

بررسی اثر انتخاب نوع تابع هدف بر نکول افراد در حساب بازنشستگی فردی (مورد مطالعه: کشور ایران)

عزت‌اله عباسیان^۱

محمدعلی کمالی^۲

رضا تهرانی^۳

سیدمجتبی میرلوحی^۴

تاریخ پذیرش: ۹۷/۰۶/۰۵

تاریخ دریافت: ۹۷/۰۲/۲۸

چکیده

یک فرد بازنشسته با دو نوع ریسک مهم مواجه است: ریسک طول عمر و ریسک سرمایه‌گذاری. در این مقاله به بررسی تاثیر سیاست تصمیم‌گیری افراد بر میزان نکول آنها با استفاده از دو تابع هدف برای ثروت در زمان بازنشستگی پرداخته شده است. در فرایند تصمیم‌گیری، سیاست‌های بیان شده وابسته به بازدهی بازارهای هدف جهت سرمایه‌گذاری و نرخ تنزیل در اقتصاد است. در مدل‌سازی سیاست‌های مذکور از رویکرد برنامه‌ریزی پویا توام با شبیه‌سازی تاریخی استفاده شده است. نتایج به دست آمده حاکی از اهمیت انتخاب تابع هدف است. با توجه به نوسانات شدید اقتصادی در کشور، و همچنین نیاز به انباشت بیشتر ثروت و مشارکت بیشتر در کنترل نوسانات اقتصادی، سیاست تمرکز بر مستمری در دوران بازنشستگی در سطح ثروت اولیه اندک به عنوان سیاست بهینه - به دلیل پذیرفتن ریسک کمتر برای سطح معینی از ثروت - و استفاده بیشتر از تابع ثروت در زمان بازنشستگی پیشنهاد شده است.

واژه‌های کلیدی: بهینه‌سازی، بازنشستگی، شبیه‌سازی، برنامه‌ریزی پویا، روش بوت استرپ^۱.

۱- دانشیار اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (نویسنده مسئول) Abbasian@basu.ac.ir

۲- دانشجوی دکتری مدیریت مالی، پردیس البرز دانشگاه تهران، تهران، Ma.kamali2009@yahoo.com

۳- استاد مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، دانشگاه تهران، تهران، ایران، rtehrani@ut.ac.ir

۴- استادیار گروه مدیریت، دانشگاه صنعتی شاهرود، شاهرود، ایران، mirlohism@shahroodut.ac.ir

۱- مقدمه

شود، در این طرح‌ها ریسک سرمایه‌گذاری^۵ و ریسک طول عمر^۶ به فرد منتقل می‌شود. در کشور ما نیز با توجه به هرم جمعیتی و برهم خوردن تناسب تعداد افراد جوان در مقایسه با تعداد افراد بازنشسته در آینده نزدیک؛ صندوق‌ها قادر به ایفای تعهدات خود نخواهند بود و لذا بررسی استفاده از طرح‌های مزبور برای نسل شاغل اثر بسزایی در تامین اجتماعی آن‌ها در دوران بازنشستگی دارد.

در طرح‌های با سهم تعیین شده و حساب بازنشستگی فردی، افراد مسوول تامین درآمد بازنشستگی خود می‌باشند از این رو تصمیمات سرمایه‌گذاری اتخاذ شده پیش از بازنشستگی و در دوران بازنشستگی اثر بسزایی بر درآمد آن‌ها در دوران بازنشستگی دارد. این تصمیمات تحت تاثیر هدف انتخاب شده توسط فرد قرار می‌گیرند؛ در این تحقیق دو تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی و مستمری در دوران بازنشستگی مورد بررسی قرار گرفته است. هدف این تحقیق بررسی اثر این دو تابع هدف بر سنجه نکول^۷ می‌باشد. با توجه به عدم انجام تحقیق پیرامون موضوع بیان شده در ایران، در این پژوهش دو تابع هدف بیان شده با استفاده از داده‌های کتابخانه‌ای کشور مورد بررسی قرار گرفته است. همچنین در پژوهش‌های انجام شده در ادبیات عامل مالیات در نظر گرفته نشده است. مالیات جریان نقدی خروجی مهمی است و بر نتایج استخراج شده اثر بسزایی دارد. در این پژوهش حضور مولفه مالیات در مدل نیز با توجه به اهمیت آن مورد بررسی قرار گرفته است و نوآوری پژوهش محسوب می‌شود.

گزینه‌های سرمایه‌گذاری با توجه به ذائقه سرمایه‌گذاری در کشور در نظر گرفته شده است که شامل بازار اوراق بهادار تهران و سپرده بانکی می‌باشد همچنین از شبیه‌سازی تاریخی جهت پیش‌بینی بازده احتمالی این بازارها استفاده شده است. با توجه به داده‌های قابل استناد موجود در منابع کتابخانه‌ای کشور از داده‌های ۲۳ سال گذشته بازارهای بیان شده در شبیه‌سازی این بازارها استفاده شده و در مدل‌سازی

نیروی انسانی در جهان معاصر از چنان اهمیتی برخوردار است که از آن هم به عنوان وسیله توسعه وهم هدف توسعه نام برده می‌شود. در حال حاضر سرمایه‌گذاری برای نیروی انسانی چه در کشورهای توسعه یافته و چه در کشورهای در حال توسعه، هدف اساسی محسوب می‌گردد. بنابراین به منظور تداوم حرکت توسعه در کنار تقویت دو عامل فن آوری و مواد اولیه، نیروی انسانی نیز باید با استفاده از ابزارهای مناسب حمایت شود. یکی از ابزارهای بسیار قوی که جوامع از آن برای حمایت نیروی انسانی استفاده می‌کنند، تامین اجتماعی است.

تامین اجتماعی و صندوق‌های بازنشستگی با ارائه حمایت‌های متنوعی مانند پرداخت مستمری یا حقوق بازنشستگی، از کارافتادگی بازماندگان یا حقوق وظیفه بگیران، یکی از اهرم‌های قوی دولت‌ها به منظور هدایت جامعه به سوی بالندگی و پویایی است.

طرح بازنشستگی شامل توافق‌هایی (ترتیبیاتی، قرارداد‌هایی) بین کارفرما و کارکنان برای پرداخت مستمری کارکنان طی دوران بازنشستگی آنان توسط کارفرما است که مزایای بازنشستگی نامیده می‌شود. طرح‌های بازنشستگی را می‌توان به چهار شاخه اصلی طرح‌های دولت - پشتیبان، طرح‌های کارفرما - پشتیبان، طرح‌های شخصی و سالیانه‌ها تقسیم کرد. طرح بازنشستگی با مزایای معین^۸ که هم اکنون در کشور در حال اجراست، یکی از انواع اصلی طرح‌های کارفرما-پشتیبان است. در این طرح میانگین حقوق افراد در چند سال پایانی مبنای مستمری در دوران بازنشستگی است. صندوق‌های بازنشستگی در شرایط فعلی، به دلیل برداشت بیشتر در مقایسه با ثروت آفرینی این صندوق‌ها با مشکل موجودی منفی مواجه هستند که نشان از ناکارایی سیستم فعلی است. در بسیاری از کشورهای جهان به همین دلیل از طرح‌های با سهم مشخص^۹ و حساب بازنشستگی فردی^{۱۰} که در آن‌ها افراد به ترتیب به صورت غیر مستقیم و مستقیم مسوولیت سرمایه‌گذاری را برعهده دارند استفاده می-

برنامه‌ریزی پویا در تعیین سیاست بهینه سرمایه‌گذاری استفاده نمودند. ویگنا و هابرمن^{۱۸} (۲۰۰۱)، هابرمن و ویگنا^{۱۹} (۲۰۰۲)، باسو و همکاران (۲۰۱۱)، بلیک و همکاران (۲۰۱۱)^{۲۰} و (کرن و همکاران^{۲۱} ۲۰۱۱) صرفاً سیاست سرمایه‌گذاری پیش از بازنشستگی را در نظر گرفتند و فرض نمودند که فرد به هنگام بازنشستگی اقدام به خرید مستمری می‌نماید و نیازی به تصمیم‌گیری در بازنشستگی وجود ندارد. در مدل‌هایی که به بهینه‌سازی تصمیمات سرمایه‌گذاری پیش از بازنشستگی می‌پردازند، فرض می‌شود که فرد به محض بازنشستگی اقدام به تبدیل ثروت خود به مستمری نماید. در مطالعه‌ای که هورنرف و همکاران^{۲۲} (۲۰۱۳)، ملادینا^{۲۳} (۲۰۱۶) و شن و شریس^{۲۴} (۲۰۱۸) انجام دادند چرخه مراحل زندگی^{۲۵} مدنظر قرار گرفت.

بات و خمکا^{۲۶} (۲۰۱۵) دو تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی و مستمری در دوران بازنشستگی را در تحقیق خود مورد استفاده قرار دادند و از سنج‌های مطلوبیت و نکول جهت بررسی اثر این دو تابع هدف استفاده نمودند. در این پژوهش تابع هدف بیشینه‌سازی ثروت نهایی با توجه به ماهیت آن در دوران پیش از بازنشستگی مورد استفاده قرار گرفته و سپس از تابع هدف بیشینه‌سازی درآمد در دوران بازنشستگی استفاده شده است و در تابع هدف بیشینه‌سازی درآمد کلیه مراحل زندگی مدنظر قرار گرفته است.

جهت پیش‌بینی بازدهی بازارهای مختلف در رویکردهای تحلیلی باید از مفروضات ساده استفاده شود. پیروو و ژانگ^{۲۷} (۲۰۱۲) فرض نمودند که بازدهی بازارهای مختلف از حرکت براونی هندسی تبعیت می‌نماید. بلیک و همکاران (۲۰۱۱)^{۲۸} و هورنرف و همکاران (۲۰۱۳)^{۲۹} 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. رویکرد دیگری که در این زمینه استفاده می‌شود، شبیه‌سازی تاریخی می‌باشد، مزیت استفاده از این روش این است که هیچ‌گونه فرضی راجع به مفروضات تابع توزیع بازدهی

تصمیمات سرمایه‌گذاری از برنامه‌ریزی پویا^۸ کمک گرفته شده است. در ادامه به معرفی مبانی نظری و پیشینه تحقیق، مدل تحقیق و نتایج و پیشنهادها پرداخته خواهد شد.

۲- مبانی نظری و مروری بر پیشینه پژوهش

در کشورهای مختلف قوانین مختلفی در راستای جهت‌دهی به طرح‌های بازنشستگی وضع شده است، برخی قوانین چارچوب سرمایه‌گذاری را محدود نموده و برخی از آن‌ها سیستم بازنشستگی را نیز معین ساخته‌اند؛ برای مثال در کشورهای استرالیا، شیلی، مکزیک، نروژ و سوییس استفاده از طرح‌های بازنشستگی با سهم مشخص اجباری می‌باشد در حالی که در کشورهای کانادا، شیلی، ژاپن، نیوزلند، بریتانیا و آمریکا این طرح‌ها اختیاری می‌باشد. فینک و ولف^۹ (۲۰۱۳) به بررسی و ارزیابی خلاصه مختصری در این ارتباط نمودند و سیستم تامین اجتماعی و درآمدی جوامع مختلف را بررسی نمودند. در طرح‌های بیان شده ریسک سرمایه‌گذاری و ریسک طول عمر به افراد منتقل می‌شود لذا توجه به سیاست بهینه سرمایه‌گذاری در این طرح‌ها اهمیت زیادی دارد و در مقالات متعددی این سیاست‌ها مورد بررسی قرار گرفته است، در این مطالعات سیاست تصمیم‌گیری ایستا یا پویا و دوره زمانی سرمایه‌گذاری پیش از بازنشستگی، پس از بازنشستگی یا کل طول عمر افراد مورد بررسی بوده است. در صورت استفاده از تصمیم‌گیری ایستا باید مفروضات ثابتی در نظر گرفته شود که با دنیای واقعی تطابق چندانی ندارد. آنتولین و همکاران^{۱۰} (۲۰۱۰)، باسو و همکاران^{۱۱} (۲۰۱۱) و بات و دنگ^{۱۲} (۲۰۱۲) از این رویکرد در تحقیقات خود استفاده نمودند.

استفاده از رویکرد تصمیم‌گیری پویا بسیار پیچیده‌تر می‌باشد، یکی از متداول‌ترین روشها در این زمینه استفاده از برنامه‌ریزی پویا است. جرارد و همکاران^{۱۳} (۲۰۰۴)، استینورث و میشل^{۱۴} (۲۰۱۲)، کرمر و همکاران^{۱۵} (۲۰۱۴)، یائو و همکاران^{۱۶} (۲۰۱۶) و گیاموریدیس و همکاران^{۱۷} (۲۰۱۷) از رویکرد

۲-۲- مدل‌سازی سنجه نکول در تخصیص

دارایی پویا

طبق بررسی وان ویک^{۳۹} (۲۰۱۲) در ادبیات از تابع‌های متعددی استفاده شده است. تابع‌های مورد استفاده با هدف ایجاد درآمد برای افراد بازنشسته لزوماً هماهنگ نیست، در بسیاری از تحقیق‌های بیان شده تابع هدف به صورت نرخ جایگزینی تعریف شده‌اند که حاصل تقسیم ثروت در زمان بازنشستگی بر مستمری دوران بازنشستگی می‌باشد و به همین دلیل نیز سنجه ثروت نامیده شده است. لذا در این مطالعات به اندازه‌گیری ثروت در زمان بازنشستگی به جای اندازه‌گیری درآمد در دوران بازنشستگی پرداخته‌اند. در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی عدم تامین ثروت یا مستمری به منزله نکول می‌باشد، ویگنا و هابرم^{۴۰} (۲۰۰۱)، هابرم و ویگنا^{۴۱} (۲۰۰۲)، باسو و همکاران^{۴۲} (۲۰۱۱)، کرن و همکاران^{۴۳} (۲۰۱۱)، یائو و همکاران^{۴۴} (۲۰۱۴) و هانگی^{۴۵} (۲۰۱۷) از این رویه استفاده نمودند.

با توجه به ایرادهای بیان شده که تمرکز مدل‌سازی در این تحقیق بر مقایسه اثر ثروت در زمان بازنشستگی و درآمد در دوران بازنشستگی می‌باشد، لذا اثر ساختار توابع هدف بر انتخاب استراتژی سرمایه‌گذاری مورد بررسی قرار گرفته است. آنتولین و همکاران^{۴۶} (۲۰۱۰) نیز از همین مقایسه بهره گرفتند و اثر انتخاب استراتژی سرمایه‌گذاری بر انتخاب دارایی موردنظر جهت رسیدن به مستمری موردنظر را مورد بررسی قرار دادند. بات و خمکا^{۴۷} (۲۰۱۵) نیز تحقیق مشابهی با همین ساختار انجام دادند و به مقایسه توابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی و مستمری در دوران بازنشستگی پرداختند.

با توجه به مطالب بیان شده هدف این تحقیق بررسی تحلیلی تابع‌های هدف بیان شده با استفاده از داده‌های تاریخی به منظور بررسی امکان‌سنجی استفاده از طرح بازنشستگی حساب بازنشستگی فردی می‌باشد. با توجه به تحلیلی بودن تحقیق از شبیه‌سازی تاریخی به روش تولید مسیر استفاده شده است و از

نداریم لذا بازدهی می‌تواند هر فرمی به خود بگیرد. استینورث و میشل^{۳۱} (۲۰۱۲) از رویکرد شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده نمودند.

در این تحقیق از برنامه‌ریزی پویا و شبیه‌سازی تاریخی استفاده شده است، همچنین سعی شده است مدل ارایه شده توسط بات و خمکا (۲۰۱۵) تکمیل گردد لذا در این تحقیق مالیات نیز به عنوان یک پارامتر غیرقابل چشم‌پوشی در نظر گرفته شده است.

۲-۱- روش بهینه‌سازی

در مدل ارایه شده در این تحقیق هر فرد اقدام به سرمایه‌گذاری در حساب بازنشستگی می‌نماید و قادر به برداشت از این حساب نیز می‌باشد، جهت بهینه‌سازی تابع هدف‌های بیان شده باید سنجه مقایسه مناسبی در نظر گرفته شود، در ادبیات از سنجه نکول و مطلوبیت استفاده شده است. در سنجه نکول در صورتی 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. هابرم و ویگنا^{۳۲} (۲۰۰۲)، بات و دنگ^{۳۳} (۲۰۱۲)، چن و همکاران^{۳۴} (۲۰۱۷) و اسکات و کواگلیا^{۳۵} (۲۰۱۷) از این رویکرد استفاده نمودند. تابع مطلوبیت رویکرد جایگزینی است که در ادبیات مورد استفاده قرار گرفته است. هورنرف و همکاران^{۳۶} (۲۰۱۳) و کپک و همکاران^{۳۷} (۲۰۱۳) از این روش استفاده نمودند. با توجه به این که مسئله اصلی تحقیق تامین درآمد در دوران بازنشستگی می‌باشد لذا در این تحقیق توابعی انتخاب شده است که به بررسی نحوه پاسخ‌گویی تابع هدف‌های بیان شده بپردازد. رویکرد مورد استفاده مشابه رویکرد مورد استفاده توسط آنتولین^{۳۸} (۲۰۱۰) و بات و خمکا (۲۰۱۵) می‌باشد.

در طبقات ارایه شده امکان بررسی وضعیت سایر افراد از طریق میان‌یابی نیز وجود دارد.

سن آغاز فعالیت در کلیه طبقات ثروت اولیه در نظر گرفته شده در این تحقیق ۲۵ سالگی فرض شده است و تعداد سال‌های کارکرد نیز ۴۰ سال در نظر گرفته شده است. و جهت بررسی کل جامعه ۲۱ سطح از ثروت اولیه شامل افراد با ثروت اولیه صفر تا ثروت اولیه ۲۰ میلیارد ریال در نظر گرفته شده و ثروت افراد طبقات جامعه به صورت یکنواخت افزایش داده شده است. با توضیحات ارایه شده متغیرهای شاخص بورس اوراق بهادار، نرخ سپرده بانکی، تورم و نرخ مرگ و میر در ایران متغیر مستقل می‌باشد. بازده لگاریتمی متغیرهای مستقل شاخص بورس اوراق بهادار و نرخ سپرده بانکی با استفاده از رابطه زیر محاسبه شده است. به منظور محاسبه بازده واقعی از نرخ تورم گزارش شده توسط بانک مرکزی استفاده شده و به منظور محاسبه بازده روزانه، فرض شده است که قیمت دارایی‌های بیان شده به صورت یکنواخت تغییر یابد.

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

به طوری که متغیر $P_{i,t}$ قیمت دارایی i در روز t است و $CPI_{i,t}$ تورم در همان روز می‌باشد.

در این تحقیق مستمری در دوران بازنشستگی و ثروت در زمان بازنشستگی به عنوان متغیر وابسته در نظر گرفته شده‌اند و میزان سرمایه‌گذاری در هر دارایی و میزان مصرف متغیر تعدیل‌گر محسوب می‌شوند.

۳-۲- جدول زندگی و رابطه ساختاری تحقیق

در این تحقیق تعداد افراد زنده در سن x با I_x نشان داده شده است و احتمال زنده بودن در سن x با p_x نشان داده شده است و احتمال وفات حاصل کسر احتمال زنده بودن از عدد یک می‌باشد، احتمال وفات

برنامه‌ریزی پویا به با توجه به ماهیت سرمایه‌گذاری و امکان بهتر تصمیم‌گیری استفاده شده است. بات و خمکا (۲۰۱۵) نیز در تحقیق خود از رویه مشابه موارد بیان شده استفاده نمودند اما در تحقیق ارایه شده توسط آنان مالیات در نظر گرفته نشده است، ولی در مطالعه حاضر مالیات نیز به عنوان یک عامل اثرگذار بررسی شده است.

۳- روش‌شناسی و مدل‌های پژوهش

در این بخش نحوه استفاده از برنامه‌ریزی پویا تشریح گردیده است. پیش از ارایه مدل مورد استفاده متغیرهای مورد استفاده در تحقیق و رابطه ساختاری تصمیم‌گیری ارایه شده است. در بخش بعدی مفروضات مورد استفاده در مدل ارایه و در پایان مدل برنامه‌ریزی پویا شرح داده شده است. در برنامه‌ریزی پویای مورد استفاده در تحقیق کلیه متغیرها به صورت سالانه محاسبه و مورد استفاده قرار گرفته است.

۳-۱- متغیرهای تحقیق

امکان بررسی کل فضای جامعه با استفاده از برنامه‌ریزی پویا وجود ندارد، لذا در این تحقیق از بهینه‌سازی نقطه‌ای استفاده شده است. متغیر $V(x, y)$ در تحقیق به عنوان تابع ارزش شناخته می‌شود که در آن x نشان‌دهنده سن فرد و y نشان‌دهنده کلیه شرایط وی به جز سن می‌باشد. $V(x, y)$ از میانگین ۱۰۰۰ بار شبیه‌سازی صورت گرفته به دست آمده است و $v_i(x, y)$ تابع ارزش در هر بار شبیه‌سازی می‌باشد.

با توجه به استفاده از شبیه‌سازی تاریخی امکان ارایه توزیع تابع ارزش وجود ندارد اما مقدار تابع ارزش در هر سال معین است، جهت بررسی کل جامعه پیرو استفاده از برنامه‌ریزی پویا، افراد به چندین طبقه تقسیم‌بندی شده و هر طبقه بهینه گردیده است. لازم به ذکر است با توجه به در نظر گرفتن شرایط مختلف

در سن x با q_x نشان داده شده است. نحوه محاسبه احتمال زنده بودن در رابطه زیر نشان داده شده است.

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

در این رابطه 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 به صورت رابطه زیر محاسبه می‌شود.

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

رابطه ساختاری تصمیم‌گیری مورد استفاده در تحقیق نیز به شرح زیر است.

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

به طوری که:

$i(x)$ نرخ بازده سرمایه‌گذاری‌ها در سن x

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

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

$A(x)$ حساب بازنشستگی فردی می‌باشد.

۳-۳- مفروضات مورد استفاده در تحقیق

با توجه به تحلیلی بودن این تحقیق سعی شده است مفروضات ساده، جامع و قابل اتکا در نظر گرفته شوند. مفروضات زیر در مدل‌سازی مسئله بیان شده مدنظر قرار گرفته است.

(۱) کلیه ریسک‌های سرمایه‌گذاری و طول عمر به فرد انتقال یافته است.

(۲) درآمد دریافتی در دوران بازنشستگی صرفاً از حساب بازنشستگی فردی ممکن است و با اتمام این حساب هیچ منبع درآمد دیگری وجود ندارد. از میانگین درآمد و هزینه خانوار

شهری جهت برآورد درآمد و هزینه افراد استفاده شده است.

(۳) با توجه به جزئی و بی‌اهمیت بودن کارمزد، در محاسبات فرض شده است که هیچ گونه کارمزدی وجود ندارد.

(۴) هیچ‌گونه طرح بازنشستگی اجباری برای فرد وجود ندارد.

(۵) امکان سرمایه‌گذاری در بازارهای املاک، سهام، سپرده بانکی، ارز (دلار) و طلا (سکه) می‌باشد.

(۶) از میانگین نرخ تورم ماهانه در سنوات گذشته که توسط بانک مرکزی ارایه می‌شود جهت تورم زدایی داده‌ها استفاده شده است لذا فرض شده است که تورم به صورت یکنواخت در روزهای هر ماه توزیع شده باشد.

(۷) کل ثروت فرد در حساب بازنشستگی فردی سرمایه‌گذاری می‌شود و هیچ گونه درآمد دیگری برای فرد متصور نمی‌باشیم.

(۸) فرد به صورت تمام وقت تا سن ۶۵ سالگی فعالیت خواهد نمود و در این سن بازنشسته خواهد شد.

(۹) هیچ گونه فرضی راجع به افزایش درآمد در نظر گرفته نشده است، ارتقا فرد نیز نادیده گرفته شده است.

(۱۰) از نرخ مرگ و میر^{۴۸} آیین‌نامه مصوب مورد استفاده توسط شرکت‌های بیمه در این تحقیق استفاده شده است. فرض شده است که فرد پیش از سن ۶۵ سالگی فوت نمی‌کند.

۳-۴- مدل برنامه‌ریزی پویا

با توجه به لزوم تصمیم‌گیری در دوران عمر زندگی فرد به صورت سالانه و استفاده از برنامه‌ریزی پویا، هر سال از عمر فرد یک مرحله از تصمیم‌گیری تلقی شده و درصد سرمایه‌گذاری در دارایی ریسکی یا سهام حالت سرمایه‌گذاری می‌باشد. در این تحقیق تابع هدف بازگشتی به عنوان زنجیر بین مراحل مختلف یک مساله برنامه‌ریزی پویا ارتباط ایجاد می‌کند و

در سنجه نکول کمینه تابع هدف که نشان‌دهنده اختلاف مقدار مطلوب و وضعیت فرد با توجه به سرمایه‌گذاری صورت پذیرفته است انتخاب می‌شود. با توجه به رویه شرح داده شده در این سنجه در اولین مرحله ۵ حالت سرمایه‌گذاری ایجاد می‌شود که در مرحله بعد به ازای هر حالت مجدداً ۵ حالت جدید تعریف می‌گردد و کمینه تابع هدف از میان ۲۵ حالت ایجاد شده در آن سطح انتخاب شده و سطح سرمایه‌گذاری بعد به شیوه مشابه اجرا می‌گردد. وزن سرمایه‌گذاری در هر سطح از حل مساله ذخیره شده و با انتخاب کمینه تابع هدف در سطح پایانی وزن بهینه سرمایه‌گذاری در کل مساله در هر سطح فراخوانده می‌شود. شایان ذکر است مقدار تابع هدف نشان‌دهنده اختلاف وضعیت مطلوب و وضعیت ایجاد شده است.

۵-۳- توابع هدف در بازنشستگی

در ادبیات تحقیق دو راهکار بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی و بیشینه‌سازی مستمری در دوران بازنشستگی مدنظر قرار گرفته است. در تابع هدف بیشینه‌سازی ثروت در زمان بازنشستگی فرد اقدام به خرید مستمری یا سرمایه‌گذاری ثروت اندوخته شده تا آن دوره می‌نماید و در تابع هدف بیشینه‌سازی مستمری فرد مستمری دریافتی در دوران بازنشستگی را بیشینه می‌سازد. در این دسته از توابع هدف، موفقیت در دستیابی به ثروت به میزانی که فرد قادر به تامین هزینه خانوار باشد مورد ارزیابی قرار می‌گیرد لذا در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی ابتدا از سن ۶۵ سالگی تابع مذکور بهینه می‌گردد و نتایج آن به تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی انتقال یافته و از آن پس توسط این تابع بهینه‌سازی ادامه می‌یابد اما در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی از سن ۱۰۶ سالگی بهینه‌سازی آغاز شده و تا سن ۲۵ سالگی ادامه می‌یابد.

در توابع تعریف شده مقدار برداشت در دوران بازنشستگی ثابت در نظر گرفته شده است. هزینه خانوار در این توابع بر اساس نتایج گردآوری شده توسط اداره

مقدار تابع هدف هر مرحله به صورت تجمعی به مرحله بعد اضافه شده و نهایتاً مقدار کل تابع هدف مساله اصلی را نشان می‌دهد. فرموله‌بندی تابع هدف در برنامه‌ریزی پویا در رابطه زیر نشان داده شده است.

$$f_n(S_n, X) = C_n(S_n, X) + f_{n+1}(S_{n+1})$$

به طوری که:

$C_n(S_n, X)$ هزینه (سود) مرحله n ام به شرط آنکه سیستم در حالت S_n باشد و تصمیم داشته باشیم تصمیم X_n را اخذ نماییم.

$f_n(S_n, X)$ حداقل هزینه (حداکثر سود) از مرحله n ام تا آخر به شرط آنکه سیستم S_n باشد و تصمیم داشته باشیم تصمیم X_n را اخذ نماییم.

$f_n(S_n)$ حداقل هزینه (حداکثر سود) از مرحله n ام تا آخر به شرط آنکه سیستم S_n باشد.

در این رابطه $f_n(S_n, X)$ تابع هدف تجمعی تا مرحله n است، این تابع هدف وابسته به مقدار تابع در آن مرحله $C_n(S_n, X)$ و مقادیر بازگشتی تابع هدف تا آن مرحله $f_{n+1}(S_{n+1})$ می‌باشد. در صورتی که تابع هدف کمینه‌سازی باشد از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$f_n(S_n) = \text{MIN}_x \{f_n(S_n, X)\}$$

در صورتی که تابع هدف بیشینه‌سازی باشد از رابطه زیر استفاده می‌شود.

$$f_n(S_n) = \text{MAX}_x \{f_n(S_n, X)\}$$

در هر شبیه‌سازی تراز مالی فرد تا سن موردنظر حسب نوع تابع هدف انتخاب شده برآورد می‌گردد و سپس به صورت بازگشتی از سال انتهایی یا سن ۱۰۶ سالگی در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی و سن ۶۵ سالگی در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی، وزن سرمایه‌گذاری در دارایی ریسکی تعیین شده و متناسب با وزن تعیین شده تابع هدف مساله ارزیابی شده و این رویه تا سال ابتدایی یا سن ۲۵ سالگی ادامه می‌یابد. با توجه به هدف کمینه‌سازی

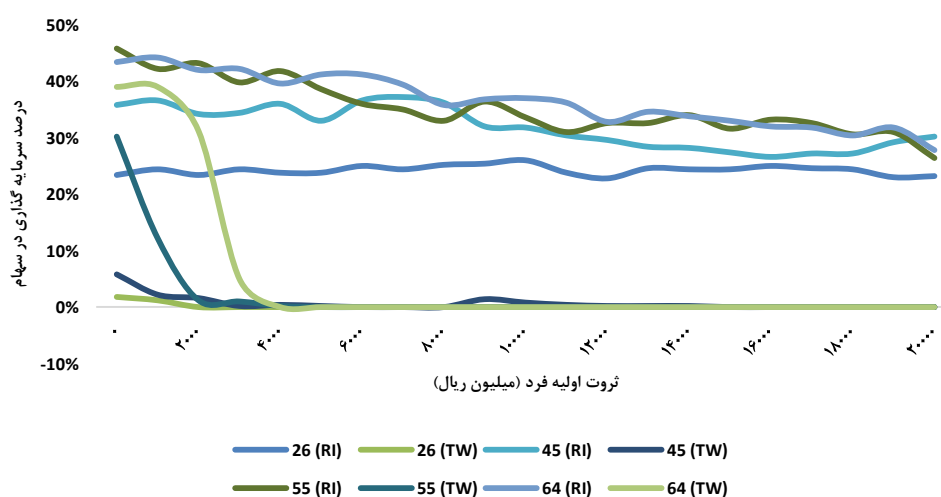
تراز مالی در دوران مختلف است. طبق نتایج به دست آمده و در شرایط ثبات سایر عوامل هرچقدر ثروت اولیه کمتر باشد مبلغ نکول بیشتر خواهد بود. واضح است که همبستگی زیادی میان تراز مالی فرد و نکول وجود دارد و همین عامل دلیل عدم نکول در سطح معینی از ثروت و بیشتر از آن است. در سطح معینی از ثروت و بیشتر بازده بازارهای بیان شده تاثیری بر نکول فرد نداشته و فرد به راحتی قادر به تامین اجتماعی خود بوده است.

در تابع‌های هدف سنجه نکول وزن سرمایه‌گذاری در دارایی ریسکی یا سهام جهت رسیدن به هدف تعیین شده که مستمری معین در زمان بازنشستگی یا به اختصار RI و یا ثروت معین در زمان بازنشستگی یا به اختصار TW است مورد جستجو می‌باشد، طبق نتایج به دست آمده که در شکل‌های زیر ارائه شده است درصد سرمایه‌گذاری متناسب با افزایش سطح ثروت اولیه و تراز مالی فرد در هر سن کاهش می‌یابد که به منزله کاهش نیاز به سرمایه‌گذاری ریسکی جهت تامین هدف تعیین شده است. به جهت اختصار و امکان مقایسه نتایج در سنین مختلف از سن توام با حرف لاتین مختصر هر تابع استفاده شده است.

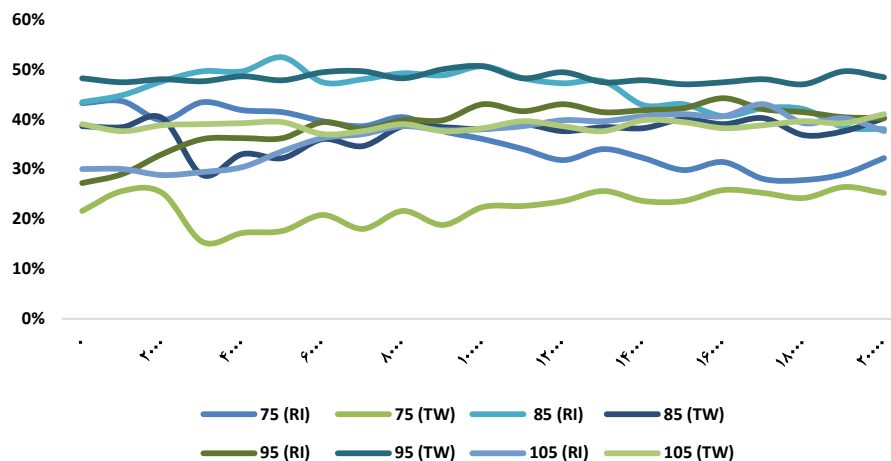
آمار مرتبط با هزینه و درآمد خانوار به ترتیب به میزان ۵۲۲ و ۴۱۱ میلیون ریال تعیین شده است. فرض شده است که برداشت از حساب تا اتمام موجودی حساب ادامه یابد. با بروز این وضعیت فرد زنده می‌ماند باشد درحالی‌که موجودی حساب ندارد و این امر به منزله بروز نکول در نظر گرفته شده است. هیچ‌گونه افزایش درآمدی نیز در تحقیق لحاظ نشده است.

۴- نتایج پژوهش

عملکرد توابع هدف در هر شبیه‌سازی وابسته به بازدهی تصادفی مورد انتخاب می‌باشد، لذا در برخی از شبیه‌سازی‌ها نکول رخ داده و در برخی وضعیت مطلوب ارائه گردیده است اما با توجه به ارایه میانگین نتایج و تکرار شبیه‌سازی به تعداد ۱۰۰۰ مرتبه قابلیت تعمیم نتایج به جامعه وجود دارد. لازم به ذکر است نتایج ارائه شده لزوماً نشان‌دهنده تصمیمات هر فرد و وضعیت وی نیست و صرفاً تحلیل نتایج منجر به ارایه راهکار بهینه جهت کاهش نکول می‌باشد همچنین در این تحقیق سطح درآمد و هزینه خانوار طبق آمار ارائه شده برای تمام طبقات ثابت در نظر گرفته شده است. نتایج در سنجه نکول تابع ۲ فاکتور بازده بازارهای سهام، سپرده بانکی و نرخ تنزیل جهت محاسبه کفایت



نمودار (۱): درصد سرمایه‌گذاری در دارایی ریسکی پیش از بازنشستگی در توابع سنجه نکول



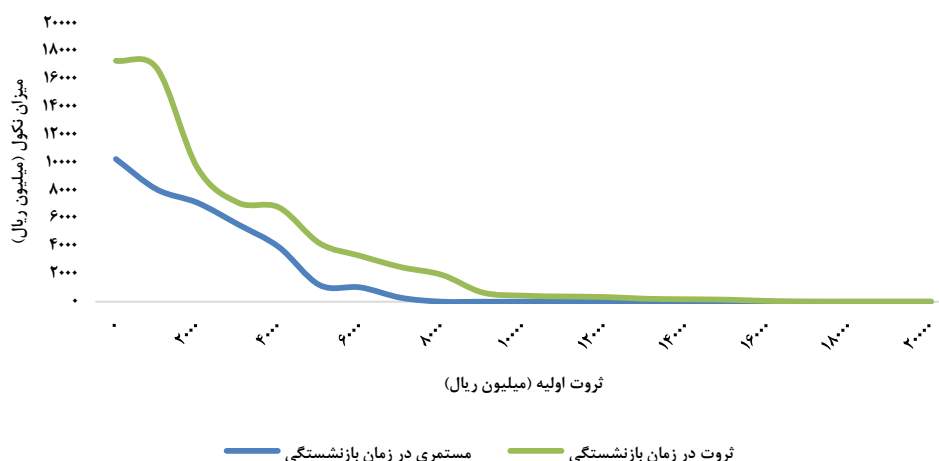
نمودار (۲): درصد سرمایه‌گذاری در دارایی ریسکی پس از بازنشستگی در توابع سنجه نکول

بالقوه افراد دانست که منجر به افزایش بیشتر ثروت پیش از بازنشستگی نیز می‌گردد.

طبق نتایج ارزیابی شده در شکل زیر و در مقایسه نتایج به دست آمده از تابع‌های هدف مذکور و نتایج به دست آمده در تحقیق صورت گرفته توسط بات و خمکا (۲۰۱۵) در استرالیا مشاهده می‌شود که درصد تخصیص به سهام در ایران بیشتر است، دلیل این امر را می‌توان ترکیب وزنی شاخص سهام در ایران، درآمد خانوار، هزینه خانوار و نرخ تنزیل دانست. لازم به ذکر است در تحقیق انجام شده بات و خمکا (۲۰۱۵) میزان سرمایه‌گذاری در دارایی ریسکی در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی کمتر از تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی است که در این تحقیق نیز نتیجه مشابهی استخراج گردید.

طبق نتایج ارزیابی شده در شکل‌های فوق درصد سرمایه‌گذاری در سهام متناسب با افزایش سن فرد پیش از فرارسیدن سن بازنشستگی در هر سطح معین از تراز مالی نیز کاهش می‌یابد که این الگو به محض بازنشستگی و در راستای پوشش ریسک طول عمر معکوس می‌گردد لذا همان‌طور که مشاهده می‌شود وزن سرمایه‌گذاری در سهام در دوران پس از بازنشستگی افزایش یافته است. این امر در تابع ثروت در زمان بازنشستگی نیز به وضوح قابل مشاهده است که دلیل آن تغییر تابع از ثروت در زمان بازنشستگی به مستمری طی دوران بازنشستگی است.

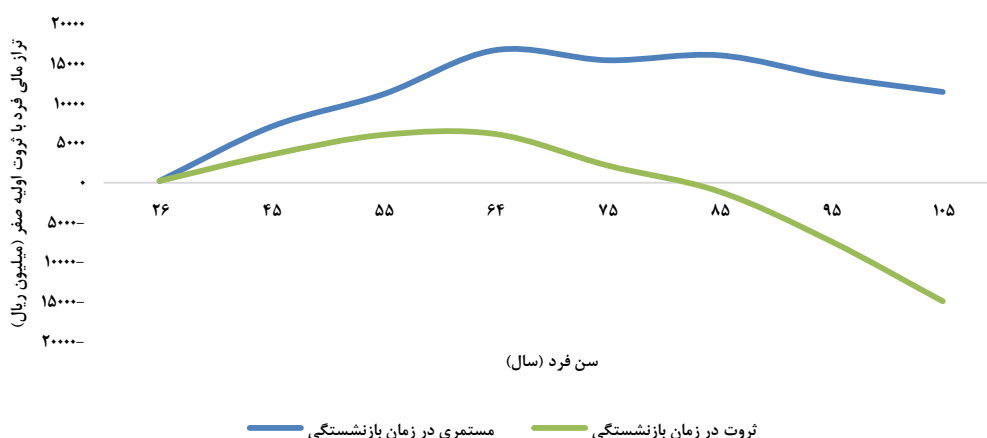
در کلیه ترازها سرمایه‌گذاری ریسکی در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی کمتر از تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی بوده است که دلیل این امر ماهیت این تابع هدف است که سرمایه‌گذاری در سهام را ریسکی‌تر فرض می‌نماید لذا افرادی که تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی را انتخاب می‌نمایند قادر به پذیرش ریسک سرمایه‌گذاری بیشتری پیش از بازنشستگی هستند. تشریح دلیل تخصیص بیشتر سهام در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی مشکل است اما می‌توان دلیل آن را نیاز بالقوه به تراز مالی بیشتر جهت مدیریت طول عمر



نمودار (۳): میزان نکول در توابع هدف سنجه نکول

بازنشستگی در سطح ثروت اولیه صفر در مقایسه با تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی بیشتر بوده است که در تحقیق بات و خمکا (۲۰۱۵) نیز همین نتیجه استخراج گردیده بود و همین عامل نیز به عنوان یکی از دلایل انتخاب تابع مستمری در دوران بازنشستگی دانسته شده بود. در این تحقیق نیز همین نتیجه استخراج گردیده است.

سطح بدون نکول در این تحقیق در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی در سطح ثروت حدود ۸ میلیارد ریال و بیشتر و در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی در سطح ثروت ۱۰ میلیارد ریال و بیشتر بوده است. به طور مشابه ساختار درآمد و هزینه خانوار و نرخ تنزیل را می‌توان دلیل این امر دانست. طبق نتایج آرایه شده در شکل زیر در مقایسه تراز دو تابع هدف میزان نکول در تابع هدف ثروت در زمان

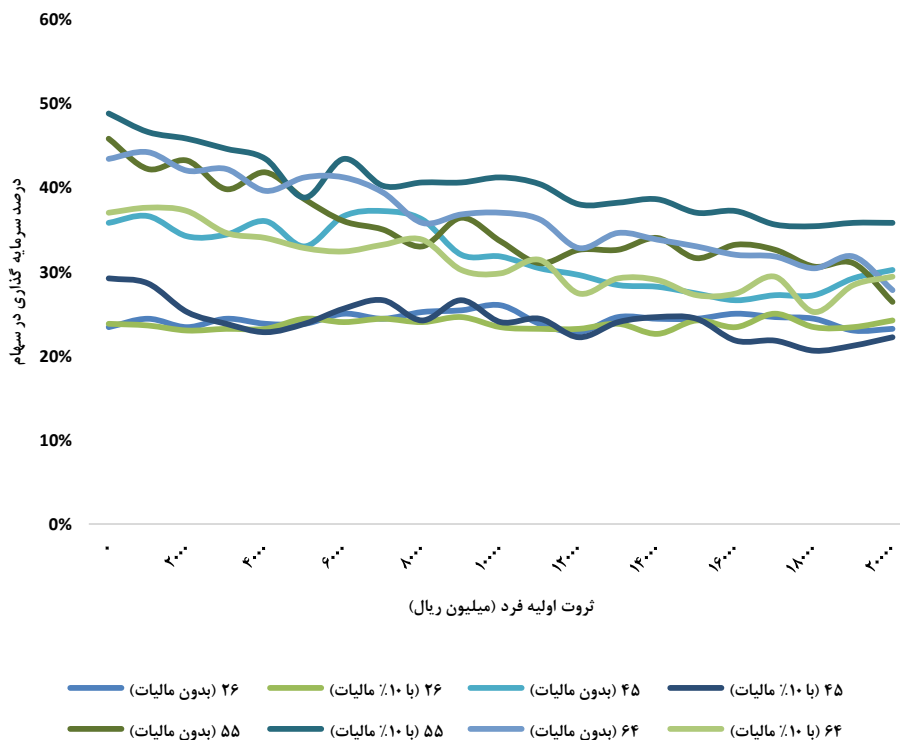


نمودار (۴): تراز مالی در توابع سنجه نکول

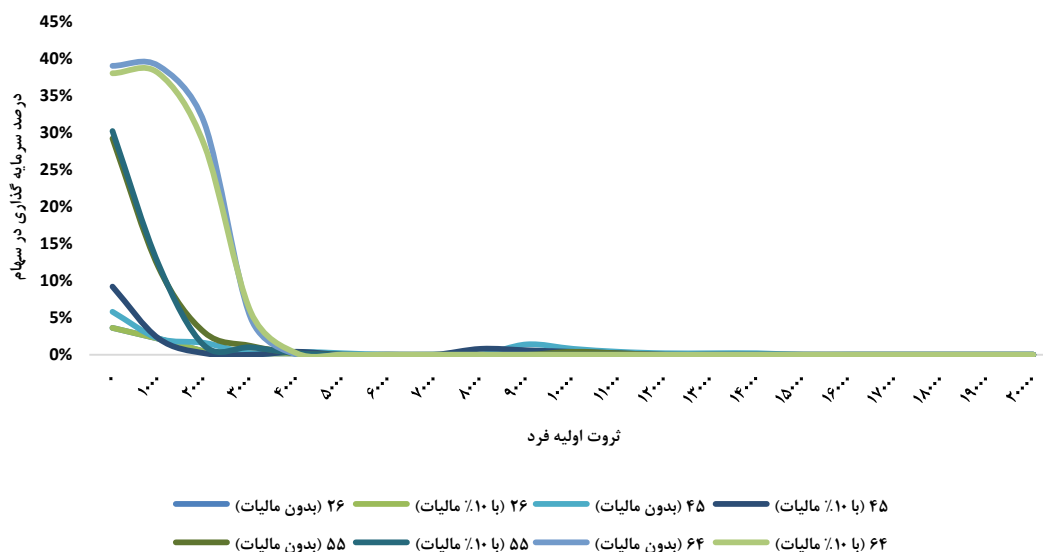
۴-۱- بررسی فاکتور مالیات

هدف از بررسی نرخ مالیات در این تحقیق بررسی امکان جبران مالیات پرداختی از طریق سرمایه‌گذاری بیشتر در سهام است لذا در این تحقیق نرخ مالیات ۱۰٪ فرض شده است و نتایج با نرخ مالیات صفر مقایسه گردیده است، دلیل انتخاب این نرخ اختلاف مناسب جهت بررسی نتایج و فراهم آوردن امکان مقایسه نتایج کمتر از حد بیان شده با نرخ صفر است. طبق نتایج ارائه شده در اشکال‌های زیر درصد سرمایه‌گذاری ریسکی در شرایط پرداخت مالیات افزایش یافته است اما مطابق نتایج ارائه شده در ادامه علی‌رغم افزایش سرمایه‌گذاری در سهام، مالیات پرداختی با تغییر درصد سرمایه‌گذاری در دارایی ریسکی جبران نشده است و مبلغ نکول افزایش یافته است.

با توجه به اینکه نکول وابسته به ۲ عامل نرخ بهره و بازدهی بازارها است، می‌توان ابراز نمود که چنانچه سطح ثروت اولیه فرد در سطوح بدون نکول قرار دارد تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی با نوسان کمتری قادر به تامین اجتماعی فرد است و لذا به عنوان تابع هدف بهینه انتخاب می‌گردد اما در سطوح ثروت اولیه کمتر از ارقام بیان شده پیشنهاد می‌شود از تابع هدف مستمری در زمان بازنشستگی استفاده شود همچنین برای موضوع انتخاب تابع هدف بهینه 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 آرایه شده و یا افزایش سطح درآمد جهت جلوگیری از نکول ضروری است.



نمودار (۵): بررسی اثر مالیات بر درصد سرمایه‌گذاری در تابع مستمری در دوران بازنشستگی

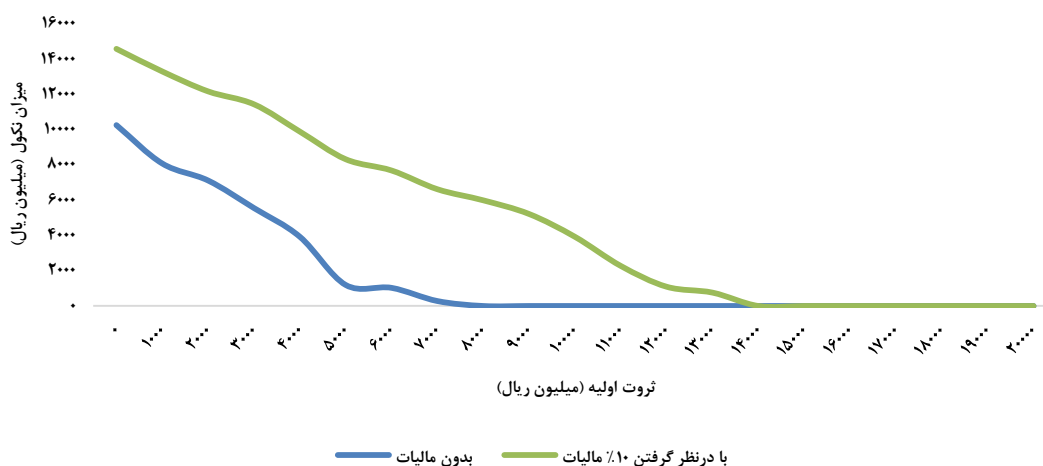


نمودار (۶): بررسی اثر مالیات بر درصد سرمایه‌گذاری در تابع ثروت در زمان بازنشستگی

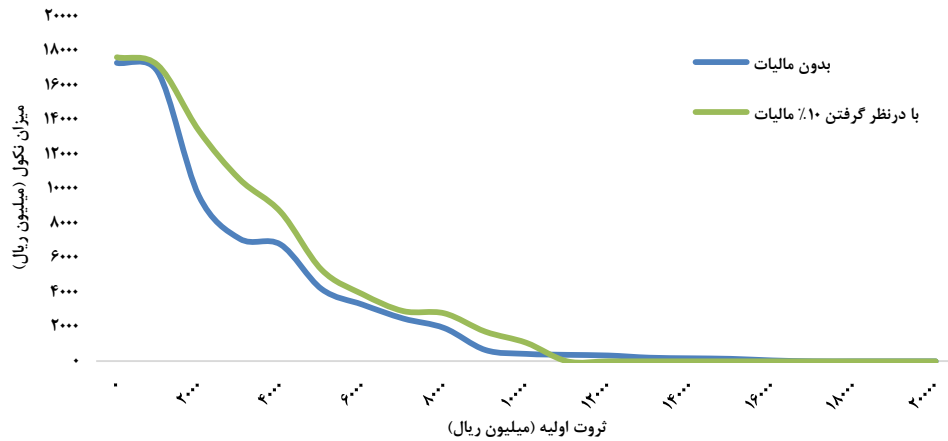
این سطح از حدود ۱۰ میلیارد ریال به حدود ۱۲ میلیارد ریال افزایش یافته است. مطابق نتایج آرایه شده در شکل زیر تراز فرد با ثروت اولیه صفر نیز در تابع مستمری در زمان بازنشستگی تقریباً به سطح صفر نزدیک شده است و مطابق نتایج آرایه شده در تابع ثروت در زمان بازنشستگی کاهش شدیدی یافته است.

طبق نتایج آرایه شده در شکل‌های زیر در هر دو تابع هدف میزان نکول متناسب با افزایش نرخ مالیات افزایش یافته است.

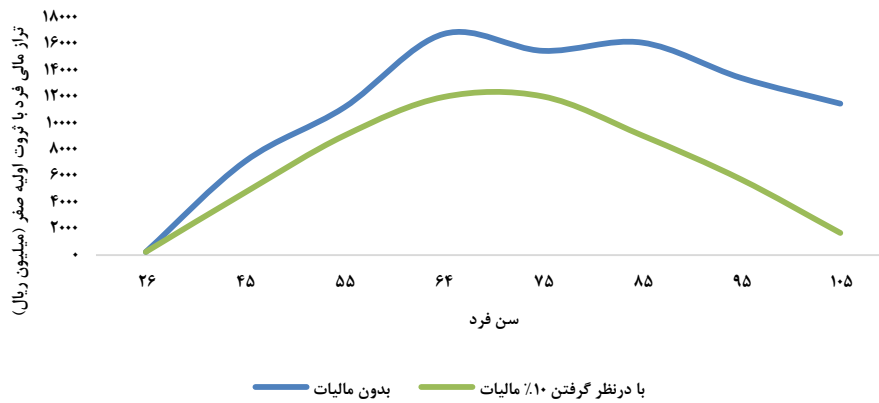
همان‌طور که مشاهده می‌گردد در تابع مستمری در دوران بازنشستگی سطح ثروت اولیه بدون نکول از حدود ۸ میلیارد ریال به حدود ۱۴ میلیارد ریال رسیده است و در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی نیز



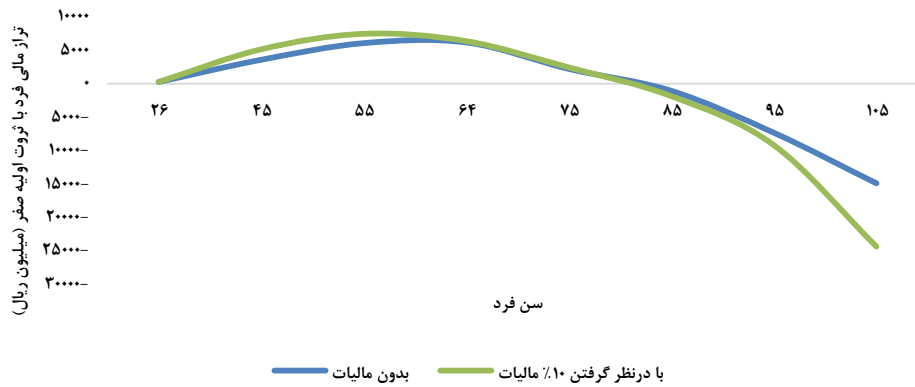
نمودار (۷): بررسی اثر مالیات بر میزان نکول در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی در سنجه نکول



نمودار (۸): بررسی اثر مالیات بر میزان نکول در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی در سنجه نکول



نمودار (۹): بررسی اثر مالیات بر تراز مالی در تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی در سنجه نکول



نمودار (۱۰): بررسی اثر مالیات بر تراز مالی در تابع هدف ثروت در زمان بازنشستگی در سنجه نکول

۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادهای آتی

هدف این تحقیق بررسی امکان استفاده از حساب بازنشستگی فردی به عنوان رویکرد جایگزین طرح بازنشستگی فردی با مزایای ثابت می‌باشد، در این راستا از سنجه نکول استفاده شده است.

با توجه به عدم انجام تحقیق پیرامون موضوع بیان شده در کشور، در این پژوهش دو تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی و ثروت در زمان بازنشستگی با استفاده از داده‌های کتابخانه‌ای کشور مورد بررسی قرار گرفته است.

مطابق تحلیل ارایه شده تابع مستمری در دوران بازنشستگی در سطح ثروت اولیه کمتر نتایج بهتری در مقایسه با تابع ثروت در زمان بازنشستگی به دلیل پایداری بهتر نتایج ارایه داده است.

تابع هدف مستمری در دوران بازنشستگی ماهیت انباشت ثروت بیشتر از طریق افزایش ریسک سرمایه‌گذاری در سنجه نکول را دارد که این امر منجر به پایداری بیشتری در مقابل نوسانات سرمایه‌گذاری و طول عمر می‌گردد همچنین تابع مستمری در دوران بازنشستگی با توجه به ماهیت آن منجر به نکول کمتری نیز می‌گردد که البته با توجه به سیاست سرمایه‌گذاری آن مورد انتظار می‌باشد. در بررسی سیاست سرمایه‌گذاری میان دو تابع هدف اختلاف حدود ۳۰ درصدی در سرمایه‌گذاری‌ها در دوران پیش از بازنشستگی مشهود است در حالیکه در دوران پس از بازنشستگی نتایج تقریباً مشابهی با توجه به ریسک طول عمر و نیاز به افزایش تراز مالی قابل مشاهده است.

در پژوهش‌های انجام شده در ادبیات موضوع، عامل مالیات در نظر گرفته نشده است. مالیات جریان نقدی خروجی مهمی است و بر نتایج استخراج شده اثر بسزایی دارد. در این پژوهش مالیات نیز با توجه به اهمیت آن در مدل مورد بررسی قرار گرفته است و نوآوری پژوهش محسوب می‌شود. مطابق نتایج استخراج شده در نظر گرفتن مالیات منجر به افزایش سطح نکول می‌گردد. الگوی پرداخت مالیات نشان می‌-

دهد افزایش ریسک سرمایه‌گذاری‌ها قادر به پوشش مالیات دریافتی نمی‌باشد.

در این تحقیق از نرخ تنزیل ثابت در برآورد تابع-های هدف استفاده شده است که دلیل آن تغییرات شدید تورم و نرخ بهره در سال‌های مورد استفاده در تحقیق بوده است. استفاده از راه جایگزین نرخ برابری ارز نیز به دلیل کنترل بازار ارز در کشور قابل استفاده نمی‌باشد لذا تعریف شاخص برابری نرخ کالاها در کشور در مقایسه با سایر کشورهای جهان جهت استفاده از نرخ واقعی تنزیل یک پیشنهاد در این تحقیق محسوب می‌گردد. در تحقیقات پیشین نیز نرخ تنزیل به عنوان یک مشکل در نظر گرفته شده و استفاده از ابزار اقتصادسنجی جهت ارایه برآورد کمی مناسب از نرخ تنزیل پیشنهاد گردیده است.

در این تحقیق از میانگین هزینه و درآمد خانوار شهری استفاده شده است، تفکیک جامعه به دهک‌های مختلف و اجرای مدل جهت تنظیم سیاست با هر دهک منجر به ارایه الگوی مناسب سیاست گذاری خواهد شد که پیشنهاد این تحقیق می‌باشد همچنین در نظر گرفتن حمایت‌های سازمان‌های مختلف از اقشار ضعیف نظیر بنیاد مستضعفان، کمیته امداد امام خمینی، ستاد فرمان اجرایی امام خمینی و تلاش در راستای افزایش دقت میزان درآمد و هزینه خانوار اثر بسزایی بر نتایج تحقیق خواهد داشت.

فهرست منابع

- * 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

- * 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.
- * Scott, L. and S. Cavaglia., 2017., A Wealth Management Perspective on Factor Premia and the Value of Downside Protection. *J. Portfolio Management* 43(3), 33-41.
- * 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, IAHS 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., 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.
- * 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.
- * 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
- 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.
- * Chen, Z., Li, Z., Zeng, Y., Sun, J., 2017. Asset allocation under loss aversion and minimum performance constraint in a DC pension plan with inflation risk. *Insurance Math. Econom.* 75, 137-150.
- * 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.
- * 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.

یادداشت‌ها

- ¹ Bootstrap method
- ² Defined benefit plan
- ³ Defined contribution plan
- ⁴ Individual retirement account
- ⁵ Investment risk
- ⁶ Longevity risk
- ⁷ Shortfall
- ⁸ Dynamic programming
- ⁹ Finke and Wolf



- ¹⁰ Antolin et al.
- ¹¹ Basu et al.
- ¹² Butt and Deng
- ¹³ Gerrard et al.
- ¹⁴ Steinorth and Mitchel
- ¹⁵ Kremer et al.
- ¹⁶ Yao et al.
- ¹⁷ Giamouridis et al.
- ¹⁸ Vigna and Haberman
- ¹⁹ Haberman and Vigna
- ²⁰ Blake et al.
- ²¹ Korn et al.
- ²² Horneff et al.
- ²³ Mladina
- ²⁴ Shen and Sherris
- ²⁵ Life cycle approach
- ²⁶ Butt and Khemka
- ²⁷ Pirvu and Zhang
- ²⁸ Blake et al.
- ²⁹ Horneff et al.
- ³⁰ Zeng et al.
- ³¹ Steinorth and Mitchell
- ³² Haberman and Vigna
- ³³ Butt and Deng
- ³⁴ Chen et al.
- ³⁵ Scott and Cavaglia
- ³⁶ Horneff et al.
- ³⁷ Kopcke et al.
- ³⁸ Antolin et al.
- ³⁹ Van wyk
- ⁴⁰ Vigna and Haberman
- ⁴¹ Haberman and Vigna
- ⁴² Basu et al.
- ⁴³ Korn et al.
- ⁴⁴ Yao et al.
- ⁴⁵ Hanegbi
- ⁴⁶ Antolin et al.
- ⁴⁷ Butt and Khemka
- ⁴⁸ Life table