Scientific Journal of
Budget and Finance Strategic Research
(Summer 2020, Volume 2, Issue 2, pp: 11 - 31)

Print ISSN:2717-1809
Online ISSN: 2717-199X

Modeling the At risk Values Optimal Pattern in Pension Funds

Mahdi Sadeghi Shahedani

Abstract

Pension funds play an essential role in financial and capital markets. Hence, it is very important to consider issues such as investment strategies in line with the volume and sources of assets and risk management. This research is involved in the modification of the at risk value model of the banking sector consistent with the features of the pension funds. Essential adjustments and practical steps of this adaptation are proposed in line with this goal. Finally, the proposed optimal investment model was developed regarding at risk component. The results ended in a risk measurement model for assets of portfolio in the Pension Fund's. As the funds' claims on the government are often paid back in the form of shares, they make up the bulk of the assets of the pension funds in the form of stocks of listed and non-listed companies. As a result, application of the present model can be of great help in managing the risk of pension fund portfolios and development of patterns for applying at risk values.

Keywords: pension funds; at risk values; optimal portfolio.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

Full professor in theoretical economics at The Faculty of Islamic Knowledge and economics, Imam Sadegh University, Tehran, Iran sadeghi@isu.ac.ir

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نشریه علمی
«پژوهش‌های راهبردی بودجه و مالی»
(تابستان ۱۳۹۹، سال دوم، شماره ۲: ۱۱ ـ ۳۱)
شاپای چاپی:۱۸۰۹- ۲۷۱۷
شاپای الکترونیک: ۱۹۹X- ۲۷۱۷

مدل‌سازی الگوی بهینه ارزش درمعرض ریسک در صندوق‌های بازنشستگی

مهدی صادقی شاهدانی

تاریخ دریافت: ۱۳۹۹/۰۲/۲۱
تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۴/۲۷

چکیده

صندوق‌های بازنشستگی، نقش عمده‌ای در بازارهای مالی و سرمایه عهده‌دار هستند. ازاین‌رو، توجه به مقولاتی چون راهبردهای سرمایه‌گذاری باتوجه‌به حجم و منابع دارایی‌ها و مدیریت ریسک درخصوص آنها حائز اهمیت است. این مقاله به تعدیل مدل ارزش درمعرض ریسک حوزه بانکداری متناسب با ویژگی‌های صندوق‌های بازنشستگی می‌پردازد. درراستای این هدف، تعدیلات اساسی و گام‌های کارکردی این اقتباس طرح می‌شوند. درنهایت مدل پیشنهادی سرمایه‌گذاری بهینه با مؤلفه ریسک توسعه می‌یابد. نتایج پژوهش، ارائه‌کننده یک مدل سنجش ریسک برای دارایی‌های موجود در پرتفوی صندوق‌های بازنشستگی است. ازآنجاکه مطالبات صندوق‌ها از دولت غالباً به شکل واگذاری سهام صورت می‌گیرد، موجب می‌شود تا بخش عمده‌ای از دارایی‌های صندوق‌های بازنشستگی را سهام شرکت‌های بورسی و غیربورسی تشکیل دهد. بنابراین، بهره‌گیری از مدل حاضر می‌تواند کمک شایانی در مدیریت ریسک پرتفوی صندوق‌های بازنشستگی و توسعه الگوهای به‌کارگیری ارزش درمعرض ریسک داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: *صندوق‌های بازنشستگی؛ ارزش درمعرض ریسک؛ پرتفوی بهینه*
طبقه‌بندی JEL : G23, G11, G17

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

استاد گروه اقتصاد، دانشکده معارف اسلامی و اقتصاد، دانشگاه امام صادق(ع)، تهران، ایران. sadeghi@isu.ac.ir

مقدمه

مشکلات ساختاری بسیاری از کشورها در مدیریت طرح‌های بازنشستگی و همچنین صدمات واردشده از بحران مالی اخیر بر توانمندی مالی صندوق‌های بازنشستگی در جهان موجب شد تا صندوق‌های بازنشستگی به‌طور عمده در جهان، از طرح مزایای معین (DB) به مشارکت معین (DC) تغییر رویه دهند. این امر به‌منزله انتقال ریسک سرمایه‌گذاری از متولیان طرح بازنشستگی به اشخاص عضو است. درعین‌حال، به‌دلیل ماهیت بلندمدت طرح بازنشستگی، صندوق‌های مربوطه با ریسک بازاری بلندمدت و ریسک دیرپایی[1] مواجهند. بنابراین، هنگام سرمایه‌گذاری و مدیریت ریسک بهینه باید چنین ریسک‌هایی را نیز مدنظر قرار داد. امروزه صندوق‌های بازنشستگی در جهان در حوزه بازارهای مالی اهمیت شایانی یافته‌اند. به‌طوری‌که برخی از آنها به‌عنوان مهم‌ترین بازیگران نهادی حوزه بازار سرمایه یاد می‌کنند (جوریون[2]، ۲۰۰۱). بنابراین، زیان آنها می‌تواند صدمه بزرگی برای بازارهای مالی همراه داشته باشد که این امر اهمیت مدیریت ریسک را برای صندوق‌های مذکور بیشتر اثبات می‌کند.

هدف این مقاله تحلیل راهبردی طراحی الگوی بهینه مدیریت ریسک در صندوق‌های بازنشستگی است تا بتوان از ثبات و ایمنی طرح‌های بازنشستگی برای اعضا اطمینان حاصل کرد. امروزه ارزش درمعرض ریسک (VaR) به‌عنوان معروف‌ترین معیار سنجش ریسک مطرح است. از این معیار برای الزامات سرمایه در حوزه بانکداری و بیمه بهره گرفته می‌شود. اگرچه ارزش درمعرض ریسک جهت اندازه‌گیری ریسک بازار در حوزه بانکداری نمود یافت، اما به‌سرعت در تمام بخش‌های مالی به‌کار گرفته شد. علی‌رغم مواجهه صندوق‌های بازنشستگی با ریسک قابل‌توجه، مدل فراگیری برای اندازه‌گیری ریسک‌های مالی در این صندوق‌ها مطرح نشده است. هدف این مقاله اقتباس از الگوی ارزش درمعرض ریسک جهت استفاده در صندوق‌های بازنشستگی است.

پرسش اساسی پژوهش را می‌توان چنین بیان کرد که: چه تعدیلاتی باید در مدل ارزش

1. Longevity Risk
2. Jorion

درمعرض ریسک مورد استفاده بانک‌ها جهت تناسب با عملیات صندوق‌های بازنشستگی صورت گیرد؟ گام‌های اساسی در به‌کارگیری ارزش درمعرض ریسک در صندوق‌های بازنشستگی چیست؟ الگوی بهینه تخصیص دارایی‌ها باتوجه‌به مدل ارزش درمعرض ریسک در صندوق‌های بازنشستگی چیست؟

ویژگی مدل ارزش درمعرض ریسک آن است که دارای یک نگاه روبه‌جلو است و چارچوبی را برای محاسبه ریسک نسبی نهاد مالی فراهم می‌کند. این در حالی است که نگرش کوتاه‌مدت، بانک‌محوربودن و فقدان یک استاندارد عمومی در به‌کارگیری آنها موجب انتقاد مخالفین این روش در به‌کارگیری رویکرد مذکور همراه داشته است (صادقی شاهدانی و محسنی، ۱۳۹۸). بنابراین، هدف این مقاله را می‌توان همسازی مدل ارزش درمعرض ریسک برای اندازه‌گیری ریسک بازار در صندوق‌های بازنشستگی عنوان نمود.

درراستای این هدف پس از بیان مقدمه، در بخش دوم روش ارزش درمعرض ریسک و ریسک بازار در صندوق‌های بازنشستگی معرفی می‌شود. سپس در بخش سوم به بیان پیشینه پژوهش پرداخته می‌شود. بخش چهارم به طراحی مدل ارزش درمعرض ریسک برای صندوق‌های بازنشستگی اختصاص دارد. درنهایت نتایج و یافته‌های پژوهش در بخش پنجم ارائه می‌شود.

مبانی نظری

فعالیت نهادهای مالی دربردارنده دامنه وسیعی از انواع ریسک‌هاست. یکی از مهم‌ترین انواع آنها ریسک بازار است که به نوسان نامطلوب در ارزش سرمایه‌گذاری واحد اقتصادی به‌دلیل تغییر در مؤلفه‌های اقتصادی نظیر قیمت سهام، نرخ بهره یا نرخ ارز اطلاق می‌شود. این تلاطم‌ها می‌توانند براساس سازوکارهای سرریزی میان بازارهای مختلف انتقال یافته و درنتیجه ایجاد شرایط متفاوتی از حالت تعادل اولیه ایجاد نمایند (صادقی شاهدانی و محسنی، ۱۳۹۸).

به‌منظور اطمینان‌سازی از وجود ایمنی در فعالیت واحد اقتصادی، باید یک حداقل سرمایه جهت مقابله با زیان احتمالی ناشی از فعالیت‌های کسب‌وکار یا زیان بازاری بالقوه نگهداری شود.

بدین‌منظور، در ادبیات مالی مفهوم سرمایه اقتصادی از سرمایه قانونی متمایز می‌شود. سرمایه اقتصادی را می‌توان برای اهداف مدیریت ریسک داخلی مدنظر قرار داد، درحالی‌که سرمایه قانونی عمدتاً برای تأمین الزامات نظارتی مراجع تنظیم‌گر است(محسنی، ۲۰۱۷). در مقررات بازل II، بانک‌ها به استفاده از رویکرد ارزش درمعرض ریسک برای اهداف مدیریت داخلی و نظارت خارجی ترغیب می‌شوند. این چارچوب به‌وسیله اتحادیه اروپایی برای بخش بیمه (تحت عنوان توانگری II) اقتباس شده است، اما صندوق‌های بازنشستگی نمی‌توانند از این چارچوب بهره گیرند، زیرا محدودیت طرح بازنشستگی این امکان را برای آنها فراهم نمی‌کند (جوریون، ۲۰۰۱).

ادبیات مالی، ریسک بازار را به هرگونه زیان احتمالی در ارزش بازار پرتفوی شرکت‌ها اطلاق می‌کند که می‌تواند ناشی از چهار عامل ریسک سهام، ریسک نرخ بهره، ریسک نرخ ارز و ریسک محصول[1] باشد (بت‌شکن و همکاران، ۲۰۱۸). البته این تعریف از ریسک بازار برآمده از صنعت بانکداری است و نمی‌تواند برای صندوق‌های بازنشستگی به‌عنوان یک تعریف جامع و شامل باشد. بنابراین، ریسک بازار در صندوق‌های بازنشستگی به‌طور عمده برآمده از ریسک عملکرد سرمایه‌گذاری است که می‌تواند برآمده از نوسان در ارزش بازار دارایی، تغییرات نرخ بهره، ترکیب نامناسب دارایی‌ها در پرتفوی یا تمرکز بیش‌ازحد به یک بخش اقتصادی باشد. همچنین می‌تواند ناشی از تخمین نادرست زمانبندی یا ارزش جریانات نقدی آتی بروز یابد.

حیطه ریسک بازار در صندوق‌های بازنشستگی وابسته به معیار تخصیص دارایی‌هاست. اهداف بلندمدت می‌توانند به‌وسیله قوانین نظارتی موجب خرید ابزارهای با درآمد ثابت و پوشش ریسک شوند. هدف مدیران مالی در این صندوق‌ها حداکثرسازی بازده پرتفوی است که البته با لحاظ محدودیت‌های قانونی و رعایت شروط ممکن در قراردادهای بدهی صورت می‌گیرد.

صندوق‌های مذکور با دو نوع الزام شامل نگهداری ارزش اسمی سرمایه کوتاه‌مدت برای پرداخت‌های مستمری و حفاظت از سرمایه بلندمدت مواجهند. تضاد میان ریسک کوتاه‌مدت (که برای مقاصد نظارتی ارزیابی می‌شود) و احتیاجات بلندمدت به وضع محدودیت در شمار

1. Commodity Risk

سرمایه‌گذاری‌های ممکن برای آنها منجر می‌شود.

بلیک[1] (۱۹۹۹) مطرح می‌کند که صندوق‌های بازنشستگی و شرکت‌های بیمه عمر، سرمایه‌گذاران نهادی با رویکرد بلندمدت هستند. گرچه تعهدات آن مشابه یکدیگر است، از ماهیت و کیفیت متفاوتی برخوردار است. عدم‌تطابق میان سررسید دارایی ـ بدهی، بزرگترین ریسک نظام‌مند است که هر دو نهاد با آن مواجهند. آنها به‌منظور حداقل‌کردن ریسک مذکور، بخش عمده‌ای از پرتفوی خود را در دارایی‌های بلندمدت نظیر سهام، املاک و اوراق قرضه بلندمدت سرمایه‌گذاری می‌کنند. البته به‌دلیل وجود امکانات مختلف در بیمه‌های عمر، این شرکت‌ها از اوراق قرضه بیشتری در پرتفوی خود بهره می‌گیرند. با افزایش عمر صندوق‌های بازنشستگی و افزایش مقدار مستمری بگیران، سهم اوراق با درآمد ثابت در صندوق‌ها افزایش می‌یابد که این امر می‌تواند آنها را با ریسک بازاری بیشتری مواجه سازد.

سیاست مالی صندوق‌های بازنشستگی عمدتاً «خرید و نگهداری[2]» است. بنابراین، آنها هدف سفته‌بازی را دنبال نمی‌کنند، زیرا ساختار تعهدات آنها موجب محافظه‌کاری هرچه‌بیشتر و پویایی هرچه‌کم‌تر در عملکرد این صندوق‌ها می‌شود.

صندوق‌های بازنشستگی اصولاً با ریسک تعهدات[3] موجهند، درحالی‌که بانک‌ها عمدتاً با ریسک دارایی[4] روبه‌رو می‌باشند. البته تفاوت مذکور به‌عنوان یک معیار ممیزه نیست، زیرا بانک‌ها نیز می‌توانند با ریسک تعهدات ناشی از تغییر در نرخ بهره ناشی از بدهی‌های خود مواجه شوند. درعین‌حال، صندوق‌های بازنشستگی با ریسک دارایی درصورتی‌که عملکرد سرمایه‌گذاری آنها تحت تأثیر نوسانات بازار مالی باشد نیز روبه‌رو هستند. با عنایت به نکته مطروحه، لحاظ همبستگی میان دارایی‌ها و تعهدات در صندوق‌های بازنشستگی حائز اهمیت است. ریسک نرخ بهره می‌تواند مصداق عدم تطابق دارایی ـ بدهی در صندوق‌های بازنشستگی باشد. در مدل‌های بانکداری، تمرکز بر جداسازی ریسک‌های مختلف از یکدیگر و مطالعه هر کدام از آنها به‌عنوان یک واحد

1. Blake
2. Buy and hold
3. Liability risk
4. Asset risk

منحصربه‌فرد است. دریافت سپرده عمدتاً کوتاه‌مدت و پرداخت آنها به صورت وام با سررسید بلندمدت است که این امر سبب ناتوانی در ایفای تعهدات و بحران‌های نقدینگی برای بانک‌ها می‌شود. این در حالی است که در صندوق‌های بازنشستگی دریافت منابع ماهیت بلندمدت داشته و تعهدات درقبال اعضا نیز بلندمدت است. بنابراین، بحران‌های نقدینگی در عدم تطابق دارایی ـ بدهی نمی‌تواند برای صندوق‌ها اولویت اصلی باشد.

نظارت بر صندوق‌های بازنشستگی (همانند دیگر واسطه‌گران و سرمایه‌گذاران مالی) به سمت نظارت مبتنی‌بر ریسک گرایش داشته و در آن ایجاد نظارت یکپارچه بر سایر روش‌ها ارجح است. اگرچه کاربرد قوانین محافظه‌کارانه بانکداری و بیمه برای صندوق‌های بازنشستگی نیازمند تعدیلات است (برونر[1]، ۲۰۰۸). دراین‌راستا، اتخاذ یک رویه مدیریت بر ریسک و نگهداری میزان سرمایه مناسب الزامی است. کاربرد رویکرد ارزش درمعرض ریسک به‌منزله اولین‌گام در ایجاد یک چارچوب نظارتی یکپارچه است.

معیار ارزش در معرض ریسک، حداکثر زیان احتمالی پورتفوی را در یک دوره زمانی مشخص با بیان کمّی و درقالب عدد بیان می‌کند. به‌عبارت‌دیگر، ارزش درمعرض ریسک مبلغی از ارزش پورتفوی را که انتظار می‌رود ظرف مدت یک دوره زمانی مشخص و با میزان احتمال معین (سطح اطمینان ۱٪ -α) از دست برود، مشخص می‌کند (میکوچی و همکاران[2]، ۲۰۱۰).

فرض کنید ارزش آتی یک پرتفوی در زمان $t+h$ برابر با V_{t+h} باشد، در این‌صورت V_t ارزش پرتفوی در زمان t را نشان می‌دهد. بنابراین، تغییر در ارزش بازار یک پرتفوی در طول زمان برابر خواهد بود.

$$\Delta V = V_{t+h} - V_t$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Brunner
2. Micocci and et al

در این‌صورت حداکثر زیان پرتفوی را می‌توان با $\mathrm{VaR_h(q)}$ نشان داد که دارای درجه احتمال $(1-\mathrm{q})$ است بنابراین داریم:

$$\mathrm{P}[\Delta V \ll \mathrm{VaR_h(q)}] = 1-\mathrm{q}$$
$$[\mathrm{VaR_h(q)}] = \mathrm{R_h^{-1}}(1-\mathrm{q})$$

مدل‌سازی با رویکرد ارزش درمعرض ریسک را می‌توان یک الگوی سه‌مرحله‌ای به شرح زیر درنظر گرفت:

گام اول: اندازه‌گیری زیان بالقوه پرتفوی: ترسیم عوامل ریسک موجود در پرتفوی سرمایه‌گذاری؛

گام دوم: اندازه‌گیری نااطمینانی: تشخیص توزیع احتمال تغییرات عوامل ریسک؛

گام سوم: محاسبه ارزش درمعرض ریسک برای پرتفوی سرمایه‌گذاری.

انواع روش‌های محاسبه ارزش درمعرض ریسک عبارتند از روش پارامتریک (واریانس ـ کوواریانس)، شبیه‌سازی تاریخی و شبیه‌سازی مونت کارلو که دو روش آخر بیشتر مبتنی‌بر اطلاعات تاریخی هستند و براساس روش‌های هیوریستیک و سناریوسازی محاسبه شده و فرمول خاصی ندارند (پیکارجو و همکاران، ۱۳۸۹). ازآنجاکه در این پژوهش بر بهینه‌سازی مدل‌های سنجش ریسک تمرکز می‌شود، به روشی کمّی نیاز داریم که می‌تواند پارامتریک نیز باشد. مدل پارامتریک واریانس ـ کواریانس می‌تواند معیار خوبی برای تشریح در این حوزه مطرح باشد.

فرایند مدل ارزش درمعرض ریسک دارای کلیات واحدی است که حسب نوع روش شناختی (مدل کارکویتز، تحلیل عاملی و...) تعدیل می‌شود. فرض کنید عامل ریسک، متغیری تصادفی است که طی فاصلهٔ زمانی $[0,1)$ مقداری به‌خود می‌گیرد و ارزش بازار سبد دارایی را در زمان ۱ متأثر می‌سازد. بردار ریسک که با Q1 نمایش می‌دهیم، برداری تصادفی از عوامل ریسک در زمان ۱ است. در این حالت فرض کنید که P1: ارزش آتی سبد دارایی (عامل ریسک)، S1: بردار دارایی (بردار ریسک) و R1: بردار کلیدی (بردار ریسک) باشد. در ریاضیات، نگاشت مترادف تابع است. نگاشت پرتفوی آن نگاشتی است که ارزش یک سبد دارایی را به‌صورت

تابعی از یک بردار ریسک مثل Q1 تعریف می‌کند. در فرایند استنباط نیز توزیع بردار عوامل کلیدی ریسک مشروط بر اطلاعات موجود در زمان صفر تشخیص داده می‌شود. به‌بیانی‌دیگر، طی رویهٔ استنباط، یک توزیع شرطی برای R1 مشخص می‌کنیم. فرایند انتقال باید به‌نوعی اطلاعات بازار موجود در ویژگی‌های توزیع R1 را ازطریق اطلاعات موجود در نگاشت سبد دارایی پالایش کنیم. به بیانی ساده‌تر، با طی این فرایند، توزیع شرطی P1 را مشخص می‌کنیم. فرایند مذکور به‌صورت شماتیک در شکل ۱ نمایش داده شده است.

مدل پارامتریک واریانس ـ کوواریانس دارای دو فرض اساسی توزیع نرمال بازده دارایی‌ها و رابطه خطی بین عوامل بازار و ارزش دارایی است. با تفسیر فوق، احتمال اینکه ارزش پرتفوی با انحراف معیار بازدهی مشخص و با سطح اطمینان معین از ارزش مفروض کم‌تر باشد، ازطریق معادله زیر قابل اندازه‌گیری است:

$$VaR = M.Z_{\alpha}.\delta\sqrt{T} - \mu.x_i = M.Z_{\alpha}.\delta\sqrt{T} - r_p$$

این رابطه برای دوره‌های بلندمدت است، برای دوره‌های کوتاه‌مدت با فرض میانگین صفر rp=0، از فرمول زیر استفاده می‌کنیم:

$$VaR = M.Z_{\alpha}.\delta\sqrt{T}$$

در این معادله با دانستن انحراف معیار روزانه δ، انحراف معیار T روز از رابطه $\delta\sqrt{T}$ قابل محاسبه است. در اینجا M ارزش بازار دارایی، α-1 سطح اطمینان و T طول دوره زمانی محاسبه بازده می‌باشد. این مقدار بیان می‌دارد که احتمال اینکه زیان در یک دوره T روزه بیش از ارزش در معرض ریسک باشد، α٪ است. در این پژوهش برای محاسبه واریانس از رابطه زیر استفاده می‌کنیم :

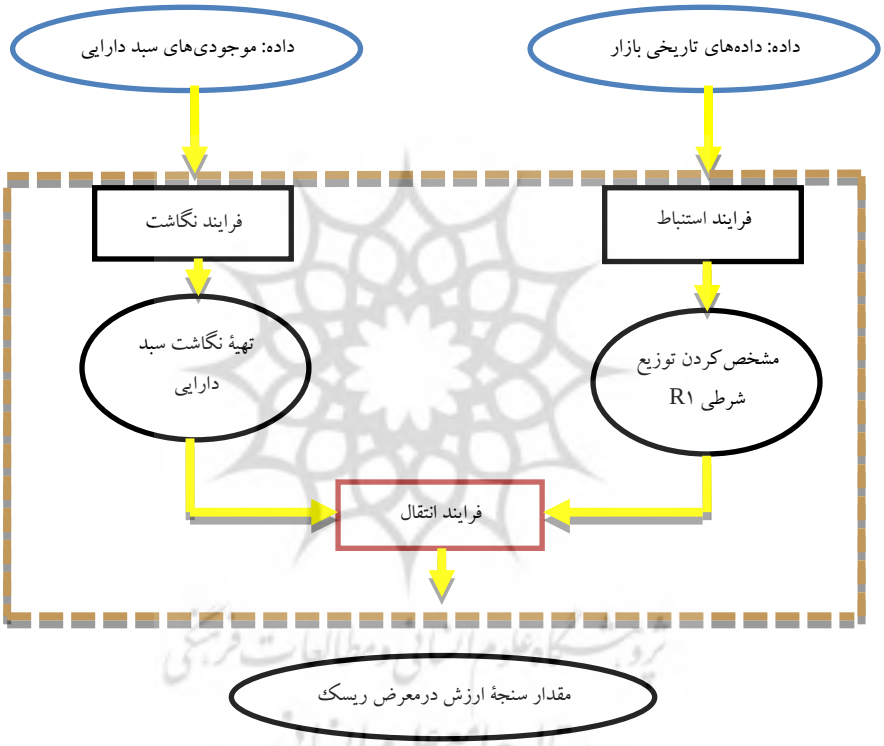
$$\delta_p^2 = x' * vc * x$$

که در آن ′′ ماتریس سطری ضرایب پرتفوی، cc ماتریس مربعی واریانس ـ کوواریانس و x ماتریس ستونی ضرایب پرتفوی می‌باشد. الگوی رایج برای بهینه‌سازی ارزش درمعرض ریسک (VaR) به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\text{Min } Z = Z_{\alpha}.\delta_p - \bar{r}_p$$

$$\text{S.T: } \bar{r}_p = \sum_{j=1}^{M} x_j \bar{r}_j$$

$$\sum_{j=1}^{M} x_j = 1$$



شکل ۱. تعیین مقدار سنجه ارزش درمعرض ریسک

ازجمله نقاط قوت این معیار آن است که می‌تواند در یک عدد خلاصه شود، نوسان‌های منفی بازده را محاسبه کند، تحت تأثیر بازده‌های بزرگ قرار نمی‌گیرد، قابل کاربرد برای محاسبه ریسک دارایی‌هایی با توزیع بازده غیرخطی همچون اختیار خریدها[1] و غیره است، به‌راحتی می‌تواند برای "آزمون بازگشتی[2]" مورد استفاده قرار گیرد و همچنین، معیار ریسک استانداردی به حساب می‌آید (رستمیان و حاجی‌بابایی، ۱۳۸۸). علاوه‌براین، تغییرات ارزش بازار دارایی‌ها را لحاظ می‌کند، متغیرهای بازار را برای افق زمانی کوتاه‌تری پیش‌بینی می‌کند (این امر به برآورد دقیق‌تر ریسک کمک می‌کند، زیرا پیش‌بینی‌های کوتاه‌مدت نسبت به پیش‌بینی‌های بلندمدت آسان‌تر و دقیق‌تر هستند)، نگاه رو به جلو دارد (یعنی ریسک کل پرتفوی موجود را برای دوره آتی برآورد می‌کند) و می‌توان از آن برای پرتفوی‌های شامل چندین دارایی مالی مختلف (همانند سهام، اوراق قرضه و ابزار مشتقه و غیره) استفاده کرد.

البته، این معیار در کنار نقاط قوتش دارای ضعف‌هایی نیز هست؛ به‌طوری‌که توانایی محاسبه مقادیر ریسک بیشتر و فراتر از ارزش درمعرض ریسک را ندارد، کاهش ارزش در معرض ریسک ممکن است منجر به امتدادیافتن دنباله‌های فراتر از ارزش درمعرض ریسک شود و سرانجام اینکه ویژگی عدم جمع‌پذیری ریسک درمورد آن مصداق دارد:

$$\left(\mathrm{VaR}(\mathrm{A}+\mathrm{B}) \geq \mathrm{VaR}(\mathrm{A})+\mathrm{VaR}(\mathrm{B})\right)$$

درنتیجه، تنوع‌بخشی نه‌فقط موجب کاهش ریسک، بلکه موجب افزایش ریسک می‌شود. ویژگی عدم تحدب درمورد آن مصداق دارد، یعنی دارای اکسترمم (حداقل‌ها و حداکثرهای) محلی زیادی است و درنتیجه کمینه‌کردن آن بسیار مشکل است و برای توزیع‌های غیرنرمال، کنترل و بهینه‌سازی آن بسیار دشوار است.

علاوه‌براین، روش ارزش درمعرض ریسک متغیرهای تصادفی ممکن است از توزیع بهنجار (نرمال) تبعیت نکنند که این امر بیان آماری نتایج را با مشکل مواجه می‌سازد.

1. Put Option
2. Back testing

پیشینه پژوهش

گزینش یک پرتفوی بلندمدت پویا ابتدا توسط مرتون[1] (۱۹۷۱) مطرح شد که البته بازار را با نرخ بهره ثابت مدل‌سازی می‌کرد. ازآنجاکه ماهیت کارکرد صندوق‌های بازنشستگی، بلندمدت است پس فرض قطعی‌بودن نرخ بهره نمی‌تواند واقعی باشد. پس از معرفی مدل نرخ بهره تصادفی، به‌سرعت این مدل برای سرمایه‌گذاری در صندوق‌های بازنشستگی اقتباس شد. برای نمونه بولیر و همکاران[2] (۲۰۰۱) یک مدل سرمایه‌گذاری با نرخ بهره تصادفی برای صندوق‌های بازنشستگی تحت برنامه منافع معین (DB) طراحی کردند. البته این ابتدای راه بود، زیرا این مدل‌ها زمانی می‌توانند تکمیل باشند که در آن ریسک تورم، ریسک نرخ بهره و ریسک مشارکت[3] نیز لحاظ شود.

کارین و همکاران[4] (۲۰۰۰) یک مدل پیوسته تصادفی با راهبردهای کنترل مارکوی معرفی کردند که مدل آنها نشان می‌داد که میزان بهینه سرمایه‌گذاری در هر دارایی ریسکی می‌تواند ثابت اما وابسته به دیگر دارایی‌ها باشد.

بلیک و همکاران[5] (۲۰۰۱)، یک مدل طیفی در تخمین ارزش ریسک و سرمایه گذاری در طرح مشارکت معین با لحاظ راهبردهای مختلف سرمایه گذاری مطرح کردند. آنها نشان دادند که طرح‌های منافع معین نسبت به مشارکت معین از ریسک بیشتری برخوردار بوده و تخمین ارزش درمعرض ریسک آنها وابسته به راهبردهای اتخاذی است.

چروپات و میلوسکی[6] (۲۰۰۲) یک مدل با حداکثرسازی بهینه معرفی کردند که دارای یک دارایی بدون ریسک و یک دارایی پرریسک بوده و در آن ریسک‌گریزی نسبی و حرکات بروانی هندسی مشاهده می‌شود.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

1. Merton
2. Boulier et al
3. Contribution Risk
4. Cairns et al
5. Blake at al
6. Charupat and Milevski

منونسین[1] (۲۰۰۵) درخصوص طرح‌های بازنشستگی توازن بین درآمد و هزینه[2] نشان داد، درصورتی‌که شمار کارکنان از مستمری‌بگیران بیشتر افزایش یابد، پرتفوی بهینه ریسکی تر از پرتفوی مرتون خواهد بود.

منونسین و اسکایلت[3] (۲۰۰۶) در تحلیل پرتفوی طرح‌های بازنشستگی مزایای معین و مشارکت معین که تمامی دارایی‌های خود را در بازار سرمایه اختصاص داده بودند، نشان داد که در برخی از موارد خاص، پرتفوی بهینه برای طرح‌های مشارکت معین نسبت به مزایای معین از ریسک کم‌تری برخوردار است.

برونر[4] (۲۰۰۸) نشان داد که کاربرد آزمایشی ارزش در معرض ریسک برای صندوق‌های بازنشستگی مکزیک موجب کارایی سرمایه‌گذاری بیشتر و اثربخشی چارچوب مدیریت ریسک برای این صندوق شده است، اما کاربرد روش‌شناسی تحلیل داده‌های کوتاه‌مدت برای تخمین بلندمدت نمی‌تواند کارایی داشته باشد و باید در مدل ارزش درمعرض ریسک بازنگری کرد.

ژو[5] (۲۰۱۶) نشان داد که انتخاب راهبرد پرتفوی بهینه در صندوق‌های بازنشستگی وابسته به درجه توسعه‌یافتگی بازار سرمایه در کشورهاست. وی با استفاده از علیت گرنجر و روش ارزش درمعرض ریسک نشان داد که حداکثر ۲۰ درصد سرمایه‌گذاری در سهام می‌تواند مقدار متناسبی برای کشور چین باشد.

کانسیگلی و همکاران[6] (۲۰۱۸) در بررسی نظارت بر مواجهه با سرمایه در معرض خطر در طول زمان نشان دادند که مسئله مدیریت دارایی- بدهی به عنوان یک برنامه چند مرحله ای تصادفی (MSP) با ساختار درخت سناریو زیربنایی قابل تدوین است که در آن مراحل تصمیم گیری با مراحل سالانه غیر تصمیم گیری با هدف نقشه برداری دقیق تکامل بدهی های صندوق ترکیب می شود. مدل آنها نشان داد که چگونه یک سیاست پویا با تکیه بر مجموعه ای از

1. Menoncin
2. pay-as-you-go
3. Scaillet
4. Fedor
5. Zhu
6 . Consigli et al

معیارهای تصمیم گیری خاص، قادر است یک وضعیت پرداخت بدهی تعادل بلند مدت را در طی یک افق ۲۰ ساله به دست آورد.

جانکالی و بانکول[1] (۲۰۱۹) نشان دادند که برای کمک به انتخاب بهینه صندوق در بین چهار صندوق موجود در طرح بازنشستگی مشارکتی در نیجریه، مدل انباشت پویا[2](DAM) و مدل کاهش خطر[3] (RMM) را توسعه داده و اصلاح کردند. مشکل ایمنی یا عدم اطمینان مبلغ سرمایه گذاری شده این مدلها تعادل بین اهداف حداکثر رساندن ثروت و به حداقل رساندن ریسک در سرمایه گذاری صندوق بازنشستگی در نیجریه را نشان می دهند.

لاتوندی و همکاران[4] (۲۰۲۰) در تحلیل کنترل‌های بهینه تصادفی برای صندوق‌های بازنشستگی با استفاده از یک مدل برنامه نویسی تصادفی براساس مدل مرتون نشان دادند که شرایط سهم و سرمایه گذاری بهینه در دارایی های پرخطر باید تعیین شوند. مطالعه موردی نیجریه، غنا و کنیا برای دوره‌های مختلف در شبیه سازی مدل در نظر گرفته شده است. بنابراین از شرایط نوسانات برای برآورد بهره وری برخی پارامترهای مهم مدل استفاده می شود.

این پژوهش با الهام از کارهای صورت گرفته، یک مدل ارزش درمعرض ریسک تعدیل‌شده برای صندوق‌های بازنشستگی به شکل عمومی پیشنهاد می‌دهد.

مدل پژوهش و برآورد مدل

اولین کاربرد ارزش درمعرض ریسک برای صندوق‌های بازنشستگی در مکزیک معرفی شد که عمدتاً برای تخمین ریسک نوسان به‌کار رفت. اگرچه چارچوب استفاده‌شده در مکزیک دارای ایرادات اساسی است، به‌طوری‌که ارزش درمعرض ریسک محاسبه‌شده برمبنای روزانه و برگرفته از مدل بانکداری بدون هیچگونه تغییر در آن بود. در این بخش مدل ارزش درمعرض ریسک متناسب با مشخصه‌های صندوق‌های بازنشستگی در سه گام مورد تعدیل قرار گرفته و تابع بهینه آن معرفی می‌شود.

1 . Johncally & Bankole
2 . Dynamic Accumulation Model
3 . Risk Minimizing Model
4 . Latunde et al

تعدیل رویه سنجش زیان بالقوه پرتفوی

در این بخش فرض می‌کنیم که سرمایه‌گذار، پرتفوی خود را طی دوره h و $t+h$ تغییر ندهد، بلکه تغییر صرفاً در نقطه $t+h$ رخ دهد. اولین‌گام در این مرحله نگاشت عوامل ریسک برحسب عوامل سازنده پرتفوی است. در بخش بانکداری باتوجه‌به رویکرد کوتاه‌مدت یک‌روزه، ارزش درمعرض ریسک را می‌توان بین h و $t+h$ ثابت درنظر گرفت، اما در پرتفوی صندوق‌های بازنشستگی که دارای مشخصه بلندمدت هستند، این امر نمی‌تواند مصداق داشته باشد. ارزش اسمی پرتفوی سرمایه‌گذاری به‌دلیل بهره‌گیری از ابزارهای مبتنی‌بر نرخ بهره در طول افق تخمین به‌دلیل تغییر در مجموع جریان‌های نقدی ایجادشده ناشی از اوراق قرضه، تغییر می‌یابد. برای نگاشت ریسک واقعی در پرتفوی باید رفتار پرتفوی در ارتباط با ساختار آن در زمان h مدنظر قرار گرفته و تخمین ارزش در معرض ریسک با استفاده از ریشه دوم صورت گیرد. اگر قیمت در زمان t مشخص باشد، ارزیابی ارزش پرتفوی در زمان $t+h$ با بهره‌گیری از منحنی نرخ بازده و جریان‌های نقدی ایجادشده می‌تواند با تخمین ارزش $t+h$ صورت گیرد.

شناخت رویه سنجش نااطمینانی

سنجش ارزش درمعرض ریسک وابسته به توزیع Δx_i حاصل از عناصر موجود در پرتفوی است. بنابراین، تخمین، وابسته به ارزش انتظاری تغییر عوامل ریسک طی دوره h است. روند قیمت عوامل ریسک آتی را می‌توان با $E[\Delta x_i]$ نشان داد. بازده انتظاری به‌وسیله روش‌های پارامتریک (رویکرد واریانس ـ کوواریانس و مونت کارلو) و داده‌های تاریخی با رویکرد ناپارامتریک (شبیه‌سازی تاریخی) می‌توانند در تخمین ارزش درمعرض ریسک استفاده شوند. البته استفاده از هریک از روش‌های مذکور اقتضایی و وابسته به شرایط است. بازده موردانتظار در محاسبه ارزش درمعرض ریسک بخش بانکداری به‌دلیل محاسبه روزانه به‌سهولت قابل محاسبه است اما در صندوق‌های بازنشستگی باید براساس افق زمانی بلندمدت برنامه‌ریزی شود، محاسبه بازده انتظاری از چالش بیشتری برخوردار است. در محاسبه بازده موردانتظار می‌توان دو رویکرد اتخاذ کرد. رویکرد اول یک رویکرد انفعالی است که در آن تغییرات آتی قیمت، امری

غیرقابل‌کنترل پنداشته می‌شود، اما در رویکرد دوم بازده انتظاری به‌وسیله متخصصان مستقلی پیش‌بینی می‌شود که در آن از نرخ‌های آتی و اطلاعات مرتبط با گزینه‌ها بهره گرفته می‌شود.

توصیه می‌شود که تخمین $E[\Delta x_i]$ بسیار بادقت صورت گیرد، زیرا بر تخمین ارزش درمعرض ریسک و ریسک پرتفوی تأثیرگذار است.

اگر $\forall i\ E[\Delta x_i] = 0$ باشد، ممکن است، تخمین کم‌تر از واقع سنجه ارزش درمعرض ریسک در رشد اقتصادی و تخمین بیشتر از واقع در زمان رکود صورت گیرد.

اگر $\forall i\ E[\Delta x_i] = a_i$ باشد، تحلیل‌های ذهنی بیشتری وارد مدل تخمین شده و تخمین مبتنی‌بر طبقات مختلف دارایی را می‌طلبد.

تغییر در ارزش دارایی‌های با درامد ثابت نیز می‌تواند ناشی از تغییر قیمت یا تغییر در نرخ بهره آنها باشد که در این حالت قیمت عامل ریسک و موقعیت نرخ بهره در پرتفوی و در حالت دوم عامل ریسک نرخ بهره و موقعیت قیمت اوراق در پرتفوی مورد تحلیل قرار می گیرد.

گزینش رویه تعدیل مدل

در مدل ارزش درمعرض ریسک نمی‌توان از داده‌های تاریخی برای تخمین بلندمدت بهره گرفت. درنتیجه مدل مذکور نمی‌تواند برای تخمین سرمایه قانونی برای صندوق‌های بازنشستگی کاربردپذیر باشد. در این حالت لازم است تا در مدل ارزش درمعرض ریسک تعدیلات لازم صورت گیرد. فدر و مورل[1] (۲۰۰۶) بیان کردند که برای n مشاهده درقالب یک‌سری زمانی $\{\Delta x_i\}_{i=1}^{T}$ می‌توان از مدل‌های آرچ/ گارچ[2] برای کمی‌سازی رفتار عوامل ریسک استفاده کرد. در این توزیع فرض می‌شود که توزیع داده‌ها به شکل نرمال تصادفی است.

این در حالی است که کریستوفرسون[3] (۱۹۹۸) نشان می دهد، اگرچه در کوتاه‌مدت کاربرد مدل‌های گارچ کاراست، اما پیش‌بینی نوسان برای افق زمانی بیشتر از ۱۰ تا ۱۵ روز (حسب نوع دارایی) دیگر اثربخش نیست. در چارچوب مدل فدر و مورل (۲۰۰۶)، امکان استفاده از روش

1. Fedor and Morel
2. Arch/Garch
3. Christofferson

واریانس ـ کوواریانس و شبیه‌سازی تاریخی وجود ندارد، زیرا دوره بلندمدت موجب حساسیت بیش‌ازحد به تغییرات متعدد داده‌ها شده و امکان محاسبه سنجه ریسک را فراهم نمی‌سازد، لذا مدل شبیه‌سازی مونت کارلو پیشنهاد می‌شود.

در این مقاله یک مدل تصادفی به‌عنوان مدل بهینه برای حداکثرسازی مطلوبیت افراد عضو در صندوق بازنشستگی مدل‌سازی می‌شود که تابع هدف آن حداکثرکردن مطلوبیت انتظاری اعضاست. درعین‌حال، عامل ریسک به‌وسیله روش ارزش در معرض ریسک وارد مدل می‌شود.

فرض می‌شود که صندوق‌های بازنشستگی، دارایی‌های خود را در سه بخش نقد، سهام و اوراق مشارکت، نگهداری می‌کنند، بنابراین از مدل حرکات براونی برای مدل‌سازی قیمت سهام و اوراق مشارکت بهره گرفته می‌شود. در این حالت ارزش ثروت صندوق را می‌توان با معادله زیر مدل‌سازی کرد.

$$P(t) = 0 \qquad \text{if } t \ll T$$
$$P(t) = \frac{F(T)}{\tau a \tau} \qquad \text{if } t > T$$

در اینجا $F(t)$ ثروت صندوق بازنشستگی است و $\tau a \tau$ نیز عامل سالانه تعریف می‌شود که به‌صورت زیر می‌توان محاسبه کرد که در آن tP_T احتمال شرطی در زنده‌ماندن شخص برای دریافت مستری تا زمان T است.

$$\tau a \tau(r) = \int_T^{\infty} e^{-r(t-T)}\, tP_T dt$$

مرتون (۱۹۷۱) یک روش عمومی در ارتباط با بهینه‌سازی پرتفوی در حالت زمانی پیوسته با لحاظ ساختار بازار نسبتاً ساده معرفی کرد. یکی از مشارکت‌های علمی این مقاله را می‌توان به اضافه‌کردن عامل ریسک به مدل مرتون دانست.

حال اگر 11، ω_2 و ω_3 به‌ترتیب اوزان مربوط به سهم نقد، سهام و اوراق قرضه و $C(t)$ سهم مشارکت اشتخاص در پرتفوی صندوق بازنشستگی باشد، آنگاه خواهیم داشت:

$$dF(t) = F(t).\left[\omega 1\frac{ds_1(t)}{s_1(t)} + \omega 2\frac{ds_2(t)}{s_2(t)} + \omega 3\frac{dB_k(t)}{B_k(t)}\right] + C(t)dt + P(t)dt$$

این در حالی است که در این مدل نوسان قیمت دارایی‌های موجود در پرتفوی لحاظ نشده است. علاوه‌براین باید مشخص کرد که منابع جدید از محل حق عضویت‌های جدید یا درآمدها حاصل از سرمایه گذاری‌هاست.

$$dF(t) = (F(t).\omega.\gamma + F(t)r(t) + C(t) - P(t)dt + \omega.\varphi.F(t)dt$$

که در آن γ ماتریس کوواریانس میان سه عنصر تشکیل‌دهنده پرتفوی و φ ضریب همبستگی دو عنصر سهام و اوراق قرضه در پرتفوی است.

اگرچه بهره‌گیری از مدل ارزش درمعرض ریسک برای بلندمدت به‌دلیل وجود نوسانات پیش‌بینی‌نشده کارا نیست. استفاده از قاعده ریشه مربع می‌تواند موجب شود تا انحراف از مقادیر واقعی طی دوره (نظیر روش واریانس) بهتر محاسبه شود. البته این امر درصورتی‌که متغیر دارای روند باشد، قدری امر را پیچیده می‌سازد (کریستوفرسن، ۱۹۹۷). داود[1] (۲۰۰۱) پیشنهاد می‌کند در صورت وجود روند در افق زمانی بلندمدت از رویکرد ساده‌سازی[2] استفاده شده و میانگین بلندمدت به‌عنوان پارامتر درنظر گرفته شود. بنابراین مناسب است از روش داود (۲۰۰۱) درخصوص صندوق‌های بازنشستگی استفاده شود.

در این حالت سنجه ارزش درمعرض ریسک را می‌توان به عنوان حداقل درآمد پرتفوی در طی دوره نگهداری با یک سطح اطمینان ثابت تعریف کرد که در آن μ معرف سطح اطمینان، L معرف متغیر تصادفی پرتفوی و $FL()$ معرف تابع توزیع آن است، پس داریم:

$$VaR_\mu = \inf\{1\epsilon R: P(L \ll 1) \ll 1-\mu\} = \inf\{1\epsilon R: F_L \leq 1-\mu\}$$

1. Dowd
2. Simplistic Approach

اگرچه توزیع ثروت صندوق، ترکیبی از توزیع لگاریتمی و بهنجار (نرمال) است که بیان ریاضی آن را قدری دشوار می‌سازد، اما درعوض یک شبیه‌سازی کمّی جهت حصول به نتایج علمی ارائه می‌دهد.

حال می‌توان تابع هدف بهینه، محدودیت‌های مرتبط با تابع هدف برای پرتفوی سه عضوی صندوق بازنشستگی و لحاظ مدل ارزش درمعرض ریسک را به‌عنوان محدودیت دوم در بهینه‌سازی پرتفوی صندوق به‌صورت زیر مطرح ساخت:

$$\max_{\omega} E_S^T[U(F(t),t] - \rho F(q)$$
$$S.t: dF(t) = (F(t).\omega.\gamma + F(t)r(t) + C(t) - P(t)dt + \omega.\varphi.F(t)dt$$
$$F(t_0) = F_0$$

بدین‌ترتیب مطابق با مدل ارائه‌شده، حداکثرسازی بازده انتظاری با لحاظ محدودیت ریسک و ویژگی‌های پرتفوی به‌عنوان راهبرد بهینه سرمایه‌گذاری در صندوق‌های بازنشستگی می‌تواند مطرح باشد. لحاظ دامنه ریسک محدودیت ۹۰٪ می‌تواند موجب اطمینان بیشتر در سرمایه گذاری شود.

ارائه یافته‌ها و نتیجه‌گیری

شباهت و تفاوت‌های مهمی در به‌کارگیری مدل ارزش درمعرض ریسک بانکداری برای صندوق‌های بازنشستگی وجود دارد که مهم‌ترین تفاوت میان آنها افق زمانی سرمایه‌گذاری است. پیش‌بینی می‌شود که به‌کارگیری مدل ارزش درمعرض ریسک به‌منظور سنجش توانگری و نظارت مبتنی‌بر ریسک توسط صندوق‌های بازنشستگی مورد استفاده قرار گیرد. تجربه مکزیک در به‌کارگیری مدل ارزش درمعرض ریسک نشان می‌دهد که صندوق‌های بازنشستگی آن کشور از آزادی بیشتر، تغییر رویه از نگهداری یک پرتفوی ساده به یک پرتفوی متنوع شده و افزایش بازده سرمایه‌گذاری آن صندوق حکایت دارد، اگرچه انتقاداتی بر روش‌شناسی علمی آن صندوق وارد است.

دومین یافته با اهمیت این پژوهش آن است که الگوی ارزش درمعرض ریسک را می‌توان در مدل سرمایه‌گذاری بهینه صندوق‌های بازنشستگی وارد کرد. دراین‌صورت بازده حاصل از سرمایه‌گذاری‌های صندوق، بازده تعدیل‌شده با لحاظ ریسک است که این امر چارچوب ایمن بیشتری را برای دولت و سرمایه‌گذاران می‌تواند همراه داشته باشد.

درنهایت اینکه صندوق‌های بازنشستگی کشور می‌توانند از مدل و نتایج حاصل از این پژوهش به‌منظور سنجش پویای ریسک سرمایه‌گذاری‌های خود بهره گیرند. همچنین نتایج این تحقیق برای مدیران شرکت‌ها در اتخاذ تصمیم‌های تأمین مالی، اعتباردهندگان ازجمله بانک‌ها، تحلیل‌گران، سرمایه‌گذاران بورس و محققان حوزه اقتصاد مالی می‌تواند کاربردی باشد.

مروری بر پژوهش‌های حوزه ارزش درمعرض ریسک برای سایر سرمایه‌گذاران نهادی نظیر صندوق‌های بازنشستگی، شرکت‌های تأمین سرمایه، صندوق‌های سرمایه‌گذاری مشترک و... اگرچه درعمل با فروض ناقصی مورد استفاده قرار می‌گیرند، اما توسعه تئوری آنها محدود به حوزه بانکداری و بخش بیمه است.

محدودیت اصلی این پژوهش در متد آن است، ازآنجاکه استفاده از مدل‌های حاصل از ارزش درمعرض ریسک با داده‌های تصادفی صورت می‌گیرد، همواره در این تکنیک این محدودیت وجود دارد که با تغییر ترکیب مجموعه داده‌ها، نتایج متفاوتی حاصل شود. نکته دیگر آن است که درصورت استفاده صندوق‌های از ابزارهای پوشش ریسک نظیر فیوچر سهام، آپشن و نظایر آن، موجب می‌شود تا درون مدل تعدیلاتی صورت گیرد که این امر نیازمند مدل‌سازی پیچیده‌تری است.

برای تحقیقات آتی پیشنهاد می‌شود که تحلیل راهبردهای ریسک بازار با استفاده از معیار ارزش درمعرض ریسک برحسب نوع طرح‌های بازنشستگی نظیر مشارکت معین و منافع معین طبقه‌بندی و تحلیل شود. تأثیر عواملی نظیر مالکیت نهادی و شاخصه‌های حکمرانی شرکتی نیز به مدل اضافه شود.

منابع

پیکارجو، کامبیز و حسین‌پور، بدریه (۱۳۸۹)، اندازه‌گیری ارزش درمعرض ریسک در شرکت‌های بیمه با استفاده از مدل Garch، **فصلنامه صنعت بیمه**، سال بیست‌وپنجم، ش ٤.

رستمیان، فروغ و حاجی‌بابایی، فاطمه (۱۳۸۸)، اندازه گیری ریسک نقدینگی بانک با استفاده از مدل ارزش درمعرض‌خطر (مطالعه موردی بانک سامان)، **پژوهشنامه حسابداری مالی و حسابداری**، ش ۱ (۳).

محسنی، حسین و صادقی شاهدانی، مهدی(۱۳۹۹)، تأثیر حاکمیت شرکتی و عملکرد مالی بر توانگری شرکت های بیمه، **پژهشنامه بیمه**، دوره ٣٤، شماره ۳، پاییز ۱۳۹۸.

Battocchio, P., Menoncin, F., & Scaillet, O. (2007). Optimal asset allocation for pension funds under mortality risk during the accumulation and decumulation phases. Annals of Operations Research, 152(1), 141-165.

Blake, D. (1999). Portfolio choice models of pension funds and life assurance companies: Similarities and differences. Geneva Papers on Risk and Insurance. Issues and Practice, 327-357.

Botshekan, M. H., Sadeghi Shahdani, M., & Mohseni, H. (2018). Modeling Volatility Spillovers in Iran Capital Market. International Journal of Finance & Managerial Accounting, 3(10), 47-55.

Boulier, J. F., Huang, S., & Taillard, G. (2001). Optimal management under stochastic interest rates: the case of a protected defined contribution pension fund. Insurance: Mathematics and Economics, 28(2), 173-189.

Brunner, G., Rocha, R., & Hinz, R. (Eds.). (2008). Risk-based supervision of pension funds: Emerging practices and challenges. The World Bank.

Cairns, A. (2000). Some notes on the dynamics and optimal control of stochastic pension fund models in continuous time. ASTIN Bulletin: The Journal of the IAA, 30(1), 19-55.

Charupat, N., & Milevsky, M. A. (2002). Optimal asset allocation in life annuities: a note. Insurance: Mathematics and Economics, 30(2), 199-209.

Christoffesen, P., & Diebold, F. (1997). How relevant is volatility forecasting for financial risk management? Financial Institutions Center, The Wharton School, University of Pensylvania (No. 6844). Working Paper.

Consigli, G., Moriggia, V., Benincasa, E., Landoni, G., Petronio, F., Vitali, S., ... & Uristani, A. (2018). Optimal multistage defined-benefit pension fund management. In *Handbook of Recent Advances in Commodity and Financial Modeling* (pp. 267-296). Springer, Cham.

Dowd, K., Blake, D., & Cairns, A. (2003). Long-term value at risk. The Pensions Institute, Birkbeck College, University of London, London, U.K., Discussion Paper PI-0006.

Johncally, A., & Bankole, A. (2019). On mathematical models for pension fund optimal selection strategies. American Journal of Economics and Business Management, 2(4), 26-60.

Jorion, P., Value at Risk, 2nd edition. McGraw-Hill, New York, 2001.

Latunde, T., Esan, O. O., Richard, J. O., & Dare, D. D. (2020). Analysis of a Stochastic Optimal Control for Pension Funds and Application to Investments in Lower Middle-Income Countries. *Journal of the Nigerian Society of Physical Sciences*, 1-6.

Merton, R. C. (1975). Optimum consumption and portfolio rules in a continuous-time model. In Stochastic Optimization Models in Finance (pp. 621-661). Academic Press.

Mohseni, H. (2017). Volatility Spillover and Dynamic conditional correlation of exchange rate on banks stock index. *Journal of Monetary & Banking Research*, *10*(31), 1-28.

Sadeghi Shahdani, M., & Mohseni, H. (2019). Exchange Rate Volatility Spillovers to Iran Capital Market. Quarterly Journal of Applied Theories of Economics, 6(1), 77-96(In farsi).

Sadeghi Shahdani, M., & Mohseni, H. (2019). The Effect of Corporate Governance and Financial Performance on the Solvency of Insurance Companies. Iranian Journal of insurance research, 34(3), Number 135, Winter 2019, 39-61(In farsi).

Zhu, Wenpei. "Pension investment in China." Rahoituksen laitos , master thesis in Department of Finance, 20 Modeling the Optimal Value Model at Risk in Pension Funds.

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی