مدیریت کسب‌وکارهای بین‌المللی
دانشکده اقتصاد و مدیریت دانشگاه تبریز
سال پنجم، شماره ۱، بهار ۱۴۰۱
ص ۱۴۷ – ۱۶۶

Journal of International Business Administration
jiba.tabrizu.ac.ir
DOI: 10.22034/JIBA.2021.46971.1741

ارزیابی مدل‌های پرتفوی سرمایه گذاری در صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک در بازارهای مالی جهانی
(با تاکید بر الگوریتم فرا ابتکاری چند هدفه)

لیلا ناطقیان[۱]، سعید جبارزاده کنگرلویی*[۲]، جمال بحری ثالث[۳]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۰۴/۲۲
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۰۷/۲۵

چکیده

پیچیدگی ابزارها و بازارهای مالی، تصمیم‌گیری در خصوص انتخاب نوع دارایی را برای سرمایه‌گذاران دشوار می‌کند، به‌طوری‌که سرمایه‌گذاران همواره در تصمیم‌گیری‌های خود با مسئله بهینه‌سازی مجموعه دارایی‌ها روبه‌رو هستند؛ بنابراین انتخاب سبد سرمایه‌گذاری مناسب به‌منظور حداکثر سازی سود یکی از اصلی‌ترین دغدغه‌های سرمایه‌گذاران است. با این بیان هدف مقاله حاضر مقایسه توضیح دهندگی و عملکرد مسئله بهینه‌سازی و قدرت پیش‌بینی مدل‌های ARMA–شبیه‌سازی تاریخی و ARFIMA–مونت کارلو (از مدل‌های پذیرفته شده در دنیا) در بهینه‌سازی پرتفوی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک است. جامعه آماری و نمونه شامل داده‌های صندوق‌های منتخب معامله شده در بورس اوراق بهادار کشورهای منتخب عضو فدراسیون بورس‌های آسیایی و اروپایی (FEAS) بین سالهای ۲۰۱۳ تا ۲۰۱۹ بوده است. نتایج پژوهش نشان داد که مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) مرز کارای بالاتری در مقایسه با ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی مونت کارلو) دارد. همچنین مرز کارای (جبهه پارتو) رسم شده توسط الگوریتم PESA-II برای مدل دیگر را در خود جای‌داده است. برای پی بردن به معنادار بودن این تفاوت عملکرد آزمون من–ویتنی بررسی شده است. نتایج بیانگر آن است که معیار شارپ پرتفلیو بهینه ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) در مقایسه با ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) بهتر است.

واژه‌های کلیدی: صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، بازارهای مالی، الگوریتم فراابتکاری چند هدفه، FEAS
طبقه بندی JEL: G10، G12.

---

[۱] . دانشجوی دکتری حسابداری، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.
[۲] . دانشیار گروه حسابداری، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران. (نویسنده مسئول: s.jabbarzadeh@iaurmia.ac.ir)
[۳] . دانشیار گروه حسابداری، واحد ارومیه، دانشگاه آزاد اسلامی، ارومیه، ایران.

مقدمه

امروزه مسئله جهانی‌شدن، یکی از مباحثی است که مورد توجه جوامع مختلف قرارگرفته است. جهانی‌شدن حرکتی پویا است که همه جنبه‌های اقتصادی را در برگرفته و یا در حال تأثیرگذاری بر آن‌ها است. از مهم‌ترین تأثیرات جهانی‌شدن تحول ساختاری در اقتصاد جهانی است که وابستگی متقابل اقتصادی و شرایط ایجاد دهکده اقتصاد جهانی را فراهم می‌کند. در پی روند جهانی‌شدن و منطقه‌گرایی اتحادیه‌هایی در سراسر دنیا برای یکپارچگی بازارهای مالی شکل‌گرفته‌اند که یکی از موضوعاتی که مدنظر این اتحادیه‌ها و فدراسیون‌ها می‌باشد، موضوع همگرایی اقتصادی در بین کشورها است که اهداف خود را نیز بر همین مبنا تدوین کرده‌اند. صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک یکی از ابزارهای مدیریت ریسک و ایجاد تنوع در دارایی‌های مالی در بازارهای سرمایه به شمار می‌روند.

اولین دلیل روی‌آوری سرمایه‌گذاران بر طبق نظریه نوین پرتفوی مارکویتز (۱۹۵۲) کاهش ریسک سرمایه‌گذاری از طریق تنوع سازی و افزودن دارایی‌های مالی با همبستگی پایین یا کاملاً نا همبسته است. لذا بر اساس این تئوری با سرمایه‌گذاری در انواع صندوق‌ها و دارایی‌های مالی کشورهای مختلف به‌جای استفاده از دارایی‌های مالی یک کشور از منافع تنوع سازی فراوان کاهش ریسک و افزایش بازده برخوردار خواهند شد. در این راستا اهمیت استفاده از سبدهای سرمایه‌گذاری در مجموعه پرتفوی نمایان می‌شود که اهمیت تنوع‌بخشی صندوق‌های سرمایه‌گذاری که دارای مدیریت حرفه‌ای هستند در مدیریت سبدهای کارا بیشتر به چشم می‌آیند. سرمایه‌گذاران به دنبال حداکثر کردن بازده خود هستند. مدل مارکویتز با استفاده از میانگین وزنی بازده هر سهم به دست می‌آید اما مسئله مهم در بهینه‌سازی در سال‌های اخیر برآورد و تخمین بازده است که به چالشی اصلی برای سرمایه‌گذاران درآمده است. دراین‌بین مدل‌های اقتصادسنجی اولیه فرآیند میانگین متحرک در برآورد و پیش‌بینی بازده با توجه به بازده‌های گذشته بسیار کارآمد و آزمایش خود را پس داده‌اند، بسیار مورد کاربرد آن‌ها قرار می‌گیرد. این مدل‌ها در تخمین بازده مورداستفاده قرار می‌گیرند. با معرفی مدل اولیه سری‌های زمانی به نام ARIMA تخمین بازده برای افراد امکان‌پذیر شد که این مدل‌ها به علت مشکل در تخمین برای جایگاه‌های بیشتر کارایی خود را از دست دادند. همچنین برای فائق آمدن به مشکلات مذکور و بهتر کردن عملکرد مدل ARMA مدل ARFIMA معرفی گردید که عقب‌گرد و بررسی شکاف‌های دورتر را امکان‌پذیر می‌سازد؛ اما مسئله مهم‌تری نیز برای سرمایه‌گذاران وجود دارد که بیشتر از بازده موردتوجه آن‌ها قرار می‌گیرد و آن ریسک است. عدم اطمینان نسبت به نوسانات بازده از دیگر مسئله انتخاب سبد سرمایه‌گذاری است که سرمایه‌گذاران به دنبال پیش‌بینی آن با استفاده از اطلاعات مربوط به نوسانات گذشته آن هستند تا عدم اطمینان مربوط به ریسک را استفاده از اطلاعات گذشته برای خود مسطح‌تر نمایند. در یک رویکرد کلی، نظریه‌های مربوط به تشکیل سبد سهام را می‌توان به دو گروه مدرن و فرا مدرن تقسیم کرد. مدیریت نوین (مدرن)، با معرفی مدل مبنی بر میانگین–واریانس[1] و ارائه خط مجموعه کارا (خط بازار کارا) توسط هری مارکوویتز[2] در سال ۱۹۵۲، پا به عرصه گذاشت. وی برای اولین بار مقوله ریسک را در کنار بازده به‌عنوان متغیری دیگر جهت انتخاب

---

1 Mean-Variance

2 Harry M. Markowitz

سبد سرمایه‌گذاری قرار داد. مارکوویتز انحراف معیار را به‌عنوان شاخص پراکندگی، معیار عددی ریسک در نظر گرفت. در این تئوری سرمایه‌گذاران می‌بایست از میان مجموعه سبد اوراق بهادار موجود بر روی مرز کارا، با توجه به سطح تماس تابع مطلوبیت خود با مرز کارا به انتخاب یک سبد اوراق بهادار مطلوب مبادرت نمایند؛ اما در نظریه فرا مدرن پرتفوی، بر اساس رابطه بازدهی و ریسک نامطلوب به تبیین رفتار سرمایه‌گذار و انتخاب پرتفوی بهینه پرداخته می‌شود. نیاز سرمایه‌گذاران به حل موضوع عدم اطمینان در مورد آینده، آن‌ها را بر آن داشته است که به دنبال استفاده از انواع روش‌های جهت رفع عدم اطمینان اقدام نمایند. معروف‌ترین سنجه موجود برای اندازه‌گیری ریسک نامطلوب می‌توان به ارزش در معرض ریسک[1] اشاره کرد. این معیار با برداشتن فروض مربوط به دیگر سنجه‌های ریسک توانست از دیگر سنجه‌های ریسک پیشی بگیرد و در دنیای مالی جای خود را مستحکم سازد. روش‌های زیادی برای برآورد معیارهای ارزش در معرض ریسک موجود است (پانینگ[2] ۱۹۹۹). مهم‌ترین رویکردهای محاسبه ارزش در معرض ریسک را می‌توان در چهار دسته تقسیم‌بندی کرد: روش مونت‌کارلو، شبیه‌سازی تاریخی، روش‌های پارامتریک و روش‌های شبه پارامتریک[3]. در این بین برای تخمین و پیش‌بینی درست می‌توان روش‌های شبیه‌سازی تاریخی[4] و شبیه‌سازی مونت کارلو نام برد که از دیگر روش‌های مذکور کاربردی‌تر هستند که روش‌های شبیه‌سازی تاریخی از ساده‌ترین و کارآمدترین روش‌های غیر پارامتریک هستند. این روش بدون پیش‌فرض در مورد توزیع احتمال بازده‌های دارایی‌ها مالی ازجمله موارد مهم در پیش‌بینی و برآورد واریانس و ریسک پرتفوی است (رضا راعی ۱۳۹۲). همچنین در تخمین و پیش‌بینی می‌توان از تازه‌ترین روش‌ها یعنی روش‌های شبیه‌سازی مونت کارلو نام برد، این روش‌ها یک الگوی ریاضی–آماری با دو جز کلی تعیین پذیر و تصادفی، برای متغیر تحت بررسی می‌باشند. با این‌وجود استفاده از مدل‌های ریاضی ساده برای بهینه‌سازی و بدست آوردن مجموعه جواب بهینه و همچنین رسم مرز کارای حاصل از آن‌ها در دنیای واقعی امکان‌پذیر نیست؛ زیرا در دنیای واقعی سرمایه‌گذاران فقط به دنبال کمینه کردن یک هدف یعنی ریسک نیستند بلکه علاوه بر ریسک به دنبال بیشینه‌سازی بازده حاصل از سبد سرمایه‌گذاری خود به‌صورت هم‌زمان نیز می‌باشند؛ که روش‌های ریاضی از کارآمدی کافی برای بهینه‌سازی چندین هدف برخوردار نیستند (لین چانگ و همکاران[5] ۲۰۰۸).

تحلیل و تطبیق مدل‌های مختلف پرتفوی سازی سرمایه‌گذاری در صندوق و سرمایه‌گذاری مشترک، اندکی متفاوت از اوراق سهام بوده و با توجه به ماهیت سرمایه‌گذاری‌های مذکور که از اوراق کم ریسک تلقی می‌شوند و از سوی دیگر توسعه بازارهای بین‌المللی و فرامرزی، تعیین ترکیب بهینه‌ای از صندوق‌های سرمایه‌گذاری در کشورهای مختلف و برآورد و تطبیق آن‌ها می‌تواند به بسیاری از فعالان بازارهای مالی بین‌المللی، کمک شایانی در تصمیمات سرمایه‌گذاری و انتخاب ترکیب مناسب در بین کشورهای مختلف داشته باشد؛ بنابراین مسئله اصلی تحقیق حاضر آن است که آیا با استفاده از الگوریتم فرا ابتکاری چند

---

1 Value at Risk
2 Panning
3 Semi-parametric GARCH (S-GARCH)
4 Historical Simulation Method
5 Lin Chang et al.

هدفِ که از الگوریتم‌های مناسب از دید متخصصان بازارهای مالی و سرمایه است، می‌توان به مدل مناسبی از بین مدل‌های سرمایه‌گذاری در صندوق‌های سرمایه‌گذاری دست‌یافت؟

متخصصان بازارهای مالی اغلب معتقدند روش‌های برآورد ریسک که در مسائل بهینه‌سازی چندهدفه مورداستفاده قرارگرفته‌اند، از مدل‌های پارامتریک که دارای فرض نرمال بودن داده‌ها هستند، به‌دست‌آمده‌اند. حسن و ویژگی بارز این مدل‌ها (شبیه‌سازی مونت کارلو و شبیه‌سازی تاریخی)، این است که توزیع واریانس و داده‌ها را بدونِ فرض نرمال بودن توزیع آن‌ها، در نظر می‌گیرد. خود این عامل ضرورتی برای انجام این تحقیق است تا به کمک مدل شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو، ریسک تخمین و پیش‌بینی شود و در تابع بهینه‌سازی قرار داده شود. هدف تعریف‌شده به‌علاوه بازده برآورد شده با استفاده از مدل پارامتریک ARFIMA، در این مدل قابلیت تشکیل مجموعه جواب پارتو را دارا می‌باشند. در این پژوهش با کنار هم قرار گرفتن اهداف این مدل، یک مسئله دو هدفه ایجاد گردیده و با حل آن با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی چند هدفه فرا ابتکاری، برای هر سطح از بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار، مقدار کمینه ارزش در معرض ریسک و همین‌طور در هر سطح از ارزش در معرض ریسک، بیشینه بازده مورد انتظار سرمایه‌گذار محاسبه می‌گردد.

ادبیات موضوعی و پیشینه پژوهش

صندوق سرمایه‌گذاری مشترک، نهاد مالی تخصصی است که با وجوه سرمایه‌گذاران، در سبد متنوعی از اوراق بهادار سرمایه‌گذاری کرده و در برابر، واحدهای سرمایه‌گذاری خود را به آنان واگذار می‌کند. هر واحد سرمایه‌گذاری صندوق، نماینده نسبتی از پرتفوی اوراق بهاداری است که صندوق به نمایندگی از سرمایه‌گذاران خریداری و اداره می‌کند. نوع اوراق بهاداری که در صندوق خریداری می‌شود به هدف صندوق برمی‌گردد. صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک به‌عنوان ابزاری در بازار ثانویه شناخته‌شده‌اند. (مشایخ و همکاران،۱۳۹۰). مطالعه و پژوهش در جهت ارزیابی عملکرد صندوق‌های سرمایه‌گذاری و بهینه-سازی سرمایه‌گذاری می تواند گامی در جهت تشویق به سرمایه‌گذاری بیشتر باشد؛ چرا که یکی از عواملی که مانعی در مقابل سرمایه‌گذاری محسوب می‌شود، ریسک و مخاطرات سرمایه‌گذاری است. بسیار طبیعی است که سرمایه‌گذاران بالقوه به دنبال سهامی از صندوق‌ها باشند که عملکرد بهتری از سایر صندوق‌ها و نیز از عملکرد بازار داشته باشد (جباری و همکاران،۱۳۹۱). پیشرفت های اخیر در تئوری‌های مالی و پرتفلیو به همراه افزایش توان انجام محاسبات، بسیاری از مشکلات را رفع و نتیجه آن تحت عنوان تئوری فرامدرن یا پست مدرن درآمده است. در نظریه فرامدرن پرتفلیو دو پیشرفت اساسی و محسوس نسبت به نظریه پرتفلیو دیده می‌شود که عبارتند از: ۱- ریسک نامطلوب به جای انحراف معیار به عنوان ابزار سنجش ریسک استفاده می‌شود. ۲- نظریه فرامدرن پرتفلیو توزیع‌های بازدهی غیرنرمال را نیز در بر می‌گیرد. (Rom & Ferguson,2001)

پیشینه تحقیق– تحقیقات خارجی

ولادیمیر و همکاران[1] (۲۰۱۶)، در پژوهشی به بهینه‌سازی ارزش در معرض ریسک برآورده شده توسط گارچ تک متغیره و چندمتغیره با استفاده از الگوریتم چندهدفه ژنتیک (NSGA-II) بر اساس رویکرد واقعی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که ارزش در معرض ریسک (VaR) تخمین زده‌شده توسط گارچ تک متغیره بهتر از ارزش در معرض ریسک برآورده شده توسط مدل‌های تاریخی و گارچ چندمتغیره است و گارچ چندمتغیره فاقد انعطاف‌پذیری کافی است.

رنکوویچ و همکاران[2] (۲۰۱۶)، در پژوهشی به بهینه‌سازی ارزش در معرض ریسک برآورده شده توسط گارچ تک متغیره و چندمتغیره با استفاده از الگوریتم چندهدفه ژنتیک (NSAGA-II) بر اساس رویکرد واقعی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان می‌دهد که ارزش در معرض ریسک (VAR) تخمین زده‌شده توسط گارچ تک متغیره بهتر از ارزش در معرض ریسک برآورده شده توسط مدل‌های تاریخی و گارچ چندمتغیره است و گارچ چندمتغیره فاقد انعطاف‌پذیری کافی است.

چاو و همکاران[3] (۲۰۱۷) در تحقیقی تحت عنوان بهینه‌سازی پرتفوی بر اساس استانداردسازی صندوق‌های سرمایه‌گذاری و الگوریتم ژنتیک» بیان می‌کنند که یکی از بااهمیت‌ترین مواردی که سرمایه‌گذاران باید با آن مواجه شوند، انتخاب درست سهامی است که هم‌زمان بازده بالا و ریسک پایین را ارائه می‌دهد و این انتخاب برای سرمایه‌گذاری باارزش است. درعین‌حال محاسبه ریسک به‌طور سنتی بر اساس تئوری پرتفوی مدرن (MPT) می‌باشد که آن نیز معایبی دارد. در مقاله مذکور، یک روش جدید استانداردسازی صندوق‌های سرمایه‌گذاری پیشنهادشده و از آن برای ارائه بازده پرتفوی و محاسبه ریسک پرتفوی استفاده می‌کند. نوسان پرتفوی استانداردسازی صندوق‌ها علاوه بر تبیین ارتباط بین هر جفت از سهام، اثر متقابل بین همه سهام را نیز نشان می‌دهد. ازاین‌رو استفاده از استانداردسازی صندوق‌های سرمایه‌گذاری می‌تواند به‌طور صحیح خطر پرتفوی را ارزیابی کند. همچنین در این تحقیق ترکیبی از الگوریتم ژنتیک، نسبت شارپ و استانداردسازی صندوق‌های سرمایه‌گذاری با رویکرد یافتن بهترین پرتفوی استفاده‌شده است و درنهایت روشی مدرن برای تعیین بهترین پرتفوی ارائه نمودند که مبتنی بر استانداردسازی صندوق‌های سرمایه‌گذاری و ریسک پرتفوی بوده است.

ایندرجیت[4] (۲۰۱۸) مدل چهار عاملی کارهارت را به‌عنوان مدل ارزیابی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک بکار می‌گیرد. این تحقیق برای سرمایه‌گذاران صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک نشان می‌دهد که آن‌ها می‌توانند با استراتژی مبتنی بر ریسک شرطی یک سال گذشته کارهارت، بازده پرتفوی‌شان را بهینه کنند. علاوه بر آن شرکت‌های رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک می‌توانند آلفای کارهارت را به‌عنوان یکی از معیارهای رتبه‌بندی صندوق‌های سرمایه‌گذاری در نظر بگیرند.

داگلاس و همکاران[5] (۲۰۱۹) در تحقیقی پیرامون جریانات نقدی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک، نمونه بزرگی از داده‌های مربوط به سال‌های ۲۰۰۳ تا ۲۰۱۴ را بررسی نمودند و دریافتند که رابطه مستقیمی

---

1 Vladimir et al.
2 Renkovicet al.
3 Chou et al.
4 Inderjit et al.
5 Douglas et al

بین عملکرد گذشته و جریان‌های نقدی وجود دارد. به عبارتی سرمایه‌گذاران عملکرد گذشته را دنبال کرده و بر مبنای آن تصمیم می‌گیرند.

تسلاس (۲۰۲۰) در پژوهشی به بررسی کارایی صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک با استفاده از روش دومرحله‌ای تحلیل پوششی داده‌ها پرداخت. عملکرد صندوق‌ها از نظر کارایی عملیاتی و مدیریت پرتفوی بررسی شد. با توجه به نتایج این پژوهش صندوق‌های مورد بررسی هم از جهت کارایی عملیاتی و هم مدیریت پرتفوی ناکارآمد هستند.

تحقیقات داخلی

میر لوحی و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی با موضوع تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه در بورس اوراق بهادار با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی سلسله مراتبی و تفکیکی» سعی کردند با استفاده از داده‌های بازار و خوشه‌بندی آن، روشی مناسب جهت بهینه‌سازی پرتفو ارائه کنند. نتایج نشان داد که در بازه‌ی مشخص زمانی، بهینه‌سازی بر اساس خوشه‌بندی‌شده به روش سلسله مراتبی و تفکیکی نسبت به پرتفوی شاخصی از عملکرد بهتری برخوردار بوده است.

فلاح‌پور و همکاران (۱۳۹۸) در تحقیقی در جهت بهینه‌سازی فعال سبد سهام با استفاده از ارزش در معرض ریسک شرطی به این نتیجه رسیدند که در نظر گرفتن قید ریسک کل پرتفوی بر اساس ارزش در معرض ریسک شرطی موجب کارایی بهتر در بهینه‌سازی فعال سبد سهام بر اساس رویکرد پس آزمایی وزن دهی مجدد و محاسبه ارزش انباشت سبد سهام می‌گردد.

بحری ثالث و همکاران (۱۳۹۷) در تحقیق خود برای انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از سه الگوریتم ژنتیک، فرهنگی و ازدحام ذرات به این نتیجه رسیدند که الگوریتم ازدحام ذرات با کمترین خطابه بهترین نتیجه رسیده است و نسبت به الگوریتم‌های دیگر بهتر عمل کرده است و نشان‌دهنده برتری نسبی این الگوریتم در انتخاب سبد بهینه سهام است. فتاحی و همکاران (۱۳۹۷) در پژوهشی پیرامون انتخاب سبد بهینه سهام با بکارگیری اطلاعات مبتنی بر ارزش و اطلاعات کارت ارزیابی متوازن به این نتیجه رسیدند که معیارهای استفاده شده در تهیه سبد بهینه سهام دارای محتوای اطلاعاتی بوده و اضافه شدن هر دسته معیار منجر به افزایش مطلوبیت سبد سهام می شود.

نجفی مقدم (۱۳۹۵) در پژوهش خود اقدام به انتخاب مدل بهینه برآورد ارزش در معرض ریسک توسط سه مدل پارامتریک، شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت‌کارلو کرد تا بهترین روش را به‌شرط پیش‌بینی ضررهای احتمالی پرونده‌های صندوق سرمایه‌گذاری باز تونسی بیابد. نتایج وی نشان می‌دهد شبیه‌سازی مونت‌کارلو از دیگر روش‌ها عملکرد بهتری دارد.

روش انجام تحقیق

انجام این پژوهش در چارچوب استدلالات قیاسی–استقرائی است، لذا سعی شده است تا در راستای سایر پژوهش‌ها معیار جدیدی از ارزش در معرض ریسک پیش‌بینی‌شده در بهینه‌سازی سبد سهام وارد شود. این معیارها شامل مونت کارلو و شبیه‌سازی تاریخی هستند. این پژوهش به دنبال حداقل کردن ارزش در

معرض ریسک پیش‌بینی‌شده توسط دو مدل ناپارامتریک مشهور و حداکثر کردن دو مدل پیش‌بینی معروف بازده با استفاده از الگوریتم‌های بهینه‌سازی فرا ابتکاری است.

جامعه ی آماری پژوهش

در تحقیق حاضر ابتدا داده‌ها با کمک نرم‌افزار tseclient و از سایت FEAS جمع‌آوری شد و سپس با استفاده نرم‌افزار اکسل مرتب‌شده‌اند. سپس با استفاده از نرم‌افزار متلب ارزش در معرض ریسک برای هر دو مدل پیش‌بینی، پیش‌بینی‌شده است. همچنین با استفاده از نرم‌افزارهای ایویوز ۱۰ و استیتا ۱۵ بازده‌های فردای داده‌ها پیش‌بینی‌شده است. سپس بعد از بهینه‌سازی توسط الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه PESA-II دو مدل توسط مرزهای کارای هر یک از پرتفلیوها ترسیم گردید مقایسه و مدل برتر انتخاب‌شده است. همچنین وجود تفاوت در معناداری توسط آزمون من–ویتنی توسط دو مدل ارائه‌شده آزمون شده است. در پایان به مقایسه مدل برتر ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) باوجود ایران و بدون وجود ایران به‌وسیله مرز کارا پرداخته‌شده است، درنهایت آزمون ویلکاکسون بر روی سبدهای بهینه برای بررسی تفاوت در معناداری دو مدل انجام‌شده است.

فرضیه پژوهش

با توجه به مطالعه ادبیات موضوعی و پیشینه تحقیق، فرضیه تحقیق به ترتیب زیر قابل تبیین است:

* بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری بر اساس شبیه‌سازی تاریخی و ARIMA عملکرد مناسب‌تری نسبت به بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو و ARFIMA دارند.

بازده صندوق‌های سرمایه‌گذاری که در این مقاله با نماد (Rt) نشان داده می‌شود عبارت است از میزان بازده و منفعتی که سرمایه‌گذار از خرید اوراق صندوق خود در طول دوره نگهداری به دست می‌آورد (تسلاس،۲۰۲۰).

$$R_{it} = ln\frac{P_{it}}{p_{it-۱}}$$

محاسبه بازده پرتفوی: بازده پرتفوی برابر است با میانگین موزون بازدهی تک‌تک واحدهای صندوق موجود در آن

$$R_P = \sum_{i=1}^{n} W_i\, R_i$$

فرآیندهای خود رگرسیونی

مدل خود رگرسیونی مدلی است که مقدار فعلی یک (y) فقط به مقادیر قبلی آن متغیر و یک جزء خطا وابستگی دارد. مدل خود رگرسیونی مرتبه p که به‌صورت AR(p) نشان داده می‌شود به‌صورت ذیل نوشته می‌شود:

$$y_t = \mu + \emptyset_1\mu_{t-1} + \emptyset_2\mu_{t-2} + \cdots + \emptyset_t\mu_{t-q} + \mu_t$$

$$y_t = \mu + \sum_{i=1}^{p} \emptyset_i \mu_{t-i} + \mu_t$$

۱- فرآیندهای ARMA

با ترکیب مدل‌های خود رگرسیونی و میانگین متحرک مدل ARMA(p,q) حاصل می‌شود، این مدل‌ها مبین این است که مقدار فعلی برخی از سری‌ها به‌صورت خطی به مقادیر قبلی خودش بعلاوه ترکیبی از مقادیر فعلی و قبلی یک جز خطا بستگی دارد. این مدل را می‌توان به‌صورت زیر نوشت:

$$\emptyset(L)y_i = \mu + \theta(L)y_i$$

$$\theta(L) = 1 + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \cdots + \theta_q L^q, \emptyset(L) = 1 - \emptyset_1 L - \emptyset_2 L^2 - \cdots - \theta_p L^p$$

$$y_t = \mu + \mu_t + \emptyset(L) = 1 + \emptyset_1 L + \emptyset_2 L^2 + \cdots + \theta_p L^p + \theta_1 L + \theta_2 L^2 + \cdots + \theta_q L^q$$

$$E(\mu_i) = 0, E(\mu_t)^2 = \delta^2, E(\mu_t \mu_s) = 0, t \neq s$$

۲- مدل ARFIMA

نقطه آغازین مربوط به فرآیندهای انباشته کسری این حقیقت بوده است که بسیاری ازسری‌های اقتصادی و مالی نه $I(0)$ هستند و نه $I(1)$ آن‌ها در وقفه‌های بسیار طولانی خودهمبستگی‌های معنی‌داری از خود نشان می‌دهند؛ که از آن به‌عنوان میرایی هیپربولیک نام برده می‌شود. وقتی از این سری یک‌بار تفاضل گرفته شود، به نظر می‌رسد یک‌بار تفاضل گیری برای آن زیاد باشد (Banerjee & Urga, 2005).

بنابراین، یک طبقه مفید از مدل‌ها برای یک سری زمانی که دارای رفتار حافظه بلندمدت است، فرآیند ARFIMA(p,d,q) است. این فرآیندها بسط فرآیندهای خود رگرسیون میانگین متحرک انباشته ARIMA است که در آن پارامتر تفاضل گیری می‌تواند عددی غیر صحیح را اختیار کند (Man & Tiao, 2006).

اقتصاددانان با توجه به مطالعات محققانی چون مندلبرت و نس گرنجر و جویوکس و هوسکینگ و دیگران، با فرآیند ARFIMA آشنا شدند. برای سری زمانی نامانای مدل ARFIMA به‌صورت کلی زیر تعریف می‌شود:

$$\Phi(L)(1-L)^d(x_t) = \theta(L)\varepsilon_t$$

که در آن ε_t نوفه سفید است. L عملگر وقفه و $(1-L)^d$ عملگر تفاضل گیری کسری است و $d \in (-0.5,0.5)$ است. شرط لازم و کافی برای اینکه به توان سری $\{x_t\}$ را دارای یک فرآیند ARFIMA دانست این است که $(1-L)^d(x_t)$ یک فرآیند ARIMA باشد.

ارزش در معرض ریسک

ارزش در معرض ریسک، حداکثر زیانی است که کاهش ارزش سبد دارایی برای دوره معینی در آینده با درصد اطمینانی معین، از آن بیشتر نمی‌شود. به‌عبارت‌دیگر حداکثر زیانی که در یک سرمایه‌گذاری مالی به سبد دارایی‌های یک سرمایه‌گذار ممکن است در یک افق زمانی مشخص و سطح اطمینان معین وارد شود، چقدر است. بیان ریاضی ارزش در معرض ریسک به‌صورت زیر تعریف می‌شود.

$$\Pr[p_1 - p_0 \le VaR] \le \alpha$$

که P_0 ارزش سبد دارایی در زمان صفر و P_1 ارزش سبد در زمان یک می‌باشد و α نیز سطح معناداری آماری است. رابطه فوق بیان می‌کند که احتمال اینکه کاهش ارزش سبد دارایی در دوره آتی کمتر از ارزش در معرض ریسک باشد، حداکثر برابر α است. به‌عبارت‌دیگر، احتمال اینکه زیان سبد دارایی در دوره آتی، بیش از ارزش در معرض ریسک باشد، $1-\alpha$ درصد است. حال اگر تابع توزیع تجمعی ارزش سبد دارایی در دوره آتی را به شکل $F(p)$ نشان دهیم، معکوس تابع توزیع تجمعی نشان‌دهنده کوانتیل توزیع بازدهی است. لذا ارزش در معرض ریسک را می‌توان به‌صورت $VaR(\alpha) = F^{-1}(1-\alpha)$ به دست آورد.

برای اندازه‌گیری ارزش در معرض ریسک، توزیع احتمال ارزش سبد دارایی‌ها برای دوره آتی برآورد شود؛ بنابراین فرآیند کمّی سازی ریسک برای سبد دارایی معادل فرآیند تخمین توزیع احتمال ارزش سبد دارایی در دوره‌ی آتی و یا دوره‌ی نگه‌داری است.

شبیه‌سازی مونت کارلو

این رویکرد یکی از روش‌های ناپارامتریک در محاسبه و پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک است. در این روش شبیه به روش تاریخی سبدهای متشکل از اختیار معامله و سایر ابزارهای مالی که ارزش آن‌ها به‌صورت تابع غیرخطی از عوامل بازار است را پوشش می‌دهد؛ اما این روش برخلاف روش تاریخی از اطلاعات تاریخی استفاده نمی‌کند بلکه با استفاده از فرآیندهای تصادفی و استفاده از نمونه‌های شبیه‌سازی‌شده زیاد با استفاده از رایانه تغییرات آتی پیش‌بینی می‌شود.

تجزیه‌وتحلیل داده‌ها و نتایج پژوهش

در جدول ۱ برخی از مفاهیم آمار توصیفی متغیرها، شامل میانگین، انحراف معیار، چولگی، کشیدگی و احتمال آماره جارک – برا ارائه‌شده است. اصلی‌ترین شاخص مرکزی میانگین است که نشان‌دهنده نقطه تعادل و مرکز ثقل توزیع است و شاخص خوبی برای نشان دادن مرکزیت داده‌ها است. برای مثال برای نماد BG1 این مقدار ۰/۰۰۰۳۳۱ است. مقدار انحراف معیار برای نماد BG1 ۰/۰۱۰۳۳۴ است. چولگی در حقیقت معیاری از وجود یا عدم تقارن تابع توزیع است. چولگی برابر با گشتاور سوم نرمال شده است.

مقدار چولگی برای نماد BG1 ۰/۴۴۶۲- است که نشان‌دهنده چولگی منفی در داده‌های این صندوق است. کشیدگی برابر با گشتاور چهارم نرمال شده است، به‌عبارت‌دیگر کشیدگی معیاری از تیزی منحنی در نقطه ماکزیمم است. مقدار کشیدگی برای توزیع نرمال برابر ۳ است. همان‌طور که در جدول ۱ مشاهده می‌شود مقدار این پارامتر برای نماد BG1 ۶/۶۷۵۵ است. همچنین آزمون جارک – برا به بررسی این موضوع می‌پردازد که آیا داده‌ها از چولگی و کشیدگی توزیع نرمال پیروی می‌کنند. فرض صفر این آزمون نرمال بودن توزیع متغیر مدنظر است. مقدار احتمال آماره جارک – برا برای این نماد برابر با ۰/۰۰۰۱ است که نشان می‌دهد توزیع این متغیر و تمامی متغیر در سطح معناداری ۹۹ درصد از توزیع نرمال پیروی نمی‌کند. این نتایج با پژوهش ما در رابطه با پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک با استفاده از مدل‌های ناپارامتریک را مورد تأیید و در راستای این پژوهش می‌باشد.

جدول ۱: آمار توصیفی متغیرهای پژوهش

ETF	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی	آماره جارک برا
BG1	۰/۰۰۰۳۳۱	۰/۰۱۰۳۳۴	-۰/۴۴۶۲	۶/۶۷۵۵	۰/۰۰۰۱
BG5	۰/۰۰۰۳۷۳	۰/۰۱۰۵۲۹	-۰/۲۴۷۸۵	۵/۷۴۰۹	۰/۰۰۰۱
BG6	۰/۰۰۰۴۶۲	۰/۰۰۹۷۴۲	-۰/۴۲۷۹	۶/۲۶۰۲	۰/۰۰۰۱
CH12	۰/۰۰۰۶۱۹	۰/۰۱۸۷۳	-۰/۷۰۷۶	۱۲/۹۱۴۱	۰/۰۰۰۱
CH26	۰/۰۰۰۷۴۰	۰۱۷۲۰۲	-۰/۲۶۷۶	۱۰/۱۲۹۱	۰/۰۰۰۱
CH27	۰/۰۰۰۵۲۰	۰/۰۲۲۲۳	۰/۰۲۱۲۵	۱۰/۲۵۷۵	۰/۰۰۰۱
CH57	۰/۰۰۰۹۱۷	۰/۰۲۱۹۰	-۰/۲۲۲۷	۷/۸۱۲۸	۰/۰۰۰۱
FDSA25	۰/۰۰۰۷۳۷	۰/۰۱۰۵۱	-۰/۴۴۸۲	۸/۴۰۷۴	۰/۰۰۰۱
FDSA3	۰/۰۰۰۸۷۷	۰/۰۲۰۸۶	۰/۶۶۸۰	۹/۱۹۲۹	۰/۰۰۰۱
FDSA4	۰/۰۰۰۶۶۳	۰/۰۱۵۶۶	۰/۶۷۹۱	۹/۱۲۲۷	۰/۰۰۰۱
FDSA7	۰/۰۰۰۳۰۳	۰/۱۰۳۸	-۰/۷۶۵۰	۸/۳۸۱۳	۰/۰۰۰۱
FDSA8	۰/۰۰۰۴۶۱	۰/۰۱۱۱۹	-۰/۵۵۹۲	۹/۸۷۴۳	۰/۰۰۰۱
FR123	-۰/۰۰۱۳۶	۰/۴۵۸۸	۰/۰۰۲۵۷۱	۹/۴۳۴۶	۰/۰۰۰۱
FR22	۰/۰۰۰۴۶۲	۰/۰۰۹۷۴۲	-۰/۴۲۷۹	۶/۲۶۰۲	۰/۰۰۰۱
FR30	۰/۰۰۰۴۳۲	۰/۱۰۰۹	-۰/۱۲۴۱	۵/۸۹۶۱	۰/۰۰۰۱
FR36	۰/۰۰۰۰۰۸۵	۰/۰۰۱۱	۰/۲۱۶۷	۱۱۵/۰۲۳	۰/۰۰۰۱
FR77	۰/۰۰۰۳۲۶	۰/۱۰۹۵	-۰/۵۸۳۸	۸/۶۹۹۷	۰/۰۰۰۱
GER143	۰/۰۰۰۴۸۳	۰/۰۱۲۰۶	-۰/۱۳۲۹	۸/۴۰۶۷	۰/۰۰۰۱
GER144	۰/۰۰۰۵۱۰	۰/۰۱۰۰۷	-۰/۱۲۷۹	۶/۷۵۷۴	۰/۰۰۰۱
GER182	۰/۰۰۰۵۰۲	۰/۰۱۰۸۲۲	-۰/۲۷۲۶	۵/۱۶۰۳	۰/۰۰۰۱
GER206	۰/۰۰۰۳۲۴	۰/۰۰۸۳۳	-۰/۳۹۳۱	۱۱/۹۸۸۹	۰/۰۰۰۱
GER33	۰/۰۰۰۰۶۹	۰/۰۴۹۷۹	-۳/۲۶۲۲	۸۴/۱۱۸۳	۰/۰۰۰۱
GER50	۰/۰۰۰۵۱۱	۰/۱۰۰۲	-۰/۱۳	۶/۷۸۵۹	۰/۰۰۰۱
GER90	۰/۰۰۰۵۶۵	۰/۱۰۳۴	-۰/۱۱۴۲	۶/۸۶۶۴	۰/۰۰۰۱
NI1	۰/۰۰۰۸۸۳	۰/۰۱۲۰۵	۰/۰۳۹۲۸	۵/۳۹۳۷	۰/۰۰۰۱
NI2	۰/۰۰۷۱۲	۰/۰۰۶۶۳۷	۰/۲۱۱۸	۵/۵۴۹۲	۰/۰۰۰۱

ETF	میانگین	انحراف استاندارد	چولگی	کشیدگی	آماره جارک برا
NI6	۰/۰۰۰۵۶۸	۰/۰۱۹۹۱	۰/۷۵۴۰	۷/۸۵۹۶	۰/۰۰۰۱
NI7	۰/۰۰۰۰۰۰۰۰۰۹	۰/۰۰۰۰۰۴۲	۰/۰۲۵۶۷	۳۷۵/۴۹۹	۰/۰۰۰۱
NI8	۰/۰۰۰۵۳۵	۰/۰۰۸۱۶۶	−۰/۴۷۹۱	۶/۳۶۲۸	۰/۰۰۰۱
NI9	۰/۰۰۰۶۵۵	۰/۰۲۰۸۹	۰/۹۷۵۴	۹/۴۵۱۳	۰/۰۰۰۱
IR1	۰/۰۰۰۵۱۱	۰/۰۰۸۰۱	−۰/۰۲۵۹۷	۱۲/۱۲۱۶	۰/۰۰۰۱
IR2	۰/۰۰۰۳۹۷	۰/۰۱۰۵۴	۱/۱۳۳۱	۱۷/۵۰۰۴	۰/۰۰۰۱
IR3	۰/۰۰۰۱۵۶	۰/۰۱۴۰۴	۰/۳۳۰۲	۶/۸۶۳۱	۰/۰۰۰۱
IR4	۰/۰۰۰۲۳۵	۰/۰۱۱۰۱	۰/۸۵۴۶	۹/۳۷۰۸	۰/۰۰۰۱
IR5	۰/۰۰۰۰۱۸۷	۰/۰۱۱۱۹	۰/۲۸۵۸	۷/۳۳۱۶	۰/۰۰۰۱
IR6	۰/۰۰۰۳۶۹	۰/۰۰۸۰۱	۱/۳۵۸۴	۱۷/۸۶۳۶	۰/۰۰۰۱
TW12	۰/۰۰۰۵۸۵	۰/۰۱۷۴۸	−۰/۵۱۴۴	۲۹/۳۰۳۱	۰/۰۰۰۱
TW6	۰/۰۰۰۳۹۳	۰/۰۲۳۷۴	۱۱/۶۵۴۲	۴۳۲/۰۴۴۷	۰/۰۰۰۱
TW7	۰/۰۰۰۴۵۰	۰/۰۲۹۴۴	۱۵/۹۲۱۳	۵۵۲/۰۹۱۱	۰/۰۰۰۱

بررسی مانایی شاخه‌ای پژوهش

نتایج آزمون ریشه واحد استاندارد ADF و PP برای متغیرهای موردنیاز استفاده‌شده در مدل، در جدول شماره ۲ آمده است.

جدول ۲: نتایج آزمون ریشه واحد

ETF	ADF	PP	ETF	ADF	PP
CH57	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	BG1	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
FDSA25	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	BG5	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
FDSA3	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	BG6	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
FDSA4	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	CH12	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
FDSA7	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	CH26	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
FDSA8	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	CH27	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
GER182	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	FR123	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
GER206	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	FR22	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
GER33	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	FR30	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
GER50	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	FR36	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
GER90	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	FR77	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
NI1	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	GER143	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
NI2	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	GER144	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
IR3	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	NI6	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
IR4	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	NI7	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
IR5	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	NI8	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
IR6	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	NI9	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
TW12	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	IR1	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
TW6	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱	IR2	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱
TW7	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱			

جدول ۳: آزمون GPH و تخمین مقدار d مربوط به ARFIMA

ADF	ETF	ADF	ETF	ADF	ETF
۰/۰۸	BG1	۰/۱۰۹	FDSA8	۱/۲	GER33
−۰/۱۳۶۳	BG5	−۰/۱۵۵	FR123	−۱/۴۲	GER50
−۰/۱۶	BG6	−۰/۱۴۷۵	FR22	−۰/۱۲۲	GER90
۰/۱۱	CH12	−۰/۲۱	FR30	۰/۰۶۲	NI1
۰/۶۳	CH26	۰/۹۳	FR36	۰/۰۸۰۷	NI2
۰/۱۹۴۷	CH27	۰/۱۷	FR77	۰/۰۱۹۲	NI6
−۰/۱۴۸۵	CH57	−۰/۷۱	GER143	۰/۰۶۸	NI7
۰/۰۰۱۳۲۳	FDSA25	−۰/۰۶۳	GER144	−۱	NI8
−۰/۱	FDSA3	−۰/۰۸۷	GER182	۰/۰۶۳	NI9
−۰/۰۹۶	FDSA4	۰/۰۰۱۰۶	GER206	−۰/۱۵	IR1
−۰/۰۵۹	FDSA7	۱/۲	GER33	−۰/۷۳۴	IR2
−۰/۱۱	TW12	۰/۰۵	IR5	۰/۰۸۵۵۷	IR3
−۰/۴۲۳	TW6	۰/۱۴۷	IR6	۰/۱۶	IR4
−۰/۴۲	TW7				

همان‌طور که از نتایج جدول ۲ بر می‌آید، تمامی صندوق‌های موردپژوهش در سطح ۹۹ درصد ایستا می‌باشند. این آزمون برای استفاده از مدل ARIMA می‌باشد. همچنین برای بررسی حافظه بلندمدت داده‌ها از آزمون GPH استفاده‌شده است. درنهایت صندوق‌هایی انتخاب‌شده‌اند که دارای حافظه بلندمدت هستند و این به‌عنوان محدودیت در جمع‌آوری اطلاعات گنجانده‌شده است. همچنین با توجه به جدول ۳ تمامی صندوق‌ها دارای ویژگی حافظه بلندمدت برای استفاده از مدل ARFIMA در پیش‌بینی بازده صندوق هستند. در جدول ذکرشده همچنین مقادیر برآورد d نیز آورده شده است.

صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک کشورها با اسامی اختصاری BG بلژیک، CH چین، FR فرانسه، FDSA فنلاند، GER آلمان، NI هلند، IR ایران، TW تایوان نشان داده‌شده است و شماره‌های اضافه‌شده در نماد صندوق‌های سرمایه‌گذاری کشورها مربوط به صندوق‌های مختلف سرمایه‌گذاری آن کشورها می‌باشد.

نتایج آماری و ترسیمی مرز کارای– مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی)

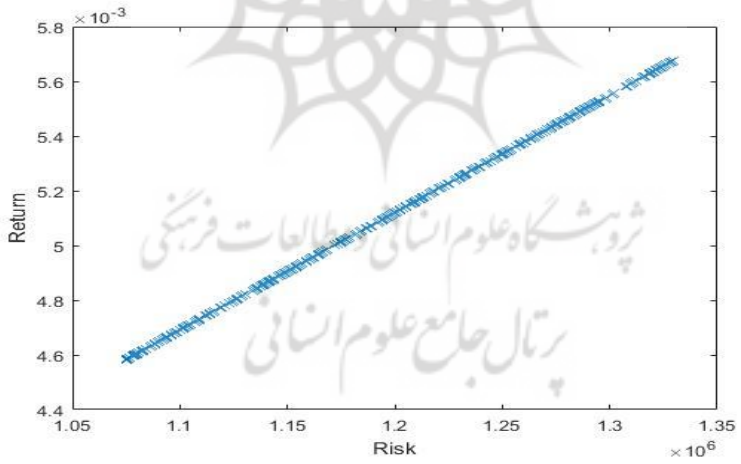
جدول ۴، مقادیر حداکثر و حداقل مقدار مجموعه جواب‌های بهینه‌سازی برای مدل فوق که با استفاده از الگوریتم PSEA-II به‌دست‌آمده است را نشان می‌دهد. همچنین برای هر دو هدف مسئله بهینه‌سازی یعنی بازده و ارزش در معرض ریسک پیش‌بینی‌شده توسط شبیه‌سازی تاریخی نیز مقدار میانگین و انحراف معیار را نشان می‌دهد. درنهایت برای توضیح بیشتر و بررسی کارایی مدل، مرز کارای ترسیمی این مدل در شکل زیر نشان داده‌شده است.

جدول ٤: مقادیر مجموعه جواب‌های بهینه‌سازی برای مدل ARIMA با استفاده از الگوریتم PSEA-II

	مینیمم	ماکسیمم	میانگین	انحراف معیار
ARFIMA	۰/۰۰۴۵۸۳	۰/۰۰۵۶۷۵	۰/۰۰۵۱۱۷	۰/۰۰۰۳۱۹۰
HS	۱۰۷۴۹۶۹	۱۳۲۹۵۳۴	۱۱۹۹۴۳۷	۷۴۳۶۷/۷۸

جدول فوق بیانگر نتایج آماری مجموعه جواب‌های مسئله بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی PSEA-II است. همان‌طور که ملاحظه می‌شود، مقدار میانگین بازده تمامی جواب‌های بهینه این الگوریتم ۰/۰۰۵۱۱۷ و برای پیش‌بینی ارزش در معرض ریسک توسط شبیه‌سازی تاریخی ۱۱۹۹۴۳۷ است. مقدار انحراف معیار بازده و ارزش در معرض ریسک پیش‌بینی‌شده در کل جواب‌های بهینه به‌دست‌آمده به ترتیب ۰/۰۰۰۳۱۹۰ و ۷۴۳۶۷/۷۸ است.

شکل زیر مرز کارای ترسیم‌شده توسط مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) است که با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی چندهدفه پژوهش در تکرار بالا ترسیم‌شده است را نشان می‌دهد. با توجه به شکل می‌توان بیان کرد مرز کارای ترسیمی توسط این مدل از کیفیت و کارایی لازم برخوردار است.



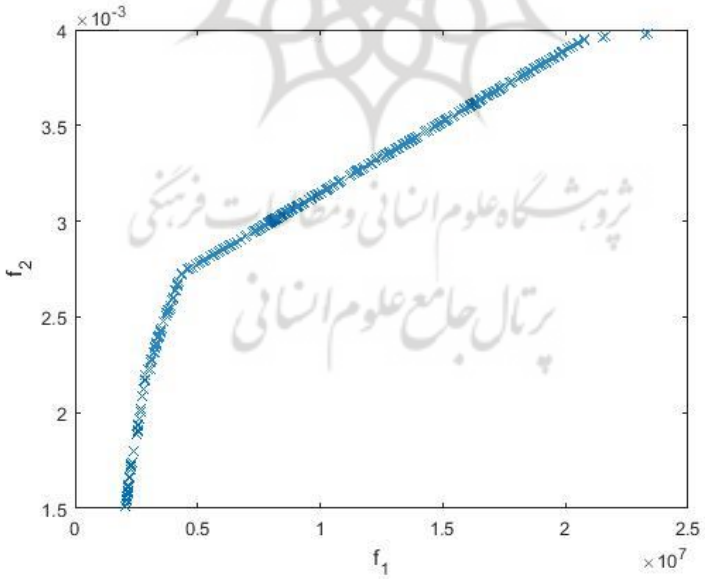
شکل ۱–مرز کارای ترسیم‌شده توسط مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک

مدل ARFIMA–ارزش در معرض ریسک (مونت کارلو)– جدول ۵ مقادیر آماری مهم در بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی PESA-II برای مدل ARFIMA–ارزش در معرض ریسک (مونت کارلو) را نشان می‌دهد. این معیارها شامل حداکثر، حداقل، میانگین و انحراف معیار برای مجموعه جواب هرکدام از اهداف الگوریتم در این مدل است.

جدول ۵: مقادیر آماری مهم در بهینه‌سازی با استفاده از الگوریتم بهینه‌سازی PESA-II برای مدل ARFIMA

	مینیمم	ماکسیمم	میانگین	انحراف معیار
ARFIMA	۰/۰۰۱۵۱۳۸	۰/۰۰۳۹۸۴	۰/۰۰۳۱۶۵	۰/۰۰۰۶۲۷۷
MontCarlo	۲۰۶۸۱۹۱/۱	۲۳۳۸۶۵۶۲/۷	۱۱۶۷۴۴۶۴/۷	۶۴۹۲۲۴۱/۶

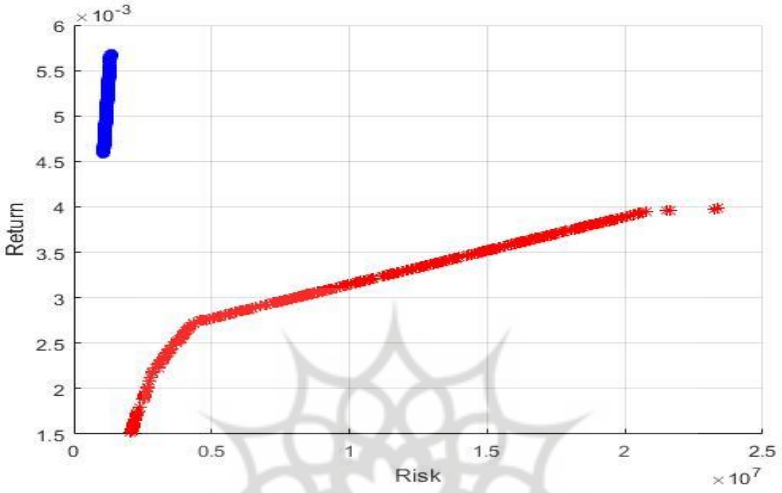
همان‌طور که در جدول بالا ملاحظه می‌شود، مقدار میانگین بازده و انحراف معیار تمامی جواب‌های بهینه‌سازی این الگوریتم ۰/۰۰۳۱۶۵ و ۰/۰۰۰۶۲۷۷ و مقدار میانگین ارزش در معرض ریسک و انحراف آن در کل جواب‌های بهینه بدست آمده به ترتیب ۱۱۶۷۴۴۶۴/۷ و ۶۴۹۲۲۴۱/۶ است. همچنین مرز کارای ترسیم‌شده از این مدل در شکل زیر نشان داده‌شده است. این شکل بیان لازم و مناسبی از مرز کارا یعنی با افزایش بازده، ریسک پرتفوی‌ها نیز افزایش پیدا می‌کند را نشان می‌دهد.



شکل ۲: مرز کارای ترسیم‌شده توسط مدل ARFIMA

مقایسه مدل‌های پیش‌بینی با استفاده از مرز کارا

در شکل زیر مرز کارا برای تمامی مدل‌های بازده–ارزش در معرض ریسک رسم شده است تا با استفاده از آن مبنایی برای انتخاب بهترین مرز کارا و تعیین مدل کارآمدتر داشته باشیم. همچنین عملکرد بهتر هر یک از مدل‌ها را نشان دهیم و باهم مقایسه کنیم.



شکل ۳: مرز کارای ترسیم‌شده توسط مدل ARFIMA

نتایج حاصل از شکل بالا نشان می‌دهد که مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) مرز کارای بالاتری از مدل ARFIMA–ارزش در معرض ریسک (مونت کارلو) را به دست آورده است و این مدل، مرز کارای (جبهه پارتو) رسم شده توسط مدل دیگر را در خود جای داده است.

مقایسه پرتفوی‌های مدل شبیه‌سازی تاریخی و مونت کارلو با استفاده از معیار شارپ

از معیار شارپ برای ارزیابی پرتفوی‌های بهینه‌سازی استفاده می‌شود. این معیار بر اساس آزمون من ویتنی مورد آزمون قرار و تفاوت معناداری در این دو مدل موردسنجش قرارگرفته است. در ابتدا از آزمون کلموگروف–اسمیرونوف برای بررسی نرمال بودن معیارهای شارپ به‌دست‌آمده توسط مدل‌های ذکرشده، استفاده می‌شود تا آزمون سنجش تفاوت معناداری در این دو مدل انتخاب شود.

جدول ٦: آماره احتمال آزمون K-S

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آماره K-S	احتمال آماره K-S
ARIMA-HS	۰/۳۸۰۸	۰/۰۱۰۸۹	۰/۳۵۸	۰/۰۰۰۱
ARFIMA-Mont Carlo	۰/۰۲۹۹	۰/۰۱۴۴۲	۰/۱۶۸	۰/۰۰۰۱

با توجه جدول بالا و مقدار آماره احتمال آزمون K-S می‌توان گفت که هر دو متغیر شارپ به‌دست‌آمده نرمال نمی‌باشند؛ زیرا فرض اول این آزمون مبنی بر نرمال بودن داده‌ها در سطح ۹۹ درصد رد می‌شود؛ بنابراین برای بررسی تفاوت معناداری از آزمون‌های ناپارامتریک استفاده می‌شود. این آزمون من ویتنی است.

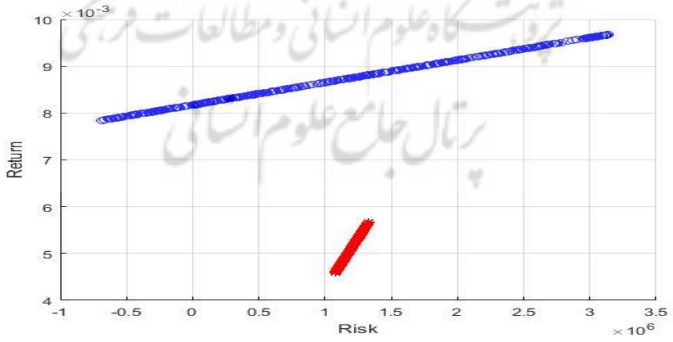
جدول ۷: احتمال آماره آزمون من ویتنی

مدل	Z	Mann-Whithney U	احتمال آماره
HS&MontCarlo	-۲۴/۴۸۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

با توجه به نتایج جدول بالا و احتمال آماره آزمون من ویتنی که برای بررسی تفاوت معناداری در سبدهای سرمایه‌گذاری مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) و سبدهای سرمایه‌گذاری مدل ARFIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی مونت کارلو) استفاده‌شده است، مقدار آماره احتمال آن برابر ۰/۰۰۰۱ می‌باشد؛ بنابراین می‌توان گفت مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) با مدل ARFIMA–ارزش در معرض ریسک (مونت کارلو) بهینه شده تفاوت معناداری دارد.

مقایسه پرتفوی‌های مدل ARIMA–شبیه‌سازی تاریخی باوجود ایران و بدون وجود ایران با استفاده از مرزکارا

در راستای مقایسه عدم وجود ایران در سبدهای سرمایه‌گذاری بهینه با استفاده از الگوریتم چندهدفه پژوهش، مرز کارای ترسیمی عدم وجود صندوق‌های قابل معامله در بورس اوراق بهادار تهران با مرز کارای ترسیمی با وجود ایران در بهینه‌سازی صندوق‌های قابل معامله در بورس جهان را در یک شکل رسم و به تفسیر آن خواهیم پرداخت.



شکل ٤: مرز کارای ترسیم‌شده بدون وجود ایران

همان‌طور که شکل بالا نشان می‌دهد، مرز کارای ترسیم‌شده بدون وجود ایران در قسمت بالاتری از مرز کارای ترسیم‌شده صندوق‌های سرمایه‌گذاری باوجود ایران قرار دارد؛ بنابراین می‌توان گفت که مرز کارای ترسیم‌شده توسط سبدهای سرمایه‌گذاری بدون وجود ایران مرز کارای سبدهای سرمایه‌گذاری باوجود ایران را در برگرفته و عملکرد بهتری نسبت به آن دارد؛ زیرا طبق گفته هری مارکویتز مرز کارای بالاتر و شمال شرق‌تر عملکرد بهتری نسبت به مرز کاراهای دیگر دارد.

مقایسه پرتفوی‌ها با استفاده از معیار شارپ در وجود یا عدم وجود ایران در مدل

بعد از انتخاب مدل برتر در قسمت قبل که با استفاده از مرز کارای رسم شده توسط هر دو مدل، مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) انتخاب شده است؛ بنابراین مدل برتر برای بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری با وجود ایران و بدونِ وجود ایران توسط الگوریتم بهینه‌سازی PESA-II استفاده شده است و در آخر از معیار شارپ برای مقایسه پرتفوی‌های بهینه‌سازی شده استفاده می‌شود. در این پژوهش معیار شارپ، معیار شارپ تعدیل‌شده است. این معیار که همان معیار اولیه شارپ است با این تفاوت که می‌توان از آن برای دیگر سنجه‌های ریسک استفاده کرد. ابتدا این بخش معیار شارپ برای هر مدل به‌دست‌آمده و برای سنجش نرمال بودن داده‌ها از آماره و احتمال آماره کلموگروف–اسمیرونوف (K-S) استفاده و برای تمام مدل‌ها در جدول زیر نشان داده‌شده است.

جدول ۸: مقدار آمار و مقدار احتمال آماره K-S برای شارپ تعدیل‌شده هر دو مدل

متغیر	میانگین	انحراف معیار	آماره K-S	احتمال آماره K-S
HS(ByIran)	۰/۳۸۰۸	۰/۰۰۳۰	۰/۰۷۴	۰/۰۰۰۱
HS(NoIran)	۲/۳۹۳۶۸	۷۲/۳۰۳۳	۰/۴۳۷	۰/۰۰۰۱

با توجه به جدول بالا و همچنین مقدار آمار و مقدار احتمال آماره K-S برای شارپ تعدیل‌شده هر دو مدل برابر با ۰/۰۰۰۱ است که نشان می‌دهد توزیع تمامی متغیر در سطح معناداری ۹۹ درصد از توزیع نرمال پیروی نمی‌نماید؛ یعنی فرض نرمال بودن آزمون K-S رد می‌شود؛ بنابراین با توجه به موارد فوق و احتمال آماره آزمون، نمی‌توان از آزمون‌های پارامتریک برای مقایسه مدل‌ها استفاده کرد.

آزمون ویلکاکسون برای مقایسه قبل از وجود ایران در سبد سرمایه‌گذاری و بعد از وجود ایران در سبدهای سرمایه‌گذاری انجام می‌شود. باید در نظر داشت علت استفاده از این مدل به علت نرمال نبودن داده‌های مورداستفاده می‌باشد. نتایج مقایسه مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) با ایران با مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) بدون ایران در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول ۹: احتمال آماره آزمون ویلکاکسون

مدل	Z	Mann-Whithney U	احتمال آماره
By و No	-۳/۲۹۰	۰/۰۰۰۱	۰/۰۰۰۱

با توجه به نتایج جدول بالا و احتمال آماره آزمون ویلکاکسون که برای بررسی تفاوت معناداری در سبدهای سرمایه‌گذاری با ایران و بدونِ ایران استفاده‌شده است، مقدار آماره احتمال آن برابر ۰/۰۰۰۱ می‌باشد؛ بنابراین می‌توان گفت مدل ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) با ایران با مدل ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) بدون ایران بهینه‌شده تفاوت معناداری دارد.

با توجه به نتایج دو روش مقایسه مورداستفاده در این پژوهش می‌توان در مورد فرضیه موارد زیر را بیان کرد:

فرضیه: بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری بر اساس شبیه‌سازی تاریخی و ARIMA عملکرد بهتری نسبت به بهینه‌سازی سبدهای سرمایه‌گذاری با استفاده از شبیه‌سازی مونت کارلو و ARFIMA دارند.

با توجه به شکل بالا و مرز کارای ترسیم‌شده توسط هر دو مدل، مرز کارای ترسیمی مدل ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) با استفاده از الگوریتم چندهدفه PESA-II بالاتر و بهتر از مدل ARFIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی مونت کارلو) تشکیل و رسم شده است. این مرز کارا نشان می‌دهد که مدل شبیه‌سازی تاریخی و ARIMA مرز کارای ترسیمی توسط مدل دیگر را در بردارد. همچنین می‌توان در مورد مدل میانگین ارزش در معرض ریسک شرطی گفت این مدل بدترین و ناکارآمدترین مرز کارای ترسیمی را داشته است. همچنین آمارهای توصیفی حاصله از معیار شارپ به‌دست‌آمده نشان از کارایی و عملکرد بهتر مدل شبیه‌سازی تاریخی با توجه به میانگین و انحراف معیار تمامی جواب‌هاست.

نتیجه‌گیری

نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که مدل ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) مرز کارای بالاتری در مقایسه با ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی مونت کارلو) دارد. همچنین مرز کارای (جبهه پارتو) رسم شده توسط الگوریتم PESA-II برای مدل دیگر را در خود جای‌داده است. برای پی بردن به معنادار بودن این تفاوت عملکرد آزمون من-ویتنی استفاده شد. نتایج نشان می‌دهد که معیار شارپ پرتفلیو بهینه ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) در مقایسه با ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) بهتر است و این تفاوت با توجه به آزمون انجام‌شده معنادار است.

همچنین نتایج بیانگر آن است که مدل ARIMA-ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) که دربرگیرنده صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله در بورس اوراق بهادار تهران و جهان هستند در مقایسه

با مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) که دربرگیرنده صندوق‌های سرمایه‌گذاری قابل معامله در بورس جهان به‌جز ایران هستند، با توجه به مرزکارا عملکرد ضعیف‌تری دارند. درنهایت برای بررسی تفاوت معناداری این دو نمونه از آزمون ویلکاکسون قبل از وجود ایران و بعد از وجود ایران استفاده‌شده است. نتایج این آزمون نشان از وجود تفاوت معناداری در قبل و بعد از وجود ایران، دارد.

درنهایت می‌توان گفت که متخصصان حرفه‌ای حوزه سرمایه‌گذاری، برای افزایش بازده و کاهش ریسک خود در استفاده از مدل‌های بهینه‌سازی، می‌توانند در انتخاب مرز کارا و سبدهای سرمایه‌گذاری بهینه پیش‌بینی‌شده از مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه‌سازی تاریخی) با توجه به مرز کارا ترسیم‌شده آن استفاده کرده، زیرا این مدل با دارا بودن قدرت توضیح دهندگی بهتر و همچنین تشکیل مرز کارای بالاتر از دیگر است. در ادامه پیشنهاد می‌گردد مدل ARIMA–ارزش در معرض ریسک (شبیه-سازی تاریخی) در چارچوب بهینه‌سازی چند دوره‌ای و با لحاظ کردن هزینه معاملات صندوق‌های سرمایه گذاری مشترک انجام گرفته و کارایی آن در این روش مورد آزمون قرار گیرد.

منابع

بحری ثالث، جمال؛ پاک مرام، عسگر؛ ولی زاده، مصطفی (۱۳۹۷)."انتخاب و بهینه‌سازی سبد سهام با استفاده از روش میانگین واریانس مارکویتز با بهره‌گیری از الگوریتم‌های مختلف". **فصلنامه علمی پژوهشی دانش مالی تحلیل اوراق بهادار**، سال یازدهم، شماره ۳۷.

راعی، رضا؛ فلاح طلب، حسین(۱۳۹۲). "کاربرد شبیه‌سازی مونت کارلو و فرایند قدم زدن تصادفی در پیش بینی ارزش در معرض ریسک ". **مجله مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار**، شماره ۱۶

شیدایی نرمیقی، علی؛ رهنمای رودپشتی، فریدون؛ رادفر، رضا (۱۳۹۹)."بهینه‌سازی پرتفوی سرمایه‌گذاری مبتنی بر ماتریس شبکه و مقایسه آن با الگوریتم ژنتیک". **فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری**، سال نهم، شماره سی و ششم.

فتاحی *نافچی*، حسن؛ عرب صالحی، مهدی؛ اسماعیلیان، مجید."انتخاب سبد بهینه سهام با بکارگیری اطلاعات حسابداری، اطلاعات مبتنی بر ارزش و اطلاعات کارت ارزیابی متوازن(مطالعه موردی: شرکت‌های پذیرفته شده در بورس اوراق بهادار تهران)". **مجله پیشرفت‌های حسابداری دانشگاه شیراز**، دوره یازدهم، شماره دوم، ۲۸۵-۳۲۰.

فلاح‌پور، *سعید*؛ راعی، رضا؛ فدائی نژاد، محمد اسماعیل؛ مناجاتی، رضا (۱۳۹۸)." ارائه مدلی جهت بهینه‌سازی فعال با استفاده از ارزش در معرض ریسک شرطی؛ کاربردی از رویکرد مدل‌های ناهمسانی واریانس شرطی بر اساس رویکرد الگوریتم DE". **فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری**، سال هشتم، شماره ۳۰.

میرلوحی، سید مجتبی؛ محمدی تودشکی، نیما (۱۳۹۹)." تشکیل سبد سرمایه‌گذاری بهینه در بورس اوراق بهادار با استفاده از روش‌های خوشه‌بندی سلسله مراتبی و تفکیکی". **فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری**، سال نهم، شماره ۳۴.

نجفی *مقدم*، علی(۱۳۹۶). "انتخاب روش بهینه در محاسبه ارزش در معرض خطر صندوق سرمایه‌گذاری"، **فصلنامه مهندسی مالی و مدیریت اوراق بهادار**، دوره۸، شماره۳۱، ۲۶۵-۲۳۷.

Chou,Y.H., Kuo,S.Y. & Lo,Y.T. (2017). "Portfolio Optimization Based on Funds Standardization and Genetic Algorithm" IEEE

Douglas, J.Cumming, Sofia,J. Yelin, ZH. (2019). What is Mutual Fund flow? *Journal of International finantial markets, Institutions and Money*, Vol62, No.222-251.

Inderjit,K(2018). "Effect of mutual funds characteristics on their performance and trading strategy: A dynamic panel approach ", Cogent Economics & Finance, 6:1.

Lin, Chang., Lin, Yi, Ting., (2008),"Genetic Algorithm for portfolio selection problem with transaction lost", *European journal of Operational Research*., Vol.185, ISSUE, 1, 16, PP. 393-401.

Rom, B.M., Ferguston, K,(2001). Managing downside risk in financial markets: Theory, practice and implementation, *Butterworth-Heinemann finance*, p.59.

Silva, A, Neves, R., & Horta, N, (2015). A hubrid approach to portfolio composition based on fundamental and technical. Expert Systems with Applications, 42(4), 2036-2048.

Tsolas, I. E. (2020). Precious Metal Mutual Fund Performance Evaluation: A Series Two –Stage DEA Modeling Approach. *Journal of Risk and Management*, 13(5), 87.

Vladimir,R. Mikia, D., Branko, U. Rank, J. (2016). Mean univariate –GARCH VaR Portfolio Optimozation: Actual Portfolio Approach. *Computers & Operations Research* 72(2016) 83-92.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی