



بهینه سازی پرتفوی گویا و پایدار و مدیریت ریسک ارزی

علیرضا ایرج پور^۱

فاطمه صمدی*^۲

تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۴/۱۹ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۹/۱۰

چکیده

هدف اصلی از انجام این تحقیق، مطالعه بهینه سازی پرتفوی گویا و پایدار و مدیریت ریسک ارزی می باشد. تحقیق حاضر را برحسب هدف از نوع کاربردی است. مطالعه حاضر یک چارچوب بهینه سازی برای مدیریت ریسک ارزی پیشنهاد می کند و به دنبال حداکثر کردن بازدهی سبد داراییهای خود با توجه به یک سطح ریسک داده شده است. با تکیه بر این مدل، مسائل بهینه سازی جداگانه و مشترک را برای بهینه سازی وزن دارایی و ارزش فرموله می شوند، نسخه های منظم مسائل تخصیص دارایی بین المللی را معرفی و راه حل های عددی از نظر الگوریتم های برنامه نویسی درجه دوم ارائه می شود. تجزیه و تحلیل این تحقیق بر اساس داده هایی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ است. این تحقیق ده ارزش اصلی بازار توسعه یافته، دلار آمریکا، یورو، ین ژاپن، فرانک سوئیس، پوند انگلیس، دلار کانادا، لیر ترکیه، ون کوه، درهم امارات و دلار استرالیا را در نظر می گیرد. نتایج نشان می دهد که پرتفوی های به دست آمده با بهینه سازی مشترک به طور مداوم نسبت های شارپ بالاتری را در مقایسه با هم تایان بهینه سازی جداگانه خود و معیارهای پوشش دهی ثابت به دست می آورند. به طور متوسط، قوانین بهینه سازی مشترک ۸/۷۸ درصد نسبت شارپ بالاتری نسبت به هم تایان بهینه سازی جداگانه خود دارند. تجزیه و تحلیل نشان داد که بهینه سازی مشترک عملکرد بیرون از نمونه تنوع پرتفوی های بین المللی را بهبود می بخشد. چنین بهبودی با افزایش بازدهی (به عبارتی نسبت های شارپ و سورتینو) و همچنین افزایش معادل اطمینان، و کاهش حداکثر نوسانات به دست می آید.

کلمات کلیدی: پرتفوی گویا و پایدار، سبد بهینه، مدیریت ریسک، الگوریتم های بهینه سازی

^۱ کارشناسی ارشد؛ مدیریت مالی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق؛ Alireza.iraajpour98@gmail.com

^۲ استادیار؛ گروه مدیریت؛ دانشکده علوم انسانی؛ دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران شرق. (نویسنده مسئول) M.samadi53@gmail.com

۱- بیان مسأله

در دنیای امروز، بازارهای مالی به شدت پیچیده و جهانی شده‌اند. سرمایه‌گذاران با طیف گسترده‌ای از دارایی‌ها و ارزها روبرو هستند که مدیریت آنها نیازمند استراتژی‌های بهینه‌سازی پیشرفته و کارآمد است. یکی از چالش‌های اساسی در این زمینه، بهینه‌سازی پرتفوی به گونه‌ای است که نه تنها بازدهی مناسب داشته باشد، بلکه پایداری و کاهش ریسک‌های مرتبط با نوسانات ارزی نیز تضمین شود. جهانی شدن، با گسترش روابط اقتصادی، اجتماعی و سیاسی بین کشورها، تقاضا برای کالاها و خدمات را متنوع‌تر از همیشه کرده است. این امر منجر به رشد چشمگیر تجارت جهانی در چند دهه اخیر و به تبع آن، تحولات گسترده در روابط تجاری بین کشورها شده است. امروزه، شیوه‌های نوین خرید و فروش بین‌المللی جایگزین روش‌های سنتی شده و استفاده از ارزهای خارجی تبدیل شده است. توسعه روابط تجاری و اقتصادی بین کشورها، ضرورت نگهداری ذخایر ارزی توسط بانک‌های مرکزی را به عنوان ابزار سیاست پولی، با اهداف و انگیزه‌های مشخص، آشکار ساخته است. مدیریت ریسک ارزی، یکی از ارکان کلیدی در چارچوب مدیریت اقتصاد کلان کشورها است و همواره مورد توجه مقامات پولی برای بهینه‌سازی آن بوده است. این موضوع به ویژه در شرایطی که نوسانات درآمدی وجود دارد و به تبع آن، ذخایر ارزی با کاهش و افزایش مداوم روبرو می‌شوند، از اهمیت بسزایی برخوردار است. در چنین شرایطی، نظام‌های ارزی با انعطاف‌پذیری کمتر، نوسانات نرخ ارز و نرخ بهره، وقوع بحران‌های مالی، ظهور ابزارهای مالی جدید، پیدایش یورو و وجود محدودیت‌هایی مانند عدم دسترسی به بازارهای مالی، کنترل‌های سرمایه‌ای و اعمال تحریم‌های بانکی از سوی دیگر کشورها، چالش‌های قابل توجهی را به وجود می‌آورند. (بوستاندزیان^۳ و همکاران، ۲۰۲۰).

ذخایر ارزی، فراتر از یک منبع دارایی ملی برای بسیاری از کشورهای در حال توسعه و نوظهور، نقشی حیاتی در سیاست‌های پولی و ارزی ایفا می‌کنند و حکم سپر دفاعی در برابر ناملایمات اقتصادی را دارند. این ذخایر، اعتبار بین‌المللی کشورها را در بازارهای مالی خارجی ارتقا می‌بخشد و اعتمادی راسخ به ثبات و انسجام سیاست‌های پولی و ارزی آنها القا می‌کنند (عبدالباقی و همکاران، ۱۴۰۱). در دنیای پیچیده و پویای مالی امروز، بهینه‌سازی پرتفوی سرمایه‌گذاری یکی از چالش‌های اساسی برای سرمایه‌گذاران و مدیران مالی به شمار می‌آید.

مدیریت ریسک، به ویژه در سطح بین‌المللی که نوسانات ارزی نیز به این پیچیدگی‌ها افزوده می‌شود، از اهمیت بالایی برخوردار است. سرمایه‌گذاران نه تنها باید ترکیب دارایی‌های خود را به گونه‌ای انتخاب کنند که حداکثر بازدهی را به همراه داشته باشد، بلکه باید به روش‌های نوین و ابزارهای مالی برای پوشش ریسک و حفظ ارزش پرتفوی نیز توجه ویژه‌ای داشته باشند. با گسترش دامنه بحران‌های مالی در سراسر جهان، ضرورت مدیریت کارآمد ذخایر ارزی و بدهی‌های خارجی بیش از پیش آشکار شده است. این امر با مرور تجربه تلخ بحران‌های بدهی در آمریکای لاتین و آفریقا در دهه ۱۹۸۰، بحران‌های مالی مکزیک و جنوب شرق آسیا در دهه ۱۹۹۰ و بحران‌های اخیر آرژانتین و ترکیه، اهمیتی دوچندان می‌یابد. ذخایر ارزی به مثابه سدی محکم در برابر این بحران‌ها عمل می‌کنند و ضرورت مدیریت بهینه آنها به عنوان عامل بازدارنده در بروز این چالش‌ها، انکارناپذیر است. مدیریت ذخایر ارزی، به دلیل پیچیدگی‌های ذاتی بازارهای پولی و مالی بین‌المللی، تنوع گسترده روش‌های ارزیابی و سنجش کمی ریسک و بازده، و شرایط و امکانات پولی و مالی متفاوت هر کشور، در مقایسه با سایر حوزه‌های اقتصادی، از ظرافت‌ها و دشواری‌های

بیشتری برخوردار است. (رجبی خانقاه و همکاران، ۱۴۰۰). در حالی که اصول کلی مدیریت ریسک ارزی در کشورهای مختلف تا حدودی مشابه است، تنوع شرایط اقتصادی، اجتماعی و سیاسی هر کشور ایجاب می‌کند که این اصول به صورت انعطاف‌پذیر و متناسب با شرایط خاص هر کشور یا دسته‌بندی از کشورها، اعمال شوند. عامل زمان در سری‌های زمانی داده‌های مالی نقشی حیاتی ایفا می‌کند و از این رو، اتخاذ رویکردی پویا و سازگار با تحولات زمانی برای بهینه‌سازی ذخایر ارزی در هر کشور، ضرورتی اجتناب‌ناپذیر است. (هارپهارن^۴، ۲۰۲۱). در اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور، ترکیب سبد ارزی دائماً در حال تغییر است و این امر، مدیریت ریسک ارزی را به یکی از ارکان کلیدی مدیریت اقتصاد کلان در این کشورها تبدیل می‌کند. حجم بالای ذخایر ارزی، به ویژه در شرایط غیرمنتظره و بحرانی، چالش‌های متعددی را برای مقامات پولی این کشورها به وجود می‌آورد (راد کفترودی و همکاران، ۱۴۰۱). مدیریت ریسک ارزی در اقتصادهای در حال توسعه و نوظهور، نقشی حیاتی در حفظ ثبات اقتصادی، رونق بازار سرمایه و حفظ ارزش پول ملی ایفا می‌کند. با وجود چالش‌های متعددی که در این مسیر وجود دارد، فرصت‌های قابل توجهی نیز برای ارتقای این امر و دستیابی به ثبات و توسعه پایدار در این کشورها فراهم است. مقامات پولی این کشورها با اتخاذ رویکردی فعال، هوشمندانه و مبتنی بر دانش و نوآوری، می‌توانند از این فرصت‌ها به نحو احسن استفاده کرده و مسیر را برای توسعه و پیشرفت اقتصادی هموار سازند.

(بیاتی و همکاران، ۱۴۰۰). با وجود تلاش اقتصادهای نوظهور و اقتصادهای نفتی ایران در جهت مدیریت بهینه ذخایر ارزی خود هنوز این کشور با مشکلاتی در زمینه ذخایر ارزی خود مواجه است زیرا هر چند این کشور تمایل

دارد ذخایر ارزی خود را بر اساس قواعدی تنظیم نمایند که ترکیب آن بهینه باشد، اما شواهد مختلف از جمله آسیب‌پذیری آنها در مواجهه با بحرانهای مالی و توقف ناگهانی جریان ورود سرمایه و یا فرار ناگهانی سرمایه، دلیلی بر بهینه نبودن ترکیب ارزی ذخایر ایران است. در دنیای پیچیده و پویای مالی امروز، بهینه‌سازی پرتفوی سرمایه‌گذاری یکی از چالش‌های اساسی برای سرمایه‌گذاران و مدیران مالی به شمار می‌آید. با توجه به نوسانات بازارهای جهانی و تغییرات سریع اقتصادی، ایجاد تعادل بین بازدهی مناسب و پایداری پرتفوی، نیازمند استفاده از استراتژی‌ها و مدل‌های پیشرفته‌ای است که بتواند به کاهش ریسک‌های مرتبط کمک کند. بنابراین، تحقیق در زمینه بهینه‌سازی پرتفوی و مدیریت ریسک ارزی، می‌تواند به ارائه راهکارهای کاربردی و علمی برای سرمایه‌گذاران و مدیران مالی منجر شود که در نهایت به بهبود عملکرد مالی و افزایش پایداری اقتصادی منجر خواهد شد. از این رو هدف اصلی این تحقیق بهینه سازی پرتفوی گویا و پایدار و مدیریت ریسک ارزی می‌باشد.

۲- اهمیت و ضرورت انجام تحقیق

این تغییرات به ویژه برای کشورهای با بازارهای نوظهور و در حال توسعه با سرعت بیشتری رخ می‌دهد. از طرف دیگر، برخی پژوهشگران معتقدند که داشتن یک سبد ارزی بهترین گزینه برای حفظ منافع اقتصادی کشور در برابر نوسانات بازارهای ارزی است. آن‌ها استدلال می‌کنند که در صورت بهینه بودن سبد ارزی، خسارت ناشی از سقوط ارزش یک ارز در برابر سایر ارزها به حداقل می‌رسد و سبد ارزی به عنوان ابزاری مناسب در مقابل هرگونه تهدید پولی و ارزی عمل خواهد کرد. بهینه‌سازی پرتفوی گویا و پایدار و مدیریت ریسک ارزی یکی از موضوعات حیاتی در حوزه سرمایه‌گذاری است. این موضوع اهمیت ویژه‌ای دارد زیرا با

^۴ Hariharan

۳- سؤالات تحقیق

- ۱- چگونه می توان با استفاده از الگوریتم های بهینه سازی و بر اساس معیار ریسک، سبد ارزی را مدیریت کرد؟
- ۲- چگونه می توان وزن بهینه هر ارز را در سبد ارزی تعیین نمود؟
- ۳- چگونه می توان حداکثر زیان ناشی از نگهداری ارزها را در سبد ارزی در یک افق زمانی آینده تخمین زده می شود؟

۴- پیشینه داخلی و خارجی

- طوماری و همکاران (۱۴۰۲)، در تحقیقی با عنوان انتخاب پورتفوی ارزی بانک در راستای کاهش ریسک وضعیت بازار ارزی به این نتیجه رسید میانگین شارپ به دست آمده از پرتفوی های روی مرز کارا بین سه روش ارائه شده است که با توجه به مقادیر به دست آمده درمی یابیم اختلاف معنی داری در سطح اطمینان ۹۵ درصد آماری بین میانگین سه روش ارائه شده وجود دارد که طی آن مدل Copula GARCH VaR رتبه بالاتری دارد.
- عبدالباقی و همکاران (۱۴۰۱)، پژوهشی با عنوان پوشش ریسک نوسانات شاخص صنایع شرکتهای پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران بر مبنای پرتفوی های ترکیبی شاخص طلا و ارز انجام دادند ، نتایج حاکی از همبستگی ارز، طلا و بازده صنایع مختلف بورس می باشد، بطوریکه طلا و ارز یک پوشش ریسک برای شاخص کل بحساب می آید.
- بیاتی و همکاران (۱۴۰۰)، تحقیقی با عنوان طراحی مدل ارزیابی ریسک و تعیین پرتفوی بهینه ارزی بانکها تحت معیار ارزش در معرض ریسک و تکنیک میانگین متحرک موزون نمایی انجام دادند نتایج نشان می دهد که در صورتی که سهم ارزهای یاد شده در سبد

توجه به نوسانات بازار ارز و تغییرات اقتصادی جهانی، سرمایه گذاران نیاز به راهکارهایی برای کاهش ریسک و افزایش بازده دارند بهینه سازی پرتفوی و مدیریت ریسک ارزی نیازمند دانش فنی، تجزیه و تحلیل دقیق بازار، و درک عمیق از عوامل اقتصادی و سیاسی است. بنابراین، تحقیقات در این زمینه برای توسعه ابزارها و روش های جدید برای بهینه سازی پرتفوی و مدیریت ریسک، اهمیت فراوانی دارد بهینه سازی پرتفوی به سرمایه گذاران کمک می کند تا ترکیبی از دارایی ها را انتخاب کنند که حداکثر بازدهی ممکن را در سطح معینی از ریسک ارائه دهد. این امر منجر به استفاده بهینه از منابع مالی و دستیابی به اهداف مالی بلندمدت می شود. این موضوع آسیب پذیری اقتصاد داخلی را به دلیل تکان های خارجی و عدم تأمین مالی برای کسری تراز پرداخت ها تشدید می نماید و منجر به انتقال اثر این تکان ها به درون اقتصاد ملی و تأثیر منفی بر رشد اقتصادی کشور می گردد. در نتیجه، در چند سال گذشته، مطالعات در زمینه بهینه سازی سطح و ترکیب ذخایر ارزی به عنوان یکی از موضوعات مهم در دستور کار مقامات ارزی کشورها بوده است. این موضوع به خصوص با ظهور یورو به عنوان ارز شماره دو در بازارهای ارز و کاهش جایگاه دلار، به عنوان یک دغدغه مطرح شده است. آمار نشان می دهد که دلار و یورو بخش عمده ای از ذخایر ارزی بانک های مرکزی اقتصادهای نوظهور و در حال توسعه را تشکیل می دهد. بهینه سازی سهم این ارزها در شرایط بحرانی موضوعی قابل توجه است و کشورها به خصوص با حجم بالای ذخایر ارزی، به دنبال بهینه سازی ذخایر خود با استفاده از روش های علمی هستند تحقیق در زمینه بهینه سازی پرتفوی گویا و پایدار و مدیریت ریسک ارزی از اهمیت بالایی برخوردار است زیرا این دو حوزه تاثیر مستقیم بر عملکرد مالی و پایداری سرمایه گذاری ها دارند.

- ویبیرالسکی و همکاران (۲۰۲۰)، در پژوهش کاربرد مبادله نرخ بهره متقابل ارز در مدیریت ریسک بلند مدت ارز این نتایج را به دست آوردند که ابزار تجزیه و تحلیل شده انتظارات را از نظر پوشش جریان های نقدی شرکت برآورده می کند، و همچنین ممکن است به دلیل تفاوت نرخ موجود تفاوت بیشتری ایجاد کند.

۵- روش تحقیق

این تحقیق یک چارچوب تخصیص دارایی مبتنی بر چند ارز را در نظر می گیرد. با تکیه بر این مدل، مسائل بهینه سازی جداگانه و مشترک را برای بهینه سازی وزن دارایی و ارز فرموله می شوند، نسخه های منظم مسائل تخصیص دارایی بین المللی را معرفی و راه حل های عددی از نظر الگوریتم های برنامه نویسی درجه دوم ارائه می شود.

بازده پرتفوی پوشش داده شده

فرض کنید P_{it} نشان دهنده قیمت یک دارایی i در زمان t باشد که به ارز محلی بیان می شود، و $R_{i,t+1}$ نشان دهنده بازگشت ساده این دارایی در طول دوره t به $t+1$ با توجه به ارز داخلی دلخواه است، $SC_{i,t}$ نشان دهنده نرخ مبادله لحظه ای ارز داخلی به واحد پول خارجی است C_i در زمان t ، که در آن C_i نشان دهنده دارایی ارز خارجی i است. فرض کنید $ec_{i,t=1}$ نشان دهنده بازگشت ارز از t به $t+1$ یک ارز C_i نسبت به پول داخلی باشد. یک سرمایه گذار بین المللی نگران بازدهی است که به واحد پول داخلی خود بیان می شود. بدین ترتیب، یک بازده پوشش نشده $\tilde{R}_{i,t+1}^u$ یک دارایی i توسط فرمول زیر بیان می شود. (۱)

$$\begin{aligned}\tilde{R}_{i,t+1}^u &= \frac{P_{i,t=1} S_{c1,t+1}}{P_{i,t} S_{c1,t}} - 1 \\ &= R_{i,t+1} + e_{c1,t+1} \\ &\quad + R_{i,t+1} e_{i,t+1}\end{aligned}$$

ارزی بیش از ارقام حاصل باشد، حداکثر زیان مورد انتظار روی پرتفو ارزی در طول افق زمانی و در سطح اطمینان مورد نظر افزایش می یابد. همچنین سایر ارزها پر خطر بوده، لذا بانک ملت برای نگهداری آنها، بیشتر باید بر اساس نیازهای مبادلاتی خود برنامه ریزی نماید.

- بورکهارت و همکاران (۲۰۲۳)، در پژوهشی تحت عنوان بهینه سازی پرتفوی بین المللی و مدیریت ریسک ارزی این نتایج دست پیدا کردند، این یافته ها رویه رایج به کارگیری استراتژی های همپوشانی ارز را به چالش می کشند و پتانسیل سودهای اضافی در بازده تعدیل شده با ریسک را از طریق بهینه سازی مشترک دارایی ها و ارزها برجسته می کنند.

- خاربندا و همکاران (۲۰۲۳)، تحقیقی تحت عنوان مدیریت ریسک ارز درهند از طریق پوشش ریسک انجام دادند نتایج فوروارد یک ماهه را به عنوان مؤثرترین ابزار مشتقه برای مدیریت ریسک ارزی که خزانه داران شرکت های مواجه با این ریسک باید از آن استفاده کنند، معرفی می کند. در پی افزایش اهمیت و تاکید بر ارزیابی اثربخشی پوشش ریسک، این نتایج برای خزانه داران شرکت ها و سیاست گذاران برای درک و شناسایی مدل های بهتر برای اندازه گیری اثربخشی پوشش ریسک مفید است.

- کارلن (۲۰۲۲)، در تحقیق تحت عنوان مدیریت ریسک ارز در بانک مدیریت ارزش در بانک، نتایج تحقیق نشان می دهد که هدف از این تحقیق برجسته کردن جنبه هایی است که شامل مدیریت ریسک ارز در بانک، روش های مورد استفاده در مدیریت مؤثر ریسک ارزی موجود، توصیف استراتژی های مدیریت ریسک ارز است.

این تحقیق با مشخص کردن یک مسئله بهینه سازی پورتفوی جداگانه شروع می کند. با استفاده از فرمول زیر انتظارات بازده دارایی کاملاً پوشش دهی شده و بازده مازاد آتی ارز (یعنی ناشی از بازده قراردادهای آتی ارز وارد شده) را نشان دهیم. (۳)

$$\mu^a = E(\tilde{R}_{t+1}^{fh}) \text{ and } \mu^c = E(f_t - e_{t+1})$$

عبارت Σ^a به نشان دهنده ماتریس کوواریانس $(N \times N)$ بازده دارایی کاملاً پوشش دهی شده و ماتریس کوواریانس $(M \times M)$ بازده اضافی مازاد ارز است که برابر عبارت زیر می باشد:

$$\Sigma^a = \text{Var}(\tilde{R}_{t+1}^{fh}) \text{ and } \Sigma^c = \text{Var}(f_t - e_{t+1})$$

علاوه بر این، Σ^{ac} را به عنوان ماتریس کوواریانس متقاطع $(N \times M)$ بین بازده دارایی و ارز تعریف می کنیم که برابر عبارت زیر می باشد:

$$\Sigma^{ac} = \text{Cov}(\tilde{R}_{t+1}^u, f_t - e_{t+1})$$

عبارت $\gamma > 0$ نشان دهنده ضریب ریسک گریزی نسبی است. سپس مسئله بهینه سازی پورتفوی بین المللی بصورت زیر می باشد. (۴)

$$\begin{aligned} x_t^* &= \arg \max_{x_t} \left\{ E(\tilde{R}_{p,t+1}^{fh}) - \frac{\gamma}{2} \text{Var}(\tilde{R}_{p,t+1}^{fh}) \right\} \\ &= \arg \max_{x_t} \left\{ x_t^T \mu^a - \frac{\gamma}{2} x_t^T \Sigma^a x_t \right\} \\ &\text{subject to } x_t^T \mathbf{1}_N = 1, \\ | x_t^* &= \arg \max_{\phi_t} \left\{ E(\tilde{R}_{p,t+1}^h) - \frac{\gamma}{2} \text{Var}(\tilde{R}_{p,t+1}^h) | x_t^* \right\} \\ &= \arg \max_{\phi_t} \left\{ \phi_t^T \mu^c - \frac{\gamma}{2} \phi_t^T \Sigma^c \phi_t - \gamma x_t^{*T} \Sigma^{ac} \phi_t | x_t^* \right\} \end{aligned}$$

اولین مرحله بهینه سازی، بهینه سازی میانگین واریانس استاندارد پرتفوی دارایی است. در اینجا، ارزها در نظر گرفته نمی شوند و هدف بهینه سازی مبادله میانگین واریانس برای پرتفوی کاملاً پوشش داده شده است. در مرحله دوم بهینه سازی، مرحله همپوشانی ارز، یک سرمایه گذار هدف میانگین واریانس را مشروط به وزن دارایی های تعیین شده از قبل تعیین شده (یعنی همانطور که در مرحله اول بهینه سازی به دست آمد)، با بازده پوشش داده شده به عنوان هدف مورد علاقه، حداکثر می کند. در اینجا، همچنین همبستگی بین دارایی های

که در آن، فرض می کنیم که هیچ تعادلی بین t و $t+1$ صورت نمی گیرد. توجه داشته باشید که بازده دارایی پوشش نشده به ارز داخلی به صورت مجموع بازده دارایی به ارز محلی (یعنی $R_{i,t+1}$)، بازده نرخ تبدیل ارز (یعنی $e_{c1,t+1}$) و ترم متقاطع (مرتبه دوم) بین این دو می باشد.

اکنون، سرمایه گذاری را در نظر بگیرید که دارای پورتفوی P متشکل از دارایی های $N \in \mathbb{N}$ است. این دارایی ها را می توان به ارزهای مختلف $c = I, 2, \dots, K+I$ که در آن $c = I$ نشان دهنده واحد پول داخلی است. نشان داد. این بدان معناست که با سرمایه گذاری در این دارایی ها، سرمایه گذار می تواند، در کنار پول داخلی، در معرض تلویحی تا $K \leq N$ ارزهای خارجی قرار بگیرد. بازده پرتفوی سرمایه گذار به ارز داخلی با میانگین وزنی بازده دارایی منفرد نشان داده می شود. با $X_{i,t}$ ، وزن نسبی ثروت سرمایه گذاری شده در دارایی $i = 2, \dots, N$ و نگهداری از t تا $t+1$ نشان داده می شود. سپس، بازده پرتفوی پوشش نشده $\tilde{R}_{p,t+1}^u$ با بیان می شود. (۵)

$$\tilde{R}_{p,t+1}^u = \sum_{i=1}^N x_{i,t} \tilde{R}_{i,t+1}^u$$

بهینه سازی پورتفوی بین المللی

مشکل تخصیص دارایی بین المللی شامل انتخاب ترکیبی از سرمایه گذاری در دارایی ها و ارزها است. وزن های متناظر x_t و ϕ_t همانطور که در این تحقیق نشان داده شد، به گونه ای تعیین می شوند که یک تابع هدف معین را به حداکثر برسانند. این تحقیق از یک تابع هدف میانگین واریانس کلاسیک استفاده می کند و دو مشکل بهینه سازی ممکن را که در تنظیمات بهینه سازی پورتفوی بین المللی ایجاد می شوند، فرموله می کند: الف) همپوشانی ارز، که در آن ابتدا موقعیت دارایی تعیین می شود و سپس با توجه به موقعیت دارایی انتخاب شده، وزن ارز بهینه می شود.

ب) تنظیم بهینه سازی مشترک که در آن دارایی ها و ارزها در یک بهینه سازی واحد تعیین می شوند.

پرتفوی چند ارزی

پرتفوی چند ارزی، پرتفولیویی است که مقداری یا احتمالاً تعداد زیادی از اوزان پورتفوی روی صفر تنظیم شده است. این یک ویژگی مطلوب است، به خصوص زمانی که جهان دارایی بزرگ است. علاوه بر این، صفر کردن برخی از اوزان دارای مزایای بالقوه کاهش هزینه های تراکنش است. ایده پرتفوی در ادبیات مالی مورد مطالعه قرار گرفته است، بریتن جونز (۱۹۹۹)، یک آزمون F را برای آزمایش اینکه آیا چندین وزن دارایی از نظر آماری با صفر متفاوت هستند معرفی کرد. رویکرد دیگری توسط گارپی و همکاران ارائه شده است. (۲۰۰۷)، که پیشنهاد می کنند تمام وزن های پرتفوی را صفر (یعنی فقط سرمایه گذاری در دارایی های بدون ریسک) زمانی که نسبت شارپ مجذور از نظر آماری با صفر متفاوت نیست، تنظیم شود. پراکندگی با محدود کردن هنجار برداری l^1 وزن نمونه کارها به مسئله بهینه سازی پورتفوی وارد می شود. که در آن l^1 بصورت زیر تعریف می شود.

$$\|x\|_1 = \sum_{i=1}^N |x_i|$$

پراکندگی از این واقعیت ناشی می شود که پورتفوی بهینه معمولاً در یکی از گوشه های ناحیه محدودیت قرار دارد، جایی که یک یا چند وزن برابر با صفر است. در کنار پراکندگی، مزایای بالقوه متعددی برای معرفی یک محدودیت در l^1 هنجار وزن های پورتفوی وجود دارد. چنین محدودیتی می تواند با کاهش حساسیت بهینه سازی به هم خطی های بالقوه بین دارایی ها، ثبات را در یک سبد القا کند. از طریق معرفی محدودیت، تخمین مغرضانه می شود. با این حال، پتانسیل بهبود عملکرد پورتفوی خارج از نمونه را از طریق مبادله بایاس-واریانس دارد. علاوه بر این، محدودیت همچنین میزان فروش کوتاه مجاز در سبد را محدود می کند، بکه از نظر عملی یک ویژگی مطلوب است. مزیت دیگر این است که محدودیت را می توان به عنوان یک پروکسی برای هزینه های تراکنش مشاهده کرد.

واحد و ارزها در نظر گرفته می شود. مسئله بهینه سازی در مقایسه با بهینه سازی جداگانه ابعاد بالاتری دارد. به این ترتیب، بیشتر مستعد عدم قطعیت پارامتر و برازش بیش از حد است، که به طور بالقوه می تواند منجر به بدتر شدن عملکرد نمونه کارها در خارج از نمونه شود. برای مقابله با این مشکل، در بخش بعدی، قانون گذاری مشکل تخصیص دارایی بین المللی را معرفی می کنیم.

پرتفوی بین المللی کم و پایدار

راه حل های مسئله بهینه سازی جداگانه و مشترک به بازده و واریانس واقعی مورد انتظار بستگی دارد که عموماً ناشناخته هستند. یکی از روش های رایج استفاده از نمونه های مشابه $\hat{\mu}$ و $\hat{\Sigma}$ به جای پارامترهای واقعی μ و Σ است. با این حال، این رویکرد تمایل به عملکرد ضعیف در خارج از نمونه دارد. این دلیلی برای معرفی روش های جایگزینی است که با مشکل عدم قطعیت پارامتر در بهینه سازی سبد بین المللی سروکار دارند. این بخش برخی از برنامه های افزودنی را برای چارچوب واریانس میانگین استاندارد معرفی می کند و آنها را در زمینه مسئله بهینه سازی سبد چند ارزی ترجمه می کند. این تحقیق با تمرکز بر پراکنده بودن وزن دارایی و ارزش شروع می کند، پرتفوی های بین المللی پایدار را معرفی می کنیم و متعاقباً این دو را در یک رویکرد تخصیص دارایی بین المللی ترکیب می کنیم.

می تواند به طور قابل توجهی عملکرد محقق شده پرتفوی را کاهش دهد. لدویت و ولف (۲۰۰۳) نشان می دهند که بی ثباتی به خطاهای تخمین ماتریس کوواریانس نمونه و معکوس آن برای محاسبه پرتفوی کارآمد میانگین واریانس مربوط است. معکوس به ویژه در حضور چند خطی مشکل ساز می شود. این بی ثباتی رویکردهای متعددی را در ادبیات ایجاد می کند که هدف آن محدود کردن پورتفوی به گونه ای است که ثبات را القا کند و در نتیجه مشکل عدم قطعیت پارامتر را کاهش دهد. یک رویکرد شناخته شده برای کوچک کردن ماتریس کوواریانس در لدویت و ولف (۲۰۰۴) پیشنهاد شده است.

بهینه سازی پرتفوی بین المللی جداگانه و پایدار با انقباض ماتریس کوواریانس بصورت زیر نشان داده می شود (۶)

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_i^* &= \arg \min_{\mathbf{x}_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} \mathbf{x}_i^T \hat{\Sigma}_s^a \mathbf{x}_i - \mathbf{x}_i^T \hat{\mu}^a \right\}, \\ \text{subject to} \quad & \mathbf{x}_i^T \mathbf{1} = 1, \\ \phi_i^* | \mathbf{x}_i^* &= \arg \min_{\phi_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} \phi_i^T \hat{\Sigma}_s^c \phi_i - \phi_i^T \hat{\mu}^c \mid \mathbf{x}_i^* \right\}, \\ \text{subject to} \quad & \mathbf{A} \phi_i = 1, \end{aligned}$$

with

$$\mathbf{A} = \begin{pmatrix} \mathbf{1} & \mathbf{0} \end{pmatrix}, \quad \hat{\Sigma}^c = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_i^{*T} \hat{\Sigma}_s^a \mathbf{x}_i^* & \mathbf{x}_i^{*T} \hat{\Sigma}^{ac} \\ (\mathbf{x}_i^{*T} \hat{\Sigma}^{ac})^T & \hat{\Sigma}_s^c \end{pmatrix}, \text{ and } \hat{\mu}^c = \begin{pmatrix} \mathbf{x}_i^{*T} \hat{\mu}^a \\ \hat{\mu}^c \end{pmatrix}$$

در اینجا، محدودیت برابری خطی در مرحله دوم بهینه سازی، به سادگی اجبار می کند که وزن تخصیص یافته به پرتفوی دارایی برابر با یک باشد و بهینه سازی فقط با توجه به وزن ارز انجام می شود.

ماتریس های $\hat{\Sigma}_s^a$ و $\hat{\Sigma}_s^c$ از طریق معادله (۶) محاسبه می شوند. به موجب آن هدف انقباض و شدت انقباض همانطور که در ولف (۲۰۰۴) پیشنهاد شده است محاسبه می شود. بهینه سازی سبد مشترک بین المللی پایدار با انقباض ماتریس کوواریانس بصورت زیر می باشد. (۷)

$$\begin{aligned} \theta_i^* &= \arg \min_{\theta_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} \theta_i^T \hat{\Sigma}_s \theta_i - \theta_i^T \hat{\mu} \right\}, \\ \text{subject to} \quad & \theta_i^T \mathbf{q}_{N,M} = 1. \end{aligned}$$

در مرحله بعد، یک مشکل بهینه سازی پرتفوی بین المللی را مشخص می کنیم. یک مسئله بهینه سازی جداگانه را همانطور که در معادله (۴) تعریف شده در نظر بگیرید. مطابق با ادبیات قانون گذاری، ما مسئله بهینه سازی را از نظر کمینه سازی مطرح می کنیم و جریمه هنجاری l^1 را مستقیماً در تابع هدف معرفی می کنیم. بهینه سازی پراکنده جداگانه توسط داده شده است. (۵)

$$\begin{aligned} \mathbf{x}_i^* &= \arg \min_{\mathbf{x}_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} \mathbf{x}_i^T \hat{\Sigma}_s^a \mathbf{x}_i - \mathbf{x}_i^T \hat{\mu}^a + \lambda_1^a \|\mathbf{x}_i\|_1 \right\} \\ \text{subject to} \quad & \mathbf{x}_i^T \mathbf{1}_N = 1, \\ \phi_i^* | \mathbf{x}_i^* &= \arg \min_{\phi_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} \phi_i^T \hat{\Sigma}_s^c \phi_i - \phi_i^T \hat{\mu}^c + \gamma \mathbf{x}_i^{*T} \hat{\Sigma}^{ac} \phi_i + \lambda_1^c \|\phi_i\|_1 \mid \mathbf{x}_i^* \right\} \end{aligned}$$

که در آن نماد $\hat{\mu}^a$ نشان دهنده یک تخمین نمونه است و پارامترهای λ_1^a و λ_1^c به ترتیب بر جریمه دارایی ها و ارزها حاکم هستند. استفاده از دو پارامتر مجزا برای دارایی ها و ارزها امکان کالیبراسیون دقیق تری از مدل را با مسئله بهینه سازی پورتفوی بین المللی فراهم می کند. یک پارامتر واحد برای هر دو نشان می دهد که هر دو باید به یک شکل رفتار شوند، یعنی ارزها فقط دارایی های دیگری هستند. با این حال، همانطور که در بالا توضیح داده شد، فقط دارایی ها محدود به جمع کردن یک هستند. علاوه بر این، هزینه های مبادله برای ارزها معمولاً کمتر از هزینه های سهام است. تفسیر محدودیت کمند به عنوان نماینده ای برای هزینه های تراکنش نیز انگیزه ای برای ساختار جریمه جداگانه فراهم می کند. ویژگی پراکندگی ناشی از محدودیت کمند همچنین می تواند بیانگر این باشد که احتمالاً بسیاری از وزن های ارز می توانند برابر با صفر شوند

سبد چند ارزی پایدار

ثبات وزن پرتفوی یکی دیگر از ویژگی های مطلوب سرمایه گذار است. پورتفوی کارآمد میانگین واریانس استاندارد نسبت به تغییرات یا خطاها در ورودی ها حساس است و مستعد تولید وزن های شدید است. این در عمل مشکل ساز است، زیرا وزن های ناپایدار پتانسیل ایجاد هزینه های معاملاتی بالایی را در طول زمان دارند که

با پارامترهایی که قبلاً تعریف شده است. مسائل بهینه سازی از معادله (۷) و (۸) به طور مشابه با مسئله درجه دوم تقویت شده و با ماتریس کوواریانس کوچک شده مناسب حل می شوند. به جای استفاده از انقباض کوواریانس برای ساخت پرتفولیوهای، می توان با محدود کردن $\|x\|^2$ -هنجار وزن های پرتفوی، ثبات را به پرتفوی پراکنده القا داد. چنین مشخصاتی که شامل هر دو نوع محدودیت کمند و برآمدگی است که اغلب به عنوان شبکه الاستیک از آن یاد می شود، می تواند با افزودن هر دو عبارت جریمه $\|x\|^2$ و $\|x\|^1$ به تابع هدف میانگین واریانس اجرا شود.

۶- تجزیه و تحلیل اماری

این تجزیه و تحلیل بر اساس داده هایی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ است. این تحقیق ده ارز اصلی بازار توسعه یافته، دلار آمریکا، یورو، ین ژاپن، فرانک سوئیس، پوند انگلیس، دلار کانادا، لیر ترکیه، ون کره، درهم امارات و دلار استرالیا را در نظر می گیرد. همه دارایی ها به یکی از این ارزها تعلق دارند و حداقل یک دارایی به هر ارز در طول تجزیه و تحلیل وجود دارد. جدول ۱ میانگین بازده سالانه و نوسانات سالانه را برای ده ارز نشان می دهد. بازده ها به دلار آمریکا تبدیل می شوند و در برابر هم تایان کاملاً پوشش داده شده خود محک می شوند.

میانگین بازده سالانه بین ۵/۹۴ تا ۱۱/۹۹ درصد است که لیر ترکیه کمترین میانگین بازدهی را با ۵/۹۴ درصد نشان می دهد، در حالی که دلار آمریکا بالاترین میانگین بازدهی را با ۱۱/۹۹ درصد را در دوره نمونه نشان می دهد. نتایج نشان می دهد که پوشش کامل دارایی ها متوسط، بازده کمتری را برای همه بازارها به همراه دارد. علاوه بر این، نوسانات کاملاً پوشش دهی شده برای همه بازارها مقدار کمتری دارد. این نشان می دهد، همانطور که قبلاً در ادبیات بهینه سازی پرتفوی بین المللی مشاهده شد، که پوشش کامل پوشش پتانسیل بهبود طیف ریسک-بازده را با کاهش نوسانات پرتفوی به همراه دارد.

رویکرد دیگر برای القای ثبات در پرتفوی با محدود کردن $\|x\|^2$ هنجار وزن های سبد به دست می آید. این رویکرد به خوبی با انقباض ماتریس کوواریانس شرح داده شده در بالا مرتبط است. در حالی که جریمه $\|x\|^1$ باعث انقباض شدید (یعنی پراکندگی) می شود، جریمه $\|x\|^2$ باعث انقباض صاف (یعنی پایداری) می شود. همانطور که لی (۲۰۱۵) نشان می دهد، اعمال یک نوع محدودیت از نوع پشته معادل کوچک کردن ماتریس کوواریانس به سمت ماتریس هویت است. بنابراین، محدود کردن $\|x\|^2$ هنجار وزن های پرتفوی یا استفاده از برآوردگر انقباض ماتریس کوواریانس می تواند به عنوان دو رویکرد مشابه تفسیر شود.

پرتفوی چند ارزی کم و پایدار

در آخر، ما روش های معرفی شده در بالا را با هم ترکیب می کنیم و پرتفویهای بین المللی ایجاد می کنیم که هم پراکنده و هم پایدار هستند. ما با بهینه سازی جداگانه شروع می کنیم و پراکندگی را همانطور که توسط جریمه $\|x\|^1$ القا می شود، بهینه سازی پرتفوی بین المللی جداگانه با انقباض ماتریس کوواریانس بصورت زیر می باشد. (۷)

$$\begin{aligned} x_i^* &= \arg \min_{x_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} x_i^T \hat{\Sigma}_s x_i - x_i^T \hat{\mu}^a + \lambda_1^a \|x_i\|_1 \right\}, \\ \text{subject to} \quad & x_i^T \mathbf{1} = 1, \\ \varphi_i^* | x_i^* &= \arg \min_{\varphi_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} \varphi_i^T \hat{\Sigma}_s \varphi_i - \varphi_i^T \hat{\mu}^c + \lambda_1^c \|\varphi_i\|_1 | x_i^* \right\}, \\ \text{subject to} \quad & A \varphi_i = 1, \end{aligned}$$

with

$$A = \begin{pmatrix} 1 & 0 \end{pmatrix}, \quad \hat{\Sigma}^c = \begin{pmatrix} x_i^{*T} \hat{\Sigma}_s x_i^* & x_i^{*T} \hat{\Sigma}^{ac} \\ (x_i^{*T} \hat{\Sigma}^{ac})^T & \hat{\Sigma}^c \end{pmatrix}, \quad \text{and} \quad \hat{\mu}^c = \begin{pmatrix} x_i^{*T} \hat{\mu}^a \\ \hat{\mu}^c \end{pmatrix}.$$

در اینجا، $\hat{\Sigma}_s^c$ و $\hat{\Sigma}_s^a$ برآوردگرهای انقباض ماتریس کوواریانس هستند. با هدف انقباض و شدت انقباض همانطور که در ولف (۲۰۰۴) پیشنهاد شده است. به طور معادل، بهینه سازی پرتفوی بین المللی مشترک با انقباض ماتریس کوواریانس بصورت زیر می باشد. (۸)

$$\begin{aligned} \theta_i^* &= \arg \min_{\theta_i} \left\{ \frac{\gamma}{2} \theta_i^T \hat{\Sigma}_s \theta_i - \theta_i^T \hat{\mu} + \|S \theta_i\|_1 \right\}, \\ \text{subject to} \quad & \theta_i^T \mathbf{q}_{N,M} = 1, \end{aligned}$$

همبستگی بین بازده ارزها را گزارش می کند. نتایج نشان می دهد که همه بازده های ارز دارای همبستگی مثبت هستند. علاوه بر این، نتایج نشان می دهد که دلار آمریکا تقریباً همبستگی بیشتری با ارزها نشان می دهند.

جدول (۱) میانگین بازده و نوسانات سالانه ارزها

میانگین بازده سالانه (%)		نوسانات سالانه (%)	
بدون پوشش	کاملاً پوشش داده شده	بدون پوشش	کاملاً پوشش داده شده
دلار آمریکا	11.997	20.442	
یورو	10.693	22.270	16.765
ین ژاپن	9.574	17.790	15.207
فرانک سوئیس	8.910	19.987	17.187
پوند انگلیس	9.532	17.702	15.298
دلار کانادا	10.814	14.908	12.972
لیر ترکیه	5.914	24.532	20.955
ون کره	9.096	21.168	18.152
درهم امارات	10.491	14.207	12.383
دلار استرالیا	9.350	18.530	15.811

جدول (۲) همبستگی بین بازده ارزها

دلار آمریکا	یورو	ین ژاپن	پوند انگلیس	دلار کانادا	لیر ترکیه	ون کره	درهم امارات	دلار استرالیا
1								
0.673	1							
0.759	0.386	1						
0.55	0.268	0.78	1					
0.214	0.288	0.427	0.383	1				
0.963	0.659	0.772	0.543	0.098	1			
0.809	0.458	0.529	0.533	0.12	0.782	1		

ون کره	0.697	0.515	0.818	0.641	0.607	0.685	0.549	1	
درهم امارات	0.884	0.561	0.678	0.608	0.099	0.879	0.898	0.768	1
دلار استرالیا	0.917	0.762	0.691	0.59	0.245	0.904	0.756	0.685	0.851

جدول ۳ همبستگی متقابل بین بازده و نوسانات را گزارش می کند که هر سلول نشان دهنده همبستگی بین بازده و نویان هر ارز در بازه مورد نظر می باشد. نتایج نشان می دهد که همه بازده های ارز دارای همبستگی مثبت هستند. علاوه بر این، بین دلار آمریکا با سایر ارزها همبستگی بالایی را در بازه ارز نشان می دهند.

جدول (۳) همبستگی متقابل بین بازده و نوسانات

دلار آمریکا	دلار استرالیا	دلار ژاپن	دلار کانادا	لیر ترکیه	پوند انگلیس	فرانک سوئیس	یورو	درهم امارات	ون کره
0.384	0.091	0.734	0.81	0.91	0.309	0.738	0.635	0.582	0.676
0.114	0.481	0.659	0.48	0.612	0.075	0.531	0.429	0.301	0.446
0.196	0.231	0.681	0.485	0.66	0.292	0.492	0.414	0.313	0.514
0.119	0.324	0.425	0.313	0.519	0.069	0.299	0.373	0.221	0.444
0.49	0.318	0.084	0.179	0.121	0.126	0.2	0.119	0.398	0.199
0.441	0.154	0.771	0.828	0.904	0.317	0.754	0.655	0.607	0.682
0.575	0.09	0.522	0.798	0.807	0.233	0.718	0.571	0.662	0.668
0.238	0.334	0.607	0.531	0.705	0.29	0.502	0.325	0.276	0.412
0.636	0.058	0.697	0.901	0.936	0.405	0.832	0.596	0.724	0.764
0.382	0.169	0.802	0.73	0.829	0.303	0.712	0.639	0.558	0.709

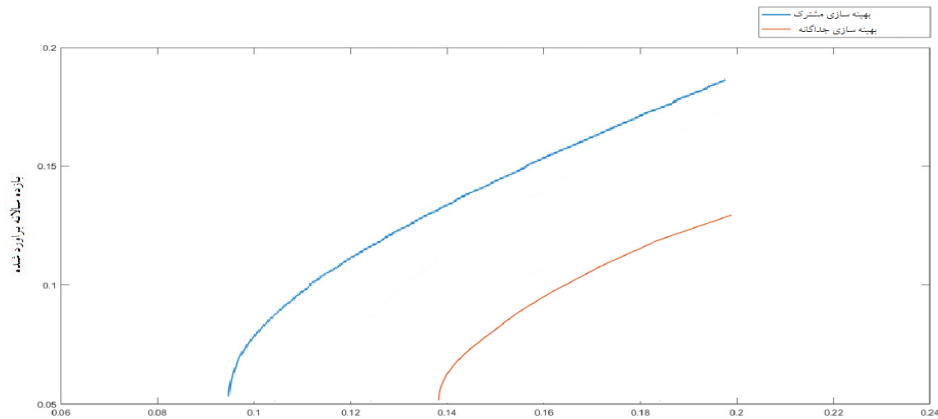
این امر این است که رویکرد همپوشانی ارز فقط همبستگی بین بازده پرتفوی دارایی و بازده ارز را در نظر می گیرد. از این رو، رویکرد همپوشانی ارز را می توان به عنوان نوعی کاهش ابعاد در نظر گرفت. با توجه به جدول ۳ واضح است که برای دوره تحت پوشش مجموعه داده ها، همبستگی

توجه داشته باشید که همبستگی های ارزی، همانطور که در جدول ۲ نشان داده شده است، هم در مسائل بهینه سازی جداگانه و هم در مسائل مشترک در نظر گرفته می شود، در حالی که همبستگی های متقابل بین ارزها و دارایی ها فقط در بهینه سازی مشترک در نظر گرفته می شود. دلیل

نشان می‌دهد. مزایای بالقوه بهینه سازی مشترک بیشتر در شکل ۱ نشان داده شده است، که مرزهای کارآمد درون نمونه را برای مسائل بهینه سازی سبد بین المللی جداگانه و مشترک نشان می‌دهد.

های متقابل از صفر متفاوت است و مقادیر تا ۰,۷۶ را برای همبستگی بین ارزشهای محلی عدد می‌گیرد. بنابراین، رویکرد بهینه‌سازی مشترک در این تحقیق پیشنهاد می‌شود.

همچنین شکل زیر مرزهای کارآمد درون نمونه را برای مجموعه داده‌های ۱۰ ارز در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰



شکل ۱- زیر مرزهای کارآمد درون نمونه

۶-۱- تجزیه و تحلیل خارج از نمونه

در این بخش، عملکرد خارج از نمونه رویکردهای بهینه‌سازی سبد بین‌المللی منظم بررسی می‌شود. این رویکردها شامل روش‌های پراکنده و پایدار توصیف‌شده و همچنین معیارهای میانگین واریانس استاندارد و معیارهای پرتفوی $1/N$ است. در این قسمت محدودیت‌های به روش بهینه‌سازی اضافه شده است. چنین محدودیت‌هایی برای مسئله بهینه‌سازی پرتفوی بین‌المللی منحصربه‌فرد هستند و با ملاحظات عملی ناشی از محدودیت‌های قانونی بالقوه بنا شده اند. برای این قوانین پرتفوی، حداکثر قرار گرفتن خالص ارز با ۳۰٪ از ارزش کل پرتفوی محدود می‌شود. فهرست محدودیت‌های بهینه سازی سبد بین المللی منظم تحلیل شده خارج از نمونه به شرح زیر است:

MV : نمونه کارها میانگین واریانس کلاسیک (بدون قاعده‌بندی).

از آنجایی که این تجزیه و تحلیل به صورت نمونه انجام می‌شود (یعنی همان داده ها برای تخمین و ارزیابی عملکرد استفاده می‌شود)، واضح است که رویکرد بهینه سازی مشترک، طبق تعریف، باید نتایج بهتری را در مقایسه با رویکرد بهینه سازی جداگانه ارائه دهد. رویکرد جداگانه به وضوح کمتر از حد مطلوب است، زیرا وابستگی بین نوسانات و بازده را در نظر نمی‌گیرد، دو مرز در شکل ۱ در صورتی که بازده و نوسانات همبستگی نداشته باشند برابر خواهند بود. در این حالت، بهینه سازی مشترک و جداگانه، مقدار یکسانی از اطلاعات را در نظر می‌گیرد. از آنجا که با توجه به نمودار حالت، بهینه سازی جداگانه همواره کمتر از حالت بهینه سازی مشترک بر اساس تجزیه و تحلیل تجربی حالت بهینه سازی مشترک پیشنهاد می‌شود

$NC1$: پورتفوی پراکنده که با تحمیل یک محدودیت هنجار l^1 ساخته شده است.

$NC2$: پورتفوی پایدار که با تحمیل یک محدو هنجار l^2 ساخته شده است.

$NCI-CC$: پورتفوی کم و پایدار که با تحمیل یک محدودیت هنجار l^2 و انقباض ماتریس کوواریانس (V) به سمت یک ماتریس همبستگی ثابت معین ساخته شده است.

$NCI-NC2$ پورتفوی کم و پایدار که با محدود کردن هنجار l^1 و l^2 ساخته می شود.

CB : یک قانون بهینه سازی داده شده . همانطور که در بالا مشخص شد با این محدودیت که ارزش مطلق قرار گرفتن در معرض ارز خالص به هر ارز از ۳۰٪ تجاوز نکند. $1/N$: پرتفوی $1/N$ کاملاً پوشش داده شده (یعنی پرتفوی با وزن برابر).

برای هر محدودیت بهینه سازی پرتفوی، یک بهینه سازی جداگانه و یک بهینه سازی مشترک میان دارایی ها و ارزها در یک مرحله بهینه سازی انجام می شود. هدف ارزیابی عملکرد خارج از نمونه روش بهینه سازی مشترک منظم نسبت به روش های بهینه سازی جداگانه و بهینه سازی غیرمنظم است. در حالی که بهینه سازی مشترک بهینه سازی در نمونه را دستیابی می کند، مهم است بررسی شود که آیا این مزیت به سناریوهای خارج از نمونه نیز انتقال پیدا می کند. رویکرد بهینه سازی مشترک نیاز به تخمین وابستگی ها بین دارایی ها و ارزهای تکی دارد. چنین تخمین دقیقی در بهینه سازی جداگانه آسان تر است که در نتیجه می توان آن را به عنوان یک رویکردی دید که به طور ذاتی ابعاد را کاهش می دهد. برای درک بهتر از رویکرد بهینه برای پرتفوی های چند ارز، مهم است عملکرد خارج از نمونه هر دو رویکرد بهینه سازی را تجزیه و تحلیل کنیم. به علاوه، این تحقیق پرتفوی کاملاً پوشش داده شده $1/N$ را به

عنوان یک مرجع بنچمارک ارائه می دهد که به عنوان یک مرجع بدون مدل در ادبیات تخصیص دارایی های بین المللی گسترده ای شناخته می شود. این تحقیق دلار آمریکا را به عنوان ارز پایه در طول تحلیل انتخاب کرده است. و به همین ترتیب تمام نتایج را به دلار آمریکا گزارش می دهد سپس ماتریس هم ارز به موجب قانون بهینه سازی پرتفوی معین شده محاسبه می شود و برای تراکم میانگین از تخمین گذار بیز-اشتاین استفاده می شود.

جدول ۴ نتایج تجزیه و تحلیل خارج از نمونه را نشان می دهد. این جدول یک تجزیه و تحلیل جامع از قوانین پورتفوی را با در نظر گرفتن رویکردهای مختلف بهینه سازی و استراتژی های پوشش دهی ارائه می دهد. در این تحقیق برای هر پورتفوی، نسبت شارپ سالانه را گزارش می کنیم که با SR نشان داده می شود و نسبت $Sortino$ سالانه (SOR)، بازده معادل قطعیت سالانه (CEV)، نوسات سالانه ($Volatility$)، حداکثر بازده سالانه (MD)، نشان داده شده است. گردش دارایی ها و ارزها که به ترتیب با T $urnovea$ و $unoverc$ مشخص شده اند. گردش دارایی گزارش شده در جدول ۴ یک گردش متوسط ماهانه است، همچنین این تحقیق گردش مالی مرتبط با پوشش قرار گرفتن در معرض ارز را ارائه می دهد. قرار گرفتن در معرض ارز خارجی از طریق قراردادهای آتی با تحویل در سررسید آنها محافظت می شود. بنابراین، یک سرمایه گذار در هر زمان t تصمیم جدیدی در مورد میزان قراردادهای آتی ارز وارد شده (یعنی احتمالاً بلند یا کوتاه) می گیرد. بنابراین، گردش مالی برای ارزها به عنوان میانگین در تمام وزن های ارز مطلق محاسبه می شود.

در جدول ۴ موردی بررسی می شوند که بهینه سازی بر روی دارایی ها و ارزها انجام می شود. این جدول شامل رویکردهای بهینه سازی جداگانه و بهینه سازی مشترک است که امکان مقایسه عملکرد این استراتژی ها را می دهد.

(*SOR*)، بازده معادل قطعیت سالانه (*CEV*)، نوسات سالانه (*Volatility*)، حداکثر بازده سالانه (*MD*)، نشان داده شده است. گردش دارایی ها و ارزشها که به ترتیب با *T urnover^a* و *T urnover^c* محاسبه شدند. نتایج به صورت جدول زیر می باشد.

در جدول زیر فهرست محدودیت های بهینه سازی سبد بین المللی منظم تحلیل شده خارج از نمونه که در بالا مشخص شد (*MV* و *NC* و ...) به تفکیک و ترکیب به معادله بهینه سازی پورتفویی بین المللی مشترک با انقباض ماتریس کوواریانس اضاف شدند و بعد از برآورد وزن های بهینه نسبت های *SR* نشان داده می شود و نسبت *Sortino* سالانه

جدول (۴) بهینه سازی بر روی دارایی ها و ارزشها

	<i>SR</i>		<i>SOR</i>		<i>CEV</i>		<i>Volatility</i>		<i>MD</i>		<i>T urnover^a</i>		<i>T urnover^c</i>	
	جداگانه	مشترک	جداگانه	مشترک	جداگانه	مشترک	جداگانه	مشترک	جداگانه	مشترک	جداگانه	مشترک	جداگانه	مشترک
MV	0.428	0.526	0.474	0.611	0.102	0.112	0.297	0.350	0.716	0.761	1.946	2.184	3.262	5.258
MV-CB	0.320	0.492	0.358	0.572	0.089	0.119	0.272	0.281	0.668	0.658	1.923	2.096	2.415	3.663
NC1	0.539	0.584	0.625	0.650	0.129	0.138	0.189	0.223	0.597	0.591	0.595	0.551	1.457	0.937
NC1-CB	0.530	0.585	0.599	0.682	0.127	0.135	0.185	0.197	0.608	0.528	0.567	0.569	1.553	1.281
NC2	0.591	0.640	0.694	0.742	0.138	0.144	0.214	0.210	0.674	0.559	0.509	0.435	0.530	1.364
NC2-CB	0.600	0.597	0.712	0.705	0.138	0.137	0.206	0.201	0.657	0.547	0.510	0.465	0.887	1.776
NC1-CC	0.450	0.534	0.511	0.589	0.119	0.131	0.195	0.224	0.624	0.611	0.681	0.539	1.228	0.879
NC1-CC-CB	0.468	0.597	0.518	0.693	0.121	0.137	0.191	0.198	0.643	0.534	0.631	0.533	1.317	1.224
NC1-NC2	0.576	0.697	0.711	0.845	0.129	0.146	0.168	0.188	0.530	0.519	0.427	0.534	1.751	1.094
NC1-NC2-CB	0.633	0.761	0.768	0.911	0.134	0.152	0.168	0.185	0.541	0.519	0.442	0.486	1.702	1.481
1/N	0.421		0.487		0.116		0.210		0.630		0.117		1.028	

مجزا بررسی می شوند که شامل پوشش ریسک کامل و پوشش ریسک صفر می باشد. این استراتژی ها یک سطح پوشش دهی ثابت را در همه زمان ها و ارزشها حفظ می کنند. نتایج بصورت جدول زیر می باشد.

جدول ۵ بر روی سناریویی تمرکز می کند که در آن بهینه سازی صرفاً بر روی دارایی ها انجام می شود، که نشان دهنده اولین مرحله همپوشانی ارز است. در این قسمت، عملکرد پرتفوی ها با دو استراتژی پوشش ریسک

جدول (۵) بهینه سازی بر روی دارایی ها با پوشش ریسک کامل و پوشش ریسک صفر

	SR		SOR		CEV		Volatility		MD		Turnover ^a		Turnover ^c	
	کامل	صفر	کامل	صفر	کامل	صفر	کامل	صفر	کامل	صفر	کامل	صفر	کامل	صفر
MV	0.309	0.489	0.351	0.579	0.056	0.081	0.186	0.216	0.596	0.688	1.857	1.856	2.481	0
NC1	0.497	0.608	0.584	0.736	0.083	0.101	0.137	0.174	0.563	0.642	0.546	0.540	1.013	0
NC2	0.338	0.479	0.382	0.573	0.065	0.082	0.130	0.162	0.556	0.626	0.467	0.461	1.035	0
NC1-CC	0.384	0.509	0.429	0.581	0.070	0.086	0.150	0.160	0.615	0.614	0.635	0.631	0.922	0
NC1-NC2	0.514	0.600	0.547	0.720	0.082	0.098	0.130	0.167	0.529	0.604	0.378	0.376	0.986	0

MV بهتر عمل می کند. به عنوان مثال، پرتفوی $NCI-NC2-CB$ نسبت به قانون $1/N$ خیلی بهتر عمل می کند که نشان می دهد که با بهینه سازی مشترک عملکرد بهتری دارد. همچنین با توجه به جدول ۵، جایی که بهینه سازی فقط روی دارایی ها با پوشش کامل یا صفر انجام می شود، مشاهده می شود که نسبت شارپ پوشش دهی صفر نسبت به نسبت شارپ پوشش کامل افزایش پیدا می کند.

نتایج از نظر نسبت های سورتینو (SOR) و مشابه نتایج حاصل از نسبت شارپ است. مهم تر از همه، پرتفوهایی که با رویکرد بهینه سازی مشترک ساخته می شوند، به طور مداوم از هم تایان بهینه سازی جداگانه خود بهتر عمل می کنند. قوانینی که دارایی محدودیت هنجار هستند عملکرد بهتری را در خارج از نمونه در مقایسه با معیارهای $1/N$ و MV به دست می آورند. این نشان دهنده اهمیت گنجاندن منظم سازی در فرآیند بهینه سازی پرتفوی بین المللی است. علاوه بر این، عملکرد پرتفوها با افزودن محدودیت های اضافی (یعنی CB) بهبود می یابد. همچنین با توجه به جدول ۵، مشاهده می شود که نسبت سورتینو پوشش دهی صفر نسبت به نسبت سورتینو پوشش کامل افزایش پیدا می کند.

با ارائه نتایج در دو جدول فوق، یک دید جامع از معیارهای عملکرد برای هر قانون پرتفوی با در نظر گرفتن رویکردهای مختلف بهینه سازی و پوشش ریسک ارائه می کنیم.

نتایج جدول ۴ نشان می دهد که پرتفوی های به دست آمده با بهینه سازی مشترک به طور مداوم نسبت های شارپ بالاتری را در مقایسه با هم تایان بهینه سازی جداگانه خود (جدول ۴) و معیارهای پوشش دهی ثابت (جدول ۵) به دست می آورند. به طور متوسط، قوانین بهینه سازی مشترک $8/78$ درصد نسبت شارپ بالاتری نسبت به هم تایان بهینه سازی جداگانه خود دارند.

مقایسه بین قوانین پرتفوی با و بدون کران ارز نشان می دهد که قوانین پرتفویی که شامل محدودیت هایی در مواجهه با ارز مطلق (مانند $NCI-CC-CB$ و $NCI-NC2-CB$) هستند، نسبت به قوانینی که بدون چنین محدودیت هایی (به عنوان مثال، $NCI-CC$ و $NCI-NC2$) از نظر نسبت های شارپ بهتر عمل می کنند. سایر قوانین سب (یعنی مقایسه بین MV و $MV-CB$ در نسبت شارپ) عموماً پس از معرفی محدودیت های ارزی، عملکرد کمی پایین تر از خود نشان می دهند، که برای هر دو رویکرد بهینه سازی جداگانه و مشترک برقرار است. علاوه بر این، کلیه قوانین در نسبت شارپ از معیارهای پرتفوی $1/N$ و

۷- نتایج تحقیق :

- بررسی سوال اول

با توجه به همبستگی بین دارایی‌ها کدام رویکرد بهینه‌سازی پرتفوی بین‌المللی در جهت کاهش نوسانات پرتفوی پیشنهاد می‌شود؟

در مرحله اول بر اساس داده‌های تجربی به بررسی تحقیق پرداخته شد. این تجزیه و تحلیل بر اساس داده‌هایی از سال ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۲ است. این تحقیق ده ارز اصلی بازار توسعه یافته، دلار آمریکا، یورو، ین ژاپن، فرانک سوئیس، پوند انگلیس، دلار کانادا، لیر ترکیه، ون کره، درهم امارات و دلار استرالیا را در نظر می‌گیرد. همه دارایی‌ها به یکی از این ارزها تعلق دارند و حداقل یک دارایی به هر ارز در طول تجزیه و تحلیل وجود دارد.

با توجه به نتایج میانگین بازده سالانه ارزها بین ۵/۹۴ تا ۱۱/۹۹ درصد است که لیر ترکیه کمترین میانگین بازدهی را با ۵/۹۴ درصد نشان می‌دهد، در حالی که دلار آمریکا بالاترین میانگین بازدهی ۱۱/۹۹ درصد را در دوره نمونه نشان می‌دهد. نتایج نشان می‌دهد که پوشش کامل دارایی‌ها متوسط، بازده کمتری را برای همه بازارها به همراه دارد. علاوه بر این، نوسانات کاملاً پوشش‌دهی شده برای همه بازارها مقدار کمتری دارد. این نشان می‌دهد، همانطور که قبلاً در ادبیات بهینه‌سازی پرتفوی بین‌المللی مشاهده شد، که پوشش کامل پتانسیل بهبود طیف ریسک-بازده را با کاهش نوسانات پرتفوی به همراه دارد. نتایج همبستگی بین بازده ارزها نتایج نشان می‌دهد که همه بازده‌های ارز دارای همبستگی مثبت هستند. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که دلار آمریکا تقریباً همبستگی بیشتری با ارزها نشان می‌دهد. همچنین همبستگی متقابل بین بازده و نوسانات نشان می‌دهد که همه بازده‌های ارز دارای همبستگی مثبت هستند. علاوه بر این، بین دلار آمریکا با سایر ارزها همبستگی بالایی را در بازده ارز نشان می‌دهند.

با تجزیه و تحلیل نوسانات سالانه در جدول ۴ مشاهده می‌کنیم که بهینه‌سازی مشترک عموماً نوسانات بالاتری را در مقایسه با قوانین بهینه‌سازی جداگانه نشان می‌دهد. با این حال، همانطور که با افزایش نسبت‌های شارپ و سورتینو مشهود است، این افزایش ریسک با بازده متوسط بالاتر جبران می‌شود. علاوه بر این، هنگام در نظر گرفتن قوانین پرتفوی با محدودیت‌های قرار گرفتن در معرض ارز اضافی در هر دو رویکرد بهینه‌سازی مشترک و مجزا، متوجه می‌شویم که معرفی محدودیت‌های ارزی به طور کلی منجر به کاهش نوسان می‌شود. این امر اثربخشی انقباض اضافی را از طریق معرفی محدودیت‌های مواجهه ارزی در مدیریت ریسک پرتفوی نشان می‌دهد. با توجه به جدول ۵، جایی که بهینه‌سازی فقط روی دارایی‌ها با پوشش کامل یا صفر انجام می‌شود، مشاهده می‌شود که معیارهای نوسانات پوشش دهی صفر نسبت به نوسانات پوشش کامل کاهش پیدا می‌کند. این نشان می‌دهد که مدیریت فعال قرار گرفتن در معرض ارز می‌تواند به کاهش نوسانات در پرتفوی کمک کند.

در نهایت، رویکرد بهینه‌سازی مشترک و مجزا در بین قوانین مختلف رفتارهای متفاوت دارند دارد و نمی‌توان استراتژی تعیین کرد. به طور کلی، این تجزیه و تحلیل نشان داد که بهینه‌سازی مشترک عملکرد بیرون از نمونه تنوع پرتفوی‌های بین‌المللی را بهبود می‌بخشد. چنین بهبودی با افزایش بازدهی (به عبارتی نسبت‌های شارپ و سورتینو) و همچنین افزایش معادل اطمینان، و کاهش حداکثر نوسانات به دست می‌آید. بهترین مدل عملکرد، پرتفوی با محدودیت‌های ارزی اضافی است (به عبارتی $NC1-NC2$ ، CB ، نسبت به معیار $1/N$)، این قانون پرتفوی نسبت‌های شارپ و سورتینو را تقریباً ۵۰ درصد افزایش می‌دهد و همچنین معادل اطمینان را افزایش در حالی که موجب کاهش نوسانات پرتفوی می‌شود.

با توجه به نتایج واضح است که برای دوره تحت پوشش مجموعه داده ها، همبستگی های متقابل از صفر متفاوت است و مقادیر تا ۰,۷۶ را برای همبستگی بین ارزش های محلی عدد می گیرد. بنابراین، رویکرد بهینه سازی مشترک در این تحقیق پیشنهاد می شود.

- بررسی سوال دوم

با توجه به شکل مرزهای کارآمد درون نمونه کدام رویکرد بهینه سازی پرتفوی بین المللی در جهت کاهش نوسانات پرتفوی پیشنهاد می شود؟

شکل مرزهای کارآمد درون نمونه را برای مجموعه داده های ۱۰ ارز در بازه زمانی ۲۰۱۰ تا ۲۰۲۰ نشان می دهد که رویکرد بهینه سازی مشترک، طبق تعریف، باید نتایج بهتری را در مقایسه با رویکرد بهینه سازی جداگانه ارائه دهد. رویکرد جداگانه به وضوح کمتر از حد مطلوب است، زیرا وابستگی بین نوسانات و بازده را در نظر نمی گیرد، در صورتی که بازده و نوسانات همبستگی نداشته باشند برابر خواهند بود. در این حالت، بهینه سازی مشترک و جداگانه، مقدار یکسانی از اطلاعات را در نظر می گیرد. از آنجا که با توجه به نمودار حالت، بهینه سازی جداگانه همواره کمتر از حالت بهینه سازی مشترک بر اساس تجزیه و تحلیل تجربی حالت بهینه سازی مشترک پیشنهاد می شود

- بررسی سوال سوم

با توجه به تجزیه و تحلیل خارج از نمونه کدام رویکرد بهینه سازی پرتفوی بین المللی در جهت کاهش نوسانات پرتفوی پیشنهاد می شود؟

در بخش تجزیه و تحلیل خارج از نمونه عملکرد رویکردهای بهینه سازی سبد بین المللی منظم بررسی می شود. این رویکردها شامل روش های پراکنده و پایدار توصیف شده و همچنین معیارهای میانگین واریانس استاندارد و معیارهای پرتفوی $1/N$ است. در این قسمت محدودیت های به روش بهینه سازی اضافه شده است. چنین

محدودیت هایی برای مسئله بهینه سازی پرتفوی بین المللی منحصربه فرد هستند و با ملاحظات عملی ناشی از محدودیت های قانونی بالقوه بنا شده اند. برای این قوانین پرتفوی، حداکثر قرار گرفتن خالص ارز با ۳۰٪ از ارزش کل پرتفوی محدود می شود. برای هر محدودیت بهینه سازی پرتفوی، یک بهینه سازی جداگانه و یک بهینه سازی مشترک میان دارایی ها و ارزها در یک مرحله بهینه سازی انجام می شود. هدف ارزیابی عملکرد خارج از نمونه روش بهینه سازی مشترک منظم نسبت به روش های بهینه سازی جداگانه و بهینه سازی غیرمنظم است. در حالی که بهینه سازی مشترک بهینه سازی در نمونه را دست یابی می کند، مهم است بررسی شود که آیا این مزیت به سناریوهای خارج از نمونه نیز انتقال پیدا می کند. رویکرد بهینه سازی مشترک نیاز به تخمین وابستگی ها بین دارایی ها و ارزش های تکی دارد. چنین تخمین دقیقی در بهینه سازی جداگانه آسان تر است که در نتیجه می توان آن را به عنوان یک رویکردی دید که به طور ذاتی ابعاد را کاهش می دهد. برای درک بهتر از رویکرد بهینه برای پرتفوی های چند ارز، مهم است عملکرد خارج از نمونه هر دو رویکرد بهینه سازی را تجزیه و تحلیل کنیم. به علاوه، این تحقیق پرتفوی کاملاً پوشش داده شده $1/N$ را به عنوان یک مرجع بنچمارک ارائه می دهد که به عنوان یک مرجع بدون مدل در ادبیات تخصیص دارایی های بین المللی گسترده ای شناخته می شود. در این تحقیق برای هر پرتفوی، نسبت شارپ سالانه گزارش شد که با SR نشان داده می شود و نسبت $Sortino$ سالانه (SOR)، بازده معادل قطعیت سالانه (CEV)، نوسات سالانه ($Volatility$)، حداکثر بازده سالانه (MD)، نشان داده شده است. گردش دارایی ها و ارزها که به ترتیب با T $urnove^a$ و $T\ unover^c$ مشخص شده اند.

نتایج نشان می دهد که پرتفوی های به دست آمده با بهینه سازی مشترک به طور مداوم نسبت های شارپ بالاتری

را در مقایسه با همتایان بهینه‌سازی جداگانه خود و معیارهای پوشش دهی ثابت به دست می‌آورند. به طور متوسط، قوانین بهینه سازی مشترک $8/78$ درصد نسبت شارپ بالاتری نسبت به همتایان بهینه سازی جداگانه خود دارند.

مقایسه بین قوانین پرتفوی با و بدون کران ارز نشان می‌دهد که قوانین پورتفویی که شامل محدودیت‌هایی در مواجهه با ارز مطلق (مانند $NCI-CC-CB$ و $NCI-NC2-CB$) هستند، نسبت به قوانینی که بدون چنین محدودیت‌هایی (به عنوان مثال، $NCI-CC$ و $NCI-NC2$) از نظر نسبت های شارپ بهتر عمل می‌کنند. سایر قوانین سبد (یعنی مقایسه بین MV و $MV-CB$ در نسبت شارپ) عموماً پس از معرفی محدودیت‌های ارزی، عملکرد کمی پایین‌تر از خود نشان می‌دهند، که برای هر دو رویکرد بهینه‌سازی جداگانه و مشترک برقرار است. علاوه بر این، کلیه قوانین در نسبت شارپ از معیارهای پرتفوی I/N و MV بهتر عمل می‌کند. به عنوان مثال، پرتفوی $NCI-NC2-CB$ نسبت به قانون $1/N$ خیلی بهتر عمل می‌کند که نشان می‌دهد که با بهینه سازی مشترک عملکرد بهتری دارد. همچنین با توجه به جدول ۵، جایی که بهینه‌سازی فقط روی دارایی‌ها با پوشش کامل یا صفر انجام می‌شود، مشاهده می‌شود که نسبت شارپ پوشش دهی صفر نسبت به نسبت شارپ پوشش کامل افزایش پیدا می‌کند. نتایج از نظر نسبت های سورتینو (SOR) و مشابه نتایج حاصل از نسبت شارپ است. مهم‌تر از همه، پورتفویهایی که با رویکرد بهینه‌سازی مشترک ساخته می‌شوند، به طور مداوم از همتایان بهینه‌سازی جداگانه خود بهتر عمل می‌کنند. قوانینی که دارایی محدودیت هنجار هستند عملکرد بهتری را در خارج از نمونه در مقایسه با معیارهای $1/N$ و MV به دست می‌آورند. این نشان دهنده اهمیت گنجاندن منظم سازی در فرآیند بهینه سازی پورتفوی بین المللی است.

علاوه بر این، عملکرد پورتفویها با افزودن محدودیت‌های اضافی (یعنی CB) بهبود می‌یابد. همچنین با توجه به جدول ۵، مشاهده می‌شود که نسبت سورتینو پوشش دهی صفر نسبت به نسبت سورتینو پوشش کامل افزایش پیدا می‌کند با تجزیه و تحلیل نوسانات سالانه مشاهده شد که بهینه سازی مشترک عموماً نوسانات بالاتری را در مقایسه با قوانین بهینه سازی جداگانه نشان می‌دهد. با این حال، همانطور که با افزایش نسبت های شارپ و سورتینو مشهود است، این افزایش ریسک با بازده متوسط بالاتر جبران می‌شود. علاوه بر این، هنگام در نظر گرفتن قوانین پرتفوی با محدودیت‌های قرار گرفتن در معرض ارز اضافی در هر دو رویکرد بهینه‌سازی مشترک و مجزا، متوجه می‌شویم که معرفی محدودیت‌های ارزی به طور کلی منجر به کاهش نوسان می‌شود. این امر اثربخشی انقباض اضافی را از طریق معرفی محدودیت‌های مواجهه ارزی در مدیریت ریسک پرتفوی نشان می‌دهد. با توجه به نتایج جایی که بهینه‌سازی فقط روی دارایی‌ها با پوشش کامل یا صفر انجام می‌شود، مشاهده می‌شود که معیارهای نوسانات پوشش دهی صفر نسبت به نوسانات پوشش کامل کاهش پیدا می‌کند. این نشان می‌دهد که مدیریت فعال قرار گرفتن در معرض ارز می‌تواند به کاهش نوسانات در پرتفوی کمک کند. در نهایت، رویکرد بهینه‌سازی مشترک و مجزا در بین قوانین مختلف رفتارهای متفاوت دارند دارد و نمی‌توان استراتژی تعیین کرد.

۸- منابع

آقامحمدی، احمد، اوحدی، صیقلی، بنی مهد. (۱۴۰۱). ارائه یک الگو برای ارزیابی و بهینه‌سازی ریسک مربوط به انتخاب یک پرتفوی ارزی بانک در ترکیب با ارزهای دیجیتال. پژوهش‌های مدیریت منابع سازمانی، ۱۲(۲)، ۳۱-۵۷. اسلامی بیدگلی، غلامرضا و علیرضا سارنج، (۱۳۸۷)، "انتخاب پرتفوی با استفاده از سه معیار میانگین بازدهی،

Kharbanda, V., & Singh, A. (2023). Currency risk management in India through hedging. *International Journal of Business and Globalisation*, 34(3), 318-336.

Wybieralski, P. (2020). Cross-currency interest rate swap application in the long-term currency risk management. *Annales Universitatis Mariae Curie-Skłodowska, Sectio H Oeconomia*, 54(2), 113-124.

Cârlan, A. (2022). Currency risk management in the bank. In *Strategii și politici de management în economia contemporană* (pp. 82-86).

Peng, Y., & Kang, W. (2021). RMB currency risk management after China's '8.11' exchange rate reform. *Applied Economics Letters*, 28(9), 727-730.

Bostandzhian, K. R. (2020). Use of currency risk management tools in foreign economic activity by the example of educational company. *Экономика, предпринимательство и право*, 10(6), 1677-1688.

Hariharan, S. V. (2021). Benchmarking currency risk management practices of small and medium enterprises. *International Journal of Business Excellence*, 24(3), 340-359.

انحراف معیار بازدهی و نقدشوندگی در بورس اوراق بهادار تهران"، بررسیهای حسابداری و حسابرسی، صص ۱۶-۳. بیاتی، پورزندی. (۱۴۰۰). 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)، ۷۳-۴۴.

راد گفترویدی، قلی زاده، فدایی اشکیکی. (۱۴۰۱). مدیریت ریسک نامطلوب و ریسک مطلوب با نرخ ارز و قیمت سهام. دانش سرمایه‌گذاری، ۱۰(۳۹)، ۸۵-۱۰۲. رجبی خانقاه، عبدالله، نیکومرام، هاشم، تقوی، فلاح شمس، میر فیض. (۱۴۰۰). ارزیابی مدل های گارچ چندمتغیره در برآورد ارزش در معرض ریسک بازارهای ارز، سهام و طلا. دانش سرمایه‌گذاری، ۹(۳۴)، ۱۵-۳۹.

Anil Bangia, Francis X. Diebold. (1998), "Modeling Liquidity Risk, With Implications for Traditional Market Risk Measurement and Management", (university of pennsylvania).

Burkhardt, R., & Ulrych, U. (2023). Sparse and stable international portfolio optimization and currency risk management. *Journal of International Money and Finance*, 139, 102949.

Rational and stable portfolio optimization and currency risk management

Alireza Irajpour¹
Dr.Fatemeh Samadi^{*2}

Abstract

The main purpose of this research is to study the dynamic and stable portfolio optimization and currency risk management. The main research variables are dynamic and stable portfolio, optimal portfolio and risk management. The current research is applied in terms of purpose because its results are directly applied in the relevant fields. The present study proposes an optimization framework for currency risk management and seeks to maximize the return of one's portfolio of assets with respect to a given risk level. The model of this research This research considers an asset allocation framework based on multiple currencies. . Based on this model, separate and joint optimization problems are formulated for asset and currency weight optimization, regular versions of international asset allocation problems are introduced, and numerical solutions are presented in terms of quadratic programming algorithms. The analysis of this research is based on data from 2010 to 2022. The research considers the ten major developed market currencies, US dollar, Euro, Japanese yen, Swiss franc, British pound, Canadian dollar, Turkish lira, Korean won, UAE dirham and Australian dollar. All assets belong to one of these currencies and there is at least one asset in each currency during the analysis. The results show that the portfolios obtained with joint optimization consistently achieve higher Sharpe ratios compared to their separately optimized counterparts and fixed hedging criteria. On average, joint optimization rules have 8.78% higher Sharpe ratio than their separate optimization counterparts. The analysis showed that joint optimization improves the out-of-sample performance of the diversification of international portfolios. Such improvement is achieved by increasing the efficiency (i.e. Sharpe and Sortino ratios) as well as increasing the confidence equivalent and reducing the maximum volatility.

Keywords: dynamic and Stable Portfolio, Optimal Portfolio, Risk Management, Optimization Algorithms

¹ Master of science, Department of Management, Faculty of Humanities, East Tehran Branch, Islamic Azad University. Alireza.irajpour98@gmail.com

² Assistant Professor, college of humanities, Department of Management, East Tehran branch, Islamic Azad University. (Corresponding Author) m.samadi@gmail.com