



انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک وضعیت باز ارزی (NOP)

یوسف طوماری^۱

مزگان صفا^۲

میرفیض فلاح^۳

حسین مقدم^۴

تاریخ دریافت مقاله : ۱۴۰۲/۰۳/۰۵ تاریخ پذیرش مقاله : ۱۴۰۲/۰۵/۰۱

چکیده

هدف از پژوهش حاضر انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک وضعیت باز ارزی (NOP) است. این تحقیق درصدد پاسخ به سؤال اینکه آیا امکان بهینه‌سازی پرتفوی ارزی بر اساس مدل‌های مختلف ارزش در معرض خطر شامل VaR، کاپیولا VaR و کاپیولا CVaR وجود دارد. این پژوهش در مقیاس کمی و مشاهدات به صورت سری زمانی درصد بازدهی لگاریتمی روزانه دو ارز اصلی و متداول در تجارت کشور شامل دلار و یورو در بانک سپه از ۱۷ فروردین‌ماه ۱۳۹۲ الی پایان شهریور ۱۴۰۰ است. نتایج حاصل از سبد کارای انتخابی مبتنی بر این سه روش را نشان می‌دهد که با توجه به نتایج به‌دست‌آمده مدل Copula GARCH VaR دارای مقدار شارپ بیشتری نسبت به دو روش دیگر است. از سوی دیگر نتایج میانگین شارپ به‌دست‌آمده از پرتفوی‌های روی مرز کارا بین سه روش ارائه‌شده است که با توجه به مقادیر به‌دست‌آمده درمی‌یابیم اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد آماری بین میانگین سه روش ارائه‌شده وجود دارد که طی آن مدل Copula GARCH VaR رتبه بالاتری دارد.

کلمات کلیدی

پرتفوی ارزی، ریسک، وضعیت باز ارزی، بانک سپه طبقه‌بندی موضوعی: G17, G21, C02

۱- دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. toomari.yousef@gmail.com

۲- استادیار، گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. (نویسنده مسئول) mojgansafa@gmail.com

۳- دانشیار، گروه مدیریت مالی، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران و عضو گروه پژوهشی مخاطرات مالی نوین.

mirfeiz.fallah@iau.ac.ir

۴- استادیار، گروه حسابداری، واحد قم، دانشگاه آزاد اسلامی، قم، ایران. ho.moghadam1394@gmail.com

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

مقدمه

محققان مالی طی شش دهه گذشته روش‌های زیادی برای انتخاب پرتفوی سرمایه‌گذاری ارائه کرده‌اند. در اقتصاد جهانی شده امروز، بانک‌ها در کشورهای متعددی فعالیت می‌کنند و با ارزش‌های مختلف سروکار دارند. ترکیب سبد ارزی بانک^۱ که به ترکیب ارزش‌های مختلف موجود در پرتفوی اشاره دارد، می‌تواند به‌طور قابل توجهی بر عملکرد مالی بانک تأثیر بگذارد (ویال^۲، ۲۰۱۹). با این حال، ریسک‌های خاصی از جمله ریسک وضعیت باز ارزی (NOP) را نیز به همراه دارد. ریسک وضعیت باز ارزی ریسکی است که از قرار گرفتن بانک در معرض نوسانات نرخ ارز ناشی می‌شود که ممکن است بر عملکرد مالی آن تأثیر منفی بگذارد؛ بنابراین، مدیریت ریسک ارزی بانک‌ها از طریق استراتژی‌های مدیریت ریسک مؤثر است. یکی از این استراتژی‌ها، بهینه‌سازی ترکیب سبد ارزی بانک برای کاهش وضعیت باز ارزی است (بارموتا، پونکراتوف، مارامیگین و همکاران^۳، ۲۰۱۹).

صنعت بانکداری ایران در سال‌های اخیر به دلیل نوسانات نرخ ارز به‌ویژه دلار آمریکا و یورو با چالش‌های مهمی مواجه بوده است. نوسانات نرخ ارز منجر به زیان قابل توجهی برای بانک‌ها و افزایش ریسک‌پذیری به دلیل وضعیت باز پرتفوی ارزی آن‌ها شده است (مهدی زاده و مشایخی^۴، ۲۰۱۹). وضعیت باز ارزی تفاوت بین دارایی‌ها و بدهی‌های یک بانک به یک ارز خاص است. وضعیت باز ارزی مثبت نشان می‌دهد که بانک دارایی‌های بیشتری نسبت به بدهی‌های آن ارز دارد، در حالی که وضعیت باز ارزی منفی نشان می‌دهد که بانک بدهی بیشتری نسبت به دارایی‌های آن ارز دارد. یک وضعیت باز ارزی بالا بانک را در معرض ریسک ارزی بیشتری قرار می‌دهد (بانک مرکزی اروپا^۵، ۲۰۱۴)، زیرا هرگونه حرکت نامطلوب در نرخ ارز می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر سودآوری و کفایت سرمایه بانک داشته باشد.

نوآوری این پژوهش نسبت به پژوهش‌های قبلی در ایران، انتخاب ترکیب سبد ارزی بانک به‌منظور کاهش ریسک وضعیت باز ارزی (NOP) مبادلات دلار و یورو در ایران است. این استراتژی شامل انتخاب طیف متنوعی از ارزها برای نگهداری در ذخایر بانک است که اتکای بانک به هر ارز واحد را کاهش می‌دهد و به کاهش ریسک‌های مرتبط با نوسانات نرخ ارز کمک می‌کند. در ایران، دلار و یورو رایج‌ترین ارزهای مورد استفاده در معاملات بین‌المللی هستند که می‌تواند منجر به ریسک وضعیت باز ارزی قابل توجهی در این ارزها شود. با انتخاب طیف متنوع‌تری از ارزها، بانک می‌تواند میزان مواجهه خود با این ارزها را کاهش دهد و مدیریت ریسک کلی خود را بهبود بخشد. برای اجرای این استراتژی، بانک باید تجزیه و تحلیل کاملی از ارزش‌های موجود و ریسک‌های مرتبط با آن‌ها انجام دهد. برای انتخاب ترکیب متعادلی از ارزها باید عواملی مانند نقدینگی، ثبات و نوسانات بازار در نظر گرفته شوند. با انتخاب دقیق ترکیبی از ارزهایی

که به طور گسترده پذیرفته شده و دارای نوسانات کم هستند، بانک می‌تواند ریسک کلی خود را کاهش دهد و درعین حال توانایی انجام معاملات بین‌المللی را حفظ کند. با توجه به شرایط اقتصادی کنونی ایران، انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک وضعیت باز ارزی (NOP) دلار و یورو برای بانک‌ها ضروری است. در این پژوهش قصد داریم بهترین ترکیب سبد ارزی بانک‌های ایرانی را برای کاهش ریسک وضعیت باز ارزی در این دو ارز بررسی کنیم. در ادامه، مبانی نظری و پیشینه تجربی موضوع مطرح شده است و فرضیه‌های پژوهش ارائه می‌گردد. سپس، بایان روش پژوهش و تحلیل آماری فرضیه‌ها به نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها لازم اقدام شده است.

مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

پرتفوی ارزی بانک

سبد ارزی یک بانک جزء حیاتی استراتژی سرمایه‌گذاری کلی آن است. از آنجایی که بانک‌ها در یک اقتصاد جهانی شده به طور فزاینده فعالیت می‌کنند، مدیریت موقعیت‌های ارزی برای هدایت نوسانات ارز و کاهش ریسک‌های مرتبط ضروری می‌شود. از این رو انتخاب پرتفوی، یکی از مهم‌ترین چالش‌های سرمایه‌گذاران در بازار است. یکی از اجزای مهم عملیات بانکی ارز خارجی^۶ است (احمد، ۲۰۱۵، ۷). بانک‌ها برای اهداف مختلفی از جمله تسهیل تجارت بین‌المللی، مدیریت ریسک ارز و ایجاد درآمد، مبادلات ارزی را انجام می‌دهند. باین حال، معاملات ارزی همچنین بانک‌ها را در معرض خطرات مهمی از جمله نوسانات نرخ ارز و ریسک طرف مقابل قرار می‌دهد (بیاتار، ۲۰۲۱، ۸). برای مدیریت این ریسک‌ها، بانک‌ها باید با انتخاب ترکیب مناسبی از ارزها، سبدهای ارزی خود را با دقت مدیریت کنند (جانسون، ۲۰۲۰، ۹). مبانی نظری برای مدیریت ریسک ارز خارجی از ادبیات مدیریت ریسک ارز، مدیریت پورتفولیو و ارزیابی عملکرد تعدیل شده با ریسک ناشی می‌شود. ادبیات مدیریت ریسک ارز، مروری بر روش‌ها و تکنیک‌های مختلفی است که بانک‌ها می‌توانند برای مدیریت قرار گرفتن در معرض ریسک ارز خارجی استفاده کنند. این تکنیک‌ها شامل استفاده از فوروارد ارز، گزینه‌های ارز خارجی و سوآپ ارز خارجی برای محافظت در برابر تغییرات نامطلوب نرخ ارز است (الجنبی، ۲۰۰۷، ۱۰). تئوری مدیریت پورتفولیو راهنمایی‌هایی را در مورد اصول تنوع، تخصیص دارایی و معاوضه ریسک با بازده ارائه می‌دهد که می‌تواند برای مدیریت پرتفوی ارز خارجی اعمال شود. تنوع شامل نگهداری طیفی از ارزها در سبد سهام برای کاهش تأثیر تغییرات نامطلوب نرخ ارز در هر ارز واحد است (یون و رستیک، ۱۹۸۸، ۱۱). تخصیص دارایی شامل تعیین وزن مناسب برای هر ارز موجود در پرتفوی بر اساس بازده مورد انتظار و نوسانات ارز است (مارکوئیتز، ۱۹۵۲، ۱۲). معاوضه

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

ریسک و بازده شامل متعادل کردن بازده بالقوه پرتفوی در برابر سطح ریسک پذیرفته شده است (شارپ^{۱۳}، ۱۹۶۶).

کاهش ریسک وضعیت باز ارزی (NOP)

در اقتصاد جهانی شده امروزی، مدیریت ریسک ارز به یک جنبه حیاتی از مدیریت مالی برای بانکها و سایر موسسات مالی تبدیل شده است. بانکها در معرض انواع مختلفی از ریسکهای ارزی از جمله ریسک معاملات و ریسک اقتصادی هستند. یکی از مهم ترین ریسکهایی که بانکها با آن مواجه هستند، مدیریت وضعیت باز ارزی (NOP) است. پوزیشن مدیریتی باز خالص، تفاوت بین موقعیتهای خریدوفروش یک بانک در یک ارز خاص است (آنگلدر، آنگل و گریگورسکو^{۱۴}، ۲۰۱۹). پوزیشن مدیریتی باز خالص مثبت به این معنی است که بانک موقعیتهای خرید بیشتری نسبت به موقعیتهای فروش در آن ارز دارد، درحالی که موقعیت باز خالص مدیریتی منفی به معنای برعکس است (احمد، ۲۰۱۵).

مروری بر پیشینه پژوهش

پژوهش سئونگ مین یون و هیون هان شین^{۱۵} (۲۰۲۱) نشان داد که تنوع در بین ارزها و سرسیدها در کاهش NOP مؤثر است و بانکهایی که میزان وامدهی ارز خارجی بالاتری دارند، تمایل دارند داراییهای ارزی بیشتری را برای محافظت در برابر ریسک ارز نگهداری کنند. مطالعه اسکیدوپولوس و لوروپولوس^{۱۶} (۲۰۲۱) نشان داد که مجموعه‌ای از ارزها که شامل ارزهای بازارهای نوظهور می‌شود، می‌تواند بازدهی با ریسک تعدیل شده بالاتری ارائه کند و گنجاندن این ارزها می‌تواند موقعیت باز خالص کل سبد را کاهش دهد. نتایج پژوهش کوتان و آتیکی^{۱۷} (۲۰۲۱) نشان داد که بانکهایی با درجه بالاتری از وامدهی ارز خارجی تمایل دارند از ابزارهای مشتقه بیشتری برای پوشش ریسک استفاده می‌کنند و استفاده از ابزارهای مشتقه در کاهش NOP مؤثر است و همچنین مطالعه آن‌ها نشان داد که بانکهایی که دارای سبد ارزی متنوع‌تری هستند، کمتر از ابزارهای مشتقه برای پوشش ریسک استفاده می‌کنند. ایناگاکا و ایتو^{۱۸} (۲۰۱۹) پرتفوی ارزی بانکهای تجاری ژاپن را برای شناسایی ترکیب بهینه برای کاهش NOP تجزیه و تحلیل کردند. نتایج آن‌ها نشان داد که تنوع در بین ارزها و استفاده از ابزارهای مشتقه در کاهش NOP مؤثر است و درجه بالاتر وامدهی ارز خارجی منجر به درجه بالاتری از پوشش ریسک ارزی می‌شود. بیاتی و پور زرنندی (۱۳۹۹) در پژوهش خود به طراحی مدل ارزیابی ریسک و تعیین پرتفوی بهینه ارزی بانکها تحت معیار ارزش در معرض ریسک و تکنیک میانگین متحرک موزون نمایی (EWMA) پرداختند. نتایج تحقیق حاکی از آن است که حداکثر سهم دلار و درهم در سبد ارزی بانک ملت به ترتیب برابر با ۳۳ و ۶۷ درصد است. بر این اساس در صورتی که سهم ارزهای یادشده در سبد ارزی

بیش از ارقام حاصل باشد، حداکثر زیان مورد انتظار پرتفوی ارزی در طول افق زمانی و در سطح اطمینان مورد نظر افزایش می‌یابد. همچنین سایر ارزها پرخطر بوده، لذا بانک ملت برای نگهداری آن‌ها، بیشتر باید بر اساس نیازهای مبادلاتی خود برنامه‌ریزی نماید.

فرضیه‌های پژوهش

در دنیای مالی، بهینه‌سازی پرتفوی نقش مهمی در مدیریت ریسک و به حداکثر رساندن بازده ایفا می‌کند. وقتی صحبت از پرتفوی ارز می‌شود، به دلیل نوسانات ذاتی و به هم پیوستگی ارزهای جهانی، چالش پیچیده‌تر می‌شود. مدل‌های ارزش در معرض خطر (VaR) مانند Capiola VaR، و Capiola CVaR، ابزارهای ارزشمندی برای ارزیابی و بهینه‌سازی پرتفوی ارز ارائه می‌دهند. با توجه به مبانی نظری ذکر شده در قسمت‌های قبلی هدف از این پژوهش، استخراج عوامل مدلی برای بهینه‌سازی روزانه سبد ارزی در بانک بر مبنای دو ارز دلار و یورو به گونه‌ای است که ما به بررسی کارایی مدل‌های ارزش در خطر شامل Var، کاپیولا VaR و کاپیولا CVaR در بهینه‌سازی سبد ارزی است؛ از این رو فرضیه پژوهش به شرح زیر تدوین می‌شوند:

امکان بهینه‌سازی پرتفوی ارزی بر اساس مدل‌های مختلف ارزش در معرض خطر شامل Var، کاپیولا VaR و کاپیولا CVaR وجود دارد.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش در مقیاس کمی و مشاهدات به صورت سری زمانی درصد بازدهی لگاریتمی روزانه دو ارز اصلی و متداول در تجارت کشور شامل دلار و یورو از ۱۷ فروردین ماه ۱۳۹۲ الی پایان شهریور ۱۴۰۰ است که از این قلمرو زمانی؛ بازه یک‌ماهه ۱۴۰۰/۰۵/۳۱ لغایت ۱۴۰۰/۰۶/۳۱ به عنوان مجموعه داده‌های برون نمونه‌ای برای ارزیابی نهایی در نظر گرفته شده است. قلمرو مکانی این پژوهش، بانک سپه است. برای آماده‌سازی متغیرهای لازم جهت استفاده در مدل مربوط به آزمون فرضیه‌ها، از نرم‌افزار صفحه گسترده Excel استفاده شده است. ابتدا اطلاعات گردآوری شده در صفحات کاری ایجاد شده در محیط این نرم‌افزار وارد گردید و سپس محاسبه‌های لازم برای دستیابی به متغیرهای این پژوهش انجام شد. 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 تجزیه و تحلیل نهایی منتقل شوند و جهت انجام تحلیل‌های نهایی از نرم‌افزار R استفاده شده است.

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../اوماری، صفا، فلاح و مقدم

متغیرهای پژوهش

متغیرهایی که به منظور بهینه‌سازی روزانه سبد ارزی در بانک بر مبنای دو ارز دلار و یورو؛ و آزمون آن در بانک سپه استفاده قرار گرفته‌اند به شرح زیر مطابق گام‌های ما هستند:

گام اول: گردآوری داده‌های سری زمانی ارزها و محاسبه بازدهی لگاریتمی آن‌ها. گام دوم: پاک‌سازی داده‌ها و تعدیل نقاط دورافتاده. گام سوم: انجام آزمون‌های اساسی اعم از نرمالیتی، ریشه واحد، اثر ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی. گام چهارم: به دست آوردن وقفه مناسب برای مدل VAR. گام پنجم: انجام مدل DCC-MGARCH با توزیع تی چند متغیره و مدل میانگین VAR. گام ششم: استخراج تلاطم‌های شرطی و محاسبه ارزش در معرض ریسک برای هر ارز. گام هفتم: استخراج ماتریس واریانس کوواریانس شرطی برای داده‌های خارج نمونه‌ای با رویکرد پنجره غلطان (یک ماه معادل با ۲۷ روز کاری). گام هشتم: پس آزمایی ارزش در معرض ریسک‌های به دست آمده از مرحله ۶. گام نهم: برآورد پارامترهای کاپولای تی استیوندت با توزیع حاشیه‌ای‌های نرمال برای بازدهی‌های استاندارد شده توسط واریانس شرطی‌های به دست آمده از مرحله شش (Copula-GARCH). گام دهم: تولید بازدهی‌های مورد انتظار با استفاده از تابع کاپولای به دست آمده از مرحله نه و شبیه‌سازی مونت کارلو. گام یازدهم: بهینه‌سازی سبد ارزی و تعیین مرز کارایی. گام دوازدهم: ارزیابی خارج نمونه‌ای به صورت پنجره غلطان.

مدل مورد استفاده جهت آزمون فرضیه‌ها

با توجه با مطالبی که در بخش قبل بیان شد و نیز فرضیه مورد بررسی، مدل‌های نهایی که به منظور آزمون فرضیه‌ها مورد استفاده قرار می‌گیرد، به شرح زیر است.

(۱) مدل ارزش در معرض ریسک بر اساس ماتریس واریانس کوواریانس به دست آمده از مدل DCC-MGARCH. (۲) روش دوم همان مدل فوق است با این تفاوت که در محدودیت نخست برای بازدهی‌های مورد انتظار به جای میانگین تاریخی از بازدهی‌های شبیه‌سازی شده توسط کاپولا تی استفاده شده است. (۳) روش سوم مدل ریزش مورد انتظار است که در محدودیت نخست آن همانند مدل ۲ از بازدهی‌های شبیه‌سازی شده کاپولا استفاده شده است (این ریزش مورد انتظار به طور معمولی به دست آمده است).

• روش اول ارزش در معرض ریسک VaR GARCH

مدل اصلی بر اساس مدل رانویچ و همکاران^{۱۹} (۲۰۱۶) به صورت زیر است:

$$VaR_{t+1}^{\alpha} = \mu + \sigma_{t+1} t_{\alpha}^{-1}(d) \quad \text{مدل (۱)}$$

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

$$\min VaR_{\alpha}^{port} = \sqrt{w'H_{t+1}w} * mvt_{\alpha}^{-1}(d)$$

H_{t+1} ماتریس واریانس - کوواریانس شرطی است.

محدودیت‌ها:

$$1) w'\mu \geq \text{target} \quad \text{رابطه (۱)}$$

μ بازدهی مورد انتظار هر ارز است که از طریق میانگین تاریخی به دست آمده. target سطح ثابت حداقل بازدهی مورد انتظار سبد است.

$$2) \sum_{i=1}^n w_i = 1 \quad \text{رابطه (۲)}$$

$$3) w_i \geq 0 \quad \text{رابطه (۳)}$$

$$4) w_i * \text{margin} \leq 0.15 * \text{equity} \quad \text{رابطه (۴)}$$

محدودیت پوزیشن باز ارزی. $equity$ پایه سرمایه بانک و $margin$ حداکثر میزان مجاز برای تخصیص سرمایه به هر ارز است.

$$\begin{cases} \text{margin} = 0.35 * \text{equity} & \text{if position +} \\ \text{margin} = 0.30 * \text{equity} & \text{if position -} \end{cases} \quad \text{رابطه (۵)}$$

• روش دوم ارزش در معرض ریسک با کاپولا Copula- VaR GARCH

مدل دقیقاً مانند مدل اول است تنها تفاوت در محدودیت بهینه‌سازی است که بازدهی‌های مورد انتظار هر ارز به جای میانگین تاریخی از شبیه‌سازی مونت کارلو تابع توزیع کاپولا تی استیودنت با توزیع حاشیه‌ای‌های نرمال به دست آمده است.

$$w'\mu \geq \text{target} \quad \text{مدل (۲)}$$

$$\mu = tcopula_{return} \text{ simulation}$$

• روش سوم ارزش در معرض ریسک شرطی با کاپولا Copula-CVaR

در روش سوم ما نمی‌توانیم همانند مدل دوم از رویکرد فرم درجه دوم یا کوادراتیک استفاده کنیم:

$$CVaR_{t+1}^{\alpha} = \frac{1}{1-\alpha} \int_{\alpha}^1 VaR_{t+1}^{\alpha} d\alpha \quad \text{مدل (۳)}$$

$$CVaR_{t+1}^{\alpha} = \frac{1}{1-\alpha} \int_{\alpha}^1 \sigma_{t+1} t_{\alpha}^{-1}(d) d\alpha$$

$$CVaR_{t+1}^{\alpha} = \frac{\sigma_{t+1}}{1-\alpha} \int_{\alpha}^1 t_{\alpha}^{-1}(d) d\alpha = \frac{\sigma_{t+1}}{1-\alpha} \times (T_1(d) - T_{\alpha}(d))$$

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

رویکرد Rockafellar and Uryasev برای بهینه‌سازی:

بر طبق مطالعه کیسیالا^{۲۰} (۲۰۱۵)، Rockafellar and Uryasev یک مسئله بهینه‌سازی خطی را برای CVaR ارائه کردند. آن‌ها یک تابع زیان تعریف کرده و مبتنی بر آن VaR و CVaR را محاسبه کردند. در اکثر مقالات داخلی و خارجی که مبتنی بر مدل CVaR بوده است از رویکرد Rockafellar & Uryasev استفاده شده است. در این پژوهش ما نیز از همین رویکرد استفاده کردیم با این تفاوت که مضاف بر محدودیت موقعیت باز ارزی در محدودیت نخست از بازدهی‌های شبیه‌سازی شده کاپولا به جای میانگین تاریخی استفاده شده است.

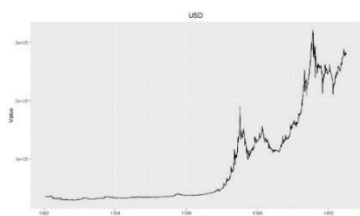
تجزیه و تحلیل داده‌ها و آزمون فرضیه‌ها

آمار توصیفی

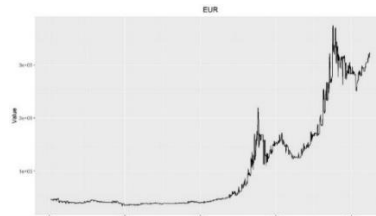
برای بررسی آمار توصیفی از فرمول (۱) که نحوه محاسبه درصد بازدهی‌ها را نشان می‌دهد استفاده شد که به صورت زیر بیان می‌شود:

$$R_t = \ln\left(\frac{P_t}{P_{t-1}}\right) \times 100 \quad \text{فرمول (۱)}$$

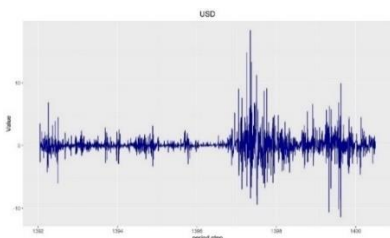
در فرمول فوق P_t نرخ قیمت ارز در روز t و P_{t-1} نرخ قیمت ارز در روز قبل است. اشکال (۱) تا (۴) به ترتیب نمودارهای نرخ قیمتی و درصد بازدهی روزانه این دو ارز را نشان می‌دهد.



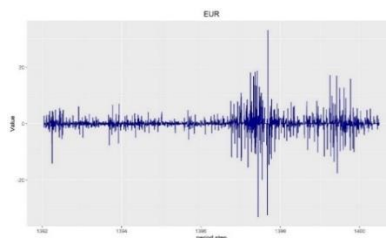
شکل ۱. نمودار سری زمانی نرخ قیمتی روزانه ارز دلار (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)



شکل ۲. نمودار سری زمانی نرخ قیمتی روزانه ارز یورو (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)



شکل ۳. نمودار سری زمانی درصد بازدهی روزانه ارز دلار (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)



شکل ۴. نمودار سری زمانی درصد بازدهی روزانه ارز یورو (مأخذ: محاسبات پژوهشگر).

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / دوره ۱۵ / شماره ۵۸ / بهار ۱۴۰۳

به منظور کسب شناخت بیشتر درباره متغیرهای مورد مطالعه آماره‌های توصیفی مربوط به درصد بازدهی روزانه دو ارز مورد استفاده در پژوهش در جدول (۱) به همراه نماد به کاررفته در طول کل گزارش آورده شده است.

جدول ۱. آماره‌های توصیفی مربوط به درصد بازدهی روزانه دو نرخ ارز مورد مطالعه

ارزها	نماد	میانگین	انحراف معیار	میانه	کمینه	بیشینه	چولگی	کشیدگی
دلار	USD	۰,۰۸۰۱	۱,۵۸۱۵	۰	-۱۱,۴۰۷۲	۱۸,۳۷۹۹	۱,۰۳۹۹	۲۰,۵۰۵
یورو	EUR	۰,۰۷۵۲	۲,۶۳۲۹	۰	-۳۳,۰۸۰۶	۳۳,۱۱۴	-۰,۵۷۸۸	۳۹,۵۸۷۱

مأخذ: محاسبات پژوهشگر

با بررسی نتایج جدول (۱)، معیارهای تمرکز (میانگین و میانه) درمی‌یابیم متوسط بازدهی دلار نسبت به یورو اندکی بیشتر است (در حدود ۰,۰۰۵ الی ۰,۰۰۲) البته میانگین بازده روزانه شاخص قیمتی تمامی ارزهای منتخب در بازه زمانی مورد نظر، مثبت است که بیانگر صعودی بودن روند کلی حاکم بر تمامی ارزهای منتخب طی بازه زمانی مورد بررسی است که در شکل (۱) الی (۲) مشخص است. از سوی دیگر با نگاهی به مقادیر انحراف معیار مشاهده می‌کنیم که دلار از مقدار کمتری نسبت به یورو برخوردار است که به نوعی می‌توان نتیجه گرفت نوسان ارز دلار نسبت به میانگین خود در مقایسه با یورو کمتر است. در این بین با مثبت بودن چولگی ارز دلار می‌توان گفت حجم داده، بیشتر در سمت راست و برای یورو به دلیل منفی بودن چولگی در چپ متمرکز شده است.

مدل سازی ارزش در معرض ریسک برای ارزها با استفاده از مدل VAR-MGARCH

پس از شناسایی وقفه‌های مناسب مدل خود رگرسیون برداری (VAR) که نتایج آن در جدول (۲) آورده شده، در آن با توجه به کمترین مقدار معیار آکائیک، وقفه ۱۰ شناسایی شده است. علت استفاده از معیار اطلاع آکائیک زیاد بودن نسبی تعداد مشاهدات سری زمانی ارزها بوده است.

جدول ۲. شناسایی وقفه مدل خود رگرسیون برداری

وقفه‌ها	AIC
وقفه ۱	۲,۴۵۶۶۸۵
وقفه ۲	۲,۴۲۹۶۳۳
وقفه ۳	۲,۴۱۷۸۶۶
وقفه ۴	۲,۴۱۱۸۱۱
وقفه ۵	۲,۴۰۵۲۷۲
وقفه ۶	۲,۳۶۸۷۶۷

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

۲,۲۸۸۷۴۵	وقفه ۷
۲,۲۵۷۸۶۵	وقفه ۸
۲,۲۵۶۲۰۸	وقفه ۹
۲,۲۵۲۰۲۸	وقفه ۱۰

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

در جداول (۳) و (۴) ضرایب برآوردی حاصل از مدل خود رگرسیون برداری را آورده شده است. پس از آن پایایی مدل خود رگرسیون برداری و همچنین توابع واکنش آنی ارزشها آورده شده است.

جدول ۳. ضرایب برآوردی مدل خود رگرسیون برداری برای بازدهی دلار

وقفه‌ها	ضریب برآوردی	خطای استاندارد	آماره تی	مقدار معنی داری
USD.11	۰,۰۲۳۲۲۷	۰,۰۱۹۷۶۳	۱,۱۷۵۲۶۲	۰,۲۴
EUR.1	۰,۰۰۴۰۶۲	۰,۰۲۳۴۳۴	۰,۱۷۳۳۴	۰,۸۶
USD.12	-۰,۰۵۳۲۲	۰,۰۱۹۷۵۷	-۲,۶۹۳۶۶	۰,۰۱
EUR.12	۰,۰۳۳۷۰۹	۰,۰۲۳۸۳۷	۱,۴۱۴۱۵	۰,۱۶
USD.13	-۰,۰۱۹۷۷	۰,۰۱۹۹۰۲	-۰,۹۹۳۳۶	۰,۳۲
EUR.13	۰,۰۵۱۱۹۸	۰,۰۲۳۸۸۲	۲,۱۴۳۷۸۲	۰,۰۳
USD.14	۰,۰۱۶۱۰۲	۰,۰۱۹۹۰۱	۰,۸۰۹۱۰۶	۰,۴۲
EUR.14	-۰,۰۰۰۰۳۵	۰,۰۲۳۸۰۹	-۰,۰۱۴۷۵	۰,۹۹
USD.15	-۰,۰۲۷۹۸	۰,۰۱۹۹۰۴	-۱,۴۰۵۵۱	۰,۱۶
EUR.15	۰,۰۳۱۹۸۸	۰,۰۲۳۷۱۳	۱,۳۴۸۹۶۴	۰,۱۸
USD.16	۰,۰۰۷۵۸۹	۰,۰۱۹۹۲۹	۰,۳۸۰۸۲۲	۰,۷
EUR.16	۰,۰۴۰۵۸۷	۰,۰۲۳۷۷۳	۱,۷۰۷۳۰۳	۰,۰۹
USD.17	۰,۰۲۵۲۲۲	۰,۰۲۰۱۲۳	۱,۲۵۳۳۸۷	۰,۲۱
EUR.17	۰,۰۱۹۰۷۹	۰,۰۲۳۸۳۵	۰,۸۰۰۴۶۵	۰,۴۲
USD.18	-۰,۰۵۷۱۳	۰,۰۲۰۴۵	-۲,۷۹۳۸۵	۰,۰۱
EUR.18	-۰,۰۱۳۷۴	۰,۰۲۳۹۳۷	-۰,۵۷۴۱۵	۰,۵۷
USD.19	-۰,۰۱۸۲	۰,۰۲۰۶۶۵	-۰,۸۸۰۸۹	۰,۳۸
EUR.19	-۰,۰۴۴۹۳	۰,۰۲۳۸۶۷	-۱,۸۸۲۷۱	۰,۰۶
USD.110	-۰,۰۱۲۵۶	۰,۰۲۰۶۵۴	-۰,۶۰۷۹۶	۰,۵۴
EUR.110	-۰,۰۱۰۱۲	۰,۰۲۳۳۲۸	-۰,۴۳۳۷	۰,۶۶
Const	۰,۰۶۴۸۳۵	۰,۰۲۸۲۹۹	۲,۲۹۱۱۰۳	۰,۰۲

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / دوره ۱۵ / شماره ۵۸ / بهار ۱۴۰۳

جدول ۴. ضرایب برآوردی مدل خود رگرسیون برداری برای بازدهی یورو

وقفه‌ها	ضریب برآوردی	خطای استاندارد	آماره تی	مقدار معنی‌داری
USD.11	-۰٫۰۰۵۱۱	۰٫۰۲۹۶۹	-۰٫۱۷۲۰۴	۰٫۸۶
EUR.11	-۰٫۱۹۹۶	۰٫۰۳۵۲۰۴	-۵٫۶۶۹۸۷	۰٫۰۰
USD.12	۰٫۱۲۳۳۰۳	۰٫۰۲۹۶۸	۴٫۱۵۴۴۳۹	۰٫۰۰
EUR.12	-۰٫۰۸۶۸۶	۰٫۰۳۵۸۱	-۲٫۴۲۵۶۹	۰٫۰۲
USD.13	۰٫۰۰۵۰۲۱	۰٫۰۲۹۸۹۷	۰٫۱۶۷۹۳۳	۰٫۸۷
EUR.13	-۰٫۰۱۷۷۵	۰٫۰۳۵۸۷۷	-۰٫۴۹۴۶۹	۰٫۶۲
USD.14	۰٫۰۰۰۱۳۹	۰٫۰۲۹۸۹۷	۰٫۰۰۴۶۵۲	۱٫۰۰
EUR.14	۰٫۰۰۲۵۷	۰٫۰۳۵۷۶۸	۰٫۰۷۱۸۴۵	۰٫۹۴
USD.15	۰٫۰۹۸۴۹۵	۰٫۰۲۹۹۰۱	۳٫۲۹۳۹۹۶	۰٫۰۰
EUR.15	۰٫۰۰۸۲۱۵	۰٫۰۳۵۶۲۳	۰٫۲۳۰۶۱۷	۰٫۸۲
USD.16	۰٫۱۳۲۰۵۱	۰٫۰۲۹۹۳۸	۴٫۴۱۰۷۳۱	۰٫۰۰
EUR.16	-۰٫۱۲۱۳۱	۰٫۰۳۵۷۱۳	-۳٫۳۹۶۷۲	۰٫۰۰
USD.17	۰٫۲۷۳۸۲۶	۰٫۰۳۰۲۳۱	۹٫۰۵۷۹۲۲	۰٫۰۰
EUR.17	-۰٫۱۵۰۶۷	۰٫۰۳۵۸۰۷	-۴٫۲۰۷۹۴	۰٫۰۰
USD.18	۰٫۲۴۴۶۴۳	۰٫۰۳۰۷۲۱	۷٫۹۶۳۴۲۴	۰٫۰۰
EUR.18	-۰٫۱۳۸۴۱	۰٫۰۳۵۹۶	-۳٫۸۴۸۹	۰٫۰۰
USD.19	۰٫۰۳۵۱۷۴	۰٫۰۳۱۰۴۵	۱٫۱۳۳۰۱۹	۰٫۲۶
EUR.19	-۰٫۰۳۹۲۴	۰٫۰۳۵۸۵۴	-۱٫۰۹۴۴۷	۰٫۲۷
USD.110	۰٫۰۳۳۷۵۸	۰٫۰۳۱۰۲۸	۱٫۰۸۷۹۹۹	۰٫۲۸
EUR.110	-۰٫۰۳۲۱۴	۰٫۰۳۵۰۴۵	-۰٫۹۱۷۱۷	۰٫۳۶
Const	۰٫۰۶۰۲۴۵	۰٫۰۴۲۵۱۲	۱٫۴۱۷۱۲۴	۰٫۱۶

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

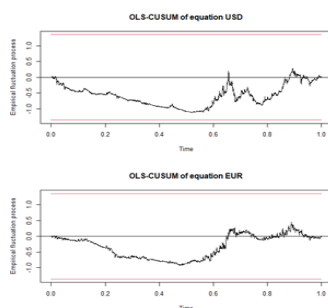
معمولاً تفسیر ضرایب مدل خود رگرسیون برداری به دلیل وجود هم خطی امری دشوار است از این رو بیشتر تحلیل شوک توسط توابع واکنش آنی در مدل خود رگرسیون برداری مورد توجه است. از جدول (۵) نیز ماتریس همبستگی پس مانده‌های حاصل از مدل خود رگرسیون برداری را در اختیار داریم.

جدول ۵. ماتریس همبستگی پس مانده‌های مدل VAR (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

ارزها	دلار	یورو
دلار	۱	۰٫۰۴۷۶۰۶
یورو	۰٫۰۴۷۶۰۶	۱

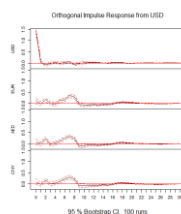
انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

با توجه به جدول (۵) بین پسماندهای ارز یورو همبستگی نسبتاً شدید و مثبتی مشاهده می‌شود. برای بررسی پایایی از آزمون ثبات ساختاری برای مشخص نمودن ثبات مدل و تعیین وجود یا عدم وجود شکست ساختاری استفاده می‌کنیم. برای تشخیص این امر از آزمون مجذور تجمعی باقی‌مانده‌ها^{۲۱} استفاده می‌شود. برای این منظور دو حد بالا و پایین در سطح معنی‌داری ۵ درصد نشان داده شده است که اگر نمودار آماری به‌دست‌آمده در محدوده بین این دو حدود قرار گرفت و آن‌ها را قطع نکرد، می‌توان با سطح اطمینان ۹۵ درصد ادعا کرد که مدل از ثبات لازم برخوردار است و فرض صفر مبنی بر عدم وجود شکست ساختاری رد نمی‌شود.



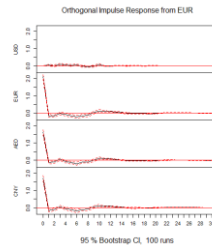
شکل ۵. نمودار ثبات ساختاری مدل خود رگرسیون برداری (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

در ادامه نمودارهای مربوط به توابع واکنش آنی را با رویکرد بوت استرپ برای ۳۰ دوره آتی در اختیار داریم.



شکل ۶. نمودار تابع واکنش آنی در پاسخ به شوک دلار (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

همان‌طور که از شکل (۶) مشاهده می‌شود در صورت بروز یک شوک در بازدهی ارز دلار اثر آن تا دو دوره بر روی خودش باقی خواهد ماند و پس از آن محو خواهد شد، این در حالی است که اثر شوک دلار تقریباً تا ۸ دوره همچنان بر روی ارزهای دیگر باقی می‌ماند و این شوک تا ۱۷ دوره از بین می‌رود. این نتیجه نشان می‌دهد بروز شوک در دلار به‌عنوان یک ارز پایه اثری ماندگاری بر روی سایر ارزها دارد.



شکل ۷. نمودار تابع واکنش آنی در پاسخ به شوک یورو (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

از تحلیل شکل (۷) نیز درمی‌یابیم در صورت بروز شوک در ارز یورو اثری بر ارز دلار به‌جای نخواهد گذاشت. در ادامه به مدل‌سازی بازدهی ارزها توسط مدل گارچ چند متغیره (رهیافت همبستگی مشروط پویا) با توزیع تی استیودنت چند متغیره می‌پردازیم به یک عبارتی مدل $GARCH(1,1)$ به‌عنوان یک مدل گارچ تک متغیره در اندازه‌گیری ماتریس‌های واریانس شرطی بازده‌ها برای استفاده در مدل DCC به کار گرفته می‌شود. نتایج معنی‌داری ضرایب قسمت گارچ و پارامترهای همبستگی مشروط آن از جدول (۶) قابل مشاهده است. هدف از انجام این کار استخراج تلاطم یا همان واریانس شرطی به‌منظور محاسبه ارزش در معرض ریسک است. همچنین از ماتریس واریانس-کوارینانس شرطی به‌دست‌آمده برای بهینه‌سازی سبد بهره می‌بریم.

جدول ۶. ضرایب برآوردی همبستگی پویای شرطی

مقدار معنی‌داری	آماره تی	انحراف معیار	ضریب برآوردی	پارامترها	
<۰,۰۱	۳,۰۶۶۱۳	۰,۰۰۲۶۲	۰,۰۰۸۰۵	[USD].omega	دلار
<۰,۰۱	۹,۱۹۱۱۱	۰,۰۲۲	۰,۲۰۲۲۵	[USD].alpha1	
<۰,۰۱	۳۰,۴۹۸۳۳	۰,۰۲۶۱۲	۰,۷۹۶۷۴	[USD].beta1	
<۰,۰۱	۱۸,۳۴۱۳۸	۰,۲۳۴۹	۴,۳۰۸۳۹	[USD].shape	
۰,۰۵۷۳۵۷	۱,۹۰۰۵۷	۰,۰۰۷۰۱	۰,۰۱۳۳۴	[EUR].omega	یورو
<۰,۰۱	۵,۳۶۶۳۶	۰,۰۰۹۲۷	۰,۰۴۹۹۷	[EUR].alpha1	
<۰,۰۱	۶۹,۳۵۵۴۸	۰,۰۱۳۶۸	۰,۹۴۹۲	[EUR].beta1	
<۰,۰۱	۳۶,۵۱۶۰۲	۰,۰۷۱۶۷	۲,۶۱۷۳۵	[EUR].shape	
<۰,۰۱	۹,۰۴۸۴۷	۰,۰۰۴۴۹	۰,۰۴۰۶۳	[Joint]dcc_ a	پارامترهای همبستگی مشروط
<۰,۰۱	۲۰۷,۴۵۰۱	۰,۰۰۴۶۲	۰,۹۵۸۴۷	[Joint]dcc_ b	
<۰,۰۱	۲۹,۵۰۶۵	۰,۱۳۵۵۶	۴	[Joint]mshape	

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

با توجه به جدول (۶)، همان‌طور که مشاهده می‌شود پارامتر ω مدل گارچ تنها در ارز دلار معنی‌دار بوده‌اند. در کلیه موارد مجموع α و β بیشتر از ۰,۹ است که نشان‌دهنده‌ی بالا بودن درجه پایداری واریانس شرطی در سری زمانی بازدهی این ارزهاست. همچنین در همه‌ی موارد مجموع این دو پارامتر از یک کوچک‌تر است که حاکی از واریانس شرطی متناهی و مانای قوی است. در ادامه، بر اساس نتایج حاصل از برآورد مدل DCC ملاحظه می‌شود که پارامترهای a و b معنی‌دار، غیر منفی و مجموع آن‌ها کوچک‌تر از یک است. این موضوع نشان می‌دهد مدل همبستگی شرطی متغیر با زمان از مدل‌هایی که همبستگی را در طول زمان ثابت فرض می‌کنند، مناسب‌تر است. مثبت بودن پارامتر a دلالت بر این دارد که به دنبال بروز شوک در سری بازدهی‌ها افزایش در همبستگی شرطی برای دوره بعدی را می‌توان انتظار داشت. پارامتر b در مدل DCC نیز بیان‌کننده اثر همبستگی شرطی دوره قبل بر همبستگی شرطی دوره جاری است. هرچه این پارامتر بزرگ‌تر و به عدد ۱ نزدیک‌تر باشد، انتظار می‌رود که برای هر جفت از همبستگی‌های محاسبه‌شده، همبستگی‌های شرطی دوره جاری نزدیک به همبستگی شرطی دوره قبل باشد.

$$h_{11t} = 0.00805 + 0.20225 \epsilon_{1,t-1}^2 + 0.79674 h_{11,t-1} \quad (\text{رابطه ۶})$$

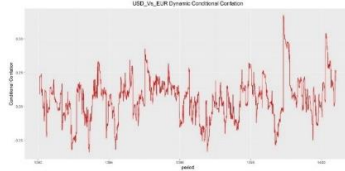
$$h_{22t} = 0.01334 + 0.4997 \epsilon_{2,t-1}^2 + 0.94920 h_{22,t-1}$$

$$h_{33t} = 0.01279 + 0.8665 \epsilon_{3,t-1}^2 + 0.91234 h_{33,t-1}$$

$$h_{44t} = 0.01219 + 0.7460 \epsilon_{4,t-1}^2 + 0.92439 h_{44,t-1}$$

$$Q_t = (1 - 0.04063 - 0.95847) \cdot \bar{Q} + 0.04063 \epsilon_{t-1} \epsilon'_{t-1} + 0.95847 Q_{t-1}$$

در ارتباط با نتایج همبستگی شرطی پویا برآورد شده در مدل مذکور، باید اشاره کرد که غالباً از نمودار همبستگی‌های شرطی برآورد شده بین متغیرهای موردنظر برای ارائه تفسیر از نتایج برآورد مدل DCC استفاده می‌شود. به همین منظور شکل (۸) که دربرگیرنده روند همبستگی شرطی پویا بین بازده روزانه دلار و یورو است. همبستگی میان کلیه زوج ارزهای موردبررسی در بیشتر دوره‌ها مقدار مثبتی است. این در حالی است که در برخی دوره‌ها همبستگی مقادیر منفی از خود نشان می‌دهد. این موضوع نشان می‌دهد که نه‌تنها مقدار همبستگی در دوره‌های مختلف تغییر می‌کند بلکه این تغییر می‌تواند تا حد تغییر نوع همبستگی از جهت مثبت یا منفی بودن آن ایجاد نماید.



شکل ۸. روند همبستگی شرطی پویا روزانه بین ارزهای دلار و یورو (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)
جدول (۷)، میزان همبستگی شرطی را بین ارزها در روز آخر مجموعه آموزشی نشان می‌دهد. همان‌طور که در تفسیر شکل‌های فوق بیان شد، همبستگی شرطی دلار با یورو نیز نوسانی بین ۰,۱ تا ۰,۲۴ دارد.

جدول ۷. میزان همبستگی شرطی بین ارزها در روز ۱۴۰۰/۰۵/۳۱

	دلار	یورو
دلار	۱	۰,۱۸۷۷۶۴
یورو	۰,۱۸۷۷۶۴	۱

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

برآورد پارامترهای کاپولای تی استیودنت و شبیه‌سازی بازدهی‌ها

پس از به دست آوردن تلاطم بازدهی هر یک از ارزها و استاندارد کردن آن‌ها به برآورد پارامترهای تابع کاپولا می‌پردازیم. بدین منظور از تابع کاپولای تی استیودنت با توزیع حاشیه‌ای‌های نرمال استفاده شده است که از جداول ذیل اطلاعات مربوط به آن‌ها را در اختیار داریم. پس از برآورد پارامترهای تابع کاپولای تی استیودنت با رویکرد شبیه‌سازی مونت‌کارلو با تکرار ۱۰۰۰۰ بار بازدهی مورد انتظار مربوط به ارزها را شبیه‌سازی نموده و از آن در بهینه‌سازی سبد ارزی بهره می‌بریم.

جدول ۸. برآورد پارامترهای تابع کاپولای تی استیودنت

درجه آزادی	برآورد پارامتر کاپیولا	تابع کاپیولا
۴	۰,۳۶۲۸۹۰۲	تی استیودنت

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول ۹. پارامترهای تخمینی برای توزیع حاشیه‌ای تابع کاپولا

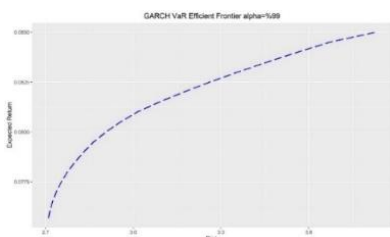
ارزها	توزیع حاشیه‌های تخمین زده شده برای هر ارز در تابع کاپیولا تی استیودنت
دلار	توزیع نرمال با میانگین ۰,۰۸۰۱۴۴۲۶ و انحراف معیار ۱,۵۸۱۴۸۱
یورو	توزیع نرمال با میانگین ۰,۰۷۵۱۹۱۱ و انحراف معیار ۲,۶۳۲۹۳۳

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

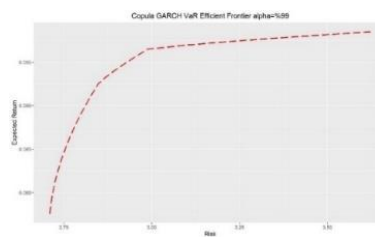
انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

تعیین مرز کارا و بهینه‌سازی سبد

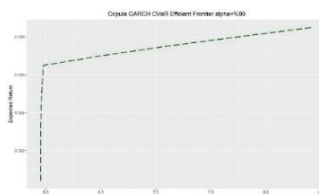
به منظور تعیین مرز کارایی و مقایسه سه روش بهینه‌سازی مبتنی بر ارزش در معرض ریسک؛ از معیار شارپ استفاده شده است. شکل‌های (۹)، (۱۰) و (۱۱) مرز کارایی روش‌های به کاررفته شده را نشان می‌دهد که توسط آن می‌توان پرتفوی‌های کارا را تعیین نمود.



شکل ۹. مرز کارایی روش DCC- MGARCH VaR (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)



شکل ۱۰. مرز کارایی روش کاپولا DCC- MGARCH VaR (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)



شکل ۱۱. مرز کارایی روش کاپولا گارچ CVaR (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول (۱۰) نیز نتایج حاصل از سبد کارای انتخابی مبتنی بر این سه روش را نشان می‌دهد که با توجه به نتایج به دست آمده مدل Copula GARCH VaR دارای مقدار شارپ بیشتری نسبت به دو روش دیگر است.

جدول ۱۰. نتایج حاصل از سبد انتخابی

مقدار شارپ	مقدار ریسک سبد	مقدار بازدهی مورد انتظار سبد	روش‌های بهینه‌سازی
۰,۰۲۸۱	۲,۷۵۴	۰,۰۷۷۵	GARCH VaR
۰,۰۳۲۵	۲,۸۶	۰,۰۹۳	Copula GARCH VaR
۰,۰۱۶۱	۵,۹۸۱	۰,۰۹۶۵	Copula GARCH CVaR

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

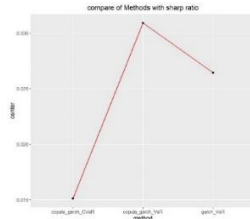
از سوی دیگر به منظور مقایسه بهتر میان سه روش ارائه شده از آزمون مقایسه میانگین کروسکال-والیس استفاده شده است که نتایج آن را از جدول (۱۱) در اختیار داریم. در این آزمون هدف مقایسه

فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار / دوره ۱۵ / شماره ۵۸ / بهار ۱۴۰۳

میانگین شارپ به دست آمده از پرتفوی‌های روی مرز کارا بین سه روش ارائه شده است که با توجه به مقادیر به دست آمده درمی‌یابیم اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد آماری بین میانگین سه روش ارائه شده وجود دارد که طی آن مدل Copula GARCH VaR رتبه بالاتری دارد.

جدول ۱۱. نتایج آزمون مقایسه میانگین کروسکال والیس در سطح ۹۵٪ (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

متغیر	آماره	درجه آزادی	مقدار معنی‌داری
مقدار شارپ	۶۴,۷۲۳	۲	<۰,۰۱



شکل ۱۲. مقایسه میانگین مقدار شارپ پرتفوی‌های کارا بین سه روش مختلف (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

جدول (۱۲) نیز به ترتیب اوزان بهینه به دست آمده برای هر یک از ارزش‌ها را که در سبد قرار دارند نشان می‌دهند. لازم به ذکر است که در هنگام بهینه‌سازی محدودیت موقعیت باز ارزی در وضعیت مثبت لحاظ شده است که بر اساس آن تنها ۳۵٪ از کل پایه سرمایه به کل سبد تخصیص یافته و مضاف بر آن سهم هر یک از ارزش‌ها موجود در سبد حداکثر ۱۵٪ از کل پایه سرمایه است؛ بنابراین تمامی نتایج به دست آمده در جدول فوق و اشکال ذیل تحت این شرطی اساسی اتخاذ شده توسط بانک مرکزی می‌باشند. اوزان به دست آمده به طور تقریبی تا سه رقم اعشار سراسر شده‌اند.

جدول ۱۲. اوزان بهینه به دست آمده به تفکیک سه روش ارائه شده پژوهش (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

ارزها	GARCH VaR	Copula GARCH VaR	Copula GARCH CvaR
دلار	۰,۴۳	۰,۴۳	۰,۴۳
یورو	۰,۳۱	۰,۱۳	۰

نکته‌ای که در نتایج به دست آمده فوق پرواضح است نقش به سزای دلار در سبد ارزی است. همان‌طور که قبلاً مشاهده کردیم دلار ماهیتی نسبتاً مستقل نسبت به یورو داشت بنابراین در هر سه روش بهینه‌سازی مورد استفاده در این پژوهش دلار به‌عنوان ارز اصلی در سبد حضور دارد.

یافته‌ها

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک تصمیمی حیاتی برای کاهش ریسک وضعیت ارزی دلار و یورو در

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../اوماری، صفا، فلاح و مقدم

ایران است. بانک‌ها می‌توانند از طریق متنوع سازی پرتفوی ارزی به منظور دربر گرفتن سایر ارزها، مواجهه خود با نوسانات ارزی را کاهش دهند و تأثیر چالش‌های اقتصادی و سیاسی را بر عملکرد مالی خود به حداقل برسانند. علاوه بر این، استراتژی‌های مؤثر مدیریت ریسک، مانند پوشش ریسک و تعیین حد، می‌تواند برای کاهش بیشتر مواجهه با ریسک اجرا شود. با توجه به فرضیه پژوهش که بیان می‌کند که امکان بهینه‌سازی پرتفوی ارزی بر اساس مدل‌های مختلف ارزش در معرض خطر شامل VaR، کاپیولا VaR و کاپیولا CVaR وجود دارد. نتایج حاصل از سبد کارای انتخابی مبتنی بر این سه روش را نشان می‌دهد که با توجه به نتایج به دست آمده مدل Copula GARCH VaR دارای مقدار شارپ بیشتری نسبت به دو روش دیگر است. از سوی دیگر نتایج میانگین شارپ به دست آمده از پرتفوی‌های روی مرز کارا بین سه روش ارائه شده است که با توجه به مقادیر به دست آمده درمی‌یابیم اختلاف معنی‌داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد آماری بین میانگین سه روش ارائه شده وجود دارد که طی آن مدل Copula GARCH VaR رتبه بالاتری دارد. به منظور ارزیابی تجربی نهایی یک دوره یک‌ماهه خارج نمونه‌ای از تاریخ ۱۴۰۰/۰۶/۰۱ لغایت ۱۴۰۰/۰۶/۳۱ به مدت ۲۷ روز کاری در نظر گرفته شده است. معیار ارزیابی بر مبنای میانگین رشد سرمایه است که فرمول آن در ذیل آمده است.

$$TER = A_0 \times (1 + r)^n$$

در فرمول فوق A_0 مقدار سرمایه اولیه تخصیص یافته به سبد، r نرخ بازدهی مورد انتظار و n تعداد کل دوره مورد نظر است. برای مثال اگر بازدهی مورد انتظار روزانه ۰,۰۷۵ درصد پایه سرمایه اولیه را ۱۰۰۰ واحد در نظر بگیریم با این احتساب مقدار سرمایه مورد انتظار پایان دوره ۲۷ روزه از طریق زیر به دست می‌آید.

$$1000 \times (1 + 0.00075)^{27} = 1020.449$$

به عبارت دیگر بازدهی مورد انتظار این مدت تقریباً ۲,۰۵٪ است. از این رو بهینه‌سازی سبد ارزی را به صورت غلطان برای این ۲۷ روز کاری انجام می‌دهیم که نتیجه آن در جدول (۱۳) و شکل (۱۳) آورده شده است.

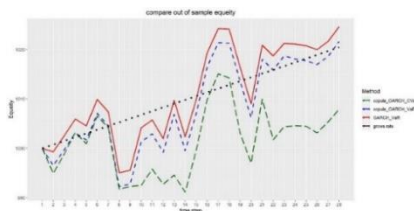
جدول ۱۳. نتایج حاصل از ارزیابی خارج نمونه‌ای برای ۲۷ روز کاری

Copula GARCH - CVaR	Copula- GARCH VaR	GARCH VaR	روش‌های بهینه‌سازی
۰,۷۹٪	۲,۱۴٪	۲,۴۳٪	درصد بازدهی تحقق یافته

(مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

همان‌طور که مشاهده می‌شود دو روش GARCH VaR و Copula- GARCH VaR بازدهی تحقق یافته بیشتری نسبت به مدل دیگر داشته‌اند. همچنین با مشاهده نمودارهای شکل (۱۳) درمی‌یابیم

مقادیر بازدهی تحقق یافته این دو روش نسبت به نرخ رشد مورد انتظار روزانه بیشتر بوده است. نکته دیگری که از شکل متوجه می شویم نحوه تغییرات پایه سرمایه در طول این مدت زمان ۲۷ روزه است که حداکثر مقدار ضرر در حدود ۰,۵٪ بوده است که دلالت بر کنترل حداکثری ریسک سبد دارد؛ درعین حال برآیند بازدهی به دست آمده مثبت و بالاتر از مقدار مورد انتظار اولیه بوده است.



شکل ۱۳. نمودارهای رشد سرمایه به تفکیک روش های مختلف بهینه سازی (مأخذ: محاسبات پژوهشگر)

بحث و نتیجه گیری

این پژوهش اهمیت انتخاب ترکیب سبد ارزی بانک سپه را برای کاهش ریسک وضعیت ارزی (NOP) دلار و یورو در ایران بررسی کرده است. از طریق بررسی جامع ادبیات مربوطه، مشخص شده است که تنوع بخشیدن به سبد ارزی می تواند به کاهش تأثیر نوسانات ارزی بر عملکرد مالی بانک سپه کمک کند. علاوه بر این، استراتژی های مؤثر مدیریت ریسک، مانند پوشش ریسک و تعیین حد، می تواند برای کاهش بیشتر مواجهه با ریسک مورد استفاده قرار گیرد. یافته های این پژوهش حاکی از آن است که بانک های فعال در ایران باید ترکیب پرتفوی ارزی و استراتژی های مدیریت ریسک خود را به دقت در نظر بگیرند تا در یک بازار پر نوسان رقابتی و از نظر مالی ایمن باقی بمانند. یافته های این پژوهش اهمیت تصمیم گیری فعال و راهبردی را در مدیریت ریسک های ارزی بانک های فعال در ایران نشان می دهد. با انتخاب دقیق ترکیب سبد ارزی و استراتژی های مدیریت ریسک، بانک ها می توانند از نظر مالی امن و رقابتی در بازار پر نوسان باقی بمانند. نتایج این مطالعه ممکن است برای سایر کشورهایی که با چالش های اقتصادی و سیاسی مشابهی روبرو هستند نیز قابل استفاده باشد. با این حال، توجه به این نکته مهم است که انتخاب ترکیب سبد ارزی و استراتژی های مدیریت ریسک باید متناسب با نیازها و شرایط خاص هر بانک باشد. پژوهش های بیشتر می تواند اثربخشی استراتژی های مختلف را برای انواع مختلف بانک ها و در شرایط مختلف بازار بررسی کند. در مجموع، این پژوهش بر اهمیت تصمیم گیری پیشگیرانه و استراتژیک در مدیریت ریسک های ارزی تأکید می کند و بینش هایی را ارائه می دهد که می تواند توسعه سیاست های مدیریت ریسک مؤثر را برای بانک های فعال در ایران و فراتر از آن بیان کند.

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

منابع

- ۱) بیاتی، غلامرضا، پور زرنندی، محمدابراهیم. (۱۳۹۹). طراحی مدل ارزیابی ریسک و تعیین پرتفوی بهینه ارزی بانکها تحت معیار ارزش در معرض ریسک و تکنیک میانگین متحرک موزون نمایی (EWMA). مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار، ۱۱(۴۴)، ۴۴-۷۳.
- 2) Bayati, Gholamreza, Pour Zarandi, Mohammad Ibrahim. (2019). Designing a risk assessment model and determining the optimal currency portfolio of banks under the value-at-risk criterion and the exponential weighted moving average (EWMA) technique. *Financial Engineering and Securities Management*, 11(44), 44-73. (in persean).
- 3) Ahmed, L. (2015). The effect of foreign exchange exposure on the financial performance of commercial banks in Kenya. *International journal of scientific and research publications*, 5(11), 115-120.
- 4) Al Janabi, M. A. (2007). On the use of value at risk for managing foreign-exchange exposure in large portfolios. *The Journal of risk finance*, 8(3), 260-287.
- 5) Anghelache, C., Anghel, M. G., & Grigorescu, D. L. (2019). Currency risk management model. *Theoretical & Applied Economics*, 26(3).
- 6) Barmuta, K. A., Ponkratov, V. V., Maramygin, M., Kuznetsov, N. V., Ivlev, V., & Ivleva, M. (2019). Mathematical model of optimizing the balance sheet structure of the Russian banking system with allowance for the foreign exchange risk levels. *Entrepreneurship and Sustainability Issues*, 7(1), 484.
- 7) Bitar, J. (2021). Foreign currency intermediation: Systemic risk and macroprudential regulation. *Latin American. Journal of Central Banking*, 2(2), 100028.
- 8) Eun, C. S., & Resnick, B. G. (1988). Exchange rate uncertainty, forward contracts, and international portfolio selection. *The Journal of Finance*, 43(1), 197-215.
- 9) European Central Bank (2014). Guide to the management of foreign currency and gold reserves of the European Central Bank Frankfurt: European Central Bank.

- 10) Inagaki, Y., & Ito, T. (2019). Portfolio optimization under NOP constraints: An empirical analysis of currency risk management in Japanese commercial banks. *Journal of the Japanese and International Economies*, 51, 1-11.
- 11) Johnson, G. (2020). Management of Canada's Foreign Exchange Reserves. *Asset Management at Central Banks and Monetary Authorities: New Practices in Managing International Foreign Exchange Reserves*, 165-178.
- 12) Kisiala, J. (2015). Conditional value-at-risk: Theory and applications. arXiv preprint arXiv:1511.00140.
- 13) Kutun, A. M., & Atici, C. (2021). Managing foreign exchange risk with derivatives in Turkish banks. *Emerging Markets Finance and Trade*, 57(3), 725-742.
- 14) Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. *The Journal of Finance*, 7(1), 77-91.
- 15) Mehdizadeh, M., & Mashayekhi, B. (2019). The effect of foreign exchange rate fluctuations on the performance of Iranian banks. *Journal of Monetary and Banking Research*, 12(43), 21-44.
- 16) Ranković, V., Drenovak, M., Urosevic, B., & Jelic, R. (2016). Mean-univariate GARCH VaR portfolio optimization: Actual portfolio approach. *Computers & Operations Research*, 72, 83-92.
- 17) Sharpe, W. F. (1966). Mutual fund performance. *The Journal of Business*, 39(S1), 119-138.
- 18) Skiadopoulos, G., & Louropoulos, D. (2021). Optimal currency portfolios in a globalized world: A conditional value-at-risk approach. *Journal of International Money and Finance*, 110, 102354.
- 19) Vial, J. (2019). Reserves management and FX intervention: Chile's experience. *BIS Paper*, (104f).
- 20) Yoon, S. M., & Shin, H. H. (2021). Optimizing currency portfolios to minimize net open positions: Evidence from the Korean commercial banking industry. *International Journal of Finance & Economics*, 26(1), 1166-1183.

انتخاب ترکیب پرتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک.../طوماری، صفا، فلاح و مقدم

یادداشت‌ها:

-
- 1 FX
 - 2 Vial
 - 3 Barmuta, Ponkratov, Maramygin and et al
 - 4 Mehdizadeh & Mashayekhi
 - 5 European Central Bank
 - 6 FX
 - 7 Ahmed
 - 8 Bitar
 - 9 Johnson
 - 10 Al Janabi
 - 11 Eun & Resnick
 - 12 Markowitz
 - 13 Sharpe
 - 14 Anghelache, Anghel & Grigorescu
 - 15 Yoon and Shin
 - 16 Skiadopoulos & Louropoulos
 - 17 Kutan & Atici
 - 18 Inagaki & Ito
 - 19 Ranković
 - 20 Kisiala
 - 21 CUSUM

**choosing the composition of the bank's foreign exchange portfolio to
reduce risk of the Managing net open position (NOP)**

Yousef Toomari¹

Receipt: 26/05/2023 Acceptance: 23/07/2023

Mojgan Safa²

Mirfeiz Fallah³

Hossein Moghadam⁴

Abstract

The purpose of this research is to choose the composition of the bank's foreign exchange portfolio to reduce the risk of managing net open positions (NOP). This realization aims to answer the question of whether it is possible to optimize the currency portfolio based on different value-at-risk models, including Var, Copula VaR, and Copula CVaR. In this research, on a quantitative scale and observations in the form of time series, the daily logarithmic return percentage of the two main and common currencies in the country's business, including the US Dollar and the EURO, in Sepah Bank from 2013 April 6 to 2021 September 22.

The results of the selected portfolio based on these three methods show that, according to the obtained results, the Copula GARCH VaR model has a higher Sharpe value than the other two methods. On the other hand, the results of the average Sharpe obtained from the portfolios on the efficient border between the three methods are presented, according to the obtained values, we find that there is a significant difference at the 95% statistical confidence level between the average of the three methods presented, during which the Copula model GARCH VaR is ranked higher.

Keywords

Foreign exchange portfolio, risk, foreign exchange status, Sepah Bank.

JEL Classification: G21, C02 G17

1-PhD student, Department of financial management, Qom branch, Islamic Azad University, Qom, Iran. toomari.yousef@gmail.com

2-Assistant Professor, Department of Accounting, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran. (Corresponding Author) mojgansafa@gmail.com

3- Associate Professor, Department of Financial Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran and member of the New Financial Risks Research Group. mirfeiz.fallah@iau.ac.ir

4-Assistant Professor, Department of Accounting, Qom Branch, Islamic Azad University, Qom, Iran. ho.moghadam1394@gmail.com