[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی با رویکرد سیستمی در محیط فازی[1]

حمیدرضا ایزدبخش[2]، احمد سلیمان‌زاده[3]
حامد داوری‌اردکانی[4]، مرضیه زرین‌بال[5]

تاریخ دریافت: ۹۵/۰۷/۰۳ تاریخ پذیرش: ۹۶/۰۶/۱۹

چکیده

از آنجا که صندوق‌های بازنشستگی از جمله نهادهای مهم و تاثیرگذار بر شرایط اقتصادی و اجتماعی جامعه به‌شمار می‌روند، مطالعه و بررسی دقیق مسائل پیش روی آن‌ها اجتناب ناپذیر به نظر می‌رسد. مدیریت دارایی و بدهی ابزاری مفید و اثربخش جهت بررسی و شناخت صندوق بازنشستگی و ذینفعان آن است. در این مقاله سعی شده است عوامل کلیدی تأثیرگذار بر مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی شناسایی شود و توسط پویایی‌شناسی سیستم‌ها مورد تجزیه و تحلیل قرار گیرد. سپس با استفاده از سیستم استنتاج فازی ریسک‌های مهم موثر بر مدیریت دارایی و بدهی، ارزیابی شده و در راستای ریسک‌گرا شدن مدیریت دارایی و بدهی به مدل اضافه گردیده و با آزمون راه‌کارها و سناریوهای مختلف تاثیر هریک از عوامل و ریسک‌ها بر مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی تعیین شده است. نتایج مؤید این نکته است که کلیدهای موفقیت مدیریت دارایی و بدهی، نگاه یکپارچه به دارایی‌ها و بدهی‌ها و منافع ذینفعان طرح و توجه به ریسک‌های جمعیتی و به طور خاص ریسک‌گرایی است.

واژه‌های کلیدی: مدیریت دارایی- بدهی، پویایی‌شناسی سیستم‌ها، سیستم استنتاج فازی، صندوق بازنشستگی، ماتریس ریسک.

طبقه‌بندی JEL: C63, H55, G31.

---

۱. این مقاله مستخرج از نتایج طرح تحقیقاتی اجرا شده به شماره قرارداد ٤/٢٣١٨ مورخ ٩٤/٩/٧ از محل اعتبارات معاونت پژوهش و فناوری دانشگاه خوارزمی می‌باشد.

۲. عضو هیئت علمی گروه مهندسی صنایع، دانشگاه خوارزمی (نویسنده مسئول)، hizadbakhsh@khu.ac.ir
۳. دانشجوی کارشناسی ارشد مهندسی صنایع، دانشگاه خوارزمی، ahmad.soleymanzadeh@yahoo.com
۴. عضو هیئت علمی گروه مهندسی صنایع، دانشگاه خوارزمی، davari@khu.ac.ir
۵. عضو هیئت علمی پژوهشگاه علوم و فناوری اطلاعات ایران (ایرانداک)، zarinbal@irandoc.ac.ir

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]

[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

۱. مقدمه

در دهه‌های اخیر بانک‌ها و موسسات مالی با عدم‌قطعیت و ریسک قابل توجه‌ای مواجهه‌شده‌اند. موسسات مالی همواره در پی سرمایه‌گذاری مناسب دارایی‌ها و به تبع آن انتخاب بهینه سبد دارایی‌ها (پورتفوی دارایی‌ها) هستند. یک سرمایه‌گذاری مناسب به دنبال کمینه‌سازی ریسک و بیشینه‌سازی بازده است. در این راه عدم قطعیت‌ها و ناپایداری‌های اقتصادی، شرایط تصمیم‌گیری را پیچیده‌تر می‌کند. از این‌رو وجود تکنیکی کارا که منجر به تسهیل تصمیم‌گیری شود، یکی از اساسی‌ترین نیازهای مدیران مالی است.

در اوایل دهه ۱۹۷۰ میلادی بزرگ‌ترین سقوط بازار سهام ثبت‌شده در تاریخ پس از جنگ جهانی صورت گرفت. این بحران در ژانویه ۱۹۷۳ در بورس اوراق بهادار نیویورک آغاز شد و به قوی‌ترین بازارهای سهام در سراسر جهان سرایت کرد. این بحران و بی نظمی منجر به مواجهه شدن نهادهای مالی آمریکایی و بریتانیایی با انواع ریسک‌ها ازجمله ریسک نقدینگی، ریسک اعتباری و ریسک نرخ بهره که متاثر از بحران بسیار شدید و جدی شده بودند، گردید. از این‌رو موسسات مالی مذکور به فکر مقابله‌ای اثربخش‌تر و کاراتر با این چنین حوادث در آینده افتادند، و در پی ابزار و روش‌های بودند که به‌توان از طریق آن‌ها در برابر عدم‌قطعیت و بی ثباتی و تغییر محیط ایمن شد (کالینتا[1]، ۲۰۱۶).

پس از خاتمه بحران، مدیران مالی بر رفع و برطرف سازی عدم تطابق بین دارایی‌ها و بدهی‌ها و ریسکی که از آن ناشی می‌شود، متمرکز شدند. در واقع پس از بحران مذکور، مدیریت دارایی- بدهی[2] (ALM) به عنوان ابزاری که در پی مدیریت ریسک‌های ناشی از اختلاف بین دارایی‌ها و بدهی‌های مربوطه پدید می‌آید، معرفی گشته و به مرور زمان در بانک‌ها، صندوق‌های بازنشستگی، مسائل سرمایه‌گذاری فردی، شرکت‌های بیمه و...به کار گرفته شد. به‌طور ساده مدیریت دارایی - بدهی، مدیریت ریسک و مدیریت استراتژیک را به‌هم پیوند می‌زند (کالینتا ، ۲۰۱۶).

1. Kallianta
2. Asset-Liability Management

امروزه مجموعه متنوعی از از رویکردهای مدیریت دارایی – بدهی متداول است. مهم‌ترین این رویکردها شبیه‌سازی در امتداد مرز کارا، انطباق ارزش فعلی وزنی زمانی یا ایمن‌سازی، انطباق جریان نقدینگی، بهینه‌سازی کل بازده و برنامه ریزی ریاضی هستند (حبیبی، ۱۳۸۳).ادبیات مدل‌های ریاضی در مدیریت دارایی - بدهی بسیار وسیع است و با کارهای آغازین مارکویتز[1] (۱۹۵۲) شروع می‌شود. رود کلینن[2] اولین کسی بود که سعی کرد توسط استراتژی‌های ALM صندوق‌های بازنشستگی را تحت تاثیر قرار دهد و نهایتا منجر به بهتر شدن وضعیت آن‌ها شود. کلینن در وهله اول به تمام ریسک‌های بالقوه که احتمال بالفعل شدن آن‌ها می‌رفت توجه نمود، و تاثیر هر یک از ریسک‌ها بر بازده را اندازه‌گیری کرد. و معتقد بود با این روش می‌توان تمام ریسک‌هایی که ممکن است نتایج و بازگشت یک سرمایه‌گذاری را تهدید کند، شناسایی و کنترل کرد.(کالینتا، ۲۰۱۶).

روزن و زنیوس[3] (۲۰۰۶) استراتژی‌های مدیریت دارایی - بدهی را در چهار گروه تقسیم‌بندی نمودند: مدل‌های ایستای تک زمانه[4]، مدل‌های احتمالی(ضمنی) تک زمانه[5]، مدل‌های ایستای چنددوره‌ای[6] و مدل‌های احتمالی (ضمنی) چنددوره‌ای[7]. انتخاب الگوی مناسب، یکی از مسائل مهم در اجرای ALM است و به دیدگاه مدیران نسبت به زمان و عامل‌های ریسک بستگی دارد. محور زمان ممکن است ساختاری، تک دوره‌ای یا چند دوره‌ای داشته باشد. در حالت اول فرض می‌شود که تنها لحظه t=0 برای شبیه‌سازی مهم است و شبیه‌سازی به صورت تک دوره‌ای انجام می‌شود. در ساختار چند دوره‌ای، دوره تحت بررسی به بازه‌های زمانی مجزا تقسیم شده و فرض می‌شود که در هر دوره تغیراتی در ساختار و مقدار دارایی‌ها و بدهی‌ها رخ می‌دهد. تحت فرض ایستایی عامل‌های ریسک مانند شرایط اقتصادی، بازده دارایی‌ها و نرخ بهره در وضعیت کنونی باقی می‌مانند و تغییر

1. Markowitz
2. Ruud Kleynen
3. Rosen & Zenios
4. Single-Period Static Models
5. Single-Period Stochastic Models
6. Multiperiod Static Models
7. Multiperiod Stochastic Models

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

چندانی در آن‌ها رخ نمی‌دهد. مدل‌های تصادفی فرض می‌کنند که عامل‌های ریسک از یک توزیع احتمال خاص یا یک مدل پیروی می‌کنند که وابسته به زمان است (سرباز علی‌پور و فلاح، ۱۳۹۲).

از آنجایی که عوامل درونی و بیرونی متعدی بر صندوق‌های بازنشستگی تاثیر گذارند و گروه‌های مختلفی در فرآیند مدیریت دارایی و بدهی، ذینفع هستند که در بعضی از مواقع، خواست‌ها و نیازهای متضادی را دنبال می‌کنند. کارکرد و هدف اصلی ALM راضی نگه داشتن تمام ذینغعان و افزاش توان صندوق در پرداخت مستمری‌ها و تعهدهای وعده داده شده است و این مهم، تابعی از شرایط پیچیده اقتصادی، اجتماعی و تغیرات جمعیتی و عوامل دیگر بیرونی و یا درونی است. لذا ارائه شبیه‌سازی مبتنی بر پویایی‌شناسی سیستم‌ها از ALM در صندوق‌های بازنشستگی ضروری به نظر می‌رسد که بتوان از طریق آن پیچیدگی‌های محیطی و شرایط پویا را به‌گونه‌ای اثربخش شبیه‌سازی نمود. این مدل شبیه‌ساز در پژوهش حاضر ارائه شده و از ویژگی‌های منحصربفرد آن، مدلسازی ریسک-های اقتصادی و جمعیتی توسط منطق فازی و سناریو پردازی حول اثر این ریسک‌ها بر وضعیت صندوق بازنشستگی و ریسک‌گرا نمودن مدل است.

۲. مبانی نظری

مدیریت دارایی – بدهی در صندوق‌های بازنشستگی

در دنیای کنونی، یکی از زیر بخش‌های اساسی اقتصاد هر جامعه‌ای را شرکت‌های بیمه‌ای تشکیل می‌دهند. فاصله زمانی میان دریافت حق‌بیمه و پرداخت خسارت ویا مستمری، منابع مالی مختلفی را در اختیار شرکت‌های بیمه قرار می‌دهد که بیمه‌گر می-بایست با بهره‌برداری شایسته از آن‌ها، از کاهش ارزش سرمایه جلوگیری نماید و پشتوانه‌ی لازم را برای عمل به تعهدات خود فراهم سازد. به بیان دیگر، شرکت‌های بیمه از طریق جمع‌آوری سرمایه‌های خرد و پراکنده در سطح جامعه، به منظور ایفای تعهدات، ذخایری را در حساب‌های خود نگهداری می‌کنند و این ذخایر امکان سرمایه‌گذاری را برای

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

شرکت‌های بیمه فراهم می‌کند، لذا صنعت بیمه از توان بالقوه‌ای برای مشارکت در سرمایه‌گذاری‌های کلان برخوردار می‌شود (مهرگان و همکاران، ۱۳۹۱).

با توجه به مطالب فوق، شرکت‌های بیمه و صندوق‌های بازنشستگی علاوه بر وظیفه بیمه‌گری و پذیرش خطر، می‌بایست به سرمایه‌گذاری نیز به منزله یک وظیفه اساسی و مهم توجه نموده و از این طریق کمک شایانی به پویایی هر چه بیشتر اقتصاد و توسعه کشور نمایند. این نکته را باید مدنظر داشت که هدف صندوق‌های بازنشستگی از سرمایه‌گذاری تنها کسب سود نیست، بلکه صندوق باید به گونه‌ای سرمایه‌گذاری کند که بتواند از عهده تعهدات خویش در آینده برآمده، اعتبار خود را در بین مشتریان و سهامداران حفظ کرده و به فعالیت خود در بازار رقابتی ادامه دهد. در واقع سرمایه‌گذاری صحیح، عنصر حیاتی برای بقا و موفقیت صندوق‌ها به شمار می‌رود. بنابراین ارزیابی و مدیریت هم‌زمان ریسک دارایی‌ها و بدهی‌ها و انتخاب نحوه سرمایه‌گذاری دارایی‌ها در بازارهای مالی با توجه به بدهی‌های شرکت؛ که همان مدیریت دارایی و بدهی است، امری مهم و ضروری بشمار می‌آید. به طور ساده، فرآیند کنترل همزمان ریسک دارایی‌ها و بدهی‌ها تحت عنوان مدیریت دارایی‌ها- بدهی‌ها (ALM) شناخته می‌شود و شامل مدل‌بندی، اجرا، نظارت و اصلاح استراتژی‌های مرتبط با دارایی‌ها و بدهی‌هاست، به نحوی که شرکت بتواند با توجه به محدودیت‌های موجود به اهداف مالی خود دست یابد. ALM در بسیاری از صنایع مانند بانک، بیمه و صندوق‌های بازنشستگی که با حجم زیادی از نقدینگی سروکار دارند، توسعه پیدا کرده است. دارایی‌ها و بدهی‌ها در هر یک از این صنایع تعریف خاصی دارد، ولی به طور کلی دارایی‌ها به عنوان جریان ورود وجوه نقد و بدهی‌ها به عنوان جریان خروج وجوه نقد تلقی می‌شوند (علی‌پور و فلاح، ۱۳۹۲).

به عنوان تعریف اصلی و مورد قبول، جامع کارشناسان بیمه در سال ۲۰۰۳ تعریفی را از ALM ارائه داده است: «ALM تحت عنوان فرآیند مستمری، از تدوین، به کارگیری، نظارت و اصلاح استراتژی‌های مربوط به دارایی‌ها و بدهی‌ها، برای رسیدن به اهداف مالی سازمان، با در نظر گرفتن انحراف ریسک و محدودیت‌های دیگر سازمان تعریف می شود»

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]

[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

(علی‌پور و فلاح، ۱۳۹۲). بر اساس این تعریف هدف اصلی ALM رسیدن به اهداف مالی سازمان است و این امر مستلزم توجه به سیاست‌های سرمایه‌گذاری و تخصیص دارایی‌ها و همچنین توجه به بدهی‌ها و سیاست‌های شاخص‌بندی[1] (ترمیم حقوق) است به‌گونه‌ای که با یک برنامه‌ریزی یکپارچه و جامع‌نگر بین دارایی‌ها و بدهی‌ها و به طور اخص اهداف و منافع ذینفعان مختلف، تعادل و توازن برقرار گردد. مدیریت دارایی و بدهی یکی از الزامات مهم هر سازمانی است که در زمینه دریافت و سرمایه‌گذاری پول، در راستای تحقق نیازهای سرمایه‌ای و نقدی، فعالیت می‌کند (ویگا و والادو[2]، ۲۰۱۰). صندوق‌های بازنشستگی نیز با دریافت حق‌بیمه (کسورات) از افراد بیمه‌شده (ویا درصدی توسط کارفرما) در سنین جوانی و بهره‌وری، و تعهد پرداخت آن‌ها در سنین پیری و بازنشستگی؛ اساسا با ریسک‌های زیادی مواجه‌اند که از مهم‌ترین آن‌ها می‌توان به ریسک سرمایه‌گذاری و بازگشت آن، ریسک نقدینگی[3]، ریسک نرخ بهره[4] و ریسک قدرت پرداخت دیون[5] و ریسک تامین مالی[6] اشاره کرد. همچنین نحوه تخصیص دارایی‌ها و پرداخت مستمری‌ها، ترمیم حقوق و هزینه‌های صندوق از مسائل مهم در صندوق‌های بازنشستگی است.

بر اساس رساله دکتری درت[7] (۱۹۹۵)، صندوق‌های بازنشستگی در ابتدای شکل‌گیری با دو مسئله مهم و اساسی مواجه‌اند: سطح کسورها[8] و ترکیب دارایی‌ها[9]. سوال اساسی این است که کدام یک از این دو یعنی میزان مشارکت‌ها (کسورات) و تخصیص دارایی‌ها و سرمایه‌گذاری؛ دارایی صندوق را برای پرداخت بدهی‌های وعده داده شده تامین می‌کند؟ و یا به عبارت دیگر درآمد صندوق، بیشتر از کدام یک حاصل می‌شود؟. برای پاسخ به این سوالات، بلوغ صندوق بازنشستگی وALM نقشی اساسی را ایفا می‌کنند. مسئله مهم بعدی ،

1. Indexation
2. Viega & Valladao
3. Liquidity Risk
4. Interest Rate Risk
5. Solvency Risk
6. Funding Risk
7. Dert
8. Level of Contribution
9. Choice Asset Mix

سطح و میزان پرداخت‌های آینده[1] و یا به عبارت دیگر بدهی‌ها است. هرچندکه مقدار آن با یک فرمول بیان می‌شود اما ذاتا غیرقطعی است (مقدار واقعی آن قطعی نیست). میزان بدهی‌ها شدیداً به آینده و ویژگی‌های بیمه‌شدگان (احتمال مرگ،طول عمر و...) بستگی دارد، در صورتی که میزان پرداخت‌های آینده به خوبی برآورد و محاسبه نشده باشد و یا به دلیلی ارزش دارایی‌ها برای پرداخت مستمری‌هایی که موعد سررسید آن‌ها فرا رسیده؛ کافی نباشد، استفاده از هر ابزاری برای تقویت وضعیت مالی صندوق، عملاً بی فایده است. لذا برای اجتناب از این خطر بالقوه از مفهوم "الزامات قدرت پرداخت بدهی"[2] استفاده می‌شود. این مفهوم بیانگر آن است که در پایان هر سال میزان دارایی‌ها برای پرداخت بدهی‌ها کافی باشد، و یا به عبارت دیگر: ارزش فعلی دارایی‌ها از ارزش فعلی بدهی‌ها بزرگتر باشد.

در زمینه قدرت پرداخت بدهی می‌توان بر اساس مطالعه رینیسون[3] (۲۰۱۲) از نسبت داریی‌ها به بدهی‌ها که تحت عنوان نسبت مالی[4] (تامین وجه و یا بودجه) شناخته می‌شود؛ بهره برد. همان‌طور که پیداست نسبت مذکور حاصل تقسیم دارایی‌ها بر بدهی‌هاست؛ که اگر این نسبت بزرگتر و یا مساوی یک باشد، وضعیت صندوق خوب است. در غیر این صورت صندوق با کسری مواجه خواهد شد. شایان ذکر است که قدرت پرداخت بدهی در یک لحظه زمانی خاص به عنوان نسبت مالی در نظر گرفته می‌شود؛ لذا می توان با متعادل کردن دارایی‌ها و بدهی‌ها در طول زمان از کسری و حتی ورشکستگی احتمالی جلوگیری کرد؛ که این امر از طریق شبیه‌سازی با پویایی‌شناسی سیستم‌ها و تحلیل سناریو امکان‌پذیر است.

با توجه به مطالب فوق، سوال اساسی این است که چگونه می‌توان با وجود تورم و ریسک‌های اقتصادی و عدم‌قطعیت‌ها از توانایی پرداخت دیون مناسب (عدم کسری و یا عدم ورشکستگی) برخوردار بود؟ به عبارت دیگر در مواجهه با مسائلی از قبیل تعین نرخ کسورات، تخصیص دارایی‌ها و ارزش فعلی آن‌ها، ارزش آینده مستمری‌ها و نحوه

1. Level of Future Benefit Payments
2. Solvency Requirements
3. Reynisson
4. Asset-Liability Ratio (Funding Ratio)

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

سرمایه‌گذاری و نرخ بازگشت سرمایه و ریسک و عدم‌قطعیت‌های موجود در آن؛ با چه تکنیک و ابزاری می‌توان بهترین تصمیم را اتخاذ نمود؟ ALM یکی از ابزارهای مناسب و مفید در زمینه پاسخگویی و حل مسائل فوق‌الذکر است.

چیم[1] (۲۰۰۶) در مطالعات خود اذعان می‌دارد که یک مدیریت دارایی و بدهی خوب در صندوق‌های بازنشستگی باید ریسک‌گرا[2] باشد، بدین معنی که ریسک‌هایی که صندوق بازنشستگی در معرض آن‌هاست را در مدیریت دارایی و بدهی لحاظ کند و اثر هریک از ریسک‌ها را برقدرت پرداخت دیون و دیگر متغیرهای مهمALM بررسی و ارزیابی کند. موسسات تامین اجتماعی و صندوق‌های بازنشستگی به واسطه تعهداتشان در معرض ریسک‌های طولانی مدت مانند رشد حقیقی درآمدها، تغیرات ساختاری در اقتصاد، بیکاری، ازکارافتادگی، رشد هزینه‌های تامین سلامت و افزایش طول عمر کل جمعیت هستند. زمینه‌های دیگر ریسک برای یک موسسه تامین اجتماعی و یا صندوق بازنشستگی نیز وجود دارد نظیر ریسک‌های عملیاتی، نقدینگی، اقتصادی، کسری بودجه، سرمایه‌گذاری، فاجعه‌آمیز و سیاسی (عابدین خان، ۱۳۸۸). با توجه به مرور ادبیات ((گالو[3]، ۲۰۰۹)، (گانارسون[4]، ۲۰۱۳)، (چیدوزی[5]، ۲۰۱۲)، (مکلود و مودی[6] و همکاران، ۱۹۹۲) و (فرانزن[7]، ۲۰۱۰)) و نظر خبرگان حوزه تامین اجتماعی و بازنشستگی، چهار ریسک اصلی در صندوق‌های بازنشستگی در این پژوهش مورد توجه قرار گرفت که عبارتند از: ریسک نقدینگی، ریسک کسری بودجه[8]، ریسک جمعیتی[9] و ریسک سیاسی[10]. در ادامه هر یک از این ریسک‌ها به اختصار شرح داده می‌شوند.

1. Chaim
2. Risk Oriented
3. Gallo
4. Gunnarsson
5. Chidozie
6. Mcleod & Moody
7. Franzen
8. Underfunding Risk
9. Demographic Risk
10. Political Risk

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

۱. ریسک نقدینگی: از آن‌جا که سیستم صندوق‌های بازنشستگی در ایران DB-PAYG است، بدان معنا که دارایی قابل توجهی را تحت عنوان ذخیره پس‌انداز نمی‌کنند، ریسک نقدینگی می‌تواند مهم و خطرناک باشد. به این دلیل که میزان حق‌بیمه‌های جمع‌آوری شده و هزینه‌های پرداخت مستمری‌ها در نتیجه تغیرات آماری، عوامل فصلی، تاثیرات چرخه اقتصادی و غیره، می‌توانند به صورت هفتگی و یا ماهیانه نوسان کنند، صندوق‌ها باید به مقدار کافی دارایی جاری در اختیار داشته باشند.

۲. ریسک جمعیتی: ریسک‌های جمعیتی از تغیرات جمعیتی حاصل می‌شوند، از این تغیرات می‌توان به افزایش طول عمر و مسن شدن جمعیت اشاره نمود. با افزایش طول عمر، زمان پرداخت تعهدات صندوق بازنشستگی افزایش می‌یابد و در زمینه مسن شدن جمعیت، ریسک این‌که واحدهای هزینه به علت مسن شدن جمعیت تحت پوشش به سرعت افزایش یابند وجود دارد.

۳. ریسک سیاسی: صندوق‌های بازنشستگی در نتیجه عوامل سیاسی در معرض تغیرات پی در پی هستند که این تغیرات اغلب با اهداف خوبی ایجاد می‌گردند اما بعضا باعث اختلال عملیات گردیده و در برخی موارد انحراف در نتایج حاصله و پیچیده شدن وضع موجود را به دنبال دارند. به عنوان مثال می‌توان به ریسک ناشی از تغییر قانون که به علت تغییر در عملیات قانون‌گذاری و یا تغییر تصمیم خود قانون‌گذار، اشاره نمود.

۴. ریسک کسری بودجه: هدف اصلی یک صندوق بازنشستگی و به تبع آن مدیریت دارایی و بدهی در یک صندوق بازنشستگی، پرداخت تمام تعهدات وعده داده شده است، در صورتی که صندوق بودجه و منابع مالی کافی برای پرداخت مزایای وعده داده شده را نداشته باشد با کسری بودجه مواجه گردیده، لذا توجه به ریسک کسری بودجه ضروری است.

۳. پیشینه تحقیق

علی رغم این که تحقیقات در حوزه مدیریت دارایی- بدهی در صندوق‌های بازنشستگی از دهه ۸۰ میلادی آغاز گردیده اما در کشور ما هیچ گونه تحقیقی در این زمینه موجود نیست. از این‌رو در ادامه به سه تحقیقی که رابطه نزدیکی با این پژوهش دارند پرداخته و در ادامه نیز تجربیات سایر کشورها بررسی خواهد شد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

فرتوک‌زاده و رجبی نهوجی (۱۳۹۲) به بررسی بحران فزونی مصارف بر منابع صندوق بازنشستگی در ابعاد کلان و استراتژیک توسط روش پویایی‌شناسی سیستم پرداختند. در این تحقیق ابتدا عوامل تاثیرگذار بر وضعیت صندوق بازنشستگی مشخص شده و بر اساس عوامل شناخته شده مدل شبیه‌سازی با هدف پیش‌بینی رفتار صندوق بازنشستگی در افق زمانی ۲۰ سال آینده ساخته شد. سپس با آزمودن راهکارهای مختلف در محیط شبیه‌سازی، سیاست‌های پیشنهادی برای برون رفت از وضعیت فعلی (فزونی مصارف بر منابع) ارائه شد. روغنی‌زاده (۱۳۸۴) در تحقیقی جامع به بررسی وضعیت صندوق¬های بازنشستگی در ایران و چگونگی اصلاح نظام بازنشستگی به منظور پایداری صندوق¬های بازنشستگی در سه فاز متفاوت پرداخت. محقق برای بهسازی نظام بازنشستگی ایران راهکارهایی را پیشنهاد کرد که شامل بهسازی مؤلفه‌ای سیستم بازنشستگی فعلی و بهسازی سیستمی بودند.

ایزدبخش و همکاران (۱۳۹۳) مدل شبیه‌ساز بر مبنای پویایی سیستم‌ها در سازمان تامین اجتماعی ایران به مرحله اجرا در آورند. هدف این شبیه‌ساز تحلیل منابع و مصارف بوده و توانستند نقطه شکست را با این شبیه ساز بدست آورند. این شبیه‌ساز از مولفه‌ها متعدد بیرونی و درونی تشکیل شده است. در مولفه‌های درونی می‌توان به بیمه‌گری، درمان، سرمایه‌گذاری، حمایتی و مستمری اشاره کرد و برای مولفه‌های بیرونی می‌توان به اقتصاد، اشتغال، جمعیت و قوانین اشاره کرد. در این شبیه‌ساز امکان بررسی راهکارهای مختلف پارامتری، محیطی و سیستمی وجود دارد. عسگریان و همکاران (۱۳۹۲) بخشی از ضرورت انجام این مطالعه را تشریح کرده‌اند. همچنین حسینی و همکاران (۱۳۹۲) بخشی از عوامل موثر در رفتار منابع و مصارف سازمان تامین اجتماعی مربوط به این مطالعه را در غالب حلقه‌های علی به تصویر کشیده‌اند.

در کشور برزیل مطالعات زیادی توسط چیم در سال‌های ۲۰۰۶ تا ۲۰۱۱ در این حوزه صورت پذیرفته است. به عنوان نمونه چیم (۲۰۰۶) برای اولین بار ALM در صندوق‌های بازنشستگی را با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها مورد بررسی قرار داد و معتقد بود که پویایی‌شناسی سیستم‌ها می‌تواند قابلیت ریسک‌گرا بودن ALM را تقویت کند و هدف

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]

[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

از شبیه‌سازی پویای مدیریت دارایی - بدهی، کمک به حمایت از تصمیم‌گیری در زمینه تخصیص دارایی‌ها، هزینه‌های بازنشستگی، پویایی جمعیت، ذخیره ریاضی و تعادل اکچوئری است. یاواز و بکاکسیزلار[1] (۲۰۱۲) نیز به بررسی و مطالعه وضعیت پایداری مالی موسسه‌های تامین اجتماعی تحت شرایط سالخوردگی جمعیت، پرداختند. هدف نویسندگان ارائه یک مدل شبه‌سازی شده از موسسه‌های تامین اجتماعی با سیستم تامین‌مالی PAYG است و برای تحقق این هدف با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم مدلی ساخته و پس از آن پایداری مالی کشور ترکیه به‌عنوان یک کشور مستعد سالخوردگی جمعیت، با استفاده از تحلیل سیاست و سناریو مورد بررسی قرار گرفت. سپیری[2] و همکاران (۲۰۱۴) به مطالعه و بررسی اثر ریسک‌های جمعیتی و ریسک دستمزد (حقوق) بر هزینه‌های صندوق‌های بازنشستگی در کشور مالزی پرداختند، نویسندگان با استفاده از روش پویایی-شناسی سیستم‌ها و استفاده از نرم‌افزار آی‌تینک و با در نظر گرفتن سه بخش دستمزد، جمعیت و هزینه‌های صندوق به بررسی اثر تغییرات جمعیتی و تغیرات در میانگین سطح حقوق و نرخ جایگزینی بر هزینه‌های صندوق پرداختند.

شآو و هآو[3] و همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی و مطالعه شکاف درآمد- هزینه در صندق‌های بازنشستگی در کشور چین با استفاده از روش پویایی‌شناسی سیستم پرداخته‌اند. ماراتا و چن[4] (۲۰۱۳) با روش شبیه‌سازی مبتنی بر عامل، سیستم بازنشستگی ژاپن را در سطح خرد[5] (فردی) و کلان[6] (عمومی) بررسی کردند. در تحقیقی توسط سوپان و اسچنبل[7] و همکاران (۲۰۰۴)، که بخشی از یک تحقیق چند مرحله‌ای پیرامون علل و اثرات بازنشستگی بیش از موعد در سیستم تامین اجتماعی آلمان است، بر اثرات و هزینه‌های اقتصادی و اجتماعی بازنشستگی پیش از موعد پرداخته شده است. جرگس و تهیل[8] و

1.Yavas & Bacaksizlar
2. Sapiri & Kamil
3. Shao & Hao
4. Murata & Chen
5. Micro
6. Macro
7. Supan & Schnabel
8. Jürges & Thiel

همکاران (۲۰۱۳)، به بررسی نقش بهداشت و انگیزه‌های مالی در تصمیم‌گیری به بازنشستگی پیش از موعد در چهارچوب سیستم بازنشستگی آلمان پرداختند و نشان دادند انگیزه‌های مالی، افراد بیمار را حداقل به اندازه افراد سالم به سوی بازنشستگی پیش از موعد سوق می‌دهد. ویوگر و جاگالسکی[1] (۲۰۰۳) در کنفرانس سالانه پویایی‌شناسی سیستم، گزارشی مربوط به سیستم اصلاح شده بازنشستگی در آلمان ارائه دادند که در آن به تحلیل اصلاحات برنامه عمومی تامین اجتماعی افراد سالخورده کشور آلمان در سال ۲۰۰۲ پرداخته شده است.

ژهنسون[2] (۲۰۱۶) به ارزیابی دارایی‌ها و بدهی‌های یک صندوق بازنشستگی تحت نرخ بهره ثابت و متغیر با استفاده از شبیه‌سازی پرداخته است. در تحقیقی دیگر پچنووا و گالپینار[3] و همکاران (۲۰۱۷) با استفاده از برنامه‌ریزی تصادفی مبتنی بر سناریو و بهینه‌سازی استوار در پی بهینه کردن دارایی‌ها و بدهی‌های صندوق‌های بازنشستگی تحت عدم‌قطعیت بوده‌اند.

٤. مدل تحقیق

در این تحقیق ازسه روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها، سیستم استنتاج فازی و ماتریس ریسک فازی استفاده شده است. ابتدا به بخش پویایی‌شناسی سیستم‌ها و پس از آن به سیستم استنتاج فازی و در انتها به ماتریس ریسک فازی پرداخته خواهد شد.

٤-١. پویایی‌شناسی سیستم‌ها

پویایی‌شناسی سیستم‌ها روشی برای مطالعه و مدیریت سیستم‌های پیچیده[4] و دارای بازخورد[5] است. رویکرد پویایی سیستم بر این اصل استوار است که بررسی سیستم‌ها به صورت ایستا[6]، به تنهایی تمامی جوانب پدیده‌ها را در نظر نمی‌گیرد. نتیجه راه‌حل‌های ساده

1. Viehweger & Jagalski
2. Johannsson
3. Pachamanova & Gülpınar
4. Complex Systems
5. Feedback
6. Static

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

در مسایل مدیریتی اغلب کوتاه مدت است، لذا برای کسب نتایج خوب در سیستم‌ها باید نگرش و دیدگاه بلند مدت داشت. این رویکرد تاکید می‌کند که سیستم‌ها براساس تاخیرهای[1] موجود و بازخوردهای سیستمی[2] به وجود می‌آیند و در آن تمامی متغیرها از جوانب مختلف بررسی می‌شوند. نکته حائز اهمیت در تفکر سیستمی آن است که نرخ تغییرات کوچک می‌تواند در بلند مدت نتایج را دستخوش تغییر بزرگی کند (اسماعیلیان و محمدی‌کمال‌آبادی، ۱۳۹۴). کارکرد اصلی و واقعی روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها، طراحی و ارائه مدل شبیه‌ساز[3] مسئله است. امروزه نرم‌افزارهای مختلفی امکان اجرا و بهنیه‌سازی مدل طراحی شده را دارند، هر چند امکان اجرای مدل بر صفحه گسترده[4] نیز وجود دارد. مراحل مدلسازی و اجرای یک شبیه‌سازی در روش پویایی‌شناسی به شرح زیر است:

- تعریف حد و مرزهای مسئله؛
- تعیین مهم‌ترین ورودی‌ها و جریان‌هایی[5] که سطح ورودی را تغییر می‌دهد؛
- تعریف منابع اطلاعاتی که بر جریان‌ها اثر دارند؛
- تعریف حلقه‌های بازخور اصلی؛
- ترسیم حلقه‌های علی که ورودی‌ها، جریان‌ها و منابع اطلاعاتی را به هم مرتبط می‌کند (نمودار علی-حلقوی)؛
- برآورد عوامل و شرایط اولیه؛
- شبیه‌سازی مدل (مدل حالت-جریان) و تجزیه و تحلیل نتایج.

شبیه‌سازی ابزای مفید در فهم موضوع و تحلیل شرایط مختلف اثر گذار بر پدیده مورد نظر است و از طریق آن می‌توان آینده را پیش‌بینی کرد و با توجه به نتایج آن اقدامات پیشگیرانه و اصلاحی را انجام داد.

1. Delays
2. Systemic Feedback
3. Simulator Model
4. Spread Sheet
5. Flows

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]

[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

٤-۲. سیستم استنتاج فازی

استنتاج فازی به عنوان فرآیند نگاشت مجموعه‌ای از داده‌های ورودی به مجموعه‌ای از داده‌های خروجی با استفاده از دیدگاه منطق فازی بیان می‌شود. یک سیستم استنتاج فازی، فرآیندی است که استدلال زبان انسان را (استدلال توسط متغیرهای زبانی[1]) با استفاده از منطق فازی (بر اساس قواعد اگر - آنگاه فازی[2]) به صورت فرمول در می‌آورد. این سیستم دارای اجزای زیر است:

۱. فازی‌ساز در ورودی که مقدار عددی متغیرها را به یک مجموعه فازی تبدیل می‌کند؛

۲. پایگاه قواعد فازی[3] که مجموعه‌ای از قواعد اگر – آنگاه است؛

۳. موتور استنتاج فازی[4] که ورودی‌ها را با یک سری اعمال به خروجی تبدیل می‌کند؛

۴. دیفازی‌ساز که خروجی فازی را به یک عدد قطعی تبدیل می‌کند (صابری نصر و رضایی و همکاران، ۱۳۹۲)

٤ -۳. ماتریس ریسک فازی[5]

ریسک عاملی است که در طول تاریخ زندگی، با بشر همراه بوده و اندازه آن تابعی از احتمال وقوع[6] و شدت[7] پیامدهای هر حادثه تلقی می‌شود. در برابر ریسک‌های موجود، مدیریت ریسک یا ارزیابی ریسک اهمیت پیدا می‌کند. ماتریس ریسک یکی از روش‌های فراگیر و کلاسیک در حوزه ارزیابی ریسک است که به آن ماتریس احتمال -اثر ریسک نیز گویند، زیرا یک محور این ماتریس احتمال ریسک و محور دیگر آن اثر ریسک را نشان می‌دهد. در این روش یک شاخص بر اساس حاصل‌ضرب میزان احتمال رخداد ریسک و میزان اثر ریسک تعریف شده و رتبه‌بندی براساس آن انجام می‌شود. در روش

1. Linguistic Variable
2. If -Then Fuzzy Rules
3. Fuzzy Rules
4. Fuzzy Inference Engine
5. Fuzzy Risk Matrix
6. Likelihood of Occurrence
7. Severity

کیفی دو مولفه ریسک یعنی شدت پیامد و و احتمال روی دادن آن، به‌صورت مقادیر خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بیان می‌شود (البته از روش کمی و نیمه کمی هم می‌توان بهره جست ولی در این‌جا از روش کیفی مبتنی بر نظر خبرگان استفاده می‌شود). در جدول ۱ نمونه‌ای از ماتریس ریسک ارائه شده است.

جدول (۱). ماتریس ریسک

	زیاد	زیاد	زیاد	خیلی زیاد	خیلی زیاد
	متوسط	متوسط	زیاد	زیاد	خیلی زیاد
	متوسط	متوسط	متوسط	زیاد	زیاد
شدت	کم	کم	کم	متوسط	زیاد
	کم	کم	کم	متوسط	زیاد

احتمال

همان‌طورکه در جدول ۱ ملاحظه می‌شود احتمال و شدت وقوع، هر کدام در پنج سطح کیفی بیان شده‌اند و ریسک نیز در چهار سطح کیفی کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد بیان شده است. به عنوان مثال می‌توان این گونه اذعان کرد که درایه‌های بالای قطر اصلی ماتریس ریسک نمایان‌گر شرایطی‌اند که ریسک خیلی زیاد است و یا درایه‌های نزدیک قطر اصلی نمایان‌گر سطح ریسک متوسط هستند.

از آن‌جایی که داده‌ها و اطلاعات موجود در ماتریس ریسک، از خبرگان و کارشناسان و مدل‌های ذهنی آن‌ها استخراج می‌گردد و این مدل داده‌ها همواره دارای ابهام و نوعی نسبی‌گرایی هستند. لذا با استفاده از منطق فازی و به ویژه استناج فازی می‌توان بر این ابهام و نسبی‌گرایی فائق آمد و متغیرهای زبانی را به اعداد فازی مناسب (مطابق نظر خبرگان) تبدیل نمود و با استفاده از سیستم استنتاج فازی مقدار ریسک را به‌دست آورد. قواعد فازی را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

اگر احتمال وقوع «متوسط» و «شدت وقوع» خیلی زیاد باشد، آنگاه ریسک «زیاد» است. در واقع می‌توان ۲۵ قاعده اگر – آنگاه فازی در نظر گرفت و با استفاده از استنتاج فازی، مقدار ریسک را تعیین کرد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

٤ -٤. مدل پژوهش

فرآیند مدل‌سازی در این پژوهش بر اساس مراحل ذکر شده روش پویایی‌شناسی سیستم‌ها است با این تفاوت که پس از ساخت نمودار علی-حلقوی، استنتاج فازی ممدانی[1] براساس مفهوم ماتریس ریسک ساخته می‌شود و مدل حالت-جریان از ترکیب مدل علی حلقوی و سیستم استنتاج فازی ساخته می‌شود. روند دقیق فرآیند مدلسازی در ادامه آمده است. در بخش پویایی‌شناسی سیستم‌ها، پس از انجام مطالعات اولیه که شامل مرور و بررسی مدل‌های سیستمی مربوطه موجود در ادبیات موضوع و مقالات و گزارشات جهانی مرتبط است، با در نظر داشتن اصول و مبانی رویکرد سیستمی و ترسیم حلقه‌های علی و معلولی، شناسایی اولیه متغیرهای مساله صورت پذیرفته و با استفاده از آن‌ها مدل علی-حلقوی ترسیم و سپس با استفاده از نمودار علی حلقوی رسم شده نمودار حالت - جریان مربوطه رسم شد. در بخش فازی نیز پس از مطالعه و بررسی ادبیات تحقیق، ریسک‌های موجود در صندوق‌های بازنشستگی شناسایی و با استفاده از نظر خبرگان، ماتریس ریسک فازی تشکیل گردید و ماحصل این فرآیند با نمودار حالت-جریان مسئله ادغام گردید و پس از آن به اعتبار سنجی و اجرای سناریوهای مختلف پرداخته شد.

نمودارهای علی-حلقوی ابزاری مهم برای نشان دادن ساختار بازخوردی سیستم‌هاست. این نمودارها درموارد متعددی در پژوهش‌های نظری مورد استفاده قرار گرفته‌اند. یک نمودار علی-حلقوی از متغیرهایی تشکیل شده که به وسیله‌ی پیکان‌هایی که نشان دهنده تاثیرهای علی بین آن‌هاست، به هم متصل شده‌اند (استرمن،۱۳۹۳). مدل جامع علی-حلقوی مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی این پژوهش بر اساس مدل های، چیم (۲۰۰۶) و یاواز و بکاکسیزلار (۲۰۱۲) و شآو و هآو و همکاران (۲۰۱۳) و سپیری و کامیل و همکاران (۲۰۱۴) و فرتوک‌زاده و رجبی نهوجی (۱۳۹۲) و بررسی ادبیات تحقیق و تحت نظر خبرگان و با توجه به عوامل درونی و برونی تاثیرگذار بر مدیریت دارایی و

1. Mamdani

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

بدهی، ساخته شده و سعی شده تا مسائل تمام ذینفع‌های یک طرح بازنشستگی و مدیریت دارایی-بدهی، به صورت جامع مدسازی گردد.

همان‌طور که قبلا نیز اشاره شده، هدف ALM اتخاذ تصمیمی است که تمام ذینفعان راضی بوده و هیچ‌گونه تنشی وجود نداشته باشد. برای دستیابی به این مهم، کنترل نسبت‌های مالی از اهمیت بالایی بر خوردار است. هیئت‌مدیره صندوق بازنشستگی با ابزاری که تحت اختیار خود دارد، می‌تواند این نسبت‌ها را کنترل کند. این ابزارها شامل سیسات مستمری، سیاست کسورپردازی، سیاست سرمایه¬گذاری، سیاست بیمه اتکایی و سیاست ترمیم حقوق است (ریسرسا[1]، ۲۰۱۰). در اقع این سیاست‌ها، از عوامل درونی تاثیرگذار بر خط‌مشی و جهت‌گیری‌های صندوق‌های بازنشستگی به‌شمار می‌روند. در ادامه به سیاست‌های معرفی شده به صورت مختصر پرداخته می‌شود.

سیاست مستمری، مربوط به نحوه پرداخت مستمری یا به عبارتی دیگر مربوط به بدهی‌ها است. اعضای فعال ، معوق و بازنشسته طرح از ذینفعان در این زمینه هستند؛ زیرا آن‌ها از صندوق بازنشستگی پول و مزایا دریافت خواهند نمود. نحوه دریافت کسورات و درصد آن از مسائل مهم و اصلی سیستم مستمری بوده و مربوط به گروه‌هایی می‌شود که وظیفه تامین مالی صندوق را بر عهده دارند که می‌توان به اعضای فعال طرح و حامیان آن (کارفرما) اشاره نمود. در خصوص سیاست ترمیم حقوق می‌توان اذعان داشت که سیاست ترمیم حقوق از مسائل مهم و چالش برانگیز در برآورد ارزش بدهی‌ها و مستمری‌های پرداختی در آینده است. به عنوان مثال هیئت مدیره صندوق باید تصمیم بگیرد که از کدام شاخص برای ترمیم حقوق و مستمری‌ها بهره می‌جوید و فراتر از آن، باید بررسی مبتنی بر ایمن و مناسب بودن وضعیت مالی صندوق برای پرداخت تمام غرامت‌ها؛ به صورت سالانه انجام گیرد. اکچوئری نقشی کلیدی در این بررسی ایفا می‌کند. اعضای فعال طرح، بازنشسته‌ها و افراد معوق علاقه‌مندند که افزایش قیمت‌ها و دستمزدها به صورت کامل جبران شوند. با توجه به سیاست بیمه اتکایی، صندوق‌ها می‌توانند برخی از ریسک‌ها مانند

1. Ricerca

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

ریسک از کارفتادگی و معلولیت را به صورت جزئی یا کلی به شرکت‌های بیمه واگذار کنند. این امر موجب مصون ماندن صندوق از ریسک زیاد و غیر قابل تحمل می‌شود.

هیئت‌مدیره و مدیران صندوق، نه تنها می‌توانند بدهی‌ها را مدیریت کنند؛ بلکه از طریق کنترل کسورات دریافتی، می‌توانند دارایی‌ها را نیز مدیریت و کنترل کنند. در سیاست کسور پردازی، سیستم در مورد سطح، درصد و درجه‌بندی سهم‌ها تصمیم می‌گیرد. اعضای فعال طرح و حامیان (کارفرما) از ذینفعان در این زمینه‌اند، زیرا آن‌ها طرح را تامین مالی می‌کنند. در نهایت ارزش دارایی‌ها تحت تاثیر سیاست‌های سرمایه‌گذاری است. در این زمینه هیئت‌مدیره صندوق تصمیم می‌گیرد که در کدام دسته از دارایی‌ها سرمایه‌گذاری کند؛ همچنین حد بالا و پایین درصدی از دارایی‌ها که به هر کلاس تخصیص می‌یابد را مشخص می‌کند. سرمایه‌گذاری به طور مستقیم بر ریسک کسری و ورشکستگی تاثیر می‌گذارد، لذا باید طوری سرمایه‌گذاری کرد که ریسک حداقل و بازگشت سرمایه حداکثر شود.

در مطالعات روغنی‌زاده (۱۳۸۴) به عوامل بیرونی تاثیر گذار بر بیمه و بازنشستگی اشاره شده است. تمامی این عوامل بر نسبت پشتیبان و نرخ جایگزینی و به تبع آن مدیریت دارایی‌ها و بدهی‌ها، به نحوی تاثیر گذارند؛ لذا ضروری است که در این‌جا و برای ساختن مدل علی-حلقوی مورد بحث قرار گیرند این عوامل شامل اقتصاد، فرهنگ، جمعیت، دولت، اشتغال و بیکاری و مدیریت صندوق است. در ادامه در مورد هر یک از آن‌ها به صورت مختصر توضیحاتی ارائه می‌گردد.

در مورد اشتغال و بیکاری باید به این نکته توجه داشت که هرچه درصد اشتغال بالاتر باشد به تبع آن نسبت پشتبان در صندوق بازنشستگی بالاتر است و برعکس، بیکاری اثری منفی بر نسبت پشتیبان و وضعیت مالی صندوق دارد.

در خصوص عامل اقتصاد باید توجه داشت که یکی از عوامل مورد توجه در بررسی توسعه‌ی اقتصادی و رفاه اجتماعی، موضوع تولید ناخالص داخلی[1] (GDP) است. سرانه

1. Gross Domestic Product

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

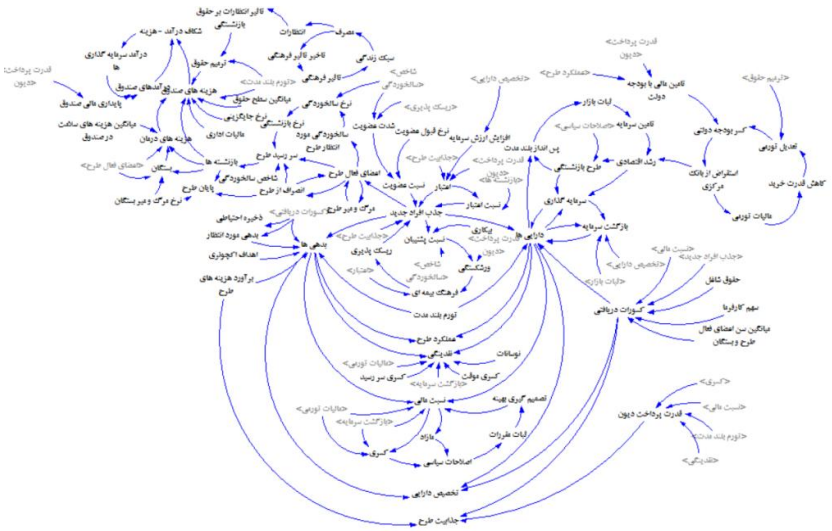
تولید ناخالص داخلی یکی از مولفه‌هایی است که کوچکی یا بزرگی آن معیار رفاه و پیشرفت یا فقر و عقب ماندگی است. متاسفانه از این منظر کشور ما در وضعیت چندان رضایت‌بخشی قرار ندارد. اقتصاد همچنین بر نحوه سرمایه‌گذاری و نرخ بازگشت سرمایه تاثیر به سزایی دارد. در این زمینه می توان به متغیرهایی همچون تورم و نرخ بهره اشاره نمود که تاثیر فراوانی بر سیاست‌های ترمیم حقوق و بدهی‌های آینده صندوق دارند. از طرف دیگر جمعیت و نرخ رشد آن، یکی از عوامل تعیین‌کننده در چگونگی تامین اجتماعی و نحوه پوشش آن است. یکی از مهمترین عوامل موثر بر طرح‌های DB، جمعیت شاغل و آماده به کار کل کشور است، که تاثیر عمده‌ای بر دارایی‌های صندوق و نسبت پشتیبان دارد، همچنین نسبت سالمندی جمعیت نیز می‌تواند اثرات منفی چشمگیری بر صندوق داشته باشد.

سیاست‌های انقباضی و انبساطی دولت‌ها، همواره از مسائل و عوامل مشکل‌زا بوده است. به‌گونه‌ای که در مواقعی بنا به دلایل و مصلحت‌هایی، عموماً سیاسی، افراد زیادی جذب دستگاه‌های دولتی شده‌اند. و برعکس آن در مواقع دیگری هیچ نوع استخدامی، مگر بعد از طی مسیر طولانی و تصویب مجلس، ممکن نبوده است. همچنین می‌توان به موکول کردن مشکلات به آینده و ترجیحات سیاسی و حزبی اشاره کرد که تاثیرات مخربی بر صندوق‌های بازنشستگی گذاشته‌اند. اعطای بازنشستگی زودرس و تعدیل نیروی انسانی از دیگر مسائل در این حوزه است. به‌جرات می‌توان گفت که در مورد هیچ یک از صندوق‌های بازنشستگی کشور، نگرانی اولیه‌ای که ممکن است روزی خروجی‌های صندوق بر ورودی‌های آن افزون یابد، وجود نداشته است. یکی از دلایل عدم نگرانی اداره‌کنندگان صندوق‌ها یا سیاست گذاران، از سربه‌سر شدن ورودی‌ها و خروجی‌ها و عبور از مرز توازن به سمت منفی، شاید رشد کم تعداد بازنشستگان در سال‌های نخست بوده است. که همین امر منجر به ایجاد کسری و حتی ارتزاق از بودجه دولتی و متعاقبا کسری بودجه دولتی شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

از دیگر عوامل مهم در بازنشستگی، فرهنگ است. متاسفانه در فرهنگ ما، پس‌انداز در مواردی مانند خرید فرش یا جواهرات گران قیمت و نگهداری آن برای روز آینده معنی پیدا می‌کند. مواردی نظیر بیمه و بازنشستگی اگر انگیزه نباشد (وشاید به دلیل عملکرد نادرست دستگاه‌های مربوطه)، در این نوع پس‌اندازها جای و منزلت چندانی ندارد. متاسفانه در مواردی نیز اجبارها نه به منظور آینده نگری در مورد افراد جامعه، بلکه برای حل مسایل جاری دستگاه مربوطه اعمال شده که خود، باعث سلب اعتماد عمومی در این زمینه شده است. همچنین سطح زندگی بازنشستگان در حدی نیست که افراد را به این نوع پس‌انداز برای آینده خود تشویق کند.

با توجه به آنچه گفته شد، مدل جامع علی حلقوی مدیریت داریی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی در شکل ۲ ارائه شده است.



شکل (۲). مدل علت و معلولی ALM در صندوق‌های بازنشستگی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

در بخش فازی این پژوهش ریسک‌های چهارگانه موثر در صندوق‌های بازنشستگی توسط استنتاج ممدانی مدلسازی گردیده است. فرآیند استنتاج فازی در چهار مرحله زیر شکل گرفته است:

۱. فازی سازی: در این مرحله با توجه به نظر خبرگان و پیشینه پژوهش ریسک‌های نقدینگی، جمعیتی، کسری بودجه و سیاسی در پنج سطح خیلی کم، کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد توسط اعداد فازی مثلثی و ذوزنقه‌ای فازی شده‌اند (شکل ۳.الف).

۲. پایگاه قواعد: در این مرحله با توجه به نظر خبرگان و شدت و احتمال هر یک از ریسک‌های چهارگانه فوق‌الذکر ۱۰۰ قاعده اگر - آنگاه فازی در نظر گرفته شد. همان‌طور که در بخش ماتریس ریسک فازی دیده شد، قواعد از ماتریس ریسک استخراج می‌گردند، بدین صورت که هر درایه ماتریس ریسک (شکل ۱) نمایان‌گر یک قاعده است و از آنجا که چهار فاکتور ریسک در نظر گرفته شده است، لذا ۱۰۰ قاعده فازی تشکیل می‌شود.[۱] به عنوان مثال می‌توان به قاعده‌های زیر اشاره نمود:

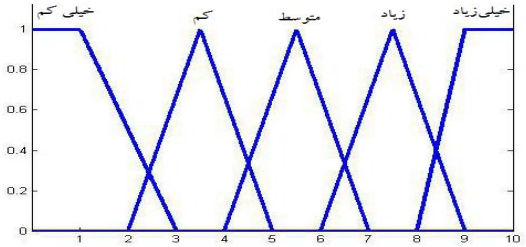
- اگر شدت «خیلی کم» و احتمال «خیلی کم» باشد، آنگاه ریسک «کم» است.
- اگر شدت «خیلی کم» و احتمال «خیلی زیاد» باشد، آنگاه ریسک «زیاد» است.
- اگر شدت « کم» و احتمال «زیاد» باشد، آنگاه ریسک «متوسط» است.
- اگر شدت « متوسط» و احتمال «زیاد» باشد، آنگاه ریسک «زیاد» است.
- اگر شدت « خیلی زیاد» و احتمال «زیاد» باشد، آنگاه ریسک «خیلی زیاد» است.

۳. موتور استنتاج فازی: در روش فازی موتور استنتاج فازی بر اساس روش مین-ماکس است یعنی ابتدا مقدم‌ها را کمینه می‌کند و پس از آن بیشترین مقدار را انتخاب می‌نماید. در این‌جا از روش ممدانی استفاده شده است.

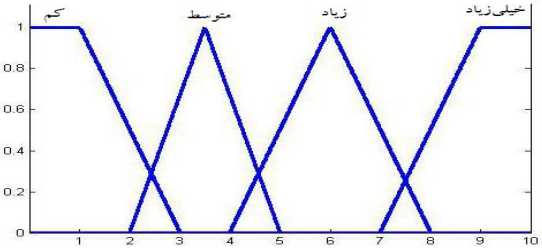
۱. برای سهولت در محاسبات ماتریس ریسک، ریسک‌های چهارگانه یکسان در نظر گرفته شده است. البته با توجه به امکانات نرم‌افزار ونسیم که شبیه‌سازی در آن انجام شده است، می توان بر اساس هر یک از ریسک‌ها تحلیل حساسیت انجام داد و ریسک مورد نظر را متفاوت از مابقی ریسک‌ها در مدل نمایش داد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

۴. فازی‌زدایی: فازی‌زدایی فرآیندی است که یک مجموعه فازی را به یک عدد قطعی تبدیل می‌کند. بنابراین ورودی فرآیند فازی‌زدایی یک مجموعه فازی (حاصل اجتماع مجموعه‌های فازی خروجی در چهار سطح کم، متوسط، زیاد و خیلی زیاد که همان ریسک است (شکل ۳.ب) و خروجی آن یک عدد قطعی است. روش‌های مختلفی برای فازی‌زدایی وجود دارد که در این مقاله از روش مرکز ثقل استفاده شده است. در واقع در روش مرکز ثقل، جمع موزون اعداد فازی خروجی بر جمع آن‌ها تقسیم شده و ضریب‌های جمع موزون نیز توسط خبرگان مشخص می‌شود.



شکل (۳.الف). ورودی‌های فازی ماتریس ریسک



شکل (۳.ب). خروجی ماتریس ریسک فازی

پس از ساخته شدن مدل علی-حلقوی و تایید آن توسط خبرگان حوزه بازنشستگی، مدل حالت-جریان تحقیق بر اساس مدل علی-حلقوی ارائه شده در شکل ۳ و اضافه کردن سیستم

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]

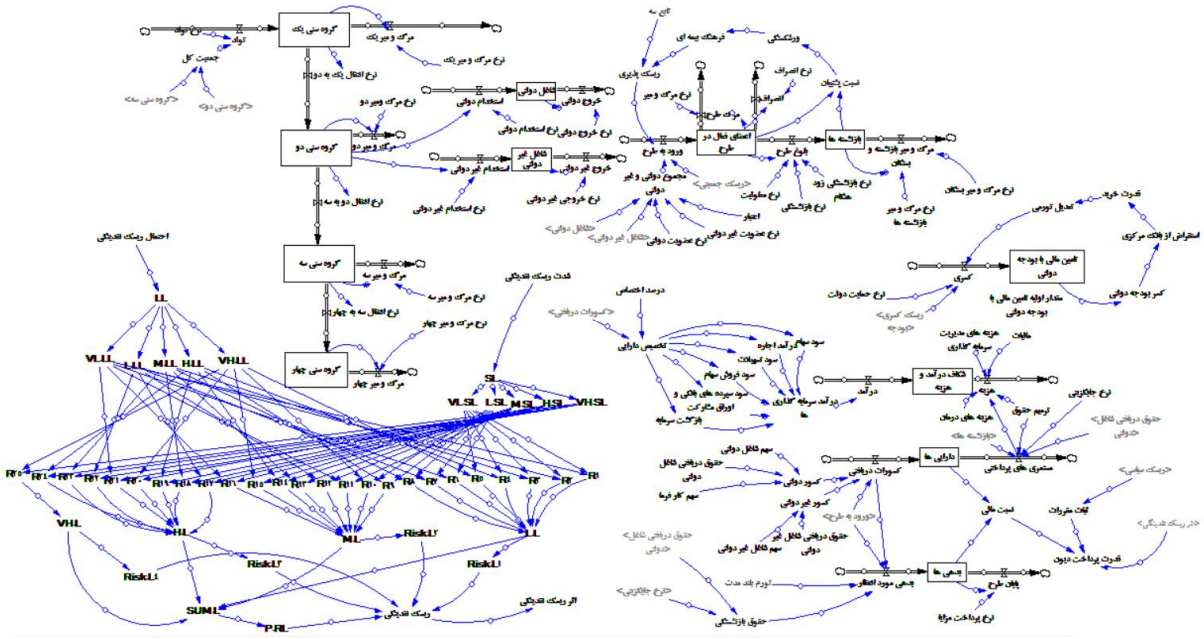
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]

[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

استنتاج فازی فوق‌الذکر مطابق روش ارائه شده در یسنیک و تورنسک[1] (۲۰۱۳)، ساخته شد. مدل حالت-جریان در شکل ۴ ارائه شده است. تعدادی از متغیرهای ارائه شده در مدل علی-حلقوی کیفی هستند و به آسانی قابل اندازه‌گیری نیستند. به عنوان نمونه می‌توان به اصلاحات سیاسی، سبک زندگی، مصرف‌گرایی و ... اشاره کرد که در مدل حالت-جریان از آن‌ها استفاده نشده است. روابط و معادله‌های بین متغیرهای ارائه‌شده در شکل ۴ با توجه به پیشینه تحقیق و مبانی نظری و نظر خبرگان، استخراج شده‌است. به عنوان مثال، برای تعیین معادله بین ریسک‌پذیری و فرهنگ بیمه‌ای که هر دو کیفی هستند، با استفاده از نظر خبرگان و مصاحبه-های نیمه ساختار یافته، نموداری به عنوان معادله بین این دو متغیر در نظر گرفته شده است. در مورد مابقی متغیرهای کیفی نیز به همین روش عمل شده است. علاوه بر این، متغیرهای اصلی این مدل مانند نسبت پشتیبان، نرخ جایگزینی و قدرت پرداخت دیون، دارای معادله‌های استاندارد هستند. نسبت پشتیبان با تقسیم اعضای فعال در طرح بازنشستگی بر بازنشسته‌ها؛ نرخ جایگزینی با تقسیم حقوق بازشستگان بر شاغلین و قدرت پرداخت دیون از تقسیم دارایی‌ها بر بدهی‌ها بدست می‌آید.

قسمت سمت راست شکل ۴ نمایان‌گر زیر سیستم جمعیت است و با استفاده از زنجیره سنی روند تغیرات جمعیت در طول زمان شبیه‌سازی شده است. در این زنجیره سنی چهار گروه بدین صورت تعریف شده است : گروه سنی ۱ (صفر تا ۲۰ سال)، گروه سنی ۲ (۲۰ تا ۴۰ سال)، گروه سنی ۳ (۴۰ تا ۶۵ سال) و گروه سنی ۴ (بیش از ۶۵ سال). هدف از این زیر سیستم، بررسی تاثیر جمعیت نسبت پشتیبان صندوق و به تبع آن دارایی‌ها و بدهی‌های صندوق در آینده است. این امر از طریق تعریف شاغل دولتی و غیر دولتی و تعین نرخ ورود آن‌ها به طرح بازنشستگی در مدل نشان داده شده است. یکی دیگر از جنبه‌های زیر سیستم جمعیت، اعضای فعال در طرح بازنشستگی هستند که طبعا با افزایش شاغل دولتی و غیر دولتی افزایش و با بازنشستگی افراد کاهش می‌یابد. در واقع هدف اصلی زیر سیستم جمعیت به‌دست آوردن تعداد اعضای فعال طرح و چگونگی تغییر آن با گذشت زمان است. زیر سیستم جمعیت با ریسک جمعیتی رابطه تنگاتنگی دارد و از آن تاثیر می‌پذیرد.

1. Usenik & Turnsek



شکل (٤). بخشی از مدل حالت و جریان ALM درصندوق‌های بازنشستگی

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

هدف و کارکرد اصلی زیر سیستم دارایی‌ها و بدهی‌ها که در وسط شکل ۴ دیده می‌شود محاسبه دارایی‌ها و بدهی‌های یک صندوق بازنشستگی تحت شرایط و سناریوهای مختلف است. متغیرهای حالت در نظر گرفته شده در این زیرسیستم براساس مطالعات چیم (۲۰۰۶) و فرتوک‌زاده و رجبی نهوجی (۱۳۹۲) و استانداردهای حسابداری شماره ۱۴ (نحوه ارائه دارایی‌های جاری و بدهی‌های جاری) و شماره ۲۷ (حسابداری طرح‌های مزایای بازنشستگی) تعریف شده‌اند که شامل دارایی‌ها، بدهی‌ها و شکاف درآمد-هزینه می‌شود. از دیگر متغیرهای اساسی این زیر سیستم می‌توان به نسبت مالی و قدرت پرداخت دیون اشاره کرد. ریسک‌های سیاسی و نقدینگی بر این زیرسیستم تاثیر گذارند. بخش دیگری که در این سیستم مورد بحث قرار گرفته، متغیر حالت تامین مالی با بودجه دولتی است که به شرح نقش دولت در جبران کسری یک صندوق بازنشستگی و به تبع آن مشکلات ایجاد شده برای بودجه دولتی و کاهش قدرت خرید می‌پردازد.

به عنوان آخرین زیرسیستم مدل (البته سه زیرسیستم دیگر مدل یعنی ریسک کسری بودجه، ریسک جمعیتی و ریسک سیاسی برای نمایش بهتر مدل در مقاله، در شکل ۴ ارائه نشده‌اند)، ارزیابی ریسک نقدینگی با استفاده از سیستم استنتاج فازی در سمت چپ مدل نمایش داده شده است. هدف این زیر سیستم بررسی اثر ریسک نقدینگی بر قدرت پرداخت دیون و طبعاً نسبت مالی است.

٤ -٤-١.اعتبارسنجی مدل

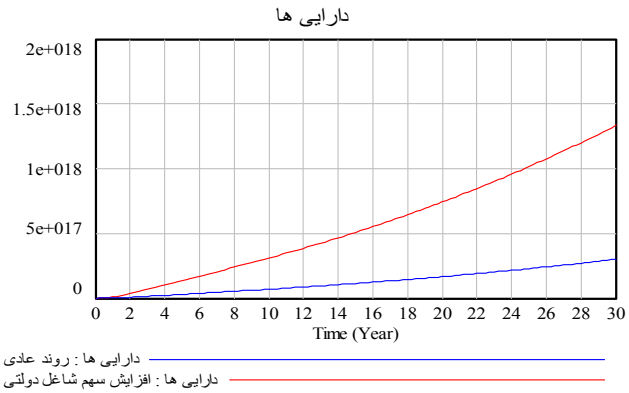
اعتبارسنجی[1] مدل‌های پویایی‌شناسی سیستم برای ایجاد اطمینان نسبت به درستی و سودمندی یک مدل است. از آن‌جا که طراحی یک مدل با هدف رسیدگی به مشکلات و رفع آن‌ها در زمینه‌های متفاوت است، مدل طراحی شده به منظور تطابق با واقعیت سنجیده

1. Validation

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

می‌شود. در ادامه، مدل پژوهش توسط آزمون‌های شرایط حدی[1]، بهبود سیستمی[2] و بررسی رفتار[3] در بوته آزمایش قرار می‌گیرد.

یکی از مهم‌ترین آزمون‌های اعتبار سنجی در پویایی‌شناسی سیستم‌ها، آزمون شرایط حدی است، شرایطی که ممکن است هرگز در جهان واقعی مشاهده نشود. این آزمون نشان می‌دهد که آیا مدل رفتار قابل انتظاری از خود نشان می‌دهد یا خیر؟ به عبارتی در سنجش اعتبار یک مدل می‌توان شرایط رفتاری را توصیف کرده و سپس بررسی شود که آیا ساختار مدل واکنش رفتاری مناسبی دارد یا خیر؟. برای مثال چنانچه نرخ کسور شاغل دولتی بسیار بیش‌تر از حد واقعی آن یعنی برابر یک در نظر گرفته شود (مقدار واقعی آن ۰/۰۷) مقدار دارایی صندوق شدیداً افزایش پیدا خواهد کرد (نمودار ۱). لذا بر اساس آزمون شرایط حدی مدل ارائه شده در این پژوهش معتبر است.



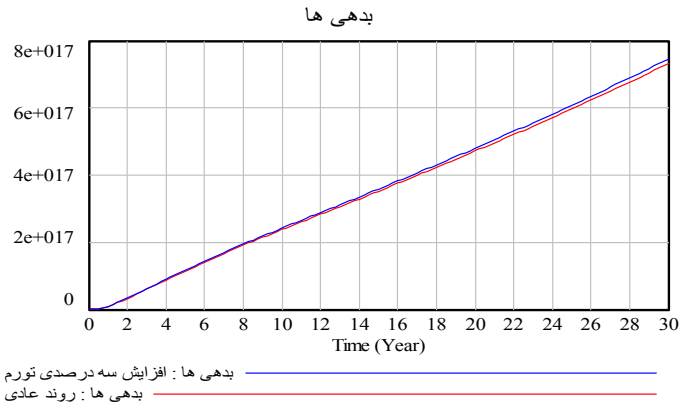
نمودار (۱). تاثیر افزایش سهم شاغل دولتی بر دارایی‌ها

روش بهبود سیستمی بر تحلیل حساسیت تکیه دارد. در واقع بر اساس این آزمون تغییرهای کوچک و قابل پیش‌بینی در پارامترهای الگو، درحالت عادی، نباید تغییرهای

1. Extreme Condition Tests
2. System Improvement Tests
3. Behaviour Reproduction Tests

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

غیرقابل پیش‌بینی در رفتار الگو ایجاد کند. برای مثال چنانچه تورم در حدود سه درصد تغییر کند، در بدهی‌های طرح تاثیر چشم‌گیری نخواهد داشت. نتیجه شبیه‌سازی توسط مدل ارائه شده در پژوهش درستی این ادعا را تایید می‌کند. نمودار ۲ تغیرات بدهی‌های صندوق را بر اساس تغییر سه درصدی تورم را نشان می دهد.



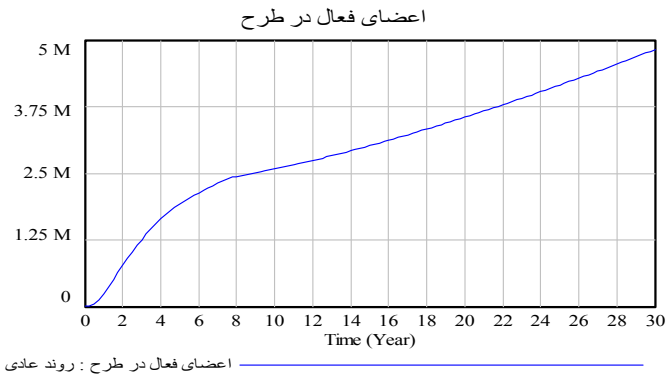
نمودار (۲). تاثیر افزایش سه درصدی تورم بر بدهی‌ها

در روش بررسی رفتار مدل شبیه‌سازی شده اجرا و پایش می‌شود تا منطقی بودن رفتار متغیرها با توجه به مقدار پارامترهای فعلی مورد ارزیابی خبرگان قرار گیرد. به عنوان مثال می‌توان به متغیر مهم اعضای فعال در طرح اشاره نمود، که ابتدا با شیب زیادی رشد کرده و پس ازگذشت چند سال با شیب کم‌تری به رشد خود ادامه می‌دهد که این رفتار ناشی از سیاست‌های استخدامی است که از مرحله‌ای به بعد به علت افزایش جمعیت جویای کار و کاهش فرصت‌های شغلی، کم می‌شود. لذا با توجه به کاهش استخدام (دولتی و غیردولتی) انتظار می‌رود که اعضای فعال در طرح با شیب کم‌تری افزایش یابد. رفتار اعضای فعال طرح در نمودار ۳ ارائه شده است. این آزمون نیز اعتبار مدل را تایید می‌کند. علاوه بر این می‌توان به متغیر تامین مالی با بودجه دولتی اشاره کرد که با توجه به مکانیزم آن (سمت راست شکل ۴) انتظار می‌رود که تامین مالی طرح از طریق دولت با فرض یک کسری اولیه در طرح، به صورت فزاینده‌ای افزایش یابد. این مساله در نمودار ۱۰ نشان داده شده

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

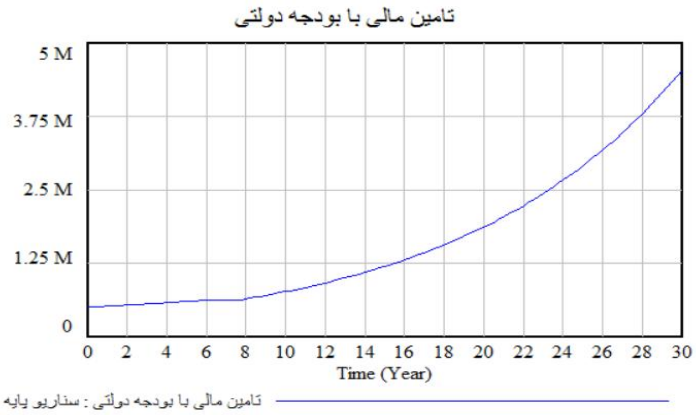
است. همان‌طور که در نمودار دیده می‌شود فرض اولیه کسری کمتر از یک میلیون است که با گذشت ۳۰ سال، نزدیک به ۱۰ برابر افزایش داشته است.

یکی دیگر از روش‌های بررسی رفتار، بازسازی رفتار مرجع است. برای این منظور متغیر نسبت پشتیبان به عنوان متغیری که رفتار آن با مرجع مقایسه خواهد شد انتخاب شده است. بر اساس آخرین گزارش‌های رسمی در مورد در صندوق‌های بازنشستگی در ایران، در خوشبینانه‌ترین حالت نسبت پشتیبان صندوق‌ها کمتر از ۲ است و در مورد صندوق بازنشستگی تامین اجتماعی که مورد بحث در این مقاله است، بدون لحاظ سهم دولت مقدار این نسبت کمتر از ۵ است. نتایج مدل این پژوهش نیز موید این نکته است که نسبت پشتیبان در صندوق بازنشستگی سازمان تامین اجتماعی، پس از سال ۲۰ ام که صندوق به بلوغ نزدیک می‌شود به کمتر از پنج و حتی در سال‌های انتهایی دوره شبیه‌سازی به کمتر از چهار میل می‌کند، لذا این آزمون نیز بر اعتبار مدل صحه می‌گذارد.



نمودار (۳). رفتار متغیر اعضای فعال طرح

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

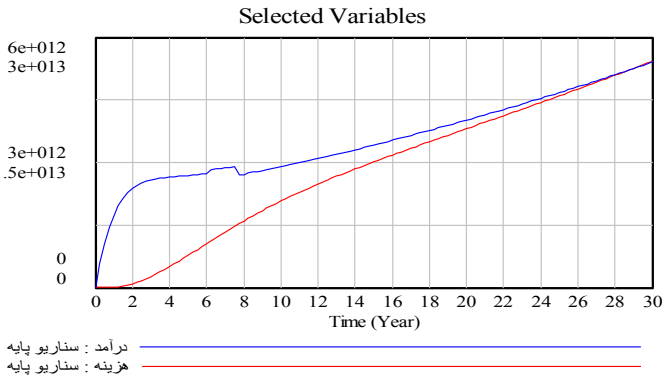


نمودار (٤). رفتار متغیر تامین مالی با بودجه دولت

۵. نتایج و سناریو پردازی

در این بخش ابتدا سناریو پایه بررسی می‌شود و پس از آن به سناریوی ریسک‌گرا شدن مدل پرداخته می‌شود. اجرای سناریو پایه در واقع همان اجرای مدل حالت و جریان پژوهش بدون تغییر متغیرهای آن است. پس از اجرای مدل در حالت پایه، نمودارها و رفتار متغیرهای مهم مدل ارائه می‌شود. در ادامه ابتدا نمودار های مربوط به رفتار متغیرهای مهم ارائه شده و پس از آن توضیحات هریک بیان می‌شود. از مهم‌ترین متغیرها می‌توان به رفتار هم‌زمان درآمدو هزینه (نمودار ۵)، رفتار متغیر قدرت پرداخت دیون (نمودار ۶) و رفتار نسبت پشتیبان (نمودار ۷) اشاره نمود.

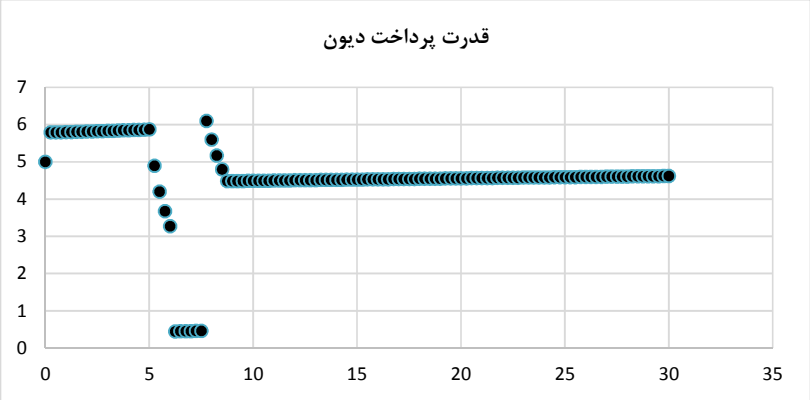
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]



نمودار (۵). رفتار هم‌زمان درآمد و هزینه در سناریو پایه

در نمودار ۵ رفتار درآمد و هزینه طرح به صورت هم‌زمان مورد توجه قرار گرفته است. همان‌طور که در نمودار دیده می‌شود، هزینه‌های طرح در طول شبیه‌سازی بیش‌تر از درآمدهای طرح است و در پایان زمان شبیه‌سازی به‌هم نزدیک می‌شوند. در واقع در طرح شکاف درآمد – هزینه وجود دارد. در این مورد ذکر دو نکته ضروری به نظر می‌رسد: نخست این که در سناریو پایه فرض شده است که ترمیم حقوق که یکی از هزینه‌های اصلی صندوق است، در طول شبیه‌سازی ثابت است و دوم این‌که در سناریو پایه فرض شده است که ۳ درصد از کسورات دریافتی، سرمایه‌گذاری می‌شوند. در واقع با توجه به دو نکته بیان شده، شکاف درآمد – هزینه طرح در سناریو پایه، خوش‌بینانه در نظر گرفته شده است.

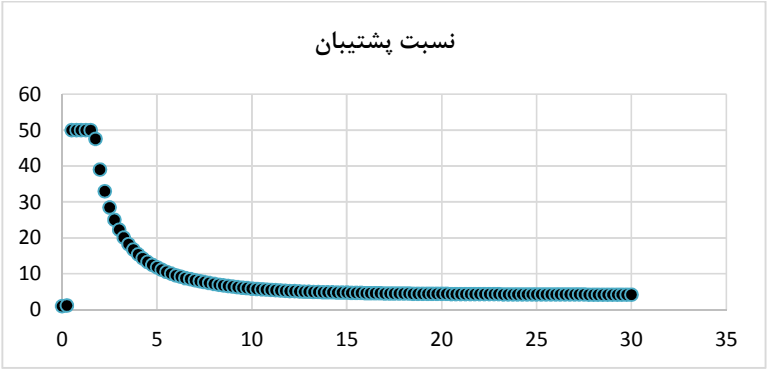
[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]



نمودار (٦). رفتار قدرت پرداخت دیون در سناریو پایه

در نمودار ۶ رفتار متغیر قدرت پرداخت دیون در طول دوره شبیه‌سازی دیده می‌شود. در این پژوهش با توجه به نظر خبرگان و مرور ادبیات، براساس قاعده‌ای از پیش تعیین شده در مورد قدرت پرداخت دیون تصمیم‌گیری می‌شود. طبق این قاعده، اگر مقدار عددی قدرت پرداخت دیون در مدل شبیه‌سازی شده کمتر از دو باشد آنگاه قدرت پرداخت دیون در وضعیت بد قرار می‌گیرد، اگر بین دو و پنج باشد در وضعیت متوسط و اگر بیشتر از پنج باشد در وضعیت خوب به سر می‌برد. همان‌طور که در نمودار ۶ دیده می‌شود در ابتدا به علت کم بودن تعداد بازنشستگان و حتی نبود آن وضعیت خوب است و پس از گذشت زمان و تاثیر ریسک‌های سیاسی و نقدینگی بر آن، در وضعیت متوسط قرار می‌گیرد. در سناریو پایه تاثیر ریسک‌های فوق‌الذکر بر قدرت پرداخت دیون کم در نظر گرفته شده است.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]



نمودار (۷). رفتار نسبت پشتیبان در سناریو پایه

در نمودار ۷ رفتار متغیر نسبت پشتیبان در طول دوره شبیه‌سازی دیده می‌شود. همان‌گونه که در نمودار پیداست در آغاز دوره به علت کم بودن بازنشسته‌ها نسبت به اعضای فعال طرح این نسبت حتی به ۱۸۰۰ و فراتر از آن نیز می‌رسید که برای بهتر دیده شدن نمودار (در مقیاسی که تغیرات محسوس‌تر باشد)، به ازای هر نسبت پشتیبان بزرگتر از ۵۰، عدد ۵۰ در نظر گرفته شد. پس از طی سال‌های آغازین و افزایش بازنشستگان این نسبت به مرور کم‌تر می‌شود ولی کم‌تر از حد بحرانی (کمتر از سه) نمی‌شود. در واقع رفتار نسبت پشتیبان بیانگر این نکته مهم است که طرح‌های DB پس از رسیدن بلوغ با منمودار ات اساسی روبه‌رو می‌شوند.

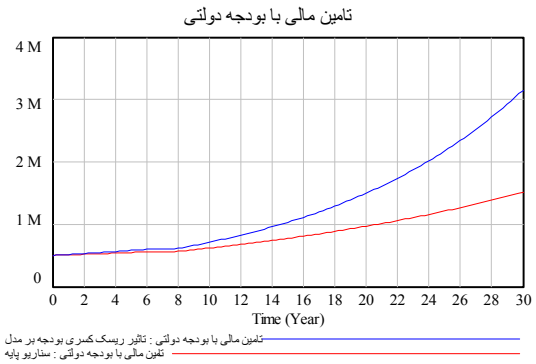
۵-۱. سناریوی ریسک‌گرا شدن مدل

فرهنگ لغت سناریو را «طرح کلی وضعیت طبیعی و یا مورد انتظار حوادث می‌داند». اما اگر بخواهیم تخصصی‌تر سناریو را تعریف کنیم می‌توان اذعان داشت که سناریو داستانی توصیفی از بدیل‌های موجه است که به بخش خاصی از آینده نظر دارد. به بیانی دیگر، سناریو چهره آینده است و به هیچ عنوان پیشگویی نیست. در واقع هدف سناریوسازی گسترش تفکر در مورد آینده و عریض‌تر کردن طیف گزینه‌هایی است که می‌تواند مورد نظر ما باشد. در این پژوهش از سناریوها و تحلیل‌های «چه می‌شود...اگر»

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

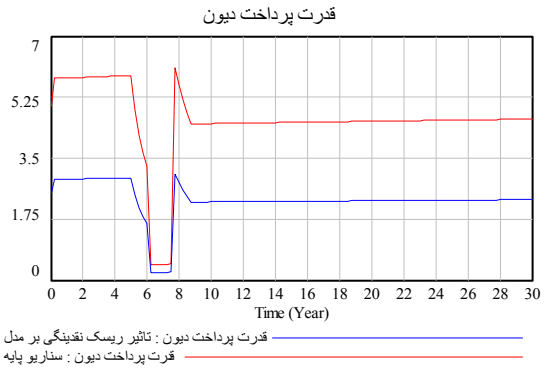
استفاده می‌شود. این نوع تحلیل می‌تواند بر روی یک متغیر یا مجوعه‌ای از متغیرها به کار گرفته شود به عنوان مثال «چه می‌شود اگر متغیر الف ۲۰ درصد افزایش پیدا کند» و یا در مورد مجموعه‌ای از متغیرها « چه می‌شود اگر متغیر الف ۲۰ درصد افزایش و متغیر ب ۱۰ درصد کاهش یابد».

هدف از انجام سناریوی ریسک‌گرا شدن، بررسی تاثیر ریسک‌های کسری بودجه و نقدینگی و سیاسی بر دیگر متغیرهای مدل است. در سناریو پایه معادله‌ها طوری نوشته شده بود که ریسک‌ها تاثیر اندکی بر مدل داشته باشند در واقع ریسک‌ها نقش چندانی در رفتار مدل نداشته‌اند. در این سناریو تاثیر ریسک‌ها که به صورت فازی مدلسازی شده‌اند بر متغیرهای اصلی مدل بررسی می‌گردد. در نمودار ۸ تاثیر ریسک کسری بودجه بر مدل ارائه گردیده است. همان‌طور که در نمودار دیده می‌شود اگر اثر ریسک کسری بودجه بر مدل در حدل معمول دیده شود (اثر ریسک تنها ۲۰ درصد نسبت به سناریو پایه افزایش داده شد) در انتهای دوره شبیه‌سازی کسری تقریبا دو برابر کسری در سناریو پایه است. و این نکته حامل این پیام مهم است که در نظر گرفتن مقدار معقولی از ریسک می‌تواند بینش هیئت مدیره صندوق را نسبت به وضعیت صندوق و بحران‌های احتمالی آن افزایش دهد و از وقوع آن‌ها در حد امکان جلوگیری و یا تحت شرایطی تعدیل نماید.



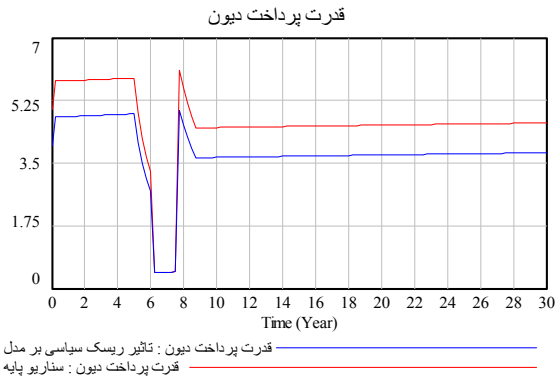
نمودار (۸). تاثیر ریسک کسری بودجه بر مدل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]



نمودار (۹). تاثیر ریسک نقدینگی بر مدل

همان‌طور که در نمودار ۹ دیده می‌شود با افزایش ریسک نقدینگی به عبارت دیگر با افزایش شدت و احتمال ریسک نقدینگی، قدرت پرداخت دیون به صورت محسوسی کاهش می‌یابد. در واقع سناریوهای مرتبط به ریسک‌های چهارگانه نشان می‌دهند که که وجود ریسک و عدم‌قطعیت در شبیه‌سازی نتایج مدل را واقعی‌تر ارائه می‌دهد. در نمودار۱۰ تاثیر ریسک سیاسی بر مدل ارائه شده است. همان‌طور که در نمودار پیداست، با در نظر گرفتن ریسک سیاسی قدرت پرداخت دیون کاهش می‌یابد ولی نه به اندازه زمانی که ریسک نقدینگی بر قدرت پرداخت دیون تاثیر گذار بود، لذا به نظر می‌رسد که از طریق کنترل ریسک نقدینگی می‌توان از قدرت پرداخت دیون مناسب‌تری بهره‌مند بود.



نمودار (۱۰). تاثیر ریسک سیاسی بر مدل

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

با بررسی سناریوهای این بخش به این نتیجه می‌رسیم که در نظر نگرفتن ریسک‌ها و اعمال نکردن اثر آن‌ها بر مدل می‌تواند منجر به نتایج گمراه کننده‌ای گردد. شاید بتوان از این منظر هم بدین موضوع نگاه کرد که با در نظر گرفتن ریسک‌های چهارگانه در مدل این نتیجه بدست خواهد آمد که چقدر از ارزش‌های صندوق در معرض ریسک و خطر قرار دارد. به عنوان نمونه دیده شد که بیش از نیمی از قدرت پرداخت دیون در حضور ریسک‌های سیاسی و نقدینگی در معرض خطر قرار دارد، متغیرهای دیگر را نیز می‌توان از این منظر بررسی نمود.

٦. نتیجه‌گیری

هدف از این پژوهش شبیه‌سازی مبتنی بر پویایی‌شناسی سیستم‌ها از ALM در صندوق‌های بازنشستگی تحت شرایط فازی و اجرای سناریوهای مختلف جهت کمک به تصمیم‌گیری مدیران در راستای بهبود وضعیت صندوق‌های بازنشستگی و اثربخشی هر چه بیش‌تر آن برای بیمه‌شدگان است. با توجه به این هدف، با استفاده از رویکرد سیستمی و منطق فازی به دنبال ایجاد درکی جامع از سیستم پیچیده یک صندوق بازنشستگی و شناخت مهم‌ترین متغیرهای اثرگذار بر آن بوده‌ایم. پس از بررسی مطالعات مشابه در سراسر دنیا و ارائه نظرات خبرگان، عوامل موثر بر مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی شناسایی گردید و با توجه به مدل‌های موجود نمودار یا مدل علی–حلقوی مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی به همراه حلقه‌های اصلی و موثر تعیین گردید. در ادامه، ریسک‌های چهارگانه موثر در صندوق‌های بازنشستگی با توجه به مرور ادبیات و نظر خبرگان شناسایی و توسط سیستم استنتاج فازی و مفهوم ماتریس ریسک، کمی گردیدند. سپس بر اساس نمودار علی–حلقوی و سیستم استنتاج فازی، نمودار حالت جریان مدیریت دارایی و بدهی در صندوق‌های بازنشستگی تحت شرایط فازی رسم شد و در سناریوهای پایه و ریسک‌گرا شدن مدل اجرا شد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

به‌طور خلاصه نتایج حاصل از این پژوهش مبین این نکته است که در مدیریت دارایی و بدهی صندوق‌های بازنشستگی گروه‌ها و افراد زیادی ذینفع هستند که در برخی از موارد دارای تضاد منافع نیز هستند. علاوه بر این عوامل بیرونی و درونی متعددی بر مدیریت دارایی و بدهی در صندوق و به تبع آن بر عملکرد صندوق تاثیر گذارند، که با توجه به سناریوهای ارائه شده در این پژوهش و نتایج آن‌ها این‌گونه استنباط می‌شود که ریسک‌های چهارگانه و یا به بیان بهتر ریسک‌گرا بودن مدیریت دارایی و بدهی مهم‌ترین نقش را ایفا می‌کند و توجه نکردن به این مهم می‌تواند به نتایجی گمراه کننده و خسارت‌هایی جبران نشدنی منتهی گردد. ناگفته پیداست که عوامل دیگر نیز از اهمیت بالایی برخوردارند، از این جهت به ریسک‌هایی اشاره گردید که اغلب نادیده انگاشته می‌شوند. به هر حال مدیریت دارایی و بدهی مطلوب باید در وهله اول ریسک‌گرا باشد و پس از آن به‌تمام عوامل بیرونی و درونی توجه لازم را داشته باشد، زیرا غلفت از هریک از عوامل درونی یا بیرونی و یا ذینفعان صندوق می‌تواند عملکرد کلی صندوق را تحت شعاع قرار دهد.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]

[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

منابع و مآخذ

- Abedin Khan, M., (2000), Risk Management in Social Security, Civil Servants Pension Organization.
- Börsch-Supan, A., Schnabel, R., Kohnz, S., & Mastrobuoni, G. (2004). Micro-modeling of retirement decisions in Germany. In Social security programs and retirement around the world: Micro-estimation (pp. 285-344). University of Chicago Press.
- Chaim, R.M. (2006). Combining ALM and system dynamics in pension funds. The 24th International Conference of System Dynamics Society, Netherlands.
- Chidozie, O., & Campus, E. (2012). Management of Pension Fund in Nigeria: Challenges and Prospects. A thesis submitted for the degree of Master of Science (MSc). University of Nigeria.
- Dert, C. (1995). Asset liability management for pension funds: a multistage chance constrained programming approach. A thesis submitted for the degree of doctor of philosophy. Erasmus University.
- Esmaeilian, M., Alimohammadi Kamalabadi, M. (2015), Evaluation of investment decision using system dynamics and real options, The Quarterly Journal of Asset Management and Financing. 3(8), 1-22.
- Fartookzadeh, H., Rajabi Nohooji, M., Bairamzadeh, S., (2013) High Consuming Crisis in Proportion to Resources, Journal of Strategic Management Studies, 15,131-156.
- Franzen, D. (2010). Managing Investment Risk in Defined Benefit Pension Funds.OECD Working Papers on Insurance and Private Pensions, No. 38, OECD Publishing.
- Gallo, A. (2009). Risk Management and Supervision for Pension Funds: critical implementation of ALM Models (Doctoral dissertation, Università degli Studi di Napoli Federico II.(
- Gunnarsson, B. (2013). Risk management in Almenni collective pension fund. A thesis submitted for the degree of Master of Science (MSc). Reykjavik University.
- Habibi, H., Conceptual Modeling of Asset / Portfolio Management in Insurance Companies, Iranian Journal of Insurance Research, 19(74), 5-28.
- Hosseini, H., Izadbakhsh. H., Shahvali, S., Aghaei, A. (2013), Applying a systematic approach to identifying factors affecting the continuity of social insurance business in developing countries, Iran Social Security Organization as case study., The 10th Iran Industrial Engineering Conference.

- Izadbakhsh H., Zarinbal, M., Hosseini, H., Shahvali, S., (2013), Using system dynamics approach in Social Security Organization, Social Security Organization.
- Jalili, T., (2008), Retirement reforms in Asia and the Pacific "Findings and role of the Asian Development Bank", Civil Servants Pension Organization.
- Jóhannsson, S. (2016). Evaluation of pension fund assets and liabilities: using variable versus fixed interest rates. A thesis submitted for the degree of Master of Science (MSc). Reykjavik University.
- Juerges, H., Thiel, L., Bucher-Koenen, T., Rausch, J., Schuth, M., & Boersch-Supan, A. (2014). Health, financial incentives, and early retirement: micro-simulation evidence for Germany (No. w19889). National bureau of economic research.
- Karbasian, M., (2005), Social Security and Pension in Iran, Sahami Enteshar Co .
- Kallianta, M. (2016).Asset liability management. School of economics, business administration & legal studies, A thesis submitted for the degree of master of science (MSc) in banking and finance.
- Kleynen.R. Asset liability management for pension funds. Avalable on: http://www.qfinance.com/contentFiles/QF01/gcriuxgs/14/0/asset-liability-management-for-pension-funds.pdf
- Lim, Y.S., (2003), Retirement Planning: Game-plan for Financial Liberation : Unmasking the Principles and Application of Retirement Planning Concepts, Processes, Strategies and Investment Tools in Singapore & Malaysia, D'Wealth Publication.
- Markowitz, H. (1952). Portfolio selection. The journal of finance, 7(1), 77-91.
- McLeod, R. W., Moody, S., & Phillips, A. (1992). The risks of pension plans. Financial Services Review, 2(2), 131-156.
- Mehregan, M.R., Daghigh Asl, A.R., Ghalibaf, H., Malekian, L., (2011), Designing a Mathematical Model for Asset and Liability Management using Goal Planning in Iranian Insurance Companies, , Iranian Journal of Insurance Research, 105(1), 101-123.
- Murata, T., & Chen, Z. (2013). Agent-based simulation for pension system in Japan. in agent-based approaches in economic and social complex systems VII (pp. 183-197). Springer Japan.
- Pachamanova, Dessislava, Nalan Gülpınar, and Ethem Çanakoğlu. (2017) .Robust approaches to pension fund asset liability management under uncertainty." Optimal Financial Decision Making under Uncertainty. Springer International Publishing. 89-119.
- Presentation of Financial Statements, IAS 14, Current Assets and Current Liabilities.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]

[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]

[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

- Presentation of Financial Statements, IAS 26, Accounting and Reporting by Retirement Benefit Plans.
- Reynisson, G. M. (2012). Asset liability management for Icelandic pension funds: the stochastic programming approach. A thesis submitted for the degree of Master of Science (MSc). Faculty of Economics School of Social Science at University of Iceland.
- Ricerca, D.D (2010). A quantitative model for the asset liability management of a Pension Fund. A thesis submitted for the degree of Doctor of Philosophy. University deli study di Cagliari.
- Rosen, D., & Zenios, S. A. (2006). Enterprise-wide asset and liability management: issues, institutions, and models. Handbook of Asset and Liability Management: Theory and Methodology, 1(1.(
- Saberi Nasr, A., Rezaei, M., Dashti Barmaki, M., Mansouri Majoumerd J., (2013), Evaluating Mamdani Fuzzy Inference System Usage in the Analysis of Groundwater Quality, Case Study: Tabas Aquifer, Iranian Journal of Water & Environment Engineering, 1(1), 25-34.
- Sapiri, H., Kamil, A. A., & Tahar, R. M. (2014). System dynamics dpproach as a risk management tool in analyzing pension expenditure: the case of Malaysian employees public pension plan. The Singapore economic review, 59(05), 145-146.
- Sarbazalipour S., Fallah A., (2014) A New Probabilistic Model of Portfolio Optimization Based on Insurer's Liability in Life Insurance Contracts, Iranian Journal of Insurance Research, 28(112), 55-80.
- 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., (2000), Business dynamics: systems thinking and modeling for a complex world. McGraw-Hill.
- Usenik, J., & Turnsek, T. (2013). Modeling conflict dynamics with fuzzy logic inference. Jour-nal of US- China Public Administration, 10(5), 457-474.
- Veiga, Á. & Valladão, D. (2010). On the asset and liability management for pension funds:a multistage stochastic programming model and an equilibrium risk measuring method. A thesis submitted for the degree of Master of Science (MSc). Charles University Prague, Sokolovsk´a 83, CZ-186 75 Prague.
- 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.
- Yavas, M. Bacaksizlar, G. (2010). Financial sustainability of social security institutions in the presence of aging populations. 28st International conference of system dynamics.

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

[Downloaded from ndea10.khu.ac.ir on 2026-10-30]
[DOR: 20.1001.1.22286454.1396.8.29.6.5]
[DOI: 10.29252/jemr.8.29.201]

A Systematic Approach for Asset Liability Management of Pension Funds in a Fuzzy Environment

Hamidreza Izadbakhsh[1], Ahmad Soleymanzadeh[2]
Hamed Davari Ardakani[3], Marzieh Zarinbal[4]

Received: 2016/09/24
Accepted: 2017/09/10

Abstract

Since pension funds are among the most important and effective organizations in economic and social environments, it is critical to study their problems ahead. Asset and liability management (ALM) is a useful tool to study pension funds and their stakeholders. This paper tries to understand the key factors effecting on ALM and to analyze them using system dynamics. Fuzzy inference engine is also used to quantify the important risks in ALM. Results show that considering ALM and stakeholders' benefits as whole and paying attention to risk factors such as changing population are the key factors for successful ALM.

Keywords: Asset Liability Management (ALM), System Dynamics, Fuzzy Inference System, Pension Funds, Risk Matrix.
JEL Classification: C63, H55, G31.

1. Assistant Professor of Industrial Engineering, Kharazmi University, (Corresponding Author), Email: hizadbakhsh@khu.ac.ir
2. Master Student of Industrial Engineering, Kharazmi University, Email: ahmad.soleymanzadeh@yahoo.com
3. Assistant Professor of Industrial Engineering, Kharazmi University, Email: davari@khu.ac.ir
4. Faculty Member of Information and Science Research Institute, Email: zarinbal@irandoc.ac.ir