فصلنامــه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گــذاری
سال نهم/ شماره سی‌وپنجم/ پائیز ۱۳۹۹

بررسی تاثیر سیاست سرمایه‌گذاری بر دستیابی به هدف در طرح حساب بازنشستگی فردی

محمد علی کمالی
دکتری مدیریت مالی، دانشگاه تهران، (نویسنده مسوول)
Makamali@ut.ac.ir

عزت اله عباسیان
دانشیار گروه اقتصاد دانشگاه بوعلی سینا همدان
Abbasian@basu.ac.ir

رضا تهرانی
استاد گروه مدیریت مالی دانشگاه تهران، تهران
Rtehrani@ut.ac.ir

مجتبی میرلوحی
استادیار گروه مدیریت دانشگاه صنعتی شاهرود،شاهرود
Mirlohism@shahroodut.ac.ir

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۴/۲۰ تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۷/۱۴

چکیده

اتخاذ تصمیمات سرمایه‌گذاری صحیح در بلندمدت وابسته به سیاست سرمایه‌گذاری تعیین شده است. عمده اختلاف بازده سرمایه‌گذاری‌ها در طول زمان نیز ناشی از تفاوت در الگوی تخصیص دارایی‌ها[۱] است. با توجه به تاثیر سیاست سرمایه‌گذاری بر بازده سرمایه‌گذاری‌ها، در این پژوهش سیاست سرمایه‌گذاری در طرح حساب بازنشستگی فردی[۲] مورد بررسی قرار گرفته است.

تامین درآمد مناسب در دوران بازنشستگی هدف مشارکت‌کنندگان طرح حساب بازنشستگی فردی است. دو سیاست بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی[۳] و بیشینه‌سازی مستمری در دوران بازنشستگی[۴] در طرح مزبور قابل اتخاذ است. در این پژوهش از الگوریتم ژنتیک در حل تابع‌های هدف مرتبط با سیاست‌های بیان شده با توجه به پیچیدگی محاسباتی آن‌ها استفاده شده است. مطابق نتایج پژوهش، سیاست بیشینه‌سازی مستمری در دوران بازنشستگی ماهیت انباشت بیشتر ثروت و کنترل مناسب‌تر نوسانات اقتصاد را دارد و به عنوان سیاست بهینه پیشنهاد می‌شود.

واژه‌های کلیدی: سیاست سرمایه‌گذاری، تخصیص دارایی، طرح بازنشستگی فردی، الگوریتم ژنتیک.

۱- مقدمه

تعیین چهارچوب کلان تخصیص راهبردی دارایی‌ها اولین گام در عنایت به تدوین بیانیه سرمایه گذاری[۵] است. تعیین ترکیب بهینه دارایی‌ها و تدوین فرآیند بازبینی نیز منجر به همگرایی سرمایه گذاری صورت گرفته با هدف موردنظر می‌شود. صندوق‌های بازنشستگی از جمله نهادهای سرمایه گذاری هستند که دید بلندمدت از منظر استراتژی سرمایه‌گذاری دارند. این صندوق‌ها از طرح‌های متعددی پشتیبانی می‌نمایند. طرح بازنشستگی با درآمد ثابت[۶]، طرح بازنشستگی با سهم مشخص[۷] و حساب بازنشستگی فردی[۸] از جمله طرح‌های بازنشستگی مورد استقبال است.

طرح بازنشستگی با مزایای ثابت در کشور در حال اجرا است. در این طرح حق بیمه توسط کارفرما یا فرد شاغل طی دوران کاری فرد به صندوق‌های بازنشستگی پرداخت می‌گردد. با فرارسیدن زمان بازنشستگی فرد، صندوق ملزم به پرداخت مستمری برمبنای میانگین حقوق چند سال پایانی دوره کاری فرد است. با توجه به تجمیع منابع توسط صندوق‌های بازنشستگی، منابع صندوق به صورت واحد مدیریت می‌شود و سرمایه‌گذاری-های صورت پذیرفته متناسب با سیاست نهاد ناظر بر صندوق تعیین می‌شود.

در طرح با مزایای ثابت ریسک سرمایه‌گذاری و طول عمر به صندوق بازنشستگی منتقل می‌شود. اتخاذ سیاست سرمایه‌گذاری غیربهینه مهمترین عامل ناکارایی طرح مزبور درنظر گرفته شده است. همچنین عدم برقراری تناسب میان مبلغ پرداختی توسط بیمه‌گذار و مستمری دریافت شده توسط همان فرد از صندوق از دلایل ناکارایی طرح شناخته می‌شود.

با توجه به عدم تخصیص بهینه منابع و برداشت نامناسب از منابع این صندوق‌ها، کلیه صندوق‌های بازنشستگی کشور با مشکل موجودی منفی مواجه هستند. عدم کارایی طرح بازنشستگی با مزایای ثابت توام با افزایش تعداد افراد مسن در مقایسه با افراد جوان در هرم جمعیتی کشور منجر به ناتوانی در اجرای تعهدات توسط صندوق‌ها در آینده نزدیک خواهد شد.

با توجه به ناکارایی طرح بازنشستگی با مزایای ثابت، طرح بازنشستگی با سهم مشخص و حساب بازنشستگی فردی به عنوان طرح‌های جایگزین در ادبیات پیشنهاد گردیده‌اند. در این طرح‌ها ریسک سرمایه‌گذاری و ریسک طول عمر[۹] به ترتیب به صورت غیرمستقیم و مستقیم به فرد منتقل می‌گردد. امکان‌سنجی استفاده از طرح‌های مزبور جهت اتخاذ سیاست بهینه سرمایه‌گذاری از اهمیت بسزایی برخوردار است.

در این پژوهش طرح حساب بازنشستگی فردی مورد بررسی قرار گرفته است. در این طرح فرد شاغل اقدام به سرمایه‌گذاری بخشی از درآمد ماهانه خود در دوران اشتغال می‌نماید. اتخاذ یکی از دو سیاست بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی یا بیشینه‌سازی مستمری در دوران بازنشستگی در طرح مزبور اثر بسزایی بر تعیین درآمد فرد در دوران بازنشستگی دارد. متناظر با سیاست‌های بیان شده تابع‌های هدف در ادبیات توسعه یافته است. سنجه‌های مالی[۱۰] متعددی نیز جهت ارزیابی این تابع‌ها پیشنهاد شده است. سنجه نکول از سنجه‌های توسعه داده شده برای بررسی عملکرد تابع‌های بیان شده است.

در این پژوهش از سنجه نکول[11] جهت بررسی عملکرد سیاست‌های انتخاب شده استفاده شده است. در این سنجه اتمام ثروت فرد در شرایطی که وی زنده است به عنوان نکول درنظر گرفته می‌شود که نشان‌دهنده عدم موفقیت سیاست مزبور است. از شبیه‌سازی تاریخی جهت پیش‌بینی بازده احتمالی بازارهای هدف شامل بورس اوراق بهادار تهران، سپرده بانکی، املاک و مستغلات، ارز و سکه طلا استفاده شده است. با توجه به داده‌های قابل استناد موجود در منابع کتابخانه‌ای کشور از داده‌های ۲۳ سال گذشته بازارهای بیان شده استفاده شده است. با توجه به پیچیدگی محاسباتی مدل‌سازی و حل تابع‌های هدف موردنظر، الگوریتم ژنتیک[12] جهت تعیین سیاست بهینه انتخاب شده است.

۲- روش شناسی پژوهش

نیروی انسانی درجهان معاصر بیشترین کانون توجه بوده است. در ادبیات از نیروی انسانی به عنوان وسیله توسعه و هدف توسعه یاد می‌شود. توجه به تامین نیازهای نیروی انسانی در کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه هدف اصلی محسوب می‌شود. تداوم حرکت توسعه نیاز به تقویت همه جانبه شامل فن آوری، مواد اولیه و نیروی انسانی دارد. تامین اجتماعی ازابزارهای بسیار قوی است که جوامع ازآن برای حمایت نیروی انسانی استفاده می‌کنند. طرح‌های بازنشستگی با ارائه حمایت‌های متنوع مانند پرداخت مستمری از اهرم‌های قوی دولت‌ها در راستای بالندگی و پویایی جوامع است.

طرح بازنشستگی تعیین کننده چهارچوب توافق میان کارفرما و کارکنان جهت پرداخت مستمری کارکنان طی دوران بازنشستگی توسط کارفرما است. قوانین مختلفی جهت سیاست‌گذاری طرح‌های بازنشستگی در کشورهای مختلف وضع شده است. تعیین چهارچوب سرمایه‌گذاری در طرح بازنشستگی از اهداف قانون‌های وضع شده است. در کشورهای استرالیا، شیلی، مکزیک، نروژ و سوییس استفاده از طرح‌های بازنشستگی با سهم مشخص اجباری است اما در کشورهای کانادا، ژاپن، نیوزلند، بریتانیا و آمریکا طرح‌های مزبور اختیاری است. (فینک و ولف[13]، ۲۰۱۳) به بررسی طرح‌های تامین اجتماعی و سطح درآمد افراد در جوامع مختلف پرداختند.

تحقیقات متعددی پیرامون نقد طرح‌های بازنشستگی دولتی و لزوم پیاده‌سازی طرح‌های بازنشستگی خصوصی در کشور صورت پذیرفته است. برخی از تحقیقات به بررسی ضرورت بازنگری طرح‌های بازنشستگی دولتی پرداخته‌اند و برخی از تحقیقات به بیان راهکارهای اجرایی پرداخته‌اند.

با توجه به اینکه در این پژوهش بررسی سیاست سرمایه‌گذاری و ارایه راهکار مورد توجه قرار گرفته است صرفا ادبیات تحقیق در این حیطه مورد بررسی قرار گرفته است. (اسکندری و همکاران، ۱۳۹۴) در پژوهشی به مطالعه ساز و کار صندوق‌های بازنشستگی اختیاری در کشور پرداختند و راه‌های ایجاد این ساز و کار را ابراز نمودند.

با توجه به اینکه هدف اصلی اجرای طرح‌های بازنشستگی ایجاد تعادل میان منابع و مصارف می‌باشد لذا بررسی تصمیمات اخذ شده پیش از دوران بازنشستگی یا تصمیمات اخذ شده در دوره زندگی فرد اهمیت زیادی

دارد. (پورموسی و خالقی، ۱۳۹۳) در پژوهش خود به بررسی روش ایجاد تعادل میان منابع و مصارف طرح‌های بازنشستگی پرداختند.

(روغنی‌زاده، ۱۳۸۷) در پژوهش خود به بررسی چالش‌های نظام بازنشستگی در کشور پرداختند و عدم وجود تعادل میان افراد بازنشسته و افراد شاغل در آینده نزدیک را مهمترین چالش صندوق‌ها عنوان نمود. (شکوری، ۱۳۸۸) در پژوهش‌های خود به بررسی آثار تغییرات سنی جمعیت کشور بر صندوق‌های بازنشستگی پرداخت. (عبده تبریزی و رادپور، ۱۳۹۰) نیز در پژوهشی به بررسی ابعاد تجدید ساختار نظام تامین اجتماعی در کشور پرداخت.

(فرتوک‌زاده و همکاران، ۱۳۹۲) طی پژوهشی به بررسی بحران فزونی مصارف نسبت به منابع پرداختند و سیاست‌های مرتبط با قوانین بازنشستگی و جمعیت را مورد بررسی قرار دادند. در این پژوهش تغییر ساز و کار صندوق‌ها پیشنهاد گردید. بر اساس بررسی‌های صورت پذیرفته بررسی سیاست سرمایه‌گذاری مورد توجه محققان کشور قرار نگرفته است لذا در این پژوهش ابعاد سیاست سرمایه‌گذاری مورد بررسی قرار گرفته است.

سیاست‌های سرمایه‌گذاری متفاوتی توسط افراد قابل انتخاب است. سیاست تصمیم‌گیری استاتیک یا پویا و دوره سرمایه‌گذاری پیش از بازنشستگی، پس از بازنشستگی یا کل طول عمر افراد مورد توجه پژوهش‌های صورت گرفته در این زمینه است. در تصمیم‌گیری استاتیک فرد در ابتدای دوره تصمیمات لازم برای کل دوره را اتخاذ می‌نماید که با تصمیم‌گیری در دنیای واقعی در تضاد است. (آنتولین و همکاران[۱۴]، ۲۰۱۰)، (باسو و همکاران[۱۵]، ۲۰۱۱) و (بات و دنگ[۱۶]، ۲۰۱۲) از این رویکرد استفاده نمودند.

در رویکرد تصمیم‌گیری پویا، تصمیمات سرمایه‌گذاری در دوره‌های متعدد گرفته می‌شود. در تصمیم‌گیری پویا تصمیمات متناظر با سپری شدن عمر افراد اتخاذ می‌شود. یکی از متداول‌ترین رویکردهای تصمیم‌گیری پویا در این زمینه استفاده از برنامه‌ریزی پویا است. (جرارد و همکاران[۱۷]، ۲۰۰۴)، (استینورث و میشل[۱۸]، ۲۰۱۲)، (کرمر و همکاران[۱۹]، ۲۰۱۴)، (یائو و همکاران[۲۰] ۲۰۱۶) و گیاموریدیس و همکاران[۲۱] (۲۰۱۷) از رویکرد برنامه-ریزی پویا در تعیین سیاست بهینه سرمایه‌گذاری استفاده نمودند و به بررسی سیاست‌های بهینه سرمایه‌گذاری در دوران بازنشستگی پرداختند.

پژوهش‌های متعددی به بررسی دوره تصمیم‌گیری پرداخته‌اند. (ویگنا و هابرمن[۲۲]، ۲۰۰۱)، (هابرمن و ویگنا[۲۳]، ۲۰۰۲)، (باسو و همکاران ۲۰۱۱)، (بلیک و همکاران[۲۴]، ۲۰۱۱) و (کرن و همکاران[۲۵]، ۲۰۱۱) صرفا سیاست سرمایه‌گذاری پیش از بازنشستگی را بررسی نمودند. در پژوهش این محققان فرد به هنگام بازنشستگی اقدام به خرید مستمری می‌نماید و در دوران بازنشستگی نیازی به تصمیم‌گیری نیست. در پژوهشی که (هورنف و همکاران[۲۶]، ۲۰۱۳)، (بات و خمکا[۲۷]، ۲۰۱۵)، ملادینا[۲۸] (۲۰۱۶) و شن و شریس[۲۹] (۲۰۱۸) انجام دادند کلیه مراحل زندگی مدنظر قرار گرفت.

بازه بهینه‌سازی در سیاست بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی، کل مراحل زندگی است اما بازه بهینه‌سازی در سیاست بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی صرفا دوران پیش از بازنشستگی است. هدف این پژوهش مقایسه سیاست بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی با بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی

است. جهت فراهم آوردن امکان مقایسه مطلوب میان دو سیاست بیان شده، در دوران پس از بازنشستگی از تابع هدف بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی استفاده شده است.

جهت پیش‌بینی بازدهی بازارها در ادبیات رویکردهای متعددی مورد استفاده قرار گرفته است. رویکردهای مورد استفاده اثر بسزایی بر پیش‌بینی بازارهای هدف دارد. استفاده از مفروضات احتمالی، توزیع‌های آماری و شبیه‌سازی متداول‌ترین شیوه‌های مورد استفاده در ادبیات است. (بلیک و همکاران ۲۰۱۱) و (هورنف و همکاران ۲۰۱۳) از فرض تبعیت بازارها از رویکرد کوادراتیک استفاده نمودند. (ژنگ و همکاران[۳۰] ۲۰۱۸) فرض نمودند که بازارها بازده تصادفی دارد و با این فرض بازدهی بازارها را در تحقیق خود پیش‌بینی نمودند. (پیروو و ژانگ[۳۱]، ۲۰۱۲) از حرکت براونی هندسی جهت پیش‌بینی بازدهی بازارهای مختلف استفاده نمود. (استینورث و میشل ۲۰۱۲) از شبیه‌سازی مونت‌کارلو استفاده نمودند.

شبیه‌سازی یک تکنیک عددی برای ارزیابی آینده است که شامل نوع خاصی از مدل‌های ریاضی و منطقی می‌باشد که رفتارهای یک سیستم اقتصادی یا تجاری را در طول مدت زمان مشخصی تشریح می‌کند. (بدیعی و یوسفی، ۱۳۸۹). با توجه به اینکه رویکرد این پژوهش تحلیلی است لذا استفاده از مفروضات ساده در پیش‌بینی بازدهی بازارهای مختلف ضروری است.

در رویکرد شبیه‌سازی تاریخی فرض خاصی در ارتباط با توزیع بازدهی بازارها درنظر گرفته نمی‌شود لذا استفاده از این روش در پژوهش‌های تحلیلی پیشنهاد می‌گردد. در این پژوهش نیز از شبیه‌سازی تاریخی استفاده شده است.

در این پژوهش ۵ گزینه سرمایه‌گذاری شامل شاخص بورس اوراق بهادار تهران، سپرده بانکی، ارز (دلار)، سکه طلا و املاک و مستغلات استفاده شده است. با توجه به پیچیدگی محاسباتی مساله استفاده از مدل‌های پژوهش در عملیات میسر نیست لذا از الگوریتم فراابتکاری ژنتیک جهت بهینه‌سازی تابع‌های ارایه شده استفاده شده است.

در ادبیات تابع‌های هدف متعددی پیشنهاد گردیده است. در پژوهش (وان ویک[۳۲]، ۲۰۱۲) تابع‌های مختلف مورد استفاده در ادبیات مورد بررسی قرار گرفت. تابع‌های مورد استفاده با هدف ایجاد درآمد برای افراد بازنشسته لزوما هماهنگ نیست. در این پژوهش تمرکز مدل‌سازی در هر دو تابع هدف بر مقایسه موفقیت در تامین درآمد در دوران بازنشستگی است. شایان ذکر است تابع ثروت در زمان بازنشستگی نیز برمبنای موفقیت در خرید مستمری مناسب در دوران بازنشستگی ارزیابی می‌گردد.

بسیاری از تابع‌ها به اندازه‌گیری ثروت در زمان بازنشستگی و موفقیت در تامین ثروت کافی پرداخته‌اند. در این تابع‌ها عدم تامین ثروت به منزله نکول درنظر گرفته شده اس۲۰۱۱)، (بات و خمکا ۲۰۱۵) و (یائو و همکاران ۲۰۱۶) از این رویکرد استفاده نمودند.

جهت بهینه‌سازی تابع هدف‌های بیان شده باید سنجه‌های مقایسه مناسبی درنظر گرفته شود، در ادبیات از سنجه نکول و مطلوبیت استفاده شده است. در سنجه نکول درصورتی که هدف موردنظر تامین نگردد، نکول رخ داده است و منجر به اعمال جریمه بر تابع هدف می‌شود. جریمه ممکن است وابسته به میزان نکول باشد.

(هابرمن و ویگنا ۲۰۰۲) و (بات و دنگ ۲۰۱۲) از این رویکرد استفاده نمودند. تابع مطلوبیت رویکرد جایگزینی است که در ادبیات مورد استفاده قرار گرفته است. (هورنف و همکاران ۲۰۱۳) و (کپک و همکاران[۳۳] ۲۰۱۳) از این متد استفاده نمودند. با توجه به این‌که مسئله اصلی تحقیق تامین درآمد در دوران بازنشستگی می‌باشد لذا در این تحقیق سنجه نکول انتخاب شده است. با استفاده از سنجه نکول امکان بررسی نحوه پاسخ‌گویی تابع-هدف‌های بیان شده وجود دارد. رویکرد مورد استفاده مشابه رویکرد مورد استفاده توسط (آنتولین[۳۴] ۲۰۱۰) و (بات و خمکا ۲۰۱۵) می‌باشد.

به عنوان جمع‌بندی در زمینه مدل‌سازی، هدف بررسی تحلیلی سیاست‌های سرمایه‌گذاری ابراز شده با استفاده از داده‌های تاریخی است. با توجه به تحلیلی بودن تحقیق از شبیه‌سازی تاریخی استفاده شده است. از الگوریتم ژنتیک با توجه به پیچیدگی سرمایه‌گذاری در ۵ طبقه دارایی استفاده شده است. همچنین، جهت بررسی عملکرد تابع هدف‌های ارایه شده از سنجه نکول در این پژوهش استفاده شده است.

۲-۱- متغیرهای تحقیق

در این پژوهش متغیر $V(x,y)$ به عنوان تابع ارزش شناخته می‌شود که در آن x سن فرد و y کلیه شرایط فرد به جز سن است. $V(x,y)$ میانگین ۲۰۰ بار شبیه‌سازی صورت گرفته در الگوریتم فراابتکاری مورد استفاده است. $v_i(x,y)$ تابع ارزش در هر بار شبیه‌سازی می‌باشد. به دلیل استفاده از شبیه‌سازی تاریخی در این پژوهش امکان ارایه تابع توزیع ارزش وجود ندارد اما تابع ارزش در هر سال معین است.

به منظور بررسی فضای پژوهش افراد به چندین سطح تقسیم‌بندی شده‌اند. ۲۱ سطح از ثروت اولیه شامل افراد با ثروت اولیه صفر تا افراد با ثروت اولیه ۲۰ میلیارد ریال درنظر گرفته شده است. ثروت افراد در این سطوح به صورت یکنواخت افزایش داده شده است. بهینه‌سازی در سطح‌های بیان شده به صورت مجزا صورت می‌پذیرد. امکان بررسی سایر افراد با استفاده از میان‌یابی در سطح ثروت متفاوت از سطح‌های درنظر گرفته شده وجود دارد.

سن آغاز فعالیت در کلیه طبقات درنظر گرفته شده در این پژوهش ۲۵ سال است. تعداد سال‌های کارکرد نیز ۴۰ سال می‌باشد. با توجه به توضیحات ابراز شده متغیرهای شاخص بورس اوراق بهادار تهران، نرخ سپرده بانکی، قیمت ارز (دلار)، قیمت سکه طلا، میانگین نرخ املاک و مستغلات، تورم و نرخ مرگ و میر در ایران متغیر مستقل می‌باشد.

بازده لگاریتمی بازارهای بیان شده با استفاده از معادله (۱) محاسبه شده است. به منظور محاسبه بازده واقعی از نرخ تورم گزارش شده توسط بانک مرکزی استفاده شده است. بازده بازارهای مزبور به صورت روزانه محاسبه شده است و فرض شده است که قیمت دارایی‌های مورد استفاده در پژوهش به صورت یکنواخت تغییر یابد.

معادله ۱

$$R_i = log((\frac{P_{i;t}}{CPI_t}) / (\frac{P_{i;t-1}}{CPI_{t-1}}))$$

متغیر $P_{i;t}$ قیمت دارایی i در روز t است و $CPI_{i;t}$ تورم در همان روز می‌باشد. در این پژوهش مستمری در دوران بازنشستگی و ثروت در زمان بازنشستگی به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند و میزان سرمایه‌گذاری در هر دارایی و مصرف متغیر تعدیل‌گر است.

۲-۲- جدول زندگی و رابطه ساختاری تحقیق

احتمال زنده بودن افراد با استفاده از معادله (۲) محاسبه می‌شود. تعداد افراد زنده در سن x با L_x نشان داده شده و احتمال زنده بودن در سن x با p_x نشان داده شده است. احتمال وفات فرد حاصل کسر احتمال زنده بودن از عدد یک است. احتمال وفات فرد در سن x با q_x نشان داده می‌شود.

معادله ۲

$$p_x = \frac{L_{x+1}}{L_x}$$

متغیر L_x نشان‌دهنده تعداد افراد زنده در سن x است.

احتمال زنده ماندن فرد در سن x به مدت t با p_x^t نشان داده می‌شود و با استفاده از معادله (۳) این احتمال محاسبه می‌گردد.

معادله ۳

$$p_x^t = \frac{L_{x+t}}{L_x}$$

معادله (۴) رابطه ساختاری تصمیم‌گیری مورد استفاده در تحقیق را نشان می‌دهد.

معادله ۴

$$A(x+1) = A(x) * (1 + i(x)) + \big(C(x) - W(x)\big) * (1 + i(x))^{0.5}$$

xنرخ بازده سرمایه‌گذاری‌ها در سن

$C(x)$ میزان مشارکت(سرمایه‌گذاری) صورت گرفته در سن x

$W(x)$ میزان برداشت صورت گرفته در سن x

$A(x)$ حساب بازنشستگی فردی می‌باشد.

۲-۳- مفروضات مورد استفاده در تحقیق

مفروضات زیر در مدل‌سازی مسئله بیان شده درنظر گرفته شده است.

۱) کلیه ریسک‌های سرمایه‌گذاری و طول عمر به فرد انتقال می‌یابد.

۲) درآمد دریافتی در دوران بازنشستگی صرفا از حساب بازنشستگی فردی برداشته می‌شود و با اتمام این حساب هیچ منبع درآمد دیگری برای فرد وجود ندارد.

۳) با توجه به جزیی و بی‌اهمیت بودن کارمزد، در محاسبات هیچ گونه کارمزدی درنظر گرفته نشده است.

۴) هیچ‌گونه طرح بازنشستگی اجباری برای فرد درنظر گرفته نشده است.

۵) امکان سرمایه‌گذاری در بازارهای املاک و مستغلات، شاخص بورس اوراق بهادار تهران، سپرده بانکی، ارز(دلار) و سکه طلا وجود دارد.
۶) از میانگین نرخ تورم ماهانه در سال‌های گذشته که توسط بانک مرکزی ارایه می‌شود جهت تورم زدایی داده‌ها استفاده شده است و فرض شده است که تورم به صورت یکنواخت در روزهای هر ماه توزیع شده باشد.
۷) کل ثروت فرد در حساب بازنشستگی فردی سرمایه‌گذاری می‌گردد و هیچ گونه درآمد دیگری برای فرد درنظر گرفته نشده است.
۸) فرد به صورت تمام وقت تا سن ۶۵ سالگی فعالیت می‌نماید و در این سن بازنشسته می‌شود.
۹) ارتقا فرد نادیده گرفته شده است و هیچ گونه فرضی راجع به افزایش درآمد درنظر گرفته نشده است.
۱۰)از نرخ مرگ و میر[۳۵] آیین‌نامه تصویب شده برای شرکت‌های بیمه در این پژوهش استفاده شده است. فرض شده است که فرد پیش از سن ۶۵ سالگی نیز فوت نمی‌نماید.

۳- بحث و بررسی

۳-۱- تابع‌های هدف مورد استفاده در تحقیق

در این پژوهش از ۲ تابع هدف بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی و بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی استفاده شده است. در ادامه فرموله‌بندی تابع‌های هدف بیان شده ارایه شده است. پارامترهای مشترک در دو تابع هدف صرفا یک بار تعریف شده است.

۳-۱-۱- تابع بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی

در معادله (۵) تابع هدف بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی با استفاده از سنجه نکول ارایه شده است.

$$
\begin{aligned}
&v_i\left(x \text{ و } A_k(x)\right) = \\
&I\left[x+1-R_i\left(x \text{ و } A_k(x)\right)\right] \\
&\quad * \Bigg\{ \left(1-q(x)\right)\left(df_i(x)^{\frac{R_i\left(x \text{ و } A_k(x)\right)+1-x}{2}} \right) \\
&\quad + \frac{q(x)}{2}\left[x+1-R_i\left(x \text{ و } A_k(x)\right)\right]\left(df_i^{\frac{3R_i\left(x \text{ و } A_k(x)\right)+1-3x}{4}} \right) \Bigg\} \\
&\quad + V(x+1 \text{ و } A_i\left(x+1 \text{ و } A_k(x)\right)) df_i(x)(1-q(x))
\end{aligned}
$$

معادله ۵

v تابع هدف است که در این رابطه هدف بیشینه‌سازی درآمد با توجه به تصمیمات اخذ شده در هر دوره است.

Iمیزان هزینه موردانتظار در دوران بازنشستگی است.

xسن فرد است.

k اندیس تراز فرد با ثروت اولیه معین است. در این تحقیق ۲۱ سطح درنظر گرفته شده است.

$R_i\left(x \text{ و } A_k(x)\right)$ زمان اتمام موجودی حساب پس‌انداز است که در این شرایط نکول رخ داده است.

A حساب پس‌انداز[۳۶] فرد می‌باشد.

$q(x)$ احتمال وفات فرد است.

$df_i(x)$ نرخ تنزیل در سن x و شبیه‌سازی i می‌باشد.

V تابع تجمعی محاسبه شده تا سن موردنظر است.

در تابع هدف ارایه شده ابتدا تعداد سال‌هایی که فرد قادر است با توجه به تراز مالی خود هزینه‌های خود را پوشش دهد تعیین می‌گردد. سالی که ترازمالی فرد صفر می‌گردد به عنوان سال نهایی پوشش درنظر گرفته می-شود و در رابطه فوق سال بعد از آن با R_i جایگزین می‌شود.

۳-۱-۲- تابع بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی

در معادله (۶) تابع بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی با استفاده از سنجه نکول ارایه شده است.

$$v_i\left(x \text{ و } A_k(x)\right) = V\left(x+1 \text{ و } A_i\left(x+1 \text{ و } A_k(x)\right)\right)df_i(x)$$

$$v_i\left(64 \text{ و } A_k(64)\right) = max[0 \text{ و } [LP_i(65) - A_i(65 \text{ و } A_k(64))]]df_i(64)$$

معادله ۶

$$LP_i(65) = I\sum_{t=0}^{44}\{[\frac{(1+s)}{1+il_i(65)}]^t p\left(65 \text{ و } t\right) * \{\left(1-q(65+t)\right)\left[\frac{1+s}{1+il_i(65)}\right]^{0.5} + \frac{q(65+t)}{2}[\frac{1+s}{1+il_i(65)}]^{0.25}\}\}$$

Iمیزان هزینه موردانتظار در دوران بازنشستگی است.

$LP_i(x)$ ارزش فعلی مستمری دریافتی در سال‌های آتی در سن x است.

p امید به زندگی فرد است.

s درصد افزایش درآمد خانوار می‌باشد.

il_i نرخ تنزیل در شبیه سازی i است.

در این تابع هدف ارزش مستمری در دوران بازنشستگی[۳۷] قابل خریداری در سن بازنشستگی از شرکت‌های بیمه که با LP نشان داده شده است، محاسبه می‌گردد. اختلاف مثبت ارزش مستمری و تراز مالی تنزیل شده در هر سن به عنوان ارزش تابع هدف در آن سن درنظر گرفته می‌شود.

۳-۲- مدل‌سازی الگوریتم ژنتیک

در حل مسایل بهینه‌سازی در صورت افزایش حجم محاسبات یا پیچیدگی محاسبات، مسئله پیچیده[۳۸] نامیده می‌شود. امکان حل این دسته از مسایل با روش‌های تحقیق در عملیات وجود ندارد و از روش‌های ابتکاری و فراابتکاری استفاده می‌شود. الگوریتم‌های فراابتکاری متعددی جهت حل مسایل مختلف توسعه یافته است. یکی از متداول‌ترین الگوریتم‌های توسعه یافته که قابلیت حل مسایل با رویکرد بهینه‌سازی پویا را دارد، الگوریتم ژنتیک است.

الگوریتم ژنتیک الهام گرفته از علم ژنتیک و نظریه تکاملی داروین است، این الگوریتم بر مبنای بقای برترین‌ها یا انتخاب طبیعی استوار است و کاربرد متداول آن بهینه‌سازی است. این الگوریتم جهت بازشناسی الگو، انتخاب ویژگی، درک تصویر و یادگیری ماشین کاربردهای فراوانی دارد. (عالم تبریز و همکاران ۱۳۸۹).

ایده اصلی در الگوریتم ژنتیک عدم تطبیق دقیق الگوریتم برای مساله خاص است. این الگوریتم قابلیت تطبیق با مسایل مختلف را دارد. در مدل‌سازی این پژوهش به دلیل افزایش تعداد گزینه‌های سرمایه‌گذاری، امکان حل مساله با استفاده از برنامه‌ریزی پویا وجود ندارد و از الگوریتم ژنتیک به دلیل پیچیدگی محاسباتی مساله استفاده شده است.

به منظور فرموله‌بندی الگوریتم ژنتیک ابتدا باید مساله را از فضای فنوتیپ[۳۹] به فضای حل مساله یا ژنوتیپ[۴۰] انتقال داد. اجرای الگوریتم بر اساس فرموله‌بندی مساله ارایه شده صورت می‌پذیرد. اولین گام در انتقال فضا به فضای حل مساله تعریف کروموزوم و تعیین نحوه کمی‌سازی ژن‌ها است. در این پژوهش ژن در هر کروموزوم بیانگر درصد خرید دارایی است. طبیعتا تعداد ژن‌های تعریف شده برای هر کروموزوم بیانگر تعداد دارایی است. به منظور درنظر گرفتن محدودیت ممنوعیت فروش استقراضی ابتدا وزن تصادفی به ژن‌ها تخصیص یافته است و سپس با نرمالایز کردن وزن‌های تخصیص یافته، وزن منطقی برای هر دارایی تعیین شده است. در حل مساله با استفاده از الگوریتم ژنتیک ابتدا جمعیت اولیه ایجاد و ارزیابی می‌شود و سپس این جمعیت تحت عملگرهای الگوریتم قرار گرفته و برترین کروموزوم در هر تکرار انتخاب می‌شود.

۳-۲-۱- عملگر تقاطع

در این اپراتور به والد اول یک وزن به صورت تصادفی در بازه صفر و یک اختصاص داده شده است. باقی‌مانده حاصل از کسر آن عدد از یک به والد دوم اختصاص یافته است. با ضرب این اعداد در هر یک از ژن‌های کروموزوم والد و تجمیع مقادیر نظیر در دو کروموزوم والد یک کروموزوم جدید به وجود می‌آید. کروموزوم‌های

ایجاد شده محدودیت تعداد سهام را نقض می‌نمایند لذا جهت انتقال به نسل بعد نرمالایز می‌گردند. نحوه عملکرد اپراتور تقاطع با توجه به وجود ۵ طبقه دارایی در این پژوهش در شکل (۱) ارایه شده است.

دارایی-کروموزوم	دارایی۱	دارایی۲	دارایی۳	دارایی۴	دارایی۵	ضریب مورد استفاده
والد اول	۰,۵	۰,۲	۰,۱	۰,۸	۰,۵	۰,۳۵
والد دوم	۰,۵	۰,۸	۰,۵	۰,۶	۰,۴	۰,۶۵
تولید فرزند با استفاده از دو والد انتخاب شده						
فرزند	۰,۵	۰,۵۹	۰,۳۶	۰,۶۷	۰,۴۳۵	
استاندارد سازی فرزند تولید شده(مجموع وزن ها برابر یک شده است)						
فرزند تصحیح شده	۰,۲۰	۰,۲۳	۰,۱۴	۰,۲۶	۰,۱۷	

شکل ۱: نحوه انجام عمل تقاطع در پژوهش

۳-۲-۲- عملگر جهش

در این عملگر دو عدد تصادفی صحیح بین بازه یک تا حداکثر طول کروموزوم انتخاب می‌شود. ژن‌های متناسب با اعداد تعیین شده در کروموزوم‌های والد با یکدیگر جایگزین می‌شوند و کروموزوم فرزند را به‌وجود می‌آورند. کروموزوم‌هایی فرزند باید نرمالایز گردند. نحوه انجام این عملگر در شکل (۲) ارایه شده است.

دارایی-کروموزوم	دارایی۱	دارایی۲	دارایی۳	دارایی۴	دارایی۵	انتخاب ۲ عدد بین ۱ و ۵
والد	۰,۵	۰,۲	۰,۱	۰,۸	۰,۵	۲و۴
تولید فرزند با استفاده از والد انتخاب شده						
فرزند	۰,۵	**۰,۸**	۰,۱	**۰,۲**	۰,۵	

شکل ۲: نحوه انجام عمل جهش در پژوهش

در این تحقیق از مکانیزم چرخ‌رولت و جهش تک‌نقطه‌ای جهت انتقال کروموزوم‌ها به نسل بعد استفاده شده است. باید درصد معینی از جمعیت تحت اپراتور جهش، تقاطع و انتخاب قرار گیرد. در جدول (۱) درصدهای مزبور ارایه شده است. جهت رسیدن به جواب پایدار باید الگوریتم به تعداد دفعات معینی تکرار گردد.

جدول ۱: پارامترهای الگوریتم تک‌هدفه در پژوهش

پارامتر	میزان درنظر گرفته شده
اپراتور جهش	۲۰ درصد
اپراتور تقاطع	۵۰درصد
اپراتور انتخاب	۳۰درصد

پارامتر	میزان درنظر گرفته شده
حداکثر تکرار در هر شبیه سازی (شرط توقف الگوریتم)	۱۰۰ مرتبه
جمعیت (تعداد کروموزوم)	۱۰۰ کروموزوم

۳-۳- بهینه‌سازی الگوریتم ژنتیک

هر کروزموزوم در این پژوهش یک ماتریس است که تعداد ردیف آن معادل تعداد سال‌های سرمایه‌گذاری است و تعداد ستون‌های آن متناسب با تعداد دارایی است. وزن‌های هر سلول ماتریس، درصد تخصیص داده شده به دارایی را در سال موردنظر برای دارایی مربوطه نشان می‌دهد. با توجه به عدم امکان فروش استقراضی در این پژوهش وزن هر ردیف معادل یک است. در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی تعداد ردیف‌های کروموزوم برابر اختلاف سن بازنشستگی (سن ۶۵ سالگی) و سن آغاز فعالیت (۲۵ سالگی) است. نتایج به دست آمده از مرحله اول بهینه‌سازی در این تابع هدف به تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی که در آن تعداد ردیف کروموزوم-ها برابر اختلاف بیشینه سن زندگی (۱۰۶ سالگی) و سن بازنشستگی است، انتقال می‌یابد. با بهینه‌سازی هر دو مرحله جواب‌های نهایی حاصل می‌گردد. در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی، طول هر کروموزوم معادل تفاضل بیشینه سن زندگی (سن ۱۰۶ سالگی) و سن آغاز فعالیت (سن ۲۵ سالگی) می‌باشد.

در هر تکرار با استفاده از اپراتورها، کروموزومی که کمترین نکول را داشته باشد انتخاب و به عنوان کران جدید برای تکرار بعدی الگوریتم انتخاب می‌شود. با فرارسیدن شرط توقف (۱۰۰ مرتبه تکرار) بهترین کروموزوم انتخاب شده و به عنوان ترکیب بهینه سرمایه‌گذاری در آن مرحله شبیه‌سازی گزارش می‌گردد.

در تابع‌های تعریف شده مقدار برداشت در دوران بازنشستگی ثابت درنظر گرفته شده است. درآمد و هزینه خانوار بر اساس نتایج گردآوری شده توسط اداره آمار به ترتیب ۵۲۲ و ۴۱۱ میلیون ریال درنظر گرفته شده است. برداشت از حساب تا اتمام موجودی حساب ادامه می‌یابد. در صورت اتمام موجودی حساب و به شرط زنده بودن فرد نکول رخ داده است هیچ‌گونه افزایش درآمدی در این پژوهش لحاظ نشده است.

۴- نتیجه‌گیری و بحث

عملکرد تابع‌های هدف در هر شبیه‌سازی وابسته به بازده تصادفی دارایی‌های انتخاب شده است. در هر مرتبه اجرای شبیه‌سازی احتمال نکول با توجه به بازده شبیه‌سازی شده طبقات دارایی وجود دارد. تعمیم نتایج به جامعه نیز با توجه به تکرار شبیه‌سازی و اجرای الگوریتم به تعداد ۲۰۰ مرتبه میسر می‌باشد. میانگین نتایج حاصل شده از تکرار الگوریتم در ادامه تفسیر شده است و بر این اساس سیاست بهینه سرمایه‌گذاری ابراز گردیده است.

میانگین بازده حقیقی دارایی‌های مورد استفاده در تحقیق طی ۲۳ سال گذشته در جدول (۲) ارایه شده است. بازده املاک و مستغلات مجموع بازده ناشی از افزایش قیمت، مبلغ اجاره به کسر استهلاک هر مترمربع

واحد مسکونی است. از میانگین قیمت و اجاره یک متر مربع زیربنای واحد مسکونی در شهر تهران استفاده شده است. دوره استهلاک املاک ۴۰ سال و خطی درنظر گرفته شده است.

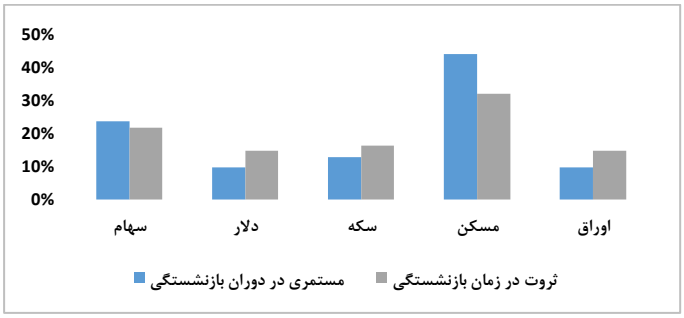
جدول ۲: متوسط بازده سالانه حقیقی طبقات دارایی از سال ۱۳۷۲ تا ۱۳۹۵

متوسط بازده سالانه حقیقی	متوسط بازدهی سالانه
شاخص بورس اوراق بهادار تهران	6.5%
ارز	1.4%
سکه بهار آزادی	0.032%
املاک و مستغلات	2.9%
سپرده بانکی	-1.61%

در توابع هدف بیان شده در این پژوهش وزن سرمایه‌گذاری در طبقات دارایی جهت رسیدن به هدف تعیین شده که مستمری معین در زمان بازنشستگی و یا ثروت معین در زمان بازنشستگی است؛ مورد جستجو می‌باشد. نتایج به دست آمده تابع ۲ فاکتور بازده طبقات دارایی شبیه‌سازی شده و نرخ تنزیل جهت محاسبه کفایت تراز مالی در دوران مختلف است. با توجه به ثبات نرخ تنزیل در این پژوهش و استفاده از میانگین نتایج حاصل از شبیه‌سازی؛ فاکتورهای بیان شده بر نتایج اتخاذ شده اثری ندارند. میانگین درصد سرمایه‌گذاری تعیین شده طی سال‌های سرمایه‌گذاری در طبقات دارایی بورس اوراق بهادارتهران، املاک و مستغلات، ارز (دلار)، سکه طلا و سپرده‌بانکی در شکل (۳) ارایه شده است.

همان‌طور که مشاهده می‌شود بازده شاخص بورس اوراق بهادار تهران در مقایسه با سایر طبقات دارایی بیشتر است. به دلیل نوسانات اقتصادی متعدد طی دوره زمانی مورد مطالعه دوره‌های زمانی محدودی در این طبقه سرمایه‌گذاری صورت پذیرفته است. املاک و مستغلات بازده نسبتا پایداری طی زمان داشته است و سهم قابل توجهی از پرتفوی را به خود اختصاص داده است.

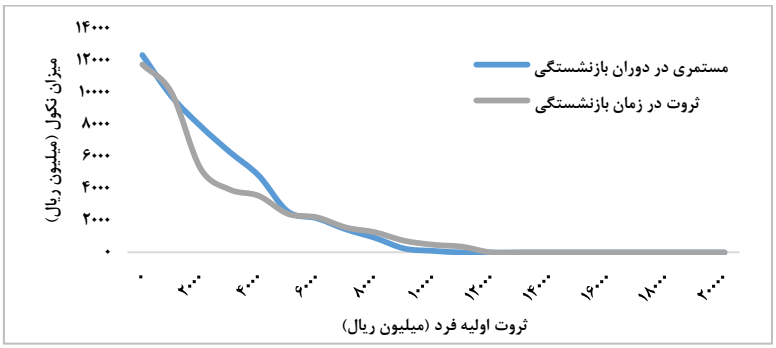
بر اساس نتایج استخراج شده می‌توان ابراز داشت که تابع مستمری در دوران بازنشستگی ماهیت ریسک-پذیری بیشتری دارد. تشریح سرمایه‌گذاری پرریسک‌تر در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی دشوار است اما مهمترین دلیل آن نیاز بالقوه به تراز مالی بیشتر جهت مدیریت طول عمر بالقوه افراد است که منجر به افزایش بیشتر ثروت پیش از بازنشستگی نیز می‌گردد. تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی ماهیت ریسک گریزی دارد لذا افرادی که این تابع هدف را انتخاب می‌نمایند قادر به پذیرش ریسک سرمایه‌گذاری کمتری پیش از بازنشستگی هستند. شایان ذکر است سرمایه‌گذاری پرریسک‌تر در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی تاثیر بسزایی بر میزان نکول افراد داشته است و مطابق شکل (۴) آستانه نکول را حدود ۲۰٪ کاهش داده است



شکل ۳: -نتایج محاسبه درصد سرمایه‌گذاری در بازارهای مختلف در الگوریتم فراابتکاری ژنتیک

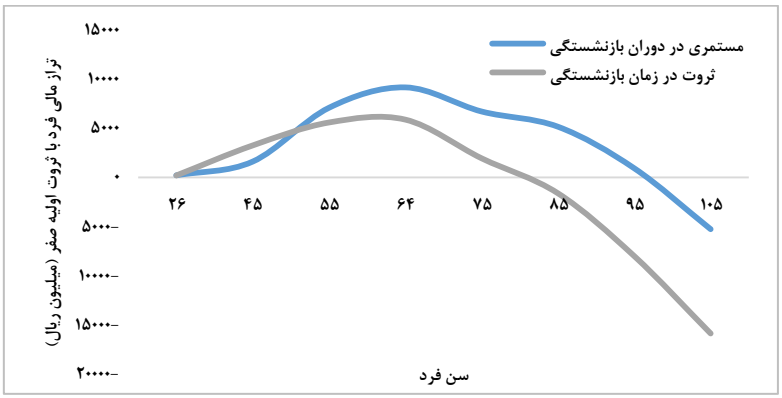
مطابق نتایج ارایه شده در شکل (۴) تراز مالی فرد در سطح حدود ۱۲ میلیارد ریال و بیشتر در تابع ثروت در زمان بازنشستگی و در سطح حدود ۱۰ میلیارد ریال و بیشتر در تابع مستمری در دوران بازنشستگی نکول نداشته است است. طبق نتایج به دست آمده همبستگی زیادی میان تراز مالی فرد و نکول وجود دارد و در شرایط ثبات سایر ثروت کمتر منجر به مبلغ نکول بیشتر خواهد بود. در سطح معینی از ثروت و بیشتر از آن، فاکتورهای بیان شده تاثیری بر نکول افراد نداشته‌اند و فرد به سهولت قادر به تامین اجتماعی خود بوده است. در این سطح از ثروت سیاست بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی ریسک سرمایه‌گذاری کمتری در مقایسه با سیاست بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی پذیرفته است لذا این سیاست به عنوان سیاست بهینه در آن سطوح درنظر گرفته می‌شود.

علی‌رغم استفاده از ۵ طبقه دارایی مختلف و امکان تغییر ترکیب سرمایه‌گذاری‌ها بدون اعمال هزینه معاملات، در برخی از سطح‌های اولیه نکول رخ داده است. در این سطوح از ثروت اولیه پیشنهاد می‌شود از تابع هدف مستمری در زمان بازنشستگی استفاده شود. همچنین، در صورتی که فرد سطح ثروت اولیه اندکی دارد نکول وی بسیار محتمل است و تغییر سطح مصرف مانند حذف برخی اقلام در جدول هزینه خانوار ارایه شده و یا افزایش سطح درآمد جهت جلوگیری از نکول ضروری است.



شکل ۴: -نتایج محاسبه میزان نکول در توابع هدف سنجه نکول با استفاده از الگوریتم ژنتیک

با توجه به اهمیت بررسی طبقات با ثروت اولیه صفر در سطح جامعه، در شکل (۵) تراز مالی برای افراد با سطح ثروت اولیه صفر ارایه شده است. همان‌طور که مشاهده می‌شود تابع مستمری در دوران بازنشستگی به دلیل ماهیت ریسک‌پذیری بیشتر در مقایسه با تابع ثروت در زمان بازنشستگی، نکول کمتری داشته است. شایان ذکر است نکول ارایه شده اختلاف وضعیت مطلوب و وضعیت فرد است که به صورت تجمعی طی سال‌های مورد بررسی محاسبه شده است.



شکل ۵: -نتایج محاسبه تراز مالی در توابع هدف سنجه نکول با استفاده از الگوریتم ژنتیک

هدف این تحقیق مقایسه تابع سرمایه‌گذاری بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی با تابع سرمایه‌گذاری بیشینه‌سازی مستمری در دوران بازنشستگی است لذا تاثیر انتخاب سیاست‌های مزبور بر تحقق درآمد مطلوب در دوران بازنشستگی تحلیل شده است. با توجه به عدم انجام تحقیق پیرامون موضوع بیان شده در کشور، در این پژوهش توابع هدف با استفاده از داده‌های کتابخانه‌ای کشور مورد بررسی قرار گرفته است.

طبق نتایج به دست آمده سیاست بیشینه‌سازی مستمری در دوران بازنشستگی ماهیت پذیرش ریسک بیشتری در مقایسه با سیاست بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی دارد. پذیرش ریسک بیشتر در سیاست مزبور منجر به تراز مالی مطلوب‌تر نیز شده است. این سیاست منجر به پایداری بیشتر در مقابل نوسانات سرمایه‌گذاری و طول عمر می‌شود.

در سطح ثروت اولیه حدود ۱۲ میلیارد ریال و بیشتر در تابع ثروت در زمان بازنشستگی و در سطح حدود ۱۰ میلیارد ریال و بیشتر در تابع مستمری در دوران بازنشستگی نکول رخ نداده است. با توجه به عدم بروز نکول در سطوح بیان شده و با درنظر گرفتن ریسک کمتر سرمایه‌گذاری پذیرفته شده در سیاست ثروت در زمان بازنشستگی در این سطوح، این سیاست به عنوان سیاست بهینه درنظر گرفته می‌شود. برای سطوح ثروت اولیه کمتر از ارقام بیان شده استفاده از تابع مستمری در دوران بازنشستگی به دلیل ماهیت ریسک‌پذیری بیشتر و کنترل بهتر نوسانات اقتصاد، به عنوان سیاست سرمایه‌گذاری بهینه پیشنهاد می‌گردد.

۵- پیشنهادات

در این پژوهش از میانگین هزینه و درآمد خانوار شهری استفاده شده است. تفکیک جامعه به دهک‌های مختلف و اجرای مدل جهت تعیین سیاست سرمایه‌گذاری متناسب با هر دهک به مراتب کاراتر است و منجر به ارایه سیاست سرمایه‌گذاری مطلوب‌تری می‌شود لذا به عنوان یک پیشنهاد تحقیق ارایه می‌شود. همچنین، در این پژوهش از داده های تاریخی با استفاده از متد شبیه‌سازی استفاده شده است. پیش‌بینی تابع احتمال بازدهی بازارها در آینده و ارایه راهکار به صندوق‌ها جهت اجرای سیاست مزبور از پیشنهادهای این پژوهش است.

در این پژوهش از نرخ تنزیل ثابت به دلیل تغییرات شدید تورم و نرخ بهره در سال‌های گذشته جهت برآورد تابع‌های هدف استفاده شده است. امکان استفاده از نرخ برابری ارز به عنوان راه‌حل جایگزین با توجه به کنترل بازار ارز در کشور نیز وجود ندارد. تعریف شاخص برابری نرخ کالاها در کشور در مقایسه با سایر کشورهای جهان راه‌حل منطقی این امر است و به عنوان یک پیشنهاد در این پژوهش ارایه می‌گردد.

فهرست منابع

* اسکندری، حمید؛ پیرایش شیرازی‌نژاد، حسین؛ باطبی، سولماز (۱۳۹۴). «مطالعه ساز و کار صندوق‌های بازنشستگی اختیاری». تهران: مدیریت تحقیق و توسعه شرکت بورس تهران.
* بدیعی، حسین؛ یوسفی، مهیار (۱۳۸۹). «مدیریت بهینه ریسک و برآورد مالی سیستم‌های اقتصادی صنعتی و معدنی با استفاده از شبیه‌سازی مونت‌کارلو»، شماره ۲، ص ۱۱۶-۹۹.
* پورموسی، علی‌اکبر؛ خالقی، رضا؛ (۱۳۹۳). «ایجاد تعادل بین منابع و مصارف طرح‌های بازنشستگی با استفاده از دانش اکچوئری»، فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری، شماره ۱۰.
* روغنی‌زاده، مصطفی (۱۳۸۷). «چالش‌های نظام بازنشستگی در جمهوری اسلامی ایران»، فصلنامه تامین اجتماعی، شماره ۲۹، ص ۱۳-۳۱.
* شکوری، مرتضی (۱۳۸۸). «آثار تغییرات ساختار سنی جمعیت ایران بر صندوق‌های بازنشستگی کشوری». تهران: صندوق بازنشستگی کشوری.
* عالم تبریز، اکبر؛ زندیه، مصطفی؛ محمد رحیمی، علی‌رضا (۱۳۸۹). «الگوریتمهای فراابتکاری در بهینه‌سازی ترکیبی». تهران: اشراقی،صفار.
* عبده تبریزی، حسین؛ رادپور، میثم (۱۳۹۰). «تجدید ساختار نظام تامین اجتماعی و بازنشستگی در جمهوری اسلامی ایران». تهران: انتشارات پیشبرد.
* فرتوک‌زاده، حمیدرضا؛ رجبی نهوجی، میثم؛ بایرام زاده، سونا (۱۳۹۲). «بحران فزونی مصارف نسبت به منابع». مطالعات مدیریت راهبردی، شماره ۱۵، ص ۱۵۶-۱۳۱.
* Antolín, P., Payet, S., Yermo, J., 2010. Assessing default investment strategies in defined contribution pension plans. In: OECD Working Papers on Finance, Insurance and Private Pensions. No. 2. OECD Publishing. Association of Superannuation Funds of Australia, 2014. The ASFA Retirement Standard. December 2013. Australian Government Actuary, 2009. Australian Life Tables 2005-07.

* Basu, A.K., Byrne, A., Drew, M.E., 2011. Dynamic lifecycle strategies for target date. J. Portf. Manag. 37 (2), 83–96.
* Blake, D., Wright, D., Zhang, Y., 2011. Target-driven investing: Optimal investment strategies in defined contribution pension plans under loss aversion. J. Econom. Dynam. Control 37 (1), 195–209.
* Butt, A., Deng, Z., 2012. Investment strategies in retirement: in the presence of a means-tested government pension. J. Pension Econ. Finance 11 (2), 151–181.
* Butt, A., Khemka, G., 2015. The effect of objective formulation on retirement decision making. J. Insurance Math. Econom. 64, 385–395.
* Finke, R., Wolf, R. (Eds.), 2013. Allianz International Pensions Country Factsheets 2013. Alliance SE.
* Gerrard, R., Haberman, S., Vigna, E., 2004. Optimal investment choices postretirement in a defined contribution pension scheme. Insurance Math. Econom. 35, 321–342.
* Giamouridis, D., Sakkas, A., Tessaromatis, N., 2017. Dynamic asset allocation with liabilities. European Financial Management. 23(2), 254-291.
* Haberman, S., Vigna, E., 2002. Optimal investment strategies and risk measures in defined contribution pension schemes. Insurance Math. Econom. 31, 35–69.
* Hoffmeister, F., and Schwefel, H. −P. 1991. A survey of evolution strategies. In R. K. Belew and L.B. Booker, eds., Proceedings of the Fourth International Conference on Genetic Algorithms. Morgan Kaufmann.
* Holland, J. H. 1975. Adaptation in Natural and Artificial Systems. University of Michigan Press. (Second edition: MIT Press, 1992.)
* Horneff, V., Mitchell, O.S., Maurer, R., Rogalla, R., 2013. Optimal life cycle portfolio choice with variable annuities offering liquidity and investment downside protection. Pension Research Council, Working Paper 2013-04.
* Kopcke, R.W., Webb, A., Hurwitz, J., Li, Z., 2013. Rethinking optimal wealth accumulation and decumulation in the wake of the financial crisis. Centre for Retirement Research Working Paper 2013-1.
* Korn, R., Siu, T.K., Zhang, A., 2011. Asset allocation for a DC pension fund under regime switching environment. Eur. Actuar. J. 1 (2), S362–S377.
* Kremer, A., Liese, F., Homölle, S., Clausen, J., 2014. Optimal consumption and portfolio choice of retirees with longevity risk. J. Pension Econ. Finance 13 (3), 227–249.
* Mladina, P. 2016., Optimal Lifetime Asset Allocation with Goals-Based, Lifecycle Glide Paths. J. Wealth Management 19(1), 10-22.
* Pirvu, T.A., Zhang, H., 2012. Optimal investment, consumption and life insurance under mean-reverting returns: The complete market solution. Insurance Math. Econom. 51, 303–309. Retirement Incomes Working Group, 2013. Post retirement funding in Australia. Presented to the Actuaries Summit, 20–21 May, 2013.
* Samuelson, P.A., 1969. Lifetime portfolio selection by dynamic stochastic programming. Rev. Econ. Stat. 51 (3), 239–246. Steinorth, P., Mitchell, O.S., 2012. Valuing variable annuities with guaranteed minimum lifetime withdrawal benefits. Pension Research Council, Working Paper 2012-03.
* Shen, Y. and M. Sherris., 2018., Lifetime asset allocation with idiosyncratic and systematic mortality risks., Scandinavian Actuarial Journal 2018(4), 294-327.
* Steinorth, P., Mitchell, O.S., 2012. Valuing variable annuities with guaranteed minimum lifetime withdrawal benefits. Pension Research Council, Working Paper 2012-03.
* Van Wyk, B., 2012. Introducing a retirement benefit target. Presented to the Joint IACA, IAAHS and PBSS Colloquium, Hong Kong, 2012.

* Vigna, E., Haberman, S., 2001. Optimal investment strategy for defined contribution pension schemes. Insurance Math. Econom. 28, 233–262.
* Yao, H., Li, X., Hao, Z., Li, Y., 2016., Multi-period defined contribution pension funds investment management with regime-switching and mortality risk., Insurance Math. Econom. 71, 103-113.
* Yao, H., Lai, Y., Ma, Q., Jian, M., 2014. Asset allocation for a DC pension fund with stochastic income and mortality risk: A multi-period mean–variance framework. Insurance Math. Econom. 54, 84–92.
* Zeng, Y., Li, D., Chen, Z., Yang, Z., 2018., Ambiguity aversion and optimal derivative-based pension investment with stochastic income and volatility. J. Economic Dynamics and Control 88, 70-103

یادداشت‌ها

[1] Asset allocation
[2] Personal account
[3] Terminal wealth
[4] Retirement income
[5] Investment policy statement
[6] Defined benefit plan
[7] Defined contribution plan
[8] Personal account plan
[9] Longevity risk
[10] Financial objective
[11] Shortfall
[12] Genetic Algorithm
[13] Finke and Wolf
[14] Antolin et al.
[15] Basu et al.
[16] Butt and Deng
[17] Gerrard et al.
[18] Steinorth and Mitchel
[19] Kremer et al.
[20] Yao et al.
[21] Giamouridis et al.
[22] Vigna and Haberman
[23] Haberman and Vigna
[24] Blake et al.
[25] Korn et al.
[26] Horneff et al.
[27] Butt and Khemka
[28] Mladina
[29] Shen and Sherris
[30] Zeng et al.
[31] Pirvu and Zhang
[32] Van wyk
[33] Kopcke
[34] Antolin
[35] Life table
[36] Saving account
[37] Price of the life annuity purchased (LP)

[38] NP Hard
[39] Phenotype
[40] Genotype