



Simulation of the Balance between Resource and Expenditure in Pension Funds Based on Population Risks

Hassan Chaharmahali ¹, Hamidreza Izadbakhsh ², Hamidreza Kordlouie ³,
Mirfeiz Fallah Shams ⁴

Abstract

Background & Purpose: Pension funds are among the most important institutions that affect economic and social conditions of society. Presenting appropriate solutions to maintain the balance of these funds requires accurate knowledge of the conditions and factors affecting its status. Demographic change is one of the disruptive factors upsetting the balance between resource and expenditure of the funds. In this study, a model for simulating the balance of resources and expenditures in pension funds based on demographic risks is presented.

Methodology: In this article, first the key factors affecting the status of the Pension Fund were identified. Then using modeling with system dynamics method, both increasing crisis of spending on fund resources in the form of cause and effect model and flow mode model in Vensim software on the horizon were designed and predicted in 50 years.

Findings: The results of this study uncovered that a 23% increase in the birth rate can have a positive effect on the liquidity of the organization. However, based on the results of this study, a sharp decline in the birth rate and an increase in inflation, in the long run, will have the most negative effect on the liquidity of the Pension Fund. The amount of support and liquidity ratio in the output of the simulation model indicates the emergence of a crisis in the gap between resource and expenditure of the Pension Fund after the early decades of the Year 1400.

Conclusion: The results obtained from the simulation of the resource system and expenditures of Pension Fund is the indicator of the occurrence of a pension crisis in condition that the current trend continues in the near future. On the other hand, the study of different scenarios has shown that in the short run, increasing the deduction and the attractiveness rates has the greatest effect on the stability of the Pension Fund, but in the long run, due to the adverse effect of increasing the deduction rate on premiums, this factor reduces the attractiveness of the Pension Fund. Demographic variables will have the greatest impact on the stability of the Pension Funds.

Keywords: Balance between resource and expenditure pension fund, Demographic risks, Dynamic systems simulation, Fund stability

Citation: Chaharmahali, H., Izadbakhsh, H., Kordlouie, H. and Fallah Shams, M. (2021), "Simulation of the balance between resource and expenditure in pension funds based on population risks", *Journal of Human Resource Studies*, 11(3), 71-96. <https://doi.org/10.22034/JHRS.2021.139112>

1. PhD Candidate, Department of Financial Management, Faculty of Management and Economics, Science and Research Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: hasan8171@gmail.com
2. Assistant Prof., Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran. E-mail: hizadbakhsh@khu.ac.ir
3. Associate Prof., Department of Business Management, Faculty of Management and Accounting, Islamshahr Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: kordlouie@iiu.ac.ir
4. Associate Prof., Department of Financial Management, Faculty of Management, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran. E-mail: mir.Fallah_shams@iauctb.ac.ir



شبه‌سازی تعادل منابع و مصارف در صندوق‌های بازنشستگی بر اساس

ریسک‌های جمعیتی

حسن چهارمحالی^۱، حمیدرضا ایزدبخش^۲، حمیدرضا کردلویی^۳، میرفیض فلاح شمس^۴

چکیده

زمینه و هدف: صندوق‌های بازنشستگی از جمله نهادهای مهم و تأثیرگذار بر اوضاع اقتصادی و اجتماعی جامعه شمرده می‌شوند. ارائه راه‌کارهای مناسب به‌منظور حفظ تعادل این صندوق‌ها، به شناخت دقیق شرایط و عوامل تأثیرگذار بر وضعیت آن نیاز دارد. یکی از عواملی که بر تعادل منابع و مصارف صندوق‌ها تأثیر می‌گذارد، تغییر جمعیت کشور است. در این پژوهش، مدلی برای شبه‌سازی تعادل منابع و مصارف در صندوق‌های بازنشستگی بر اساس ریسک‌های جمعیتی ارائه شده است.

روش: در این مقاله، ابتدا عوامل مهم تأثیرگذار بر وضعیت صندوق بازنشستگی شناسایی شدند، سپس با استفاده از مدل‌سازی پویاشناسی سیستم، بحران فزونی مصارف بر منابع صندوق در قالب مدل علت‌ومعلولی ترسیم شد و در ادامه، به کمک نرم‌افزار ونیسم، مدل حالت جریان در افق زمانی ۵۰ ساله پیش‌بینی و طراحی شد.

یافته‌ها: نتایج پژوهش از احتمال تأثیر مثبت افزایش ۲۳ درصدی زادوولد بر میزان نقدینگی سازمان حکایت می‌کند، این در حالی است که کاهش شدید میزان زادوولد و افزایش تورم در بلندمدت، بر میزان نقدینگی صندوق، بیشترین تأثیر منفی را می‌گذارد. مقدار نسبت پشتیبان و نقدینگی در خروجی مدل شبه‌سازی، گویای بروز بحران شکاف منابع و مصارف صندوق، در دهه‌های آغازین سال ۱۴۰۰ است.

نتیجه‌گیری: نتایج به‌دست‌آمده از شبه‌سازی سیستم منابع و مصارف صندوق بازنشستگی نشان می‌دهد که در صورت تداوم روند فعلی، در آینده نزدیک بحران بازنشستگی بروز می‌کند. از سوی دیگر، بر اساس بررسی سناریوهای مختلف مشخص شد که در کوتاه‌مدت، افزایش میزان کسورات و میزان جذایت، بر پایداری صندوق تأثیر بیشتری دارد؛ اما در بلندمدت، به دلیل اثر معکوس افزایش میزان کسورات در پرداخت‌های حق بیمه، جذایت صندوق‌ها کاهش می‌یابد و در عمل، متغیرهای جمعیتی بیشترین تأثیر را بر پایداری صندوق‌ها می‌گذارند.

کلیدواژه‌ها: صندوق بازنشستگی، تعادل منابع و مصارف، شبه‌سازی سیستم‌های پویا، ریسک‌های جمعیتی، پایداری صندوق

استناد: چهارمحالی، حسن، ایزدبخش، حمیدرضا، کردلویی، حمیدرضا، فلاح شمس، میرفیض (۱۴۰۰). شبه‌سازی تعادل منابع و مصارف در صندوق‌های بازنشستگی بر اساس ریسک‌های جمعیتی. *مطالعات منابع انسانی*، ۱۱(۳)، ۷۱-۹۶.

۱. دانشجوی دکتری، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت و اقتصاد، واحد علوم و تحقیقات، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران.

hasan8171@gmail.com

رایانامه:

hizadbakhsh@khu.ac.ir

۲. استادیار، گروه مهندسی صنایع، دانشکده فنی و مهندسی، دانشگاه خوارزمی، تهران، ایران. رایانامه:

۳. دانشیار، گروه مدیریت بازرگانی، دانشکده مدیریت و حسابداری، واحد اسلامشهر، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد اسلامشهر، تهران، ایران.

kordlouie@iaau.ac.ir

رایانامه:

۴. دانشیار، گروه مدیریت مالی، دانشکده مدیریت، واحد تهران مرکز، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران. رایانامه:

mir.Fallah_shams@iauctb.ac.ir

نوع مقاله: پژوهشی

© دانشکده مدیریت، دانشگاه علوم و فنون هوایی شهید ستاری

DOI: 10.22034/JHRS.2021.139112

مطالعات منابع انسانی، ۱۴۰۰، پاییز، دوره ۱۱، شماره ۳، صص. ۷۱-۹۶

نویسنده مسئول: حمیدرضا ایزدبخش

شاپای الکترونیک: ۰۶۲۴-۲۷۸۳

دریافت: ۱۴۰۰/۰۳/۱۹، پذیرش: ۱۴۰۰/۰۶/۱۱

مقدمه^۱

صندوق‌های بازنشستگی به حفظ و تداوم کسب‌وکار نیازمندند، از این رو باید برای ارتقا یا تثبیت نسبت توانگری مالی خود در بلندمدت تلاش کنند؛ اما این حفظ و ارتقای توانگری مالی، لزوماً با افزایش سرمایه صندوق‌های بازنشستگی تحقق نمی‌یابد، بلکه این صندوق‌ها بایستی برای ارتقای سیستم مدیریت دارایی و بدهی خود راه‌کاری بیندیشند. در واقع، مدیریت دارایی و بدهی یکی از سیستم‌های مؤثر در کاهش و بهینه‌سازی ریسک‌های مالی صندوق‌های بازنشستگی است (لی و همکاران^۲، ۲۰۲۰؛ پن و شیائو^۳، ۲۰۱۷؛ کنسیگلی و همکاران^۴، ۲۰۱۷).

نظام‌های تأمین مالی در تمام دنیا، ماهیت بلندمدت و پیچیدگی فراوانی دارند، از این رو ممکن است در طول زمان با چالش‌ها و مخاطرات متعددی روبه‌رو شوند. وجود مشکلات مالی در سیستم تأمین اجتماعی، خدمات‌رسانی مطلوب و رضایت‌بخش به افراد جامعه را به‌طور جدی تهدید می‌کند و چنانچه راهبردهایی برای پایدارسازی مستمر جریان نقدی اتخاذ نشود، شکاف تعهدها به‌دلیل بحران‌های مالی در سازمان گسترش می‌یابد و در نهایت به‌دلیل از دست‌دادن توانایی در پرداخت تعهدهای اجتماعی به مجموعه بزرگی از افراد جامعه، از جمله طبقه مستمری‌بگیران، سازمان شکست می‌خورد (سیو و همکاران^۵، ۲۰۱۴؛ رستم‌زاد و چهارمحالی، ۱۳۹۷؛ طوطیان و همکاران^۶، ۱۳۹۷). یکی از مهم‌ترین چالش‌های به‌هم‌خوردن تعادل صندوق‌های تأمین مالی بازنشستگی، به‌علت عواملی همچون تغییر ساختار جمعیتی کشورها و سالمندشدن جمعیت است (لی و همکاران^۷، ۲۰۲۰؛ نیک‌پور و حسنعلی‌زاده، ۱۳۹۸). بدیهی است که بدون توجه به دارایی‌ها و بدهی‌های جاری و آتی صندوق و ریسک‌های موجود و مرتبط، خدمات‌رسانی مطلوب به بیمه‌شدگان میسر نیست و احتمال بروز کسری یا ورشکستگی قوی‌تر می‌شود (فرستل و ویسنتینر^۸، ۲۰۱۱؛ چهارمحالی و همکاران^۹، ۱۳۹۶؛ ایزدبخش، سلیمان‌زاده، داوری اردکانی و زرین‌بال، ۱۳۹۶). هدف مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها، تقویت کیفیت و کمیت دارایی‌ها با در نظر گرفتن ریسک همراه دارایی‌ها و بدهی‌ها برای مدیریت آینده است (البرچر و همکاران^{۱۰}، ۲۰۱۸؛ گنرسون^{۱۱}، ۲۰۱۳). درک همه‌جانبه موقعیت مؤسسه، مدیریت سرمایه‌گذاری جامع و کامل، آمادگی بهتر برای مقابله با عدم قطعیت‌های آتی و از همه مهم‌تر، بهبود عملکرد، از جمله امکاناتی است که مدیریت دارایی و بدهی در اختیار مدیران قرار می‌دهد (باسو^{۱۲}، ۲۰۲۰؛ لی و همکاران^{۱۳}، ۲۰۱۸؛ اروین و همکاران^{۱۴}، ۲۰۱۸؛ چیم^{۱۵}، ۲۰۰۶).

بر اساس گزارش بانک جهانی با عنوان شاخص‌های توسعه جهان^{۱۳} (۲۰۱۴)، پیک رشد جمعیت و زادوولد ایران به سنین اشتغال رسیده و با توجه به بحران بیکاری، سرمایه‌گذاری مناسبی برای آینده این رده سنی صورت نخواهد پذیرفت و با پیرترشدن جمعیت، این مسئله شهود بیشتری پیدا خواهد کرد. ریزش شاغلان در کنار انباشت بیکاران و ورود

۱. این مقاله برگرفته از رساله دکتری تحت حمایت مؤسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی است.

2. Li,
3. Pan & Xiao
4. Consigli
5. Cui, Gao, Li, & Li
6. Ferstl & Weissensteiner
7. Albrecher and et al.
8. Gunnarsson
9. Basu
10. Li
11. Erwin, Abubakar, E. & Muda
12. Chaim
13. World Bank

تقاضاهای جدید بازار کار، بحران بیکاری را تشدید می‌کند و همین مسئله موجب می‌شود که شمار بیمه‌شدگان کاهش یابد و در حالی که بازنشسته‌ها روزه‌روز زیاده‌تر می‌شوند، منابع ورودی به صندوق‌های بازنشستگی کاهش پیدا کند (پروندی و بلباسی، ۱۳۹۹). به‌طور کلی، می‌توان این تغییر ساختار جمعیتی را در قالب مفهومی به‌نام ریسک جمعیتی بیان کرد. بحران بازنشستگی، یکی از بحران‌های جدی ایران در سال‌های پیش رو خواهد بود که به پیامدهای اجتماعی - سیاسی در کشور منجر خواهد شد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۸؛ انصاری، فلاحتی و دل‌انگیزان، ۱۳۹۶؛ میر و همکاران، ۱۳۹۳). اتخاذ رویکرد بلندمدت در تخصیص بهینه‌داری‌ها و بدهی‌های صندوق بازنشستگی، یکی از راهکارهای مقابله با این بحران است (رضوی، ۱۳۹۷).

ساختار تأمین مالی و پرداخت مزایای بازنشستگی در تمام صندوق‌های بازنشستگی کشور، از نوع نظام بازنشستگی مزایای مشخص (DB)^۱ است؛ به‌نحوی که حقوق یا درآمد دوران بازنشستگی، بر اساس میانگین دریافتی‌های شاغل در سال‌های آخر خدمت (دو سال آخر در کشور) محاسبه می‌شود. از سویی، نظام پرداخت حقوق بازنشستگی در ایران، از طریق نظام بدون ذخیره (PAYG)^۲ است؛ یعنی حق بیمه از شاغلان تحت پوشش دریافت و به‌صورت مستمری به بازنشستگان، از کار افتادگان و بازماندگان پرداخت می‌شود. در این پژوهش، متغیرهای اساسی برای بررسی وضعیت پایداری صندوق، نسبت پشتیبان، یعنی نسبت بیمه‌پردازان به مستمری بگیران و نسبت نقدینگی که از محاسبه اختلاف بین منافع و مصارف صندوق به دست می‌آید، در نظر گرفته شده است. شایان ذکر است که پیشی‌گرفتن میزان مصارف بر منابع یا کاهش نسبت وابستگی به کمتر از ۳، صندوق را با کسری مالی مواجه می‌کند و بحران در تعادل صندوق را نشان می‌دهد (چهارمحالی، طالبیان و اسدیگی، ۱۳۹۷).

با این توضیح، در پژوهش حاضر تعادل مالی صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی بررسی خواهد شد تا با ارزیابی وضعیت موجود این صندوق از جنبه‌های اقتصادی، جمعیتی و ساختار تأمین مالی و شبیه‌سازی آن بر اساس سناریوهای جمعیتی و سیاست‌های پیشنهادی در نرم‌افزار ونسیم، بهترین راهکار و پیشنهاد در زمینه تعادل مالی این صندوق ارائه شود؛ به بیان دیگر، هدف اصلی این پژوهش، ارائه یک مدل شبیه‌سازی در قالب پویاشناسی سیستم برای پایداری وضعیت مالی صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی است. در ادامه و در بخش دوم، مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرتبط در حوزه شبیه‌سازی و مدیریت تعادل منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی بیان می‌شود. در بخش سوم، روش پویایی‌شناسی سیستم معرفی شده است. در بخش چهارم، مدل دینامیکی برای بررسی تعادل صندوق بازنشستگی ارائه شده و سناریوهای مختلف بررسی و تحلیل می‌شود. بخش پایانی نیز به بحث و نتیجه‌گیری اختصاص داده شده است.

با مرور ادبیات پژوهش مشخص شد که مطالعات پیشین در حوزه پایداری صندوق‌های بازنشستگی، فقط بخش جزئی از زیرسیستم‌های مدل منابع و مصارف صندوق را بررسی کرده‌اند. در این مقاله با در نظر گرفتن کلیه متغیرهای اثرگذار، ضمن توسعه این مدل، زیرسیستم‌های جمعیت، مستمری، شاغلان و کارفرما، اقتصاد کلان و عملکرد در قالب متغیرهای درون‌زا بررسی شده است.

1. Defined Benefit
2. Pay As You Go

مبانی نظری

امروزه مهم‌ترین رکن زندگی در سراسر جهان، رفاه اجتماعی افراد در جامعه است (ایزدبخش، سلیمان‌زاده، داوری اردکانی و زرین بال، ۱۳۹۶). یکی از ارکان راهبردی توسعه رفاه اجتماعی در کشورها، رشد و توسعه سیستم‌های تأمین اجتماعی است و سازمان‌های تأمین اجتماعی و صندوق‌های بازنشستگی، پشتوانه مالی آنها در نظر گرفته می‌شود که یکی از مأموریت‌های مهم آنها، جلوگیری از ایجاد و تعمیق فاصله طبقاتی از طریق بازتوزیع درآمد با هدف ارتقای وضعیت سلامت جامعه، حفظ سطح اشتغال و تضمین معیشت مناسب پس از دوران کار و فعالیت در میان افراد جامعه است (ریبسی و عسگریان، ۱۳۹۸؛ میر و همکاران، ۱۳۹۳).

تأمین اجتماعی و بازنشستگی

در بین سازمان‌ها و صندوق‌های بیمه بازنشستگی، سازمان تأمین اجتماعی بزرگ‌ترین آنها محسوب می‌شود (روغنی‌زاده، ۱۳۸۴ و فرزانه و ره‌کوی، ۱۳۹۵). مجموعه تأمین اجتماعی و بازنشستگی در ایران، از نظام بیمه‌ای و غیربیمه‌ای تشکیل شده است که به‌طور کلی، حدود ۵۰ درصد از نیروی کار و ۶۰ درصد از سالخوردگان را تحت پوشش قرار داده است. ساختار فعالیت صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی، همانند تمامی صندوق‌های بازنشستگی کشور، از نوع نظام بازنشستگی مزایای مشخص است؛ به‌نحوی که حقوق یا درآمد دوران بازنشستگی، بر اساس میانگین دریافتی‌های شاغل در سال‌های آخر خدمت (دو سال آخر در کشور) محاسبه می‌شود. از طرفی، نظام پرداخت حقوق بازنشستگی در ایران، از نظام بدون ذخیره پیروی می‌کند؛ یعنی حق بیمه را از شاغلان تحت پوشش دریافت کرده و آن را به‌صورت مستمری به بازنشستگان، از کارافتادگان و بازماندگان پرداخت می‌کند (چهارم‌حالی، ۱۳۹۶). نکته اساسی در نظام بازنشستگی بدون ذخیره آن است که تعادل مالی صندوق‌ها، از تغییر ساختار جمعیتی شاغلان و بازنشستگان تأثیر می‌پذیرد و زمانی که نسبت وابستگی (نسبت شاغلان به نسبت مستمری بگیران) از ۳ کمتر شود، صندوق با کسری مالی مواجه می‌شود.

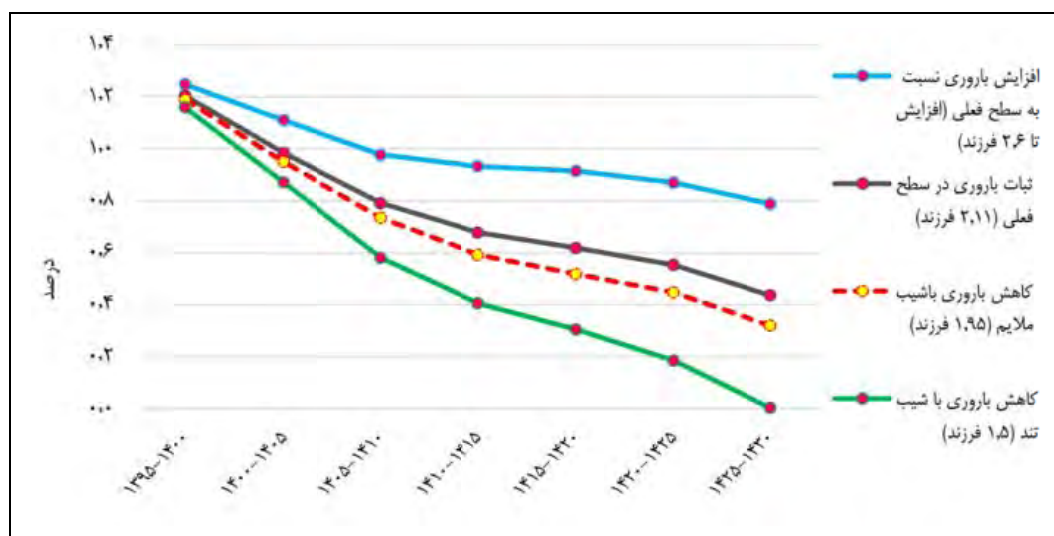
چالش‌های صندوق‌های بازنشستگی

صندوق‌های بازنشستگی کشور، چالش‌های متعددی دارند که می‌توان به تغییرات هرم جمعیتی و افزایش عمر (عطاریان، ۱۳۹۰)، پیش‌گرفتن تعداد مستمری‌بگیران از تعداد شاغلان (میر و همکاران، ۱۳۹۳)، مدیریت سرمایه‌گذاری ناکارآمد (روغنی‌زاده، ۱۳۸۸) مدیریت و مداخله دولت در امور بازنشستگی (آذر و صفری، ۱۳۹۵)، بدهی دولت به صندوق بازنشستگی و تأثیر پیامدهای کسری بودجه دولت بر این نهاد مالی (قاسمی، ۱۳۸۸)، ضعف مطالعات اکچوئری، ضعف نظارت بر عملکرد صندوق، نبود سیاست سرمایه‌گذاری صحیح و مبتنی بر اصول علمی در صندوق‌های بازنشستگی و وجود روابط حقوقی غیرمتعارف میان طرح بازنشستگی و اعضای طرح اشاره کرد. به‌طور خلاصه، آنچه امروزه از آن با عنوان بحران صندوق‌های بازنشستگی یاد می‌شود، چیزی جز فزونی مصارف بر منابع بازنشستگی نیست، از این رو، لازم است که به‌منظور پایداری سیستم، الگوی مناسب و بهینه‌ای برای مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌های این صندوق‌ها طراحی شود (آذر و صفری، ۱۳۹۵). همان‌طور که در مقدمه بیان شد، این پژوهش بر چالش برآمده از ریسک‌های تغییرات جمعیتی تمرکز کرده است. ارائه مدل شبیه‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها، می‌تواند سیاست‌گذاران بخش بازنشستگی را در تصمیم‌گیری و چگونگی اجرای سیاست‌های مختلف به‌منظور تطابق دارایی‌ها و بدهی‌های صندوق و مصونیت از ریسک‌های موجود یاری دهد.

ریسک‌های جمعیتی

ریسک‌های جمعیتی از تغییرات جمعیتی پدید می‌آید و از جمله این ریسک‌ها، می‌توان به افزایش طول عمر و مسن شدن جمعیت یا کاهش زادوولد اشاره کرد (قویدل و میرغیائی، ۱۳۹۶). با افزایش طول عمر، زمان پرداخت تعهدهای صندوق بازنشستگی افزایش می‌یابد و این ریسک وجود دارد که به علت ازدیاد جمعیت سالمند تحت پوشش، واحدهای هزینه به سرعت افزایش یابد (عزیزی سپهوندی و همکاران، ۱۳۹۴).

با توجه به ضرورت بررسی تعداد و ساختار جمعیت کشور در سطوح مختلف جغرافیایی، مرکز آمار ایران بر اساس آخرین نتایج سرشماری نفوس و مسکن در سال ۱۳۹۵، به پیش‌بینی جمعیت کشور تا سال ۱۴۳۰ اقدام کرده است. این مرکز در گزارش خود، جمعیت کشور را در چهار سناریوی فرض باروری پیش‌بینی کرد که بر اساس این چهار سناریو، انتظار می‌رود جمعیت کشور در سال ۱۴۳۰ با کاهش ۲۸ درصدی میزان زادوولد، به ۹۵/۳ میلیون نفر و در حالت خوش‌بینانه با افزایش ۲۳ درصدی زادوولد، به حدود ۱۱۲/۵ میلیون نفر برسد. با توجه به روند موجود و اجماع کارشناسی اعضای کمیته آمارهای بخشی جمعیت، محتمل‌ترین سناریو، کاهش تدریجی میزان باروری و رقم ۱۰/۳ میلیون نفر جمعیت در سال ۱۴۳۰ است. همچنین، متوسط رشد سالانه جمعیت کشور در هر چهار سناریو، روند کاهشی در پیش می‌گیرد و در هر چهار حالت، طی دهه‌های آتی به رقم کمتر از ۱ درصد می‌رسد. در شکل ۱ پیش‌بینی متوسط رشد سالانه جمعیت ایران با چهار فرض باروری از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۳۰ نشان داده شده است. در این پژوهش، ریسک‌های جمعیتی بر اساس چهار سناریوی اشاره شده در این گزارش طراحی و شبیه‌سازی شده‌اند.



شکل ۱. نمودار پیش‌بینی متوسط رشد سالانه جمعیت ایران با چهار فرض باروری از سال ۱۳۹۵ تا ۱۴۳۰

منبع: مرکز آمار ایران (۱۳۹۷)

رویکردهای مدیریت دارایی و بدهی

امروزه رویکردهای مدیریت دارایی و بدهی متنوعی وجود دارد که استفاده از همه آنها رایج است و از بین آنها، شبیه‌سازی در امتداد مرز کارا، انطباق ارزش فعلی وزنی زمانی یا ایمن‌سازی، انطباق جریان نقدینگی، بهینه‌سازی کل بازده و

برنامه‌ریزی ریاضی، رویکردهای مهم‌تری هستند (حبیبی، ۱۳۸۳). ادبیات مدل‌های ریاضی در مدیریت دارایی و بدهی بسیار وسیع است و با کارهای مارکوویتز^۱ (۱۹۵۲) آغاز می‌شود. رود کلین اولین کسی بود که سعی کرد با استفاده از استراتژی‌های مدیریت دارایی و بدهی، صندوق‌های بازنشستگی را تحت تأثیر قرار دهد و به بهتر شدن وضعیت آنها کمک کند. مدل شبیه‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها، به سیاست‌گذاران بخش بازنشستگی، در تصمیم‌گیری و چگونگی اجرای سیاست‌های مختلف برای تطابق دارایی‌ها و بدهی‌های صندوق و مصونیت از ریسک‌های موجود یاری می‌دهد؛ زیرا تفکر سیستمی، ابزاری بسیار قوی در مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های پیچیده و بازخورد اجتماعی و اقتصادی است و می‌تواند با سناریوپردازی در خصوص آینده‌های محتمل، بستر مناسبی برای آزمون و خطا قبل از عملی شدن سیاست‌ها و تصمیم‌ها ارائه دهد (ایزدبخش و همکاران، ۱۳۹۶).

پیشینه تجربی پژوهش

با توجه به مرور ادبیات صورت‌گرفته، در این پژوهش با استفاده از روش پویایی سیستم‌ها، مدلی برای بررسی عملکرد دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی ارائه شده است. مدل شبیه‌سازی‌شده، بر اساس مدل‌های چیم (۲۰۰۶)، یاوز و بکاکسیزلار^۲ (۲۰۱۲)، سپیری و همکاران^۳ (۲۰۱۴) و فرتوک‌زاده و همکاران (۱۳۹۲) و نظر خبرگان حاضر در پژوهش طراحی شده است. همچنین تلاش شده است تا در طرح بازنشستگی و مدیریت دارایی و بدهی، مسائل مربوط به تمام ذی‌نفعان به‌صورت جامع مدل‌سازی شود. طی مرور ادبیات صورت‌گرفته و بررسی مطالعاتی همچون پچنوا و همکاران^۴ (۲۰۱۷) و ایزدبخش و همکاران (۱۳۹۶) مشخص شد که در خصوص مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی پژوهش‌های متعددی وجود دارد؛ اما اغلب آنها از روش برنامه‌ریزی تصادفی بهره‌برده‌اند و پژوهش‌های چندانی با رویکرد پویاشناسی سیستم صورت نگرفته است. سازمان تأمین اجتماعی، سیستمی کلان و پیچیده با عوامل تأثیرگذار مختلف است، از این رو، می‌توان با استفاده از تفکر سیستمی و شبیه‌سازی پویایی‌شناسی سیستم، حلقه‌های مؤثر را شناسایی کرد. از سوی دیگر، عمده پژوهش‌هایی که در زمینه مدیریت دارایی و بدهی در ایران انجام شده، بر صنعت بانک متمرکز است و تحقیقات محدودی در حوزه صندوق‌های بازنشستگی انجام شده است.

جدول ۱. خلاصه پیشینه پژوهش

نویسنده	نتایج به‌دست‌آمده
ایزدبخش و همکاران، ۱۳۹۶	عوامل کلیدی تأثیرگذار بر مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها بررسی شده است. نتایج مؤید این نکته است که کلیدهای موفقیت مدیریت دارایی و بدهی در این عوامل نهفته است: نگاه یکپارچه به دارایی‌ها و بدهی‌ها و منافع ذی‌نفعان طرح و توجه به ریسک‌های جمعیتی و به‌طور خاص ریسک‌گرایی.
فرتوک‌زاده و رجبی، ۱۳۹۲	در این پژوهش، رفتار صندوق بازنشستگی در افق زمانی ۲۰ سال آینده پیش‌بینی شده و با آزمون راه کارهای مختلف در محیط شبیه‌سازی، سیاست‌های پیشنهادی برای برون‌رفت از وضعیت فزونی مصارف بر منابع ارائه شده است.

1. Markowitz
2. Yavas & Bacaksizlar
3. Sapiri
4. Pachamanova

ادامه جدول ۱

نویسنده	نتایج به دست آمده
ابنگاوس ^۱ ، ۲۰۲۱	تحلیل‌ها نشان داده است که حداقل درآمد سیستم‌های بازنشستگی عمومی، در ایجاد خطر فقر بیشترین تأثیر را دارد، در حالی که ساختار کلی بازنشستگی در تولیدمثل نابرابری در سنین پیری که در طول زندگی کاری به دست آمده تأثیر می‌گذارد.
آلامینوس و همکاران ^۲ ، ۲۰۲۰	تغییرات جمعیتی و تحولات اجتماعی مانند پیری جمعیت، کاهش تدریجی میزان باروری و افزایش طول عمر، بر پایداری حقوق بازنشستگی عمومی تأثیر مستقیمی دارد. مطالعه طول عمر، مستلزم تجزیه و تحلیل اثرهای آن در موضوعات خاصی مانند کفایت بازنشستگی و مستمری‌بگیرانی است که هم‌زمان از چندین مزیت عمومی بهره می‌برند و به منابع مالی کافی برای تأمین هزینه‌های بهداشتی و مراقبت طولانی مدت در زمان بازنشستگی دسترسی دارند.
دی لا و همکاران ^۳ ، ۲۰۱۹	به منظور اندازه‌گیری عملکرد صندوق بازنشستگی عمومی در دوره‌های زمانی نوسان‌های نرمال (بحران) یا کم (زیاد)، استفاده از مدل‌های مارکوف - سوئیچینگ برای شبیه‌سازی پیشنهاد شد. نتایج بهبود عملکرد طولانی مدت پس‌انداز بازنشستگی افراد را نشان داد.
الکساندر و همکاران ^۴ ، ۲۰۱۸	سیستم بازنشستگی سیستم پویایی است که پارامترهای آن تحت تأثیر عوامل مختلف تغییر می‌کند و در میان آنها عوامل جمعیتی، سرمایه‌گذاری و نهادی، از همه مهم‌تر است.
نپ و همکاران ^۵ ، ۲۰۱۸	سیستم‌های بازنشستگی پویا و چندبعدی هستند و تحت تأثیر عوامل مختلفی مانند تغییرات جمعیتی، سرمایه‌گذاری‌های صورت گرفته و تغییرات نهادی قرار می‌گیرند. در این پژوهش، بر اساس تجزیه و تحلیل‌های انجام شده، عوامل تأثیرگذار بر سیستم‌های بازنشستگی کشورهای OECD تشریح شده است.
لاسیلا ^۶ ، ۲۰۱۸	مطالعه ریسک‌های جمعیت‌شناختی و اثر آنها روی مباحث مالی مرتبط با صندوق‌های بازنشستگی کشور فنلاند نشان می‌دهد که نسل جوان، از سرمایه‌گذاری‌های با مشارکت کمتر و حقوق بیشتر نفع می‌برند. همچنین، احتمال می‌رود که مصارف آنها در نواحی ایالتی و شهری افزایش یابد.
پچنوا و همکاران، ۲۰۱۷	با استفاده از برنامه‌ریزی تصادفی مبتنی بر سناریو و بهینه‌سازی استوار، به بهینه‌کردن دارایی‌ها و بدهی‌های صندوق‌های بازنشستگی تحت عدم قطعیت پرداخته شده است.
سپیری و همکاران، ۲۰۱۴	با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها و استفاده از نرم‌افزار آی تینک ^۷ و با در نظر گرفتن سه عامل دستمزد، جمعیت و هزینه‌های صندوق، اثر تغییر جمعیت و تغییر میانگین سطح حقوق و نرخ جایگزینی بر هزینه‌های صندوق بررسی شده است. در این پژوهش، میزان بازنشستگی، سطح حداقل حقوق، سن بازنشستگی، تعداد اعضای فعال طرح و بازنشسته‌ها، به عنوان عوامل مهم تأثیرگذار بر هزینه‌های صندوق معرفی شده است.
یاواز و بکاکسیزلار، ۲۰۱۰	با ارائه یک مدل شبه‌سازی شده به کمک روش پویایی‌شناسی سیستم از مؤسسه‌های تأمین اجتماعی در کشور ترکیه، وضعیت پایداری مالی مؤسسه‌های تأمین اجتماعی تحت شرایط سالخوردگی جمعیت بررسی شده است. بر اساس نتایج، پدیده پیرشدن جمعیت، خطری کاملاً غالب و جدی برای پایداری مالی تأمین اجتماعی است. افزایش سن بازنشستگی و حق بیمه‌ها و کاهش نسبت اشتغال غیررسمی، به عنوان سیاست‌های امیدوارکننده معرفی شده است.
چیم، ۲۰۰۶	شبیه‌سازی با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم‌ها می‌تواند قابلیت ریسک‌گرا بودن مدیریت دارایی و بدهی را تقویت کند و از تصمیم‌گیری در زمینه تخصیص دارایی‌ها، هزینه‌های بازنشستگی، پویایی جمعیت، ذخیره ریاضی و تعادل اکچوئری حمایت کند.

1. Ebbinghaus
2. Alaminos
3. De la torre-torres
4. Alexander
5. Nepp,
6. Lassila
7. I-Think

تا قبل از سال ۲۰۰۷ و انجام پژوهش چیم (۲۰۰۷)، در مطالعات حوزه مدیریت دارایی و بدهی مؤسسه‌های مالی، به‌منظور ارزیابی پایداری صندوق‌های بازنشستگی، فقط از روش‌های برنامه‌ریزی تصادفی با داده‌های کمی استفاده می‌شد. در پژوهش حاضر، از رویکرد پویاشناسی سیستم که برای ارزیابی سازمان‌های پیچیده و اجتماعی به کار می‌رود، بهره برده شده است. در روش یادشده می‌توان از هر دو نوع داده کمی و کیفی استفاده کرد. در مقاله‌های حوزه ارزیابی و مدیریت منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی، متغیرهای مختلفی بررسی شده‌اند که از جمله آنها می‌توان به بررسی متغیرهای جریان نقدینگی و حق بیمه‌ها (چیم، ۲۰۰۷ و چیم و ارمس استریت^۱، ۲۰۰۸)، متغیرهای دستمزد و جمعیت در مالزی (سیپری و همکاران، ۲۰۱۴)، متغیرهای شاغلان رسمی و غیررسمی و جمعیت (یواس و باجاکسیزلر^۲، ۲۰۱۰)، متغیرهای حق بیمه دریافتی و تعداد بازنشسته‌ها و دستمزدها در چین (شائو و همکاران^۳، ۲۰۱۳) و بررسی زیرسیستم جمعیت (ویوگر و جاگالسکی^۴، ۲۰۰۳) اشاره کرد. در این مقاله، ضمن استفاده از کلیه متغیرهای مطرح‌شده در مطالعات پیشین با نرسنجی از خبرگان، ابرسیستمی متشکل از زیرسیستم‌های جمعیت، شاغلان و کارفرما، مستمری‌بگیران، اقتصاد کلان و عملکرد سیستم توسعه داده شده است. متغیرهای منتخب در مدل، علاوه بر اینکه ادبیات موضوعی اخیر را پوشش می‌دهند، به توسعه مدل با استفاده از درون‌زا کردن متغیرهای مدنظر در مدل شبیه‌سازی نیز می‌پردازند. همچنین در ارزیابی پایداری صندوق‌های بازنشستگی، مهم‌ترین عامل بر اساس مطالعات پیشین و وضعیت فعلی ایران، ریسک جمعیتی است که در مدل پژوهش حاضر بررسی شده است.

روش‌شناسی پژوهش

این پژوهش بر اساس هدف، کاربردی است و در جهت بهبود تعادل منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی اجرا شده است. همچنین از لحاظ شیوه گردآوری داده‌ها، از نوع توصیفی پیمایشی است. از آنجا که در پژوهش حاضر از داده‌های مربوط به تحلیل اسناد و مصاحبه همراه با روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها استفاده شده است، از لحاظ رویکرد در دسته پژوهش‌های آمیخته (کمی - کیفی) قرار می‌گیرد. با رشد پژوهش‌های صورت‌گرفته در حوزه علوم مختلف و انفجار اطلاعات ایجاد شده، پژوهشگران به این نتیجه رسیده‌اند که تسلط بر تمام ابعاد یک حوزه تا حد زیادی امکان‌پذیر نیست، از این رو، انجام پژوهش‌های آمیخته روزبه‌روز افزایش می‌یابد (رعنایی کردشولی و دانشور، ۱۳۹۰). این پژوهش برای طراحی مدل نهایی (یافتن عوامل مؤثر) از روش میدانی بهره برده است.

داده‌های مرحله اول با استفاده از روش تحلیل مضمون^۵، از بین داده‌های موجود، انبوه و مستمر صندوق‌های بازنشستگی، سازمان تأمین اجتماعی و مرکز آمار گردآوری شده است. روش تحلیل تماتیک، متعارف‌ترین و کاربردی‌ترین روش تحلیل داده‌های کیفی است و در واقع، بر پایه تحلیل استقرایی استوار است. در این روش، نخست متن‌ها پالایش و بخش‌های مرتبط مشخص می‌شود. سپس با نام‌گذاری هر یک از بخش‌ها، طبقه‌های متناسب با اهداف پژوهش استخراج می‌شود. بدین ترتیب که بخش‌های مرتبط متن‌ها کدگذاری شده و کدها در متغیرها و شاخص‌های به‌دست‌آمده

-
1. Chaim and Ermes Streit
 2. Yavas & Bacaksizlar
 3. Shao
 4. Viehweger & Jagalski
 5. Thematic analysis

از ادبیات تحقیق جاسازی می‌شود. کینگ و هاروکس^۱ (۲۰۱۰) با بررسی و جمع‌بندی تلاش‌های سایر پژوهشگران تحلیل مضمون، فرایندی سه مرحله‌ای را برای تحلیل مضمون معرفی کرده‌اند. این فرایند شامل سه مرحله کدگذاری، کدگذاری تفسیری و یکپارچه‌سازی از طریق مضامین فراگیر است که در ادامه تشریح می‌شود. این تحقیق از فرایند سه مرحله‌ای کینگ و هاروکس استفاده شده است.

در مرحله دوم، از روش مصاحبه نیمه‌ساختاریافته با خبرگان و سیاست‌گذاران بخش بازنشستگی و تأمین اجتماعی استفاده شده است. شناسایی و انتخاب خبرگان نیز با استفاده از روش نمونه‌گیری هدفمند بوده است. فرایند انجام مصاحبه‌ها تا زمان دستیابی به اشباع نظری ادامه یافته است. خبرگان شرکت‌کننده در مصاحبه‌ها از بین مدیران و معاونان صندوق تأمین اجتماعی انتخاب شده‌اند. افق زمانی مدل نهایی شبیه‌سازی شده در این تحقیق، یک دوره ۷۰ ساله است که از سال ۱۳۸۱ آغاز می‌شود و تا سال ۱۴۵۰ ادامه می‌یابد.

پویایی‌شناسی سیستم‌ها

روش پویایی‌شناسی سیستم با ادعای شناخت ساختار اصلی تعیین‌کننده رفتارهای اجتماعی، اقتصادی و فنی، پژوهشگران حوزه‌های مختلفی را به سوی خود جلب کرده است (فرتوک‌زاده و ذوالفقاریان، ۱۳۹۰). این روش، به دلیل نگرش سیستمی و یکپارچه و نگاه غیرخطی به مسائل؛ انطباق با مسائلی از زمینه‌های گوناگون؛ استفاده از رویکرد کیفی در طراحی مدل، در کنار استفاده از روش‌های کمی در شبیه‌سازی و انعطاف در برابر بزرگ‌شدن مرزهای مسئله و افزایش تعداد متغیرها و تغییر روابط، قادر است بعضی از ضعف‌های روش‌های سنتی را پوشش دهد (اسماعیلیان و کمال آبادی، ۱۳۹۴). نقطه قوت اصلی مدل‌سازی با روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها، کشف و معرفی فرایندهای بازخوردی است که همراه با ساختارهای حالت جریان، تأخیرهای زمانی و غیرخطی بودن پویایی‌های یک سیستم را تعیین می‌کنند. با توجه به کاربرد الگوی پویایی‌شناسی سیستمی در حل و تحلیل مسائل مختلف، استرمن^۲ (۲۰۰۱) برای اجرای این روش ۵ مرحله را پیشنهاد می‌کند که عبارت‌اند از: ۱. بیان مسئله و افق پژوهش؛ ۲. تعریف متغیرهای کلیدی؛ ۳. تعریف روابط علی معلولی و تهیه نمودار حالت جریان؛ ۴. شبیه‌سازی و اعتبارسنجی نتایج؛ ۵. سناریوسازی و ارزیابی سیاست‌ها. با توجه به هدف این پژوهش، تلاش شده است تا از الگوی پیشنهادی استرمن (۲۰۰۱) استفاده شود. مدل شبیه‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار Vensim فرموله شده است. بر اساس رویکرد پویایی سیستم، مراحل مدل‌سازی در پژوهش حاضر به شرح شکل ۲ است.

با توجه به مراحل یادشده در شکل ۲، شبیه‌سازی مدل پژوهش نیازمند مقادیر کمی یا کیفی پارامترهای مدنظر است. به‌منظور به‌دست‌آوردن داده‌های کمی، از مطالعات پیشین و اسناد موجود در سازمان و برای به‌دست‌آوردن داده‌های کیفی، از روش تحلیل مضمون برای تحلیل داده‌های متنی و داده‌های پراکنده و تبدیل آنها به داده‌های تفصیلی و کاربردی استفاده شده است (عابدی جعفری و همکاران، ۱۳۹۰).

1. King and Harrocks
2. Sterman



شکل ۲. مراحل انجام پژوهش

مدل‌سازی مسئله در قالب پویاشناسی سیستم‌ها

فرایند مدل‌سازی سیستمی، از دو مرحله کلیدی تشکیل شده است. در مرحله اول، محیط علی - معلولی شناسایی می‌شود. برای این کار، بر اساس مبانی نظری و دیدگاه‌های به‌دست‌آمده از مطالعات تطبیقی و مدل‌های سیستمی مندرج در گزارش‌های فنی بین‌المللی، ساختار زیرسیستم‌های مرتبط با موضوع در دست مطالعه تعیین شده و در جلسه‌های کارشناسی با خبرگان، نمودار زیرسیستم‌ها نهایی می‌شود. سپس مرزهای تحلیل سیستمی موضوع مدنظر، از حیث متغیرهای درون‌زا، برون‌زا و استثنا تعیین می‌شود. گام دوم از مرحله شناخت محیط علی - معلولی، تعیین ارتباطات علی بین متغیرها در هر زیرسیستم و یکپارچه‌سازی ساختار علی - معلولی بین متغیرها در کل سیستم است. در این مرحله، نحوه ارتباط بین متغیرها تبیین می‌شود و حلقه‌های علی مؤثر بر رفتارهای موجود در سیستم قابلیت دارند که تبیین و ارائه شوند. با اتمام مرحله شناخت در فرایند مدل‌سازی، مبنای ساخت مدل ریاضی برای سیستم در دست بررسی فراهم می‌شود. در این مرحله، پس از کمی‌سازی مفاهیم به‌کاررفته در مدل علی - معلولی، متغیرهای حالت و جریان تعیین می‌شود که در واقع دو عامل اصلی ایجادکننده پویایی در سیستم‌هاست. در این مرحله نمودار حالت - جریان سیستم، بر اساس ساختار معادلات ریاضی، در نرم‌افزار ونسیم طراحی و شبیه‌سازی می‌شود.

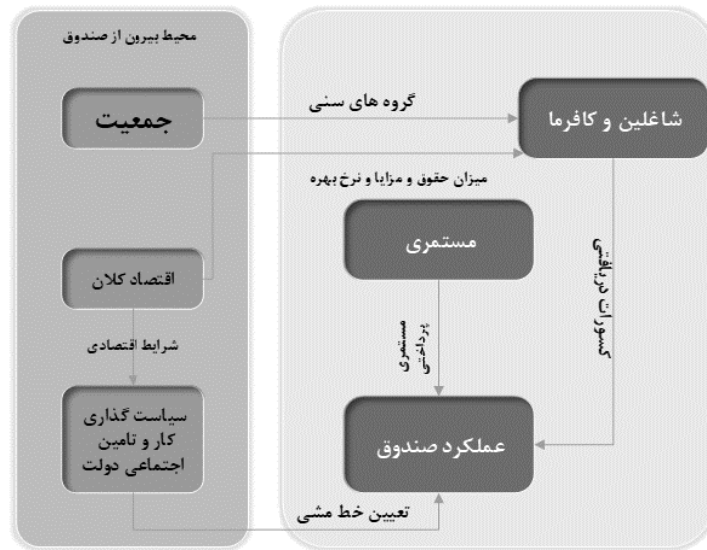
زیرسیستم‌های مدل شبیه‌سازی

مدل بررسی شده در این تحقیق از ۵ زیرسیستم تشکیل شده است که به دو گروه دسته‌بندی می‌شود:

- دسته اول: زیرسیستم‌های بیرون از سازمان تأمین اجتماعی، شامل زیرسیستم‌های جمعیت و اقتصاد کلان؛
- دسته دوم: زیرسیستم‌های درون سازمان، شامل زیرسیستم‌های شاغلان و کارفرمایان، مستمري و عملکرد.

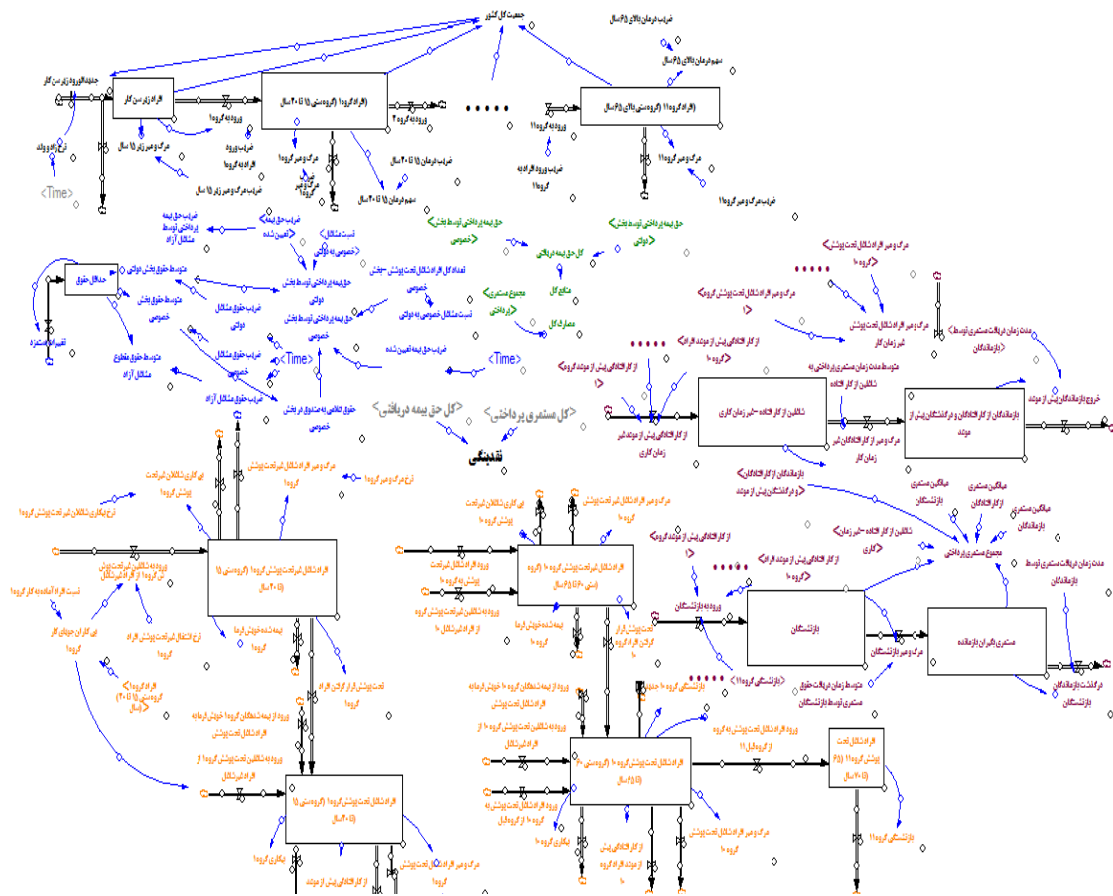
در شکل ۳ ارتباط بین زیرسیستم‌های یادشده از لحاظ نوع اطلاعات خروجی از هر زیرسیستم و اطلاعات ورودی به

هر زیرسیستم نشان داده شده است.



شکل ۳. مدل مفهومی ارتباط بین زیرسیستم‌های تحقیق

شکل ۴ مدل اصلی پژوهش با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها را نمایش می‌دهد. شایان ذکر است که در این شکل، زیرسیستم جمعیت کل کشور با رنگ مشکی، زیرسیستم اقتصاد کلان با رنگ آبی، زیرسیستم شاغلان و کارفرمایان با رنگ نارنجی و زیرسیستم مستمری با رنگ بنفش نشان داده شده است.



شکل ۴. نمای کلی و خلاصه شده از مدل حالت جریان پژوهش

زیرسیستم جمعیت کشور

زیرسیستم جمعیت، تمام تغییرات جمعیتی را بر اساس تولد و مرگومیر افراد در گروه‌های سنی مدل‌سازی می‌کند. با توجه به سایر زیرسیستم‌ها، گروه‌های جمعیتی بر اساس سن دسته‌بندی می‌شوند. این زیرسیستم اطلاعات افراد آماده به کار را به زیرسیستم شاغلان و کارفرمایان ارائه می‌دهد و از سوی دیگر، اطلاعات مربوط به وابستگان بیمه‌شده اصلی را به زیرسیستم مستمری منتقل می‌کند. این زیرسیستم به ۱۲ گروه سنی دسته‌بندی می‌شود: گروه جمعیت زیر ۱۵ سال (سن قانونی کار)؛ ۱۵ تا ۲۰ سال؛ ۲۰ تا ۲۵ سال؛ ۲۵ تا ۳۰ سال و به همین ترتیب گروه جمعیتی بالای ۶۵ سال (سن اتمام کار).

زیرسیستم اقتصاد کلان

زیرسیستم اقتصاد کلان، به‌عنوان زیرسیستم بیرون از سازمان تأمین اجتماعی، به محاسبه و پیش‌بینی وضعیت اقتصادی کشور می‌پردازد. این زیرسیستم اطلاعات مربوط به میزان اشتغال (شامل میزان بیکار شدن و ایجاد شغل جدید)، متوسط حقوق پرداختی در گروه‌های شغلی مختلف و متوسط مستمری‌های پرداختی را به ترتیب به زیرسیستم‌های شاغلان و کارفرمایان و مستمری منتقل می‌کند.

زیرسیستم شاغلان و کارفرمایان

در این زیرسیستم، اطلاعات تعداد شاغلان بر اساس سن و نوع شغل مشخص می‌شود. همچنین، تعداد کارفرمایان بر اساس نوع شغل (بخش خصوصی، بخش دولتی و خویش‌فرما) در این زیرسیستم محاسبه می‌شود. شاغلان تحت پوشش بیمه تأمین اجتماعی و افراد خارج از پوشش، به تفکیک در این زیرسیستم وجود دارند، بنابراین، این زیرسیستم هم درون سازمان و هم بیرون از سازمان را پوشش می‌دهد. این زیرسیستم اطلاعات مربوط به افراد تحت پوشش و مستعد دریافت مستمری را به زیرسیستم مستمری انتقال می‌دهد و بر اساس تعداد شاغلان و کارفرمایان تحت پوشش، میزان حق بیمه دریافتی را به زیرسیستم عملکرد سازمان ارائه می‌کند. گفتنی است که در این پژوهش، میزان جذابیت کل صندوق، به‌عنوان متغیر مستقل و ثابت در نظر گرفته شده و در زیرسیستم شاغلان و کارفرمایان به کار برده می‌شود.

زیرسیستم مستمری

در این زیرسیستم مسائل مربوط به مستمری و بازنشستگی مدل می‌شود. تمامی موارد بازنشستگی، بازنشستگی پیش از موعد، مستمری بازمندگان و مستمری از کارافتادگی، در این زیرسیستم قرار دارند. این زیرسیستم مجموع مستمری‌های پرداختی را به‌عنوان مصارف صندوق به زیرسیستم عملکرد سازمان منتقل می‌کند.

زیرسیستم عملکرد

اصلی‌ترین زیرسیستم این مدل، زیرسیستم عملکرد سازمان است که برای ارزیابی تعادل صندوق از آن استفاده شده است. تمامی زیرسیستم‌های دیگر به‌نوعی با این زیرسیستم ارتباط دارند. متغیرهای اصلی این زیرسیستم، نسبت پشتیبان و میزان نقدینگی صندوق است. میزان نقدینگی از تفاضل دو بخش منابع و مصارف صندوق به دست می‌آید. منابع صندوق از زیرسیستم‌های شاغلان و کارفرمایان و اقتصاد کلان تغذیه می‌کند و مصارف صندوق از زیرسیستم مستمری ورودی

می‌گیرد. نسبت پشتیبان، به معنای نسبت بیمه‌پردازان به مستمری‌بگیران است که به منظور بررسی میزان پایداری مالی صندوق تأمین اجتماعی محاسبه می‌شود.

متغیرهای مدل شبیه‌سازی

در این مقاله، مدل شبیه‌سازی پویایی سیستم، در نسخه PLE نرم‌افزار ونسیم پیاده‌سازی شده است. این مدل دارای ۴۵ متغیر انباشت و ۳۹۴ متغیر کمکی است. متغیرهای مهم برای بررسی پایداری صندوق بازنشستگی سازمان تأمین اجتماعی، تفاضل منابع و مصارف صندوق با عنوان نقدینگی و نسبت پشتیبان است که در این تحقیق به‌عنوان متغیر اصلی بیانگر مسئله یا وضعیت سیستم انتخاب شده است.

جدول ۲. متغیرهای پژوهش به تفکیک زیرسیستم‌های مدل ارائه‌شده

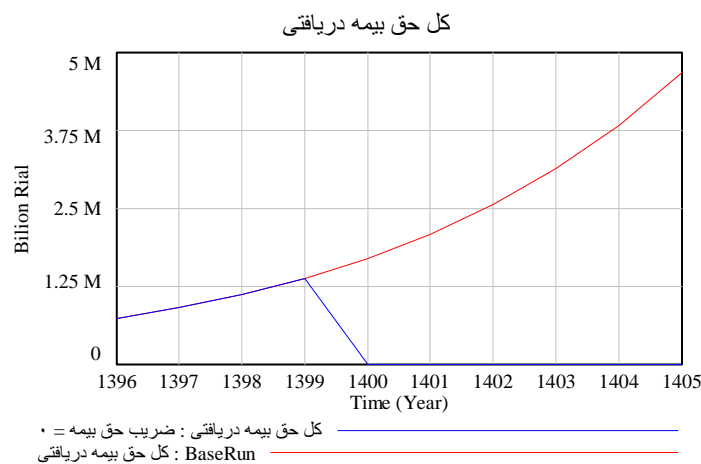
زیرسیستم	درون‌زا	برون‌زا	مستثنا
زیرسیستم جمعیت	میزان جمعیت در گروه‌های سنی	نرخ زادوولد	میزان مهاجرت
	میزان تولد و مرگ‌ومیر	ضریب مرگ‌ومیر	
زیرسیستم اقتصاد کلان	حداقل حقوق سالیانه	نرخ حق بیمه بازنشستگی	بازار سرمایه
	متوسط حقوق بیمه‌شدگان (خصوصی، دولتی، خویش فرما)	نرخ تورم	قدرت خرید
	کل حق بیمه پرداختی بخش‌ها (خصوصی، دولتی، خویش فرما)	ضریب حقوق مشاغل (خویش فرما، دولتی، آزاد)	-
	-	نرخ بیکار شدن	-
زیرسیستم شاغلان	تعداد افراد شاغل تحت پوشش و غیرتحت پوشش در هر گروه جمعیتی (بر اساس سن و نوع شغل) - اجباری و اختیاری	نسبت افراد آماده به کار در گروه‌های سنی	-
	-	نرخ بازنشستگی گروه‌های سنی	-
	-	نرخ اشتغال تحت پوشش	-
	-	نرخ ازکارافتادگی در گروه‌های مختلف	-
	-	نرخ بازنشستگی	-
زیرسیستم مستمری‌بگیران	تعداد مستمری‌بگیران (بازنشسته، بازنمانده، ازکارافتاده)	متوسط زمان پرداخت مستمری به بازنشسته یا کارافتاده	
	متوسط مستمری (بازنشسته، بازنمانده، ازکارافتاده)	ضریب افزایش حقوق	
		مدت زمان دریافت مستمری (بازماندگان، بازنشستگان)	
زیرسیستم عملکرد	میزان نقدینگی	-	-
	نسبت پشتیبان	-	-

اعتبارسنجی

اعتبارسنجی^۱ مدل پویایی سیستم‌ها، به‌منظور ایجاد اطمینان از صحت و مفید بودن مدل طراحی شده انجام می‌شود. با توجه به روش‌های موجود برای اعتبارسنجی مدل‌های سیستم‌های پویا که شامل آزمون حدی، بازتولید رفتار مجدد، رفتار مرجع، آزمون محاسبه میزان خطا، آزمون هم‌انباشتگی، آزمون دوربین واتسون و آزمون گرنجر است، در این پژوهش از پُرکاربردترین روش‌ها، یعنی روش حدی، بازتولید رفتار گذشته و آزمون محاسبه میزان خطا استفاده شده است.

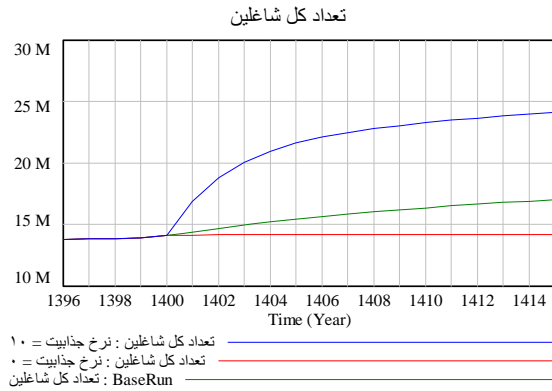
روش حدی

یکی از آزمون‌های مهم اعتبارسنجی در روش پویایی شناسی سیستم‌ها، آزمون شرایط حدی است. شرایطی که ممکن است هرگز در دنیای واقعی مشاهده نشود. با استفاده از این آزمون، می‌توان دریافت که آیا مدل، رفتار پیش‌بینی شده‌ای از خود نشان می‌دهد یا خیر. به بیان دیگر، در سنجش اعتبار یک مدل، می‌توان پس از توصیف شرایط رفتاری، بررسی کرد که آیا ساختار مدل واکنش رفتاری مناسبی دارد یا خیر. نمودار شکل ۵ نشان می‌دهد که با تغییر ضریب حق بیمه در دو حالت بسیار زیاد و بسیار کم (۱۰۰ درصد از حقوق و ۰ درصد از حقوق)، میزان نقدینگی به‌صورت نمایی و به‌ترتیب افزایش و کاهش می‌یابد. از سوی دیگر، شکل ۵ نشان می‌دهد که با افزایش بسیار زیاد ضریب حق بیمه، میزان نقدینگی نیز به‌صورت نمایی افزایش می‌یابد. همچنین با صفر کردن مقدار ضریب حق بیمه، کل حق بیمه دریافتی نیز صفر خواهد شد.



شکل ۵. نمودار تأثیر کاهش نرخ کسور بر حق بیمه دریافتی

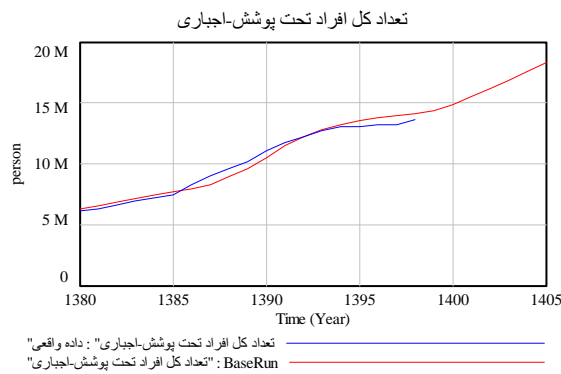
همان‌طور که در شکل ۶ نشان داده شده است، چنانچه پارامتر جذابیت صندوق بازنشستگی مقدار صفر اتخاذ کند، مقدار متغیر تعداد کل شاغلان در مدت‌زمان مشخصی ثابت می‌ماند و در بلندمدت روند نزولی را در پیش می‌گیرد. از طرفی، چنانچه پارامتر جذابیت کل صندوق ۱۰ برابر مقدار فعلی خود در مدل شود، میزان متغیر شاغلان کل نیز روند صعودی شایان توجهی را نشان خواهد داد.



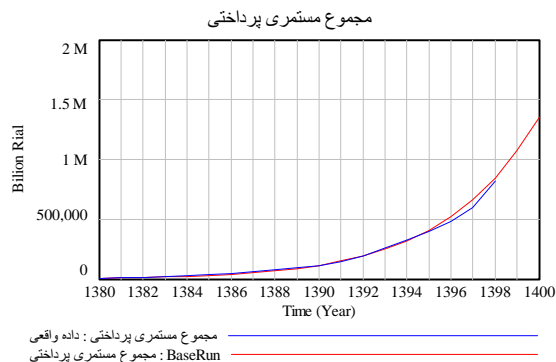
شکل ۶. نمودار تأثیر کاهش (صفر کردن) و افزایش ۱۰ برابری میزان جذابیت کل صندوق بر تعداد شاغلان

روش تولید رفتار مجدد

هدف از این آزمون، مقایسه نتایج شبیه‌سازی با داده‌های واقعی برای اطمینان از صحت عملکرد رفتار مدل پژوهش است. به بیانی دیگر، در این حالت رفتار شبیه‌سازی شده برای مدل پژوهش، به منظور مقایسه با داده‌های واقعی بازتولید می‌شود. اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی متغیرهای کلیدی، شامل تعداد کل افراد تحت پوشش اجباری و مجموع مستمری پرداختی در بازه ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ در شکل‌های ۷ و ۸ مشاهده می‌شود. بر اساس این نمودارها، رفتار متغیرهای مدنظر به‌خوبی شبیه‌سازی شده است.



شکل ۷. نمودار تولید رفتار مجدد داده‌های کل بیمه‌شدگان سازمان تأمین اجتماعی



شکل ۸. نمودار تولید رفتار مجدد داده‌های مجموع مستمری پرداختی

روش آزمون محاسبه حداقل خطای مجزورات^۱

علاوه بر روش بازتولید رفتار مجدد، برای اطمینان از نتایج خروجی مدل شبیه‌سازی شده، خطای متغیرهای کلیدی نیز بر

1. RMSPE: Root Mean Squares Percentage Error

اساس روش حداقل خطای مجذورات محاسبه شده است. بر اساس این روش، هر چقدر مقدار تفاوت بین داده‌های واقعی و شبیه‌سازی شده کمتر باشد، به نتایج شبیه‌سازی بیشتر می‌توان اعتماد کرد. میزان خطا در این روش از طریق رابطه ۱ محاسبه می‌شود.

$$RMSPE = \sqrt{\frac{1}{\theta} \sum_{i=1}^{\theta} \left(\frac{y_{T+i}^s - y_{T+i}^a}{y_{T+i}^a} \right)^2} * 100 \quad \text{رابطه ۱}$$

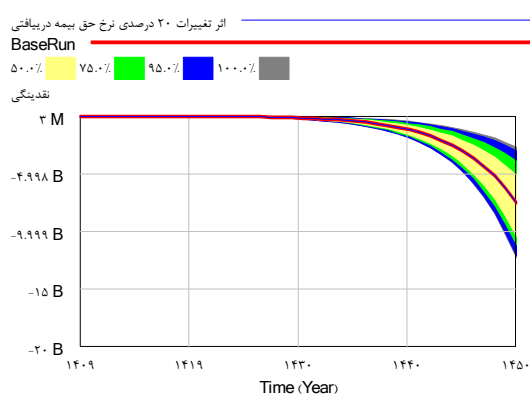
در این رابطه مقدار y_{T+i}^s نتایج شبیه‌سازی متغیر در مدل پژوهش و مقدار y_{T+i}^a نشان‌دهنده داده‌های واقعی متغیر است. هرچقدر میزان شاخص RMSPE به صفر نزدیک‌تر باشد، گویای دقت بیشتر نتایج پژوهش است. نتایج اعتبارسنجی نشان داده است که میزان پیش‌بینی‌شده متغیرهای کلیدی پژوهش با اطمینان مقبول و با خطای کمتر از ۱۰ درصد به دست آمده است.

جدول ۳. نتایج آزمون RMSPE برای مدل پژوهش

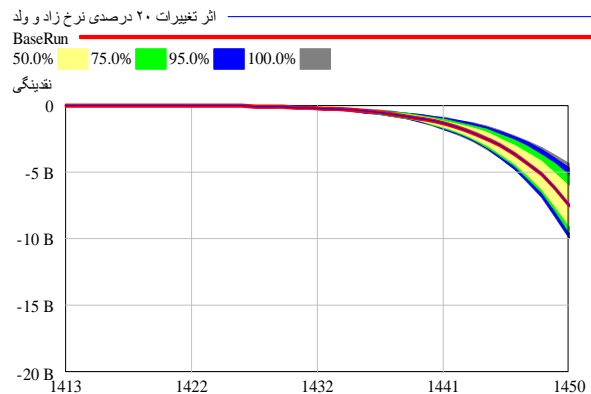
تعداد کل شاغلان	جمعیت کل کشور	مجموع مستمری پرداختی	آزمون
۰/۰۳۹	۰/۰۳۵	۰/۰۰۸	RMSPE

تحلیل حساسیت مدل

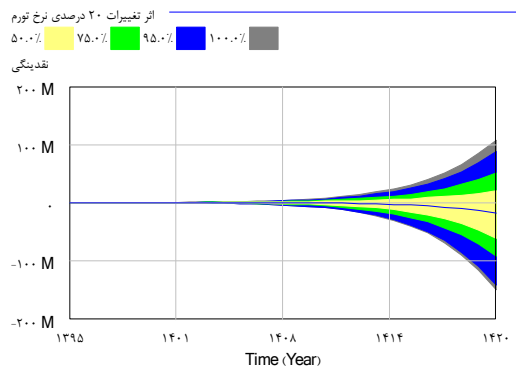
یکی از مباحث مهم در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها، تحلیل حساسیت مدل پژوهش است. در تحلیل حساسیت، میزان حساسیت متغیرهای کلیدی پژوهش به پارامترهای ثابت سنجیده می‌شود. بدین منظور، پارامترهای ثابت الگوی پژوهش به یک اندازه تغییر می‌کنند و اثر آنها روی متغیرهای کلیدی بررسی می‌شود. در این پژوهش، حساسیت متغیرهای کلیدی جمعیت کل کشور ایران، منابع کل، مصارف کل، نقدینگی و نسبت پشتیبان به پارامترهای نرخ زادوولد، نرخ حق بیمه، جذابیت صندوق و نرخ تورم سنجیده شده است.



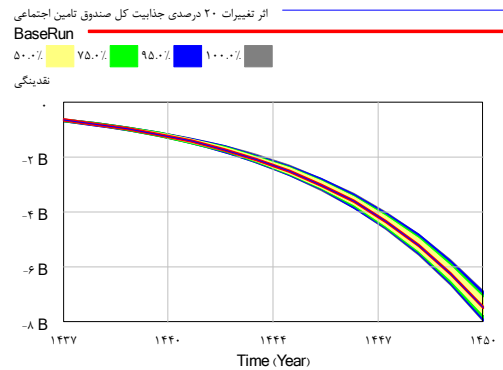
شکل ۱۰. نمودار تغییرات نرخ حق بیمه دریافتی



شکل ۹. نمودار تغییرات نرخ زادوولد

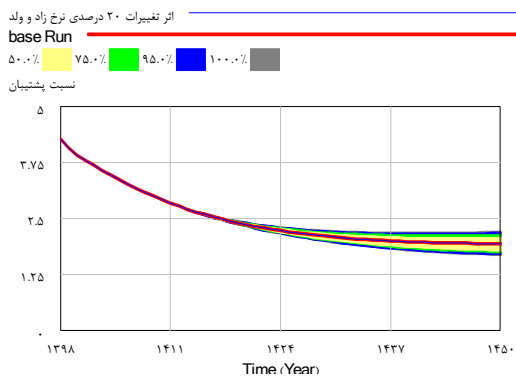


شکل ۱۲. نمودار تغییرات نرخ تورم

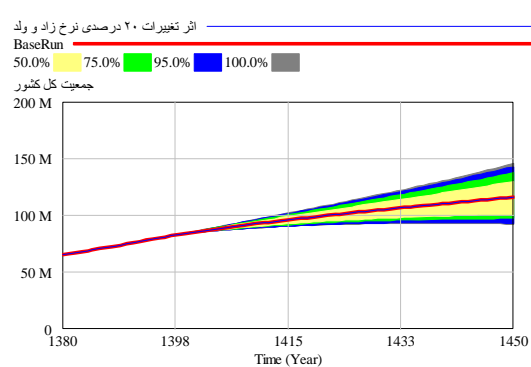


شکل ۱۱. نمودار تغییرات جذابیت کل صندوق

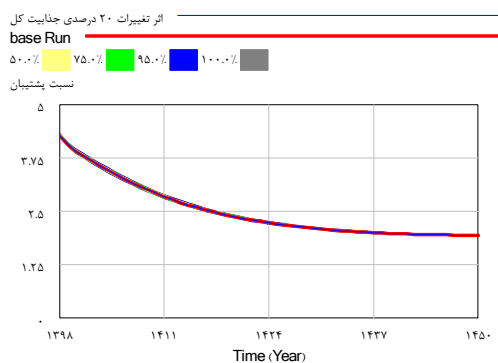
با توجه به شکل‌های ۹ تا ۱۲، پارامترهای نرخ تورم، نرخ حق بیمه دریافتی، نرخ زادوولد و جذابیت کل صندوق، به ترتیب بیشترین تأثیر را روی میزان نقدینگی صندوق دارند.



شکل ۱۴. نمودار تغییرات نرخ زادوولد در نسبت پشתיبان



شکل ۱۳. نمودار تغییرات نرخ زادوولد در جمعیت کل کشور



شکل ۱۵. نمودار تغییرات جذابیت کل نسبت پشתיبان

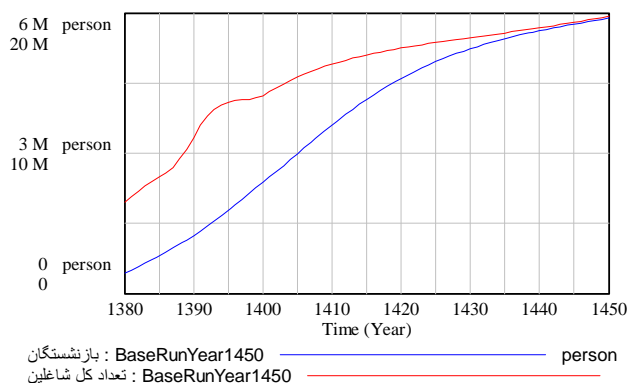
با توجه به شکل‌های ۱ تا ۱۵، در مدل پژوهش، نرخ زادوولد روی نسبت پشתיبان بیشترین تأثیر را دارد. از این رو، به منظور تدوین سناریوهای پژوهش، می‌توان از این پارامترها استفاده کرد. تدوین و بررسی این سناریوها، تعادل صندوق‌های بازنشستگی تأمین اجتماعی را بهبود می‌دهد.

سناریوها و سیاست‌های پیشنهادی برای صندوق تأمین اجتماعی

به‌منظور بهبود نقدینگی صندوق تأمین اجتماعی و ایجاد تعادل در منابع و مصارف آن در بلندمدت، علاوه بر نظرسنجی از خبرگان، سیاست‌های مختلفی در نتیجه تحلیل حساسیت مطرح شده است. در این سناریوها، اعمال تغییراتی در نرخ زادوولد از طریق سیاست‌گذاری کلان دولتی، اعمال تغییراتی در حق بیمه دریافتی در سازمان تأمین اجتماعی، اعمال تغییراتی در کسورات دریافتی و افزایش میزان جذابیت سازمان تأمین اجتماعی پیشنهاد شده است که عبارت‌اند از:

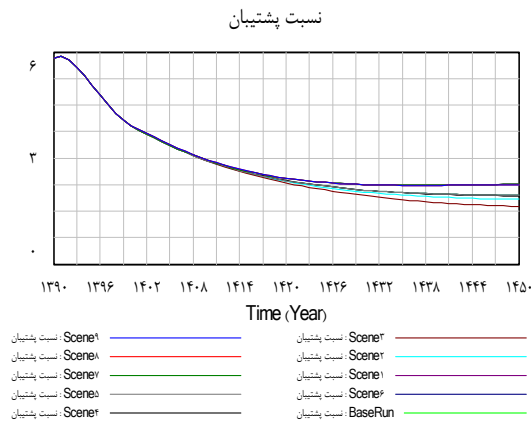
- سناریوی ۱. افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد در بلندمدت.
- سناریوی ۲. کاهش ۷ درصدی نرخ زادوولد در بلندمدت (با شیب کند).
- سناریوی ۳. کاهش ۲۸ درصدی نرخ زادوولد در بلندمدت (با شیب تند).
- سناریوی ۴. افزایش ۱۰ درصدی جذابیت صندوق تأمین اجتماعی.
- سناریوی ۵. افزایش ۲ درصدی نرخ کسورات (حق بیمه) دریافتی از بخش‌های مختلف مشاغل با پرداخت‌های اجباری و اختیاری.
- سناریوی ۶. افزایش ۱۰ درصدی نرخ تورم.
- سناریوی ۷. افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد و افزایش ۲ درصدی کسورات.
- سناریوی ۸. افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد و افزایش ۱۰ درصدی جذابیت صندوق
- سناریوی ۹. افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد و افزایش ۱۰ درصدی جذابیت صندوق و افزایش ۲ درصدی کسورات.

در شکل‌های ۱۷ و ۱۸ اعمال این ۹ سناریو روی متغیرهای کلیدی پژوهش، یعنی نقدینگی و نسبت پشتیبان نشان داده شده است.



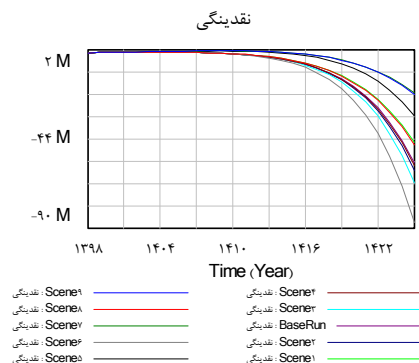
شکل ۱۶. مقایسه تعداد شاغلان و مستمری‌بگیران در بازه ۷۰ ساله

شکل ۱۶، روند تعداد افراد شاغل و تعداد بازنشستگان را به مدت ۷۰ سال نمایش می‌دهد. در این نمودار بحران صندوق تأمین اجتماعی پس از دهه اول سال ۱۴۰۰ به‌وضوح دیده می‌شود. چنانچه مقدار نسبت پشتیبان کمتر از ۳ شود، صندوق مدنظر با بحران روبه‌رو خواهد شد. با توجه به شکل ۱۷ که نشان‌دهنده نسبت پشتیبان در صندوق‌های بازنشستگی در بازه ۷۰ ساله است، صندوق‌های مدنظر پس از دهه آغازین سال ۱۴۰۰ با بحران مواجه خواهند شد.



شکل ۱۷. سناریوهای مختلف در متغیر نسبت پشتیبان صندوق

همان گونه که در شکل ۱۷ مشاهده می‌شود، نسبت پشتیبان با شیب فزاینده‌ای روند کاهشی دارد که نتیجه سیاست‌های بازنشستگی پیش از موعد و عدم ایجاد اشتغال در سال‌های اخیر است. با در نظر گرفتن نسبت ۳ برای بروز بحران در صندوق‌های بازنشستگی، در صورت ادامه روند فعلی، بر اساس مقدار مشاهده شده برای این نسبت در سال ۱۴۱۰ می‌توان این گونه برداشت کرد که صندوق در آینده‌ای نزدیک با بحران مواجه خواهد شد. این نمودار نشان می‌دهد که سناریوهای ۱، ۷، ۸ و ۹ مؤثرترین سناریوها و سناریوهای ۲ و ۳ بدترین نتایج را در سال ۱۴۵۰ به همراه خواهند داشت.



شکل ۱۸. سناریوهای مختلف در متغیر نقدینگی صندوق

سیستم تأمین مالی و پرداخت صندوق‌های بازنشستگی ایران از نوع DB-PAYG است که در واقع، اصلی‌ترین منبع تأمین مالی مستمری‌های پرداختی از حق بیمه‌های دریافتی محسوب می‌شود. همان گونه که پیش از این بیان شد، دو متغیر اصلی این پژوهش میزان نقدینگی و نسبت پشتیبان است، از این رو، بر اساس سناریوهای مطرح‌شده، روند این دو متغیر اصلی در جدول ۴ بررسی شده است. بر اساس نتایج این جدول، چنانچه وضعیت فعلی ادامه پیدا کند، صندوق در سال ۱۴۱۰ با نقدینگی منفی مواجه خواهد شد. همچنین در وضعیت مشابه، سازمان در سال ۱۴۳۰ بر اساس منابع دریافتی (صرفاً حق بیمه)، فقط قادر است که ۷۲ درصد از مصارف خود را پوشش دهد و در عمل صندوق با ۲۸ درصد کسری بودجه مواجه خواهد شد. نتیجه شبیه‌سازی نشان می‌دهد که برای بهبود وضعیت پایداری صندوق‌های بازنشستگی، سناریوهای ۸ و ۹ از همه سناریوها بهتر و سناریوهای ۳ و ۶ از سایر سناریوها بدتر است.

جدول ۴. بررسی روند متغیرهای اصلی پژوهش بر اساس سناریوهای مطرح‌شده

سناریو	تغییرات پارامتریک در سناریوها	سال وقوع بحران		نسبت پوشش مصارف برحسب منابع در سال ۱۴۳۰
		نسبت پشتیبان	میزان نسبت پشتیبان در سال ۱۴۵۰	
۰	روند فعلی	۱۴۱۰	۱۴۰۹	۷۷/۰
۱	افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد	۱۴۱۰	۱۴۱۰	۸۳/۰
۲	کاهش ۷ درصدی نرخ زادوولد با شیب ملایم	۱۴۱۰	۱۴۰۹	۷۵۳/۰
۳	کاهش ۲۸ درصدی نرخ زادوولد با شیب تند	۱۴۰۹	۱۴۰۹	۷۱۶/۰
۴	افزایش ۱۰ درصدی میزان جذابیت صندوق	۱۴۱۰	۱۴۱۰	۸/۰
۵	افزایش ۲ درصدی نرخ کسورات	۱۴۱۵	۱۴۰۹	۰/۷۷
۶	افزایش ۱۰ درصدی نرخ تورم	۱۴۱۰	۱۴۰۹	۷۲/۰
۷	افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد و افزایش ۲ درصدی نرخ کسورات	۱۴۱۴	۱۴۱۰	۰/۸۱
۸	افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد و افزایش ۱۰ درصدی میزان جذابیت صندوق	۱۴۱۰	۱۴۱۰	۸۵/۰
۹	افزایش ۲۳ درصدی نرخ زادوولد و افزایش ۲ درصدی میزان جذابیت صندوق	۱۴۱۶	۱۴۱۰	۰/۸۳

بحث و نتیجه‌گیری

وجود چالش‌های متعدد پیش روی صندوق‌های بازنشستگی، مانند تغییرات هرم جمعیتی، تورم، رقابتی شدن صندوق‌ها، افزایش طول عمر و همچنین، کاهش نسبت پشتیبان در کشور ایران، بر عملکرد صندوق‌های بازنشستگی اثرهای شایان توجهی خواهد گذاشت. از این رو، در این پژوهش بر ریسک‌های تغییرات جمعیتی، به‌عنوان چالش اصلی تمرکز شد. ارائه یک مدل شبیه‌سازی پویایی‌شناسی سیستم‌ها، می‌تواند سیاست‌گذاران و مدیران بخش بازنشستگی را در تصمیم‌گیری و چگونگی اجرای سیاست‌های مختلف جهت بررسی وضعیت پایداری صندوق بازنشستگی و مصونیت از ریسک‌های موجود یاری دهد. به‌طور خلاصه، دغدغه‌ای که امروزه با عنوان بحران صندوق‌های بازنشستگی شناخته می‌شود، چیزی جز فزونی مصارف بر منابع صندوق‌های بازنشستگی نیست و با توجه اهمیت این موضوع، در پژوهش حاضر، علاوه بر مدل‌سازی سیستم منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی سازمان تأمین اجتماعی ایران، به بررسی تعادل منابع و مصارف و نسبت پشتیبان در صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی پرداخته شد.

وضعیت موجود این صندوق از لحاظ اقتصادی، جمعیتی و ساختار تأمین مالی، با استفاده از روش پویایی سیستم شبیه‌سازی شد و بر اساس سناریوهای جمعیتی و سیاست‌های پیشنهادی، از این وضعیت ارزیابی‌هایی به عمل آمد. در مدل شبیه‌سازی، سناریوپردازی، سیاست‌گذاری و اصلاحات پارامتریک در افق زمانی ۵۰ ساله انجام گرفت. در ادامه، بر اساس نظر خبرگان و نتایج تحلیل حساسیت، ۹ سناریو طراحی شد و اثر آنها روی متغیرهای میزان نقدینگی و نسبت

پشتیبان، به عنوان مؤثرترین متغیرهای کلیدی برای پیش‌بینی وضعیت پایداری صندوق بررسی و شبیه‌سازی شد. با توجه به نتایج پژوهش، افزایش ۲ درصدی نرخ کسورات در صندوق‌های بازنشستگی در کوتاه‌مدت، بیشترین اثر مثبت را در میزان نقدینگی می‌گذارد و بحران نقدینگی را به تأخیر می‌اندازد؛ اما در بلندمدت، به‌علت ناتوانی بیمه‌گذاران به پرداخت بیشتر حق بیمه، از جذابیت صندوق کاسته می‌شود و میزان نقدینگی کاهش می‌یابد. به‌طور مشابه، افزایش ۱۰ درصدی میزان جذابیت صندوق به‌عنوان پارامتر درون‌مرزی، برای به تأخیر انداختن وقوع بحران نسبت پشتیبان، بهترین سیاست خواهد بود. بررسی نسبت پشتیبان در سال ۱۴۵۰ نشان می‌دهد که با اجرای سناریوهای ۸ و ۱، بهترین عملکرد برای نسبت پشتیبان حاصل می‌شود. از طرفی، در صورت تحقق سناریوی ۳، بدترین حالت ممکن برای نسبت پشتیبان رخ خواهد داد. به‌طور مشابه با بررسی نسبت پوشش مصارف برحسب منابع در سال ۱۴۳۰، ملاحظه می‌شود که سناریوهای ۹ و ۸، بهترین عملکرد را نشان خواهند داد.

نتایج به‌دست‌آمده از شبیه‌سازی سیستم منابع و مصارف صندوق بازنشستگی نشان می‌دهد که در صورت تداوم روند فعلی، بحران بازنشستگی در آینده‌ای نزدیک به وقوع می‌پیوندد. از طرفی، بررسی سناریوهای مختلف نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، افزایش نرخ کسورات و نرخ جذابیت، بیشترین اثر را روی پایداری صندوق می‌گذارد؛ اما در بلندمدت، به‌علت اثر معکوس افزایش نرخ کسورات در پرداخت حق بیمه‌ها، این عامل باعث کاهش جذابیت صندوق شده و در عمل، متغیرهای جمعیتی بیشترین تأثیر را بر پایداری صندوق‌ها خواهند داشت.

مدل بررسی‌شده در پژوهش حاضر، ابرسیستمی است که با توسعه زیرسیستم‌های پژوهش‌های پیشین، در مقایسه با یافته‌های سپیری و همکاران (۲۰۱۴)، یواس و باجاکسیزلر (۲۰۱۰) و بیوگرو و جاگالسکی (۲۰۰۳)، خروجی دقیق‌تر و کاربردی‌تری ارائه کرده است.

انجام مطالعات در زمینه حفظ تعادل منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی و ارائه نتایج آن به مدیران بخش‌های مختلف سازمان تأمین اجتماعی و مدیران استراتژیک صندوق‌ها و همچنین مدیران ذی‌ربط در سایر بخش‌های دولتی که تصمیم‌گیری آنها به هر نحو روی عملکرد صندوق مؤثر است، به شفاف‌سازی عملکرد سیستم‌های مربوطه منجر می‌شود و مدیران را در اتخاذ تصمیم‌های بهتر یاری می‌دهد. از سوی دیگر، کمبود و گرایش کمتر مطالعات مربوط به مدیریت و حفظ تعادل منابع و مصارف در صندوق‌های بازنشستگی با رویکردهای تصادفی، به‌خصوص پویاشناسی سیستم که برای محیط‌های بسیار پیچیده کاربرد دارد، در ترویج رویکردهای کمی، کیفی و قابلیت پیش‌بینی با افق بلندمدت در حل مسئله تخصیص دارایی و بدهی، کمک شایان توجهی می‌کند. مطالعه حاضر با ارائه مدل پویایی سیستم‌ها و ارزیابی سازوکار صندوق‌های بازنشستگی، ادبیات نظری مربوط به صندوق‌های بازنشستگی، به‌ویژه تعادل منابع و مصارف صندوق‌ها را توسعه داده است.

مدل شبیه‌سازی‌شده در پژوهش حاضر، این قابلیت را دارد که هم در بخش مبانی و هم در بخش مدل‌سازی و شبیه‌سازی، با افزایش زیرسیستم‌هایی همچون سرمایه‌گذاری، درمان، مطالبات دولت و بیمه بیکاری بهبود یابد و نتایج دقیق‌تری ارائه دهد. با توجه به قابلیت تعمیم‌پذیری مدل شبیه‌سازی‌شده این پژوهش، می‌توان این مدل را در سازمان‌ها و صندوق‌های مشابه پیاده‌سازی کرد.

منابع

- آذر، عادل؛ صفری، محمد (۱۳۹۵). شناسایی عوامل مؤثر بر پایداری طرح‌های بازنشستگی خصوصی با استفاده از رویکرد ترکیبی متدولوژی سیستم‌های نرم و نگاشت شناختی فازی. *فصلنامه انجمن علوم مدیریت ایران*، ۱۱ (۴۳)، ۵۸-۲۱.
- ابراهیمی سروعلیا، محمد حسن؛ صابونچی، امین (۱۳۹۸). نقش عوامل جمعیت‌شناختی در تبیین تحمل ریسک سرمایه‌گذاران حقیقی و رفتار ریسک‌پذیری آنان. *دانش سرمایه‌گذاری*، ۸ (۳۲)، ۲۱۷-۲۳۴.
- اسماعیلیان، مجید؛ علی محمدی کمال‌آبادی، مسلم (۱۳۹۳). ارزیابی تصمیم‌های سرمایه‌گذاری با استفاده از پویایی سیستم و اختیارات سرمایه‌گذاری واقعی (مورد مطالعه: در شرکت تولید باطری خودرو). *فصلنامه مدیریت دارایی و تأمین مالی*، ۳ (۱)، ۲۲-۱.
- انصاری، محمد علی؛ فلاحتی، علی؛ دل‌انگیزان، سهراب (۱۳۹۶). مدل‌سازی و تحلیل راهبردی بحران بازنشستگی در ایران با رویکرد نظریه بازی‌ها. *بهبود مدیریت*، ۱۱ (۱)، ۶۱-۹۲.
- ایزدبخش، حمیدرضا؛ سلیمان‌زاده، احمد؛ داوری اردکانی، حامد؛ زرین‌بال، معصومه (۱۳۹۶). مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی با رویکرد سیستمی در محیط فازی. *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۸ (۲۹)، ۲۰۱-۲۳۹.
- پروندی، یحیی؛ بلباسی، میثم (۱۳۹۹). بحران در صندوق‌های بازنشستگی تأمین اجتماعی و امنیت ملی ج.ا.ایران. *راهبرد/اجتماعی فرهنگی*، ۹ (۳)، ۱۰۳-۱۳۵.
- چهارمحالی، حسن؛ طالبیان، احمدرضا؛ اسدیگی، هادی (۱۳۹۶). شناسایی عوامل بروز بحران و چالش‌های موجود در نظام بازنشستگی ایران، همایش بین‌المللی مدیریت و حسابداری ایران، بابل.
- حیبی، حمید (۱۳۸۳). مدل‌سازی مفهومی مدیریت دارایی‌ها / بدهی‌ها در شرکت‌های بیمه. *فصلنامه صنعت بیمه*، ۱۹ (۲)، ۵-۲۸.
- ریبی، علی؛ عسگریان، علیرضا (۱۳۹۸). ارائه الگوی راهبردی اداره امور بازنشستگی کشوری. *مطالعات مدیریت راهبردی دفاع ملی*، ۳ (۱۱)، ۹۱-۱۲۸.
- رستم‌زاد منصور، مرجان؛ چهارمحالی، حسن (۱۳۹۷). نقش اصلاحات صندوق‌های بازنشستگی در جلوگیری از چالش‌ها و بحران‌های مالی. *چهارمین سمپوزیوم بین‌المللی علوم مدیریت*، تهران.
- رضوی، سید مهدی (۱۳۹۷). *برنامه‌ریزی بلندمدت تخصیص دارایی با رویکرد تحلیل سناریو در صندوق‌های بازنشستگی*. دانشگاه علامه طباطبائی.
- رعنایی کردشولی، حبیب‌اله؛ دانشور، وحید (۱۳۹۰). طراحی مدل جامع تعالی منابع انسانی با استفاده از روش فراترکیب کیفی. *فصلنامه علمی مطالعات منابع انسانی*، ۱ (۱)، ۱-۲۰.
- روغنی زاده، مصطفی (۱۳۸۴). *تحلیل صندوق بازنشستگی کشوری*، تهران: انتشارات صحفی.
- صفری، محمد (۱۳۹۷). بررسی پایداری طرح‌های بازنشستگی خصوصی ترکیبی با استفاده از رویکرد تلفیقی نگاشت شناختی فازی و پویایی سیستمی. *پژوهشنامه بیمه (صنعت بیمه)*، ۳۳ (۳)، ۸۱-۱۰۴.
- طوطیان اصفهانی، صدیقه؛ خدیاری، فرانک؛ ورمزیا، لیلیا (۱۳۹۷). شناسایی و رتبه‌بندی موانع چابک‌سازی سازمان تأمین اجتماعی. *فصلنامه علمی مطالعات منابع انسانی*، ۸ (۳)، ۲۳-۴۴.
- عابدی جعفری، حسن؛ تسلیمی، محمدسعید؛ فقیهی، ابوالحسن؛ شیخ‌زاده، محمد (۱۳۹۰). تحلیل مضمون و شبکه مضامین: روشی ساده و کارآمد برای تبیین الگوهای موجود در داده‌های کیفی. *اندیشه مدیریت راهبردی (اندیشه مدیریت)*، ۵ (۲)، ۱۵۱-۱۹۸.

- عزیزی، امیر؛ سپهوندی، محمدعلی؛ پیدا، نگین؛ محمدی، جواد (۱۳۹۴). بررسی رویکردی مؤثر به پیری: مطالعه نظریه داده‌بنیاد. *سالنامه*، ۱۰(۴)، ۸۸-۱۰۱.
- عطاریان، ایراندخت (۱۳۹۰). *چالش‌های صندوق بازنشستگی کشوری و راهبردهای برون رفت از آن*. صندوق بازنشستگی کشوری.
- فرتوک‌زاده، حمیدرضا؛ ذوالفقاریان، محمدرضا (۱۳۹۰). تبیین مبانی فلسفی مطالعات پویایی شناسی سیستم با استفاده از رویکرد استقرایی: طبقه‌بندی پارادایمی از مدل‌های مطالعات پویایی شناسی سیستم. *اندیشه مدیریت راهبردی (اندیشه مدیریت)*، ۱۵(۱)، ۱۶۸-۱۲۵.
- فرتوک‌زاده، حمیدرضا؛ رجبی نهوجی، میثم؛ بایرامزاده، سونا (۱۳۹۲). بحران فزونی مصارف نسبت به منابع. *مطالعات مدیریت راهبردی*، ۴(۱۵)، ۱۳۱-۱۵۶.
- فرزانه، مجید؛ ره‌کوی، علیرضا (۱۳۹۵). *صندوق بازنشستگی. اولین کنفرانس بین‌المللی مدیریت، حسابداری، علوم تربیتی و اقتصاد مقاومتی؛ اقدام و عمل، ساری*.
- قاسمی، محبتی (۱۳۸۸). *بازارهای مالی و توسعه اقتصادی، نگاهی به نقش سیستم‌های مستمری بر بازارهای مالی و توسعه اقتصادی*. واحد مطالعات و تحقیقات بیمه‌ای مؤسسه حسابرسی صندوق بازنشستگی کشوری.
- قوبدل، صالح؛ میرغیاثی، نسیم (۱۳۹۶). پیری جمعیت، امید به زندگی و رشد اقتصادی. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۲(۷۳)، ۱۵۹-۱۹۶.
- مرکز آمار ایران (۱۳۹۷). *گزارش پیش‌بینی جمعیت بر اساس سناریوهای مختلف جمعیتی تا سال ۱۴۳۰*.
- میر، سید جواد؛ گنجیان، مهدی؛ فروهش تهرانی، غلامرضا (۱۳۹۳). چالش‌ها و راهکارهای صندوق‌های بازنشستگی در ایران: مطالعه موردی صندوق بازنشستگی جهاد کشاورزی. *سیاست‌های راهبردی و کلان*، ۲(۷)، ۱۱۱-۱۳۹.
- نیک‌پور، عامر؛ حسنعلی‌زاده، میلاد (۱۳۹۸). تحلیل الگوهای فضایی شاخص‌های سالمندی جمعیت در شهر بابل. *مطالعات توسعه اجتماعی - فرهنگی*، ۱(۱)، ۳۱-۹.

References

- Alaminos, E., Ayuso, M., & Guillen, M. (2020). *Demographic and social challenges in the design of public pension schemes*. In *Economic Challenges of Pension Systems* (pp. 33-55). Springer, Cham.
- Albrecher, H., Bauer, D., Embrechts, P., Filipović, D., Koch-Medina, P., Korn, R., ... & Wagner, J. (2018). Asset-liability management for long-term insurance business. *European Actuarial Journal*, 8(1), 9-25.
- Alexander, N., Marina, K., Aidai, Z. K., & Andrey, S. (2018). Institutional risks: General principles of influence on pension systems. In *Eurasian Business Perspectives* (pp. 357-365). Springer, Cham.
- Ansari, M, Falahati, A., & Del Angizan, S. (2017). Modeling and strategic analysis of the pension crisis in Iran with a game theory approach. *Management Improvement*, 11(1), 61-92. (in Persian)
- Attarian, A. (2011). Challenges of the state pension fund and exit strategies. *State Pension Fund*. (in Persian)

- Azar, A., & Safari, M. (2016). Identifying factors affecting the sustainability of private retirement plans using a combined approach to soft systems methodology and fuzzy cognitive mapping. *Iranian Journal of Management Sciences Quarterly*, 11(43), 21-58. (in Persian)
- Azizi, A., Sepahvandi, M., Peyda, N., & Mohammadi, J. (2015) Investigating an effective approach to aging: A study of data-based theory. *Elderly: Iranian Journal of Aging*, 10(4), 88-101. (in Persian)
- Basu, S. & Nath Mukherjee, K. (2020). *Asset-liability management*. Available in: https://www.nibmindia.org/static/training_program/ALM-Basu-Sep%2027-Oct%202.pdf
- Chaharmahali, H., Talebian, A., & Asadbeigi, H. (2017). Identifying the causes of crisis and challenges in the Iranian pension system. *International Conference on Management and Accounting in Iran, Babol*. (in Persian)
- Chaim, R. M. (2006). Combining ALM and system dynamics in pension funds. *The 24th International Conference of System Dynamics Society*, Netherlands.
- Chaim, R.M. (2007). Combining ALM and system dynamics in pension funds. *online Proc of the 24th International Refereed Conference of System Dynamics Society*, Netherlands.
- Chaim, R. and Ermes Streit, R. (2008). Pension funds governance: combining SD, Agent based modeling and fuzzy logic to address dynamic asset and liability management (ALM) problem. *In Proceedings of the 26th International Conference of the System Dynamics Society*.
- Consigli, G., Kuhn, D., & Brandimarte, P. (2017). Optimal financial decision making under uncertainty. *In Optimal financial decision making under uncertainty* (pp. 255-290). Cham: Springer.
- Cui, X. Y., Gao, J. J., Li, X., & Li, D. (2014). Optimal multiperiod mean-variance policy under no-shorting constraint. *European Journal of Operational Research*, 234(2), 459-468. doi:10.1016/j.ejor.2013.02.040
- De La Torre-Torres, O. V., Alvarez-Garcia, J., Santillan-Salgado, R. J., & Lopez, F. (2019). Potential improvements to pension funds performance in Mexico. *Revista ESPACIOS*, 40(30).
- Ebbinghaus, B. (2021). Inequalities and poverty risks in old age across Europe: The double-edged income effect of pension systems. *Social Policy & Administration*, 55(3), 440-455.
- Ebrahimi Sarwalia, M. H., & Sabounchi, A. (2019). The role of demographic factors in explaining the risk tolerance of real investors and their risk-taking behavior. *Investment Knowledge*, 8(32), 217-234. (in Persian)
- Erwin, K., Abubakar, E., & Muda, I. (2018). The relationship of lending, funding, capital, human resource, asset liability management to non-financial sustainability of rural banks (BPRs) in Indonesia. *Journal of Applied Economic Sciences*, 13(2).
- Fartoukzadeh, H., & Zolfagharian, M. (2011). Explaining the Philosophical foundations of system dynamics studies using inductive approach: A paradigm classification of system dynamics studies models. *Strategic Management Thought (Management Thought)*, 5(1), 125-168. (in Persian)

- Fartoukzadeh, H., Rajabi Nahoji, M., & Bayramzadeh, S. (2013). The crisis of increasing spending relative to resources, *Strategic Management Studies*, 4(15), 131- 156. (in Persian)
- Farzaneh, M., & Rahkooi, A. S. (2016). Pension fund. *First International Conference on Management, Accounting, Educational Sciences and Resistance Economics; Action and practice*, Sari. (in Persian)
- Ferstl, R., & Weissensteiner, A. (2011). Asset-liability management under time-varying investment opportunities. *Journal of Banking & Finance*, 35, 182-192. doi: 10.1016/j.jbankfin.2010.07.028
- Ghavidel, S., & Mirqeyasi, N. (2017). Population aging, life expectancy and economic growth. *Iranian Economic Research*, 22(73), 159-196. (in Persian)
- Gunnarsson, B. (2013). *Risk management in Almenni collective pension fund*. Thesis of Master of Science in Financial Engineering, the School of Science and Engineering at Reykjavík University.
- Habibi, H. (2004). Conceptual modeling of asset / debt management in insurance companies. *Insurance Industry Quarterly*, 2(74), 5-28. (in Persian)
- Ismailian, M., & Ali Mohammadi Kamalabadi, M. (2014). Evaluation of investment decisions using the dynamics of the system and real investment authority (studied in the car battery company). *Quarterly Journal of Asset Management and Financing*, 3(1), 1-22. (in Persian)
- Izadbakhsh, H., Soleimanzadeh, A., Davari Ardakani, H., & Zarrinbal, M. (2017). Asset and debt management in pension funds with a systemic approach in a fuzzy environment. *Economic Modeling Research*, 8 (29), 201-239. (in Persian)
- Lassila, J. (2018). Aggregate risks, intergenerational risk-sharing and fiscal sustainability in the finnish earnings-related pension system (No. 57). *ETLA Working Papers*.
- Li, D., Shen, Y., & Zeng, Y. (2018). Dynamic derivative-based investment strategy for mean-variance asset-liability management with stochastic volatility. *Insurance: Mathematics and Economics*, 78, 72-86.
- Li, X., Wu, X., & Yao, H. (2020). Multi-period asset-liability management with cash flows and probability constraints: A mean-field formulation approach. *Journal of the Operational Research Society*, 71(10), 1563-1580.
- Markowitz, H. (1959). *Efficient Diversification of Investments*. New York: Wiley.
- Mir, J., Ganjian, M., & Forouhesh Tehrani, Gh. (2014). challenges and strategies of pension funds in iran: A Case Study of Jihad Keshavarzi Pension Fund. *Strategic and Macro Policies*, 2(7), 111-139. (in Persian)
- Nepp, A., Larionova, V., Okhrin, O., & Seseikin, A. (2018). Optimal pension system: case study. *Journal of Scientific Papers Economics & Sociology*, 11(1), 267-292.
- Nikpour Amer Hassanalizadeh, M. (2018). Analysis of spatial patterns of population aging indicators in the city of Babol. *Socio-Cultural Development Studies*, 8(1), 9-31. (in Persian)
- Pachamanova, D., Gülpınar, N., & Çanakoğlu, E. (2017). Robust approaches to pension fund asset liability management under uncertainty. In *Optimal Financial Decision Making under Uncertainty* (pp. 89-119). Springer, Cham.

- Pan, J., & Xiao, Q. (2017). Optimal mean-variance assetliability management with stochastic interest rates and inflation risks. *Mathematical Methods of Operations Research*, 85(3), 491-519. doi:10.1007/s00186-017-0580-6
- Parvandi, Y., Balbasi, M. (2020). Crisis in social security and national security pension funds of the Islamic Republic of Iran. *Socio-Cultural Strategy*, 9(3), 103-135. (in Persian)
- Qasemi, M. (2009). Financial markets and economic development, a look at the role of continuing systems in financial markets and economic development. *Insurance Studies and Research Unit of the Audit Institute of the National Pension Fund*. (in Persian)
- Rabiee, A., & Asgarian, A. (2018). Research article: Presenting the strategic model of the state pension administration. *Quarterly Journal of National Defense Strategic Management Studies*, 3 (11), 91-128. (in Persian)
- Ranaei Kurdsholi, H., & Daneshvar, A. (2011). Designing a comprehensive model of human resource excellence using a qualitative meta-combination method. *Journal of Human Resource Studies* 1(1), 1-20. (in Persian)
- Razavi, M. (2016). *Long-term planning of asset allocation with a scenario analysis approach in pension funds*. Allameh Tabatabai University. (in Persian)
- Roghnizadeh, M. (2005). *Analysis of the national pension fund*. Tehran: Sahafi Publications. (in Persian)
- Rostamzad Mansour, M., & Chaharmahali, H., (2018). The role of pension fund reforms in preventing financial challenges and crises. *4th International Symposium on Management Sciences*, Tehran. (in Persian)
- Safari, M. (2018). Sustainability of hybrid private pension plans based on fuzzy cognitive mapping and system dynamics. *Sanaat-e-bimeh*, 33(3), 81-104. (in Persian)
- Sapiri, H., Kamil, A. A., & Tahar, R. M. (2014). System dynamics approach as a risk management tool in analyzing pension expenditure: The case of Malaysian employees public pension plan. *The Singapore Economic Review*, 59(05), 1450046.
- Shao, W., Hao, Y., Chen, K., & Liu, B. (2013). Study on China's pension gap based on system dynamics. *International Journal of Engineering and Industries*, 4(4), 27.
- Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: tools for learning in a complex world. *California Management Review*, 43(4), 8-25.
- Tootian Isfahani, S., Khodayari, F., & Vermezia, L. (2018). Identify and rank the barriers to agility of the Social Security Organization. *Journal of Human Resources Studies*, 8(3), 23-44. (in Persian)
- Viehweger, B., & Jagalski, T. (2003). The reformed pension system in Germany, a system dynamics model for the next 50 years. In *21st System Dynamics Conference Proceeding* 191(10).
- World Bank (2014). World development indicators 2014. Available in: <https://elibrary.worldbank.org/doi/abs/10.1596/978-1-4648-0163-1>
- Yavas, M., & Bacaksizlar, G. (2010). Financial sustainability of social security institutions. *28st International Conference of System Dynamics*.