

## Research Paper

# Modeling and Simulation of the Stability of Pension Funds Based on Salary Risks and Capital Rate of Returns Using System Dynamics Approach (Social Security Organization Case Study)

Hassan Chaharmahali<sup>1</sup> , Hamidreza Izadbakhsh<sup>\*2</sup> , Hamidreza Kordlouie<sup>3</sup> , Mirfeiz Fallah Shams<sup>4</sup> 

<sup>1</sup> PhD Student in Financial Management, Islamic Azad University, Science and Research Branch, Faculty of Management and Economics, Department of Financial Management, Tehran.

<sup>2</sup> Department of Industrial Engineering, Faculty of Engineering, Kharazmi University, Tehran, Iran.

<sup>3</sup> Associate Professor, Islamshahr Azad University, Department of Financial Business.

<sup>4</sup> Associate Professor, Islamic Azad University, Tehran Branch, Center for Financial Management.



10.22080/jem.2022.22520.3651

**Received:**

October 26, 2021

**Accepted:**

December 21, 2022

**Available online:**

December 27, 2022

**Keywords:**

Pension Fund, Balance of Resources and Expenditures, Systems Dynamics Simulation, Salary and pension Risk, Capital Rate Risk

## Abstract

In the last century, various countries around the world, including Iran, have encountered a change in pension systems through the creation of pension funds to provide and manage pension assets, as well as the payment of pension benefits through these assets. The performance of pension funds and its financial condition affect on the future of million people. Since pension funds are the main players in the political, social and economic spheres of the country, the crisis related to these funds and the lack of appropriate strategies to manage this crisis, the stability of the economic, social and political spheres. It poses serious dangers to the country. On the other hand, risks such as salary rates, master rates, as well as the rate of return on investments of social security funds can be of special interest to industry managers. In this study, first, the factors affecting the balance of pension funds have been identified. Then, the systems dynamics method is used to model, simulate and finally evaluate the financial balance of pension funds. The simulation was performed in Vansim software in a time horizon of 70 years. The resource and expenditure of pension funds simulation results show that there would be a crisis in the pension funds, if managers accept the current situation of the system. Meanwhile, the evaluation of different scenarios at the end of the simulation has shown that increasing the rate of return and wage rate has the most positive effect and increasing the rate of higher paid pensions has a negative effect on the stability of the fund.

**\*Corresponding Author:** Hamidreza Izadbakhsh

**Address:** Department of Industrial Engineering,  
Faculty of Engineering, Kharazmi University, Tehran,  
Iran.

**Email:** [hizadbakhsh@khu.ac.ir](mailto:hizadbakhsh@khu.ac.ir)

## Extended abstract

### 1. Introduction

One of the goals of a country's pension system is to maintain the financial stability of pension funds. Asset management in these funds should be so that they can meet their current and future obligations without the need for another source of income (Mir et al., 2014). To achieve this goal, it is necessary for financial experts to periodically monitor the status of pension funds, and, if necessary, propose amendments to the funds. The liquidity crisis of the funds due to the increase of expenditures in relation to the received resources, the demographic risks of the country due to the aging of the population, and the decrease of the birth rate, as well as the unfavorable return of the pension fund investments can lead to one of the main crises in the country. Hence, in the Sixth Development Plan, the crisis in pension funds has been placed as one of the three main challenges along with the water and environmental crisis (Parliament Empowerment Plan, 2020). There are several challenges facing the country's pension funds, including demographic change and increasing life expectancy, the exceed of the number of pensioners over the employees, the lack of efficient investment management, and the lack of sound investment policies based on practical principles (Chaharmahali et al., 2021).

### 2. Research Method

In this research, the existing and massive data of pension funds, social security organization, and statistics center that are created continuously have been used. It also completes the semi-structured interviews with experts and policymakers in the pension sector. The time horizon of this simulated model is a period of 70 years

from 2002 to 2071. To simulate the mechanism of social security pension funds, the method of systems dynamics in Wensim Software has been used.

### 3. Results

The model studied in this paper has five subsystems that are divided into two series. The first series of subsystems outside the Social Security Organization includes the subsystems of population and macroeconomics and the second series of subsystems within the organization include the subsystems of employees and employers, pension and performance. The main focus of this paper is on pension subsystems, macroeconomics, and performance. The validation of the systems dynamics model is then performed to ensure the accuracy and usefulness of the model designed in the research. In this research, the most widely used methods, including limit method, past behavior reproduction, and error calculation test have been used. Then, the sensitivity of key variables, including total resources, liquidity, and fund capital to the parameters of investment rate of return, salary rate, and pension rate has been measured. For this purpose, these parameters have been changed by ten percent and their effect on key research variables has been investigated.

The results show that increasing the wage rate and keeping the pension rate constant will create an ideal situation for the system and will not cause a crisis in the fund's liquidity and capital. Hence, the ideal scenario of choice are scenarios 2 and 6. Moreover, the results have shown that a 10% increase in the return on investment compared to the other scenarios presented in this article will cause the fund's capital to face a crisis at a later time. Also, the results of evaluating

the research scenarios on the fund's capital variable in the software have shown that if the current trend continues until 2051, the pension fund will not face a crisis and can cover the liquidity deficit (excess of expenditures over total resources) from the fund's capital. Give. The simulation shows that scenarios 2 and 6 show the best situation for the fund's capital, respectively, so that the fund will not face a crisis until 2051. In contrast, the results of the proposed scenarios show the worst situation for the fund's capital variable, respectively. The implementation of scenarios 3 and 5 shows the crisis in 2040 and 2050.

#### 4. Conclusion

In this paper, the current situation of the state pension fund in terms of economy, financing structure, and competitiveness is examined using the simulation system dynamics method based on inflation and investment scenarios and proposed policies. Scenario-making and policy-making have been done in a 50-year time horizon in the simulation model. In the following, 9 scenarios have been designed

based on the opinion of experts and analysis of sensitivities and their effect on the variables of liquidity, fund capital, and support ratio as the most effective key variables to predict the stable status of the fund has been investigated. The results obtained from the simulation of the resources and expenditures system of the pension fund of the Social Security Organization indicate the occurrence of a pension crisis in the case of the presence of the current status of the fund continues in the near future (1410). The results also show that the fund's liquidity is the best in scenarios 6 and 2 and the worst in scenario 3. Finally, the fund's capital variable has shown the best results in scenarios 2 and 6 and the worst results in scenarios 3 and 5. In addition, the evaluation of research scenarios has shown that a 10% increase in investment returns and wage growth has had the greatest impact on the sustainability of the pension funds. In contrast, a 10 percent increase in the pension growth rate will further upset the fund's balance sheet and cause the fund to face a crisis in less time.

#### Resources

Referral Commission, (2020). Empowerment and sustainability plan of the Social Security Organization reference. (In Persian)

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. (In Persian)*

Mir Ebrahimi, R., & Jahanfar, N. (2019). *Resource allocation strategies in selected pension funds*. Saba Pension Strategic Institute (1<sup>st</sup> Eds.). (In Persian)

## علمی پژوهشی

# مدل‌سازی و شبیه‌سازی وضعیت پایداری صندوق‌های بازنشستگی بر اساس ریسک‌های حقوق و دستمزد و نرخ بازده سرمایه با رویکرد پویاشناسی سیستم‌ها (مورد مطالعه سازمان تأمین اجتماعی)

حسن چهارم‌حالی<sup>۱</sup>، حمیدرضا ایزد بخش<sup>۲\*</sup>، حمیدرضا کردلویی<sup>۳</sup>، میرفیض فلاح شمس<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری مدیریت مالی، دانشگاه آزاد اسلامی، واحد علوم و تحقیقات، دانشکده مدیریت و اقتصاد گروه تخصصی مدیریت مالی، تهران.

<sup>۲</sup> عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی صنایع دانشکده فنی و مهندسی دانشگاه خوارزمی، تهران

<sup>۳</sup> دانشیار دانشگاه آزاد اسلامشهر، گروه بازرگانی مالی

<sup>۴</sup> دانشیار دانشگاه آزاد اسلامی واحد تهران مرکز گروه مدیریت مالی

 10.22080/jem.2022.22520.3651

## چکیده

در قرن اخیر، کشورهای مختلف در سطح دنیا از جمله ایران شاهد تحولی در سیستم‌های بازنشستگی از طریق ایجاد صندوق‌های بازنشستگی برای تأمین و اداره دارایی‌های بازنشستگی و نیز پرداخت مزایای بازنشستگی از طریق این دارایی‌ها بود. عملکرد و وضعیت مالی صندوق‌های بازنشستگی بر آینده میلیون‌ها نفر تأثیر دارد. از آنجایی که صندوق‌های بازنشستگی از بازیگران اصلی حوزه‌های سیاسی، اجتماعی و اقتصادی کشور به شمار می‌روند، به همین دلیل بحران مربوط به این صندوق‌ها و عدم اتخاذ راهبردهای مناسب در ارتباط با مدیریت این بحران ثبات حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور را با مخاطراتی جدی روبه‌رو می‌کند. از طرفی ریسک‌هایی چون نرخ حقوق و دستمزد، نرخ مستری و همچنین نرخ بازده سرمایه‌گذاری‌های صندوق‌های تأمین اجتماعی می‌تواند مورد توجه ویژه مدیران این صنعت باشد. در این تحقیق نخست عوامل مؤثر روی تعادل صندوق‌های بازنشستگی شناسایی شده است. سپس از روش پویایی سیستم‌ها به منظور مدل‌سازی، شبیه‌سازی و در نهایت ارزیابی تعادل مالی صندوق‌های بازنشستگی استفاده شده است. شبیه‌سازی یاد شده در نرم‌افزار ونسیم و در یک افق زمانی ۷۰ ساله انجام شده است. نتایج حاصل از شبیه‌سازی سیستم منابع و مصارف صندوق بازنشستگی نشان داده است بروز بحران بازنشستگی در وضعیت فعلی صندوق در آینده‌ای نزدیک خواهد بود. همچنین ارزیابی سناریوهای مختلف در انتهای شبیه‌سازی نشان داده است که افزایش نرخ بازده و نرخ دستمزد بیشترین اثر مثبت و افزایش نرخ مستمری‌های پرداختی بیشتری تأثیر منفی را بر پایداری صندوق دارد.

## تاریخ دریافت:

۴ آبان ۱۴۰۰

## تاریخ پذیرش:

۳۰ آذر ۱۴۰۱

## تاریخ انتشار:

۶ دی ۱۴۰۱

## کلیدواژه‌ها:

صندوق بازنشستگی، تعادل منابع و مصارف، شبیه‌سازی سیستم‌های پویا، ریسک دستمزد و مستری، ریسک نرخ بازده سرمایه

\* نویسنده مسئول: حمیدرضا ایزد بخش

آدرس: عضو هیئت‌علمی گروه مهندسی صنایع دانشکده فنی و ایمیل: [hizadbakhsh@khu.ac.ir](mailto:hizadbakhsh@khu.ac.ir)

مهندسی دانشگاه خوارزمی، تهران

## ۱ مقدمه

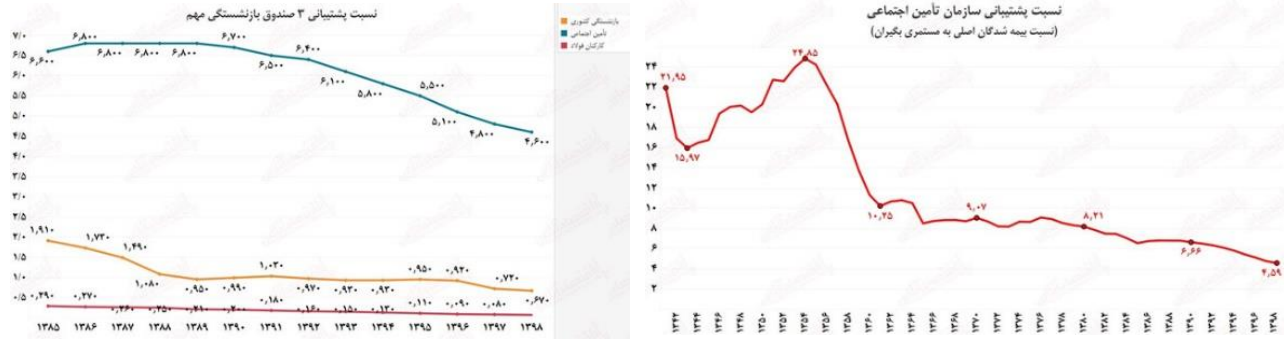
بازنشستگی را به عنوان یکی از سه ابر چالش اساسی در کنار بحران آب و محیط زیست قرار داده است (طرح توانمندسازی مجلس، ۱۳۹۹). با این وجود، امروزه یکی از مهم‌ترین انتقاداتی که از جانب سیاست‌گذاران و برنامه ریزان به مدیران صندوق در دوره‌های مختلف می‌شود، این است که اگر صندوق‌های دارایی‌های خود را در مسیری صحیح سرمایه‌گذاری می‌کرد، بحران امروز گریبان گیر این نهاد نمی‌شد (گلاب و جعفری، ۱۳۹۶؛ فرتوک و همکاران، ۱۳۹۰).

صندوق‌های بازنشستگی دولتی در ایران از جمله صندوق تأمین اجتماعی، از نوع مزایای معین (DB) هستند و صرف نظر از میزان آورده اعضا، صندوق تعهد پرداخت میزان مشخصی از مزایا به بازنشستگان دارد. در نتیجه، کاهش سن بازنشستگی یا افزایش سن بازنشستگان پس از سن بازنشستگی، مدیریت منابع و مصارف این صندوق‌ها را با چالش اساسی مواجه می‌سازد. چالش‌های متعددی پیش روی صندوق‌های بازنشستگی کشور قرار دارد که از آن جمله می‌توان به تغییرات جمعیتی و افزایش عمر، پیشی گرفتن تعداد مستمری‌بگیران از تعداد شاغلین، عدم مدیریت سرمایه‌گذاری کارآمد و نبود سیاست‌های سرمایه‌گذاری صحیح و مبتنی بر اصول عملی اشاره نمود (چهارمحالی و همکاران، ۱۴۰۰). در این سیستم حق بیمه شاغلان کنونی (نسل جاری) به مصرف بازنشستگان کنونی می‌رسد و سود حاصل از سرمایه‌گذاری تأثیر چندانی در تأمین تعهدات ندارد. یکی از شاخص‌هایی که وضعیت جمعیتی صندوق‌های بیمه‌ای را به خوبی به تصویر می‌کشد، شاخص نسبت پشتیبان است. بر اساس نمودار شماره ۱، این شاخص که از تقسیم تعداد بیمه‌شدگان اصلی بر تعداد مستمری‌بگیران برحسب پرونده حاصل می‌شود طی چهل سال گذشته روند کاهش داشته و از رقم ۲۵/۲ سال ۱۳۴۰ به ۴/۵ در پایان سال ۱۳۹۸ رسیده است.

یکی از اهدافی که در نظام بازنشستگی یک کشور دنبال می‌شود، حفظ پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی است. مدیریت دارایی‌ها در این صندوق‌ها باید به گونه‌ای باشد که بتوانند تعهدات جاری و آتی خود را بدون نیاز به منبع درآمدی دیگری برآورده سازند (میر و همکاران، ۱۳۹۳). برای دستیابی به این هدف لازم است کارشناسان مالی وضعیت صندوق‌های بازنشستگی را به طور متناوب رصد کنند و در صورت لزوم اصلاحاتی را برای صندوق‌ها پیشنهاد دهند. به طور کلی نظام بازنشستگی زیر مجموعه‌ای از سیاست‌های حمایت اجتماعی محسوب می‌شوند. صندوق‌های بازنشستگی در کشور از اصلی‌ترین بازیگران حوزه تأمین اجتماعی کشور به شمار رفته و دارای آثار مهم اجتماعی، سیاسی و اقتصادی می‌باشند. به همین دلیل بحران مربوط به این صندوق‌ها و عدم اتخاذ راهبردهای مناسب در ارتباط با مدیریت این بحران ثبات حوزه‌های اقتصادی، اجتماعی و سیاسی کشور را با مخاطراتی جدی روبه‌رو می‌کند. اما آنچه که به یک نگرانی مهم و اصلی برای خطمشی‌گذاران در حوزه تأمین اجتماعی تبدیل شده است، وضعیت نگران‌کننده صندوق‌های بازنشستگی است به صورتی که با شاخص‌های پایداری (نسبت پشتیبان و نسبت نقدینگی) به مرز نگرانی و هشدار رسیده و حتی در برخی از این صندوق‌ها از این مرز عبور کرده‌اند (محقق زاده، ۱۳۹۹).

بحران نقدینگی صندوق‌ها ناشی از افزایش مصارف نسبت به منابع دریافتی، ریسک‌های جمعیتی کشور ناشی از پیر شدن جمعیت و کاهش نرخ زادوولد، عدم بازدهی مطلوب سرمایه‌گذاری‌های صندوق‌های بازنشستگی می‌تواند منجر به ایجاد یکی از بحران‌های اصلی کشور شده به طوری که در برنامه ششم توسعه، بحران در صندوق‌های

<sup>1</sup> Define Benefit



### نمودار شماره ۱. نسبت پشتیبان صندوق‌های بازنشستگی

منبع: کریمیان و همکاران (۱۳۹۹)

جانبه و جامع موقعیت سازمان، مدیریت سرمایه‌گذاری جامع و کامل، آمادگی بهتر برای مقابله با عدم قطعیت‌های آتی و از همه مهم‌تر بهبود عملکرد سازمان می‌باشد (باسو<sup>۴</sup>، ۲۰۲۰؛ لی<sup>۵</sup> و همکاران، ۲۰۱۸؛ اروین<sup>۶</sup> و همکاران، ۲۰۱۸؛ چایم<sup>۷</sup>، ۲۰۰۶).

با توجه به ساختار صندوق‌های بازنشستگی در کشور ایران که از نوع طرح مزایای معین می‌باشد، عملکرد صندوق‌های بازنشستگی در این طرح‌ها به طور مستقیم وابسته به دستمزد سالیانه هنگام بازنشستگی آن‌ها می‌باشد. افزایش روزافزون ریسک در فضای کسب‌وکار به‌ویژه حوزه مدیریت منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی، یکی از مسائلی است که مدیران این حوزه مستلزم توجه ویژه‌ای به آن هستند. در مطالعات اخیر موارد مختلفی چون ریسک‌های جمعیتی (سپیری<sup>۸</sup> و همکاران، ۲۰۱۱)، ریسک حقوق و دستمزد سالیانه (لیانگ و ما<sup>۹</sup>، ۲۰۱۵؛ دانپینگ<sup>۱۰</sup> و همکاران، ۲۰۱۶) و تورم مورد بررسی قرار گرفته است. یکی از مهم‌ترین ریسک‌هایی که سازوکار تعادل منابع و مصارف

در سازوکار صندوق‌های تأمین اجتماعی، یکی از مهم‌ترین چالش‌ها از بین رفتن تعادل این صندوق‌ها به علت بروز عواملی چون تغییر ساختار جمعیتی ملل مختلف و سالمند شدن جمعیت، عدم بازدهی مناسب سرمایه‌گذاری‌ها و ریسک‌های حقوق و دستمزد است (لی و همکاران ۲۰۲۰؛ نیک پور حسنعلی زاده، ۱۳۹۸). پر واضح است در صورت عدم توجه به جریان منابع و مصارف جاری و آتی صندوق، عدم کسب بازده مناسب برای سرمایه‌های صندوق و ریسک‌های موجود و مرتبط، ارائه خدمات مطلوب به بیمه‌شدگان ممکن نبوده و احتمال بروز کسری و یا ورشکستگی را به همراه خواهد داشت (فرستل و ویسنستینر<sup>۱</sup>، ۲۰۱۱؛ چهارمحالی و همکاران، ۱۳۹۶؛ ایزدبخش و همکاران ۱۳۹۶).

هدف از پیاده‌سازی مدیریت منابع و مصارف، تقویت کیفیت و کمیت منابع سازمان با در نظر گرفتن ریسک‌های موردنظر برای مدیریت بهتر آینده صندوق می‌باشد (البرچر<sup>۲</sup> و همکاران، ۲۰۱۸؛ گنرسون<sup>۳</sup>، ۲۰۱۳). ازجمله مزیت‌های استفاده از مدیریت منابع و مصارف در سازمان، درک همه

<sup>6</sup> Erwin

<sup>7</sup> Chaim

<sup>8</sup> Sepiri

<sup>9</sup> Liang and Ma

<sup>10</sup> Danping

<sup>1</sup> Frestel and Wistiner

<sup>2</sup> Albercher

<sup>3</sup> Generson

<sup>4</sup> Baso

<sup>5</sup> Li

## ۲ پیشینه پژوهش

چالش‌ها و مسائل متعددی مقابل صندوق‌های بازنشستگی در کشور وجود دارد که می‌توان به تغییرات هرم جمعیتی و افزایش امید به زندگی (عطاریان، ۱۳۹۰) پیش گرفتن تعداد مستمری‌بگیران از تعداد شاغلان (میر و همکاران، ۱۳۹۳) عدم مدیریت سرمایه‌گذاری کارآمد (روغنی زاده، 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، وجود روابط حقوقی غیرمتعارف میان طرح بازنشستگی و اعضای طرح و ... اشاره نمود.

یکی از مهم‌ترین چالش‌ها و تهدیداتی که صندوق‌های بازنشستگی در معرض آن هستند، به هم خوردن تعادل مالی به دلیل وجود عواملی چون تغییرات نرخ حقوق و دستمزد و نرخ مستمری است (لیانگ و ما، ۲۰۱۵). صندوق‌های بازنشستگی با دارا بودن افراد زیاد تحت پوشش، رسالت مهمی در امر خدمت‌رسانی و تأمین امرار معاش بازنشسته‌ها و ازکارافتاده‌ها دارند. بدیهی است بدون توجه به دارایی‌ها و بدهی‌های جاری و آتی صندوق و ریسک‌های موجود و مرتبط ارائه خدمات مطلوب به بیمه‌شدگان میسر نیست و منجر به احتمال بروز کسری و یا ورشکستگی می‌شود (فرستل و ویسنتینر، ۲۰۱۱؛ چهارمحالی و همکاران، ۱۳۹۶؛ ایزدبخش و همکاران، ۱۳۹۶).

یکی از مهم‌ترین عوامل مؤثر در ارزیابی عملکرد صندوق‌های بازنشستگی میزان نرخ حقوق و دستمزد ذی‌نفعان این صندوق‌ها می‌باشد. سطوح نرخ حقوق و دستمزد در مشاغل به مرور زمان به دلیل نوآوری در فضای جامعه و کسب‌وکار دچار

صندوق بازنشستگی را متاثر می‌سازد، ریسک‌های حقوق و دستمزد، مستمری و بازده سرمایه می‌باشد. منظور از ریسک حقوق و دستمزد، افزایش حقوق و دستمزد به نحوی است که بر هزینه ارائه مزایای بازنشستگی، به عبارت دیگر بر مصارف صندوق بازنشستگی تأثیر می‌گذارد (چانگ، ۲۰۰۰).

در این مقاله با مرور کلیه مطالعات پیشین در حوزه پایداری صندوق‌های بازنشستگی، تمامی عوامل اثرگذار و زیر سیستم‌های مؤثر در منابع و مصارف صندوق بازنشستگی شناسایی گردید، سپس با استفاده از نظر خبرگان و کارشناسان، یک ابر سیستم متشکل از کلیه متغیرهای مؤثر در منابع و مصارف صندوق بازنشستگی سازمان تأمین اجتماعی در قالب ۵ زیرسیستم جمعیت، مستمری، شاغلین و کارفرما، اقتصاد کلان و عملکرد طراحی و شبیه سازی گردید. همچنین پایداری مالی صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی با در نظر گرفتن ریسک‌های حقوق و دستمزد و مستمری پرداختی و ریسک نرخ بازده سرمایه‌گذاری مورد بررسی قرار گرفته است. مدل ارائه‌شده در این تحقیق با استفاده از رویکرد پویایی سیستم‌ها در نرم‌افزار ونسیم پیاده‌سازی و شبیه‌سازی شده است. در ادامه پس از بررسی سیاست‌های پیشنهادی، بهترین راهکار در زمینه تعادل مالی این صندوق ارائه شده است. در ادامه و در بخش دوم پژوهش مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرتبط در حوزه شبیه‌سازی و مدیریت تعادل منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی ارائه گردیده است. در بخش سوم روش‌شناسی پژوهش در زمینه روش پویایی‌شناسی سیستم ارائه‌شده و در انتها ضمن تحلیل خروجی شبیه‌سازی، نتایج تحقیق در زمینه تعادل صندوق بازنشستگی مورد بررسی قرار گرفته است.

<sup>1</sup> Chang

تغییر و تحول می‌شود. از طرفی با توجه به این که نرخ یاد شده یک معیار اثرگذار و مهم روی منابع صندوق‌های بازنشستگی به حساب می‌آید، می‌تواند تحت مخاطراتی نیز قرار گرفته و تعادل نقدینگی صندوق‌ها را تحت تأثیر خود قرار دهد. صندوق‌های بازنشستگی در عصر حاضر اهمیت بیشتری در مدیریت کمک‌های بازنشستگی شرکت‌کنندگان در طرح بازنشستگی دارند. مدیران صندوق باید از ایمنی صندوق اطمینان حاصل نموده و یک شرایط متعادل در جریان و خروجی صندوق ایجاد کنند. به منظور دستیابی به این نتیجه لازم است از یک مدل واقع‌بینانه از سطح حقوق و دستمزد ذی‌نفعان طرح بازنشستگی استفاده شود. این امر به نوبه خود امکان ارائه صحیح مشارکت‌های متناسب با میزان درآمد افراد را فراهم می‌کند (آمیکو<sup>۱</sup> و همکاران، ۲۰۱۹).

یکی از مهم‌ترین مسئولیت‌های صندوق بازنشستگی حفظ ارزش و مدیریت ذخایر در اختیار خود - که عموماً از محل دریافت حق بیمه‌های بازنشستگی شاغلان تحت پوشش تأمین می‌شوند - از طریق سرمایه‌گذاری است تا ضمن تأمین منابع مالی لازم برای پاسخ به مطالبات اعضا در زمان بازنشستگی بتوانند شرایط لازم و کافی حفظ ثبات مالی صندوق را نیز فراهم آورند. اصل یاد شده تمامی صندوق‌ها را وادار به تحلیل دقیق شرایط بازارهای مختلف و تخصیص بهینه منابع موجود می‌کند. توزیع بهینه دارایی‌ها و تنوع‌بخشی به آن‌ها، صندوق‌ها را نسبت به برقراری توازن مطلوب ریسک - بازده سرمایه‌گذاری‌ها توانمند ساخته که منطبق بر اصول، مبانی و استراتژی‌های درون‌سازمانی نیز می‌باشند. سرمایه‌گذاری ذخایر صندوق‌های بازنشستگی یکی از ابزارهای حفظ پایداری مالی صندوق‌ها در بلندمدت است. بر این اساس راه پایدار تأمین تعهدات آتی صندوق‌ها کسب بازدهی مطلوب از منابع جمع‌آوری شده فعلی است و مدیریت کارآمد

سرمایه‌گذاری‌ها، همراه با بازدهی مناسب، منابع کافی برای ایفای تعهدات را فراهم خواهد ساخت. عملکرد و بازده سرمایه‌گذاری صندوق‌های بازنشستگی نیز یکی از فاکتورهای بسیار کلیدی در تعیین پایداری مالی آن‌ها است. هرچقدر بازده سرمایه‌گذاری مورد انتظار بیشتر باشد، منابع کمتری لازم است تا به منظور ایفای تعهدات آینده برای سرمایه‌گذاری بکار رود. نرخ بازده مورد انتظار صندوق‌های بازنشستگی می‌تواند بسیار متفاوت باشد. مهم‌ترین خطر و ریسک صندوق‌ها در شرایط کنونی این است که بازارهای سرمایه جهانی امروزه به اندازه گذشته بازگشت سرمایه بالایی را تأمین نمی‌کنند یا این که این میزان بازگشت سرمایه را با نوسان بیشتری تأمین می‌نمایند (میر ابراهیمی، جهانفر، ۱۳۹۹).

مطالعات و بررسی‌های متعددی به منظور تحلیل بحران‌های صندوق‌های بازنشستگی و ارائه راهکارهای مدیریت آن‌ها با استفاده از پویایی‌شناسی سیستم‌ها انجام شده است. به عقیده چیم (۲۰۰۶) پویایی‌شناسی سیستم‌ها قادر است ریسک گرا بودن مدیریت دارایی و بدهی را بهبود دهد. همچنین معتقد بود هدف از شبیه‌سازی حمایت از تصمیم‌گیری در حوزه تخصیص دارایی‌ها، هزینه‌های بازنشستگی، پویایی جمعیت، ذخیره ریاضی و تعادل اکچوئری است. متغیرهای مؤثر بر مدیریت دارایی و بدهی غالباً کیفی و انتزاعی هستند. از این رو روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها روشی مناسب خواهد بود. به عنوان نمونه، ویوگر<sup>۲</sup> و جاگالسکی<sup>۳</sup> (۲۰۰۳) سیستم مستمری در آلمان را به عنوان یکی از چالش‌های این کشور معرفی کرده و به بررسی روش‌های مدیریت و اصلاح آن پرداخته‌اند. نتایج شبیه‌سازی‌های متعدد و سناریوهای خاص ارائه‌شده در این مقاله نشان می‌دهد در صورت عدم اصلاح قوانین، تراز مالی صندوق بازنشستگی کشور آلمان به سرعت کاهش می‌یابد، به طوری که قادر

<sup>3</sup> Jagalski

<sup>1</sup> Amico

<sup>2</sup> Viehweger



حمایت‌های دولتی در سیستم بازنشستگی روسیه با استفاده از مدل‌های شبیه‌سازی مختلف مورد بررسی قرار گرفت (لچکینا و همکاران، ۲۰۱۱؛ لچکینا و مرزوا، ۲۰۱۴؛ و لچکینا و مرزوا، ۲۰۱۵). سپلز<sup>۸</sup> و آرمینیا<sup>۹</sup> (۲۰۱۶) نیز به بررسی بحران سالخوردگی جمعیت در سیستم مستمری یونان پرداختند و با کمک رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها نشان دادند که تحت شرایط مناسب افزایش سن بازنشستگی نمی‌تواند کمک چندانی به پایداری سیستم نماید. ایزدبخش و همکاران (۱۳۹۶) نیز مدل شبیه‌سازی برای مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌های صندوق‌های بازنشستگی با رویکرد سیستمی در محیط فازی ارائه کردند. نپ و همکاران (۲۰۱۸) مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر سیستم‌های بازنشستگی کشورهای OECD را تغییرات جمعیتی و بازده سرمایه‌گذاری معرفی نمودند. دی‌لا<sup>۱۰</sup> و همکاران (۲۰۱۹) به بررسی میانگین پس‌انداز بازنشستگی در قالب یک تصمیم سرمایه‌گذاری آشکار در صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی در کشور مکزیک پرداختند. برای اندازه‌گیری عملکرد صندوق بازنشستگی عمومی در دوره‌های زمانی نوسانات نرمال (بحران) یا کم (زیاد)، استفاده از مدل‌های مارکوف-سوئیچینگ برای انجام شبیه‌سازی پیشنهاد داده شد. نتایج پژوهش بهبود عملکرد طولانی‌مدت پس‌انداز بازنشستگی افراد را نشان می‌دهد. هیو<sup>۱۱</sup> و همکاران (۲۰۱۹) مقاله‌ای تحت عنوان ریسک‌های سرمایه‌گذاری با در نظر گرفتن رویکرد ارزیابی ریسک در صندوق‌های بازنشستگی منتشر کردند. این مقاله به مفهوم مبانی اقتصادی سرمایه‌گذاری بلندمدت، اهداف سرمایه‌گذاران بلندمدت، مفهوم ریسک کمبود ارزش واقعی، ظرفیت و ملاحظات مدیریت نقدینگی و بیان منظور ریسک سرمایه‌گذار می‌پردازد. در انتهای تحقیق رویکردهای مختلف جایگزین برای اندازه‌گیری

به تأمین حقوق بازنشستگان نخواهد بود. برای گذر از چنین موقعیت بحرانی دو سیاست افزایش حق بیمه و کاهش مستمری‌ها پیشنهاد شده است. چیم<sup>۱</sup> سلسله پژوهش‌هایی را برای بررسی سیستم تأمین اجتماعی دولتی و بحران مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها انجام داده و هدف از آن‌ها شبیه‌سازی هرچه بهتر سیستم تأمین اجتماعی دولتی با در نظر گرفتن ریسک‌های مالی و نقدینگی بوده است (چیم، ۲۰۰۶؛ چیم، ۲۰۰۷؛ و چیم و استریت، ۲۰۰۸). پژوهش دیگری نیز توسط پتریدس<sup>۲</sup> و دنجرفیلد<sup>۳</sup> (۲۰۰۹) با هدف بررسی بحران‌های مالی سیستم بازنشستگی ایالات متحده و سیاست‌های موردنیاز جهت بهبود آن انجام شده است. یواس<sup>۴</sup> و باکسزیزلر<sup>۵</sup> (۲۰۱۲) نیز به بررسی سازمان‌های تأمین اجتماعی در ترکیه پرداختند و سه سناریوی سیاست اصلاح حق بیمه، سیاست اشتغال غیررسمی، و سیاست افزایش سن بازنشستگی را به عنوان راهکارهای پیشنهادی برای حل بحران سالخوردگی جمعیت به صورت مستقل بررسی نمودند. سپیری<sup>۶</sup> و همکاران (۲۰۱۰، ۲۰۱۱ و ۲۰۱۴) با هدف بررسی بحران‌های هزینه‌ای تأمین اجتماعی مالزی در مواجهه با ریسک‌های موجود با روش پویاشناسی سیستم پژوهش‌هایی را انجام داده‌اند. در این تحقیق با در نظر گرفتن سه قسمت دستمزد، جمعیت و هزینه‌های صندوق به بررسی تأثیر تغییرات جمعیتی و تغییرات در متوسط سطح حقوق و نرخ جایگزینی بر هزینه‌های صندوق پرداخته شد. در این پژوهش از نرخ بازنشستگی، سطح حداقل حقوق، سن بازنشستگی، تعداد اعضای فعال طرح و بازنشسته‌ها از به‌عنوان مهم‌ترین عوامل تأثیرگذار بر هزینه‌های صندوق یاد شد. در سلسله مطالعات دیگری که توسط لچکینا<sup>۷</sup> و تیم تحقیقاتی او انجام شد، بحران تغییرات قوانین و مقررات و تأثیر

<sup>7</sup> Lychkina

<sup>8</sup> Tsaples

<sup>9</sup> Armenia

<sup>10</sup> De La

<sup>11</sup> Hue

<sup>1</sup> Chaim

<sup>2</sup> Petrides

<sup>3</sup> Dangerfield

<sup>4</sup> Yavas

<sup>5</sup> Bacaksizlar

<sup>6</sup> Sapiri

رویکرد پویایی‌شناسی سیستمی یکی از روش‌های مرسوم بوده و با کمک آن می‌توان اثرات متغیرها و سیاست‌های مختلف را بر مسئله مورد نظر بررسی کرد. همچنین اکثر این مطالعات از روش برنامه‌ریزی تصادفی بهره گرفته و تحقیقات بسیار کمی با رویکرد پویاشناسی سیستم صورت گرفته است. از طرفی عمده مطالعه‌های صورت گرفته در ایران در خصوص مدیریت دارایی و بدهی در حوزه بانک صورت پذیرفته و تحقیقات بسیار محدودی در حوزه صندوق‌های بازنشستگی انجام شده است. لذا در این مقاله، ضمن استفاده از کلیه متغیرهای مطرح شده در مطالعات پیشین با نظرسنجی از خبرگان، ابرسیستمی متشکل از زیرسیستم‌های جمعیت، شاغلان و کارفرما، مستمری‌گیران، اقتصاد کلان و عملکرد طراحی و شبیه‌سازی شده است.

ریسک و مناسب بودن آن‌ها برای هدف، به امید اطلاع بیشتر از بحث و در نتیجه کمک به تسریع تغییرات مولد، ترسیم شده است. یانگ<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۰) مطالعه‌ای با عنوان تجزیه و تحلیل پویایی سیستم برای تغییر خطامشی صنعت خدمات پکن در کشور چین انجام دادند. نتایج شبیه‌سازی در این تحقیق نشان می‌دهد که توسعه صنعت بازنشستگی در پکن عمدتاً به حمایت مالی دولت بستگی دارد. از طرفی هنگامی که سرمایه‌گذاری مالی دولت در خدمات بازنشستگی به ۳ درصد برسد، می‌تواند بودجه مورد نیاز برای توسعه صنعت خدمات بازنشستگی را تأمین کند. تحقیقات پیشین به همراه متغیرهای مورد بررسی در جدول ۱ خلاصه شده‌اند.

بررسی تحقیقات پیشین نشان می‌دهد که ارزیابی بحران‌های تأمین اجتماعی و مستمری با

جدول ۱ متغیرهای مورد بررسی در مطالعات مختلف (منبع: محقق)

عنوان	موارد مورد بررسی	منبع
سیستم بازنشستگی- آلمان	تغییرات در سهم بیمه، تغییرات در حق بازنشستگی	(ویوگر و جاگالسکی، ۲۰۰۳)
مدیریت دارایی و دیون سیستم بازنشستگی- برزیل	سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت	(چیم، ۲۰۰۶)
مدیریت دارایی و دیون سیستم بازنشستگی- برزیل	ریسک‌های مالی	(چیم، ۲۰۰۷)
مدیریت دارایی و دیون سیستم بازنشستگی- برزیل	ریسک نقدینگی - حق بیمه ها	(چیم و استریت، ۲۰۰۸)
بحران مالی بر سیستم مستمری - ایالات متحده آمریکا	تغییرات ساختاری در سیستم مستمری	(پتریدس و دنجرفیلد، ۲۰۰۹)
هزینه‌های سیستم بازنشستگی - مالزی	تغییرات حقوق پایه، تغییرات در نرخ بازنشستگی، جمعیت	(سپیری و همکاران، ۲۰۱۱)
هزینه‌های سیستم بازنشستگی - مالزی	تغییرات نرخ تعهدی	(سپیری و همکاران، ۲۰۱۱)
سیستم مستمری - روسیه	قوانین و مقررات و حمایت‌های دولتی	(لچکینا و همکاران، ۲۰۱۱)
بحران سالخوردگی جمعیت بر تأمین اجتماعی- ترکیه	اصلاح حق بیمه، اشتغال غیررسمی، افزایش سن بازنشستگی	(یواس و باجاکسیزلر، ۲۰۱۲)

<sup>1</sup> Yang

متغیرهای حق بیمه دریافتی، تعداد بازنشسته‌ها، دستمزدها	سیستم بازنشستگی چین	(شاو، هائو، چن و لیو، ۲۰۱۳)
تغییرات در حقوق، تغییرات جمعیتی	هزینه‌های سیستم بازنشستگی - مالزی	(سپیری و همکاران، ۲۰۱۴)
تصمیمات دولت	سیستم مستمری - روسیه	(لچکنیا و مرزوا، ۲۰۱۵)
سن بازنشستگی	بحران سالخوردگی جمعیت بر سیستم مستمری- یونان	(سپلز و آرمینیا، ۲۰۱۶)
ریسک نقدینگی، ریسک کسری بودجه- ریسک جمعیت	مدیریت دارایی و دیون صندوق‌های بازنشستگی- ایران	(ایزدبخش و همکاران، ۱۳۹۶)
تغییرات جمعیتی، سرمایه‌گذاری‌ها	عوامل تأثیرگذار بر سیستم‌های بازنشستگی کشورهای OECD	نپ، لاریونووا، اکرین و سسین، ۲۰۱۸
تصمیم سرمایه‌گذاری	صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی در کشور مکزیک	دی لا و همکاران (۲۰۱۹)
تغییرات جمعیتی	چالش‌های جمعیتی و اجتماعی در طراحی طرح‌های بازنشستگی عمومی	آلامینوس، ایسو و گیولن، ۲۰۲۰
بودجه دولت، سرمایه‌گذاری‌ها	تغییر خطمشی صنعت خدمات پکن- چین	یانگ و همکاران (۲۰۲۰)

## ۴ یافته‌ها و تجزیه و تحلیل داده‌ها

### ۴/۱ مدل‌سازی مسئله در قالب پویاشناسی سیستم‌ها

پویاشناسی سیستم‌ها روشی برای مطالعه و مدیریت سیستم‌های پیچیده و دارای بازخورد است. رویکرد پویایی سیستم بر این اصل استوار است که بررسی سیستم‌ها به صورت ایستا، به تنهایی تمامی جوانب پدیده‌ها را در نظر نمی‌گیرد. نتیجه راه حل-های ساده در مسائل مدیریتی اغلب کوتاه‌مدت است، لذا برای کسب نتایج خوب در سیستم‌ها باید نگرش و دیدگاه بلندمدت داشت. این رویکرد تأکید می‌کند که سیستم‌ها بر اساس تأخیرهای موجود و بازخوردهای سیستمی به وجود می‌آیند. در این روش تمامی متغیرها از جوانب مختلف بررسی می‌شوند. در تفکر سیستمی این نکته حائز اهمیت است که

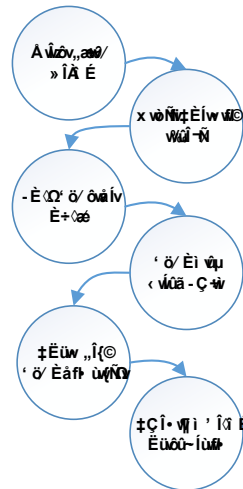
## ۳ روش‌شناسی تحقیق

این پژوهش از جنبه هدف یک تحقیق کاربردی می‌باشد و با هدف بهبود تعادل منابع و مصارف در صندوق‌های بازنشستگی مطرح شده است. همچنین از لحاظ نحوه گردآوری داده‌ها از نوع توصیفی پیمایشی و از نظر رویکرد در محدوده تحقیقات آمیخته کمی-کیفی قرار می‌گیرد. همچنین از روش میدانی برای طراحی مدل نهایی (یافتن عوامل مؤثر و ریسک‌ها) بهره گرفته شده است. در این تحقیق از داده‌های موجود و انبوه صندوق‌های بازنشستگی، سازمان تأمین اجتماعی و مرکز آمار که به صورت مستمر ایجاد می‌شوند استفاده شده است. همچنین مصاحبه نیمه ساختاریافته با خبرگان و سیاست‌گذاران بخش بازنشستگی داده‌های جمع‌آوری شده را تکمیل کرده است. افق زمانی این مدل شبیه‌سازی شده، یک دوره ۷۰ ساله در بازه زمانی سال ۱۳۸۱ تا ۱۴۵۰ بوده است.

<sup>1</sup> De La

در ارزیابی و تحلیل مسائل مختلف، استرمن (۲۰۰۱) برای استفاده از روش پویایی سیستمها ۵ مرحله را پیشنهاد می‌کند: 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. ازاین‌رو با توجه به هدف این مقاله، سعی شده است تا از الگوی پیشنهادی استرمن<sup>۱</sup> (۲۰۰۱) استفاده شود. در این پژوهش تعریف مسئله و فرضیات تحقیق با استفاده از اطلاعات واقعی وضعیت موجود در سازمان تأمین اجتماعی و مرور مطالعات پیشین به دست آمد. فرموله کردن مدل شبیه‌سازی شده با استفاده از نرم‌افزار Vensim انجام شده است. بر اساس مراحل مدل‌سازی در رویکرد پویایی سیستم، مراحل مدل‌سازی در پژوهش حاضر به شرح تصویر ۱ می‌باشد.

نرخ تغییرات کوچک می‌تواند در بلندمدت نتایج را دستخوش تغییر بزرگی کند (اسماعیلیان و محمدی کمال‌آبادی، ۱۳۹۴). ازاین‌رو ارائه یک مدل شبیه‌سازی پویایی‌شناسی سیستمها می‌تواند سیاست‌گذاران بخش بازنشستگی را در تصمیم‌گیری و چگونگی اجرای سیاست‌های مختلف جهت تطابق دارایی‌ها و بدهی‌های صندوق و مصونیت از ریسک‌های موجود یاری نماید. چراکه تفکر سیستمی یک ابزار بسیار قوی در مدل‌سازی و تحلیل سیستم‌های پیچیده و بازخوردی اجتماعی و اقتصادی است و می‌تواند با سناریو پردازی در مورد آینده‌های محتمل بستر مناسبی برای آزمون و خطا قبل از عملی شدن سیاستها و تصمیمها ارائه دهد (ایزدبخش و همکاران، ۱۳۹۶).



شکل ۱ مراحل انجام پژوهش

گزارش‌های فنی بین‌المللی، ساختار زیرسیستم‌های مرتبط با موضوع مورد مطالعه تعیین شده که در جلسات کارشناسی با خبرگان، نمودار زیرسیستمها حاصل شده و نهایی می‌شود. در ادامه به منظور افزایش تحقق‌پذیری و قابلیت اجرای مدل، مرزهای

به منظور ایجاد یک مدل پویایی سیستم اجرای دو گام الزامی است. در گام نخست محیط علی-معلولی شناسایی و بررسی می‌شود. این شناخت بر اساس مبانی نظری و دیدگاه‌های به‌دست‌آمده از مطالعات تطبیقی مدل‌های سیستمی ارائه شده در

<sup>1</sup> Sterman

شامل زیرسیستم‌های جمعیت و اقتصاد کلان و سری دوم زیرسیستم‌های درون سازمان، شامل زیرسیستم‌های شاغلین و کارفرمایان، مستمری و عملکرد می‌باشد. تمرکز اصلی این مقاله روی زیرسیستم‌های مستمری، اقتصاد کلان و عملکرد می‌باشد. لذا در ادامه این زیرسیستم‌ها به تفکیک تشریح شده است.

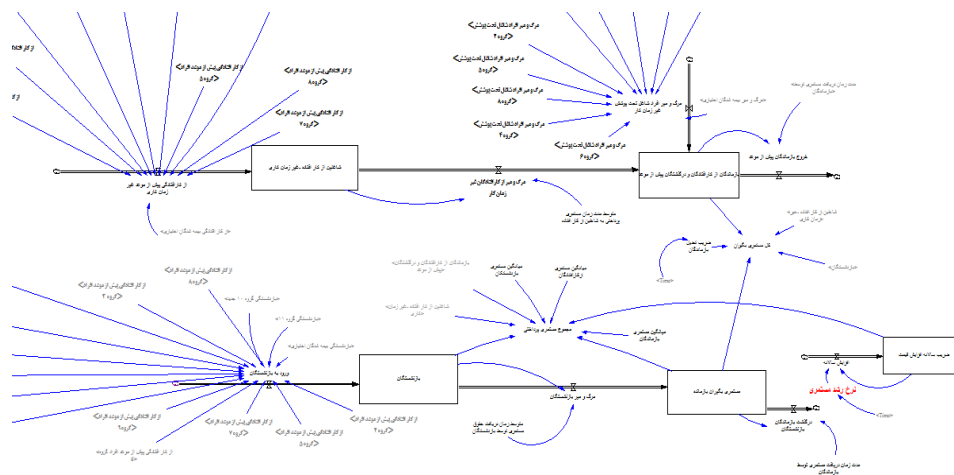
### ۴٫۲٫۱ زیرسیستم مستمری

در این زیرسیستم موارد مرتبط با مستمری و بازنشستگی مدل می‌شود. مطابق نمودار شماره ۲، تمامی موارد بازنشستگی، بازنشستگی پیش از موعد، مستمری بازماندگان و مستمری ازکارافتادگی، در این زیرسیستم جای می‌گیرند. این زیرسیستم مجموع مستمری‌های پرداختی را به‌عنوان مصارف صندوق به زیرسیستم عملکرد سازمان منتقل می‌کند. نکته اصلی مورد توجه در این زیرسیستم که در این مقاله مورد بررسی قرار گرفته است، میزان نرخ رشد مستمری دریافتی بوده که روی ضریب سالانه افزایش قیمت و به دنبال آن روی مجموع مستمری پرداختی (مصارف) صندوق مؤثر خواهد بود.

تحلیل سیستمی موضوع مورد مطالعه از حیث متغیرهای درون‌زا، برون‌زا و مستثنی تعیین می‌گردد. در گام دوم ارتباطات علی بین متغیرها در هر زیرسیستم و یکپارچه‌سازی ساختار علی- معلولی بین متغیرها در کل سیستم انجام و حلقه‌های علی مؤثر بر رفتارهای موجود در سیستم تبیین می‌شود. در گام نهایی با اتمام مرحله شناخت در فرآیند مدل‌سازی، مبنای ساخت مدل ریاضی برای سیستم مورد مطالعه فراهم می‌شود. در این مرحله، کمی سازی مفاهیم مورد استفاده در مدل علی-معلولی انجام‌گرفته و متغیرهای حالت و جریان که در حقیقت دو عامل اصلی سبب ایجاد دینامیک و پویایی در سیستم‌ها می‌شود تعیین می‌شوند. در این مرحله نمودار حالت-جریان سیستم بر اساس ساختار معادلات ریاضی در نرم‌افزار ونسیم طراحی و شبیه‌سازی می‌شود.

### ۴٫۲ زیرسیستم‌های مدل شبیه‌سازی

مدل مورد بررسی در این مقاله پنج زیرسیستم داشته که به دو سری تقسیم‌بندی می‌شوند. سری اول زیرسیستم‌های بیرون از سازمان تأمین اجتماعی،

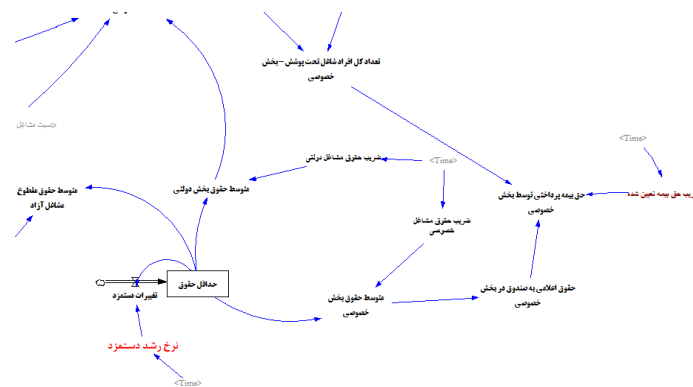


نمودار ۲ نمودار حالت-جریان زیرسیستم مستمری (یافته‌های تحقیق)

در گروه‌های شغلی مختلف را به ترتیب به زیرسیستم‌های و شاغلین و کارفرمایان و عملکرد منتقل می‌کند. در این مقاله نکته اصلی و قابل توجه در این زیرسیستم، پارامتر نرخ رشد دستمزد بوده که به طور مستقیم روی حداقل حقوق کارکنان و به طور غیرمستقیم روی منابع صندوق تأمین اجتماعی مؤثر خواهد بود.

### ۴،۲،۲ زیرسیستم اقتصاد کلان

زیرسیستم اقتصاد کلان به‌عنوان یک زیرسیستم بیرون از سازمان تأمین اجتماعی به حساب آمده که به محاسبه و پیش‌بینی شرایط اقتصادی کشور می‌پردازد. مطابق نمودار شماره ۳، این زیرسیستم اطلاعات مربوط به نرخ اشتغال (شامل نرخ بیکار شدن و ایجاد شغل جدید)، متوسط حقوق پرداختی

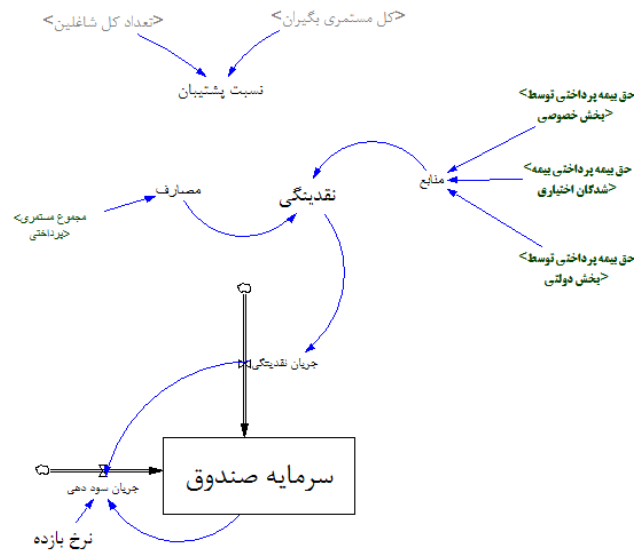


نمودار ۳ نمودار حالت-جریان زیرسیستم اقتصاد کلان (یافته‌های تحقیق)

زیرسیستم‌های شاغلین و کارفرمایان و اقتصاد کلان ورودی گرفته و مصارف صندوق از زیرسیستم مستمری ورودی می‌گیرد. نسبت پشتیبان به معنی نسبت بیمه پردازان به مستمری‌بگیران است که به منظور بررسی میزان پایداری مالی صندوق تأمین اجتماعی محاسبه می‌شود. سرمایه صندوق نیز از مازاد نقدینگی سالانه ورودی گرفته و بر اساس نرخ بازده مشخص افزایش پیدا می‌کند و در زمانی که مصارف از منابع بیشتر شود (نقدینگی منفی)، از آن برای جبران کسری نقدینگی استفاده می‌شود.

### ۴،۲،۳ زیرسیستم عملکرد

اصلی‌ترین زیرسیستم در مدل مورد بررسی، زیرسیستم عملکرد سازمان بوده که برای ارزیابی تعادل صندوق از آن استفاده شده است. بر اساس نمودار ۴، هرکدام از زیرسیستم‌های مطرح‌شده به نحوی در ارتباط با این زیرسیستم در ارتباط می‌باشند. متغیرهای اصلی این زیرسیستم شامل نسبت پشتیبان، نقدینگی و میزان سرمایه صندوق می‌باشد. میزان نقدینگی از تفاضل دو بخش منابع و مصارف صندوق به دست می‌آید. منابع صندوق از



نمودار ۴ نمودار حالت-جریان زیرسیستم عملکرد (یافته‌های تحقیق)

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. در جدول شماره ۲ متغیرهای مورد نظر در این تحقیق خلاصه شده اند.

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

جدول ۲ متغیرهای پژوهش به تفکیک زیرسیستم‌های مدل ارائه شده

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، خویش‌فرما)	نرخ تورم	قدرت خرید
	کل حق بیمه پرداختی بخش‌ها (خصوصی، دولتی، خویش‌فرما)	ضریب حقوق مشاغل (خویش‌فرما، 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	-	
	ضریب نفوذ	-	
	متوسط زمان پرداخت مستمری به بازنشسته یا کارافتاده یا بازمانده	تعداد مستمری‌بگیران (بازنشسته، بازمانده، ازکارافتاده)	زیرسیستم مستمری‌بگیران
	ضریب افزایش حقوق	متوسط مستمری (بازنشسته، بازمانده، ازکارافتاده)	
	مدت‌زمان دریافت مستمری (بازماندگان، بازنشستگان)		
-	-	میزان نقدینگی	زیرسیستم عملکرد
-	-	نسبت پشتیبان	
-	-	سرمایه گذاری	

آزمون روش حدی است. در این روش شرایط نامعمولی که ممکن است هرگز در جهان واقعی دیده نشود، مورد آزمایش قرار می‌گیرد. با استفاده از این آزمون می‌توان دریافت که آیا مدل مورد بررسی در تحقیق رفتار قابل‌انتظاری از خود نشان می‌دهد یا خیر. همان‌طور که در نمودار شماره ۵ نشان داده شده است که با تغییر نرخ جذابیت صندوق در دو حالت بسیار زیاد (ده برابری و بسیار کم (۰)، میزان نقدینگی به ترتیب به صورت نمایی و خطی افزایش و کاهش می‌یابد. همچنین در مورد پارامتر نرخ دستمزد نیز می‌توان با توجه به نمودار ۶ استدلال مشابهی انجام داد.

### ۴٫۳ اعتبارسنجی

اعتبارسنجی<sup>۱</sup> مدل پویایی سیستم‌ها در جهت اطمینان حاصل نمودن از صحت و مفید بودن مدل طراحی‌شده در تحقیق 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 دوبین و اتسون و آزمون گرنجر می‌باشد، با توجه به مطالعات اخیر، در این تحقیق، پرکاربردترین روش‌ها شامل روش حدی، بازتولید رفتار گذشته و آزمون محاسبه میزان خطا مورد استفاده قرار گرفته است.

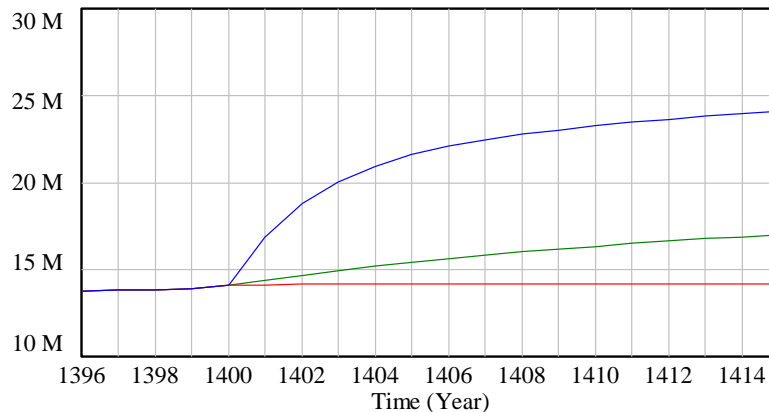
### ۴٫۳٫۱ روش حدی

یکی از مهم‌ترین و پرکاربردترین آزمون‌های اعتبارسنجی در روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها،

1 Validation

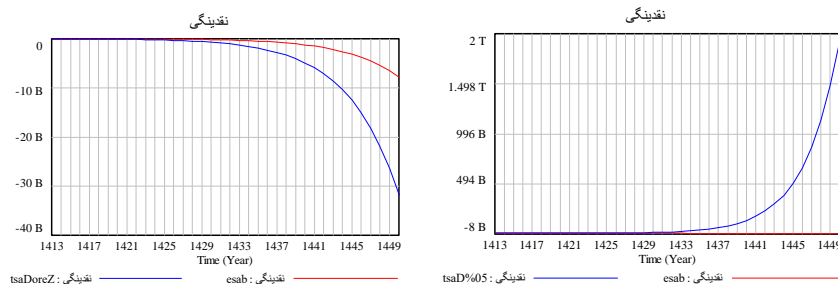


تعداد کل شاغلین



01 = تعداد کل شاغلین : نرخ جذابیت  
0 = تعداد کل شاغلین : نرخ جذابیت  
nuResA : تعداد کل شاغلین

### نمودار ۵ تأثیر کاهش و افزایش ده برابری میزان جذابیت کل صندوق بر تعداد شاغلین (یافته‌های تحقیق)



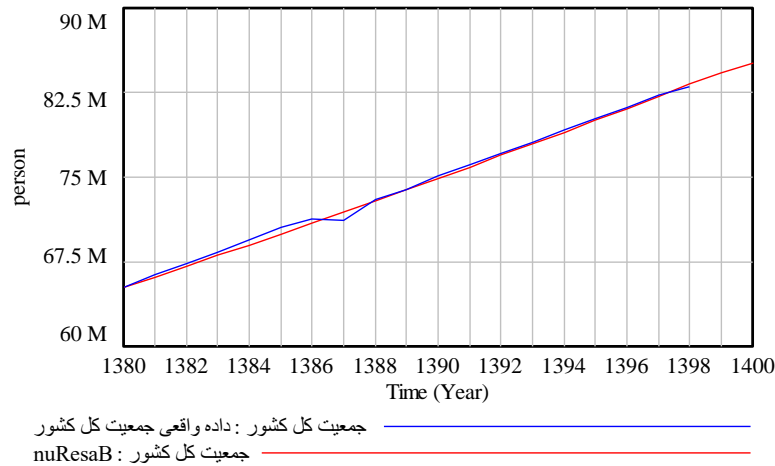
### نمودار ۶ تأثیر کاهش ۱۰۰ و افزایش ۵۰ درصدی میزان نرخ دستمزد بر نقدینگی صندوق (یافته‌های تحقیق)

نمودارهای شماره ۷ تا ۹ نشان داده شده است، اطلاعات واقعی و نتایج شبیه‌سازی متغیرهای کلیدی شامل تعداد کل افراد تحت پوشش اجباری و مجموع مستمری پرداختی در بازه سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۸ نشان داده شده است. این نمودارها نشان می‌دهند که رفتار متغیرهای موردنظر به خوبی شبیه‌سازی شده است.

### ۴,۳,۲ روش تولید رفتار مجدد

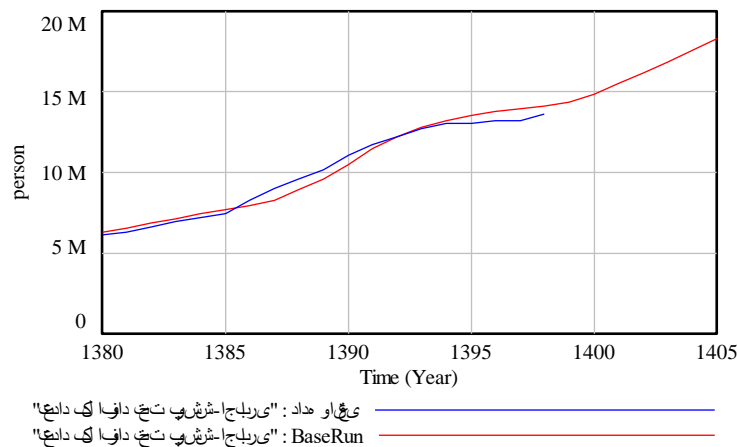
هدف از تولید رفتار مجدد در مدل شبیه‌سازی، مقایسه نتایج حاصل شده با داده‌های واقعی، به منظور حصول اطمینان از صحت عملکرد رفتار مدل تحقیق می‌باشد. به عبارت دیگر، در این حالت، رفتار شبیه‌سازی شده برای مدل تحقیق بازتولید شده تا با داده‌های واقعی مقایسه شود. همان‌گونه که در

### جمعیت کل کشور



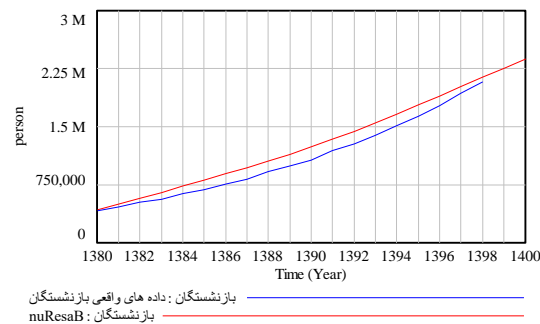
### نمودار شماره ۷. تولید رفتار مجدد داده‌های جمعیت کل کشور (یافته‌های تحقیق)

#### تعداد کل افراد تحت پوشش-اجباری



### نمودار شماره ۸. تولید رفتار مجدد داده‌های کل بیمه‌شدگان (یافته‌های تحقیق)

#### بازنشستگان



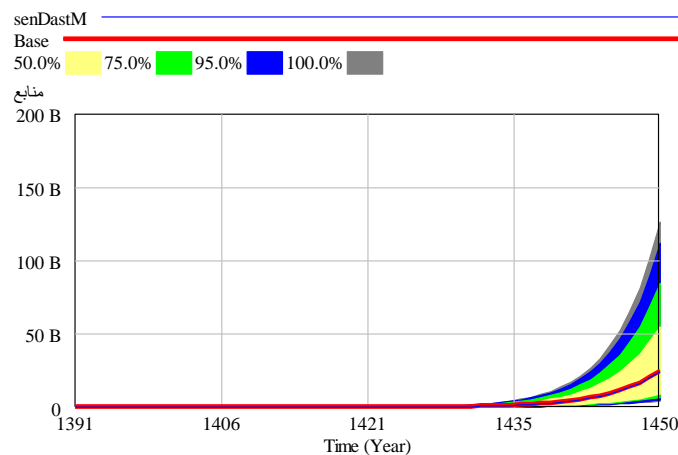
### نمودار ۹ تولید رفتار مجدد داده‌های تعداد کل بازنشستگان (یافته‌های تحقیق)

## ۴٫۴ تحلیل حساسیت مدل

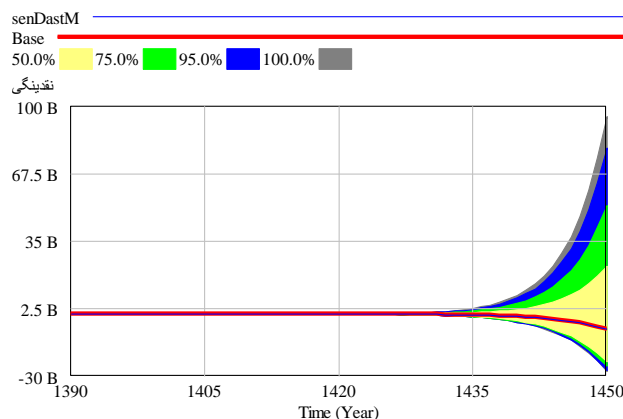
تحلیل حساسیت مدل تحقیق یکی از مهم‌ترین مباحث در رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها بوده که در آن میزان حساسیت متغیرهای کلیدی پژوهش نسبت به پارامترهای ثابت پژوهش سنجیده می‌شود. بدین منظور پارامترهای ثابت الگوی تحقیق به یک اندازه تغییر می‌کنند و اثر آن‌ها روی متغیرهای کلیدی بررسی می‌شود. در این مقاله، حساسیت متغیرهای کلیدی شامل منابع کل، نقدینگی و سرمایه صندوق نسبت به پارامترهای نرخ بازده سرمایه‌گذاری، نرخ حقوق و دستمزد و نرخ مستمری دریافتی سنجیده شده است. بدین منظور این پارامترها به میزان ده درصد تغییر داده شده و اثر آن‌ها روی متغیرهای کلیدی تحقیق بررسی شده است.

## ۴٫۴٫۱ اثر تغییرات نرخ دستمزد روی متغیرهای اصلی مدل

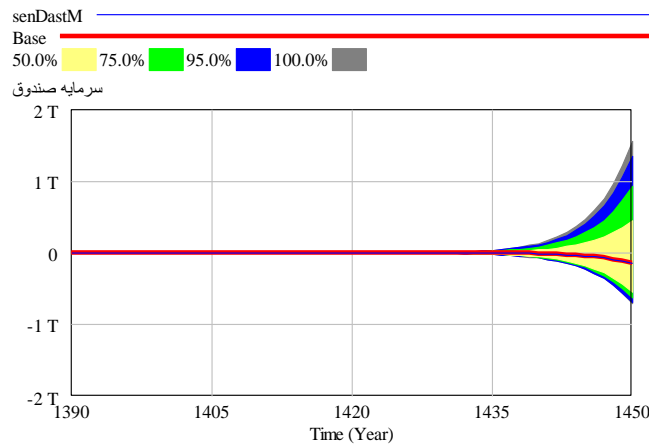
پارامتر نرخ دستمزد در سیستم صندوق‌های بازنشستگی تعیین‌کننده حداقل حقوق مشاغل مختلف بوده و با تأثیر نرخ حق بیمه در این متغیر، کل حق بیمه دریافتی و منابع کل به دست می‌آیند. نمودارهای شماره ۱۰ تا ۱۲ اثرات پارامتر نرخ دستمزد را روی متغیرهای اصلی صندوق نشان می‌دهد. نمودارهای یاد شده حاکی از آن می‌باشند که پارامتر نرخ دستمزد اثر قابل‌توجهی روی منابع کل، میزان نقدینگی و سرمایه صندوق در بازه زمانی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۵۰ داشته و بر روی جمعیت کل، مصارف و نسبت پشتیبان بدون تأثیر است.



نمودار ۱۰ اثر تغییرات نرخ دستمزد روی منابع کل (یافته‌های تحقیق)



### نمودار ۱۱ اثر تغییرات نرخ دستمزد روی میزان نقدینگی (یافته‌های تحقیق)

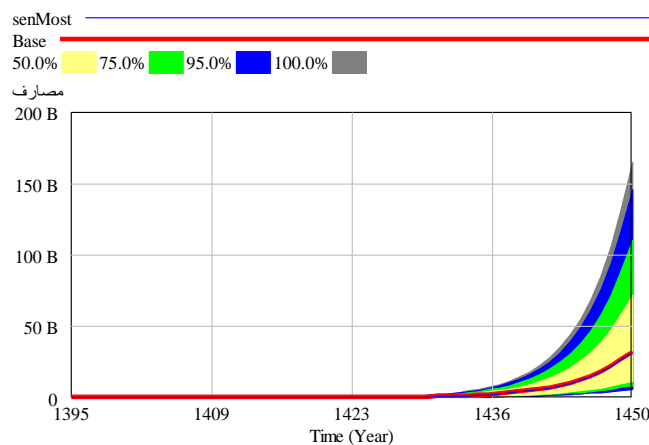


### نمودار ۱۲ اثر تغییرات نرخ دستمزد روی سرمایه صندوق (یافته‌های تحقیق)

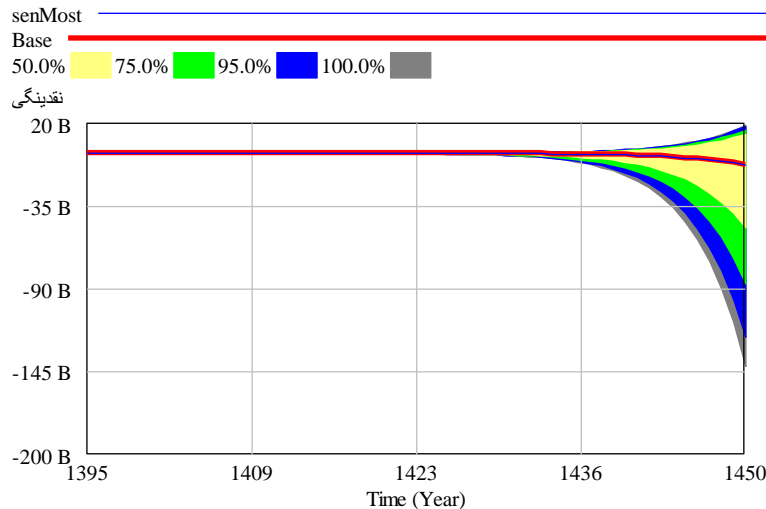
نمودارهای شماره ۱۳ تا ۱۵ اثرات این پارامتر را روی متغیرهای اصلی صندوق نشان می‌دهد. نمودارهای یاد شده حاکی از آن می‌باشند که پارامتر نرخ رشد مستمری اثر قابل‌توجهی روی مصارف کل، میزان نقدینگی و سرمایه صندوق در بازه زمانی سال‌های ۱۴۰۰ تا ۱۴۵۰ داشته و روی منابع کل، جمعیت کل و نسبت پشتیبان بدون اثر است.

### ۴,۴,۲ اثر تغییرات نرخ رشد مستمری روی متغیرهای اصلی مدل

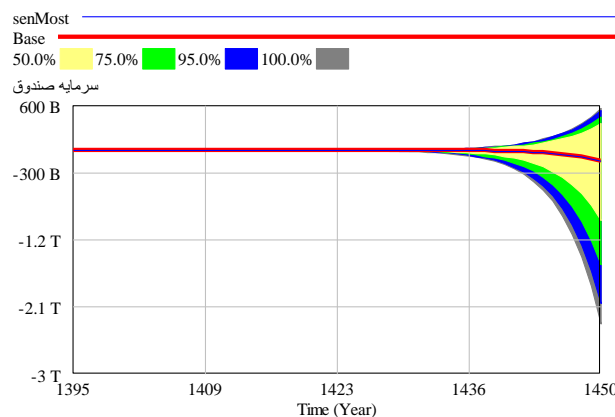
پارامتر نرخ رشد مستمری در سیستم صندوق‌های بازنشستگی تعیین کننده ضریب سالانه افزایش میزان مستمری‌های پرداختی به بازنشستگان، ازکارافتادگان و بازمندگان می‌باشد که تعیین کننده مجموع مستمری پرداختی توسط سازمان می‌باشد.



### نمودار ۱۳ اثر تغییرات نرخ رشد مستمری روی مصارف کل (یافته‌های تحقیق)



نمودار ۱۴ اثر تغییرات نرخ رشد مستمری روی میزان نقدینگی (یافته‌های تحقیق)



نمودار ۱۵ اثر تغییرات نرخ رشد مستمری روی سرمایه صندوق (یافته‌های تحقیق)

سازمان تأمین اجتماعی بوده است. بنابراین سناریوهایی به شرح زیر تنظیم شده است:

**سناریو ۱-** افزایش ۱۰ درصدی بازده سرمایه‌گذاری

**سناریو ۲-** افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد دستمزد

**سناریو ۳-** افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد مستمری

**سناریو ۴-** افزایش ۱۰ درصدی جذابیت صندوق تأمین اجتماعی

**سناریو ۵-** افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد دستمزد و نرخ مستمری

## ۴٫۵ سناریوها و سیاست‌های پیشنهادی برای صندوق تأمین اجتماعی

در روش پویایی سیستم‌ها، به منظور ایجاد بهبود در نقدینگی صندوق تأمین اجتماعی و متعادل‌سازی منابع و مصارف این صندوق، سیاست‌های مختلفی مطرح شده است. سیاست‌های پیشنهادشده در نتیجه تحلیل حساسیت و بر اساس نظر خبرگان در نظر گرفته شده‌اند. سناریوهای مطرح‌شده شامل اعمال تغییراتی در نرخ جذابیت صندوق از طریق سیاست‌گذاری داخلی صندوق، نرخ رشد دستمزد، نرخ رشد مستمری و نرخ بازدهی سرمایه‌گذاری در

**سناریو ۶-** افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد دستمزد و بازده سرمایه‌گذاری

**سناریو ۷-** افزایش ۱۰ درصدی جذابیت صندوق و بازده سرمایه‌گذاری

**سناریو ۸-** کاهش ۱۰ درصدی نرخ رشد مستمری، نرخ رشد دستمزد و بازده سرمایه‌گذاری

**سناریو ۹-** افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد مستمری، نرخ رشد دستمزد و بازده سرمایه‌گذاری

در جدول شماره ۳ نتایج شبیه‌سازی در نرم‌افزار در قالب روند فعلی و تغییرات پارامتریک در قالب ۹ سناریو مورد بررسی قرار گرفته است. در این بررسی، علاوه بر محاسبه سال وقوع بحران نقدینگی، سرمایه صندوق و نسبت پشتیبان، میزان نسبت پشتیبان و نسبت پوشش مصارف بر حسب منابع در سال ۱۴۵۰ مورد بررسی قرار گرفته است.

جدول ۳ بررسی روند متغیرهای اصلی تحقیق بر اساس سناریوهای مطرح‌شده

شماره سناریو	تغییرات پارامتریک در سناریوها	سال وقوع بحران (نقدینگی)	سال بحران سرمایه	سال وقوع بحران (نسبت پشتیبان)	میزان نسبت پشتیبان در سال ۱۴۵۰	نسبت پوشش مصارف برحسب منابع در سال ۱۴۵۰
۰	روند فعلی	۱۴۱۰	۱۴۳۰	۱۴۱۷	۱٫۹	۰٫۷۵۴
۱	افزایش ۱۰ درصدی بازده سرمایه‌گذاری	۱۴۱۰	۱۴۳۶	۱۴۱۷	۱٫۹۰۴	۰٫۷۵۴
۲	افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد دستمزد	-	-	۱۴۱۷	۱٫۹۰۴	۱٫۷۲۲
۳	افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد مستمری	۱۴۰۶	۱۴۱۹	۱۴۱۷	۱٫۹۰۴	۰٫۳۳۰
۴	افزایش ۱۰ درصدی جذابیت صندوق تأمین اجتماعی.	۱۴۱۰	۱۴۳۰	۱۴۱۷	۱٫۸۹۸	۰٫۷۵۱
۵	افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد دستمزد و نرخ مستمری	۱۴۱۰	۱۴۲۷	۱۴۱۷	۱٫۹۰۴	۰٫۷۵۴
۶	افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد دستمزد و بازده سرمایه‌گذاری	-	-	۱۴۱۸	۲٫۲۵۰	۱٫۷۱۵
۷	افزایش ۱۰ درصدی جذابیت صندوق و بازده سرمایه‌گذاری	۱۴۱۰	۱۴۳۶	۱۴۱۷	۱٫۸۹۸	۰٫۷۵۱
۸	کاهش ۱۰ درصدی نرخ رشد مستمری، نرخ رشد دستمزد و بازده سرمایه‌گذاری	۱۴۱۰	۱۴۳۰	۱۴۱۷	۱٫۹۰۴	۰٫۷۵۴

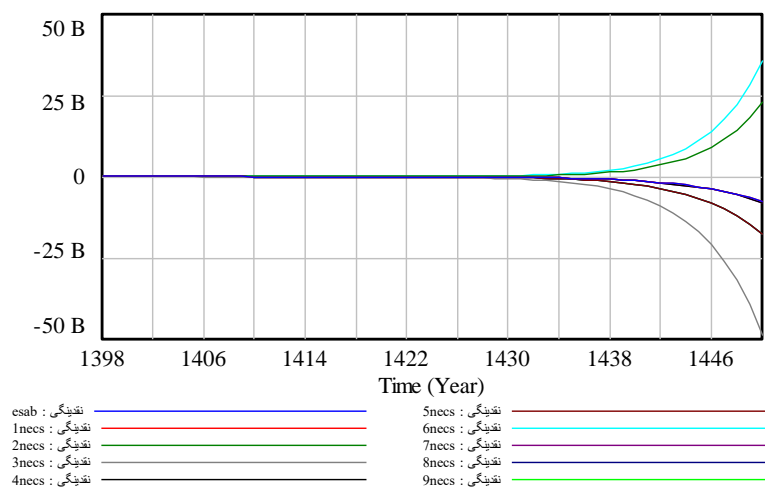
0.754	1.904	۱۴۱۷	۱۴۳۰	۱۴۱۰	افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد مستمری، نرخ رشد دستمزد و بازده سرمایه‌گذاری	۹
-------	-------	------	------	------	---	---

منبع: یافته‌های تحقیق

از طرفی نتایج جدول یاد شده نشان داده است، افزایش ۱۰ درصدی میزان بازده سرمایه‌گذاری نسبت به سایر سناریوهای مطرح‌شده در این مقاله، سرمایه صندوق را در زمان دیرتری با بحران مواجه خواهد کرد.

نتایج حاصل از جدول ۳ و نمودار شماره ۱۷ نشان می‌دهد که افزایش میزان نرخ دستمزد و ثابت نگه داشتن نرخ مستمری، یک وضعیت ایده‌آل برای سیستم به وجود آورده و نقدینگی و میزان سرمایه صندوق را با بحران مواجه نخواهد کرد. از این رو سناریوی ایده‌آل انتخابی سناریوهای ۲ و ۶ می‌باشند.

#### نقدینگی

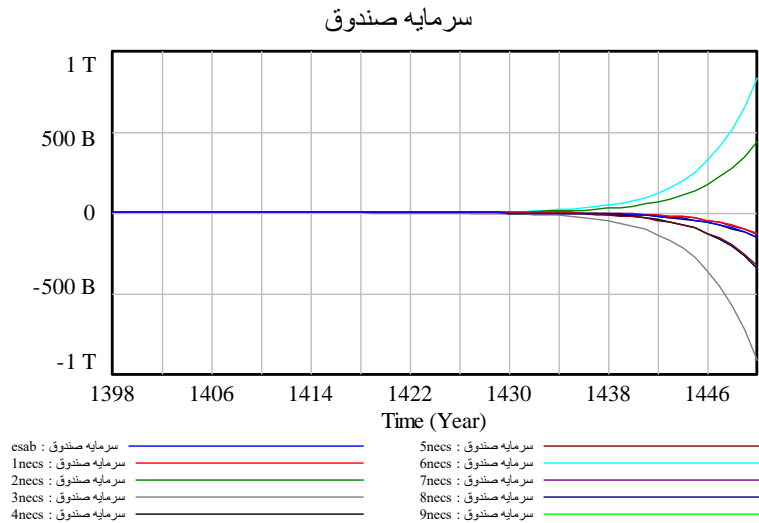


نمودار ۱۶ سناریوهای مختلف در متغیر نقدینگی (یافته‌های تحقیق)

وضعیت را برای سرمایه صندوق نشان می‌دهند به نحوی که تا سال ۱۴۵۰ صندوق با بحران مواجه نمی‌شود در مقابل نتایج اجرای سناریوهای پیشنهادی نشان می‌دهد بدترین وضعیت برای متغیر سرمایه صندوق به ترتیب با اجرای سناریو ۳ و ۵ بوده که نشان‌دهنده وقوع بحران در سال ۱۴۱۹ و سال ۱۴۲۹ می‌باشد.

نتایج ارزیابی سناریوهای تحقیق روی متغیر سرمایه صندوق در نرم‌افزار نشان داده است که در صورت ادامه روند فعلی تا سال ۱۴۳۰ صندوق بازنشستگی با بحران مواجه نمی‌شود و می‌تواند از محل سرمایه صندوق کسری نقدینگی (مازاد مصارف نسبت به منابع کل) را پوشش دهد.

بر اساس نتایج نمودار شماره ۱۸، شبیه‌سازی نشان می‌دهد به ترتیب سناریوهای ۲ و ۶ بهترین



نمودار ۱۷ سناریوهای مختلف در متغیر سرمایه صندوق (یافته‌های تحقیق)

تحقیق تمرکز اصلی روی ریسک‌های تغییرات نرخ حقوق و دستمزد، نرخ مستمری و نرخ بازده سرمایه‌گذاری به‌عنوان چالش‌های اصلی در تعادل منابع و مصارف صندوق‌ها می‌باشد. همچنین وضعیت موجود صندوق‌های بازنشستگی سازمان تامین اجتماعی از جنبه اقتصادی، ساختار تأمین مالی و رقابتی با استفاده از روش پویایی سیستم شبیه‌سازی بر اساس سناریوها و سیاست‌های پیشنهادی مورد بررسی قرار گرفته است.

سناریوپردازی و سیاست‌گذاری در یک افق زمانی ۵۰ ساله در مدل شبیه‌سازی انجام‌گرفته است. در ادامه ۹ سناریو بر اساس نظر خبرگان و تحلیل حساسیت‌های انجام‌شده طراحی‌شده و اثر آن‌ها روی متغیرهای میزان نقدینگی، سرمایه صندوق و نسبت پشتیبان به عنوان مؤثرترین متغیرهای کلیدی به منظور پیش‌بینی وضعیت پایداری صندوق مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به‌دست‌آمده حاصل از شبیه‌سازی سیستم منابع و مصارف صندوق بازنشستگی سازمان تامین اجتماعی، بیانگر این می‌باشد که در صورت ادامه روند فعلی در سال ۱۴۱۰ بحران فزونی مصارف بر منابع، سال ۱۴۱۷ رسیدن نسبت پشتیبان به عدد

## ۵ نتیجه‌گیری و پیشنهاد

وجود مسائل و چالش‌های گوناگون در برابر صندوق‌های بازنشستگی همچون نظام بازنشستگی DB، تورم، تغییرات جمعیتی، رقابتی شدن صندوق‌ها، سرمایه‌گذاری و همچنین کاهش نسبت پشتیبان در کشور، اثرات قابل‌توجهی روی منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی کشور گذاشته به نحوی که موضوع بازنشستگی به عنوان یک ابر چالش در برنامه ششم توسعه یاد شده است. برای تصمیم‌گیری مناسب و دقیق در مورد راه حل‌های پیشنهادی برای برون‌رفت از این بحران نیاز است ابتدا تمام عوامل اثرگذار بر منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی به طور کامل شناسایی و مدل‌سازی صورت گرفته و در نهایت علاوه بر پیش‌بینی ادامه روند فعلی بتوانیم اثر هر سیاست و سناریو را در وضعیت پایداری صندوق‌ها را مشخص نماییم. ارائه یک مدل شبیه‌سازی با رویکرد پویایی‌شناسی سیستم‌ها می‌تواند سیاست‌گذاران و مدیران حوزه صندوق بازنشستگی را در تصمیم‌گیری و چگونگی اجرای سیاست‌های مختلف در راستای بررسی وضعیت پایداری صندوق بازنشستگی و مصونیت از ریسک‌های موجود یاری کند. در این



نرخ سالانه حقوق و دستمزد می تواند در میان مدت به علت دریافت کسور بیشتر از شاغلین، منابع ورودی صندوق را افزایش داده اما در بلند مدت به علت افزایش در مبلغ مستمری های پرداختی در هنگام بازنشستگی باعث فزونی شدیدتر مصارف نسبت به منابع می شود و لازم است در صورت اتخاذ این سیاست در بودجه دولت اصلاحات پارامتریک و همچنین توجه به کسب بازده بالاتر سرمایه گذاری ها نیز مد نظر قرار گیرد. در خصوص سیاست افزایش نرخ مستمری پرداختی، نتایج شبیه سازی نشان می دهد که این عامل نباید به صورت مجزا و بدون در نظر گرفتن سایر متغیرها دستخوش تغییر شود. علت این امر افزایش قابل توجه میزان مصارف صندوق خواهد بود. همچنین مدل تحقیق مناسب شرایط پیچیده و متنوع سازمان بوده و کارشناسان ذی ربط می توانند با توسعه آن، اهدافی چون یادگیری، سیاست گذاری و پیش بینی آینده را محقق سازند. همچنین در مدل این تحقیق کلیه عوامل اثرگذار بر پایداری صندوق بازنشستگی سازمان تامین اجتماعی در نظر گرفته شده اند. از این رو تهیه یک داشبورد مدیریتی حاصل از نتایج شبیه سازی در این تحقیق، علاوه بر سازمان تامین اجتماعی کشور و سایر صندوق های بازنشستگی، می تواند نهاد هایی چون ارائه کنندگان خدمات بیمه ای، سازمان های موثر در تصمیم گیری امور بازنشستگی و سیاست گذاری نظیر مرکز پژوهش های مجلس و سازمان برنامه و بودجه را در اخذ تصمیم های بهتر یاری کند. مدل شبیه سازی شده در پژوهش حاضر، این قابلیت را دارد که هم در بخش مبانی و هم در بخش مدل سازی و شبیه سازی، با افزایش زیرسیستم هایی همچون سرمایه گذاری، درمان، مطالبات دولت و بیمه بیکاری بهبود یابد و نتایج دقیق تری ارائه دهد.

بسیار بحرانی ۲٫۵ و در سال ۱۴۳۰ سرمایه صندوق کفایت لازم برای پرداخت تعهدات را نخواهد داشت که همگی نشان از بروز بحران بازنشستگی در صورت تداوم وضعیت فعلی صندوق در آینده ای نزدیک می باشد. همچنین نتایج نشان داده است که میزان نقدینگی صندوق در صورت افزایش دستمزد و بازده سرمایه گذاری بهترین حالت در صورت افزایش مستمری پرداختی بدترین نتایج را حاصل می کند. از طرفی ارزیابی سناریوهای تحقیق نشان داده است که افزایش ۱۰ درصدی بازده سرمایه گذاری و رشد دستمزد بیشترین تأثیر را روی پایداری صندوق های بازنشستگی داشته است. در مقابل افزایش ۱۰ درصدی نرخ رشد مستمری باعث برهم خوردن بیشتر تعادل صندوق شده و صندوق را در مدت زمان کمتری با بحران مواجه خواهد نمود. مدل شبیه سازی شده در پژوهش حاضر، ابرسیستمی است که با توسعه زیرسیستم های پژوهش های پیشین، در مقایسه با یافته های سیپری و همکاران (۲۰۱۴)، یواس و باجاکسیز لر (۲۰۱۰) و بیوگرو و جاگالسکی (۲۰۰۳)، ضمن برون زا در نظر گرفتن متغیرهای اثرگذار، خروجی دقیق تر و کاربردی تری ارائه کرده است.

نتایج شبیه سازی و مطالعات پیشین نشان می دهد که مساله سرمایه گذاری در صندوق های بازنشستگی و با توجه به ساختار DB صندوق های موجود در کشور موضوعی راهبردی بوده و نقش بسیار موثری در پایداری مالی صندوق های بازنشستگی خواهد داشت. بنابراین وجود نگرش بلند مدت، تنوع در سرمایه گذاری ها، توجه بیشتر به سرمایه گذاری در پروژه های زیر بنایی، تملک سهام شرکت های تجاری، سرمایه گذاری در طرح های پرریسک می تواند بازده بالاتری را نسبت به صندوق های بازنشستگی نماید. همچنین افزایش

## منابع

- 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.
- 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)
- Basu, S., & Nath Mukherjee, K. (2020). Asset-liability management.
- Chaim, R.M. (2006). Combining ALM and system dynamics in pension funds. The 24th International Conference of System Dynamics Society, Netherlands.
- Chaharmahali, H., Talebian, Ahmadaf, and 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)*
- D'Amico, Guglielmo, Lika, Ada, Petroni, Filippo. (2019). "Risk Management of Pension Fund: A Model for Salary Evolution." *International Journal of Financial Studies* 7(3): 44.
- 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).
- Erwin, K., Abubakr, 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).
- 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
- Franzen, Dorothee. (2010). "Managing investment risk in defined benefit pension funds."
- Fartoukzadeh, H., Rajabi Nahoji, M., Bayramzadeh, S., (2013), *The crisis of increasing spending relative to resources. (in Persian)*
- Gunnarsson, B. (2013). Risk management in Almenni collective pension fund.
- Hue, B, Jinks, A, Spain, J, Bora, M, Siew, S. (2019). "Investment risk for long-term investors: risk measurement approaches: Considerations for

- pension funds and insurers." *British Actuarial Journal* 24.
- Ismaili, M, and Mohammadi Kamalabadi, M.A. (2014), "Evaluation of investment decisions using system dynamics and real investment authority (studied in the car battery company)", *Quarterly Journal of Asset Management and Financing*, third year, first issue, consecutive issue (eighth) spring 1394, pages 1 to 22. (in Persian)
- Izadbakhsh H., Soleimanzadeh A., Davari Ardakani H., Zarrinbal, M. (2017). Asset and debt management funds with a systemic approach in a fuzzy environment. *Economic Modeling Research.*; 8 (29): 201-239 (in Persian)
- Kalashnikov, P. J. U. B. s. S. (2018). The dynamic model of assessment of the balance of the solidary-distribution pension system. 73, 134-156.
- Karimian Sichani, Z, Cheraghali, M, Dehghani, A; (2019); Study and analysis of demographic variables affecting the support ratio in the Iranian Social Security Pension Fund using system dynamics; *Quarterly Journal of Industrial Management*, Faculty of Humanities, Islamic Azad University, Sanandaj Branch; Sixteenth year; No. 56, Summer 1400. (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.
- Liang, Zongxia. and Ma, Ming (2015). "Optimal dynamic asset allocation of pension fund in mortality and salary risks framework." *Insurance: Mathematics and Economics* 64: 151-161.
- Li, X., Wu, X., & Yao, H. J. J. o. t. O. R. S. (2020). Multi-period asset-liability management with cash flows and probability constraints: A mean-field formulation approach. 71(10), 1563-1580.
- Li, Danping, Rong, Ximin, Zhao, Hui (2016). "Time-consistent investment strategy for DC pension plan with stochastic salary under CEV model." *Journal of Systems Science and complexity* 29(2): 428-454.
- Lychkina, N. N., & Morozova, Y. A. (2015). Agent based modeling of pension system development processes. In *SAI Intelligent Systems Conference (IntelliSys)*, 2015 (pp. 857-862). IEEE.
- Lychkina, N. N., & Morozova, Y. A. (2014). Dynamic simulation of pension system development processes. In *Proceedings of the 32nd International Conference of the System Dynamics Society* (pp. 20-24).
- Lychkina, N. N., Andrianov, D. L., & Morozova, Y. A. (2011). Social sphere modeling based on system

- dynamics methods. In 29th International Conference of the System Dynamics Society, Washington DC, USA.
- Mohagheghzadeh, M., et al. (2021). "Evaluation of the Sustainability of the Pension System: A Case Study on Iranian Social Security Organization." *Social Welfare* 20(79): 307-334.
- Mir, Seyed J, Ganjian, M, Forouhesh Tehrani, G. (2013). Challenges and Strategies of Pension Funds in Iran: A Case Study of Jihad Keshavarzi Pension Fund. *Strategic and Macro Policies*, 2 (No. 7), 111-139. (*in Persian*)
- Mir Ebrahimi, R, Jahanfar, N. (2019). "Resource Allocation Strategies in Selected Pension Funds." Saba Pension Strategic Institute (First Edition). (*in Persian*)
- Nepp, A., Larionova, V., Okhrin, O., & Seseikin, A. (2018). Optimal pension system: case study.
- Nikpour A, Hassan Alizadeh M. Analysis of spatial patterns of population aging indicators in the city of Babol. *Socio-cultural development studies*. (2018) ; 8 (1): 9-31 (*in Persian*)
- 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
- Pachamanova, D., Gülpınar, N., & Çanakoglu, E. (2017). Robust approaches to pension fund asset liability management under uncertainty. In *Optimal Financial Decision Making under Uncertainty* (pp. 89-119). Springer, Cham.
- Petrides, L. V., & Dangerfield, B. C. (2009). Financing retirement: A basic economic analysis of the Pay-As-You-Go (PAYG) system and the expected consequences from a transition to a Fully-Funded (FF) scheme. In *Proc. of the 21th 21th International Refereed Conference of System Dynamics Society*. New York, USA.
- Qasemi, M (2009), "Financial Markets and Economic Development, A Look at the Role of Continuing Systems on Financial Markets and Economic Development", Insurance Studies and Research Unit of the Audit Institute of the National Pension Fund. (*in Persian*)
- Ranaei Kurdsholi, H, Daneshvar, and. (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*)
- Roghnizadeh, M. (2005), *Analysis of the National Pension Fund*, Tehran: Sahafi Publications. (*in Persian*)

- Referral Commission, (2020). Empowerment and sustainability plan of the Social Security Organization Reference. (in Persian)
- Rose, S, Jafari, H. (2016). Financial stability of the state pension fund in different scenarios, investment group and financial markets. (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.
- Sterman, J. D. (2001). System dynamics modeling: tools for learning in a complex world. California management review, 43(4), 8-25.
- Tsaples, G., & Armenia, S. (2016). Studying pension systems and retirement age: a simple system dynamics model for a complex issue. International Journal of Applied Systemic Studies, 6(3), 258-270.
- 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 (Vol. 191, No. 10).
- Yang, Y ,Cao, H, Feng, M, Yao, C (2020). System Dynamics Analysis for Policy Change of Beijing Old-Age Service Industry. 3rd International Conference on Advances in Management Science and Engineering (IC-AMSE 2020), Atlantis Press.
- Yavas, M., & Bacaksizlar, N. G. (2012). Financial Sustainability of Social Security Institutions in the Presence of Aging Populations. In The 30th International Conference of the System Dynamics Society