فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار
دوره چهارده، شماره پنجاه و شش، پائیز ۱۴۰۲
نوع مقاله : علمی پژوهشی
صفحات : ۱۲۱-۹۸

مقایسه عملکرد مدل مدل ارزش در معرض خطر با رویکرد نقد شوندگی- تی کاپولا با همبستگی شرطی پویا (t-copula-GARCH-LvaR) با مدل ارزش در معرض خطر GARCH-VaR جهت بهینه‌سازی پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران

غلامرضا تقی‌زادگان[۱]
غلامرضا زمردیان[۲]
رسول سعدی[۳]
میرفیض فلاح[۴]

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۱/۰۸/۲۴ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۱/۱۰/۲۷

چکیده

هدف از این پژوهش مقایسه عملکرد مدل ارزش در معرض خطر با رویکرد نقد شوندگی– تی کاپولا با همبستگی شرطی پویا (t-copula-GARCH-LVaR) با مدل ارزش در معرض خطر (VaR) جهت بهینه‌سازی پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران است. در پژوهش حاضر، به‌منظور آزمون فرضیه‌های مورد نظر، دوره زمانی بین سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰ می‌باشد. کلیه متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش در مقیاس کمی و مشاهدات به صورت سری زمانی بازدهی لگاریتمی روزانه ۴۰ شاخص بورسی شامل ۳۹ شاخص صنعت و یک شاخص اوراق با درآمد ثابت از ابتدای شهریور ماه ۱۳۹۰ الی انتهای تیرماه ۱۴۰۰ می‌باشد. در این پژوهش جهت انجام تحلیل‌های نهایی کلیه محاسبات مورد نیاز این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار متن باز R 4.2.1 انجام شده است. نتایج ما نشان داد که در دو سطح ریسک ۹۹٪ و ۹۵٪ مدل بهینه‌سازی t-copula-GARCH-LVaR بر طبق معیار شارپ بر اساس آزمون من ویتنی در سطح آزمون ۹۵ درصد عملکرد بهتری دارد.

کلمات کلیدی

کاپولا، ارزش درمعرض خطربا رویکرد نقد شوندگی، همبستگی شرطی پویا، بهینه‌سازی پرتفوی، بورس اوراق بهادار تهران.

۱-گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.taghizadegangr@ yahoo.com
۲-گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران و عضو گروه پژوهشی مخاطرات مالی نوین.(نویسنده مسئول) gh.zomorodian@yahoo.com
۳-گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران و عضو گروه پژوهشی مخاطرات مالی نوین.Mir.Fallahshams@iauctb.ac.ir
۴-گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران rasoulsaadi@ gmail.com

مقدمه

سرمایه‌گذاران انفرادی، کارگزاران و مدیران صندوق هر ساله میلیاردها دلار در بخش‌های مختلف سرمایه‌گذاری می‌کنند(مول [1]و همکاران،۲۰۱۸). بنابراین، انتخاب امنیت مناسب برای سرمایه‌گذاری مالی اهمیت پیدا می‌کند، زیرا ایجاد سود در تمام شرایط بازار و به حداقل رساندن ضرر در طول رکود بازار مورد نظر است(کالایچی [2]و همکاران،۲۰۱۹). متداول‌ترین استراتژی سرمایه‌گذاری، ایجاد یک سبد متشکل از اوراق بهادار مختلف به منظور پخش ریسک است(ایوانیوک و برزین[3]، ۲۰۲۰). تجزیه و تحلیل سبد سنتی مستلزم ارزیابی شرایط بازده و ریسک اوراق بهادار منفرد است و ممکن است به دلیل ماهیت ذهنی آن موفقیتی را به همراه نداشته باشد(سانتومورو[4]، ۱۹۹۷). در سال ۱۹۵۲، مارکوویتز با انجام تحلیلی از تأثیر ریسک، رویکردی انقلابی برای نظریه پورتفوی به نام مدل میانگین واریانس[5] ارائه کرد و عصر نظریه پورتفوی مدرن را آغاز کرد(مارکوویتز[6]،۱۹۵۲). مدل میانگین واریانس یک رویکرد تصمیم‌گیری استاندارد برای ساختار و اندازه‌گیری عملکرد پورتفوی‌ها بوده است(سیموکنگن[7]،۲۰۱۸) که به طور کمی بر روی گزینه‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از کوواریانس بین اوراق بهادار بر اساس مبادله بازده-ریسک تمرکز می‌کنند(اپریسور و کوون[8]،۲۰۲۰).

از این رو می‌توان بیان کرد که بهینه سازی پورتفوی جزء ضروری یک سیستم معاملاتی است. هدف بهینه‌سازی انتخاب بهترین توزیع دارایی در یک سبد برای به حداکثر رساندن بازده در سطح ریسک معین است(ژانگ و همکاران[9]،۲۰۲۰). مزیت اصلی ایجاد چنین پورتفویی ناشی از ارتقای تنوع است که منحنی حقوق صاحبان سهام را هموار می‌کند و منجر به بازدهی بالاتر به ازای هر ریسک نسبت به تجارت یک دارایی منفرد می‌شود(جونز و ترویلیون[10]، ۲۰۲۲). کونو و یامازاکی[11] (۱۹۹۱) مدل انحراف میانگین-مطلق (MAD) را توسعه دادند، که در آن از انحراف مطلق برای جایگزینی واریانس به عنوان معیار ریسک استفاده کردند. مطابق تئوری‌های بازار سرمایه، ریسک ناشی از نگهداری یک سهم منفرد، بسیار بیشتر از ریسک پرتفوی با حداقل همبستگی است(پایتختی اسکویی،۱۳۹۸). برای مجموعه محدودی از اوراق بهادار در یک پرتفوی، متداول‌ترین منبع نوسان قیمت سهم، ریسک بازار است که به عنوان عامل کلی نیز شناخته می‌شود(سعیدی و افخمی،۱۳۹۱). معمولاً دارایی‌های یک پرتفوی اگر از ریسک بازار مجزا شوند، نوسان کمتری دارند؛ در حالی که دارایی‌هایی که در معرض ریسک‌های بازار قرار دارند، نه تنها بسیار بی ثبات هستند، بلکه سود یا زیان زیادی نیز به همراه دارند. مدیریت ریسک پرتفوی، ریسک‌ها را به دو دسته ریسک سیستماتیک و ریسک غیر سیستماتیک طبقه‌بندی کرده است. ریسک بازار یا ریسک سیستماتیک یک ریسک ذاتی برای بازار به عنوان یک کل است و تأثیر آن مختص صنعت

یا بخش خاصی نیست. در حالی که ریسک غیر سیستماتیک تقریباً هیچ ارتباطی با ریسک سیستماتیک ندارد و ریسک خاص صنعت یا یک بخش است و لذا زمینه‌ای مناسب برای مطالعه و شناسایی تکنیک‌های جدید متنوع‌سازی و بهینه‌سازی ریسک پرتفوی محسوب می‌شود(رضایی نوکنده و واعظ قاسمی،۱۳۹۹). دراین پژوهش، یک روش جدید برای بهینه‌سازی ریسک‌غیرسیستماتیک با متنوع‌سازی بهینه دارایی‌های یک پرتفوی، با استفاده از مدل ارزش در معرض خطر با رویکرد نقدشوندگی استفاده شده است.

بر همین اساس، مسئله اصلی این پژوهش، مقایسه عملکرد مدل ارزش در معرض خطر با رویکرد نقد شوندگی– تی کاپولا با همبستگی شرطی پویا (t-copula-GARCH-LvaR) با مدل ارزش در معرض خطر (VaR) جهت بهینه‌سازی پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران ارائه‌شده است. در این پژوهش نویسندگان به دنبال آن هستند در حل مسئله بهینه‌سازی با در نظر گرفتن ملاحظات مدنظر سرمایه‌گذاران در انتخاب و تشکیل سبد سهام ضمن کاهش ریسک بازدهی و ریسک نقد شوندگی بازدهی سبد انتخابی را حداکثر کنند؛ همچنین درصدد هستند تا نشان دهند که استفاده از کدام مدل در بهینه‌سازی پرتفوی مناسب‌تر است؟

پیشینه پژوهش

تاکنون محققین متعددی سعی کرده‌اند که بهینه‌سازی پرتفوی بپردازند، اما اتفاق‌نظر واحدی بین آن‌ها وجود نداشته است. زمانپور و همکاران(۱۴۰۰) در پژوهش خود به بررسی شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر بهینه‌سازی پرتفوی سهام با رویکرد تحلیل شبکه فازی پرداختند. بر اساس تحلیل‌های انجام شده آن‌ها، می‌توان متغیرهای نوسان سود، بازده سرمایه، ارزش شرکت، صرف ریسک بازار، سودآوری سهام، ساختار مالی، نقدشوندگی و شاخص بقا را به عنوان مهمترین عوامل تاثیرگذار بر بهینه‌سازی پرتفوی سهام معرفی کرد. پایتختی اسکویی و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهش خود به بررسی سبد بهینه سهام با استفاده از معیار ارزش در معرض خطر شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران پرداختند. براساس نتایج به دست آمده آن‌ها بالاترین وزن در سبد بهینه به سهامی تعلق دارد که بازدهی مورد انتظاری بالایی داشته و پایین ترین ارزش در معرض خطر را در بین شرکت‌های مورد مطالعه داشتند. وانگ و آسته [۱۲] (۲۰۲۳) در پژوهش خود به بهینه‌سازی پویای پورتفوی با خوشه‌بندی کوواریانس معکوس پرداختند، نتایج آنها نشان می‌دهد که بهینه‌سازی خوشه‌بندی کوواریانس معکوس-پورتفوی (ICC-PO) نامیده می‌شود که هسته اصلی روش خوشه‌بندی کوواریانس معکوس-بهینه‌سازی پورتفوی به شناسایی و خوشه‌بندی وضعیت‌های بازار از تجزیه و تحلیل داده‌های گذشته و پیش‌بینی وضعیت بازار آینده مربوط می‌شود و می‌توان پورتفوی‌هایی با نسبت‌های شارپ بسیار بالاتر تولید کرد که از نظر آماری قوی‌تر و

انعطاف‌پذیرتر هستند و با کاهش زیاد در حداکثر ضرر در موقعیت‌های شدید نشان داده شده که این امر در بازارها، دوره‌ها، روش‌های بهینه‌سازی و انتخاب دارایی‌های پورتفوی سازگار است. اسکوبارو [۱۳]و همکاران (۲۰۲۲) در تحقیقات خود بهینه‌سازی پرتفوی سهام را به شکل بسته تحت مدل‌های GARCH بررسی کردند. پژوهش آن‌ها از یک فرمول تقریبی تخصیص بهینه پرتفوی شکل بسته را برای یک دارایی نقطه‌ای که واریانس آن از فرآیند(1,1) GARCH پیروی می‌کند، ایجاد می‌کند. آنها متوجه شدند که استراتژی بهینه مستقل از توسعه دارایی پرخطر است، و راه حل با مدل نوسانات تصادفی هستون با زمان پیوسته همگرا البته تحت شرایط اضافی می شود. علیشوندی [۱۴] و همکاران(۲۰۲۲) در پژوهش خود به بررسی پیشنهاد یک مدل بهینه‌سازی پورتفوی بر اساس رویکرد ترکیبی GARCH-EVT-Copula پرداختند. نتایج آنها نشان می‌دهد که در نظر گرفتن مقادیر شدید و وابستگی ساختاری بین سری‌های زمانی مورد بررسی، شناسایی ریسک بین این بازارها را بهبود می‌بخشد. علاوه بر این، در بین مدل‌های مورد مطالعه، نتایج خارج از نمونه برای تابع ثروت انباشته مدل‌های مختلف نشان می‌دهد که هنگام در نظر گرفتن ساختار وابستگی، مدل EGARCH-EVT بر اساس نتایج تابع Copula Vine از سایر مدل‌ها بهتر عمل می‌کند. کالایسی[۱۵] و همکاران(۲۰۱۹) در پژوهش خود به بررسی بررسی جامع مدل‌ها و کاربردهای قطعی برای بهینه‌سازی پورتفوی میانگین واریانس پرداختند. آن‌ها بیان کردند که بهینه سازی پرتفوی فرآیند تعیین بهترین ترکیب از اوراق بهادار و نسبت‌ها با هدف ریسک کمتر و کسب سود بیشتر در یک سرمایه‌گذاری است. با استفاده از کوواریانس به عنوان یک معیار ریسک، مدل بهینه‌سازی پرتفوی میانگین واریانس، رویکردی انقلابی برای تامین مالی کمی به ارمغان آورده است.

روش‌شناسی پژوهش

هدف پژوهش حاضر، مقایسه عملکرد tcopula-GARCH-LVaR با GARCH-VaR جهت بهینه‌سازی پرتفوی در بورس اوراق بهادار تهران است. پژوهش حاضر به دنبال پاسخ به این سؤال می‌باشد که: آیا می‌توان با مدل ارزش در معرض خطر تعدیل شده با رویکرد نقدشوندگی (LVaR) به پرتفوی‌های بهینه‌تری دست یافت؟ به‌منظور پاسخ به این سؤال، فرضیه زیر تدوین شده است .

پرتفوی‌های حاصل از مدل ارزش در معرض خطر با رویکرد نقدشوندگی(LVaR) نسبت به پرتفوی‌های حاصل از مدل ارزش در معرض خطر (VaR) عملکرد بهتری دارند.

در این پژوهش به‌منظور آزمون فرضیه مورد نظر، دوره زمانی از سال‌های ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰ می‌باشد. کلیه متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش در مقیاس کمی و مشاهدات به صورت سری زمانی بازدهی لگاریتمی روزانه ۴۰ شاخص بورسی شامل ۳۹ شاخص صنعت و یک شاخص اوراق با درآمد ثابت که

توسط نویسندگان بر اساس مدل شاخص ارائه شده توسط شرکت بارکلی ارائه گردیده است جهت محاسبه بازدهی کل (بازدهی ناشی از تغییرات قیمت و بازدهی ناشی از بهره) اوراق موجود در سبد شاخص شامل اوراق درآمد ثابت پذیرش شده در بورس و فرابورس، از ابتدای شهریور ماه ۱۳۹۰ الی انتهای تیرماه ۱۴۰۰ می‌باشد. برای آماده‌سازی متغیرهای لازم جهت استفاده در مدل مربوط به آزمون فرضیه‌ها، از نرم‌افزار صفحه گسترده Excel استفاده‌شده است. ابتدا اطلاعات گردآوری‌شده در صفحات کاری ایجادشده در محیط این نرم‌افزار وارد گردید و سپس محاسبه‌های لازم برای دستیابی به متغیرهای این پژوهش انجام شده است. بعد از محاسبه کلیه متغیرهای لازم جهت استفاده در مدل‌های این پژوهش، این متغیرها در صفحات کاری واحدی ترکیب شدند تا به نرم‌افزار استفاده در تجزیه‌وتحلیل نهایی انتقال یابند. در این پژوهش جهت انجام تحلیل‌های نهایی از نرم‌افزار R 4.2.1 استفاده‌شده است.

مراحل اجرای پژوهش

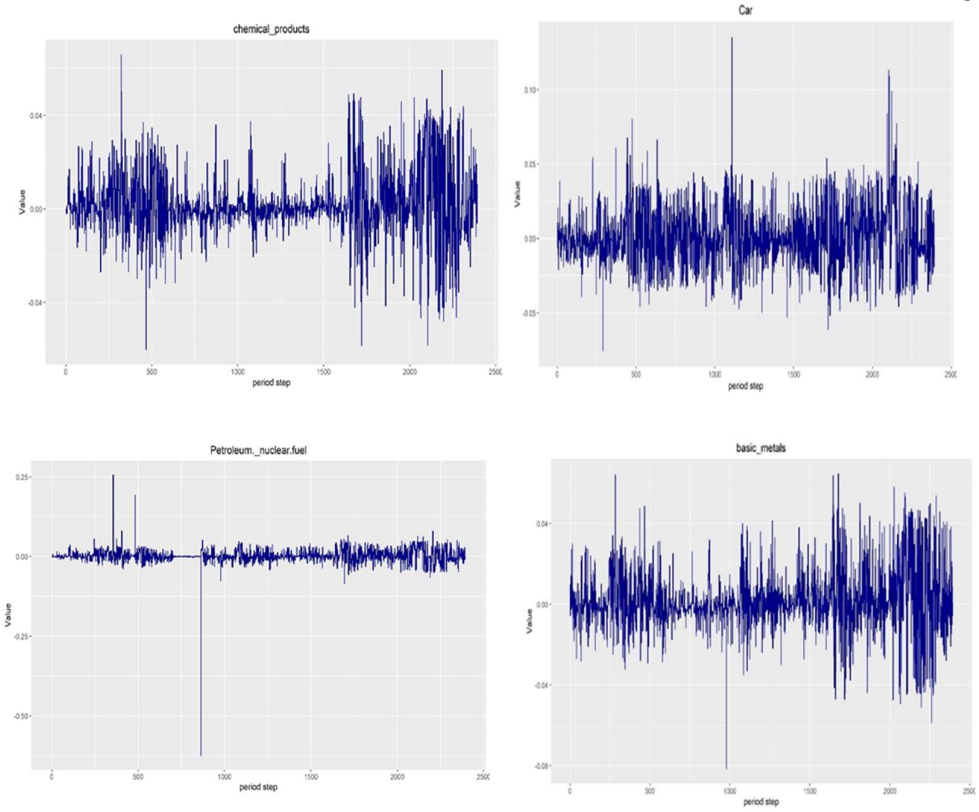
این پژوهش، توصیفی از تحلیل همبستگی است .جامعه آماری شامل شاخص صنایع موجود در بورس و شاخص طراحی‌شده اوراق درآمد ثابت است. نمونه‌گیری به روش برش مقطعی است. داده‌های روزانه بازدهی این شاخص‌ها طی دوره زمانی ابتدای مردادماه سال ۱۳۹۰ تا انتهای تیرماه سال ۱۴۰۰ (حدود ۲۴۱۱ روز کاری) بررسی شد. در این پژوهش، مراحل زیر انجام شد:

۱. تعیین قلمرو زمانی و محاسبه بازدهی شاخص‌ها و تعیین سری زمانی بازدهی‌ها؛
۲. برازش یک مدل مناسب VaR به روش باکس -جنکینز[۱۶]
۳. برازش مدل مناسب برای واریانس ناهمسانی شرطی از طریق مدل‌های گارچ برای هر یک از دارایی‌های سبد؛
۴. استفاده از مدل کاپولای تی- استیو دنت و مدل تی-کاپولای همبستگی مشروط پویا (DCC t-copula) برای برقراری روابط نوسانات بین بازدهی دارایی‌های سبد و تعیین توزیع حاشیه‌ای؛
۵. محاسبه ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر با رویکرد نقد شوندگی یک‌روزه با اطمینان ۹۵ و 99 درصد با استفاده از روش واریانس-کوواریانس و کاپیولا-گارچ برای دوره‌های زمانی روزانه؛
۶. آزمون اعتبار و دقت هر یک از مدل‌ها و انتخاب مدل مناسب و استخراج مرز کارا برای هر یک از مدل‌ها و مقایسه عملکرد آن‌ها با شاخص عملکرد شارپ؛
۷. اعتبارسنجی و مقایسه برای داده‌های برون نمونه‌ای بر اساس بازدهی‌های سبد حاصل از هر روش در کل دوره مجموعه آزمایشی.

معرفی متغیرها، آماده‌سازی داده‌ها و آمار توصیفی

به منظور کسب شناخت بیشتر درباره متغیرهای مورد مطالعه، خلاصه وضعیت آمار توصیفی متغیرهای پژوهش شامل میانگین، میانه، حداقل، حداکثر، انحراف معیار ضریب چولگی و ضریب کشیدگی هر متغیر محاسبه گردیده است.

کلیه متغیرهای مورد استفاده در این پژوهش در مقیاس کمی و مشاهدات به صورت سری زمانی بازدهی لگاریتمی روزانه ۴۰ شاخص بورسی شامل ۳۹ شاخص صنعت و یک شاخص اوراق با درآمد ثابت از ابتدای شهریور ماه ۱۳۹۰ الی انتهای تیرماه ۱۴۰۰ می‌باشد. شکل(۱) نمودار بازدهی روزانه چند شاخص منتخب را نشان می‌دهد. (تغییرات بازدهی در بازه‌های ۱۳۹۲- ۱۳۹۱ و ۱۴۰۰- ۱۳۹۷ به علت رشد فزاینده قیمت سهام در بازار سرمایه مشهود است.)

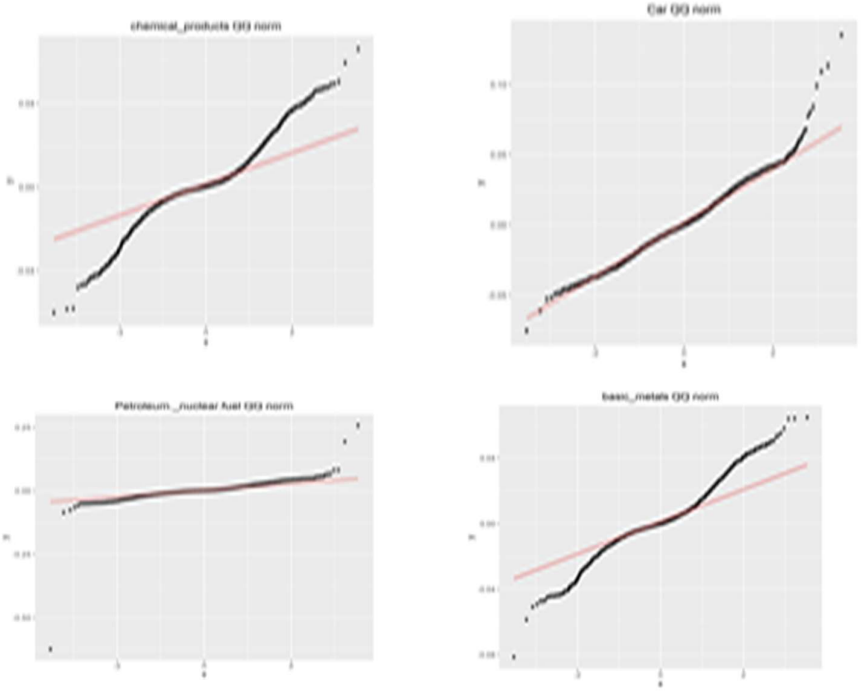


شکل(۱) نمودار بازدهی برخی سهام منتخب(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

به جهت بالا بردن کیفیت مدل‌سازی شاخص‌هایی که درصد فراوانی صفر آن‌ها بیش از ۱۵ درصد بودند، از فرآیند تحلیل حذف می‌گردند. در نهایت پس از پالایش ۲۵ شاخص انتخاب و وارد تحلیل می‌شوند.

آزمون بررسی پیش فرض‌های اساسی

به سبب بررسی دقیق‌تر در خصوص نرمال بودن توزیع بازدهی شاخص‌ها به طور شهودی از نمودارهای چندک-چندک (Q-Q) استفاده نمودیم سپس با آزمون شاپیرو فرض نرمال و یا عدم نرمال بودن آن‌ها را آزمون کردیم. نمودار چندک-چندک (Q-Q) توزیع نرمال برای برخی از بازدهی شاخص‌ها در شکل(۲) ترسیم شده است. اگر نمودار چندک-چندک (Q-Q) به صورت یک خط باشد، توزیع نرمال دارای برازش خوبی است؛ در غیر این صورت بهتر است توزیع‌های مناسب دیگری جهت مدلسازی استفاده شود.



شکل(۲) هیستوگرام بازدهی روزانه برخی از شاخص‌های منتخب(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

در گام بعد؛ پس از شناسایی و تعدیل نقاط دورأفتاده بر مبنای روش ارائه شده توسط بودت و همکاران(۲۰۰۸)[۱۷]، با استفاده از آزمون‌های نرمالیتی شاپیرو-ویلک، ریشه واحد دیکی فولر تعمیم یافته، اثر آرچ و لیانگ-باکس به آزمون نرمالیتی، مانایی، ناهمسانی واریانس، استقلال و عدم خود همبستگی داده‌ها پیش از ورود به مدل‌سازی پرداخته شده است. با توجه به مقادیر معنی داری آزمون شاپیرو همانگونه که بطور شهودی از نمودارهای شکل(۲) روئیت می‌شود، فرض نرمال بودن توزیع بازدهی شاخص‌ها رد می‌شود. بدین منظور در این پژوهش از توزیع تی استیودنت جهت مدل‌سازی استفاده می‌نماییم. از مقادیر معنی-داری آزمون ریشه واحد دیکی-فولر تعمیم یافته فرض مانایی بازدهی شاخص‌ها تأیید می‌گردد.

مدل‌سازی ارزش در معرض خطر برای هر یک از دارایی‌ها

پس از شناسایی وقفه‌های مناسب مدل خودرگرسیون‌برداری توسط روش باکس-جنکینز که نتایج آن در جدول(۱) آورده شده به مدل‌سازی تلاطم بازدهی شاخص‌ها توسط مدل گارچ چندمتغیره(رهیافت همبستگی مشروط پویا) با توزیع تی استیودنت چندمتغیره می‌پردازیم که نتایج معنی‌داری ضرایب همبستگی مشروط از جدول(۲) قابل مشاهده است. هدف از انجام این کار استخراج تلاطم یا همان واریانس شرطی به منظور محاسبه ارزش در معرض خطر می‌باشد.

جدول(۱) وقفه بهینه انتخاب شده برای مدل میانگین گارچ چند متغیره

وقفه‌ها	مقدار اطلاع آکائیک	مقدار اطلاع هنان کوئین	مقدار اطلاع شوارتز
وقفه ۱	-۲۲۵,۱۶۷	-۲۲۴,۵۹۳	-۲۲۳,۵۹۱
وقفه ۲	-۲۲۵,۰۲۵	-۲۲۳,۸۸۸	-۲۲۱,۹۲۲
وقفه ۳	-۲۲۴,۸۹۹	-۲۲۳,۲۲۲	-۲۲۰,۲۹۲
وقفه ۴	-۲۲۴,۷۰۶	-۲۲۲,۴۷۷	-۲,۱۸,۵۸۳
وقفه ۵	-۲۲۴,۵۵۴	-۲۲۱,۷۷۴	-۲۱۶,۹۱۶
وقفه ۶	-۲۲۴,۳۳۲	-۲۲۱,۰۰۱	-۲۱۵,۱۷۹
وقفه ۷	-۲۲۴,۱۶۳	-۲۲۰,۲۸	-۲۱۳,۴۹۴
وقفه ۸	-۲۲۳,۹۹۴	-۲۱۹,۵۶	-۲۱۱,۸۱
وقفه ۹	-۲۲۳,۸۱۶	-۲۱۸,۸۳۱	-۲۱۰,۱۱۷
وقفه ۱۰	-۲۲۳,۶۴۶	-۲۱۸,۱۰۹	-۲۰۸,۴۳۱

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

با توجه به جدول فوق ملاحظه می‌گردد، وقفه ۱ دارای کمترین مقادیر اطلاع بوده و به عنوان وقفه مناسب برای مدل میانگین تعیین شده است.

پس از مدل‌سازی VaR-MGARCH با رویکرد DCC؛ از جدول(۲) مشاهده می‌شود که ضرایب همبستگی مشروط معنی دار شده‌اند و هر دو پارامتر DCC بدست آمده بزرگتر از صفر و همچنین مجموعشان کمتر از یک است که نشان‌دهنده برقرار بودن شرایط DCC می‌باشد، از سوی دیگر با توجه به مقدار معنی داری بدست آمده فرض معنی داری هردو ضرایب a وb تأیید می‌گردد. با مثبت بودن پارامتر dcc-a، به دنبال بروز یک شوک در سری متغیرها، انتظار افزایش در همبستگی شرطی برای دوره بعدی را می‌توان داشت، از سوی دیگر پارامتر dcc-b بیانگر اثر همبستگی شرطی دوره قبل بر دوره جاری است. هرچه این پارامتر بزرگتر و به عدد یک نزدیکتر باشد، انتظار می‌توان داشت برای هر جفت همبستگی‌های محاسبه شده، همبستگی دوره جاری نزدیک به همبستگی شرطی دوره قبل باشد، آشنا و لعل‌خضری (۱۳۹۹). جدول(۳) نیز ماتریس همبستگی مربوط به روز ۰۴-۰۵-۱۳۹۹(2022-07-25) برای برخی از شاخص‌های منتخب آورده شده است.

جدول(۲) وقفه بهینه انتخاب شده برای مدل میانگین گارچ چند متغیره

پارامترها	ضریب برآوردی	خطای استاندارد	آماره	مقدار معنی داری
dcc-a	۰,۰۰۶۶۹۳	۰,۰۰۰۹۵۹	۶,۹۸	<۰,۰۱
dcc-b	۰,۹۷۲۶۵۳	۰,۰۰۵۹۶۸	۱۶۲,۹۷	<۰,۰۱
Mshape	۹,۹۷۳۰۴۷	۰,۳۳۸۴۷	۲۹,۴۷	<۰,۰۱

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

جدول(۳) ماتریس همبستگی شرطی برای برخی سهام منتخب در روز ۰۴-۰۵-۱۳۹۹

	اوراق ثابت	محصولات شیمیایی	استخراج کانه‌های فلزی	فلزات اساسی	خودرو و ساخت قطعات	فراورده نفتی و سوخت هسته‌ای
اوراق ثابت	۱,۰۰	-۰,۰۹	-۰,۰۸	-۰,۱۲	-۰,۰۵	-۰,۰۷
محصولات شیمیایی	-۰,۰۹	۱,۰۰	۰,۵	۰,۵۵	۰,۲۹	۰,۴۸
استخراج کانه‌های فلزی	-۰,۰۸	۰,۵	۱,۰۰	۰,۶۲	۰,۲۴	۰,۳۹
فلزات اساسی	-۰,۱۲	۰,۵۵	۰,۶۲	۱,۰۰	۰,۳	۰,۴۶
خودرو و ساخت قطعات	-۰,۰۵	۰,۲۹	۰,۲۴	۰,۳	۱,۰۰	۰,۳۱
فراورده نفتی و سوخت هسته‌ای	-۰,۰۷	۰,۴۸	۰,۳۹	۰,۴۶	۰,۳۱	۱,۰۰

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

با توجه به جدول(۳) که ماتریس همبستگی شرطی برخی شاخص‌های منتخب را در آخرین روز مجموعه داده‌های آموزشی نشان می‌دهد به وضوح شاهد آن هستیم که شاخص استخراج کانه‌های فلزی با شاخص فلزات اساسی همبستگی بیشتری را نسبت بازدهی بقیه شاخص‌ها دارد و از سوی دیگر شاخص اوراق دارای بیشترین عدم همبستگی با دیگر شاخص‌هاست. از این رو انتظار می‌رود حضور شاخص اوراق در سبد سهام سبب کنترل بهتر ریسک سبد شود. در حالت کلی تحت مدل DCC-MGARCH برای هر روز یک ماتریس همبستگی و ماتریس واریانس- کواریانس و به تبع یک ارزش در معرض ریسک داریم که توسط آن‌ها بهینه‌سازی سبد را انجام می‌دهیم.

مدل‌سازی ارزش در معرض خطر با استفاده از مدل DCC-VaR-MGARCH

در این قسمت با استفاده از ماتریس واریانس-کواریانس شرطی بدست آمده از مدل DCC-MGARCH با مدل میانگین VaR به محاسبه ارزش در معرض خطر تحت چندک توزیع تی چند متغیره می‌پردازیم. فرمول محاسبه ارزش در معرض خطر به صورت زیر می‌باشد:

$$VaR_{t+1}^{\alpha} = \mu + \sigma_{t+1} t_{\alpha}^{-1}(d)$$ رابطه ۷)

که با توجه به فرم ماتریسی حالت چند متغیره بصورت زیر بازنویسی می‌شود:

$$VaR_{t+1}^{\alpha} = MU_{t+1} + (H_{t+1})^{1/2} * mvt_{\alpha}^{-1}(d)$$ رابطه ۸)

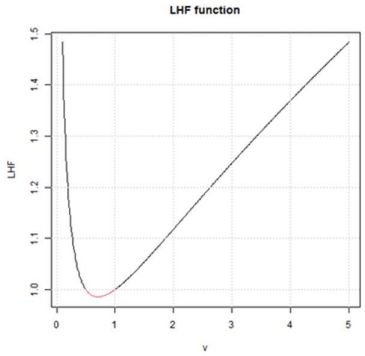
که در عبارت فوق $\boldsymbol{MU}_{t+1}$ مقدار میانگین حاصل از مدل خود رگرسیون‌برداری و $\boldsymbol{H}_{t+1}$ ماتریس واریانس-کواریانس در زمان $t+1$ می‌باشند. همچنین $mvt_{\alpha}^{-1}(d)$ چندک توزیع تی چند متغیره با d درجه آزادی در سطح α است. در ادامه با ضرب مقدار نقدینگی در ارزش در معرض ریسک محاسبه شده ارزش تعدیل شده‌ای تحت عنوان ارزش در معرض خطر با رویکرد نقدشوندگی مطابق فرمول زیر بدست می‌آوریم:

$$LVaR_{t+1}^{\alpha} = VaR_{t+1}^{\alpha} * LHF_{t+1}$$ رابطه ۹)

که مقدار نقدینگی LHF خود نیز از رابطه زیر بدست می‌آید.

$$LHF = \sqrt{\frac{(2v+1)(v+1)}{6v}}$$ رابطه ۱۰)

شکل(۳) نمودار تابع فوق را نشان می‌دهد.



شکل(۳) نمای بصری از تابع LHF(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

همانطورکه از تابع فوق مشاهده می‌شود به ازای مقادیر v بزرگتر از یک مقدار نقدینگی LHF همواره بزرگتر از یک می‌شود در نتیجه داریم:

$$LVaR_{t+1}^{\alpha} > VaR_{t+1}^{\alpha}$$ رابطه ۱۱)

مقدار v از روش‌های متفاوتی بدست می‌آید که در این پژوهش از طریق ارزش روز بازار شاخص iو میانگین متحرک ۱۰۰ روزه حجم معاملات انجام شده در همان روز محاسبه شده است.

$$v = \frac{Market\ Value_{\ i}}{MA(Volume_i)}$$ رابطه ۱۲)

در نهایت با احتساب مقدار نقدینگی ارزش در معرض خطر با رویکرد نقدشوندگی بدست می‌آید.

پس آزمایی ارزش در معرض ریسک

یک روش مفید برای سنجش عملکرد ارزش در معرض ریسک محاسبه شده، پس آزمایی است که با به کارگیری روش های کمی به تعیین مطابقت پیش بینی های مدل با مفروضاتی که مدل بر اساس انها بنا شده است، می پردازد. در این پژوهش از دو آزمون معروف پوشش غیرشرطی (کوپیک) و پوشش غیرشرطی (کریستوفرسن) استفاده نمودیم که نتایج آن را از جدول فوق در اختیار داریم. مبنای قضاوت جهت پایایی ارزش در معرض ریسک های بدست آمده برای بازدهی هر شاخص، مقدار معنی داری در جدول فوق است. اگر مقدار معنی داری کوچکتر از ۰،۰۵ باشد آنگاه ارزش در معرض ریسک های بدست آمده برای شاخص های مورد نظر از پایایی مناسبی در سطح اطمینان ۹۵ درصد برخورد نمی باشد. از اینرو با نگاهی اجمالی در میابیم ارزش در معرض ریسک های بدست آمده حاصل از توزیع تی استیودنت تخطی کمتر و در نتیجه پایایی بالاتری داشته‌اند.

جدول(۴) برآورد پس آزمایی ارزش در معرض ریسک(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

شاخص ها	آزمون	توزیع نرمال		توزیع تی استیودنت	
		آماره	مقدار معنی داری	آماره	مقدار معنی داری
شاخص اوراق	کوپیک	۲,۳۷	۰,۱۲	۹,۲۶	<۰,۰۱
	کریستوفرسن	۳,۱۶	۰,۲۱	۱۰,۵۵	۰,۰۱
زراعت و خدمات وابسته	کوپیک	۱۵,۸۳	۰,۰۰	۰,۰۱	۰,۹۱
	کریستوفرسن	۱۵,۸۶	۰,۰۰	۰,۴۳	۰,۸۱
استخراج ذغال سنگ	کوپیک	۱۱,۲۹	۰,۰۰	۳,۰۳	۰,۰۸
	کریستوفرسن	۱۱,۳۵	۰,۰۰	۳,۲۱	۰,۲
استخراج کانه های فلزی	کوپیک	۵,۰۶	۰,۰۲	۰,۲۸	۰,۶
	کریستوفرسن	۵,۲۰	۰,۰۷	۱,۴۹	۰,۴۷
محصولات غذایی و آشامیدنی به جز قند و شکر	کوپیک	۵,۰۶	۰,۰۲	۱,۵۷	۰,۲۱
	کریستوفرسن	۵,۲۰	۰,۰۷	۱,۸۱	۰,۴
محصولات کاغذی	کوپیک	۹,۴۲	۰,۰۰	۵,۰۶	۰,۰۲
	کریستوفرسن	۹,۵۰	۰,۰۱	۵,۲۰	۰,۰۷
محصولات شیمیایی	کوپیک	۹,۴۲	۰,۰۰	۳,۹۷	۰,۰۵
	کریستوفرسن	۹,۵۰	۰,۰۱	۴,۱۳	۰,۱۳
لاستیک و پلاستیک	کوپیک	۱,۰۳	۰,۳۱	۰,۲۸	۰,۶
	کریستوفرسن	۱,۳۰	۰,۵۲	۰,۸۲	۰,۶۶
سایر محصولات کانی غیرفلزی	کوپیک	۱۱,۲۹	۰,۰۰	۷,۷۷	۰,۰۱
	کریستوفرسن	۱۱,۳۵	۰,۰۰	۷,۸۷	۰,۰۲
فلزات اساسی	کوپیک	۷,۷۷	۰,۰۱	۶,۳۳	۰,۰۱
	کریستوفرسن	۷,۸۷	۰,۰۲	۶,۴۴	۰,۰۴
ساخت محصولات فلزی	کوپیک	۹,۴۲	۰,۰۰	۳,۹۷	۰,۰۵
	کریستوفرسن	۹,۵۰	۰,۰۱	۴,۱۳	۰,۱۳
ماشین آلات و تجهیزات	کوپیک	۷,۷۷	۰,۰۱	۳,۹۷	۰,۰۵
	کریستوفرسن	۷,۸۷	۰,۰۲	۴,۱۳	۰,۱۳
ماشین آلات و دستگاههای برقی	کوپیک	۱۳,۴۲	۰,۰۰	۳,۹۷	۰,۰۵
	کریستوفرسن	۱۳,۴۶	۰,۰۰	۴,۱۳	۰,۱۳
خودرو و ساخت قطعات	کوپیک	۱۱,۲۹	۰,۰۰	۶,۳۳	۰,۰۱
	کریستوفرسن	۱۱,۳۵	۰,۰۰	۶,۴۴	۰,۰۴

شرکت های چند رشته ای صنعتی	کوپیک	۶,۳۳	۰,۰۱	۰,۰۱	۰,۹۱
	کریستوفرسن	۶,۴۴	۰,۰۴	۰,۴۳	۰,۸۱
حمل و نقل، انبارداری و ارتباطات	کوپیک	۰,۶۲	۰,۴۳	۳,۷۱	۰,۰۵
	کریستوفرسن	۰,۹۲	۰,۶۳	۴,۶۲	۰,۱
انبوه سازی املاک و مستغلات	کوپیک	۲۵,۳۸	۰,۰۰	۱۳,۴۲	<۰,۰۱
	کریستوفرسن	۲۵,۳۹	۰,۰۰	۱۳,۴۶	<۰,۰۱
رایانه و فعالیت های وابسته به آن	کوپیک	۳,۰۳	۰,۰۸	۰,۵۴	۰,۴۶
	کریستوفرسن	۳,۲۱	۰,۲۰	۱,۱۳	۰,۵۷
فراورده نفتی، کک و سوخت هسته ای	کوپیک	۱۸,۵۷	۰,۰۰	۳,۹۷	۰,۰۵
	کریستوفرسن	۱۸,۶۰	۰,۰۰	۴,۱۳	۰,۱۳
قند و شکر	کوپیک	۱۱,۲۹	۰,۰۰	۶,۳۳	۰,۰۱
	کریستوفرسن	۱۱,۳۵	۰,۰۰	۶,۴۴	۰,۰۴
مواد و محصولات دارویی	کوپیک	۷,۷۷	۰,۰۱	۰,۱۱	۰,۷۴
	کریستوفرسن	۷,۷۸	۰,۰۲	۰,۴۹	۰,۷۸
کاشی و سرامیک	کوپیک	۱۱,۲۹	۰,۰۰	۳,۰۳	۰,۰۸
	کریستوفرسن	۱۱,۳۵	۰,۰۰	۳,۲۱	۰,۲
سرمایه گذاریها	کوپیک	۲۱,۷۲	۰,۰۰	۱۳,۴۲	<۰,۰۱
	کریستوفرسن	۲۱,۷۴	۰,۰۰	۱۳,۴۶	<۰,۰۱
سایر واسطه گری های مالی	کوپیک	۲۱,۷۲	۰,۰۰	۱۱,۲۹	<۰,۰۱
	کریستوفرسن	۲۱,۷۴	۰,۰۰	۱۱,۳۵	<۰,۰۱
بیمه و صندوق بازنشستگی به جز تامین اجتماعی	کوپیک	۱۵,۸۳	۰,۰۰	۶,۳۳	۰,۰۱
	کریستوفرسن	۱۵,۸۶	۰,۰۰	۶,۴۴	۰,۰۴

و با توجه به نتایج جدول ۴ (۱۶ تا تی استیودنت تایید شده و ۶ تا نرمال) که ۲۴ درصد توزیع نرمال و ۶۴ درصد شاخص ها توزیع تی را تایید نموده اند.از این رو توزیع تی انتخاب می شود.

برآورد پارامترهای کاپولای تی استیودنت و شبیه‌سازی بازدهی‌ها

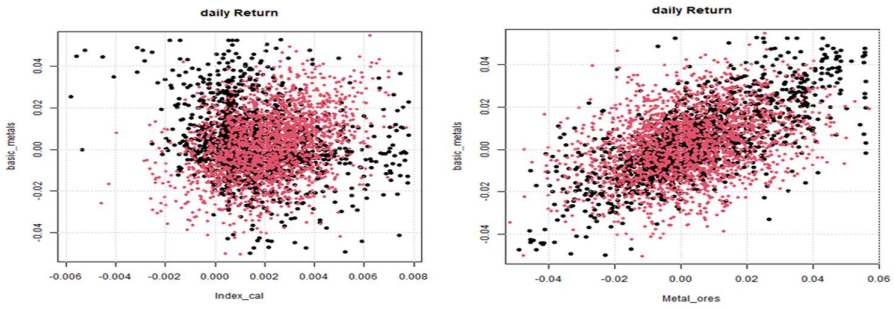
پس از بدست آوردن تلاطم بازدهی هر یک از شاخص‌ها و استاندارد کردن آن‌ها به برآورد پارامترهای تابع کاپولا می‌پردازیم. بدین منظور از تابع کاپولای تی استیودنت با توزیع حاشیه‌ای نرمال استفاده شده است. پس از برآورد پارامترهای تابع کاپولای تی استیودنت با رویکرد شبیه‌سازی مونت کارلو با تکرار ۱۰۰۰۰ بار بازدهی مورد انتظار مربوط به شاخص‌ها را شبیه‌سازی نموده و از آن در بهینه‌سازی سبد بهره برده شد.

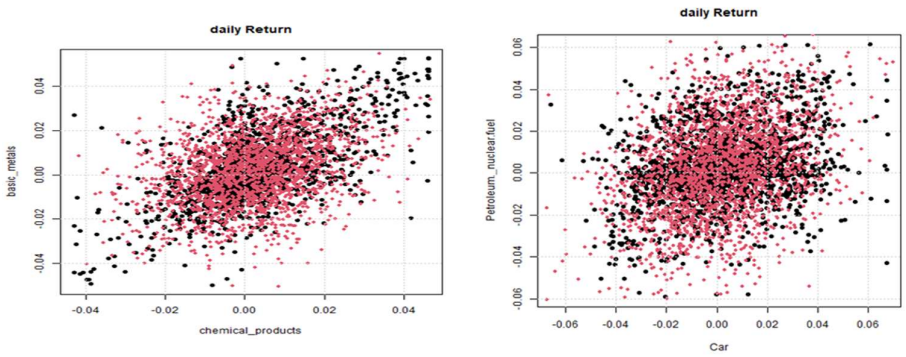
جدول(۵) برآورد پارامترهای تابع کاپولای تی استیودنت

تابع کاپیولا	برآورد پارامتر کاپیولا	درجه آزادی
تی استیودنت	۰,۳۲۳۱۶۶۸	۴۴,۸۸

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

شکل(۴) نیز نمودار پراکنش بازدهی واقعی و بازدهی شبیه‌سازی شده برخی شاخص‌های منتخب توسط تابع کاپولای برآورد شده را در مقابل هم نشان می‌دهد. این نمودار همچنین نوع و شدت ارتباط بازدهی شاخص‌ها نسبت به یکدیگر را نمایان می‌کند. برای مثال همانطورکه از جدول(۳) مشاهده شد، همبستگی شرطی بین بازدهی دو شاخص استخراج کانه‌های فلزی و فلزات اساسی در حدود ۰,۶۲ بوده که رابطه مستقیم و مثبتی را بین این دو شاخص نشان می‌هد. حال با نگاهی به اولین نمودار شکل(۴) (نمودار سمت راست و بالا) به وضوح این رابطه مثبت نمایان است، نقاط مشکی رنگ نمودار پراکنش بازدهی‌های اصلی این دو شاخص در مقابل یکدیگر می‌باشد و نقاط قرمز رنگ پراکنش بازدهی‌های شبیه‌سازی شده آن‌ها می‌باشد. به روشنی مشخص است که بازدهی‌های شبیه‌سازی شده تا حد قابل قبولی بر روی بازدهی‌های حقیقی هم پوشانی دارند. نمودار دوم(بالا سمت چپ) پراکنش بازدهی شاخص اوراق را در مقابل فلزات اساسی نشان می‌دهد که عدم رابطه همبستگی بین این دو شاخص کاملاً مشهود است. تفسیر مابقی نمودارها نیز دقیقاً به همین منوال می‌باشد.

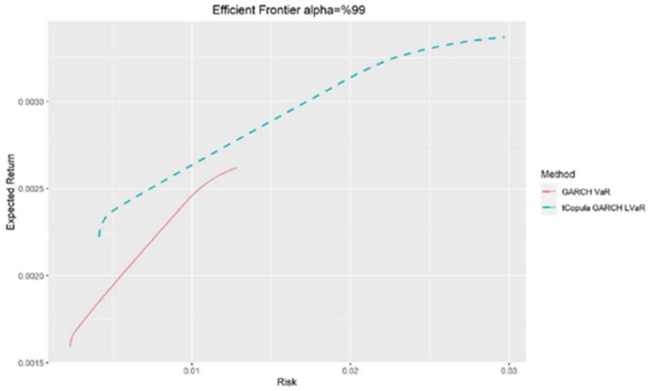




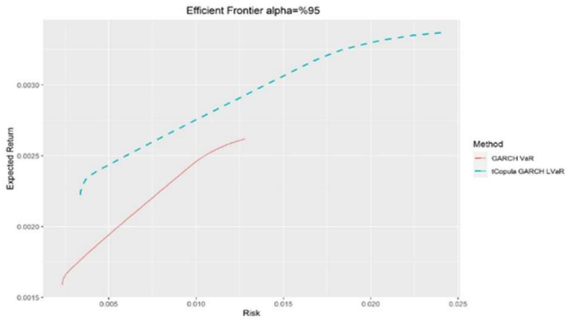
شکل(۴) نمودار بازدهی‌های واقعی و شبیه‌سازی شده توسط تابع کاپیولا برای برخی شاخص‌های منتخب (منبع: یافته‌های پژوهشگر)

تعیین مرز کارا و بهینه‌سازی سبد سهام

در این پژوهش به منظور تعیین مرز کارایی و مقایسه دو روش بهینه‌سازی مبتنی بر ارزش در معرض خطر و ارزش در معرض خطر با رویکرد نقدشوندگی؛ از معیار شارپ استفاده شده است. شکل‌های (۵)، (۶)، مرز کارایی روش‌های به کارگرفته شده در این تحقیق را در دو سطح ریسک ۹۵٪ و ۹۹٪ نشان می‌دهد که توسط آن می‌توان پرتفوی بهینه را تعیین نمود.



شکل(۵) نمودار مرز کارایی روش‌های مختلف بهینه‌سازی در سطح ریسک ۹۹ درصد (منبع: یافته‌های پژوهشگر)



شکل(۶) نمودار مرز کارایی روش‌های مختلف بهینه‌سازی در سطح ریسک ۹۵ درصد
(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

همانطورکه در شکل‌های فوق ملاحظه می‌گردد، نمودارهای مرزکارایی مدل ارزش در معرض خطر با رویکرد نقدشوندگی (tcopula-GARCH-LVaR) نسبت به مدل ارزش در معرض خطر (VaR) در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد عملکرد بهتری را ارائه می‌دهد.

برای مقایسه دو مدل از مقادیر شارپ استفاده گردیده است، جداول(۶) و (۷) مقادیر شارپ حاصل از سبد بهینه انتخابی مبتنی بر این دو مدل در سطوح اطمینان ۹۵ و ۹۹ درصد را بیان شده است.

جدول(۶) نتایج حاصل از بهترین سبد انتخابی در سطح ریسک ۹۵ درصد

روش‌های بهینه سازی	مقدار بازدهی مورد انتظار سبد	ریسک سبد	مقدار شارپ
DCC-GARCH-VaR	۰,۰۰۱۶۳	۰,۰۰۲۹۷۷	۰,۵۴۷۵
tCopula-DCC-GARCH-LVaR	۰,۰۰۲۲۵	۰,۰۰۳۳۸۸	۰,۶۶۴۰

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

جدول(۷) نتایج حاصل از بهترین سبد انتخابی در سطح ریسک ۹۹ درصد

روش‌های بهینه سازی	مقدار بازدهی مورد انتظار سبد	ریسک سبد	مقدار شارپ
DCC-GARCH-VaR	۰,۰۰۱۶۳	۰,۰۰۲۹۷۷	۰,۵۴۷۵
tCopula-DCC-GARCH-LVaR	۰,۰۰۲۲۵	۰,۰۰۳۳۸۸	۰,۶۶۴۰

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

همانطورکه از جداول فوق مشاهده می‌شود در دو سطح اطمینان۹۹٪ و ۹۵٪ مدل بهینه‌سازی t-copula-GARCH-LvaR بر طبق معیار شارپ عملکرد بهتری را دارد.

جدول(۸)نتایج آزمون من ویتنی برای مقایسه عملکرد دو مدل با توجه به معیار شارپ در سطح ریسک ۹۵٪

مدل	میانگین رتبه	آماره	مقدار معنی داری
GARCH-VaR	۷۲,۳۰	-۲,۷۸۶	۰,۰۰۵
tcopula-GARCH-LVaR	۹۲,۷۰		

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

جدول(۹)نتایج آزمون من ویتنی برای مقایسه عملکرد دو مدل با توجه به معیار شارپ در سطح ریسک ۹۹٪

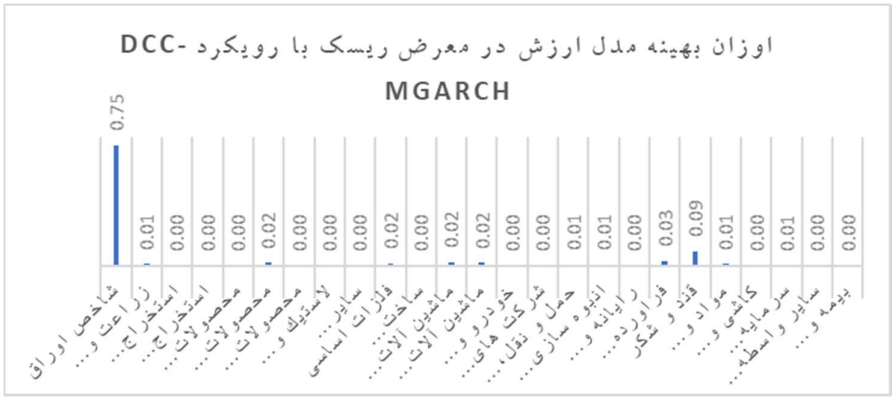
مدل	میانگین رتبه	آماره	مقدار معنی داری
GARCH-VaR	۷۲,۳۰	-۲,۷۸۶	۰,۰۰۵
tcopula-GARCH-LVaR	۹۲,۷۰		

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

برای تأیید این فرضیه از روش آزمون مقایسه من ویتنی استفاده شده است. با توجه به نتایج آزمون فوق در جداول (۸) و (۹) برای مقایسه دو مدل ارزش در معرض خطر و مدل ارزش در معرض خطر با رویکرد نقدشوندگی (tcopula-GARCH-LVaR) مشاهده می‌شود، مدل tcopula-GARCH-LvaR در طول دوره مورد مطالعه در سطح ریسک یکسان، بازدهی بیشتری بر روی مرز کارا داشته است.

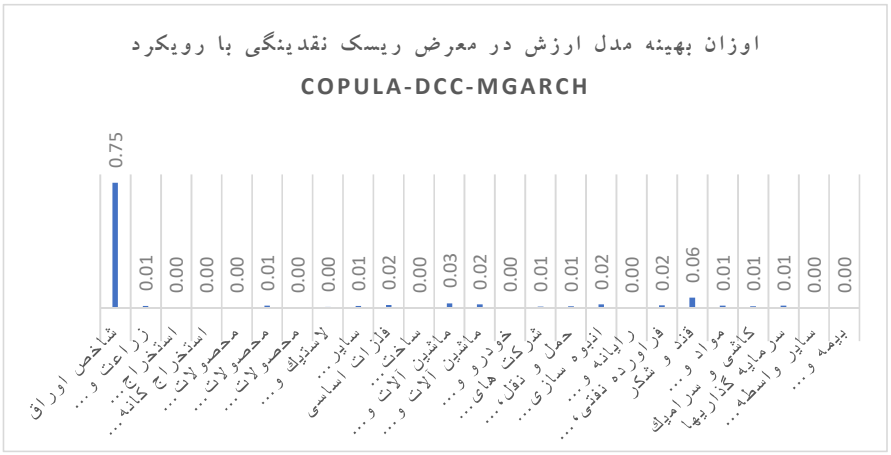
از شکل‌های (۷) و (۸) نیز به ترتیب اوزان بهینه بدست آمده برای هریک از شاخص‌ها را که در سبد قرار دارند نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که در هنگام بهینه‌سازی محدویت تخصیص منابع به هریک از شاخص‌ها نیز اعمال شده است، برابر این محدودیت هر شاخص حداکثر ۷۵٪ از کل منابع را می‌تواند به خود اختصاص دهد و مابقی منابع باید در شاخص‌های دیگر سرمایه‌گذاری شود. (اوزان بدست آمده در اشکال ذیل در سطح ریسک ۸۵ درصد می‌باشند.)

❖ کلیه نتایج بدست آمده از بهینه‌سازی مربوط به آخرین روز از مجموعه آموزشی یعنی ۰۴-۰۵-۱۳۹۹ می‌باشد. در قسمت بعد که مرحله ارزیابی خارج نمونه‌ای است این بهینه‌سازی بصورت غلطان برای تمام دوره خارج نمونه می‌باشد.



شکل(۷) اوزان بدست آمده حاصل از بهینه‌سازی مبتنی بر روش DCC-MGARCH-VaR

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)



شکل(۸) اوزان بدست آمده حاصل از بهینه‌سازی مبتنی بر روش DCC-MGARCH-VaR

(منبع: یافته‌های پژوهشگر)

ارزیابی و نتیجه‌گیری

مدیریت پرتفوی به منظور تحقق اهداف سرمایه‌گذاران، در پی کسب سود و مدیریت ریسک می‌باشد. ریسک‌های معاملاتی در بازارهای مالی معمولاً با زیان‌های بالقوه ناشی از تغییرات قیمت اوراق بهادار و وابستگی متقابل بین طبقات مختلف دارایی (مانند سهام، ارزها، نرخ‌های بهره و کالاها)، از حرکت‌های دنباله منفی آن‌ها در بازار نزولی مرتبط است. شرایط در طول سه دهه گذشته، اندازه‌گیری و پیش‌بینی

ریسک مالی به طور قابل‌توجهی از شاخص‌های متوسط ریسک بازار و همبستگی خطی به معیارهای چندوجهی ریسک و وابستگی متقابل براساس تکنیک‌های مدل‌سازی پیچیده‌تر وابسته به زمان و مبتنی بر زمینه بازار تبدیل شده است. دومی شامل تحلیل سناریو، روش‌های تست استرس معاصر، ارزش در معرض خطر (VaR) و همبستگی شرطی پویا (DCC) برای تخمین وابستگی است. تکنیک‌های VaR اخیراً به ابزارهای مهم و مفیدی برای نظارت و پیش‌بینی ریسک بازار و نقدینگی، تبدیل شده‌اند. مزیت اصلی مدل‌های VaR برای تصمیم‌گیری مدیریت ریسک، تمرکز آن‌ها بر ریسک نزولی (یعنی تأثیر نتایج بازده منفی) و تفسیر مستقیم آن‌ها در شرایط پولی است. با وجود پیاده‌سازی ساده، مدل‌های VaR سنتی به اندازه کافی وابستگی غیرخطی بین دارایی‌های یک سبد را در نظر نمی‌گیرند و تحت سناریوهای بازار غیر نقدشونده، به‌ویژه در زمان‌های آشفتگی مالی، ناکارآمد می‌شوند. از زمان بحران مالی جهانی ۲۰۰۸-۲۰۰۹، تکنیک‌های ارزش در معرض خطر (LVaR) تعدیل‌شده با نقدشوندگی، اهمیت رو به رشد ارزیابی ریسک نقدشوندگی دارایی‌ها را به‌عنوان یک عنصر ضروری در فرآیندهای مدیریت ریسک به رسمیت شناخت رکود بازار و بحران‌های مالی به ویژه نیازمند مدل‌سازی مناسب ریسک عدم نقدشوندگی در بورس اوراق بهادار تهران است که الگوهای وابستگی چند متغیره در دارایی‌های مالی و همچنین ارزیابی تأثیر آن‌ها بر عملکرد و طراحی بهینه پرتفوی‌های تجاری ساختاریافته، مشروط به محدودیت‌های عملیاتی معنادار مالی در شرایط نامطلوب و استرس بازار را در نظر می‌گیرد. ارزیابی و پیش‌بینی ریسک عدم نقدشوندگی در بورس اوراق بهادار تهران معمولاً به عوامل مرتبط زیادی بستگی دارد، مانند وابستگی بین قیمت دارایی‌ها و تغییرات زمانی آن‌ها، اصطکاک‌های بازار خاص بخش، در دسترس بودن اطلاعات مالی و بازار از بخش‌های مختلف بازار، اعتماد بازار سهام، مقررات معاملات مالی. در بازارهای تحت فشار، شوک‌های ناگهانی بازار که منجر به رکود بازار و انقباض در جریان ورودی و خروجی سرمایه و سطوح ذخیره سرمایه مؤسسات مالی و تجاری می‌شود. علیرغم چندین کار در مورد ریسک عدم نقدشوندگی، برآوردهای دقیق ریسک عدم نقدشوندگی بازار و کاربرد آن برای مشکل پرتفوی بهینه‌سازی به عنوان وظایف چالش برانگیز برای واحدهای مالی باقی مانده است.

این پژوهش با توسعه و پیاده‌سازی تکنیک‌های مدل‌سازی قوی برای ارزیابی ارزش نقدشوندگی در معرض ریسک تحت سناریوهای بازار غیر نقدشونده و در عین حال که وابستگی چند متغیره دارایی‌ها را در نظر می‌گیرد، موضوع فوق‌الذکر را بررسی می‌کند. ما همچنین سعی می‌کنیم تأثیر تغییرات در ریسک نقدشوندگی برآورد شده را بر تخصیص بهینه پرتفوی بررسی کنیم. برای این اهداف، رویکرد مدل‌سازی ما الگوریتم‌های LVaR را برای اندازه‌گیری ریسک نقدینگی، مدل‌های t-copula همبستگی شرطی

دینامیکی (DCC) برای تخمین ساختار وابستگی و الگوریتم‌های بهینه‌سازی غیرخطی ترکیب می‌کند. کلیه محاسبات مورد نیاز این پژوهش با استفاده از نرم‌افزار متن باز R 4.2.1 انجام شده است. نتایج ما نشان داد که در دو سطح ریسک ۹۹٪ و ۹۵٪ مدل بهینه‌سازی tCopula-DCC-GARCH-LVaR عملکرد بهتری را دارا می‌باشد.

پیشنهادهای ارائه‌شده در راستای نتایج به‌دست‌آمده و همچنین تقویت مدل موجود ارائه‌شده است. به همین منظور نویسندگان معتقد اند که:

- نتایج این پژوهش، با رویکردی عمل‌گرا و ارائه مدل‌های کاربردی، می‌تواند به تشکیل صندوق‌های جدید در بازار سرمایه و در نتیجه پوشش بخشی از سلایق بازار، کمک نماید.
- همچنین با توجه به اینکه در این پژوهش، بطور همزمان بر مسأله بهینه‌سازی و مدیریت ریسک تأکید شده است، نتایج این پژوهش می‌تواند برای تخصیص بهینه منابع محدود در بازار سرمایه استفاده گردد که آن نیز از ضرورت‌های مهم برای هر سرمایه‌گذار محسوب می‌شود.
- با توجه به اینکه یکی از وظایف دست اندرکاران بورس، تعیین قیمت سهام شرکت‌های پذیرفته شده در بورس می‌باشد و این قیمت باید نشان‌دهنده تمام عوامل مؤثر بر بورس باشد، بنابراین باید کلیه عوامل اقتصادی از جمله نوسانات ارزی و قیمتی در قیمت‌گذاری‌ها سهام منظور گردد.
- نتایج این پژوهش به ما اجازه می‌دهد تا از عامل نقدشوندگی به عنوان یک عنصر کلیدی در بهینه‌سازی پرتفوی سهام و اوراق بهادار استفاده شود.
- نتایج بدست آمده حاکی از اهمیت عوامل ریسک مطرح شده است که تأثیر بسزایی در مازاد بازده سهام دارند. این موضوع می‌تواند به سرمایه‌گذاران کمک کند تا با توجه به درجه ریسک‌پذیری‌شان، پرتفوی بهتری را تشکیل دهند.
- فعالان در بورس اوراق بهادار تهران می‌توانند از عامل نقدشوندگی معرفی شده در این تحقیق برای اندازه‌گیری نقدشوندگی سهام خود استفاده نمایند.
- از نتایج این مطالعه می‌توان برای اجرای یک مدیریت خوب ریسک در سرمایه‌گذاری‌های داخلی و خارجی استفاده کرد.
- هنگام تصمیم‌گیری و انتخاب ترکیب سبد سرمایه‌گذاری می‌توان نتایج این مطالعه را به کار بست.

منابع

۱) پایتختی اسکویی, سیدعلی, هادی پور, حسن, آباقری, حسن. (۱۳۹۸). سبد بهینه سهام با استفاده از معیار ارزش در معرض خطر: شواهدی از بورس اوراق بهادار تهران. مطالعات تجربی حسابداری مالی.

۲) رضایی نوکنده, صغری, واعظ قاسمی, محسن. (۱۳۹۹). ارائه یک مدل انتخاب سبد سهام پایدار با تکنیک تحلیل پوششی داده ها، TOPSIS و برنامه ریزی عدد صحیح در بورس اوراق بهادار. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار, ۱۱(۴۳), ۴۷۴-۵۱۵.

۳) زمان پور, علیرضا, زنجیردار, مجید, & داودی نصر, مجید. (۱۴۰۰). شناسایی و رتبه بندی عوامل موثر بر بهینه سازی پرتفوی سهام با رویکرد تحلیل شبکه فازی. مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار, ۱۲(۴۷), ۲۱۰-۲۳۶.

۴) سعیدی, علی, افخمی, عادل. (۱۳۹۱). بررسی رابطه‌ی ریسک، بازده و نقدشوندگی با سهام شناور آزاد در بورس اوراق بهادار تهران. تحقیقات مالی, ۱۴(۲).

۵) علیشاوندی، عبدالله، مهرزاد مینویی، میرفیض فلاح شمس و غلامرضا زمردیان. (۲۰۲۲) "پیشنهاد یک مدل بهینه سازی پورتفولیو بر اساس رویکرد ترکیبی GARCH-EVT-Copula." مجله بین المللی تحلیل و کاربردهای غیرخطی.

۶) اسکوبار-آنل، مارکوس، ماکسیمیلیان گولارت و رودی زاگست. (۲۰۲۲) "بهینه سازی نمونه کارها با فرم بسته تحت مدل های GARCH." دیدگاه های تحقیق در عملیات ۹: ۱۰۰۲۱۶.

۷) ایوانیوک، ورا، و دیمیتری برزین. (۲۰۲۰) "الگوریتمی برای ساخت یک سبد سرمایه گذاری کارآمد." در مجموعه مقالات روشهای محاسباتی در سیستمها و نرم افزارها، اسپرینگر ، ۴۸۲-۴۹۰.

۸) جهانیان، فهیمه، سید علی پایتختی اسکویی، احمد محمدی و علی اصغر متقی.(۲۰۲۲) "بهینه سازی پورتفولیو با استفاده از مدل مارکویتز اصلاح شده بر اساس مدل سازی CO-GARCH در مقایسه با بازار." مجله اقتصاد پایدار ۳، شماره. ۲ .

9) Alishavandi, A., Minouei, M., FallahShams, M., & Zomorodian, G. (2022). Proposing a portfolio optimization model based on the GARCH-EVT-Copula combined approach. International Journal of Nonlinear Analysis and Applications.

10) Escobar-Anel, M., Gollart, M., & Zagst, R. (2022). Closed-form portfolio optimization under GARCH models. Operations Research Perspectives, 9, 100216.

11) Ivanyuk, V., & Berzin, D. (2020, October). An algorithm for constructing an efficient investment portfolio. In Proceedings of the Computational Methods in Systems and Software (pp. 482-490). Springer, Cham.

12) Jahanian, F., Paytakhti Oskooe, S. A., Mohammadi, A., & Mottaghi, A. A. (2022). Portfolio optimization using modified Markowitz model based on CO-GARCH modeling compared to the market. Stable Economy Journal, 3(2).
13) Jones, C. A., & Trevillion, E. (2022). Portfolio Theory and Property in a Multi-Asset Portfolio. In Real Estate Investment (pp. 129-155). Palgrave Macmillan, Cham.
14) Kalayci, C. B., Ertenlice, O., & Akbay, M. A. (2019). A comprehensive review of deterministic models and applications for mean-variance portfolio optimization. Expert Systems with Applications, 125, 345-368.
15) Konno, H., & Yamazaki, H. (1991). Mean-absolute deviation portfolio optimization model and its applications to Tokyo stock market. Management science, 37(5), 519-531.
16) Markowitz, H. (1952). Portfolio Selection. The Journal of Finance, 7, 77-91.
17) Moll, C. R., Kunkel, R. A., Beck, K. L., & Niendorf, B. D. (2018). How Do Investment Companies Fare Under Obama and Trump Fiduciary Rules?. Journal of Accounting & Finance (2158-3625), 18(7).
18) Oprisor, R., & Kwon, R. (2020). Multi-period portfolio optimization with investor views under regime switching. Journal of Risk and Financial Management, 14(1), 3.
19) Santomero, A. M. (1997). Commercial bank risk management: an analysis of the process. Journal of Financial Services Research, 12(2), 83-115.
20) Simo-Kengne, B. D., Ababio, K. A., Mba, J., & Koumba, U. (2018). Behavioral portfolio selection and optimization: an application to international stocks. Financial Markets and Portfolio Management, 32(3), 311-328.
21) Wang, Y., & Aste, T. (2023). Dynamic portfolio optimization with inverse covariance clustering. Expert Systems with Applications, 213, 118739.
22) Zhang, Z., Zohren, S., & Roberts, S. (2020). Deep learning for portfolio optimization. The Journal of Financial Data Science, 2(4), 8-20.

یادداشت‌ها:

1 Moll
2 Kalayci
3 Ivanyuk & Berzin
4 Santomero
5 MV
6 Markowitz
7 Simo-Kengne
8 Oprisor & Kwon
9 Zhang
10 Jones, & Trevillion
11 Konno and Yamazaki
12 Wang, & Aste
13 Escobar
14 Alishavandi
15 Kalayci
16 Box-Jenkins Models.
17 Boudt, et. Al

Performance Comparison of t-copula GARCH-LVaR with GARCH-VaR To optimize the portfolio in the Tehran Stock Exchange

Gholamreza Taghizadegan[1]
Gholamreza Zomorodian[2]
Rasoul saadi[3]
Mirfeiz Fallah[4]

Receipt: 15/11/2022 Acceptance: 17/01/2023

Abstract

The aim of this research is to compare the performance of the value-at-risk model with the liquidity-t-copula approach with dynamic conditional correlation (t-copula-GARCH-LVaR) with the value-at-risk (VaR) model to optimize the portfolio in the Tehran Stock Exchange. In the current research, in order to test the desired hypotheses, the period is between 2001 and 2021. All the variables used in this research on a quantitative scale and observations in the form of time series are the daily logarithmic returns of 40 stock market indices, including 39 industry indices and one index of fixed-income bonds from the beginning of September 2011 to the end of July 2021. In this research, to perform the final analysis, all the calculations required for this research were done using the open-source software R 4.2.1. Our results showed that the t-copula-GARCH-LVaR optimization model performs better according to the Sharpe criterion based on Mann–Whitney U test at the 95% test level.

Keywords

copula, value at risk with liquidity approach, dynamic conditional correlation, portfolio optimization, Tehran Stock Exchange

1-Department of Financial Management, central Tehran Branch, Islamic Azad University. Tehran, Iran. taghizadegangr@ yahoo.com
2-Department of Financial Management, central Tehran Branch, Islamic Azad University. Tehran, Iran and member of Modern Financial Risk Research Group. (Corresponding Author) gh.zomorodian@yahoo.com
3-Department of Financial Management, central Tehran Branch, Islamic Azad University. Tehran, Iran. rasoulsaadi@ gmail.com
4-Department of Financial Management, central Tehran Branch, Islamic Azad University. Tehran, Iran and member of Modern Financial Risk Research Group. Mir.Fallahshams@ iauctb.ac.ir