین پیشنهاد می‌شود اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل GARCH، در بازه‌های زمانی مختلف مورد بررسی قرار گرفته و با نتایج این پژوهش مقایسه شود.

## منابع

- حنیفی، فرهاد. (۱۳۸۳). "ارزش در معرض خطر، شیوه‌ای جدید در مدیریت ریسک"، رساله دکترا، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات.
- زمانی، شیوا. اسلامی بیدگلی، سعید. کاظمی، معین. (۱۳۹۲). "محاسبه ارزش در معرض ریسک شاخص بورس اوراق بهادار تهران با استفاده از نظریه ارزش آفرین". فصلنامه بورس اوراق بهادار، شماره ۲۱، سال ششم. صفحه ۱۱۵ تا ۱۳۶.
- عباسی، ابراهیم. (۱۳۹۲). "برآورد و ارزیابی ارزش در معرض ریسک در بازار فارکس". مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، شماره هفدهم، صفحه ۲۳ تا ۴۴.
- عبده تبریزی، حسین. حنیفی، فرهاد. (۱۳۸۰). "ارزش در معرض ریسک (value at risk)"، سمینار مباحث جدید در بانکداری نوین، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، موجود در پایگاه اینترنتی <http://www.abdoh.net>.
- فلاح شمس، میرفیض. (۱۳۸۹). "بررسی مقایسه‌ای کارایی مدل ریسک سنجی و مدل اقتصاد سنجی GARCH در پیش‌بینی ریسک بازار در بورس اوراق بهادار تهران". مجله مهندسی مالی و مدیریت پرتفوی، شماره پنجم، زمستان ۱۳۸۹، صفحه ۱۳۷ تا ۱۵۹.
- کشاورز، غلامرضا. صمدی، حداد. (۱۳۸۸). "برآورد و پیش‌بینی تلاطم بازدهی در بازار سهام تهران و مقایسه دقت روش‌ها در تخمین ارزش در معرض خطر: کاربردی از مدل‌های خانواده FIGARCH". مجله تحقیقات اقتصادی، شماره ۸۶، بهار ۸۸، صفحات ۲۳۵-۱۹۳.
- کینکید، دیوید رونالد. (۱۳۸۱). *آنالیز عددی*، ترجمه فائزه توتونیان، منصوره صائمی، انتشارات دانشگاه امام رضا (ع)، مشهد.
- Abad, P., & Benito, S. (2009). "A Detailed Comparison of Value at Risk in International Stock Exchanges", *Fundacion De Las Cajas De Ahorros, Documento De Trabajo*, 452, 1-45.
- Adjasi, C., Harvey, S., & Agyapong, D. (2008). "Effect of exchange rate volatility on the Ghana Stock exchange", *African Journal of Accounting, Economics, Finance and Banking Research*, 3(3), 25-47.
- Alexander, G.J., & Baptista, A.M. (2002). "Economic implications of using a mean VaR model for portfolio selection: A comparison with mean-variance analysis", *Journal of Economic Dynamics and Control*, 26(7), 1159-1193.
- Ardia, D. & Hoogerheide, L. (2014). "GARCH models for daily stock returns: Impact of estimation frequency on Value-at-Risk and Expected Shortfall forecasts", *Economics Letters*, 123, 187-190.

- Bams, D., & Wielhouwer, J.L. (2001). "Empirical Issues in Value-at-Risk"; *Astin Bulletin*, 31(2), 299-315.
- Brooks, CH. (2008). "Econometrics for Finance", Cambridge University.
- Bubak, V. (2008). "Value-at-Risk on Central and Eastern European Stock Markets: An Empirical Investigation Using GARCH Models", Charles University Prague, Faculty of Social Sciences, Institute of Economic Studies, 1-29.
- Dickey, D.A., & Fuller, W.A. (1981). "Likelihood ratio statistics for autoregressive time series with a unit root", *Econometrica: Journal of the Econometric Society*, 1057-1072.
- Fan, Y., Wei, Y. m., & Xu, W.X. (2004). "Application of VaR methodology to risk management in the stock market in China", *Computers & Industrial Engineering*, 46,383-388.
- Francq, C., & Zakoian, J.M. (2010). "GARCH Models (Structure, Statistical Inference and Financial Applications)", A John Wily and Sons, Ltd, Publication.
- Gabriel, A.S. (2012). "Evaluating the Forecasting Performance of GARCH Models. Evidence from Romania", *Procedia-Social and Behavioral Sciences*, 62, 1006-1010.
- Giot, P., & Laurent, S., (2003b). "Market Risk in Commodity Markets: A VaR Approach", *Energy Economics*, 25(5), 435-457.
- Gregory, P.C. (ED). (1959). "Proceeding of the self-adaptive flight control systems symposium", *Wright-Patterson AFB. OH. WADC Technical Report*, 49-59.
- Huang, Y.C., & Lin, B.J., (2004). "Value at risk analysis for Taiwan stock index futures: fat tail and conditional asymmetries in return innovations", *Review of Quantitative Finance and Accounting*, 22, 79-95.
- Kormas, G. (1998). "Daily and intradaily stochastic covariance: value at risk estimates for the foreign exchange market", *Concordia University*, 1-46.
- Manganelli, S., & Engle, R. (2001). "Value at risk models in Finance", 75, 1-36.
- Mohamed, A. (2005). "Would students t-GARCH improve VaR estimates?". 1-47.
- Orhan, Mehmet. Koksall, B. (2012). "A Comparison of GARCH Models for VaR estimation", *Expert System with Applications*, 39, 3582-3592.
- Rogachev, A. (2006). "Methodological Issues and Some Illustrations of Applying Dynamic Value-at-Risk Model in Portfolio Management", *Available at SSRN*, 1028202, 1-16.
- Soni, V. (2005). "A Comparison of Value-at-Risk Methods for Portfolios Consisting of Interest Rate Swaps in the Indian Market under the GARCH Framework", *Credence Analytics*, 1, 1-46.
- Verchenko, O. (2002). "Determinants of Stock Market Volatility Dynamics", working paper, HEC University of Lausanne, 1-50.
- Yiu, K.F.C. (2004). "Optimal Portfolios under a Value at Risk", *Journal of Economic Dynamics Control*, (28), 1317-1334.
- Zheng, X. (2006). "Modeling and Simulation of Value at Risk in the Financial Market Area", *Louisiana Tech University*, 276-280.