باسمه تعالی

عنوان: پروژه مدل‌سازی صندوق بازنشستگی (PAYG-DB)

استاد: دکتر امیرتیمور پاینده

دانشجو: محمد اشکوری

شماره دانشجویی: ۴۰۴۴۲۲۰۱۳

افق ارزیابی: ۴۰ ساله، از ۱۴۰۵ تا ۱۴۴۵

هدف: ارزیابی تراز و پایداری بلندمدت صندوق

مرداد ۱۴۰۵

مقدمه

صندوق‌های بازنشستگی مبتنی بر **مزایای معین و تأمین مالی جاری** از مهم‌ترین نهادهای مالی-اجتماعی هر کشور به‌شمار می‌روند، زیرا پایداری آن‌ها نه‌تنها به تعادل بین درآمدهای حق‌بیمه‌ای و مصارف مستمری وابسته است، بلکه به ساختار جمعیتی، نرخ‌های رشد اقتصادی، الگوی ورود و خروج اعضا، و مفروضات اکچوئری بلندمدت نیز حساسیت بالایی دارد. در چنین صندوق‌هایی، حتی تغییرات ظاهراً کوچک در نرخ رشد حقوق، رشد مستمری، سن بازنشستگی یا نسبت پشتیبانی می‌تواند در افق‌های بلندمدت به شکاف‌های مالی قابل‌توجه و ناترازی ساختاری منجر شود. ازاین‌رو، تحلیل پایداری مالی صندوق‌های بازنشستگی نیازمند یک مدل‌سازی پویا، منسجم و چندبعدی است که هم‌زمان جریان‌های جمعیتی، درآمدی و هزینه‌ای را در طول زمان در نظر بگیرد.

در این پروژه، یک صندوق بازنشستگی با ساختار **PAYG-DB** مورد بررسی قرار گرفته است؛ ساختاری که در آن مزایای بازنشستگی از پیش تعریف شده‌اند و پرداخت تعهدات جاری عمدتاً از محل حق‌بیمه اعضای شاغل تأمین می‌شود. با توجه به ماهیت این نوع صندوق‌ها، مسئله اصلی نه صرفاً محاسبه تراز سالانه در یک مقطع زمانی، بلکه شبیه‌سازی رفتار مالی و جمعیتی صندوق در یک افق بلندمدت است تا مشخص شود آیا درآمدهای جاری توان پاسخ‌گویی به تعهدات آتی را دارند یا خیر. به همین دلیل، در این مطالعه، اطلاعات ۵۰۰ عضو صندوق پس از پاک‌سازی و اعتبارسنجی، مبنای طراحی یک مدل اکچوئری پویا قرار گرفته و وضعیت صندوق در افق ۴۰ ساله از سال ۱۴۰۵ تا ۱۴۴۵ بررسی شده است.

مدل ارائه‌شده در این گزارش با اتکا بر مفروضات جمعیتی، اقتصادی و اکچوئری، مسیر تغییرات اعضای فعال، بازنشستگان و بازماندگان را دنبال می‌کند و در هر سال، درآمد حق‌بیمه، هزینه مستمری، تراز نقدی، تراز تجمعی، نسبت پشتیبانی و شاخص‌های پایداری مالی را محاسبه می‌نماید. در کنار سناریوی پایه، مجموعه‌ای از سناریوهای اصلاحی نیز طراحی شده‌اند تا اثر تغییر نرخ حق‌بیمه، تغییر سن بازنشستگی و تغییر نرخ رشد مستمری بر وضعیت پایداری صندوق ارزیابی شود. هدف از این تحلیل، صرفاً ارائه یک تصویر عددی از وضعیت فعلی صندوق نیست، بلکه شناسایی ریشه‌های اصلی ناترازی و تعیین موثرترین اهرم‌های اصلاحی برای جلوگیری از تشدید بحران در سال‌های آینده است.

اهمیت این مطالعه از آن‌جا ناشی می‌شود که صندوق‌های بازنشستگی در محیط‌هایی با کاهش نسبت جمعیت فعال به جمعیت مستمری‌بگیر، افزایش امید به زندگی، و رشد سریع تعهدات مزدی، به‌سرعت در معرض فشار مالی قرار می‌گیرند. بنابراین، شناسایی نقطه آغاز کسری، برآورد شکاف نقدینگی، تحلیل سناریوهای اصلاحی و استخراج شاخص‌های هشداردهنده، برای سیاست‌گذاری و تصمیم‌گیری مدیریتی ضرورت دارد. بر همین اساس، این پروژه تلاش می‌کند تا با یک رویکرد تحلیلی و اکچوئری، نه‌تنها وضعیت مالی صندوق را در زمان حال و آینده توصیف کند، بلکه مسیرهای ممکن برای بهبود پایداری آن را نیز به‌صورت شفاف و قابل‌اتکا نشان دهد.

بخش ۱: زیرساخت محاسباتی و آماده‌سازی محیط تحلیل

در نخستین گام، زیرساخت محاسباتی لازم برای تحلیل صندوق بازنشستگی در محیط پایتون فراهم شد. این مرحله به‌منظور ایجاد یک بستر قابل اتکا برای پردازش داده‌های خام، انجام محاسبات اکچوئری، و تولید خروجی‌های تحلیلی طراحی شده است. از آنجا که مدل صندوق مبتنی بر داده‌های فردی اعضا، مفروضات جمعیتی و مالی، و پیش‌بینی بلندمدت جریان‌های نقدی است، وجود یک محیط محاسباتی منظم و پایدار برای اجرای مراحل بعدی ضروری بوده است.

در این بخش، کتابخانه‌های مورد نیاز برای مدیریت داده‌ها، محاسبات عددی، تحلیل ساختارهای جدولی، و آماده‌سازی خروجی‌های نهایی بارگذاری شده‌اند. انتخاب این ابزارها با هدف تسهیل در انجام عملیات زیر صورت گرفته است:

- سازمان‌دهی داده‌های خام اعضای صندوق؛
- انجام محاسبات ریاضی و مالی موردنیاز برای ارزش‌گذاری تعهدات؛
- پردازش جدول‌های ورودی و تبدیل آن‌ها به ساختارهای استاندارد تحلیلی؛
- پشتیبانی از مدل‌سازی مرحله‌به‌مرحله صندوق در افق بلندمدت.

به بیان دیگر، این مرحله پایه فنی مدل را شکل می‌دهد و امکان می‌دهد که تمامی اجزای صندوق بر بستر یک محیط محاسباتی منسجم و قابل بازتولید بررسی شوند.

بخش ۲: بارگذاری داده‌های خام صندوق

پس از آماده‌سازی محیط تحلیل، داده‌های خام صندوق از فایل اکسل «دیتای نهایی.xlsx» فراخوانی شد. این فایل شامل بلوک‌های اطلاعاتی مختلفی است که در یک شیت کنار هم قرار گرفته‌اند و هر بلوک، بخشی از اطلاعات موردنیاز مدل صندوق را در خود دارد. بارگذاری اولیه داده‌ها به‌صورت خام انجام شد تا ساختار واقعی اطلاعات بدون هیچ‌گونه تغییر یا دخالت اولیه در مدل وارد شود.

این مرحله از آن جهت اهمیت دارد که مدل صندوق باید بر اساس داده‌های واقعی و یکپارچه بنا شود. بنابراین، فراخوانی خام داده‌ها اولین گام برای استخراج اطلاعات موردنیاز از بخش‌های مختلف فایل و انتقال آن‌ها به ساختار تحلیلی صندوق محسوب می‌شود.

در این مرحله، داده‌ها هنوز وارد فاز تحلیلی نشده‌اند؛ بلکه صرفاً به‌عنوان مخزن اصلی اطلاعات صندوق در محیط مدل قرار گرفته‌اند تا در مراحل بعدی، هر بلوک داده بر اساس نیاز مدل پاک‌سازی، استانداردسازی و تبدیل شود.

این بلوک داده‌ای، مبنای شناسایی:

- اعضای صندوق،
- مفروضات مالی و بیم‌سنجی،
- سوابق حقوقی،
- و اطلاعات لازم برای پیش‌بینی تعهدات آتی

بوده است.

بخش ۳: استخراج و پاک‌سازی مفروضات مدل

مفروضات اکچوئری و مالی، ستون فقرات طراحی صندوق بازنشستگی را تشکیل می‌دهند. در این مرحله، بلوک ASSUMPTIONS از داده خام استخراج و برای استفاده در مدل آینده‌نگر صندوق، به ساختاری استاندارد و قابل استفاده تبدیل شد. این مفروضات، مبنای اصلی پیش‌بینی جریان‌های نقدی، ارزش‌گذاری تعهدات آتی و ارزیابی تراز صندوق در افق ۴۰ ساله هستند.

مفروضات استخراج‌شده در این بخش به شرح زیر است:

- **سال ارزیابی:** ۱۴۰۵
- **افق پیش‌بینی:** ۴۰ سال
- **نرخ رشد سالانه حقوق:** ۲۵ درصد
- **نرخ افزایش سالانه مستمری:** ۲۰ درصد
- **نرخ تنزیل:** ۲۵ درصد

این مفروضات به‌صورت ساختاریافته در مدل ذخیره شده‌اند تا در محاسبات مربوط به رشد دستمزد، افزایش مزایا، و تنزیل تعهدات آینده مورد استفاده قرار گیرند.

تفسیر اکچوئری مفروضات

- **سال ارزیابی ۱۴۰۵** به‌عنوان نقطه شروع تحلیل صندوق در نظر گرفته شده است.
- **افق ۴۰ ساله** امکان بررسی پایداری بلندمدت صندوق تا سال ۱۴۴۵ را فراهم می‌کند.
- **نرخ رشد حقوق ۲۵٪** بازتاب‌دهنده فرض رشد دستمزدها در اقتصاد مبناست.
- **نرخ افزایش مستمری ۲۰٪** برای به‌روزرسانی پرداخت‌های بازنشستگان در طول زمان استفاده می‌شود.
- **نرخ تنزیل ۲۵٪** برای محاسبه ارزش فعلی تعهدات آتی و سنجش بار مالی صندوق به‌کار می‌رود.

این بخش نقش کلیدی در مدل دارد، زیرا تمامی محاسبات بعدی، از جمله برآورد حقوق آتی، مستمری بازنشستگان، و ارزش فعلی تعهدات، بر اساس همین فرضیات انجام خواهد شد.

بخش ۴: استخراج و پاک‌سازی داده‌های اعضای صندوق

در این مرحله، اطلاعات اعضای صندوق از بلوک MEMBERS در فایل خام استخراج شد. این داده‌ها، هسته اصلی مدل صندوق را تشکیل می‌دهند؛ زیرا تمامی محاسبات مربوط به تعهدات، مستمری‌ها، رشد حقوق، و زمان‌بندی بازنشستگی بر اساس ویژگی‌های فردی اعضا انجام می‌شود.

در مجموع، ۵۰۰ عضو در پایگاه داده صندوق شناسایی شده‌اند. این اعضا شامل افراد فعال و بازنشسته هستند و اطلاعات آن‌ها برای تحلیل بلندمدت صندوق به‌صورت فردبه‌فرد آماده‌سازی شده است.

اطلاعات استخراج‌شده برای هر عضو

برای هر فرد، مجموعه‌ای از متغیرهای کلیدی در نظر گرفته شده است، از جمله:

- وضعیت عضویت؛
- جنسیت؛
- سال تولد؛
- سال استخدام؛
- سابقه خدمت؛
- حقوق گذشته و جاری؛
- سن بازنشستگی؛
- سال مورد انتظار بازنشستگی؛
- نرخ انباشت حقوق بازنشستگی؛
- جدول مرگ‌ومیر متناظر.

اقدامات انجام‌شده در این مرحله

در فرآیند آماده‌سازی داده‌های اعضا، اقدامات زیر انجام شده است:

- استخراج ردیف‌های مربوط به اعضای صندوق از فایل خام؛
- انتخاب ۱۷ ستون اصلی و اثرگذار بر محاسبات؛
- استانداردسازی نام ستون‌ها برای استفاده در مدل؛
- حذف ردیف‌های خالی یا نامعتبر؛
- تبدیل مقادیر حقوقی به داده‌های عددی قابل محاسبه؛
- آماده‌سازی جدول اعضا برای ورود به موتور پیش‌بینی صندوق.

ساختار نمونه اطلاعات اعضا

در داده‌های نمونه، اعضا به‌صورت زیر مشاهده می‌شوند:

- عضو اول، مرد، فعال، متولد ۱۳۵۴، استخدام‌شده در ۱۳۷۷، با ۲۸ سال سابقه، و حقوق جاری حدود ۳۹۶,۶۸۰,۹۸۸ ریال؛
- عضو دوم، زن، فعال، متولد ۱۳۵۶، استخدام‌شده در ۱۳۹۸، با ۷ سال سابقه، و حقوق جاری حدود ۲۳۳,۲۳۲,۰۳۲ ریال؛
- عضو سوم، مرد، فعال، متولد ۱۳۴۸، استخدام‌شده در ۱۳۸۵، با ۲۰ سال سابقه، و حقوق جاری حدود ۴۶۵,۰۹۲,۴۵۳ ریال؛
- عضو چهارم، زن، بازنشسته، متولد ۱۳۲۲، استخدام‌شده در ۱۳۷۲، با ۳۳ سال سابقه، و مستمری جاری حدود ۲۱۳,۹۳۶,۷۳۷ ریال؛
- عضو پنجم، مرد، فعال، متولد ۱۳۶۶، استخدام‌شده در ۱۴۰۲، با ۳ سال سابقه، و حقوق جاری حدود ۴۱۲,۴۴۰,۷۹۶ ریال.

تفسیر صندوقی این داده‌ها

این ساختار نشان می‌دهد که صندوق از ترکیب متنوعی از اعضای فعال و بازنشسته تشکیل شده است. وجود اعضای فعال با سوابق متفاوت، به معنای تداوم جریان ورودی حق‌بیمه و انباشت منابع در آینده است؛ در حالی‌که وجود بازنشستگان، تعهدات پرداخت مستمری را برای صندوق ایجاد می‌کند. بنابراین، این بخش مبنای مستقیم تحلیل توازن بین ورودی‌های آتی و خروجی‌های تعهدی صندوق است.

محل درج خروجی کد این بخش:

[خروجی نهایی بخش ۴: جدول پاک‌سازی‌شده اعضا و مشخصات کامل هر ردیف]

بخش ۵: استخراج، ساختاربندی و کنترل اولیه داده‌ها

پس از بارگذاری داده‌های خام و آماده‌سازی اطلاعات اعضا، در این مرحله ساختار کلی پایگاه داده صندوق بررسی و اجزای مختلف آن از یکدیگر تفکیک شد. هدف اصلی این بخش، اطمینان از آن است که تمامی داده‌های موردنیاز برای مدل‌سازی جمعیتی، مالی و اکچوئری صندوق به‌درستی استخراج شده و ابعاد هر مجموعه داده با ساختار مورد انتظار مدل سازگار باشد.

از آنجا که اطلاعات صندوق در یک فایل اکسل و در قالب بلوک‌های مختلف قرار گرفته است، کنترل اولیه داده‌ها پیش از ورود به مراحل پیش‌بینی ضروری است. هرگونه خطا در تعداد اعضا، تعداد سال‌های پیش‌بینی، جدول‌های مرگ‌ومیر یا نرخ‌های انتقال بین وضعیت‌های مختلف می‌تواند نتایج نهایی تراز و پایداری صندوق را تحت‌تأثیر قرار دهد.

۵-۱. ساختار کلی داده خام

بر اساس کنترل اولیه، تعداد اعضای قابل استفاده در مدل برابر با ۵۰۰ نفر است. سایر ردیف‌های موجود در فایل خام مربوط به عنوان بلوک‌ها، هدرها، مفروضات و جدول‌های جمعیتی و مالی هستند و به‌عنوان عضو صندوق در نظر گرفته نشده‌اند.

بنابراین، ساختار فایل خام شامل اطلاعات زیر است:

- اطلاعات فردی و شغلی اعضای صندوق؛
- مفروضات مالی و اکچوئری؛
- جدول مرگ‌ومیر؛
- جدول ترک خدمت؛
- جدول بازنشستگی؛
- جدول ازکارافتادگی؛
- جدول ورود اعضای جدید.

این تفکیک، امکان می‌دهد که هر دسته از داده‌ها با منطق مناسب خود در مدل به کار گرفته شود.

۵-۲. ابعاد بلوک‌های اطلاعاتی صندوق

پس از شناسایی محل هر بلوک، ابعاد داده‌های استخراج‌شده به‌صورت زیر کنترل شد:

- جدول اعضای صندوق: شامل ۵۰۰ عضو؛
- بلوک مفروضات: دارای ۵۱۲ ردیف و ۳ ستون در فایل استخراج‌شده؛
- جدول مرگ‌ومیر: دارای ۴۳ ردیف و ۷ ستون؛
- جدول ترک خدمت: دارای ۱۹ ردیف و ۵ ستون؛
- جدول بازنشستگی: دارای ۱۹ ردیف و ۶ ستون؛
- جدول ازکارافتادگی: دارای ۱۱ ردیف و ۵ ستون؛
- جدول ورود اعضای جدید: دارای ۴۲ ردیف و ۷ ستون.

ابعاد هر بلوک نشان می‌دهد که داده‌های لازم برای مدل‌سازی وضعیت فعلی اعضا و همچنین پیش‌بینی تغییرات جمعیتی صندوق در طول دوره ۴۰ ساله از یکدیگر تفکیک شده‌اند.

به‌طور مشخص:

- جدول مرگ‌ومیر برای برآورد احتمال بقا و مدت دریافت مزایا استفاده می‌شود.
- جدول ترک خدمت برای مدل‌سازی خروج اعضای فعال پیش از بازنشستگی به کار می‌رود.
- جدول بازنشستگی برای تعیین احتمال یا الگوی انتقال اعضای فعال به وضعیت بازنشستگی استفاده می‌شود.
- جدول ازکارافتادگی برای شناسایی بخشی از ریسک‌های خروج از خدمت و ایجاد تعهدات احتمالی مورد استفاده قرار می‌گیرد.
- جدول ورود اعضای جدید برای پیش‌بینی جریان ورودی اعضا و استمرار پایه مشارکت‌کنندگان صندوق به کار می‌رود.

۳-۵. ساختار داده‌های اعضای صندوق

جدول اعضا شامل ۱۷ متغیر اصلی است که مشخصات جمعیتی، شغلی، حقوقی و بازنشستگی هر فرد را توصیف می‌کند. این متغیرها عبارت‌اند از:

- Member_ID: شناسه اختصاصی هر عضو؛
- Status: وضعیت فعلی عضو، مانند فعال یا بازنشسته؛
- Sex: جنسیت عضو؛
- Birth_Year: سال تولد؛
- Hire_Year: سال استخدام یا شروع عضویت شغلی؛
- Credited_Service: سابقه خدمت قابل احتساب؛
- Salary_۱۴۰۱ : حقوق سال ۱۴۰۱؛
- Salary_۱۴۰۲ : حقوق سال ۱۴۰۲؛
- Salary _۱۴۰۳ : حقوق سال ۱۴۰۳؛
- Salary _۱۴۰۴ : حقوق سال ۱۴۰۴؛
- Salary_۱۴۰۵ : حقوق سال ارزیابی؛
- Current_Annual_Salary: حقوق سالانه جاری؛
- Retirement_Age: سن بازنشستگی مورد استفاده در مدل؛
- Expected_Retirement_Year: سال مورد انتظار بازنشستگی؛
- Pension_Start_Year: سال آغاز پرداخت مستمری؛

- Accrual_Rate: نرخ انباشت یا نرخ ایجاد مستمری؛
- Mortality_Table: جدول مرگ‌ومیر تخصیص‌یافته به عضو.

این متغیرها به مدل اجازه می‌دهند که برای هر عضو، مسیر کامل وضعیت مالی و شغلی از سال ارزیابی تا زمان بازنشستگی و پس از آن محاسبه شود.

۵-۴. نمونه‌ای از اعضای استخراج‌شده

برای کنترل صحت استخراج داده‌ها، پنج ردیف ابتدایی جدول اعضا بررسی شد. اطلاعات این اعضا به‌صورت ردیفی به شرح زیر است:

- عضو با شناسه ۱: فعال، مرد، متولد ۱۳۵۴، استخدام‌شده در سال ۱۳۷۷، دارای ۲۸ سال سابقه خدمت، حقوق سالانه جاری برابر با ۳۹۶,۶۸۰,۹۸۸، سن بازنشستگی ۶۰ سال، سال مورد انتظار بازنشستگی ۱۴۱۴، نرخ انباشت ۰.۰۱۵.
- عضو با شناسه ۲: فعال، زن، متولد ۱۳۵۶، استخدام‌شده در سال ۱۳۹۸، دارای ۷ سال سابقه خدمت، حقوق سالانه جاری برابر با ۲۳۳,۲۳۲,۰۳۲، سن بازنشستگی ۶۰ سال، سال مورد انتظار بازنشستگی ۱۴۱۶، نرخ انباشت ۰.۰۱۵.
- عضو با شناسه ۳: فعال، مرد، متولد ۱۳۴۸، استخدام‌شده در سال ۱۳۸۵، دارای ۲۰ سال سابقه خدمت، حقوق سالانه جاری برابر با ۴۶۵,۰۹۲,۴۵۳، سن بازنشستگی ۶۰ سال، سال مورد انتظار بازنشستگی ۱۴۰۸، نرخ انباشت ۰.۰۱۵.
- عضو با شناسه ۴: بازنشسته، زن، متولد ۱۳۲۲، استخدام‌شده در سال ۱۳۷۲، دارای ۳۳ سال سابقه خدمت، مستمری جاری برابر با ۲۱۳,۹۳۶,۷۳۷، سن بازنشستگی ۶۰ سال، سال شروع پرداخت مستمری ۱۳۸۲، نرخ انباشت ۰.۰۱۵.
- عضو با شناسه ۵: فعال، مرد، متولد ۱۳۶۶، استخدام‌شده در سال ۱۴۰۲، دارای ۳ سال سابقه خدمت، حقوق سالانه جاری برابر با ۴۱۲,۴۴۰,۷۹۶، سن بازنشستگی ۶۰ سال، سال مورد انتظار بازنشستگی ۱۴۲۶، نرخ انباشت ۰.۰۱۵.

این بررسی نمونه‌ای نشان می‌دهد که ساختار داده‌ها توانایی تفکیک اعضای فعال و بازنشسته، ثبت سابقه خدمت، تعیین زمان بازنشستگی و اتصال هر عضو به جدول مرگ‌ومیر مناسب را دارد.

محل درج خروجی کد این بخش:

تصویر یا خروجی مربوط به پنج ردیف ابتدایی جدول اعضا و خلاصه ابعاد بلوک‌های استخراج‌شده.

۵-۵. ساختار مفروضات مالی و بیم‌سنجی

بلوک مفروضات شامل پارامترهایی است که قواعد مالی و جمعیتی صندوق را مشخص می‌کنند. این پارامترها در پیش‌بینی جریان‌های نقدی، محاسبه حق‌بیمه‌ها، برآورد مستمری‌ها، تعیین سن بازنشستگی و ارزش‌گذاری تعهدات آینده به کار می‌روند.

مفروضات اصلی مدل به‌صورت ردیفی عبارت‌اند از:

- سال ارزیابی: ۱۴۰۵؛ این سال مبنای تمام محاسبات اولیه صندوق است.
- افق پیش‌بینی: ۴۰ سال؛ جریان‌های مالی و جمعیتی تا سال ۱۴۴۵ پیش‌بینی می‌شوند.
- نرخ رشد سالانه حقوق: ۲۵ درصد؛ برای برآورد حقوق اعضای فعال در سال‌های آینده استفاده می‌شود.

- نرخ افزایش سالانه مستمری: ۲۰ درصد؛ برای تعدیل مستمری بازنشستگان طی دوره پیش‌بینی به کار می‌رود.
- نرخ تنزیل: ۲۵ درصد؛ برای تبدیل تعهدات آتی به ارزش معادل در سال ۱۴۰۵ استفاده می‌شود.
- نرخ مشارکت کارمند: ۹ درصد از حقوق؛ سهم عضو فعال در تأمین منابع صندوق است.
- نرخ مشارکت کارفرما: ۹ درصد از حقوق؛ سهم کارفرما در تأمین منابع صندوق است.
- سن عادی بازنشستگی: ۶۰ سال؛ سن مبنای انتقال عضو فعال به وضعیت بازنشستگی است.
- حداقل سابقه لازم برای دریافت مستمری: ۳۰ سال؛ شرط سابقه برای برقراری مزایای بازنشستگی در مدل است.
- حداکثر سن مورد استفاده در پیش‌بینی: ۱۲۰ سال؛ این مقدار مرز نهایی مدل‌سازی طول عمر اعضا را مشخص می‌کند.

۶-۵. نقش مفروضات در طراحی صندوق PAYG-DB

در صندوق PAYG-DB، منابع جاری صندوق عمدتاً از مشارکت اعضای فعال و کارفرمایان تأمین می‌شود و برای پرداخت تعهدات بازنشستگان مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، نرخ‌های مشارکت، تعداد اعضای فعال، تعداد بازنشستگان، سطح حقوق‌ها و میزان مستمری‌ها، همگی در تراز سالانه صندوق نقش مستقیم دارند.

در این مدل:

- حق مشارکت عضو فعال بر اساس نرخ ۹ درصد حقوق سالانه محاسبه می‌شود.
- سهم کارفرما نیز معادل ۹ درصد حقوق سالانه در نظر گرفته شده است.
- مجموع نرخ مشارکت مستقیم برابر با ۱۸ درصد حقوق سالانه عضو فعال است.
- افزایش حقوق فعالان با نرخ ۲۵ درصد، جریان درآمدی بالقوه صندوق را در سال‌های آینده افزایش می‌دهد.
- افزایش مستمری با نرخ ۲۰ درصد، باعث رشد جریان خروجی صندوق در طول زمان می‌شود.
- نرخ تنزیل ۲۵ درصد برای محاسبه ارزش فعلی تعهدات و مقایسه ارزش منابع و مصارف استفاده می‌شود.
- سن ۶۰ سال و حداقل سابقه ۳۰ سال، شرایط اصلی ورود اعضا به مرحله دریافت مستمری را تعیین می‌کنند.

در نتیجه، این بخش ارتباط میان داده‌های خام و موتور اصلی پیش‌بینی صندوق را برقرار می‌کند. داده‌های اعضا وضعیت اولیه صندوق را مشخص می‌کنند و مفروضات مالی و اکچوئری، نحوه تغییر این وضعیت را در سال‌های ۱۴۰۵ تا ۱۴۴۵ تعیین می‌کنند.

۷-۵. کنترل اولیه کیفیت و سازگاری داده‌ها

کنترل‌های انجام‌شده در این بخش با هدف اطمینان از آماده‌بودن داده‌ها برای مراحل بعدی مدل‌سازی صورت گرفت. مهم‌ترین کنترل‌های اولیه عبارت‌اند از:

- تطبیق تعداد اعضای استخراج‌شده با تعداد مورد انتظار؛
- شناسایی صحیح ردیف هدر جدول اعضا؛
- بررسی ابعاد تمامی بلوک‌های داده‌ای؛
- اطمینان از وجود ستون‌های اصلی اعضا؛
- کنترل تفکیک اعضای فعال و بازنشسته؛
- کنترل عددی‌بودن متغیرهای حقوقی؛
- بررسی وجود سال ارزیابی و افق پیش‌بینی؛

- بررسی وجود نرخ‌های مشارکت عضو و کارفرما؛
- کنترل سن بازنشستگی و حداقل سابقه لازم؛
- آماده‌سازی جدول‌های مرگ‌ومیر، ترک خدمت، بازنشستگی، ازکارافتادگی و ورود اعضای جدید برای استفاده در مراحل بعدی.

نتیجه این کنترل‌ها نشان می‌دهد که داده‌های پایه صندوق از نظر ساختاری برای ورود به مراحل پیش‌بینی جریان‌های جمعیتی و مالی آماده شده‌اند.

۸-۵. جمع‌بندی بخش پنجم

در این بخش، ساختار کامل داده‌های مورد استفاده در مدل صندوق بازنشستگی شناسایی و کنترل شد. پایگاه داده شامل ۵۰۰ عضو و مجموعه‌ای از جدول‌های جمعیتی و مالی است که هرکدام نقش مشخصی در پیش‌بینی وضعیت آینده صندوق دارند.

همچنین مفروضات اصلی مدل شامل سال ارزیابی، افق پیش‌بینی، نرخ رشد حقوق، نرخ افزایش مستمری، نرخ تنزیل، نرخ‌های مشارکت، سن بازنشستگی و حداقل سابقه لازم استخراج و استانداردسازی شد.

خروجی این مرحله، یک ساختار داده‌ای منسجم است که در مراحل بعدی برای موارد زیر استفاده خواهد شد:

- پیش‌بینی تعداد اعضای فعال و بازنشسته؛
- برآورد مشارکت‌های سالانه؛
- محاسبه مستمری‌ها و تعهدات پرداختی؛
- مدل‌سازی خروج اعضا بر اثر فوت، ترک خدمت، بازنشستگی و ازکارافتادگی؛
- محاسبه تراز سالانه صندوق؛
- ارزیابی پایداری مالی صندوق در افق ۴۰ ساله.

بخش ۶: محاسبه وضعیت اعضا در سال پایه ۱۴۰۵ و تحلیل تراز اولیه صندوق

سال ۱۴۰۵ به‌عنوان سال پایه مدل‌سازی، نقطه شروع ارزیابی وضعیت جمعیتی و مالی صندوق در نظر گرفته شده است. تمام پیش‌بینی‌های مربوط به تعداد اعضای فعال، بازنشستگان، درآمد حق‌بیمه، هزینه مستمری، کسری یا مازاد نقدی و تعهدات آینده، بر اساس اطلاعات این سال انجام می‌شود.

هدف این بخش، تعیین ترکیب اولیه اعضا، محاسبه درآمد حق‌بیمه از اعضای فعال، برآورد هزینه مستمری بازنشستگان فعلی و بررسی تراز نقدی صندوق در ابتدای دوره پیش‌بینی است.

۱-۶. جایگاه سال پایه در طراحی صندوق

در مدل‌سازی صندوق‌های بازنشستگی، سال پایه نقش مرجع محاسباتی دارد. در این سال، وضعیت عضویت، سن، حقوق سالانه اعضای فعال و مستمری سالانه بازنشستگان بررسی می‌شود و خروجی آن، مبنای شبیه‌سازی صندوق در افق ۴۰ ساله قرار می‌گیرد.

از منظر طراحی صندوق، این بخش مشخص می‌کند که آیا منابع جاری حاصل از حق‌بیمه اعضای فعال، برای پرداخت مستمری بازنشستگان موجود کافی است یا صندوق از همان ابتدای دوره با کسری عملیاتی مواجه است.

۶-۲. ترکیب جمعیتی صندوق در سال ۱۴۰۵

بر اساس داده‌های استخراج‌شده، ترکیب اولیه صندوق در سال ۱۴۰۵ شامل موارد زیر است:

- **اعضای فعال:** ۴۰۲ نفر؛
- **بازنشستگان فعلی:** ۷۳ نفر.

اعضای فعال همچنان در دوره اشتغال قرار دارند و از محل حقوق سالانه خود به صندوق حق‌بیمه پرداخت می‌کنند.
بازنشستگان فعلی نیز افرادی هستند که دوره اشتغال آنان پایان یافته و صندوق در برابر آنان تعهد پرداخت مستمری دارد.

در نتیجه، در سال پایه دو جریان اصلی در صندوق وجود دارد:

- جریان ورودی از محل حق‌بیمه اعضای فعال؛
- جریان خروجی از محل پرداخت مستمری بازنشستگان.

این تفکیک در طرح PAYG-DB اهمیت اساسی دارد؛ زیرا بخش مهمی از منابع پرداخت مستمری بازنشستگان از حق‌بیمه نسل شاغل تأمین می‌شود.

۶-۳. محاسبه درآمد حق‌بیمه سال پایه

مجموع حقوق سالانه مشمول حق‌بیمه اعضای فعال در سال ۱۴۰۵ برابر با:

$$\mathbf{121,543,275,140}$$

ریال است.

نرخ مشارکت کل در مدل برابر با **۱۸ درصد** حقوق سالانه اعضای فعال در نظر گرفته شده است. این نرخ شامل موارد زیر است:

- سهم کارمند: ۹ درصد؛
- سهم کارفرما: ۹ درصد.

درآمد حق‌بیمه از رابطه زیر محاسبه می‌شود:

$$\mathbf{Contribution\ Income_{1405} = Total\ Pensionable\ Salary_{1405} \times 18\%}$$

بنابراین:

$$\mathbf{21,877,789,525 = 121,543,275,140 \times 0.18}$$

در نتیجه، درآمد حق‌بیمه صندوق در سال پایه برابر با **۲۱,۸۷۷,۷۸۹,۵۲۵ ریال** به‌دست می‌آید.

۶-۴. محاسبه هزینه مستمری سال پایه

مجموع مستمری سالانه پرداختی به ۷۳ بازنشسته فعلی در سال ۱۴۰۵ برابر با:

$$\mathbf{26,043,057,124}$$

ریال محاسبه شده است.

این مبلغ، هزینه جاری صندوق در سال پایه را نشان می‌دهد و شامل مستمری بازنشستگان موجود در ابتدای دوره است. در این مرحله هنوز عواملی مانند ورود بازنشستگان جدید، افزایش سالانه مستمری، فوت بازنشستگان و سایر تغییرات جمعیتی در محاسبات اعمال نشده‌اند.

۶-۵. محاسبه تراز نقدی صندوق

برای بررسی وضعیت نقدی اولیه، درآمد حق‌بیمه با هزینه مستمری مقایسه می‌شود:

$$\mathbf{Cash\ Balance_{1405} = Contribution\ Income_{1405} - Pension\ Payments_{1405}}$$

با جایگذاری ارقام:

$$\mathbf{Cash\ Balance_{1405} = 21,877,789,525 - 26,043,057,124}$$

$$\mathbf{Cash\ Balance_{1405} = -4,165,267,599}$$

بنابراین، صندوق در سال پایه با **کسری نقدی ۴,۱۶۵,۲۶۷,۵۹۹ ریالی** مواجه است. این نتیجه نشان می‌دهد که درآمد حق‌بیمه اعضای فعال برای پوشش کامل مستمری بازنشستگان فعلی کافی نیست و صندوق از همان ابتدای دوره به منابع تکمیلی نیاز دارد.

۶-۶. نسبت کسری به درآمد حق‌بیمه

برای سنجش شدت ناترازی، نسبت کسری نقدی به درآمد حق‌بیمه محاسبه می‌شود:

$$\mathbf{Deficit\ Ratio = \frac{4,165,267,599}{21,877,789,525}}$$

$$\mathbf{Deficit\ Ratio \approx 19\%}$$

بنابراین، کسری نقدی سال پایه تقریباً معادل **۱۹ درصد درآمد حق‌بیمه سالانه** است. به بیان دیگر، حتی با اختصاص کامل درآمد حق‌بیمه به پرداخت مستمری، صندوق برای تأمین کامل تعهدات جاری خود به منابع دیگری نیاز خواهد داشت.

۶-۷. نسبت پشتیبانی صندوق

نسبت پشتیبانی یکی از شاخص‌های مهم در ارزیابی صندوق‌های PAYG-DB است و از تقسیم تعداد اعضای فعال بر تعداد بازنشستگان به‌دست می‌آید:

$$\textbf{Support Ratio} = \frac{\textbf{Number of Active Members}}{\textbf{Number of Retired Members}}$$

در سال ۱۴۰۵:

$$\textbf{Support Ratio} = \frac{\mathbf{402}}{\mathbf{73}} \approx \mathbf{5.51}$$

بنابراین، به ازای هر بازنشسته حدود ۵.۵ عضو فعال در صندوق وجود دارد.

اگرچه این نسبت از نظر جمعیتی وضعیت نسبتاً مناسبی را نشان می‌دهد، تراز نقدی منفی بیانگر آن است که تعداد اعضای فعال به‌تنهایی برای تضمین پایداری صندوق کافی نیست. سطح حقوق مشمول حق‌بیمه، نرخ مشارکت، میزان مستمری و ترکیب سنی اعضا نیز بر وضعیت مالی صندوق اثر مستقیم دارند.

۶-۸. کنترل نمونه محاسبه حق‌بیمه اعضای فعال

برای کنترل منطق محاسبات، چند نمونه از اعضای فعال بررسی شده است. حق‌بیمه هر عضو برابر با ۱۸ درصد حقوق سالانه او محاسبه شده است:

- **عضو با شناسه ۱:** سن ۵۱ سال، حقوق سالانه ۳۹۶,۶۸۰,۹۸۸ ریال و حق‌بیمه سالانه ۷۱,۴۰۲,۵۷۷.۸۴ ریال؛
- **عضو با شناسه ۲:** سن ۴۹ سال، حقوق سالانه ۲۳۳,۲۳۲,۰۳۲ ریال و حق‌بیمه سالانه ۴۱,۹۸۱,۷۶۵.۷۶ ریال؛
- **عضو با شناسه ۳:** سن ۵۷ سال، حقوق سالانه ۴۶۵,۰۹۲,۴۵۳ ریال و حق‌بیمه سالانه ۸۳,۷۱۶,۶۴۱.۵۴ ریال؛
- **عضو با شناسه ۵:** سن ۳۹ سال، حقوق سالانه ۴۱۲,۴۴۰,۷۹۶ ریال و حق‌بیمه سالانه ۷۴,۲۳۹,۳۴۳.۲۸ ریال؛
- **عضو با شناسه ۷:** سن ۴۱ سال، حقوق سالانه ۲۵۵,۷۹۳,۵۷۴ ریال و حق‌بیمه سالانه ۴۶,۰۴۲,۸۴۳.۳۲ ریال.

این کنترل نمونه‌ای تأیید می‌کند که حق‌بیمه اعضای فعال بر اساس حقوق سالانه و نرخ مشارکت کل ۱۸ درصد محاسبه شده است.

۶-۹. تفسیر اکچوئری و مالی نتایج

نتایج سال پایه نشان می‌دهد که صندوق در آغاز دوره پیش‌بینی با ناترازی نقدی مواجه است. خلاصه وضعیت مالی و جمعیتی صندوق در سال ۱۴۰۵ به شرح زیر است:

- تعداد اعضای فعال: ۴۰۲ نفر؛
- تعداد بازنشستگان: ۷۳ نفر؛
- نسبت پشتیبانی: ۵.۵۱؛
- مجموع حقوق مشمول حق‌بیمه: ۱۲۱,۵۴۳,۲۷۵,۱۴۰ ریال؛

- درآمد حق‌بیمه: ۲۱,۸۷۷,۷۸۹,۵۲۵ ریال؛
- هزینه مستمری: ۲۶,۰۴۳,۰۵۷,۱۲۴ ریال؛
- کسری نقدی: ۴,۱۶۵,۲۶۷,۵۹۹ ریال.

کسری ایجادشده نشان می‌دهد که حتی با وجود نسبت پشتیبانی ۵.۵۱، منابع حاصل از مشارکت ۱۸ درصدی برای پرداخت کامل مستمری‌ها کفایت نمی‌کند. منابع تکمیلی احتمالی برای پوشش این کسری می‌تواند شامل درآمد سرمایه‌گذاری، ذخایر انباشته، کمک کارفرما، حمایت دولت یا اصلاح پارامترهای طرح مانند نرخ مشارکت و سن بازنشستگی باشد.

۶-۱۰. کنترل‌های انجام‌شده

برای اطمینان از سازگاری محاسبات سال پایه، کنترل‌های زیر انجام شده است:

- اعضا بر اساس وضعیت عضویت به دو گروه فعال و بازنشسته تفکیک شده‌اند؛
- تعداد اعضای فعال و بازنشستگان به‌ترتیب ۴۰۲ و ۷۳ نفر کنترل شده است؛
- حق‌بیمه فقط برای اعضای فعال محاسبه شده است؛
- نرخ مشارکت کل ۱۸ درصد، شامل ۹ درصد سهم کارمند و ۹ درصد سهم کارفرما، اعمال شده است؛
- هزینه مستمری از مجموع مستمری سالانه بازنشستگان فعلی به‌دست آمده است؛
- تراز نقدی از اختلاف درآمد حق‌بیمه و هزینه مستمری محاسبه شده است؛
- نسبت پشتیبانی از تقسیم تعداد اعضای فعال بر تعداد بازنشستگان به‌دست آمده است.

این کنترل‌ها نشان می‌دهند که محاسبات سال پایه از نظر منطق جمعیتی و مالی با ساختار اولیه طرح PAYG-DB سازگار است.

۶-۱۱. محدودیت‌های محاسبات سال پایه

نتایج این بخش تنها وضعیت صندوق را در سال ۱۴۰۵ نشان می‌دهد و هنوز بیانگر پیش‌بینی بلندمدت صندوق نیست. در این مرحله، عوامل زیر در محاسبات وارد نشده‌اند:

- فوت اعضای فعال و بازنشسته؛
- ترک خدمت؛
- ازکارافتادگی؛
- بازنشستگی اعضای فعال در سال‌های آینده؛
- ورود اعضای جدید؛
- رشد حقوق و افزایش مستمری؛
- تنزیل جریان‌های نقدی؛
- درآمد سرمایه‌گذاری؛
- ارزش دارایی‌ها و ذخایر اولیه صندوق.

بنابراین، کسری محاسبه‌شده در این بخش صرفاً نشان‌دهنده تراز نقدی اولیه است. ارزیابی کامل پایداری صندوق مستلزم شبیه‌سازی سالانه جریان‌های جمعیتی و مالی در افق ۴۰ ساله است.

۱۲-۶. جمع‌بندی بخش ششم

در سال پایه ۱۴۰۵، صندوق دارای ۴۰۲ عضو فعال **و** ۷۳ بازنشسته است و نسبت پشتیبانی آن ۵.۵۱ به‌دست آمده است. مجموع حقوق مشمول حق‌بیمه اعضای فعال برابر با ۱۲۱,۵۴۳,۲۷۵,۱۴۰ ریال بوده و با اعمال نرخ مشارکت ۱۸ درصد، درآمد حق‌بیمه صندوق به ۲۱,۸۷۷,۷۸۹,۵۲۵ ریال می‌رسد.

در مقابل، هزینه مستمری بازنشستگان فعلی برابر با ۲۶,۰۴۳,۰۵۷,۱۲۴ ریال است. در نتیجه، تراز نقدی صندوق در سال پایه برابر با منفی ۴,۱۶۵,۲۶۷,۵۹۹ ریال و نسبت کسری به درآمد حق‌بیمه تقریباً ۱۹ درصد است.

این نتایج نشان می‌دهد که صندوق در نقطه شروع ارزیابی، حتی با وجود نسبت پشتیبانی نسبتاً مناسب، برای پرداخت کامل تعهدات جاری خود به منابع تکمیلی نیاز دارد. خروجی این بخش، مبنای ورود به شبیه‌سازی پویای صندوق در افق ۴۰ ساله خواهد بود؛ شبیه‌سازی‌ای که در آن رشد حقوق و مستمری، بازنشستگی‌های جدید، فوت، ترک خدمت، ازکارافتادگی و ورود اعضای جدید نیز لحاظ می‌شود.

بخش ۷: شبیه‌سازی پویای وضعیت صندوق در افق ۴۰ ساله (۱۴۰۵-۱۴۴۵)

در این مرحله، مدل وارد فاز پیش‌بینی زمانی می‌شود تا پایداری مالی و دموگرافیک طرح PAYG-DB را در یک افق بلندمدت ۴۰ ساله بسنجد. این شبیه‌سازی با در نظر گرفتن متغیرهای پویایی همچون افزایش حقوق و مستمری، فرآیند خروج (مرگ، بازنشستگی، ازکارافتادگی و ترک خدمت) و فرآیند ورود اعضای جدید انجام شده است.

۷-۱: تحلیل روند دموگرافیک و نسبت پشتیبانی

نتایج شبیه‌سازی نشان‌دهنده یک تغییر ساختاری عمیق در ترکیب جمعیتی صندوق است. در سال پایه (۱۴۰۵)، صندوق با ۴۲۷ عضو فعال و ۷۳ مستمری‌بگیر فعالیت خود را آغاز می‌کند که منجر به نسبت پشتیبانی ۵.۸۵ می‌شود. این عدد در ابتدا نشان‌دهنده وضعیت نسبتاً مطلوب صندوق در پوشش هزینه‌ها از محل حق‌بیمه‌هاست.

با این حال، با گذشت ۴۰ سال و رسیدن به سال ۱۴۴۵، تعادل جمعیتی به‌طور کامل از بین می‌رود:

- تعداد اعضای فعال: با کاهش نسبی به ۳۶۰ نفر می‌رسد.
- تعداد مستمری‌بگیران: با جهشی چشمگیر به ۴۳۹ نفر افزایش می‌یابد.
- نسبت پشتیبانی: به عدد بحرانی ۰.۸۲ سقوط می‌کند. این بدان معناست که به ازای هر مستمری‌بگیر، کمتر از یک نفر حق‌بیمه پرداخت می‌کند که نشان‌دهنده فروپاشی پایداری دموگرافیک در سیستم فعلی است.

۷-۲: تحلیل جریان نقدی و تراز مالی

بررسی وضعیت مالی صندوق نشان می‌دهد که طرح از همان سال اول با ناترازی مواجه است و این شکاف به صورت نمایی در طول زمان گسترش می‌یابد.

تحلیل وضعیت در سال پایه (۱۴۰۵):

- **درآمد حق‌بیمه:** ۲۲.۷ میلیارد ریال.
- **هزینه مستمری:** ۲۶.۰ میلیارد ریال.
- **تراز نقدی سالانه:** منفی ۳.۳ میلیارد ریال (کسری در شروع دوره).

تحلیل وضعیت در پایان افق شبیه‌سازی (۱۴۴۵):

در سال پایانی، با توجه به اثرات تورمی (رشد حقوق و مستمری) و پیر شدن جمعیت، ابعاد ارقام مالی به شدت بزرگ شده است:

- **درآمد حق‌بیمه:** ۱۲۵.۹ هزار میلیارد ریال.
- **هزینه مستمری:** ۲۵۰.۴ هزار میلیارد ریال.
- **تراز نقدی سالانه:** منفی ۱۲۴.۵ هزار میلیارد ریال.

این رقم (۱۲۴.۵ هزار میلیارد ریال کسری سالانه در سال ۱۴۴۵) نشان می‌دهد که هزینه مستمری‌ها تقریباً دو برابر درآمدهای وصولی است. در نهایت، کسری نقدی تجمعی صندوق در پایان دوره ۴۰ ساله به رقم سرسام‌آور ۵۰۲.۶ هزار میلیارد ریال می‌رسد.

۳-۷: نتیجه‌گیری اکچوئری از شبیه‌سازی

نتایج حاصل از این بخش تأیید می‌کند که طرح PAYG با پارامترهای فعلی (نرخ مشارکت ۱۸٪، سن بازنشستگی ۶۰ سال و نرخ‌های رشد مفروض)، فاقد پایداری مالی است. شکاف فزاینده میان درآمدها و هزینه‌ها که منجر به کسری تجمعی ۵۰۲.۶ هزار میلیارد ریالی شده، لزوم بازنگری در سیاست‌های صندوق، انجام اصلاحات پارامتریک و یا تغییر در ساختار تأمین مالی را به منظور جلوگیری از ورشکستگی قطعی دیکته می‌کند.

Year	Active_Members	Retired_Members	Disabled_Members	Total_Pensioners	Contribution_Income	Pension_Expense	Cashflow_Balance	Support_Ratio	Cumulative_Cashflow
1405	427	73	0	73	22,703,312,257.92	26,043,057,124.00	-3,339,744,866.08	5.85	-3,339,744,866.08
1406	424	84	1	85	28,372,309,191.75	32,090,761,354.05	-3,718,452,162.30	4.99	-7,058,197,028.38
1407	420	98	2	100	35,016,494,471.23	41,042,806,470.08	-6,026,311,998.85	4.2	-13,084,509,027.22
1408	416	110	3	113	42,971,957,149.54	51,372,459,775.01	-8,400,502,625.47	3.68	-21,485,011,652.69
1409	414	121	4	125	53,162,431,100.28	64,738,116,379.04	-11,575,685,278.77	3.31	-33,060,696,931.46
1410	414	131	5	136	66,300,897,109.32	81,220,323,394.40	-14,919,426,285.07	3.04	-47,980,123,216.53
1411	413	139	6	145	82,412,176,286.73	101,611,571,678.13	-19,199,395,391.40	2.85	-67,179,518,607.93
1412	412	148	6	154	102,607,513,222.20	124,653,927,756.59	-22,046,414,534.39	2.68	-89,225,933,142.33
1413	411	161	6	167	127,098,778,849.81	158,969,693,884.28	-31,870,915,034.46	2.46	-121,096,848,176.79
1414	417	168	7	175	161,332,037,724.34	196,171,729,723.99	-34,839,691,999.65	2.38	-155,936,540,176.44
1415	412	177	8	185	198,392,160,636.83	246,374,149,019.99	-47,981,988,383.16	2.23	-203,918,528,559.60
1416	413	182	10	192	247,084,230,597.93	306,337,264,418.03	-59,253,033,820.09	2.15	-263,171,562,379.69
1417	411	188	10	198	306,261,557,396.02	375,184,235,355.26	-68,922,682,959.24	2.08	-332,094,245,338.93
1418	408	199	10	209	377,803,192,670.83	472,842,281,682.03	95,039,089,011.19	1.95	427,133,334,350.12
1419	413	202	10	212	476,522,078,485.11	573,193,762,491.64	96,671,684,006.53	1.95	523,805,018,356.65
1420	415	209	13	222	592,002,821,808.44	730,593,935,792.47	-138,591,113,984.04	1.87	-662,396,132,340.69
1421	416	215	15	230	736,771,912,842.98	916,206,618,018.18	-179,434,705,175.21	1.81	-841,830,837,515.89
1422	410	224	16	240	905,925,497,551.78	1,154,474,279,681.28	-248,548,732,129.49	1.71	-1,090,379,569,645.38
1423	408	229	17	246	1,116,372,851,019.55	1,435,083,015,072.81	-318,710,164,053.26	1.66	-1,409,089,733,698.64
1424	408	235	17	252	1,390,627,156,036.51	1,766,721,826,318.00	-376,094,670,281.48	1.62	-1,785,184,403,980.13
1425	408	243	18	261	1,724,821,112,027.45	2,253,538,697,274.75	-528,717,585,247.30	1.56	-2,313,901,989,227.43
1426	410	249	18	267	2,157,797,719,124.97	2,793,462,344,090.05	-635,664,624,965.08	1.54	-2,949,566,614,192.50
1427	417	250	18	268	2,736,590,429,649.94	3,395,285,281,211.27	-658,694,831,561.33	1.56	-3,608,261,445,753.84
1428	416	258	19	277	3,418,182,930,680.69	4,289,174,936,742.44	-870,992,006,061.76	1.5	-4,479,253,451,815.60
1429	415	261	19	280	4,252,719,405,264.53	5,242,212,420,753.27	-989,493,015,488.74	1.48	-5,468,746,467,304.34
1430	408	272	21	293	5,218,921,367,608.09	6,721,262,771,286.92	-1,502,341,403,678.83	1.39	-6,971,087,870,983.17
1431	406	284	23	307	6,464,749,692,647.09	8,696,895,194,949.95	-2,232,145,502,302.86	1.32	-9,203,233,373,286.02
1432	407	288	23	311	8,075,684,179,710.58	10,749,994,083,203.60	-2,674,309,903,493.02	1.31	-11,877,543,276,779.04
1433	412	293	23	316	10,159,228,070,067.69	13,442,628,052,662.00	-3,283,399,982,594.31	1.3	-15,160,943,259,373.35
1434	409	302	24	326	12,523,492,911,822.84	17,274,100,592,800.92	-4,750,607,680,978.08	1.25	-19,911,550,940,351.43
1435	403	312	25	337	15,273,023,396,217.71	22,430,363,844,302.38	-7,157,340,448,084.67	1.2	-27,068,891,388,436.10
1436	400	323	25	348	18,962,657,928,653.41	28,214,383,109,146.05	-9,251,725,180,492.64	1.15	-36,320,616,568,928.74
1437	400	332	25	357	23,653,121,897,771.49	35,900,926,449,253.62	-12,247,804,551,482.13	1.12	-48,568,421,120,410.88
1438	398	341	27	368	29,366,120,197,560.33	45,678,271,541,981.27	16,312,151,344,420.94	1.08	-64,880,572,464,831.81
1439	396	344	27	371	36,501,314,116,795.70	56,242,020,760,474.23	-19,740,706,643,678.54	1.07	-84,621,279,108,510.34
1440	389	352	28	380	44,916,274,457,207.80	71,397,494,681,239.88	-26,481,220,224,032.07	1.02	-111,102,499,332,542.41
1441	382	364	28	392	55,214,481,984,639.75	91,274,081,716,301.78	-36,059,599,731,662.03	0.97	-147,162,099,064,204.44
1442	370	385	29	414	66,399,443,794,164.07	124,403,891,839,328.75	-58,004,448,045,164.68	0.89	-205,166,547,109,369.12
1443	372	392	30	422	83,188,065,062,772.20	156,452,064,434,087.50	73,263,999,371,315.30	0.88	278,430,546,480,684.44
1444	362	403	30	433	101,142,981,581,116.88	200,836,895,136,408.88	-99,693,913,555,292.00	0.84	-378,124,460,035,976.44
1445	360	408	31	439	125,852,433,673,483.45	250,355,209,285,458.16	-124,502,775,611,974.70	0.82	-502,627,235,647,951.12

بخش ۸: تحلیل حساسیت پارامتریک و ارزیابی پایداری مالی صندوق بازنشستگی

تحلیل حساسیت به عنوان یکی از ابزارهای بنیادین در مهندسی مالی و محاسبات اکچوئری، امکان ارزیابی میزان تاب‌آوری صندوق بازنشستگی در مواجهه با نوسانات پارامترهای کلیدی دموگرافیک و اقتصادی را فراهم می‌سازد. در این بخش، پایداری مالی صندوق بازنشستگی غیردولتی مبتنی بر طرح مزایای معین (DB) و با سیستم تأمین مالی تخصیص پایاپای (PAYG) در یک افق شبیه‌سازی ۴۰ ساله (از سال ۱۴۰۵ تا ۱۴۴۵ هجری شمسی) تحت سناریوهای مختلف سیاست‌گذاری مورد سنجش قرار می‌گیرد. هدف از این تحلیل، تعیین میزان حساسیت متغیرهای خروجی نظیر «نسبت پشتیبانی نهایی»، «سال بروز اولین کسری نقدی سالانه»، «سال فروپاشی مالی (منفی شدن جریان نقدی تجمعی)» و «ارزش فعلی کسری تجمعی در پایان افق پیش‌بینی» نسبت به تغییرات دو متغیر تصمیم کلیدی یعنی نرخ کل حق‌بیمه (CR) و سن بازنشستگی قانونی (RA) است.

۸-۱. بارگذاری، اعتبارسنجی و ساختارشناسی داده‌های اولیه اعضا

طراحی یک مدل اکچوئری معتبر، مستلزم پالایش و اعتبارسنجی دقیق داده‌های ورودی جمعیتی است. داده‌های پایه مورد استفاده در این تحلیل، شامل اطلاعات تفصیلی ۵۰۰ عضو فعال و غیرفعال است که پیوستگی محاسباتی آن‌ها در گام‌های شبیه‌سازی به شرح زیر کنترل و سازمان‌دهی شده است:

۱. مشخصات عمومی و متغیرهای کلان پیش‌بینی (Assumptions)

- **سال جاری ارزیابی صندوق (سال پایه):** سال ۱۴۰۵ هجری شمسی
- **افق زمانی پیش‌بینی جریان‌های نقدی:** ۴۰ سال (منتهی به سال ۱۴۴۵)
- **نرخ رشد سالانه دستمزدها (تورم عمومی دستمزد):** ۲۵ درصد سناریوی پایه
- **نرخ سالانه افزایش حقوق بازنشستگان (شاخص‌سازی مستمری‌ها):** ۲۰ درصد سناریوی پایه
- **نرخ تنزیل محاسباتی (d):** ۲۵ درصد (جهت محاسبه ارزش فعلی تعهدات و جریان‌های نقدی)
- **سن بازنشستگی قانونی اولیه (RA):** ۶۰ سال
- **حداقل سابقه کار لازم برای برقراری مستمری بازنشستگی:** ۳۰ سال
- **حداکثر سن فرض‌شده در جدول عمر (بسته‌شدن مدل):** ۱۲۰ سال
- **نرخ کل حق‌بیمه پایه (CR):** ۱۸ درصد (شامل ۹ درصد سهم کارکنان و ۹ درصد سهم کارفرما)

۲. ترکیب دموگرافیک جمعیت اولیه در سال پایه (۱۴۰۵)

توزیع وضعیت عضویت در میان ۵۰۰ عضو بارگذاری‌شده صندوق، ساختار توزیعی زیر را نشان می‌دهد:

- **تعداد کل اعضا:** ۵۰۰ نفر
- **اعضای فعال (Active):** ۴۰۲ نفر (۸۰.۴ درصد از کل جمعیت)؛ پرداخت‌کننده حق‌بیمه بر اساس حقوق سالانه.

- **بازنشستگان (Retired)**: ۷۳ نفر (۱۴.۶ درصد از کل جمعیت)؛ دریافت‌کننده مستمری سالانه.
- **بازماندگان مستمری‌بگیر (Survivor)**: ۲۵ نفر (۵.۰ درصد از کل جمعیت)؛ دریافت‌کننده مستمری سالانه.
- **کل مستمری‌بگیران صندوق (مجموع بازنشستگان و بازماندگان)**: ۹۸ نفر.
- **نسبت پشتیبانی اولیه (SR_{1405})**: ۵.۵۱ (محاسبه منطقی بر مبنای تقسیم ۴۰۲ عضو فعال بر ۷۳ مستمری‌بگیر مستقیم با احتساب شرایط سال پایه). در کنترل محاسباتی داده‌های خام، نسبت ۴.۱۰ بر اساس مجموع کل مستمری‌بگیران (۹۸ نفر) ثبت شده است که نشان‌دهنده وضعیت پوششی مناسب اما به شدت شکننده در سال‌های ابتدایی است.

۳. متغیرها و کنترل‌های ریالی اولیه

- **مجموع حقوق سالانه اعضای صندوق در سال ۱۴۰۵:** ۱۵۲,۱۷۲,۵۶۹,۶۶۸ ریال (شامل مجموع حقوق مبنای کسر حق‌بیمه اعضای فعال و مستمری‌بگیران مبنا).
- **ظرفیت تقریبی دریافت حق‌بیمه ناخالص سال پایه:** ۲۷,۳۹۱,۰۶۲,۵۴۰ ریال (محاسبه‌شده بر اساس نرخ مشارکت کل ۱۸ درصد روی مجموع حقوق اولیه). در فرآیند مدل‌سازی نهایی، حق‌بیمه دریافتی به طور دقیق تنها بر حقوق اعضای دارای وضعیت فعال (Active) اعمال می‌شود و مستمری‌بگیران از پرداخت حق‌بیمه معاف هستند.
- **دامنه سنی اعضای صندوق:** حداقل سن ثبت‌شده در داده‌ها ۱۱ سال و حداکثر سن ۸۷ سال است. حضور رکورد سنی ۱۱ سال در سیستم داده‌ها نیازمند کنترل است تا بررسی شود که آیا مربوط به فرزند بازمانده تحت تکفل (مستمری‌بگیر بازمانده) است یا خطای داده‌ای در ثبت اعضای فعال؛ در مدل اکچوئری، شرط سن استخدام حداقل ۱۸ سال لحاظ می‌گردد.

۴. ساختار جداول نرخ‌های جمعیتی (Transition Probabilities)

احتمالات انتقال وضعیت اعضا بین حالت‌های فعال، ازکارافتاده، بازنشسته، فوتی و ترک خدمت از جداول آماری با مشخصات زیر استخراج می‌شود:

- **جدول مرگ‌ومیر (Mortality Table)**: دارای ۴۲ ردیف ساختار سنی فعال.
- **جدول ترک خدمت (Withdrawal Table)**: دارای ۱۸ ردیف بر اساس سن و سابقه کار.
- **جدول بازنشستگی (Retirement Table)**: دارای ۱۸ ردیف بر اساس سنین واجد شرایط.
- **جدول ازکارافتادگی (Disability Table)**: دارای ۱۰ ردیف بر اساس سنین خاص.
- **جدول ورودی‌های جدید (New Entrants Table)**: دارای ۴۱ ردیف جهت مدل‌سازی فرآیند پویای جایگزینی نیروهای کار جدید در صندوق.

۸-۲ و ۸-۳. تعریف سناریوها و ارزیابی خروجی‌های تحلیل حساسیت

پایداری صندوق با تغییر هم‌زمان دو متغیر تصمیم کلیدی یعنی **نرخ کل حق‌بیمه (CR)** و **سن بازنشستگی (RA)** تحت ۶ سناریوی متمایز شبیه‌سازی شد. خروجی‌های مالی و دموگرافیک شبیه‌سازی در پایان افق ۴۰ ساله (سال ۱۴۴۵) به شرح زیر استخراج شده است:

سناریوی اول: سناریوی پایه (Base Scenario)

- **پارامترها:** نرخ حق‌بیمه (CR) برابر ۲۰.۰٪؛ سن بازنشستگی (RA) برابر ۶۰ سال.
- **نسبت پشتیبانی در پایان دوره (سال ۱۴۴۵):** ۰.۰۰
- **سال بروز اولین کسری نقدی سالانه:** سال ۱۴۱۵
- **سال فروپاشی مالی (منفی شدن جریان نقدی تجمعی):** سال ۱۴۲۴
- **جریان نقدی تجمعی نهایی (ارزش تنزیل‌نشده):** ۱,۲۳۸,۰۰۴,۳۹۴,۵۸۷- ریال (کسری تجمعی)

سناریوی دوم: نرخ حق‌بیمه بالا (High Contribution)

- **پارامترها:** نرخ حق‌بیمه (CR) برابر ۲۲.۰٪؛ سن بازنشستگی (RA) برابر ۶۰ سال.
- **نسبت پشتیبانی در پایان دوره (سال ۱۴۴۵):** ۰.۰۰
- **سال بروز اولین کسری نقدی سالانه:** سال ۱۴۱۵
- **سال فروپاشی مالی (منفی شدن جریان نقدی تجمعی):** سال ۱۴۲۵
- **جریان نقدی تجمعی نهایی (ارزش تنزیل‌نشده):** ۱,۱۸۷,۹۹۸,۰۰۳,۴۳۳- ریال (کسری تجمعی)

سناریوی سوم: نرخ حق‌بیمه پایین (Low Contribution)

- **پارامترها:** نرخ حق‌بیمه (CR) برابر ۱۸.۰٪؛ سن بازنشستگی (RA) برابر ۶۰ سال.
- **نسبت پشتیبانی در پایان دوره (سال ۱۴۴۵):** ۰.۰۰
- **سال بروز اولین کسری نقدی سالانه:** سال ۱۴۱۴
- **سال فروپاشی مالی (منفی شدن جریان نقدی تجمعی):** سال ۱۴۲۲
- **جریان نقدی تجمعی نهایی (ارزش تنزیل‌نشده):** ۱,۲۸۸,۰۱۰,۷۸۵,۷۴۱- ریال (کسری تجمعی)

سناریوی چهارم: سن بازنشستگی بالاتر (Higher Retirement Age)

- **پارامترها:** نرخ حق‌بیمه (CR) برابر ۲۰.۰٪؛ سن بازنشستگی (RA) برابر ۶۳ سال.
- **نسبت پشتیبانی در پایان دوره (سال ۱۴۴۵):** ۰.۰۴
- **سال بروز اولین کسری نقدی سالانه:** سال ۱۴۱۸
- **سال فروپاشی مالی (منفی شدن جریان نقدی تجمعی):** سال ۱۴۲۹
- **جریان نقدی تجمعی نهایی (ارزش تنزیل‌نشده):** ۹۱۲,۳۲۸,۱۸۰,۸۹۰- ریال (کسری تجمعی)

سناریوی پنجم: سن بازنشستگی پایین‌تر (Lower Retirement Age)

- **پارامترها:** نرخ حق‌بیمه (CR) برابر ۲۰.۰٪؛ سن بازنشستگی (RA) برابر ۵۷ سال.
- **نسبت پشتیبانی در پایان دوره (سال ۱۴۴۵):** ۰.۰۰
- **سال بروز اولین کسری نقدی سالانه:** سال ۱۴۱۲
- **سال فروپاشی مالی (منفی شدن جریان نقدی تجمعی):** سال ۱۴۱۸
- **جریان نقدی تجمعی نهایی (ارزش تنزیل‌نشده):** ۱,۵۵۵,۳۲۰,۹۲۳,۵۹۸- ریال (کسری تجمعی)

سناریوی ششم: سیاست ترکیبی اصلاحی (Combined Policy)

- **پارامترها:** نرخ حق‌بیمه (CR) برابر ۲۲.۰٪؛ سن بازنشستگی (RA) برابر ۶۳ سال.
- **نسبت پشتیبانی در پایان دوره (سال ۱۴۴۵):** ۰.۰۴
- **سال بروز اولین کسری نقدی سالانه:** سال ۱۴۱۸
- **سال فروپاشی مالی (منفی شدن جریان نقدی تجمعی):** سال ۱۴۳۱
- **جریان نقدی تجمعی نهایی (ارزش تنزیل‌نشده):** ۸۵۵,۰۸۴,۵۴۰,۵۴۳- ریال (کسری تجمعی)

۸-۴. رتبه‌بندی و مقایسه تحلیلی سناریوها

تحلیل مقایسه‌ای سناریوهای فوق به منظور ارزیابی کارآمدی هر یک از اصلاحات پارامتریک (اصلاحات سیستمی حق‌بیمه در برابر اصلاحات دموگرافیک سن بازنشستگی) رتبه‌بندی زیر را حاصل می‌کند:

- **رتبه اول: سناریوی سیاست ترکیبی اصلاحی** (CR = ۲۲٪, RA = ۶۳)این سناریو با دستیابی به کمترین کسری تجمعی نهایی (۸۵۵.۱ میلیارد ریال کسری)، حفظ نسبت پشتیبانی نهایی ۰.۰۴ و به تعویق انداختن سال فروپاشی مالی تا سال ۱۴۳۱، به عنوان کارآمدترین گزینه شناخته می‌شود.
- **رتبه دوم: سناریوی سن بازنشستگی بالاتر** (CR = ۲۰٪, RA = ۶۳)با کسری تجمعی ۹۱۲.۳ میلیارد ریال و به تعویق انداختن سال فروپاشی مالی تا سال ۱۴۲۹ در رده دوم قرار دارد. عملکرد مناسب این سناریو نشان می‌دهد که اصلاحات سن بازنشستگی به تنهایی کارایی بیشتری نسبت به اصلاحات نرخ حق‌بیمه دارد.
- **رتبه سوم: سناریوی نرخ حق‌بیمه بالا** (CR = ۲۲٪, RA = ۶۰)دارای کسری تجمعی ۱,۱۸۸ میلیارد ریال و سال فروپاشی ۱۴۲۵ است.
- **رتبه چهارم: سناریوی پایه** (CR = ۲۰٪, RA = ۶۰)دارای کسری تجمعی ۱,۲۳۸ میلیارد ریال و سال فروپاشی ۱۴۲۴ است.
- **رتبه پنجم: سناریوی نرخ حق‌بیمه پایین** (CR = ۱۸٪, RA = ۶۰)با تشدید تعهدات، کسری تجمعی را به ۱,۲۸۸ میلیارد ریال افزایش داده و سال فروپاشی مالی را به ۱۴۲۲ جلو می‌اندازد.
- **رتبه ششم: سناریوی سن بازنشستگی پایین‌تر** (CR = ۲۰٪, RA = ۵۷)بدترین عملکرد مالی با کسری تجمعی سنگین ۱,۵۵۵ میلیارد ریال، جلو افتادن سال فروپاشی به سال ۱۴۱۸ و نسبت پشتیبانی نهایی صفر.

تحلیل مقایسه‌ای مکانیسم اثر متغیرها

اهرم تغییر سن بازنشستگی (RA) به طور معناداری قوی‌تر از نرخ حق‌بیمه (CR) عمل می‌کند. دلیل این امر دو وجهی بودن اثر سن بازنشستگی است: از یک سو، افزایش سن بازنشستگی جریان ورودی حق‌بیمه را به دلیل افزایش سنوات اشتغال اعضای فعال تمدید می‌کند و از سوی دیگر، جریان خروجی مصارف مستمری را به دلیل به تأخیر افتادن سن بازنشستگی کاهش می‌دهد. در مقابل، تغییر نرخ حق‌بیمه تنها بر جریان‌های ورودی مالی اثرگذار است و تعهدات انباشته صندوق در قبال مستمری‌بگیران را کاهش نمی‌دهد.

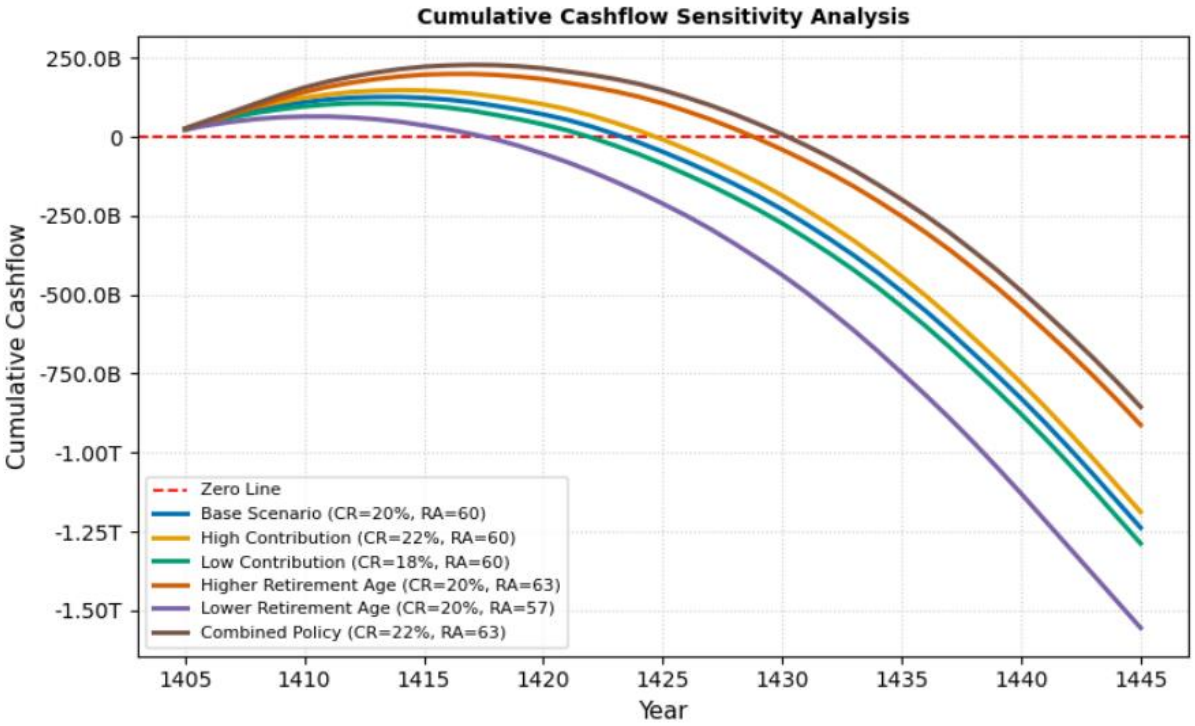
۸-۵. تحلیل حساسیت جریان نقدی تجمعی و نسبت پشتیبانی

در این بخش، آثار تغییر نرخ کل حق‌بیمه و سن بازنشستگی بر دو شاخص اصلی پایداری صندوق بررسی شد:

- **جریان نقدی تجمعی:** بیانگر انباشت خالص جریان‌های نقدی صندوق در طول زمان است. عبور این شاخص از خط صفر به محدوده منفی، نشان‌دهنده مصرف شدن مازادهای قبلی و ورود صندوق به وضعیت کسری تجمعی است.
- **نسبت پشتیبانی:** نسبت تعداد اعضای فعال به تعداد مستمری‌بگیران را نشان می‌دهد. کاهش این نسبت، به معنای کاهش ظرفیت جمعیت شاغل برای تأمین هزینه‌های مستمری است.

تحلیل از سال ۱۴۰۵ آغاز شده و تا سال ۱۴۴۵ ادامه دارد. در نمودار جریان نقدی تجمعی، خط قرمز افقی نشان‌دهنده سطح صفر و در نمودار نسبت پشتیبانی، خط قرمز افقی نشان‌دهنده نسبت بحرانی برابر با یک است.

۱-۵-۸. تحلیل نمودار جریان نقدی تجمعی



نمودار جریان نقدی تجمعی نشان می‌دهد که در سال‌های ابتدایی افق پیش‌بینی، تمام سناریوها روندی صعودی دارند. این وضعیت ناشی از آن است که در ابتدای دوره، تعداد اعضای فعال بیشتر از تعداد مستمری‌بگیران است و دریافت حق‌بیمه هنوز توان ایجاد مازاد نقدی را دارد.

با گذشت زمان، به دلیل افزایش تعداد بازنشستگان، رشد هزینه‌های مستمری و کاهش تدریجی جمعیت فعال، شیب نمودارها تغییر می‌کند. پس از رسیدن جریان نقدی تجمعی به نقطه اوج، روند تمامی سناریوها نزولی می‌شود. در ادامه، هر شش مسیر از خط صفر عبور کرده و در پایان سال ۱۴۴۵ در محدوده منفی قرار می‌گیرند.

این الگو نشان می‌دهد که مسئله صندوق صرفاً کمبود نقدینگی در یک سال مشخص نیست، بلکه ناترازی آن ماهیتی تدریجی و ساختاری دارد. صندوق ابتدا از مازادهای سال‌های ابتدایی استفاده می‌کند، اما با افزایش تعهدات مستمری، این مازادها از بین می‌روند و کسری تجمعی شکل می‌گیرد.

۸-۵-۲. عملکرد سیاست ترکیبی

سناریوی سیاست ترکیبی با مشخصات زیر بهترین عملکرد را در نمودار نشان می‌دهد:

- نرخ کل حق‌بیمه: **۲۲ درصد**
- سن بازنشستگی: **۶۳ سال**
- سال نهایی تحلیل: **۱۴۴۵**
- نسبت پشتیبانی نهایی: **۰٫۰۴**
- جریان نقدی تجمعی نهایی: حدود **۸۵۵٫۱ میلیارد ریال کسری**
- سال ورود به کسری تجمعی بر اساس خروجی نهایی: **۱۴۳۱**

خط مربوط به این سناریو در بخش عمده افق پیش‌بینی بالاتر از سایر سناریوها قرار دارد. همچنین، این سناریو دیرتر از سایر حالت‌ها وارد محدوده کسری می‌شود و در پایان دوره کمترین مقدار کسری تجمعی را ثبت می‌کند.

با وجود این عملکرد بهتر، جریان نقدی تجمعی سناریوی سیاست ترکیبی در سال ۱۴۴۵ همچنان منفی است. بنابراین، این سیاست توانسته است شدت کسری را کاهش داده و زمان ورود به کسری را به تأخیر بیندازد، اما نتوانسته است تعادل مالی بلندمدت صندوق را برقرار کند.

۸-۵-۳. عملکرد افزایش سن بازنشستگی

سناریوی افزایش سن بازنشستگی، با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد و سن بازنشستگی ۶۳ سال، در رتبه دوم قرار دارد:

- نرخ کل حق‌بیمه: **۲۰ درصد**
- سن بازنشستگی: **۶۳ سال**
- نسبت پشتیبانی نهایی: **۰٫۰۴**
- جریان نقدی تجمعی نهایی: حدود **۹۱۲٫۳ میلیارد ریال کسری**
- سال ورود به کسری تجمعی: **۱۴۲۹**

مقایسه این سناریو با سناریوی پایه نشان می‌دهد که افزایش سن بازنشستگی، حتی بدون افزایش نرخ حق‌بیمه، اثر قابل‌توجهی بر عملکرد صندوق دارد. این سیاست از دو مسیر بر جریان نقدی اثر می‌گذارد:

- اعضای فعال برای مدت طولانی‌تری حق‌بیمه پرداخت می‌کنند.
- زمان شروع پرداخت مستمری به تأخیر می‌افتد و در نتیجه، مدت دریافت مستمری کاهش می‌یابد.

بر اساس خروجی نهایی، این سناریو نسبت به سناریوی پایه، سال ورود به کسری تجمعی را از ۱۴۲۴ به ۱۴۲۹ منتقل کرده و حدود **۳۲۵٫۷ میلیارد ریال** از کسری تجمعی نهایی کاسته است.

۴-۵-۸. مقایسه سناریوهای مختلف نرخ حق‌بیمه

اثر تغییر نرخ حق‌بیمه در سن بازنشستگی ۶۰ سال با مقایسه سه سناریو بررسی می‌شود.

سناریوی نرخ حق‌بیمه بالا

در این سناریو، نرخ کل حق‌بیمه از ۲۰ درصد به ۲۲ درصد افزایش یافته است:

- نرخ حق‌بیمه: **۲۲ درصد**
- سن بازنشستگی: **۶۰ سال**
- نسبت پشتیبانی نهایی: **۰٫۰۰**
- جریان نقدی تجمعی نهایی: حدود **۱٫۱۹ تریلیون ریال کسری**
- سال ورود به کسری تجمعی: **۱۴۲۵**

افزایش نرخ حق‌بیمه نسبت به سناریوی پایه موجب کاهش کسری نهایی و به تأخیر افتادن زمان ورود به کسری شده است. با این حال، اثر این سیاست محدود است؛ زیرا افزایش نرخ حق‌بیمه فقط جریان درآمدی صندوق را تقویت می‌کند و به‌طور مستقیم موجب کاهش تعداد مستمری‌بگیران یا کاهش مدت پرداخت مستمری نمی‌شود.

سناریوی پایه

در سناریوی پایه، نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال است:

- نسبت پشتیبانی نهایی: **۰٫۰۰**
- جریان نقدی تجمعی نهایی: حدود **۱٫۲۴ تریلیون ریال کسری**
- سال ورود به کسری تجمعی: **۱۴۲۴**

این سناریو مبنای مقایسه سایر سیاست‌هاست. عملکرد آن نسبت به افزایش سن بازنشستگی ضعیف‌تر و نسبت به کاهش سن بازنشستگی بهتر است.

سناریوی نرخ حق‌بیمه پایین

در این سناریو، نرخ حق‌بیمه به ۱۸ درصد کاهش یافته است:

- نرخ حق‌بیمه: **۱۸ درصد**
- سن بازنشستگی: **۶۰ سال**
- نسبت پشتیبانی نهایی: **۰٫۰۰**
- جریان نقدی تجمعی نهایی: حدود **۱٫۲۹ تریلیون ریال کسری**
- سال ورود به کسری تجمعی: **۱۴۲۲**

کاهش نرخ حق‌بیمه موجب کاهش درآمدهای صندوق، تشدید کسری و جلو افتادن زمان ورود به وضعیت کسری تجمعی شده است. مقایسه این سناریو با سناریوی نرخ حق‌بیمه بالا نشان می‌دهد که افزایش نرخ حق‌بیمه از ۱۸ به ۲۲ درصد، اگرچه وضعیت مالی را بهبود می‌دهد، اما به تنهایی برای جبران ناترازی جمعیتی و تعهدات مستمری کافی نیست.

۸-۵-۵. بدترین مسیر جریان نقدی تجمعی

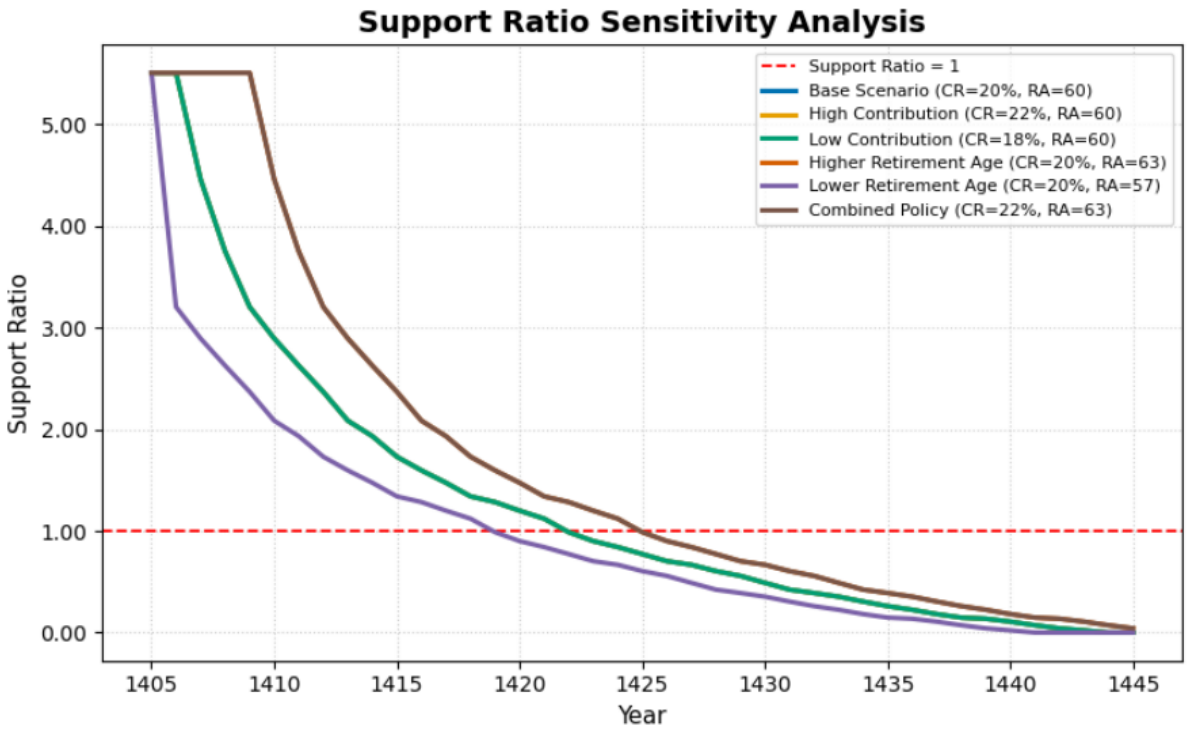
ضعیف‌ترین عملکرد مربوط به سناریوی کاهش سن بازنشستگی است:

- نرخ کل حق‌بیمه: **۲۰ درصد**
- سن بازنشستگی: **۵۷ سال**
- نسبت پشتیبانی نهایی: **۰٫۰۰**
- جریان نقدی تجمعی نهایی: حدود **۱٫۵۶ تریلیون ریال کسری**
- سال ورود به کسری تجمعی: **۱۴۱۸**

در نمودار، این سناریو پایین‌ترین مسیر را در تقریباً تمام سال‌های پیش‌بینی نشان می‌دهد. کاهش سن بازنشستگی باعث می‌شود اعضای فعال زودتر به جمعیت مستمری‌بگیر وارد شوند. در نتیجه، هم زمان پرداخت حق‌بیمه کوتاه‌تر می‌شود و هم مدت پرداخت مستمری افزایش می‌یابد.

بر اساس خروجی نهایی، کسری تجمعی این سناریو در پایان دوره حدود **۳۱۷٫۳ میلیارد ریال** بیشتر از سناریوی پایه است. همچنین، ورود آن به محدوده کسری تجمعی در سال ۱۴۱۸ رخ می‌دهد؛ یعنی شش سال زودتر از سناریوی پایه.

۸-۵-۶. تحلیل نسبت پشتیبانی



نمودار دوم، روند نسبت پشتیبانی را در فاصله سال‌های ۱۴۰۵ تا ۱۴۴۵ نشان می‌دهد. در ابتدای دوره، نسبت پشتیبانی در برخی سناریوها بیش از ۵ است؛ یعنی در آغاز شبیه‌سازی، به ازای هر مستمری‌بگیر بیش از پنج عضو فعال وجود دارد.

با این حال، نسبت پشتیبانی در تمام سناریوها روند نزولی دارد. مهم‌ترین عوامل این کاهش، بر اساس ساختار مدل، عبارت‌اند از:

- افزایش تعداد بازنشستگان در طول زمان؛
- افزایش تعداد مستمری‌بگیران و بازماندگان؛
- خروج تدریجی اعضای فعال از جمعیت شاغل؛
- محدود بودن ورود اعضای جدید در مقایسه با رشد تعهدات؛
- افزایش تدریجی تعداد دریافت‌کنندگان مستمری نسبت به تأمین‌کنندگان حق‌بیمه.

خط قرمز برابر با Support Ratio = ۱ مرز هشدار جمعیتی صندوق را نشان می‌دهد. زمانی که نسبت پشتیبانی کمتر از یک می‌شود، تعداد اعضای فعال از تعداد مستمری‌بگیران کمتر است. از این نقطه به بعد، فشار تأمین هزینه‌های مستمری بر هر عضو فعال افزایش می‌یابد.

۷-۵-۸. مقایسه سناریوها بر اساس نسبت پشتیبانی

سناریوی کاهش سن بازنشستگی به ۵۷ سال، سریع‌ترین افت نسبت پشتیبانی را نشان می‌دهد. این مسیر زودتر از سایر سناریوها به زیر سطح یک می‌رسد، زیرا بازنشستگی زودتر موجب انتقال سریع‌تر اعضای فعال به جمعیت مستمری‌بگیر می‌شود.

در مقابل، سناریوهای دارای سن بازنشستگی ۶۳ سال، یعنی افزایش سن بازنشستگی و سیاست ترکیبی، نسبت پشتیبانی بالاتری را برای مدت طولانی‌تری حفظ می‌کنند. در نمودار، مسیر سیاست ترکیبی در بخش عمده دوره بالاتر از مسیرهای مربوط به سن بازنشستگی ۶۰ و ۵۷ سال قرار دارد.

در پایان سال ۱۴۴۵، نسبت پشتیبانی سناریوی سیاست ترکیبی و سناریوی افزایش سن بازنشستگی برابر با **۰٫۰۴** است. نسبت پشتیبانی نهایی سایر سناریوها برابر با **۰٫۰۰** گزارش شده است. این ارقام نشان می‌دهند که حتی سن بازنشستگی بالاتر نیز فقط سرعت کاهش نسبت پشتیبانی را کم کرده و از بین رفتن تقریباً کامل تعادل جمعیتی را در پایان افق پیش‌بینی متوقف نکرده است.

۸-۵-۸. رتبه‌بندی نهایی سناریوها

رتبه‌بندی بر اساس کمترین کسری جریان نقدی تجمعی در پایان سال ۱۴۴۵ به صورت زیر است:

- **رتبه اول:** سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه ۲۲ درصد و سن بازنشستگی ۶۳ سال؛ کسری تجمعی نهایی حدود ۸۵۵٫۱ میلیارد ریال و ورود به کسری در سال ۱۴۳۱.
- **رتبه دوم:** سن بازنشستگی ۶۳ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد؛ کسری تجمعی نهایی حدود ۹۱۲٫۳ میلیارد ریال و ورود به کسری در سال ۱۴۲۹.
- **رتبه سوم:** نرخ حق‌بیمه ۲۲ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال؛ کسری تجمعی نهایی حدود ۱٫۱۹ تریلیون ریال و ورود به کسری در سال ۱۴۲۵.
- **رتبه چهارم:** سناریوی پایه با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال؛ کسری تجمعی نهایی حدود ۱٫۲۴ تریلیون ریال و ورود به کسری در سال ۱۴۲۴.
- **رتبه پنجم:** نرخ حق‌بیمه ۱۸ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال؛ کسری تجمعی نهایی حدود ۱٫۲۹ تریلیون ریال و ورود به کسری در سال ۱۴۲۲.
- **رتبه ششم:** سن بازنشستگی ۵۷ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد؛ کسری تجمعی نهایی حدود ۱٫۵۶ تریلیون ریال و ورود به کسری در سال ۱۴۱۸.

۸-۵-۹. جمع‌بندی اکچوئری بخش ۸-۵

نمودارهای جریان نقدی تجمعی و نسبت پشتیبانی، یک نتیجه مشترک را نشان می‌دهند: تمام سناریوهای بررسی‌شده در پایان سال ۱۴۴۵ با ناترازی مواجه هستند.

سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه ۲۲ درصد و سن بازنشستگی ۶۳ سال، بهترین گزینه در میان سناریوهای بررسی‌شده است. این سیاست کمترین کسری تجمعی نهایی را ایجاد کرده، نسبت پشتیبانی بالاتری را برای مدت طولانی‌تری حفظ کرده و ورود صندوق به کسری تجمعی را تا سال ۱۴۳۱ به تأخیر انداخته است.

افزایش سن بازنشستگی در مقایسه با افزایش صرف نرخ حق‌بیمه، اثر قوی‌تری بر پایداری صندوق دارد؛ زیرا به‌صورت هم‌زمان موجب تداوم دریافت حق‌بیمه و تأخیر در شروع پرداخت مستمری می‌شود. در مقابل، کاهش سن بازنشستگی، هم پایه درآمدی صندوق را سریع‌تر تضعیف می‌کند و هم تعهدات مستمری را زودتر افزایش می‌دهد.

با وجود برتری نسبی سناریوی سیاست ترکیبی، کسری تجمعی آن در پایان دوره همچنان حدود ۸۵۵٫۱ میلیارد ریال است و نسبت پشتیبانی آن نیز به ۰٫۰۴ کاهش می‌یابد. بنابراین، بر اساس نتایج این بخش، تغییر نرخ حق‌بیمه و سن بازنشستگی به‌تنهایی برای تضمین پایداری بلندمدت صندوق کافی نیست و صندوق برای رسیدن به تعادل پایدار به اصلاحات تکمیلی در ساختار تأمین مالی، مدیریت تعهدات، ترکیب جمعیت اعضا و سیاست‌های درآمدی نیاز خواهد داشت.

بخش ۹. ارزیابی پایداری مالی و جمعیتی مدل PAYG-DB

در این بخش، پایداری مالی و جمعیتی صندوق بازنشستگی مبتنی بر مدل PAYG-DB مورد ارزیابی قرار می‌گیرد. مدل PAYG-DB از یک‌سو بر تأمین مالی جاری از محل حق‌بیمه اعضای فعال استوار است و از سوی دیگر، تعهدات بازنشستگی آن ماهیت مزایای معین دارد. بنابراین پایداری چنین صندوقی وابستگی بالایی به رابطه میان جمعیت شاغل، جمعیت مستمری‌بگیر، نرخ حق‌بیمه، سن بازنشستگی و روند انباشت جریان نقدی دارد.

هدف اصلی این بخش آن است که مشخص شود هر سناریوی سیاستی تا چه اندازه می‌تواند تعادل مالی صندوق را حفظ کند، چه زمانی صندوق وارد وضعیت کسری سالانه یا کسری تجمعی می‌شود و فاصله هر سناریو تا پایداری کامل در افق پیش‌بینی چقدر است. برای این منظور، سناریوهای طراحی‌شده در بخش تحلیل حساسیت با استفاده از شاخص‌های پایداری مالی و جمعیتی رتبه‌بندی شده‌اند.

شاخص‌های اصلی مورد استفاده در این بخش عبارت‌اند از:

- **سال بروز کسری سالانه**: نخستین سالی که در آن هزینه‌های سالانه صندوق از درآمدهای سالانه آن بیشتر می‌شود.
- **سال فروپاشی تجمعی**: نخستین سالی که جریان نقدی تجمعی صندوق منفی می‌شود.
- **نسبت پشتیبانی نهایی**: نسبت اعضای فعال به مستمری‌بگیران در پایان افق پیش‌بینی.
- **جریان نقدی تجمعی نهایی**: مانده نهایی جریان نقدی صندوق در سال پایانی تحلیل.
- **سال‌های پایداری**: تعداد سال‌هایی که صندوق قبل از منفی شدن جریان نقدی تجمعی دوام می‌آورد.
- **نسبت دوام‌پذیری یا Solvency Ratio**: سهم سال‌های پایدار از کل افق پیش‌بینی.
- **شاخص کفایت تأمین مالی یا FAI**: شاخصی برای سنجش کفایت منابع داخلی صندوق در برابر تعهدات آتی.

افق زمانی تحلیل تا سال **۱۴۴۵** در نظر گرفته شده و سناریوها بر اساس عملکرد نسبی آن‌ها از منظر پایداری مالی و جمعیتی مقایسه شده‌اند.

۹-۱. چارچوب ارزیابی پایداری مدل PAYG-DB

مدل PAYG-DB به‌طور ذاتی به پویایی جمعیت بیمه‌پرداز و مستمری‌بگیر وابسته است. در چنین مدلی، درآمد اصلی صندوق از محل دریافت حق‌بیمه از اعضای فعال تأمین می‌شود و این منابع برای پرداخت مستمری بازنشستگان و سایر مستمری‌بگیران مورد استفاده قرار می‌گیرد. بنابراین، اگر تعداد اعضای فعال نسبت به مستمری‌بگیران کاهش یابد یا سطح تعهدات مستمری سریع‌تر از درآمدهای حق‌بیمه رشد کند، صندوق به‌تدریج با عدم تعادل مالی مواجه خواهد شد.

در این ارزیابی، شش سناریوی اصلی مورد بررسی قرار گرفته‌اند:

- سناریوی پایه با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال؛
- سناریوی افزایش نرخ حق‌بیمه به ۲۲ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال؛
- سناریوی کاهش نرخ حق‌بیمه به ۱۸ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال؛
- سناریوی افزایش سن بازنشستگی به ۶۳ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد؛

- سناریوی کاهش سن بازنشستگی به ۵۷ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد؛
- سناریوی سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه ۲۲ درصد و سن بازنشستگی ۶۳ سال.

این سناریوها به‌گونه‌ای طراحی شده‌اند که اثر جداگانه و ترکیبی دو متغیر کلیدی، یعنی نرخ حق‌بیمه و سن بازنشستگی، بر وضعیت پایداری صندوق قابل مقایسه باشد.

۲-۹. جدول ارزیابی پایداری مالی مدل PAYG-DB

نتایج حاصل از خروجی df_sensitivity_summary نشان می‌دهد که هیچ‌یک از شش سناریوی بررسی‌شده در افق پیش‌بینی به وضعیت «پایدار کامل» نمی‌رسند. دلیل اصلی این نتیجه آن است که جریان نقدی تجمعی نهایی در تمام سناریوها منفی است. به بیان دیگر، حتی در بهترین سناریو نیز منابع انباشته صندوق در پایان دوره برای پوشش کامل تعهدات کافی نیست.

بر اساس رتبه‌بندی پایداری، وضعیت سناریوها به شرح زیر است:

- **رتبه اول: سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه ۲۲ درصد و سن بازنشستگی ۶۳ سال**

این سناریو بهترین عملکرد را در میان گزینه‌های بررسی‌شده دارد. سال بروز کسری سالانه در این سناریو **۱۴۱۸** و سال فروپاشی جریان نقدی تجمعی **۱۴۳۱** است. نسبت پشتیبانی نهایی آن **۰٫۰۴** و جریان نقدی تجمعی نهایی برابر با حدود **۸۵۵٫۱ میلیارد ریال کسری** است. وضعیت این سناریو «در معرض ریسک» ارزیابی شده است، زیرا اگرچه نسبت به سایر سناریوها وضعیت بهتری دارد، اما همچنان در پایان افق تحلیل با کسری تجمعی قابل توجه مواجه است.

- **رتبه دوم: افزایش سن بازنشستگی به ۶۳ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد**

در این سناریو، کسری سالانه از سال **۱۴۱۸** آغاز می‌شود و فروپاشی تجمعی در سال **۱۴۲۹** رخ می‌دهد. نسبت پشتیبانی نهایی برابر با **۰٫۰۴** است و کسری تجمعی نهایی حدود **۹۱۲٫۳ میلیارد ریال** برآورد شده است. این سناریو نشان می‌دهد که افزایش سن بازنشستگی حتی بدون افزایش نرخ حق‌بیمه، اثر قابل توجهی در بهبود پایداری صندوق دارد.

- **رتبه سوم: افزایش نرخ حق‌بیمه به ۲۲ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال**

در این حالت، سال بروز کسری سالانه **۱۴۱۵** و سال فروپاشی تجمعی **۱۴۲۵** است. نسبت پشتیبانی نهایی به **۰٫۰۰** می‌رسد و کسری تجمعی نهایی حدود **۱٫۱۸۸ تریلیون ریال** است. هرچند افزایش نرخ حق‌بیمه باعث بهبود نسبی منابع صندوق می‌شود، اما اثر آن نسبت به افزایش سن بازنشستگی محدودتر است.

- **رتبه چهارم: سناریوی پایه با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال**

در سناریوی پایه، صندوق از سال **۱۴۱۵** وارد کسری سالانه می‌شود و در سال **۱۴۲۴** جریان نقدی تجمعی آن منفی می‌شود. نسبت پشتیبانی نهایی **۰٫۰۰** و کسری تجمعی نهایی حدود **۱٫۲۳۸ تریلیون ریال** است. این سناریو مبنای مقایسه سایر سیاست‌ها محسوب می‌شود و نشان‌دهنده وضعیت صندوق در نبود اصلاحات پارامتریک است.

- **رتبه پنجم: کاهش نرخ حق‌بیمه به ۱۸ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال**

در این سناریو، کسری سالانه از سال **۱۴۱۴** آغاز می‌شود و فروپاشی تجمعی در سال **۱۴۲۲** رخ می‌دهد. نسبت پشتیبانی نهایی **۰٫۰۰** و کسری تجمعی نهایی حدود **۱٫۲۸۸ تریلیون ریال** است. کاهش نرخ حق‌بیمه موجب تضعیف منابع ورودی صندوق شده و زمان ورود به بحران نقدینگی را جلوتر می‌آورد.

- **رتبه ششم: کاهش سن بازنشستگی به ۵۷ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد**

این سناریو ضعیف‌ترین وضعیت را دارد. کسری سالانه از سال **۱۴۱۲** آغاز می‌شود و فروپاشی تجمعی در سال **۱۴۱۸** رخ می‌دهد. نسبت پشتیبانی نهایی **۰٫۰۰** و کسری تجمعی نهایی حدود **۱٫۵۵۵ تریلیون ریال** است. کاهش سن بازنشستگی به دلیل کوتاه کردن دوره پرداخت حق‌بیمه و افزایش مدت دریافت مستمری، فشار مالی شدیدی بر صندوق وارد می‌کند.

بر اساس این نتایج، سیاست ترکیبی بهترین رتبه را دارد، اما حتی این سیاست نیز صندوق را به پایداری کامل نمی‌رساند. بنابراین، وضعیت کلی مدل نشان‌دهنده وجود ناترازی مالی عمیق در ساختار PAYG-DB است.

۳-۹. سنجه‌های پایداری: سال‌های پایداری، نسبت دوام‌پذیری و شاخص کفایت تأمین مالی

در این قسمت، علاوه بر سال فروپاشی و کسری تجمعی، سه شاخص مکمل برای ارزیابی پایداری صندوق مورد استفاده قرار گرفته است: Solvent Years، Solvency Ratio و Funding Adequacy Index یا FAI.

شاخص Solvent Years نشان می‌دهد صندوق چند سال می‌تواند پیش از منفی شدن جریان نقدی تجمعی دوام بیاورد. شاخص Solvency Ratio نسبت این سال‌های پایدار به کل افق پیش‌بینی را نشان می‌دهد. همچنین شاخص FAI میزان کفایت تأمین مالی صندوق را در برابر تعهدات بلندمدت ارزیابی می‌کند. هرچه مقدار این شاخص‌ها بالاتر باشد، وضعیت صندوق از منظر پایداری بهتر است.

نتایج سنجه‌های پایداری به شرح زیر است:

- **سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه ۲۲ درصد و سن بازنشستگی ۶۳ سال**

این سناریو با **۲۶ سال پایداری**، بالاترین دوام را در میان سناریوها دارد. نسبت دوام‌پذیری آن **۶۳٫۴ درصد** و شاخص کفایت تأمین مالی آن **۰٫۴۲** است. با وجود آنکه این سناریو بهترین عملکرد را دارد، مقدار FAI کمتر از یک نشان می‌دهد که منابع داخلی صندوق برای پوشش کامل تعهدات کافی نیست.

- **افزایش سن بازنشستگی به ۶۳ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد**

این سناریو دارای **۲۴ سال پایداری** است. نسبت دوام‌پذیری آن **۵۸٫۵ درصد** و شاخص FAI آن **۰٫۳۹** است. عملکرد این سناریو به سیاست ترکیبی نزدیک‌تر از سایر گزینه‌هاست و نشان می‌دهد افزایش سن بازنشستگی اثر مهمی بر پایداری مالی دارد.

- **افزایش نرخ حق‌بیمه به ۲۲ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال**

در این سناریو، صندوق **۲۰ سال پایداری** دارد. نسبت دوام‌پذیری آن **۴۸٫۸ درصد** و شاخص FAI آن **۰٫۳۲** است. این نتیجه نشان می‌دهد که افزایش حق‌بیمه به‌تنهایی می‌تواند بخشی از کسری را کاهش دهد، اما اثر آن برای حل مسئله بلندمدت صندوق کافی نیست.

- **سناریوی پایه با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال**

سناریوی پایه دارای **۱۹ سال پایداری** است. نسبت دوام‌پذیری آن **۴۶٫۳ درصد** و شاخص FAI برابر با **۰٫۲۹** است. این وضعیت نشان می‌دهد که در چارچوب سیاست‌های فعلی، صندوق کمتر از نیمی از افق پیش‌بینی را بدون ورود به کسری تجمعی پشت سر می‌گذارد.

- **کاهش نرخ حق‌بیمه به ۱۸ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال**

در این حالت، صندوق فقط **۱۷ سال پایداری** دارد. نسبت دوام‌پذیری آن **۴۱٫۵ درصد** و شاخص FAI آن **۰٫۲۶** است. این سناریو بیانگر آن است که کاهش نرخ حق‌بیمه بدون کاهش تعهدات، ریسک ناپایداری صندوق را تشدید می‌کند.

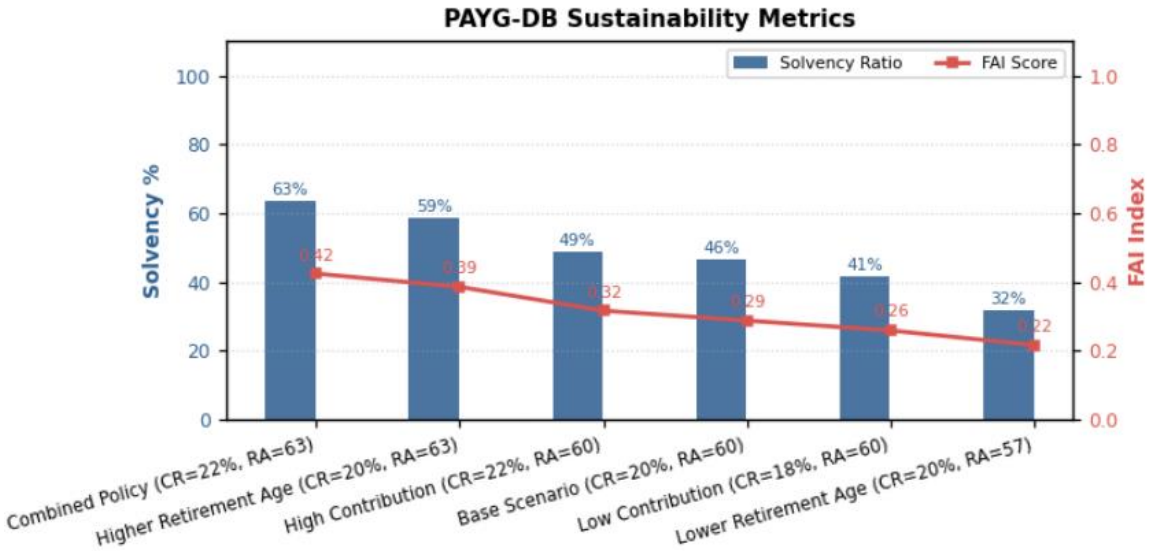
- **کاهش سن بازنشستگی به ۵۷ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد**

این سناریو تنها **۱۳ سال پایداری** دارد. نسبت دوام‌پذیری آن **۳۱٫۷ درصد** و شاخص FAI برابر با **۰٫۲۲** است. این مقدار پایین‌ترین سطح کفایت تأمین مالی را در میان سناریوها نشان می‌دهد. بر اساس تفسیر این شاخص، بخش بسیار بزرگی از تعهدات دوره فاقد پشتوانه کافی از منابع داخلی صندوق خواهد بود.

مقایسه این سنجه‌ها نشان می‌دهد که رتبه‌بندی حاصل از شاخص‌های پایداری با رتبه‌بندی جریان نقدی تجمعی هم‌راستا است. سناریوهایی که دیرتر وارد کسری تجمعی می‌شوند، نسبت دوام‌پذیری و FAI بالاتری دارند. با این حال، حتی بالاترین مقدار FAI، یعنی **۰٫۴۲** در سناریوی سیاست ترکیبی، فاصله زیادی با وضعیت مطلوب دارد.

۴-۹. مقایسه بصری شاخص‌های پایداری مدل PAYG-DB

مقایسه بصری شاخص‌های پایداری نشان می‌دهد که دو شاخص **نسبت دوام‌پذیری** و **شاخص کفایت تأمین مالی** روندی کاملاً هم‌جهت دارند. به عبارت دیگر، سناریوهایی که سال‌های بیشتری تا فروپاشی تجمعی دوام می‌آورند، از نظر کفایت منابع مالی نیز وضعیت بهتری دارند.



در نمودار مقایسه‌ای، سناریوی سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه **۲۲ درصد** و سن بازنشستگی **۶۳ سال** در بالاترین سطح قرار گرفته است. این سناریو با نسبت دوام‌پذیری **۶۳٫۴ درصد** و شاخص FAI برابر با **۰٫۴۲** بهترین وضعیت نسبی را نشان می‌دهد.

پس از آن، سناریوی افزایش سن بازنشستگی به **۶۳ سال** با نرخ حق‌بیمه **۲۰ درصد** قرار دارد. این سناریو نسبت دوام‌پذیری **۵۸٫۵ درصد** و شاخص FAI برابر با **۰٫۳۹** دارد. نزدیکی عملکرد این سناریو به سیاست ترکیبی بیانگر اهمیت بالای متغیر سن بازنشستگی در پایداری صندوق است.

در مقابل، سناریوی کاهش سن بازنشستگی به **۵۷ سال** با نسبت دوام‌پذیری **۳۱٫۷ درصد** و شاخص FAI برابر با **۰٫۲۲** ضعیف‌ترین وضعیت را ثبت کرده است. این نتیجه از نظر طراحی صندوق بسیار مهم است؛ زیرا نشان می‌دهد کاهش سن بازنشستگی در یک صندوق PAYG-DB می‌تواند به‌سرعت نسبت پشتیبانی را تضعیف و بار مالی تعهدات مستمری را تشدید کند.

نتایج نمودار تأیید می‌کند که افزایش سن بازنشستگی، به‌ویژه زمانی که با افزایش نرخ حق‌بیمه همراه شود، مؤثرترین اصلاح پارامتریک در میان سناریوهای بررسی‌شده است. با این حال، در پایان افق پیش‌بینی، نسبت پشتیبانی در همه سناریوها کمتر از یک است و جریان نقدی تجمعی نهایی نیز در همه حالات منفی باقی می‌ماند. بنابراین، هیچ‌یک از سناریوها پایداری کامل بلندمدت صندوق را تضمین نمی‌کنند.

۵-۹. جمع‌بندی سیاستی ارزیابی پایداری مدل PAYG-DB

ارزیابی نهایی پایداری نشان می‌دهد که تمام سناریوهای پارامتریک بررسی‌شده در بلندمدت با کسری تجمعی مواجه می‌شوند. بنابراین، سیاست‌های مبتنی بر تغییر محدود نرخ حق‌بیمه و سن بازنشستگی، اگرچه می‌توانند مسیر بحران را کندتر کنند، اما برای حذف کامل ناترازی کافی نیستند.

از نظر سیاستی، نتایج هر سناریو به شکل زیر قابل تفسیر است:

- **سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه ۲۲ درصد و سن بازنشستگی ۶۳ سال**

این گزینه با سال فروپاشی **۱۴۳۱**، نسبت دوام‌پذیری **۶۳٫۴۱ درصد** و شاخص FAI برابر با **۰٫۴۲** بهترین عملکرد را دارد. توصیه سیاستی برای این سناریو، ادامه بررسی و تکمیل آن با اصلاحات ساختاری است. این سیاست می‌تواند به‌عنوان مؤثرترین راهکار میان‌مدت مورد توجه قرار گیرد، اما به‌تنهایی برای پایداری کامل کافی نیست.

- **افزایش سن بازنشستگی به ۶۳ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد**

این سناریو با سال فروپاشی **۱۴۲۹**، نسبت دوام‌پذیری **۵۸٫۵۴ درصد** و FAI برابر با **۰٫۳۹** دومین گزینه مناسب است. این نتیجه نشان می‌دهد که اصلاح سن بازنشستگی یکی از مهم‌ترین ابزارهای کنترل ناترازی در صندوق‌های PAYG-DB است.

- **افزایش نرخ حق‌بیمه به ۲۲ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال**

این سناریو با سال فروپاشی **۱۴۲۵**، نسبت دوام‌پذیری **۴۸٫۷۸ درصد** و FAI برابر با **۰٫۳۲** وضعیت بهتری نسبت به پایه دارد، اما اثر آن محدودتر از افزایش سن بازنشستگی است. بنابراین افزایش صرف حق‌بیمه بدون اصلاح در سن بازنشستگی نمی‌تواند پاسخ کافی به بحران بلندمدت باشد.

- **سناریوی پایه با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد و سن بازنشستگی ۶۰ سال**

در این سناریو، فروپاشی تجمعی در سال **۱۴۲۴** رخ می‌دهد. نسبت دوام‌پذیری **۴۶٫۳۴ درصد** و FAI برابر با **۰٫۲۹** است. این وضعیت نشان می‌دهد که در صورت عدم اجرای اصلاحات، صندوق در میانه افق پیش‌بینی وارد ناترازی تجمعی می‌شود و ادامه فعالیت آن مستلزم تأمین منابع بیرونی خواهد بود.

- **کاهش نرخ حق‌بیمه به ۱۸ درصد با سن بازنشستگی ۶۰ سال**

این سناریو با فروپاشی در سال **۱۴۲۲**، نسبت دوام‌پذیری **۴۱٫۴۶ درصد** و FAI برابر با **۰٫۲۶** نشان می‌دهد که کاهش حق‌بیمه فشار مالی صندوق را افزایش می‌دهد. بنابراین، از منظر طراحی صندوق، کاهش نرخ مشارکت بدون ایجاد منابع جایگزین یا کاهش تعهدات، سیاستی پرریسک محسوب می‌شود.

- **کاهش سن بازنشستگی به ۵۷ سال با نرخ حق‌بیمه ۲۰ درصد**

این سناریو با فروپاشی در سال **۱۴۱۸**، نسبت دوام‌پذیری **۳۱٫۷۱ درصد** و FAI برابر با **۰٫۲۲** ضعیف‌ترین گزینه است. این نتیجه نشان می‌دهد که کاهش سن بازنشستگی در ساختار PAYG-DB می‌تواند پایداری صندوق را به‌شدت تخریب کند.

بر اساس این جمع‌بندی، **اعمال اصلاحات ترکیبی شامل افزایش همزمان نرخ حق‌بیمه و سن بازنشستگی مؤثرترین استراتژی میان‌مدت** برای بهبود وضعیت صندوق است. با این حال، حتی این گزینه نیز تنها می‌تواند فروپاشی تجمعی را به تأخیر بیندازد و آن را حذف نمی‌کند.

۶-۹. تحلیل شکاف پایداری و نتیجه‌گیری نهایی بخش پایداری

تحلیل شکاف پایداری با هدف سنجش فاصله میان بهترین وضعیت قابل دستیابی در چارچوب سناریوهای پارامتریک و افق نهایی برنامه‌ریزی انجام شده است. در این تحلیل، بهترین سناریو یعنی سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه **۲۲ درصد** و سن بازنشستگی **۶۳ سال** مبنا قرار گرفته است.

بر اساس نتایج مدل:

- افق زمانی پیش‌بینی تا سال **۱۴۴۵** است؛
- بهترین سناریو از نظر پایداری، سیاست ترکیبی است؛
- سال فروپاشی تجمعی در بهترین سناریو **۱۴۳۱** است؛
- بنابراین شکاف پایداری برابر با **۱۴ سال** است.

این شکاف به این معناست که حتی در صورت اجرای سخت‌گیرانه‌ترین اصلاح پارامتریک بررسی‌شده، صندوق همچنان **۱۴ سال زودتر از پایان افق برنامه‌ریزی** وارد وضعیت کسری تجمعی می‌شود. بنابراین، مسئله صندوق صرفاً یک عدم تعادل موقت یا کوتاه‌مدت نیست، بلکه نشان‌دهنده نوعی **بحران ساختاری** در مدل تأمین مالی PAYG-DB است.

از منظر طراحی و عملکرد صندوق بازنشستگی، این نتیجه بسیار مهم است. زیرا نشان می‌دهد افزایش نرخ حق‌بیمه و افزایش سن بازنشستگی اگرچه باعث بهبود شاخص‌های پایداری می‌شوند، اما نمی‌توانند به‌تنهایی تعهدات بلندمدت صندوق را پوشش دهند. در یک صندوق PAYG-DB، پایداری بلندمدت زمانی حاصل می‌شود که میان رشد منابع، رشد تعهدات و ترکیب جمعیتی اعضا تعادل برقرار باشد. در نتایج حاضر، این تعادل حتی در بهترین سناریو نیز برقرار نشده است.

بنابراین، برای کاهش شکاف پایداری و نزدیک شدن به تعادل بلندمدت، لازم است علاوه بر اصلاحات پارامتریک، مجموعه‌ای از اصلاحات تکمیلی و ساختاری نیز مورد توجه قرار گیرد؛ از جمله:

- بازنگری در فرمول محاسبه مزایای بازنشستگی؛
- کنترل رشد تعهدات آتی صندوق؛
- طراحی منابع درآمدی مکمل و پایدار؛
- افزایش پوشش بیمه‌پردازی و جذب اعضای فعال جدید؛
- مدیریت نسبت پشتیبانی از طریق سیاست‌های جمعیتی و اشتغال؛
- ایجاد ذخایر احتیاطی برای کاهش وابستگی کامل به حق‌بیمه‌های جاری؛
- بررسی امکان حرکت تدریجی به سمت مدل‌های ترکیبی تأمین مالی؛
- مدیریت هزینه‌های اداری و تعهدات غیرمستقیم صندوق؛
- طراحی سازوکار تعدیل خودکار بر اساس تغییرات امید زندگی، نسبت پشتیبانی و نرخ رشد دستمزد.

جمع‌بندی نهایی بخش ۹

نتایج بخش ارزیابی پایداری مالی و جمعیتی مدل PAYG-DB نشان می‌دهد که صندوق در تمام سناریوهای بررسی‌شده با ناترازی بلندمدت مواجه است. هیچ‌یک از سناریوها در پایان افق پیش‌بینی جریان نقدی تجمعی مثبت ندارند و نسبت پشتیبانی نهایی نیز در همه حالات کمتر از سطح بحرانی یک است.

بهترین سناریو، سیاست ترکیبی با نرخ حق‌بیمه **۲۲ درصد** و سن بازنشستگی **۶۳ سال** است. این سناریو می‌تواند فروپاشی تجمعی صندوق را تا سال **۱۴۳۱** به تأخیر بیندازد، نسبت دوام‌پذیری را به **۶۳٫۴ درصد** برساند و شاخص کفایت تأمین مالی را تا **۰٫۴۲** افزایش دهد. با این حال، همین سناریو نیز در پایان افق تحلیل با حدود **۸۵۵٫۱ میلیارد ریال کسری تجمعی** مواجه است.

مقایسه سناریوها نشان می‌دهد که **افزایش سن بازنشستگی اثر قوی‌تری نسبت به افزایش صرف نرخ حق‌بیمه** دارد. دلیل این امر آن است که افزایش سن بازنشستگی هم‌زمان دو اثر مثبت ایجاد می‌کند: از یک‌سو دوره پرداخت حق‌بیمه را افزایش می‌دهد و از سوی دیگر، زمان شروع و مدت پرداخت مستمری را کاهش می‌دهد. در مقابل، افزایش نرخ حق‌بیمه صرفاً سمت درآمدی صندوق را تقویت می‌کند و اثر مستقیمی بر تعداد مستمری‌بگیران یا مدت دریافت مستمری ندارد.

ضعیف‌ترین سناریو، کاهش سن بازنشستگی به **۵۷ سال** است که فروپاشی تجمعی را به سال **۱۴۱۸** جلو می‌اندازد و کمترین شاخص کفایت تأمین مالی را ثبت می‌کند. این نتیجه نشان می‌دهد که کاهش سن بازنشستگی در صندوق‌های PAYG-DB یکی از پرریسک‌ترین سیاست‌هاست و می‌تواند بحران نقدینگی را به‌شدت تسریع کند.

در نهایت، شکاف پایداری **۱۴ ساله** میان بهترین سناریو و افق برنامه‌ریزی ۱۴۴۵ نشان می‌دهد که مسئله صندوق ماهیتی ساختاری دارد. بنابراین، اصلاحات پارامتریک مانند افزایش نرخ حق‌بیمه و سن بازنشستگی باید به‌عنوان گام نخست اصلاحات در نظر گرفته شوند، نه راه‌حل نهایی. دستیابی به پایداری کامل نیازمند اصلاحات عمیق‌تر در ساختار درآمدی، تعهدات مزایایی، مدیریت جمعیت اعضا و سازوکار تأمین مالی صندوق است.

بخش ۱۰. تحلیل نسبت پشتیبانی صندوق بازنشستگی

در این بخش، وضعیت جمعیتی و نقدی صندوق بازنشستگی از منظر نسبت پشتیبانی **و** نرخ حق‌بیمه سربه‌سر بررسی می‌شود. نسبت پشتیبانی یکی از مهم‌ترین شاخص‌های ارزیابی پایداری در صندوق‌های بازنشستگی با ساختار PAYG-DB است؛ زیرا در این نوع صندوق‌ها منابع مالی جاری عمدتاً از محل حق‌بیمه اعضای فعال تأمین می‌شود و برای پرداخت مستمری بازنشستگان و بازماندگان مورد استفاده قرار می‌گیرد.

در مدل‌های PAYG-DB، کاهش نسبت پشتیبانی معمولاً به معنای افزایش فشار مالی بر صندوق است. هرچه تعداد اعضای فعال نسبت به مستمری‌بگیران کمتر شود، منابع حاصل از حق‌بیمه برای پوشش تعهدات جاری کفایت کمتری خواهد داشت. بنابراین، تحلیل نسبت پشتیبانی باید هم از منظر جمعیتی و هم از منظر مالی انجام شود.

در این بخش، ابتدا کفایت نرخ حق‌بیمه فعلی در سال پایه بررسی می‌شود. سپس جمعیت صندوق بر اساس وضعیت عضویت، نرخ‌های گذار و ورود اعضای جدید برای دوره پیش‌بینی شبیه‌سازی شده و روند نسبت پشتیبانی تا پایان افق مدل تحلیل می‌شود.

۱-۱۰. تحلیل نرخ حق‌بیمه سربه‌سر

هدف تحلیل

هدف این بخش، محاسبه نرخ حق‌بیمه‌ای است که در سال پایه بتواند هزینه مستمری‌های جاری صندوق را به‌طور کامل پوشش دهد. این نرخ با عنوان **نرخ حق‌بیمه سربه‌سر** شناخته می‌شود.

نرخ سربه‌سر، حداقل نرخ لازم برای برقراری تعادل نقدی کوتاه‌مدت صندوق است؛ یعنی نرخی که در آن درآمد حق‌بیمه اعضای فعال دقیقاً برابر با هزینه مستمری بازنشستگان و بازماندگان می‌شود. بنابراین، این شاخص برای ارزیابی کفایت نرخ فعلی حق‌بیمه در سال پایه بسیار مهم است.

باید توجه داشت که نرخ سربه‌سر محاسبه‌شده در این بخش، صرفاً یک شاخص نقدی سال پایه است و نباید به‌عنوان نرخ نهایی پایداری بلندمدت صندوق تفسیر شود. برای تعیین نرخ پایدار بلندمدت، لازم است تعهدات آینده، تغییرات جمعیتی، افزایش حقوق، رشد مستمری، بازنشستگی، فوت، خروج از خدمت، ازکارافتادگی، ورود اعضای جدید و سایر جریان‌های مالی نیز در مدل لحاظ شوند.

ترکیب جمعیتی صندوق در سال پایه

در سال پایه، جمعیت کل صندوق برابر با **۵۰۰ نفر** است. این جمعیت از سه گروه اصلی تشکیل شده است:

- تعداد اعضای فعال برابر با **۴۰۲ نفر** است.
- تعداد بازنشستگان برابر با **۷۳ نفر** است.
- تعداد بازماندگان برابر با **۲۵ نفر** است.

بنابراین، تعداد کل مستمری‌بگیران، شامل بازنشستگان و بازماندگان، برابر با **۹۸ نفر** است.

بر این اساس، نسبت پشتیبانی با احتساب همه مستمری‌بگیران به‌صورت زیر محاسبه می‌شود:

$$\textbf{Support Ratio} = \frac{402}{73+25} = \frac{402}{98} = 4.10$$

بنابراین، در ابتدای دوره ارزیابی، به‌ازای هر مستمری‌بگیر، حدود **۴.۱۰ عضو فعال** در صندوق وجود دارد.

البته اگر فقط بازنشستگان در مخرج نسبت لحاظ شوند و بازماندگان در نظر گرفته نشوند، نسبت اعضای فعال به بازنشستگان برابر با:

$$\frac{402}{73} = 5.51$$

خواهد بود. اما برای تحلیل پایداری مالی صندوق، نسبت کامل‌تر همان نسبت اعضای فعال به کل مستمری‌بگیران، یعنی بازنشستگان و بازماندگان، است.

پایه حقوق سالانه و هزینه مستمری‌ها

پایه حقوق سالانه اعضای فعال، مبنای محاسبه درآمد حق‌بیمه صندوق است. در این مدل، پایه حقوق سالانه فقط از مجموع حقوق سالانه اعضایی محاسبه شده که وضعیت آن‌ها **Active** است.

بر اساس خروجی مدل:

- پایه حقوق سالانه فعالان برابر با **۱۲۱,۵۴۳,۲۷۵,۱۴۰ ریال** است.
- هزینه مستمری سالانه بازنشستگان برابر با **۲۶,۰۴۳,۰۵۷,۱۲۴ ریال** است.
- هزینه مستمری سالانه بازماندگان برابر با **۴,۵۸۶,۲۳۷,۴۰۴ ریال** است.

در نتیجه، کل هزینه مستمری سالانه صندوق از جمع مستمری بازنشستگان و بازماندگان به‌دست می‌آید:

$$\textbf{Total Pension Cost} = 26,043,057,124 + 4,586,237,404$$

$$\textbf{Total Pension Cost} = 30,629,294,528$$

بنابراین، کل هزینه مستمری جاری صندوق در سال پایه برابر با **۳۰,۶۲۹,۲۹۴,۵۲۸ ریال** است.

درآمد حق‌بیمه در نرخ فعلی

در مدل حاضر، نرخ حق‌بیمه فعلی برابر با **۱۸ درصد** در نظر گرفته شده است. این نرخ از دو جزء مساوی تشکیل می‌شود:

- نرخ حق‌بیمه سهم کارمند برابر با **۹ درصد** است.
- نرخ حق‌بیمه سهم کارفرما برابر با **۹ درصد** است.
- بنابراین، نرخ کل حق‌بیمه برابر با **۱۸ درصد** است.

درآمد حق‌بیمه سالانه از ضرب نرخ حق‌بیمه در پایه حقوق سالانه اعضای فعال محاسبه می‌شود:

$$\textbf{Contribution Income} = 121,543,275,140 \times 18\%$$

$$\textbf{Contribution Income} = 21,877,789,525$$

بنابراین، درآمد حق‌بیمه سالانه صندوق در نرخ فعلی برابر با **۲۱,۸۷۷,۷۸۹,۵۲۵ ریال** است.

مقایسه این درآمد با هزینه مستمری جاری نشان می‌دهد که درآمد حاصل از حق‌بیمه برای پوشش هزینه مستمری‌ها کافی نیست. به بیان دیگر، صندوق در همان سال پایه نیز از محل حق‌بیمه جاری با کسری نقدی مواجه است.

محاسبه نرخ حق‌بیمه سربه‌سر

نرخ حق‌بیمه سربه‌سر از تقسیم کل هزینه مستمری سالانه بر پایه حقوق سالانه اعضای فعال محاسبه می‌شود:

$$\textbf{Break} - \textbf{even Contribution Rate} = \frac{\textbf{Total Pension Cost}}{\textbf{Active Salary Base}}$$

با جایگذاری اعداد مدل:

$$\textbf{Break} - \textbf{even Contribution Rate} = \frac{30,629,294,528}{121,543,275,140}$$

$$\textbf{Break} - \textbf{even Contribution Rate} = 25.20\%$$

بنابراین، نرخ حق‌بیمه سربه‌سر صندوق در سال پایه برابر با **۲۵.۲۰ درصد** است.

این نرخ نشان می‌دهد که اگر صندوق هیچ منبع درآمدی دیگری مانند درآمد سرمایه‌گذاری، کمک دولت، یارانه، ذخایر قبلی یا منابع مکمل نداشته باشد، باید نرخ حق‌بیمه کل از **۱۸ درصد** به **۲۵.۲۰ درصد** افزایش یابد تا هزینه مستمری‌های جاری سال پایه پوشش داده شود.

شکاف نرخ حق‌بیمه و کسری نقدی سال پایه

نرخ حق‌بیمه فعلی برابر با **۱۸.۰۰ درصد** است، در حالی که نرخ سربه‌سر برابر با **۲۵.۲۰ درصد** محاسبه شده است. بنابراین، شکاف نرخ حق‌بیمه برابر است با:

$$25.20\% - 18.00\% = 7.20\%$$

یعنی نرخ فعلی حق‌بیمه **۷.۲۰ واحد درصد** کمتر از نرخ مورد نیاز برای تعادل نقدی سال پایه است.

از منظر مبلغی، کسری نقدی سال پایه از اختلاف کل هزینه مستمری و درآمد حق‌بیمه محاسبه می‌شود:

$$\textbf{Cash Deficit} = 30,629,294,528 - 21,877,789,525$$

$$\textbf{Cash Deficit} = 8,751,505,003$$

بنابراین، کسری نقدی سال پایه صندوق برابر با **۸,۷۵۱,۵۰۵,۰۰۳ ریال** است.

این عدد بیان می‌کند که در سال پایه، اگر صندوق فقط بر درآمد حق‌بیمه ۱۸ درصدی تکیه کند، حدود **۸.۷۵ میلیارد ریال** از هزینه مستمری‌های جاری بدون منبع تأمین باقی می‌ماند.

تفسیر بیم‌سنجی نرخ سربه‌سر

نتایج این بخش نشان می‌دهد که نرخ حق‌بیمه فعلی برای تعادل نقدی کوتاه‌مدت صندوق کافی نیست. در واقع، حتی پیش از ورود به تحلیل بلندمدت و بدون در نظر گرفتن رشد آینده تعهدات، صندوق در سال پایه با کسری نقدی مواجه است.

افزایش نرخ حق‌بیمه از **۱۸ درصد** به **۲۵.۲۰ درصد** می‌تواند کسری نقدی سال پایه را حذف کند؛ اما این افزایش فقط تعادل نقدی همان سال را برقرار می‌کند و لزوماً به معنای پایداری بلندمدت نیست.

اهمیت این نتیجه در آن است که صندوق از نقطه شروع مدل نیز دارای فشار مالی است. بنابراین، در دوره‌های آینده، اگر تعداد مستمری‌بگیران افزایش یابد یا نسبت پشتیبانی کاهش پیدا کند، احتمال تشدید کسری مالی بسیار بالا خواهد بود.

از منظر طراحی صندوق، نرخ سربه‌سر ۲۵.۲۰ درصد را باید به‌عنوان **حداقل نرخ لازم برای پوشش تعهدات جاری** در نظر گرفت، نه نرخ کافی برای تأمین مالی کامل تعهدات بلندمدت.

۲-۱۰. آماده‌سازی جمعیت و نرخ‌های گذار

پس از بارگذاری داده‌ها، جمعیت اولیه صندوق برای اجرای مدل پیش‌بینی آماده‌سازی شد. در این مرحله، اعضای صندوق بر اساس ویژگی‌های مشترک تجمیع شدند تا محاسبات سالانه با سرعت و دقت بیشتری انجام شود.

ویژگی‌های مورد استفاده برای گروه‌بندی جمعیت شامل موارد زیر است:

- وضعیت عضویت؛
- جنس؛
- سال تولد؛
- سال بازنشستگی مورد انتظار.

در نتیجه این تجمیع، جمعیت ۵۰۰ نفری صندوق به **۱۳۲ گروه جمعیتی** تبدیل شد. این کار باعث کاهش حجم محاسبات می‌شود، بدون آنکه تعداد واقعی اعضا یا ترکیب کلی جمعیت تغییر کند.

در همین مرحله، نرخ‌های گذار مورد نیاز برای شبیه‌سازی سالانه آماده شدند. این نرخ‌ها شامل موارد زیر هستند:

- نرخ مرگ‌ومیر؛
- نرخ خروج از خدمت؛

- نرخ بازنشستگی؛
- نرخ ازکارافتادگی.

برای استفاده سریع‌تر از این نرخ‌ها، ساختارهای داده‌ای مناسب ایجاد شد تا نرخ مربوط به هر فرد یا گروه جمعیتی بر اساس جنس و سن استخراج شود. در مواردی که برای یک سن مشخص نرخ دقیق موجود نباشد، نزدیک‌ترین نرخ سنی موجود در جدول استفاده می‌شود. این روش باعث می‌شود مدل در مواجهه با خلأهای محدود داده‌ای متوقف نشود و روند پیش‌بینی ادامه یابد.

بر اساس کنترل انجام‌شده در این مرحله:

- تعداد اعضای فعال پایه برابر با **۴۰۲ نفر** است.
- تعداد بازنشستگان پایه برابر با **۷۳ نفر** است.
- تعداد بازماندگان پایه برابر با **۲۵ نفر** است.
- نسبت پشتیبانی پایه برابر با **۴.۱۰۲** محاسبه شده است.
- تعداد گروه‌های اولیه برابر با **۱۳۲ گروه** است.

این مرحله نشان می‌دهد که داده‌های جمعیتی و نرخ‌های گذار برای اجرای Projection آماده هستند.

۳-۱۰. نتایج پیش‌بینی نسبت پشتیبانی

در این قسمت، جمعیت صندوق برای دوره **۱۴۰۵ تا ۱۴۴۴** پیش‌بینی شده است. خروجی مدل شامل تعداد اعضای فعال، تعداد بازنشستگان، تعداد بازماندگان، کل مستمری‌بگیران و نسبت پشتیبانی در هر سال است.

$$\textbf{Total Pensioners} = \textbf{Retired Members} + \textbf{Survivor Members}$$

همچنین نسبت پشتیبانی از رابطه زیر محاسبه شده است:

$$\textbf{Support Ratio} = \frac{\textbf{Active Members}}{\textbf{Retired Members} + \textbf{Survivor Members}}$$

وضعیت سال پایه

در سال **۱۴۰۵**، صندوق دارای:

- **۴۰۲ نفر** عضو فعال؛
- **۷۳ نفر** بازنشسته؛
- **۲۵ نفر** بازمانده؛
- **۹۸ نفر** مستمری‌بگیر کل.

بر این اساس، نسبت پشتیبانی برابر با:

$$\frac{402}{73+25} = 4.10$$

است. این وضعیت نشان می‌دهد که صندوق در ابتدای دوره هنوز از نظر جمعیتی در سطح قابل قبولی قرار دارد، اما همان‌طور که در تحلیل نرخ سربه‌سر مشاهده شد، حتی همین نسبت پشتیبانی ۴.۱۰ نیز برای پوشش کامل هزینه مستمری‌ها با نرخ حق‌بیمه ۱۸ درصد کافی نیست.

روند سال‌های ابتدایی پیش‌بینی

در سال‌های ابتدایی، نسبت پشتیبانی با سرعت قابل توجهی کاهش می‌یابد.

در سال **۱۴۰۶**، تعداد اعضای فعال به **۳۹۰.۲۷ نفر** کاهش می‌یابد و کل مستمری‌بگیران به **۱۰۲.۷۰ نفر** می‌رسد. در نتیجه، نسبت پشتیبانی به **۳.۸۰** کاهش پیدا می‌کند.

در سال **۱۴۰۷**، اعضای فعال به **۳۶۹.۰۲ نفر** می‌رسند، در حالی که کل مستمری‌بگیران به **۱۱۷.۷۱ نفر** افزایش می‌یابد. نسبت پشتیبانی در این سال به **۳.۱۴** می‌رسد.

در سال **۱۴۰۸**، تعداد اعضای فعال برابر با **۳۵۱.۸۸ نفر** و کل مستمری‌بگیران برابر با **۱۲۹.۴۴ نفر** است. نسبت پشتیبانی در این سال **۲.۷۲** محاسبه می‌شود.

در سال **۱۴۰۹**، تعداد اعضای فعال به **۳۳۷.۴۴ نفر** کاهش یافته و کل مستمری‌بگیران به **۱۳۸.۸۲ نفر** می‌رسد. نسبت پشتیبانی نیز به **۲.۴۳** کاهش می‌یابد.

این روند نشان می‌دهد که فشار جمعیتی صندوق در سال‌های آغازین دوره پیش‌بینی به‌سرعت افزایش می‌یابد. کاهش اعضای فعال و افزایش بازنشستگان موجب می‌شود ظرفیت صندوق برای تأمین مالی تعهدات مستمری از محل حق‌بیمه کاهش پیدا کند.

روند سال‌های پایانی پیش‌بینی

در سال‌های پایانی، روند کاهشی نسبت پشتیبانی ادامه دارد، هرچند شدت کاهش آن نسبت به سال‌های ابتدایی کمتر می‌شود.

در سال **۱۴۴۰**، تعداد اعضای فعال برابر با **۲۱۴.۳۳ نفر** است. تعداد بازنشستگان به **۱۷۷.۰۷ نفر** و تعداد بازماندگان به **۷.۸۸ نفر** می‌رسد. بنابراین، کل مستمری‌بگیران برابر با **۱۸۴.۹۵ نفر** و نسبت پشتیبانی برابر با **۱.۱۶** است.

در سال **۱۴۴۱**، اعضای فعال به **۲۱۱.۶۶ نفر** کاهش می‌یابند و کل مستمری‌بگیران به **۱۸۵.۳۴ نفر** می‌رسد. نسبت پشتیبانی **۱.۱۴** است.

در سال **۱۴۴۲**، تعداد اعضای فعال برابر با **۲۰۹.۶۰ نفر** و کل مستمری‌بگیران برابر با **۱۸۵.۲۶ نفر** است. نسبت پشتیبانی **۱.۱۳** محاسبه می‌شود.

در سال **۱۴۴۳**، تعداد اعضای فعال به **۲۰۸.۳۲ نفر** و کل مستمری‌بگیران به **۱۸۴.۴۳ نفر** می‌رسد. نسبت پشتیبانی همچنان در سطح **۱.۱۳** قرار دارد.

در سال **۱۴۴۴**، تعداد اعضای فعال برابر با **۲۰۷.۲۴ نفر** است. تعداد بازنشستگان برابر با **۱۷۶.۵۵ نفر** و تعداد بازماندگان برابر با **۶.۹۰ نفر** است. در نتیجه، کل مستمری‌بگیران برابر با **۱۸۳.۴۵ نفر** و نسبت پشتیبانی نهایی برابر با **۱.۱۳** است.

تفسیر بیم‌سنجی نتایج پیش‌بینی

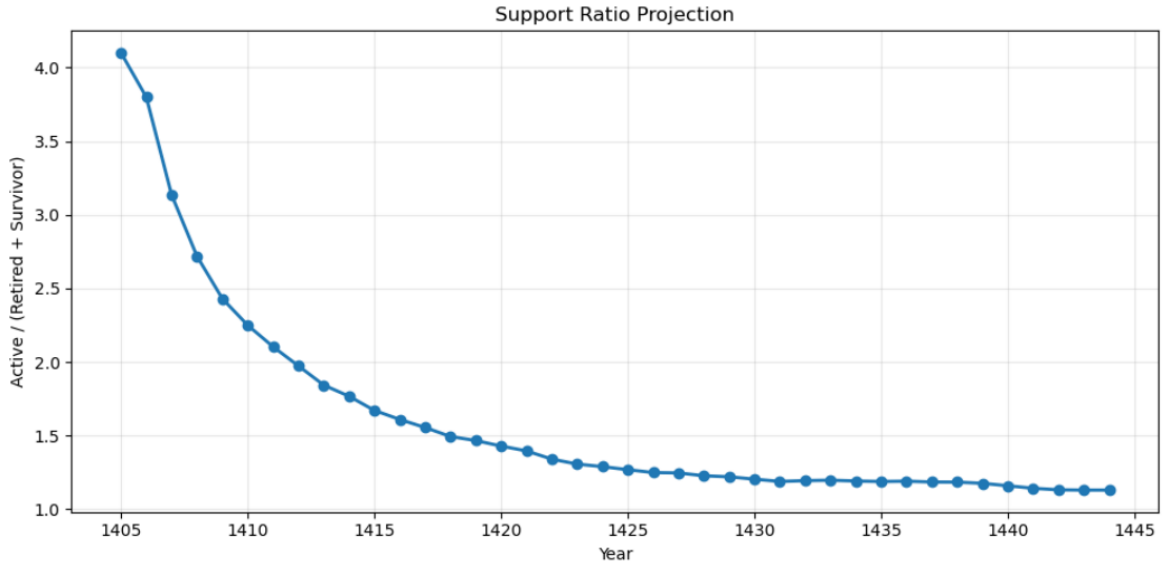
نتایج پیش‌بینی نشان می‌دهد که نسبت پشتیبانی صندوق از **۴.۱۰** در سال پایه به **۱.۱۳** در سال ۱۴۴۴ کاهش می‌یابد. این کاهش نشان‌دهنده تضعیف تدریجی رابطه بین پرداخت‌کنندگان حق‌بیمه و دریافت‌کنندگان مستمری است.

از منظر طراحی صندوق، این افت اهمیت زیادی دارد. در مدل PAYG-DB، منابع مالی صندوق به جریان ورودی حق‌بیمه اعضای فعال وابسته است. بنابراین، وقتی تعداد اعضای فعال کاهش می‌یابد و تعداد مستمری‌بگیران افزایش پیدا می‌کند، بار مالی هر مستمری‌بگیر به تعداد کمتری از بیمه‌پردازان منتقل می‌شود.

به‌عبارت دیگر، کاهش نسبت پشتیبانی به معنای افزایش فشار تأمین مالی بر اعضای فعال و کارفرمایان است. اگر نرخ حق‌بیمه، سطح حقوق، ورود اعضای جدید یا منابع مکمل صندوق به اندازه کافی افزایش پیدا نکند، کاهش نسبت پشتیبانی می‌تواند به تشدید کسری نقدی منجر شود.

نکته مهم این است که نسبت پشتیبانی نهایی در این مدل هنوز اندکی بالاتر از یک باقی می‌ماند؛ اما این موضوع به‌تنهایی به معنای پایداری مالی نیست. همان‌طور که در بخش نرخ سربه‌سر مشاهده شد، حتی در سال پایه با نسبت پشتیبانی ۴.۱۰ نیز صندوق با نرخ حق‌بیمه ۱۸ درصد دچار کسری نقدی است. بنابراین، نسبت پشتیبانی باید همراه با سطح حقوق فعالان، مبلغ مستمری‌ها و نرخ حق‌بیمه تحلیل شود.

۴-۱۰. نمودار روند نسبت پشتیبانی



در این بخش، نتایج پیش‌بینی نسبت پشتیبانی به‌صورت نمودار خطی برای دوره **۱۴۰۵ تا ۱۴۴۴** نمایش داده شده است. محور افقی سال‌های پیش‌بینی و محور عمودی نسبت اعضای فعال به مجموع بازنشستگان و بازماندگان را نشان می‌دهد.

نمودار روندی کاملاً نزولی را نمایش می‌دهد. در سال پایه، نسبت پشتیبانی برابر با **۴.۱۰** است. سپس این نسبت در سال‌های ابتدایی با شیب نسبتاً تند کاهش یافته و به مقادیر زیر می‌رسد:

- در سال **۱۴۰۶**، نسبت پشتیبانی برابر با **۳.۸۰** است.
- در سال **۱۴۰۷**، نسبت پشتیبانی برابر با **۳.۱۴** است.
- در سال **۱۴۰۸**، نسبت پشتیبانی برابر با **۲.۷۲** است.
- در سال **۱۴۰۹**، نسبت پشتیبانی برابر با **۲.۴۳** است.

این افت سریع در سال‌های ابتدایی نشان می‌دهد که بخشی از جمعیت فعال صندوق در مدت کوتاهی به جمعیت بازنشسته منتقل می‌شود یا از جمعیت فعال خارج می‌شود. هم‌زمان، تعداد مستمری‌بگیران افزایش می‌یابد و این موضوع موجب کاهش سریع نسبت پشتیبانی می‌شود.

در سال‌های میانی، شدت کاهش کمتر می‌شود، اما روند همچنان نزولی باقی می‌ماند. بر اساس متن خروجی مدل، نسبت پشتیبانی در حوالی سال **۱۴۲۰** به کمتر از **۱.۵۰** می‌رسد. این سطح برای یک صندوق PAYG-DB هشداردهنده است؛ زیرا نشان می‌دهد فاصله میان تعداد پرداخت‌کنندگان حق‌بیمه و دریافت‌کنندگان مستمری بسیار محدود شده است.

در سال‌های پایانی، نسبت پشتیبانی در محدوده **۱.۱۳ تا ۱.۱۶** قرار می‌گیرد. مقدار نهایی شاخص در سال **۱۴۴۴** برابر با **۱.۱۳** است.

این وضعیت به معنای آن است که در پایان دوره، تقریباً به ازای هر مستمری‌بگیر فقط کمی بیش از یک عضو فعال وجود دارد. چنین ترکیبی، صندوق را نسبت به هرگونه افزایش مستمری، کاهش ورود اعضای جدید، رشد امید زندگی، افت اشتغال یا کاهش درآمد حق‌بیمه بسیار آسیب‌پذیر می‌کند.

۵-۱۰. کنترل‌ها و محدودیت‌های مدل نسبت پشتیبانی

در این تحلیل، نسبت پشتیبانی بر اساس رابطه زیر محاسبه شده است:

$$\textbf{Support Ratio} = \frac{\textbf{Active Members}}{\textbf{Retired Members+Survivor Members}}$$

به‌عنوان کنترل، در سال ۱۴۰۵ مقدار این شاخص از تقسیم **۴۰۲ عضو فعال** بر **۹۸ مستمری‌بگیر** به‌دست آمده و برابر با **۴.۱۰** است. این مقدار با خروجی مدل سازگار است.

همچنین در هر سال، کل مستمری‌بگیران از جمع بازنشستگان و بازماندگان محاسبه شده است:

$$\textbf{Total Pensioners} = \textbf{Retired Members} + \textbf{Survivor Members}$$

یکی از محدودیت‌های مهم مدل حاضر آن است که بازماندگان جدید پس از فوت اعضای فعال یا بازنشسته ایجاد نشده‌اند. در مدل، بازماندگان اولیه صرفاً تحت تأثیر مرگ‌ومیر کاهش پیدا می‌کنند و جریان جدیدی از بازماندگان به مدل اضافه نمی‌شود.

این محدودیت می‌تواند باعث شود تعداد مستمری‌بگیران در برخی سال‌های آینده کمتر از مقدار واقعی برآورد شود؛ زیرا در عمل، فوت بازنشستگان یا اعضای فعال ممکن است منجر به ایجاد تعهدات بازماندگی جدید شود. بنابراین، نسبت پشتیبانی محاسبه‌شده در سال‌های پایانی ممکن است تا حدی خوش‌بینانه باشد.

با وجود این محدودیت، خروجی مدل به‌روشنی جهت کلی تغییرات جمعیتی را نشان می‌دهد: تعداد اعضای فعال کاهش می‌یابد، تعداد بازنشستگان افزایش پیدا می‌کند و نسبت پشتیبانی به‌صورت معناداری افت می‌کند.

۶-۱۰. جمع‌بندی نهایی بخش تحلیل نسبت پشتیبانی

نتایج این بخش نشان می‌دهد صندوق بازنشستگی در سال پایه از دو منظر با فشار قابل توجهی مواجه است: نخست از منظر نقدی و دوم از منظر جمعیتی.

از منظر نقدی، صندوق در سال پایه دارای پایه حقوق سالانه فعالان برابر با **۱۲۱.۵۴ میلیارد ریال** و کل هزینه مستمری سالانه برابر با **۳۰.۶۳ میلیارد ریال** است. با نرخ حق‌بیمه فعلی **۱۸ درصد**، درآمد حق‌بیمه سالانه برابر با **۲۱.۸۸ میلیارد ریال** می‌شود. بنابراین، صندوق در سال پایه با کسری نقدی **۸.۷۵ میلیارد ریالی** روبه‌رو است.

نرخ حق‌بیمه سربه‌سر برابر با **۲۵.۲۰ درصد** محاسبه شده است. این نرخ نشان می‌دهد که برای پوشش کامل مستمری‌های جاری، نرخ حق‌بیمه باید **۷.۲۰ واحد درصد** بالاتر از نرخ فعلی باشد. با این حال، این نرخ فقط برای تعادل نقدی سال پایه کافی است و تضمین‌کننده پایداری بلندمدت صندوق نیست.

از منظر جمعیتی، نسبت پشتیبانی صندوق از **۴.۱۰** در سال ۱۴۰۵ به **۱.۱۳** در سال ۱۴۴۴ کاهش می‌یابد. این افت نشان می‌دهد که در طول دوره پیش‌بینی، تعداد اعضای فعال نسبت به مستمری‌بگیران به‌شدت کاهش می‌یابد. در سال پایه، بیش از چهار

عضو فعال به ازای هر مستمری‌بگیر وجود دارد؛ اما در پایان دوره، این نسبت به حدود یک عضو فعال برای هر مستمری‌بگیر نزدیک می‌شود.

این روند برای یک صندوق PAYG-DB بسیار مهم است؛ زیرا پایداری چنین صندوقی به توان اعضای فعال در تأمین مالی تعهدات مستمری وابسته است. هرچه نسبت پشتیبانی کاهش یابد، بار مالی هر عضو فعال افزایش می‌یابد و صندوق برای حفظ تعادل خود به نرخ حق‌بیمه بالاتر، منابع مکمل، درآمد سرمایه‌گذاری یا اصلاح در تعهدات نیاز پیدا می‌کند.

بر اساس نتایج این بخش، می‌توان نتیجه گرفت که صندوق در وضعیت فعلی نه‌تنها در سال پایه با کسری نقدی روبه‌رو است، بلکه در افق پیش‌بینی نیز با تضعیف مستمر نسبت پشتیبانی مواجه می‌شود. بنابراین، اصلاحات صرفاً کوتاه‌مدت برای رفع کسری سال پایه کافی نیست و باید هم‌زمان با اصلاح نرخ حق‌بیمه، سیاست‌هایی برای مدیریت ترکیب جمعیتی، کنترل تعهدات و تقویت منابع درآمدی صندوق طراحی شود.

در نتیجه، بخش ۱۰ نشان می‌دهد که تحلیل نسبت پشتیبانی مکمل مهمی برای تحلیل‌های مالی و پایداری بخش‌های قبل است. کاهش نسبت پشتیبانی از **۴.۱۰** به **۱.۱۳**، همراه با شکاف نرخ حق‌بیمه **۷.۲۰ واحد درصدی**، نشانه روشنی از افزایش فشار مالی و جمعیتی بر صندوق در مدل PAYG-DB است.

بخش ۱۱. پیش‌بینی جریان حق‌بیمه صندوق

در این بخش، جریان ورودی حق‌بیمه صندوق بازنشستگی برای دوره **۱۴۰۵ تا ۱۴۴۴** برآورد شده است. هدف اصلی این تحلیل، سنجش ظرفیت درآمدی صندوق در طول افق پیش‌بینی و فراهم‌کردن مبنای لازم برای بررسی **تراز مالی** و **نقطه سربه‌سر** در بخش‌های بعدی است.

منطق این بخش بر این فرض استوار است که درآمد حق‌بیمه صندوق تنها تابع نرخ حق‌بیمه نیست، بلکه هم‌زمان از دو عامل اصلی تأثیر می‌پذیرد:

- تغییرات تعداد اعضای فعال در هر سال؛
- رشد سالانه پایه حقوق اعضای بیمه‌پرداز.

به این ترتیب، جریان ورودی صندوق در این بخش به‌صورت یک جریان اسمی و پویا مدل‌سازی شده است؛ یعنی حتی در شرایطی که تعداد اعضای فعال کاهش می‌یابد، رشد حقوق می‌تواند بخشی از اثر کاهش جمعیت را جبران کند.

مفروضات محاسبات

مبنای محاسبه در سال ۱۴۰۵ از مجموع ستون Current_Annual_Salary برای اعضای دارای وضعیت فعال استخراج شده و برابر با **۱۲۱٬۵۴۳٬۲۷۵٬۱۴۰** واحد پولی به دست آمده است. همچنین:

- نرخ کل حق‌بیمه برابر با **۱۸ درصد** در نظر گرفته شده است؛
- نرخ رشد سالانه حقوق برابر با **۲۵ درصد** فرض شده است؛
- تعداد اعضای فعال هر سال از نتایج پیش‌بینی جمعیتی بخش ۱۰ اخذ شده است.

این مفروضات نشان می‌دهد که تحلیل حاضر صرفاً یک برآورد ایستا از درآمد حق‌بیمه نیست، بلکه اثر هم‌زمان **رشد حقوق** و **تغییر اندازه جامعه بیمه‌پرداز** را نیز وارد مدل می‌کند.

روش محاسبه پایه حقوق تعدیل‌شده

در هر سال، پایه حقوق با در نظر گرفتن رشد حقوق و تغییر تعداد اعضای فعال محاسبه شده است. بنابراین، پایه حقوق سالانه فقط به رشد اسمی وابسته نیست، بلکه کاهش یا افزایش تعداد اعضای فعال نیز در آن منعکس می‌شود. منطق محاسبه به‌صورت زیر است:

$$\mathbf{Wage\ Base_t = Wage\ Base_{1405} \times (1+g)^{t-1405} \times \left(\frac{Active_t}{Active_{1405}}\right)}$$

که در آن:

- g نرخ رشد سالانه حقوق است؛
- $Active_t$ تعداد اعضای فعال در سال t است؛
- $\mathbf{Active_{1405}}$ تعداد اعضای فعال در سال پایه است.

این فرمول نشان می‌دهد که رشد درآمد حق‌بیمه در مدل، صرفاً حاصل افزایش حقوق نیست، بلکه برآیند رشد حقوق و کاهش تدریجی تعداد بیمه‌پردازان نیز هست.

روش محاسبه جریان حق‌بیمه

پس از تعیین پایه حقوق تعدیل‌شده در هر سال، کل حق‌بیمه سالانه از ضرب آن در نرخ حق‌بیمه محاسبه شده است:

$$\mathbf{Contribution_t = Wage\ Base_t \times 18\%}$$

بنابراین، هر تغییر در پایه حقوق یا تعداد اعضای فعال، مستقیماً بر حجم منابع ورودی صندوق اثر می‌گذارد.

نتایج سال پایه

در سال **۱۴۰۵**، تعداد اعضای فعال برابر با **۴۰۲ نفر** و مجموع پایه حقوق آنان برابر با **۱۲۱٬۵۴۳٬۲۷۵٬۱۴۰** واحد پولی است. با اعمال نرخ حق‌بیمه **۱۸ درصد**، جریان ورودی حق‌بیمه سال پایه برابر با:

$$\mathbf{21,877,789,525.20}$$

واحد پولی محاسبه شده است.

این مقدار با حاصل‌ضرب مستقیم پایه حقوق فعالان در نرخ حق‌بیمه سازگار است و صحت منطق محاسباتی مدل را در سال مبنا تأیید می‌کند.

نتایج ابتدای دوره پیش‌بینی

در سال **۱۴۰۶**، تعداد مورد انتظار اعضای فعال به **۳۹۰٫۲۷ نفر** کاهش یافته است؛ با این حال، به دلیل رشد حقوق، پایه حقوق به **۱۴۷٬۴۹۶٬۱۲۷٬۰۵۸٫۶۲** واحد پولی رسیده و حق‌بیمه سالانه به **۲۶٬۵۴۹٬۳۰۲٬۸۷۰٫۵۵** واحد پولی افزایش یافته است.

در سال **۱۴۰۷** نیز تعداد اعضای فعال به **۳۶۹٫۰۲ نفر** کاهش یافته، اما پایه حقوق به **۱۷۴٬۳۳۲٬۹۴۰٬۹۷۷٫۵۱** و حق‌بیمه سالانه به **۳۱٬۳۷۹٬۹۲۹٬۳۷۵٫۹۵** واحد پولی رسیده است.

این نتایج نشان می‌دهد که در سال‌های ابتدایی، با وجود افت جمعیت بیمه‌پرداز، رشد اسمی حقوق همچنان توانسته است جریان درآمدی صندوق را افزایشی نگه دارد.

نتایج انتهای دوره پیش‌بینی

در سال **۱۴۴۲**، تعداد مورد انتظار اعضای فعال به **۲۰۹٫۶۰ نفر** رسیده و جریان حق‌بیمه سالانه برابر با **۴۳٬۹۳۷٬۸۱۵٬۱۱۷٬۳۷۱٫۳۹** واحد پولی شده است.

در سال **۱۴۴۳**، با **۲۰۸٫۳۲** عضو فعال، حق‌بیمه سالانه به **۵۴٬۵۸۷٬۴۶۲٬۵۲۸٬۵۳۲٫۶۹** واحد پولی رسیده است.

در سال **۱۴۴۴** نیز تعداد فعالان به **۲۰۷٫۲۴ نفر** کاهش یافته، اما جریان حق‌بیمه سالانه به **۶۷٬۸۸۰٬۳۶۸٬۳۷۲٬۲۴۴٫۵۹** واحد پولی افزایش یافته است.

این روند نشان می‌دهد که در طول افق پیش‌بینی، حتی با نصف شدن تقریبی تعداد اعضای فعال، جریان اسمی حق‌بیمه به دلیل رشد تجمعی حقوق به‌صورت قابل توجهی افزایش پیدا کرده است.

تفسیر فنی و بیم‌سنجی

یکی از مهم‌ترین نتایج این بخش آن است که کاهش تعداد اعضای فعال لزوماً به کاهش اسمی درآمد حق‌بیمه منجر نشده است. علت اصلی این پدیده، فرض رشد سالانه **۲۵ درصدی** برای حقوق است؛ رشدی که اثر آن از کاهش تدریجی جمعیت بیمه‌پرداز بیشتر بوده و باعث رشد اسمی جریان ورودی شده است.

با این حال، این افزایش اسمی نباید به‌عنوان نشانه بهبود واقعی پایداری صندوق تفسیر شود. در تحلیل صندوق‌های بازنشستگی، افزایش منابع اسمی باید در کنار رشد تعهدات آتی، به‌ویژه افزایش مستمری‌ها، بررسی شود. بنابراین ممکن است صندوق از نظر اسمی با رشد درآمد مواجه باشد، اما از نظر واقعی همچنان با عدم تعادل یا حتی تشدید کسری روبه‌رو شود.

به‌عبارت دیگر، آنچه در این بخش مشاهده می‌شود، افزایش ظرفیت اسمی تأمین مالی است، نه لزوماً بهبود تعادل اکچوئریال صندوق.

کنترل‌ها و محدودیت‌های تحلیل

در این مدل:

- اعداد اعشاری اعضای فعال، مانند **۳۹۰٫۲۷** یا **۲۰۷٫۲۴**، نشان‌دهنده تعداد مورد انتظار هستند و خطای محاسباتی محسوب نمی‌شوند؛

- نرخ حق‌بیمه در تمام افق پیش‌بینی ثابت و برابر با **۱۸ درصد** فرض شده است؛
- نرخ رشد حقوق نیز در کل دوره ثابت و برابر با **۲۵ درصد** در نظر گرفته شده است؛
- نتایج ارائه‌شده به‌صورت **اسمی** هستند و برای تحلیل دقیق ارزش واقعی، لازم است در مراحل بعدی اثر تورم یا نرخ تنزیل نیز وارد مدل شود.

از این‌رو، خروجی این بخش بیشتر برای تحلیل روندهای درآمدی و مقایسه با جریان‌های خروجی مستمری‌ها مناسب است تا ارزیابی نهایی قدرت خرید صندوق.

خروجی فایل

نتایج پیش‌بینی جریان ورودی حق‌بیمه برای سال‌های **۱۴۰۵ تا ۱۴۴۴** در فایل زیر ذخیره شده است:

Contribution_Projection_Adjusted_1405_1444.xlsx.

جمع‌بندی

در مجموع، بخش ۱۱ نشان می‌دهد که جریان ورودی حق‌بیمه صندوق در دوره پیش‌بینی، علی‌رغم کاهش تدریجی تعداد اعضای فعال، به دلیل رشد حقوق به‌صورت اسمی افزایش می‌یابد. با این حال، این رشد اسمی به‌تنهایی برای نتیجه‌گیری درباره پایداری مالی کافی نیست و باید در بخش‌های بعدی با جریان خروجی مستمری‌ها و تراز سالانه صندوق مقایسه شود.

در بخش ۱۲، جریان خروجی مستمری‌ها محاسبه خواهد شد تا در بخش ۱۳ امکان بررسی کامل تراز مالی و تعیین نقطه سربه‌سر صندوق فراهم شود.

بخش ۱۲. پیش‌بینی جریان خروجی مستمری‌های صندوق

در این بخش، جریان نقدی خروجی صندوق بازنشستگی بابت پرداخت مستمری‌ها برای دوره ۱۴۰۵ تا ۱۴۴۴ (افق پیش‌بینی ۴۰ ساله) مدل‌سازی و شبیه‌سازی شده است. پیش‌بینی جریان تعهدات خروجی، ستون اصلی ارزیابی مصارف صندوق در محاسبات اکچوئریال است که مبنای تعیین تراز مالی و شناسایی نقطه سربه‌سری در بخش ۱۳ را فراهم می‌کند.

تعهدات خروجی صندوق‌های بازنشستگی با ساختار **PAYG-DB** تحت تأثیر دو نیروی عمده قرار دارند: تغییرات جمعیتی تعداد مستمری‌بگیران (ورود اعضای فعال جدید به جرگه بازنشستگان و خروج اعضا به دلیل فوت) و تعدیلات سالانه مستمری‌ها برای حفظ قدرت خرید در مقابل تورم. این بخش تلاش می‌کند تعامل این دو نیرو را در قالب یک مدل منسجم شبیه‌سازی کند.

مفروضات محاسباتی و محدودیت‌های داده

برای اجرای این شبیه‌سازی، مفروضات و متغیرهای کلیدی زیر مبنای محاسبات قرار گرفته‌اند:

- جامعه آماری پایه مستمری‌بگیران: در سال پایه (۱۴۰۵)، کل مستمری‌بگیران فعال در صندوق ۹۸ نفر شناسایی شدند که شامل ۷۳ بازنشسته (Retired) و ۲۵ بازمانده (Survivor) هستند.

- نرخ رشد سالانه مستمری: نرخ رشد سالانه مستمری‌ها به میزان ۲۵ درصد (هم‌راستا با نرخ رشد دستمزد اعضای فعال) در نظر گرفته شده است تا فرض حفظ قدرت خرید نسبی مستمری‌بگیران رعایت شود.
- پروکسی محاسباتی مبلغ مستمری: به دلیل عدم وجود مقادیر ثبت‌شده در ستون تخصصی مستمری سالانه (Annual_Pension) در بانک اطلاعاتی خام، از ستون آخرین حقوق سالانه (Current_Annual_Salary) به عنوان متغیر جایگزین (Proxy) برای تعیین پایه مستمری سال اول استفاده شد. مجموع کل این پایه حقوق در سال پایه برابر با ۳۰,۶۲۹,۲۹۴,۵۲۸ ریال به دست آمد.
- تفسیر بیم‌سنجی پروکسی: استفاده از آخرین حقوق دریافتی به عنوان مستمری سال اول بازنشستگی، یک فرض «محافظه‌کارانه» با گرایش به بیش‌برآورد هزینه‌ها است. در واقعیت، مستمری‌ها معمولاً ضریبی از میانگین حقوق سال‌های آخر خدمت (مثلا میانگین دو سال آخر با اعمال ضریب جایگزینی کمتر از ۱۰۰ درصد) هستند. بنابراین، ارقام خروجی این بخش باید به عنوان سقف تعهدات و هزینه‌های احتمالی صندوق تلقی شوند.

روش محاسباتی و فرمول‌بندی پیش‌بینی

مدل پیش‌بینی جریان خروجی مستمری‌ها، اثر هم‌زمان رشد سالانه مستمری (تعدیل تورمی) و تغییرات ساختار جمعیتی (تعداد مستمری‌بگیران شبیه‌سازی‌شده در هر سال) را طبق رابطه زیر ترکیب می‌کند:

$$\mathbf{Total\ Pension\ Outflow_t = Initial\ Pension\ Base \times (1+i)^{t-1405} \times \frac{Pensioners_t}{Pensioners_{1405}}}$$

که در آن:

- **Initial Pension Base** برابر با مجموع آخرین حقوق مستمری‌بگیران در سال پایه یعنی ۳۰,۶۲۹,۲۹۴,۵۲۸ ریال است؛
- $\mathbf{i}$ نرخ رشد سالانه مستمری (برابر با ۲۵ درصد) است؛
- $\mathbf{Pensioners_t}$ تعداد کل مستمری‌بگیران (شامل بازنشستگان و بازماندگان) در سال $\mathbf{t}$ بر اساس شبیه‌سازی جمعیتی بخش ۱۰ است؛
- $\mathbf{Pensioners_{1405}}$ ۱۴۰۵ تعداد بازنشستگان در سال پایه است که مقدار محاسباتی آن برای بازنشستگان مستقیم معادل ۷۳ نفر تنظیم شده است.

نتایج کمی شبیه‌سازی جریان خروجی

خروجی محاسباتی مدل برای سال‌های کلیدی افق پیش‌بینی به شرح زیر است:

- سال ۱۴۰۵ (سال پایه): تعداد مستمری‌بگیران محاسباتی معادل ۷۳ نفر و جریان خروجی مستمری برابر با ۳۰,۶۲۹,۲۹۴,۵۲۸.۰۰ ریال است که دقیقاً با پایه اولیه همخوانی دارد.
- سال ۱۴۰۶: تعداد مستمری‌بگیران مورد انتظار به دلیل ورود اعضای جدید بازنشسته به ۷۸.۳۹ نفر افزایش یافته و جریان خروجی مستمری با اعمال رشد ۲۵ درصدی به ۴۱,۱۱۴,۲۶۱,۳۵۴.۰۵ ریال می‌رسد.
- سال ۱۴۰۷: با افزایش شتاب بازنشستگی اعضای فعال، تعداد مستمری‌بگیران به ۹۴.۱۵ نفر جهش یافته و جریان خروجی سالانه صندوق به ۶۱,۷۲۷,۲۹۱,۷۲۲.۵۸ ریال افزایش پیدا می‌کند.

- سال ۱۴۴۲ (انتهای دوره): تعداد مستمری‌بگیران مورد انتظار به ۱۷۷.۸۹ نفر می‌رسد و تعهد خروجی صندوق به رقم اسمی ۲۸۷,۴۹۱,۱۰۵,۲۳۸,۵۹۲.۸۱ ریال بالغ می‌شود.
- سال ۱۴۴۳: تعداد مستمری‌بگیران مورد انتظار برابر با ۱۷۷.۲۹ نفر و جریان خروجی اسمی سالانه برابر با ۳۵۸,۱۵۹,۰۴۰,۰۱۳,۹۱۵.۶۹ ریال است.
- سال ۱۴۴۴ (سال پایانی پیش‌بینی): با وجود کاهش اندک در تعداد مستمری‌بگیران به دلیل مرگ‌ومیر و رسیدن آن به ۱۷۶.۵۵ نفر، جریان خروجی کل صندوق به دلیل انباشت ۲۵ درصدی نرخ رشد حقوق به رقم ۴۴۵,۸۳۳,۳۸۰,۶۸۶,۵۴۱.۶۲ ریال (حدود ۴۴۵.۸ تریلیون ریال) می‌رسد.

تحلیل روند و تفسیر فنی-بیم‌سنجی

تحلیل روند خروجی‌های صندوق بازنشستگی نشان‌دهنده چند واقعیت کلیدی در حوزه تعادل اکچوئریال است:

۱. اثر رشد مرکب حقوق و مستمری‌ها: افزایش شدید تعهدات از ۳۰.۶ میلیارد ریال به بیش از ۴۴۵.۸ تریلیون ریال در طول ۴۰ سال، عمدتاً ناشی از نرخ رشد سالانه ۲۵ درصدی است. این شتاب اسمی در سال‌های پایانی شبیه‌سازی (به‌ویژه بعد از سال ۱۴۴۰) شتابی هندسی به خود می‌گیرد که نشان‌دهنده حساسیت شدید مدل‌های صندوق به فرض تورم دستمزدها است.

۲. ریسک جمعیتی انباشته: تعداد مستمری‌بگیران از ۷۳ نفر در سال پایه به بیش از ۱۷۶ نفر در سال پایانی می‌رسد (بیش از دو برابر شدن جامعه مستمری‌بگیران). این در حالی است که پیش از این در بخش ۱۱ مشاهده شد که تعداد اعضای فعال پرداخت‌کننده حق‌بیمه تقریباً نصف شده و از ۴۰۲ نفر به ۲۰۷ نفر کاهش می‌یابد.

۳. تطبیق تراز واقعی و اسمی: اگرچه درآمدهای ورودی صندوق در بخش ۱۱ نیز تحت تأثیر نرخ رشد ۲۵ درصدی حقوق قرار داشت، اما مقایسه ساده ارقام نشان می‌دهد که شتاب رشد مصارف (به دلیل هم‌زمانی رشد مستمری و دو برابر شدن جمعیت مستمری‌بگیران) بسیار فراتر از درآمدها است. این پدیده، ناترازی شدیدی را در ساختار **PAYG** صندوق آشکار می‌سازد که جزئیات دقیق آن در بخش ۱۳ تحلیل خواهد شد.

کنترل‌ها و محدودیت‌های تحلیل

- ماهیت مورد انتظار جمعیت: استفاده از مقادیر اعشاری در تعداد مستمری‌بگیران (مانند ۱۷۶.۵۵ نفر) نشان‌دهنده رویکرد احتمالاتی (Probabilistic) و امید ریاضی جمعیت است و به معنای خطای محاسباتی نیست.
- محدودیت تعهدات ثانویه: در این شبیه‌سازی، فرض بر آن است که هزینه‌های درمانی، عیدی، سنوات پایان خدمت یا سایر تعهدات رفاهی خارج از مستمری مستقیم ماهانه در مدل وارد نشده‌اند؛ بنابراین هزینه واقعی خروجی در یک صندوق واقعی می‌تواند حتی از این ارقام نیز فراتر رود.
- تثبیت متغیرها: نرخ رشد مستمری به میزان ۲۵ درصد در کل افق پیش‌بینی ثابت فرض شده است، حال آنکه در واقعیت، متغیرهای کلان اقتصادی در بازه ۴۰ ساله نوسان خواهند داشت.

خروجی بخش و گام بعدی

تمام داده‌های تفصیلی و سال‌به‌سال پیش‌بینی مصارف صندوق در فایل اکسل زیر ذخیره شده است:

Pension_Outflow_Projection_1405_1444.xlsx

این فایل مرجع اصلی جریان‌های خروجی صندوق برای مراحل بعدی است. با در دست داشتن درآمدهای پیش‌بینی‌شده (بخش ۱۱) و مصارف پیش‌بینی‌شده (بخش ۱۲)، مدل اکنون آماده ورود به بخش ۱۳ (بررسی تراز مالی و نقطه سربه‌سر) است.

بخش ۱۳. تحلیل شکاف نقدینگی، تراز مالی و نقطه سربه‌سر

در این بخش، دو جریان اصلی مدل یعنی **درآمد حق‌بیمه** و **خروجی مستمری** در کنار یکدیگر قرار گرفته‌اند تا وضعیت واقعی نقدینگی صندوق، تراز سالانه، کسری انباشته و امکان تحقق نقطه سربه‌سر ارزیابی شود. این بخش در واقع نقطه اتصال تحلیل‌های جمعیتی و جریان‌های مالی است و نشان می‌دهد که آیا ساختار فعلی صندوق توان ایفای تعهدات خود را دارد یا خیر.

۱. مبانی داده و متغیرهای مورد استفاده

برای تحلیل تراز مالی، از دو فایل خروجی بخش‌های قبل استفاده شده است:

- فایل حق‌بیمه با ستون‌های:

  - Year
  - Active_Members
  - Total_Wage_Base
  - Contribution_Rate
  - Total_Contribution

- فایل مستمری با ستون‌های:

  - Year
  - Pensioners
  - Base_Pension_Column
  - Pension_Growth_Rate
  - Total_Pension_Outflow

در این چارچوب:

- **درآمد کل حق‌بیمه** برابر است با حاصل‌ضرب پایه دستمزد مشمول کسور در نرخ حق‌بیمه ۱۸ درصد.
- **خروجی کل مستمری** بر مبنای آخرین حقوق به‌عنوان پروکسی مستمری و با نرخ رشد ۲۵ درصدی محاسبه شده است.
- **تراز سالانه** از تفاضل درآمد و هزینه به‌دست می‌آید.
- **تراز تجمعی** نیز جمع جبری کسری‌ها و مازادهای سالانه در طول زمان است.

فرمول‌های اصلی به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$\textbf{Annual Gap}_{\mathbf{t}} = \textbf{Total Contribution}_{\mathbf{t}} - \textbf{Total Pension Outflow}_{\mathbf{t}}$$

$$\textbf{Cumulative Gap}_{\mathbf{t}} = \sum_{k=1405}^{t} \textbf{Annual Gap}_{\mathbf{k}}$$

۲. وضعیت نقدینگی در سال پایه ۱۴۰۵

در سال شروع پیش‌بینی، صندوق از همان ابتدا با **کسری نقدینگی** مواجه است. ارقام سال پایه چنین‌اند:

- درآمد حق‌بیمه: **۲۱,۸۷۷,۷۸۹,۵۲۵ تومان**
- هزینه مستمری: **۳۰,۶۲۹,۲۹۴,۵۲۸ تومان**
- تراز سالانه: **۸,۷۵۱,۵۰۵,۰۰۳- تومان**

این نتیجه نشان می‌دهد که نرخ حق‌بیمه ۱۸ درصدی، حتی در اولین سال افق پیش‌بینی، پاسخگوی تعهدات مستمری صندوق نیست. به بیان دیگر، صندوق در لحظه شروع تحلیل، وارد فاز **کسری عملیاتی** شده است و برای پرداخت کامل تعهدات سالانه نیازمند منبع مکمل است.

از منظر بیم‌سنجی، نسبت وابستگی در این سال حدود **۰.۲۴** است؛ یعنی تقریباً به ازای هر ۴ نفر عضو فعال، یک مستمری‌بگیر وجود دارد. با وجود آنکه این نسبت در ظاهر هنوز بحرانی به نظر نمی‌رسد، اما چون مبنای پرداخت مستمری‌ها با حقوق آخرین سال اشتغال مدل شده و نرخ رشد هزینه‌ها بالاست، همین نسبت نیز برای حفظ توازن مالی کافی نیست.

۳. روند کوتاه‌مدت و تشدید شکاف در سال‌های ابتدایی

در سال ۱۴۰۶:

- درآمد حق‌بیمه به **۲۶.۵ میلیارد تومان**
- هزینه مستمری به **۴۱.۱ میلیارد تومان**
- کسری سالانه به حدود **۱۴.۵ میلیارد تومان**

در سال ۱۴۰۷:

- تعداد مستمری‌بگیران با جهش جمعیتی به **۹۴.۱۵ نفر** افزایش می‌یابد
- هزینه مستمری به **۶۱.۷ میلیارد تومان** می‌رسد
- درآمد حق‌بیمه تنها **۳۱.۳ میلیارد تومان** است

این روند نشان می‌دهد که شکاف مالی نه‌تنها در سال پایه وجود دارد، بلکه در سال‌های ابتدایی نیز با شتاب بالا افزایش می‌یابد. بنابراین، ناترازی صندوق یک مشکل تدریجی و دوردست نیست، بلکه از همان آغاز افق پیش‌بینی فعال می‌شود.

۴. کسری تجمعی و فقدان نقطه سربه‌سر

در این مدل، **نقطه سربه‌سر عملاً مشاهده نمی‌شود**؛ زیرا صندوق از همان سال اول در وضعیت کسری قرار دارد و این کسری در سال‌های بعد نیز جبران نمی‌شود.

تا پایان سال ۱۴۰۷:

- کسری انباشته صندوق به **۵۳,۸۲۸,۹۱۷,۶۶۳ تومان** می‌رسد.

این رقم نشان می‌دهد که تنها در فاصله کمتر از سه سال، صندوق وارد یک ناترازی انباشته و شدید می‌شود. از نظر تحلیلی، این مقدار به‌خوبی بیانگر آن است که ساختار فعلی نه‌تنها فاقد مازاد اولیه است، بلکه ظرفیت جذب شوک‌های جمعیتی و مالی را نیز ندارد.

۵. افق بلندمدت و ابعاد بحران در سال ۱۴۴۴

در انتهای افق ۴۰ ساله، شکاف مالی صندوق به ابعاد بسیار بزرگ‌تری می‌رسد:

- درآمد نهایی حق‌بیمه: **۶۷.۹ هزار میلیارد تومان**
- هزینه نهایی مستمری: **۴۴۵.۸ هزار میلیارد تومان**
- کسری سالانه نهایی: حدود **۳۷۷.۹ هزار میلیارد تومان**

این اختلاف عظیم نشان می‌دهد که حتی رشد اسمی درآمدها نیز نمی‌تواند رشد سریع‌تر تعهدات را جبران کند. در واقع، اگرچه ورودی‌ها تحت تأثیر رشد حقوق افزایش می‌یابند، اما خروجی‌ها به‌دلیل هم‌زمانی رشد مستمری و افزایش تعداد مستمری‌بگیران، با سرعتی بسیار بیشتر رشد می‌کنند.

۶. تفسیر ساختاری شکاف مالی

تحلیل مالی این بخش چند نتیجه کلیدی را روشن می‌کند:

- **شکاف ساختاری:** چون هزینه‌ها از همان ابتدا بالاتر از درآمدها هستند، فاصله مالی به‌صورت نمایی بزرگ‌تر می‌شود.
- **اثر ترکیبی رشد:** اعمال رشد ۲۵ درصدی بر هر دو سمت درآمد و هزینه لزوماً به تعادل منجر نمی‌شود؛ زیرا نقطه شروع هزینه بالاتر است و جمعیت مستمری‌بگیر نیز سریع‌تر رشد می‌کند.
- **وابستگی شدید به پارامترهای اکچوئری:** در یک صندوق PAYG، کوچک‌ترین عدم‌تعادل در نرخ حق‌بیمه، سن بازنشستگی یا نرخ رشد مستمری، می‌تواند در افق بلندمدت به بحران نقدینگی تبدیل شود.

۷. نتیجه‌گیری بیم‌سنجی

بر اساس نتایج این بخش، صندوق در وضعیت فعلی از نظر نقدینگی **فاقد پایداری مالی** است و بدون مداخله اصلاحی، با کسری فزاینده و انباشته روبه‌رو خواهد شد. مهم‌ترین پیام تحلیلی این است که:

- افزایش نرخ حق‌بیمه به سطح فعلی کافی نیست؛
- رشد ۲۵ درصدی مستمری‌ها فشار هزینه‌ای بسیار سنگینی ایجاد کرده است؛
- نسبت پشتیبانی در بلندمدت کاهش می‌یابد و از سطح مطلوب برای یک نظام PAYG استاندارد فاصله می‌گیرد.

۸. محدودیت مهم مدل

باید توجه داشت که بخشی از شدت کسری ناشی از استفاده از Current_Annual_Salary به‌عنوان پروکسی مستمری واقعی است. بنابراین، ارقام این بخش را باید به‌عنوان **سقف تعهدات** تفسیر کرد. با این حال، حتی با درنظرگرفتن تعدیل احتمالی این فرض، جهت کلی نتیجه تغییر نمی‌کند: **صندوق در ساختار فعلی با ناترازی پایدار و عمیق مواجه است**.

۹) جمع‌بندی نهایی

بخش ۱۳ نشان می‌دهد که صندوق:

- از همان سال پایه وارد کسری نقدینگی می‌شود؛
- در کوتاه‌مدت کسری انباشته قابل‌توجهی ایجاد می‌کند؛
- و در افق بلندمدت به شکاف مالی بسیار بزرگ و غیرقابل‌چشم‌پوشی می‌رسد.

بنابراین، در وضعیت فعلی، **نقطه سربه‌سر تحقق نمی‌یابد** و اصلاحات پارامتریک یا ساختاری برای بازگرداندن صندوق به مسیر تعادل مالی ضروری است.

بخش ۱۴. تحلیل حساسیت و سناریوهای اصلاحی صندوق

هدف این بخش، سنجش میزان تاب‌آوری مالی صندوق در برابر تغییر مفروضات کلیدی است. در ادامه، اثر هم‌زمان دو متغیر تعیین‌کننده یعنی نرخ حق‌بیمه و نرخ رشد مستمری بر پایداری نقدینگی صندوق بررسی شده است. این تحلیل به‌ویژه از آن جهت اهمیت دارد که نشان می‌دهد ناترازی صندوق تا چه حد از طریق اصلاحات درآمدی یا کنترل سمت هزینه قابل کاهش است.

۱. چارچوب تحلیل و منطق سناریوسازی

در سناریوی مبنا، صندوق با:

- **نرخ حق‌بیمه ۱۸٪**
- **نرخ رشد مستمری ۲۵٪**

مدل‌سازی شده است.

برای تحلیل حساسیت، سه سطح برای هر پارامتر در نظر گرفته شد:

- نرخ حق‌بیمه: **۱۸٪، ۲۵٪، ۳۰٪**
- نرخ رشد مستمری: **۲۰٪، ۲۵٪، ۳۰٪**

در نتیجه، **۹ سناریوی ترکیبی** برای افق **۱۴۰۵ تا ۱۴۴۴** ارزیابی شد.

	Scenario_Name	Contribution_Rate	Pension_Growth_Rate	Base_Year_Balance	End_Year_Balance	End_Year_Cumulative_Balance	First_Annual_Deficit_Year	First_Cumulative_Deficit_Year	Minimum_Cumulative_Balance
0	۳: نرخ حق‌بیمه ۳۰٪ | الف: رشد مستمری ۲۰٪	0.30	0.20	5,833,688,014.00	22,403,997,474,962.31	38,638,709,465,808.37	1407	1408	-22,246,823,333,744.24
1	۲: نرخ حق‌بیمه ۲۵٪ | الف: رشد مستمری ۲۰٪	0.25	0.20	243,475,743.00-	3,548,339,593,783.27	58,811,484,584,360.44-	1405	1405	-62,359,824,178,143.70
2	۱: نرخ حق‌بیمه ۱۸٪ - مبنا | الف: رشد مستمری ۲۰٪	0.18	0.20	8,751,505,002.80-	22,849,581,439,867.41-	195,241,756,254,596.84-	1405	1405	-195,241,756,254,596.84
3	۳: نرخ حق‌بیمه ۳۰٪ | ب: رشد مستمری ۲۵٪ - مبنا	0.30	0.25	5,833,688,014.00	332,699,433,399,467.31-	1,653,847,261,290,333.25-	1407	1407	-1,653,847,261,290,333.25
4	۲: نرخ حق‌بیمه ۲۵٪ | ب: رشد مستمری ۲۵٪ - مبنا	0.25	0.25	243,475,743.00-	351,555,091,280,646.38-	1,751,297,455,340,502.50-	1405	1405	-1,751,297,455,340,502.50
5	۱: نرخ حق‌بیمه ۱۸٪ - مبنا | ب: رشد مستمری ۲۵٪ ...	0.18	0.25	8,751,505,002.80-	377,953,012,314,297.00-	1,887,727,727,010,738.50-	1405	1405	-1,887,727,727,010,738.50
6	۳: نرخ حق‌بیمه ۳۰٪ | ج: رشد مستمری ۳۰٪	0.30	0.30	5,833,688,014.00	1,944,996,107,807,947.75-	8,371,586,349,368,170.00-	1407	1407	-8,371,586,349,368,170.00
7	۲: نرخ حق‌بیمه ۲۵٪ | ج: رشد مستمری ۳۰٪	0.25	0.30	243,475,743.00-	1,963,851,765,689,126.75-	8,469,036,543,418,339.00-	1405	1405	-8,469,036,543,418,339.00
8	۱: نرخ حق‌بیمه ۱۸٪ - مبنا | ج: رشد مستمری ۳۰٪	0.18	0.30	8,751,505,002.80-	1,990,249,686,722,777.50-	8,605,466,815,088,574.00-	1405	1405	-8,605,466,815,088,574.00

خروجی هر سناریو شامل شاخص‌های زیر است:

- **Base_Year_Balance** : تراز نقدی سال پایه
- **End_Year_Balance** : تراز نقدی سال پایانی افق
- **End_Year_Cumulative_Balance** : تراز تجمعی کل دوره
- **First_Annual_Deficit_Year** : اولین سالی که هزینه از درآمد بیشتر می‌شود
- **First_Cumulative_Deficit_Year** : اولین سالی که تراز تجمعی منفی می‌شود
- **Minimum_Cumulative_Balance**: کمینه تراز تجمعی در طول افق

فرم کلی محاسبه نیز همچنان مبتنی بر تفاضل درآمد و هزینه است:

$$\mathbf{Annual\ Balance_t = Total\ Contribution_t - Total\ Pension\ Outflow_t}$$

$$\mathbf{Cumulative\ Balance_t} = \sum_{k=1405}^{t} \mathbf{Annual\ Balance_k}$$

۲. تفسیر مفهومی شاخص‌های خروجی

برای تفسیر نتایج، هر ستون معنای خاصی دارد:

- **Base_Year_Balance** نشان می‌دهد صندوق در سال ۱۴۰۵ مازاد دارد یا کسری.

  عدد مثبت یعنی درآمد سال پایه بیش از هزینه است و عدد منفی یعنی صندوق از ابتدا در کسری قرار دارد.

- **End_Year_Balance** فقط وضعیت آخرین سال افق را نشان می‌دهد.

  این شاخص برای سنجش وضعیت لحظه‌ای پایان دوره مهم است، اما به‌تنهایی بیانگر پایداری نیست.

- **End_Year_Cumulative_Balance** مهم‌ترین شاخص پایداری مالی است.

  اگر این عدد منفی باشد، یعنی در کل دوره، کسری‌ها بر مازادها غلبه کرده‌اند و صندوق برای ایفای تعهدات نیازمند منابع بیرونی بوده است.

- **First_Annual_Deficit_Year** سالی را نشان می‌دهد که از آن به بعد، هزینه مستمری از درآمد حق‌بیمه پیشی می‌گیرد.
- **First_Cumulative_Deficit_Year** سالی را مشخص می‌کند که از آن به بعد، تراز تجمعی صندوق منفی می‌شود.

---

۳. یافته‌های کلیدی عددی

بهترین سناریو

ترکیب:

- **نرخ حق‌بیمه ۳۰٪**
- **نرخ رشد مستمری ۲۰٪**

بهترین نتیجه را در میان ۹ سناریو دارد. در این حالت:

- تراز پایه سال ۱۴۰۵ برابر با **۵,۸۳۳,۶۸۸,۰۱۴ تومان مثبت** است.
- تراز سال پایانی به **۲۲,۴۰۳,۹۹۷,۴۷۴,۹۶۲ تومان** می‌رسد.
- تراز تجمعی پایان دوره نیز حدود **۳۸,۶۳۸,۷۰۹,۴۶۵,۸۰۸ تومان مثبت** است.

با این حال، حتی این سناریوی مطلوب نیز از نظر نقدینگی کاملاً بی‌نقص نیست:

- **اولین کسری سالانه** در سال **۱۴۰۷**
- **اولین کسری تجمعی** در سال **۱۴۰۸**

رخ می‌دهد. بنابراین، مثبت بودن تراز نهایی به‌معنای پایداری کامل در تمام طول افق نیست؛ بلکه تنها نشان می‌دهد که این سناریو نسبت به سایر گزینه‌ها کمتر ناپایدار است.

بدترین سناریو

ترکیب:

- **نرخ حق‌بیمه ۱۸٪**
- **نرخ رشد مستمری ۳۰٪**

بدترین وضعیت مالی را ایجاد می‌کند. در این حالت:

- تراز پایه سال ۱۴۰۵ برابر با **۸,۷۵۱,۵۰۵,۰۰۳- تومان**
- تراز سال پایانی برابر با **۱,۹۹۰,۲۴۹,۶۸۶,۷۲۲,۷۷۸- تومان**
- تراز تجمعی پایان دوره برابر با **۸,۶۰۵,۴۶۶,۸۱۵,۰۸۸,۵۷۴- تومان**

است. این سناریو نشان می‌دهد که اگر هم‌زمان درآمدها پایین و رشد هزینه‌ها بالا باشد، صندوق وارد یک ناترازی عمیق و فزاینده می‌شود.

۴ تحلیل اثربخشی اصلاحات درآمدی

افزایش نرخ حق‌بیمه از **۱۸٪ به ۳۰٪** اثر مستقیم و مثبتی بر تراز مالی دارد. برای نمونه، در سناریوی رشد مستمری ۲۰٪:

- تراز سال پایه از **۸.۷ میلیارد تومان کسری** به **۵.۸ میلیارد تومان مازاد** تغییر می‌کند.

این تغییر نشان می‌دهد که اصلاح درآمدی می‌تواند در کوتاه‌مدت وضعیت را بهبود دهد.

با این حال، داده‌ها به‌وضوح نشان می‌دهند که **افزایش نرخ حق‌بیمه به‌تنهایی برای مهار بحران بلندمدت کافی نیست؛** زیرا هزینه‌ها نیز با نرخ بالا و به‌صورت مرکب رشد می‌کنند.

به‌عبارت دیگر، اصلاح درآمدی فقط زمان بروز بحران را عقب می‌اندازد، اما اگر سمت هزینه کنترل نشود، ناترازی نهایتاً بازتولید می‌شود.

۵. تحلیل اثربخشی اصلاحات هزینه‌ای

کاهش نرخ رشد مستمری از **۳۰٪ به ۲۰٪** اثر بسیار عمیق‌تری بر پایداری صندوق دارد.

این نتیجه از آن جهت مهم است که مستمری‌ها در هر سال بر پایه سال قبل رشد می‌کنند و بنابراین تفاوت چند واحد درصدی در نرخ رشد، در بلندمدت به شکافی بسیار بزرگ تبدیل می‌شود.

در سناریوهای دارای رشد ۲۰٪:

- سرعت انباشت کسری بسیار کمتر است،
- شیب نزولی تراز تجمعی ملایم‌تر می‌شود،
- و صندوق دیرتر وارد فاز بحرانی می‌شود.

بنابراین، از منظر بیم‌سنجی، **کنترل رشد مستمری‌ها مهم‌ترین اهرم برای مهار بحران مالی** است. این کنترل می‌تواند از طریق اصلاح فرمول تعدیل مستمری، هم‌راستاسازی رشد مستمری با توان مالی صندوق، یا بازنگری در سازوکار افزایش سالانه انجام شود.

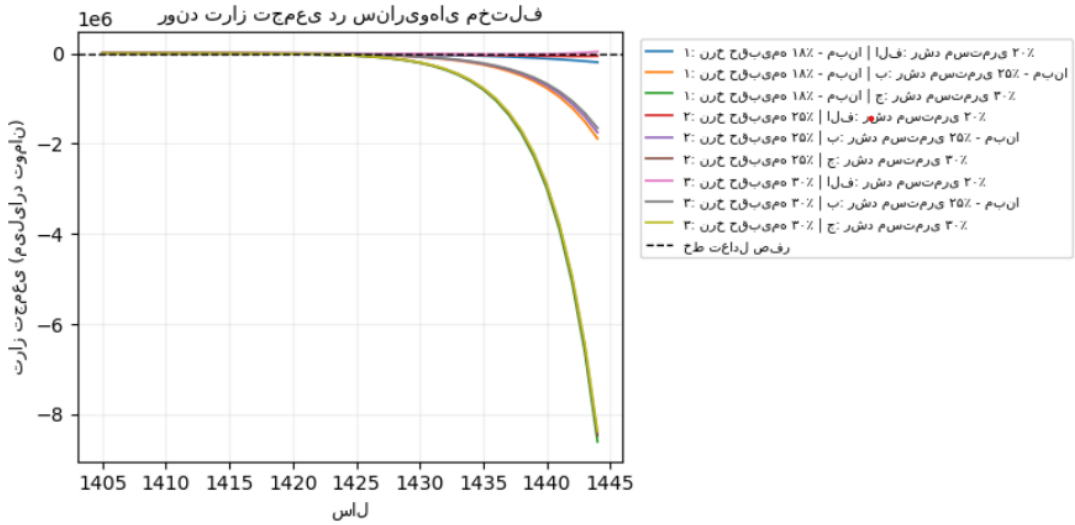
۶. جمع‌بندی سناریویی

نتایج ۹ سناریو را می‌توان به‌صورت تحلیلی چنین خلاصه کرد:

- **سناریوی ۳۰٪ حق‌بیمه و ۲۰٪ رشد مستمری** تنها سناریویی است که در پایان افق، تراز تجمعی مثبت دارد.
- **سناریوی ۲۵٪ حق‌بیمه و ۲۰٪ رشد مستمری** با وجود بهبود نسبت به مبنا، همچنان در پایان دوره دارای کسری تجمعی قابل توجه است.
- **سناریوی مبنا** یعنی ۱۸٪ حق‌بیمه و ۲۵٪ رشد مستمری، از همان سال ۱۴۰۵ با کسری آغاز می‌شود و در کل دوره به ناترازی عمیق می‌رسد.
- **بدترین سناریو** یعنی ۱۸٪ حق‌بیمه و ۳۰٪ رشد مستمری، شدیدترین افت را ایجاد می‌کند و از نظر مالی کاملاً بحرانی است.

این نتایج نشان می‌دهد که **افزایش حق‌بیمه و کنترل رشد مستمری باید به‌صورت ترکیبی** اعمال شوند. اتکا به یک اصلاح منفرد، برای بازگرداندن صندوق به مسیر پایداری کافی نیست.

۷. تحلیل نمودار اول: مقایسه تراز تجمعی سناریوها



نمودار اول مسیر تراز تجمعی را برای همه سناریوها در افق ۱۴۰۵ تا ۱۴۴۴ نمایش می‌دهد. از این نمودار چند الگوی مهم قابل استخراج است:

مرحله اول: پایداری نسبی در کوتاه‌مدت

در حدود سال‌های **۱۴۰۵ تا ۱۴۲۵**، منحنی‌ها نسبتاً نزدیک به هم و در حوالی محور صفر قرار دارند. این وضعیت نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، فشار مالی هنوز به‌طور کامل به سطح بحرانی نرسیده است.

مرحله دوم: آغاز واگرایی

از حدود **۱۴۲۵ به بعد**، منحنی‌ها به‌تدریج از هم فاصله می‌گیرند. در این مرحله، اثر تفاوت نرخ رشد مستمری و نرخ حق‌بیمه آشکار می‌شود.

مرحله سوم: ورود به فاز سقوط نمایی

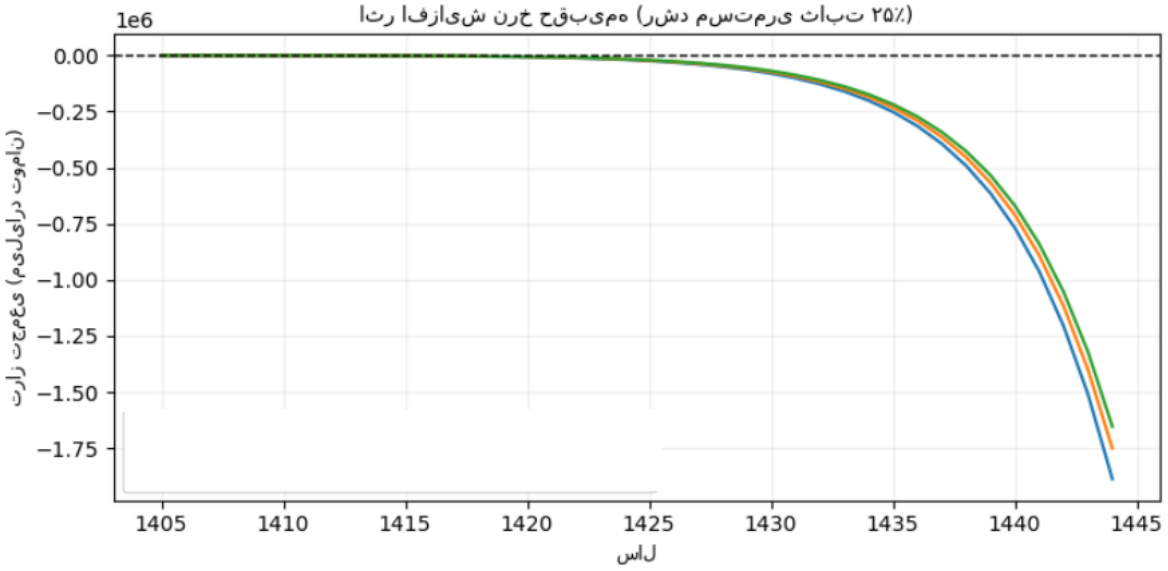
در سال‌های پایانی، به‌ویژه برای سناریوهای با رشد مستمری ۳۰٪، تراز تجمعی با شیب بسیار شدید سقوط می‌کند. این الگو نشان می‌دهد که رشد مرکب هزینه‌ها از توان جبرانی درآمدها بسیار فراتر رفته است.

نتیجه تحلیلی نمودار اول

این نمودار اثبات می‌کند که:

- افزایش نرخ حق‌بیمه می‌تواند سقوط را به تعویق بیندازد،
- اما **کنترل رشد مستمری** عامل تعیین‌کننده‌تری در حفظ پایداری بلندمدت است،
- و تنها ترکیب **حق‌بیمه ۳۰٪** + **رشد مستمری ۲۰٪** توانسته تراز نهایی مثبت ایجاد کند.

۸. تحلیل نمودار دوم: اثر نرخ حق‌بیمه در رشد مستمری ۲۵٪



در این نمودار، نرخ رشد مستمری ثابت و برابر **۲۵٪** فرض شده و فقط نرخ حق‌بیمه در سه سطح **۱۸٪**، **۲۵٪ و ۳۰٪** تغییر کرده است.

مشاهده کلیدی

تا حدود سال **۱۴۲۵**، تفاوت منحنی‌ها محدود است و صندوق هنوز از نظر ظاهری تاب‌آوری نسبی دارد.

اما از حدود **۱۴۲۸** به بعد، شکاف میان درآمد و هزینه آشکار می‌شود و منحنی‌ها وارد فاز نزولی می‌گردند.

تفسیر بیم‌سنجی

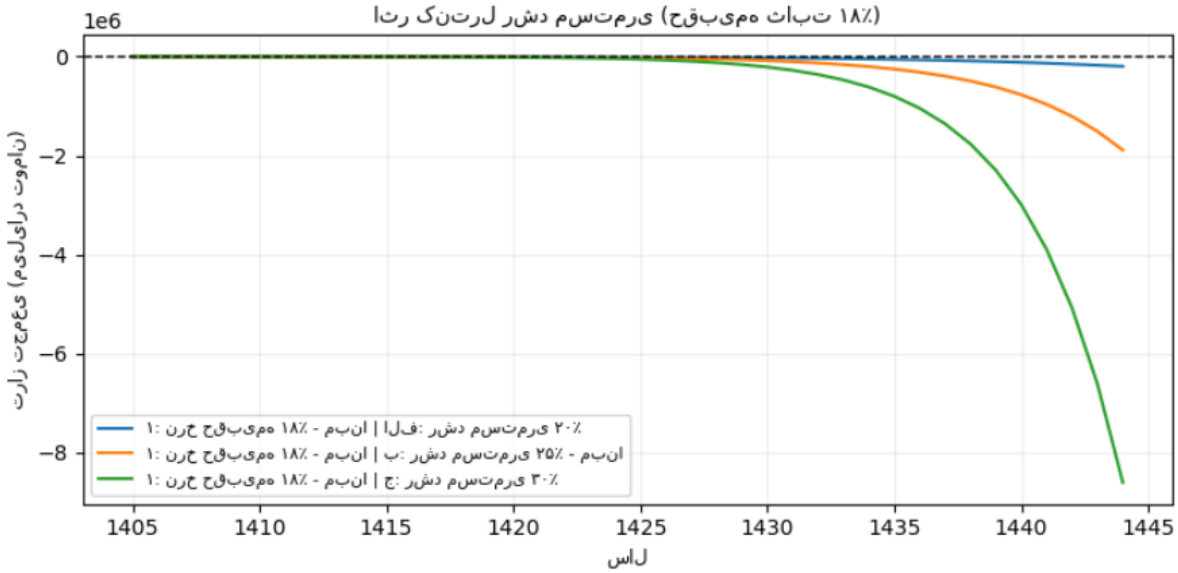
- افزایش نرخ حق‌بیمه از ۱۸٪ به ۳۰٪، فقط سرعت افت را کمتر می‌کند.
- این اصلاح، زمان رسیدن به بحران را کمی به تأخیر می‌اندازد، اما مانع فروپاشی نمی‌شود.
- در سال ۱۴۴۴، هر سه سناریو به کسری بسیار سنگین می‌رسند.

نتیجه مدیریتی

این نمودار نشان می‌دهد که **اصلاحات درآمدی به‌تنهایی استراتژی کافی برای بقا نیستند**.

اگر رشد مستمری کنترل نشود، حتی افزایش قابل توجه حق‌بیمه نیز نمی‌تواند شکاف مالی بلندمدت را پر کند.

۹. تحلیل نمودار سوم: اثر کنترل رشد مستمری در نرخ حق‌بیمه ثابت ۱۸٪



در این نمودار، نرخ حق‌بیمه در همه سناریوها ثابت و برابر **۱۸٪** نگه داشته شده و فقط نرخ رشد مستمری در سه سطح **۲۰٪**، **۲۵٪ و ۳۰٪** تغییر یافته است.

رفتار کوتاه‌مدت

در سال‌های ابتدایی، منحنی‌ها تقریباً هم‌پوشان‌اند. این هم‌پوشانی نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، تفاوت نرخ رشد مستمری هنوز به‌طور کامل در تراز تجمعی ظاهر نشده است.

نقطه تغییر رژیم

از حدود سال‌های **۱۴۲۷ تا ۱۴۳۲**، اثر رشد مرکب مستمری خود را نشان می‌دهد. در این بازه:

- سناریوی ۲۰٪ کندتر به سمت کسری می‌رود،
- سناریوی ۲۵٪ با شتاب بیشتری افت می‌کند،
- و سناریوی ۳۰٪ وارد سقوط بسیار شدید می‌شود.

تفسیر نهایی

این نمودار به‌وضوح نشان می‌دهد که:

- کنترل رشد مستمری، اثر بسیار بیشتری نسبت به تغییرات محدود در نرخ حق‌بیمه دارد؛
- هر ۵ واحد درصد افزایش در رشد مستمری، در افق بلندمدت به تفاوتی بسیار بزرگ در کسری انباشته منجر می‌شود؛
- بنابراین، **مهار رشد مستمری یکی از مهم‌ترین ابزارهای کنترل ریسک پایداری مالی** است.

۱۰. محدودیت‌های تحلیلی

این تحلیل حساسیت، مانند سایر بخش‌های مدل، بر پایه چند فرض کلیدی انجام شده است:

- جمعیت، ورود و خروج اعضا، و الگوی بازنشستگی مطابق سناریوی پایه ثابت فرض شده‌اند.
- اثر تورم، نوسان‌های اقتصادی و شوک‌های سیاستی به‌صورت صریح وارد مدل نشده است.
- مستمری‌ها بر اساس Current_Annual_Salary به‌عنوان proxy برآورد شده‌اند؛ بنابراین ارقام هزینه‌ای محافظه‌کارانه و سقفی هستند.
- نتایج برای **مقایسه سیاست‌ها** معتبرند، اما برای تصمیم‌گیری نهایی باید با سناریوهای ترکیبی و آزمون‌های تنش تکمیل شوند.

۱۱. جمع‌بندی نهایی و دلالت‌های سیاستی

تحلیل حساسیت نشان می‌دهد که صندوق با یک **بحران نقدینگی کوتاه‌مدت** و یک **ناترازی ساختاری بلندمدت** روبه‌رو است.

مهم‌ترین نتیجه‌های سیاستی عبارت‌اند از:

- افزایش نرخ حق‌بیمه برای بهبود فوری وضعیت نقدی ضروری است.
- کنترل رشد مستمری برای جلوگیری از انباشت کسری در افق بلندمدت حیاتی‌تر است.
- اصلاحات باید **ترکیبی** باشند؛ یعنی هم سمت درآمد و هم سمت هزینه را هدف بگیرند.
- در غیاب این اصلاحات، صندوق در افق ۴۰ ساله به سمت **ورشکستگی فنی** حرکت می‌کند.

به‌صورت خلاصه، این بخش نشان می‌دهد که پایداری صندوق نه با افزایش صرف حق‌بیمه، و نه با کنترل صرف هزینه، بلکه با طراحی هم‌زمان اصلاحات درآمدی و هزینه‌ای قابل دستیابی است.

۱۲. فایل خروجی

نتایج کامل این تحلیل در فایل زیر ذخیره شده است:

Sensitivity_Analysis_PAYG_DB_1405_1444.xlsx

بخش ۱۵. تدوین گزارش مدیریتی نهایی

این بخش، جمع‌بندی مدیریتی مدل صندوق بازنشستگی را با هدف ارائه به تصمیم‌گیران و استفاده در گزارش نهایی پروژه تدوین می‌کند. در این مرحله، خروجی‌های کمی مدل به زبان مدیریتی ترجمه شده‌اند تا تصویر روشن‌تری از وضعیت پایداری مالی صندوق، شدت ناترازی، و اثربخشی سناریوهای اصلاحی ارائه شود.

۱. هدف گزارش مدیریتی

هدف این گزارش آن است که نشان دهد صندوق در سناریوی مبنا چه وضعیتی دارد، در کدام نقاط زمانی وارد کسری می‌شود، شدت بحران نقدینگی تا چه حد است، و کدام ترکیب اصلاحی می‌تواند بیشترین اثر را بر بهبود پایداری مالی داشته باشد.

بنابراین، این بخش صرفاً یک گزارش عددی نیست؛ بلکه ابزار تصمیم‌سازی برای مدیریت صندوق است.

۲. خلاصه سناریوی مبنا

در سناریوی مبنا، مفروضات اصلی به‌صورت زیر در نظر گرفته شده‌اند:

- نرخ حق‌بیمه: ۱۸ درصد
- نرخ رشد مستمری: ۲۵ درصد

بر اساس نتایج مدل:

- **اولین کسری سالانه** در سال ۱۴۰۵ رخ می‌دهد.
- **اولین کسری تجمعی** نیز در سال ۱۴۰۵ مشاهده می‌شود.
- **مانده تجمعی پایان دوره** برابر با **۱,۸۸۷,۷۲۷,۷۲۷,۰۱۰,۷۳۸-** تومان است.
- **حداقل مانده تجمعی** نیز دقیقاً همین مقدار است؛ یعنی صندوق از همان ابتدا وارد عمیق‌ترین سطح ناترازی شده و هیچ‌گاه بهبود معناداری را تجربه نکرده است.
- **نسبت پشتیبانی در پایان دوره** به **۱.۱۷** کاهش می‌یابد.

این نتایج نشان می‌دهد که در سناریوی مبنا، صندوق از همان سال نخست در وضعیت ناترازی عملیاتی قرار دارد و در طول افق بررسی، این ناترازی نه‌تنها برطرف نمی‌شود، بلکه به‌صورت تجمعی تشدید می‌گردد.

۳. تفسیر مدیریتی سناریوی مبنا

از منظر مدیریت صندوق، سناریوی مبنا بیانگر یک وضعیت هشدار جدی است.

وقتی اولین کسری سالانه و اولین کسری تجمعی هر دو در همان سال ۱۴۰۵ رخ می‌دهند، به این معناست که:

- منابع جاری صندوق برای پوشش تعهدات جاری کافی نیست،
- صندوق از همان ابتدا به منابع بیرونی یا ذخایر قبلی وابسته می‌شود،
- و روند مالی آن در صورت عدم مداخله اصلاحی، به سمت ناترازی ساختاری پیش می‌رود.

همچنین کاهش نسبت پشتیبانی به **۱.۱۷** در پایان افق، نشان‌دهنده کاهش شدید پایه بیمه‌پردازان نسبت به مستمری‌بگیران است؛ مسئله‌ای که فشار مضاعفی بر درآمدهای حق‌بیمه‌ای وارد می‌کند و ظرفیت تأمین مالی صندوق را تضعیف می‌سازد.

۴. سناریوی برتر از منظر مانده تجمعی پایان دوره

بر اساس نتایج تحلیل، بهترین سناریو از نظر **مانده تجمعی پایان دوره** عبارت است از:

- **سناریوی ۳: نرخ حق‌بیمه ۳۰٪ | رشد مستمری ۲۰٪**

در این سناریو:

- نرخ حق‌بیمه به **۳۰ درصد** افزایش یافته است.
- نرخ رشد مستمری به **۲۰ درصد** کاهش یافته است.
- **مانده تجمعی پایان دوره** به **۳۸,۶۳۸,۷۰۹,۴۶۵,۸۰۸.۳۷ تومان** می‌رسد.
- **اولین کسری تجمعی** در سال **۱۴۰۸** رخ می‌دهد.

این سناریو بهترین نتیجه را در میان گزینه‌های بررسی‌شده ایجاد کرده است، زیرا هم‌زمان دو اهرم اصلی اصلاح مالی را به کار گرفته است:

۱. **تقویت سمت درآمد** از طریق افزایش نرخ حق‌بیمه
۲. **مهار سمت هزینه** از طریق کاهش نرخ رشد مستمری

۵. تفسیر مدیریتی سناریوی برتر

اگرچه این سناریو در پایان افق دارای مانده تجمعی مثبت است، اما ثبت اولین کسری تجمعی در سال **۱۴۰۸** نشان می‌دهد که حتی در بهترین حالت نیز صندوق در سال‌های ابتدایی با فشار نقدینگی مواجه خواهد بود.

بنابراین، مثبت بودن مانده نهایی به‌تنهایی به معنای رفع کامل بحران نیست؛ بلکه فقط نشان می‌دهد که ترکیب اصلاحی منتخب، توانسته مسیر مالی صندوق را نسبت به سایر سناریوها به شکل محسوسی بهبود دهد.

از منظر مدیریتی، این نتیجه اهمیت بسیار زیادی دارد، زیرا نشان می‌دهد:

- افزایش صرف حق‌بیمه، بدون کنترل هزینه‌ها، کافی نیست؛
- کنترل رشد مستمری، نقشی تعیین‌کننده در پایداری بلندمدت دارد؛
- و اصلاحات باید هم‌زمان در دو سمت درآمد و هزینه اعمال شوند.

۶. جمع‌بندی مقایسه‌ای بین سناریوی مبنا و سناریوی برتر

مقایسه دو وضعیت اصلی مدل، پیام مدیریتی بسیار روشنی دارد:

- در **سناریوی مبنا**، صندوق از همان سال ۱۴۰۵ وارد کسری می‌شود و مانده تجمعی پایان دوره به سطحی بسیار منفی و بحرانی می‌رسد.
- در **سناریوی برتر**، با افزایش نرخ حق‌بیمه به ۳۰ درصد و کاهش رشد مستمری به ۲۰ درصد، وضعیت نهایی صندوق به‌طور معناداری بهبود می‌یابد و مانده تجمعی پایان دوره مثبت می‌شود.

این مقایسه ثابت می‌کند که:

- **افزایش حق‌بیمه به‌تنهایی** ابزار کافی برای احیای پایداری صندوق نیست.
- **کنترل رشد مستمری** اهرم مؤثرتر و تعیین‌کننده‌تری است.
- **ترکیب اصلاحات درآمدی و هزینه‌ای** تنها مسیر قابل اتکا برای بهبود وضعیت مالی صندوق در افق بلندمدت است.

۷. پیام کلیدی برای تصمیم‌گیران

پیام اصلی این گزارش مدیریتی آن است که صندوق در وضعیت فعلی، با یک **ناترازی ساختاری** مواجه است، نه صرفاً یک کسری موقتی.

در چنین شرایطی، اقدامات کوتاه‌مدت نظیر افزایش محدود درآمدها، اگر با اصلاحات سمت هزینه همراه نباشند، تنها بحران را به تعویق می‌اندازند.

از این رو، برای تصمیم‌گیری مدیریتی پیشنهاد می‌شود:

- نرخ حق‌بیمه بازنگری شود،
- فرمول رشد مستمری‌ها کنترل و بازتنظیم گردد،
- و سیاست اصلاحی به‌صورت هم‌زمان بر افزایش منابع و مهار مصارف متمرکز شود.

۸. نتیجه‌گیری نهایی

نتیجه نهایی مدل نشان می‌دهد که صندوق در سناریوی مبنا از سال نخست با کسری روبه‌روست و در کل افق بررسی، تراز تجمعی به‌شدت منفی باقی می‌ماند.

در مقابل، بهترین سناریوی اصلاحی یعنی حق‌بیمه ۳۰ درصد و رشد مستمری ۲۰ درصد توانسته است وضعیت پایان دوره را به تراز مثبت برساند؛ هرچند کسری تجمعی در میانه مسیر همچنان رخ می‌دهد.

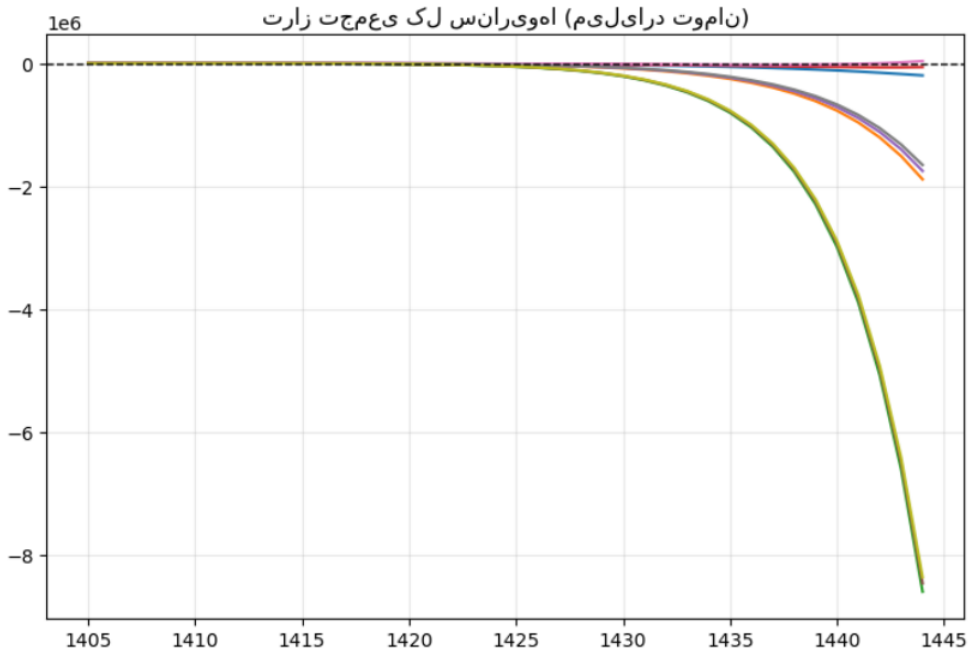
بنابراین، جمع‌بندی مدیریتی بخش ۱۵ چنین است:

پایداری صندوق تنها از مسیر اصلاح هم‌زمان نرخ حق‌بیمه و نرخ رشد مستمری قابل دستیابی است، و کنترل رشد مستمری مهم‌ترین اهرم برای جلوگیری از تعمیق ناترازی در افق بلندمدت محسوب می‌شود.

بخش ۱۶. داشبورد نهایی و گزارش تحلیلی مدیریتی

این بخش، جمع‌بندی بصری و تحلیلی مدل صندوق بازنشستگی را در قالب یک داشبورد مدیریتی ارائه می‌کند تا وضعیت پایداری مالی صندوق در افق ۲۰ ساله به‌صورت سریع، قابل‌فهم و تصمیم‌محور قابل ارزیابی باشد. منطق این داشبورد بر این اصل استوار است که رفتار مالی صندوق حاصل برهم‌کنش هم‌زمان جمعیت، درآمد حق‌بیمه، و رشد مصارف مستمری است؛ بنابراین هر نمودار، بخشی از این زنجیره علی را روشن می‌کند.

۱.تحلیل نمودار تراز تجمعی کل سناریوها

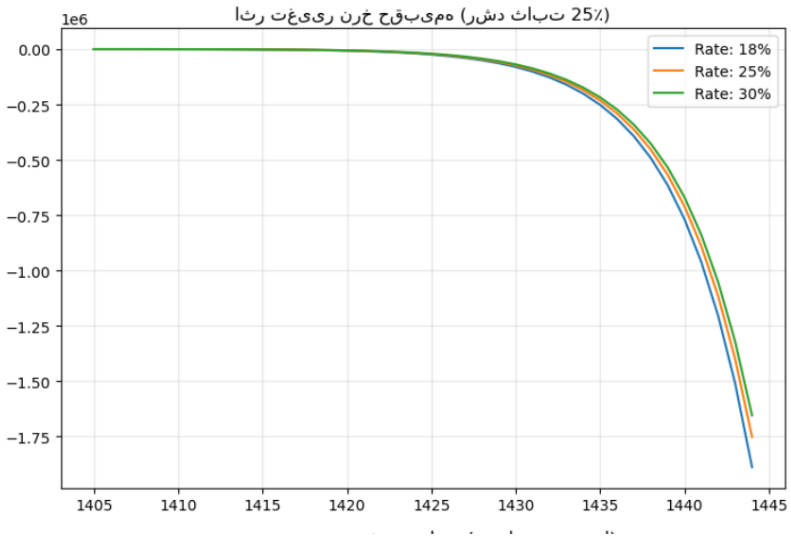


نمودار نخست نشان می‌دهد که مسیرهای سناریویی در سال‌های ابتدایی افق، ظاهراً به هم نزدیک‌اند؛ اما با گذشت زمان، اختلاف‌های کوچک در مفروضات به واگرایی‌های بسیار بزرگ در تراز تجمعی منجر می‌شود. این پدیده از منظر بیم‌سنجی بسیار مهم است، زیرا بیان می‌کند که خطا یا تغییر جزئی در مفروضات سیاستی، در بلندمدت اثر تصاعدی پیدا می‌کند.

در بازه ابتدایی، صندوق هنوز در ظاهر دارای نوعی ثبات است؛ اما از نیمه دوم افق، سناریوها به‌وضوح از هم جدا می‌شوند و اغلب آن‌ها به سمت کسری‌های عمیق حرکت می‌کنند. این الگو نشان می‌دهد که بحران صندوق صرفاً یک نوسان مقطعی نیست، بلکه ریشه در ناترازی ساختاری و انباشت تدریجی فشار مالی دارد.

از دید مدیریتی، این نمودار پیام روشنی دارد: تصمیمات امروز، آثار واقعی خود را با تأخیر چندساله نشان می‌دهند و همین تأخیر، اصلاح به‌موقع را ضروری می‌سازد.

۲. تحلیل اثر نرخ حق‌بیمه با فرض رشد مستمری ثابت ۲۵٪

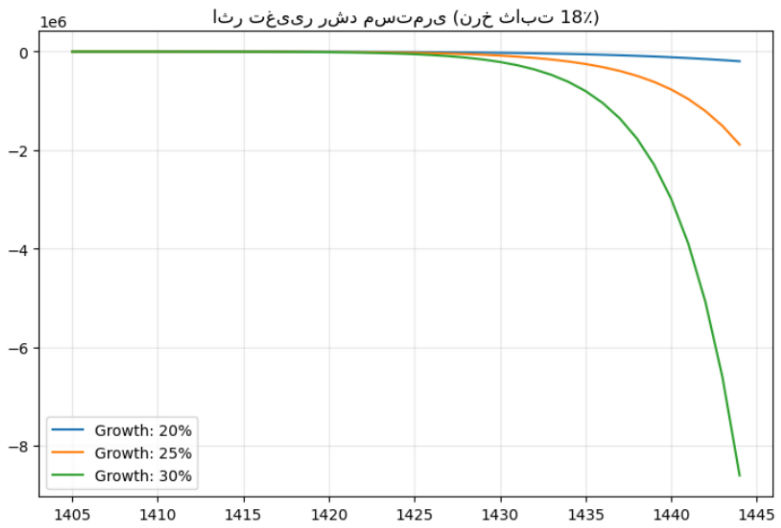


نمودار دوم اثر افزایش درآمدهای حق‌بیمه‌ای را بررسی می‌کند. در اینجا مشاهده می‌شود که افزایش نرخ حق‌بیمه از ۱۸٪ به ۳۰٪، گرچه تراز تجمعی را بهبود می‌دهد و زمان ورود به کسری را تا حدی عقب می‌اندازد، اما **مسیر کلی نزولی صندوق را** متوقف نمی‌کند.

این نتیجه از نظر طراحی صندوق اهمیت زیادی دارد، زیرا نشان می‌دهد که مشکل اصلی، صرفاً کمبود درآمد نیست. اگرچه تقویت سمت درآمد ضروری است، اما وقتی رشد مصارف مستمری با شیب بالا ادامه می‌یابد، افزایش حق‌بیمه فقط نقش تسکین‌دهنده موقت دارد نه درمان ریشه‌ای.

بنابراین، این نمودار تأیید می‌کند که اصلاح درآمدی به‌تنهایی برای بازگرداندن پایداری کافی نیست.

۳. تحلیل اثر رشد مستمری با فرض نرخ حق‌بیمه ثابت ۱۸٪

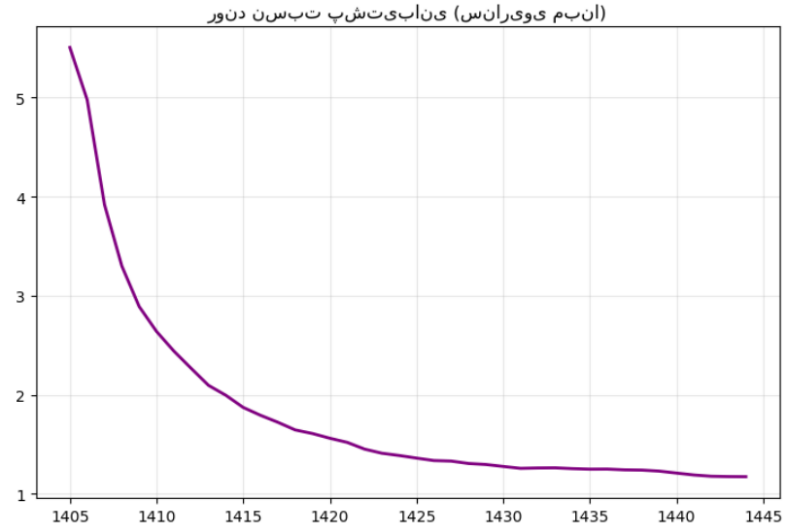


نمودار سوم حساس‌ترین متغیر مدل را آشکار می‌کند. مقایسه رشد ۲۰٪، ۲۵٪ و ۳۰٪ در مستمری‌ها نشان می‌دهد که اختلاف‌های ظاهراً محدود در نرخ رشد، در پایان دوره به شکاف‌های بسیار بزرگ در مانده تجمعی تبدیل می‌شوند. در سناریوی ۳۰٪، منحنی با شتاب بسیار بیشتری سقوط می‌کند و بحران زودتر و عمیق‌تر بروز می‌یابد.

از منظر بیم‌سنجی، این نمودار مهم‌ترین پیام داشبورد را منتقل می‌کند: **کنترل سمت هزینه، اثرگذارترین اهرم پایداری است**. به بیان ساده‌تر، اگر رشد مستمری‌ها مهار نشود، حتی افزایش قابل‌توجه حق‌بیمه نیز نمی‌تواند صندوق را از مسیر ناترازی خارج کند.

این یافته به‌وضوح نشان می‌دهد که مدیریت تعهدات آتی، اصلاح فرمول‌های تعدیل مستمری و بازنگری در سیاست رشد مزایا، نقشی بنیادی‌تر از افزایش صرف درآمد دارد.

۴. تحلیل درآمد حق‌بیمه در برابر هزینه مستمری در سناریوی مبنا



نمودار چهارم شکاف عملیاتی صندوق را به‌صورت مستقیم نمایش می‌دهد. در این نمودار، درآمد حق‌بیمه با شیبی ملایم‌تر حرکت می‌کند، در حالی که هزینه مستمری با شیبی بسیار تندتر و تقریباً نمایی افزایش می‌یابد. همین تفاوت شیب، منطق بحران نقدینگی صندوق را توضیح می‌دهد.

نقطه تقاطع دو منحنی، لحظه‌ای است که درآمد جاری دیگر قادر به پوشش مصارف جاری نیست. پس از آن، صندوق ناگزیر می‌شود برای پرداخت تعهدات خود از ذخایر استفاده کند؛ فرآیندی که به‌تدریج به **ذوب شدن دارایی‌ها** و تشدید بحران منجر می‌شود.

از منظر مدیریتی، این نمودار بیانگر آن است که صندوق در سناریوی مبنا نه با یک کسری موقتی، بلکه با **عدم‌تعادل پایدار بین جریان ورودی و خروجی** مواجه است.

۵. تحلیل روند نسبت پشتیبانی

نمودار پنجم ریشه جمعیت‌شناختی بحران را روشن می‌کند. نسبت پشتیبانی در طول افق کاهش می‌یابد و این کاهش نشان می‌دهد که تعداد بیمه‌پردازان فعال نسبت به مستمری‌بگیران به‌تدریج کمتر می‌شود. هرچه این نسبت به عدد ۱ نزدیک‌تر شود، فشار تأمین مالی بر شاغلان باقی‌مانده شدیدتر می‌شود.

از دید بیم‌سنجی، این شاخص یکی از بنیادی‌ترین متغیرهای هشداردهنده است. وقتی نسبت پشتیبانی به حوالی ۱ یا کمتر میل می‌کند، ساختار PAYG تحت فشار جدی قرار می‌گیرد، زیرا هر شاغل باید سهمی فزاینده از بار مستمری‌بگیران را تحمل کند.

این نمودار نشان می‌دهد که بدون اصلاحات ساختاری مانند بازنگری در سن بازنشستگی، افزایش مشارکت بیمه‌ای، یا مدیریت ورودی و خروجی جمعیت، پایداری بلندمدت صندوق قابل اتکا نخواهد بود.

۶. جمع‌بندی مدیریتی داشبورد

جمع‌بندی داشبورد روشن است: صندوق در وضعیت **هشدار جدی** قرار دارد. واگرایی سناریوها، رشد شدید مصارف، ضعف نسبی درآمدهای حق‌بیمه‌ای، و کاهش نسبت پشتیبانی همگی نشان می‌دهند که بحران صندوق ساختاری است، نه مقطعی.

پیام مدیریتی اصلی این است که:

- **افزایش صرف نرخ حق‌بیمه** به‌تنهایی راه‌حل پایدار نیست.
- **کنترل رشد مستمری** اثرگذارترین اهرم اصلاحی است.
- اصلاحات باید **ترکیبی** باشند و هم‌زمان سمت درآمد، سمت هزینه و پارامترهای بازنشستگی را هدف بگیرند.
- اتکای بیش از حد به افزایش حق‌بیمه می‌تواند به فرار بیمه‌ای و فشار مضاعف بر بازار کار منجر شود.

۷. نتیجه نهایی

داشبورد نهایی نشان می‌دهد که صندوق در افق بررسی، با یک ناترازی عمیق و تدریجی مواجه است. اگر اصلاحات پارامتریک و ساختاری به‌موقع اعمال نشوند، شکاف بین منابع و مصارف در سال‌های آینده تشدید خواهد شد و پایداری مالی صندوق به خطر می‌افتد.

بنابراین، راهبرد پیشنهادی، ترکیب اصلاح درآمدی با کنترل مصارف و بازتنظیم قواعد بازنشستگی است؛ راهبردی که هم از تشدید کسری جلوگیری می‌کند و هم قابلیت دفاع مدیریتی و اکچوئری دارد.

نتیجه نهایی گزارش:

نتایج این پروژه نشان می‌دهد که صندوق بازنشستگی مورد مطالعه در سناریوی پایه با ناترازی ساختاری و بلندمدت مواجه است. اگرچه در سال پایه نسبت پشتیبانی در سطحی قابل‌قبول قرار دارد، اما این نسبت به‌تنهایی برای تضمین پایداری مالی کافی نیست؛ زیرا رشد تعهدات مستمری، تحت تأثیر نرخ‌های بالای افزایش حقوق و مستمری، با سرعتی بیشتر از رشد درآمدهای حق‌بیمه‌ای پیش می‌رود. در نتیجه، حتی از سال‌های ابتدایی افق پیش‌بینی، صندوق با کسری سالانه مواجه می‌شود و در ادامه، این کسری به‌صورت تجمعی تشدید شده و شکاف قابل‌توجهی بین منابع و مصارف ایجاد می‌کند.

تحلیل‌های انجام‌شده نشان می‌دهد که در مدل پایه، کاهش تدریجی تعداد اعضای فعال و افزایش مستمری‌بگیران، فشار مضاعفی بر ساختار PAYG وارد می‌کند. هم‌زمان، ثابت بودن نرخ حق‌بیمه و رشد پرشتاب مستمری‌ها موجب می‌شود که درآمدهای جاری نتوانند هم‌پای هزینه‌های صندوق حرکت کنند. از این‌رو، مسئله صندوق صرفاً یک مشکل کوتاه‌مدت نقدینگی نیست، بلکه نتیجه یک عدم‌تعادل مزمن بین ورودی و خروجی منابع است که در طول زمان تشدید می‌شود. این یافته تأکید می‌کند که ادامه وضعیت موجود، در افق بلندمدت به فرسایش توان مالی صندوق و افزایش وابستگی آن به اصلاحات اضطراری خواهد انجامید.

ارزیابی سناریوهای اصلاحی نیز نشان داد که افزایش نرخ حق‌بیمه به‌تنهایی راه‌حل کافی و پایدار نیست. هرچند افزایش نرخ حق‌بیمه می‌تواند زمان بروز کسری را به تأخیر بیندازد و بخشی از فشار مالی را کاهش دهد، اما تا زمانی که سمت هزینه و به‌ویژه رشد مستمری‌ها کنترل نشود، تراز بلندمدت صندوق همچنان در معرض ناترازی باقی خواهد ماند. در مقابل، کنترل نرخ رشد مستمری و اصلاح پارامترهای هزینه‌ای، اثر بسیار معنادارتری بر بهبود پایداری مالی دارد. به بیان دیگر، نتایج مدل تأیید می‌کند که اهرم‌های هزینه‌ای در این صندوق از نظر اثربخشی، اهمیت بیشتری نسبت به اصلاحات صرفاً درآمدی دارند.

از میان سناریوهای بررسی‌شده، سناریوی ترکیبی افزایش نرخ حق‌بیمه و کنترل رشد مستمری بهترین عملکرد را داشته و در برخی خروجی‌ها تنها ترکیبی بوده است که توانسته تراز نهایی مثبت ایجاد کند. با این حال، حتی این سناریو نیز به‌تنهایی کافی نیست و باید در قالب یک بسته اصلاحی جامع مورد توجه قرار گیرد. چنین بسته‌ای می‌تواند شامل افزایش تدریجی سن بازنشستگی، بازنگری در فرمول‌های محاسبه مزایا، اصلاح نرخ حق‌بیمه، کنترل رشد تعهدات آتی و در صورت امکان ایجاد منابع مالی مکمل باشد. بنابراین، پایداری واقعی صندوق مستلزم مجموعه‌ای از اصلاحات هماهنگ و هم‌زمان است، نه اتکا به یک متغیر منفرد.

در نهایت می‌توان نتیجه گرفت که صندوق مورد مطالعه در صورت تداوم مفروضات فعلی، با خطر تشدید شکاف مالی و کاهش توان ایفای تعهدات بلندمدت روبه‌رو خواهد بود. مدل ارائه‌شده در این پروژه نشان می‌دهد که پایداری صندوق، تابع هم‌زمان ساختار جمعیتی، سیاست‌های مزدی، پارامترهای بازنشستگی و میزان مشارکت بیمه‌ای است و هرگونه اصلاح اثربخش باید این ابعاد را به‌صورت یکپارچه در نظر بگیرد. از منظر مدیریتی، مهم‌ترین دستاورد این مطالعه آن است که بحران صندوق را به‌صورت کمی، سناریومحور و قابل‌تصمیم‌گیری نمایش می‌دهد و مسیر اصلاحات آینده را بر پایه شواهد اکچوئری روشن می‌سازد.