

## تأثیر تغییرات نرخ جایگزینی در صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی بر موجودی سرمایه، عرضه نیروی کار و پس انداز

حسین راغفر

دانشیار دانشکده اقتصاد، دانشگاه الزهراء

raghhg@yahoo.co.uk

سپیده اکبریگی

کارشناس ارشد اقتصاد (نویسنده مسئول)

Sepide.akbarbeygi@gmail.com

### چکیده

صندوق‌های بازنشستگی در مقابل نوسانات اقتصاد کلان و تحولات جمعیتی بسیار حساس هستند. تحولات اقتصادی در سال‌های اخیر و تأثیر آنها بر میزان و نوع اشتغال، همراه با تأثیر تورم بر کاهش ارزش ذخایر صندوق‌های بازنشستگی، مستلزم انجام اصلاحات پارامتری در این صندوق‌هاست. یکی از این پارامترهای اساسی، تغییر نرخ جایگزینی و هدف از این مقاله بررسی اثر تغییر این نرخ بر متغیرهای کلان اقتصاد است. در این مقاله از داده‌های آماری سال ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ ش در سازمان تأمین اجتماعی بهره گرفته و مدل استفاده شده، مدل تعادل عمومی نسل‌های همپوش ۶ دوره‌ای است. یافته‌های این مطالعه نشان می‌دهد که پس از کاهش نرخ جایگزینی در صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی، عرضه نیروی کار شاغلان با توجه به آینده‌نگری افراد و جبران کاهش مستمری، افزایش یافته و به تبع آن پس‌انداز فردی نیز افزایش می‌یابد. از طرف دیگر طبق فرض مدل، موجودی سرمایه کل، برابر مجموع پس‌انداز افراد جامعه، نیز افزایش می‌یابد. افزایش موجودی سرمایه کل موجب رونق تولید می‌شود و این امر به افزایش تعداد شاغلان و ورودی‌های صندوق تأمین اجتماعی می‌انجامد و مجدداً تعادل مالی صندوق که با کاهش ورودی‌ها در اثر سالمندی جمعیت و بیکاری، به نفع کفه هزینه‌ها بر هم خورده بود، برقرار می‌شود.

طبقه‌بندی JEL: H55، R13، R53

واژه‌های کلیدی: صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی، مدل تعادل عمومی نسل‌های همپوش، نرخ جایگزینی، عرضه نیروی کار، موجودی سرمایه.

## ۱. مقدمه

تأمین اجتماعی به طور کلی، شامل حمایت‌های اجتماعی، بیمه‌های اجتماعی و امداد و نجات، از جمله اصلی‌ترین تشییت‌گرهای امنیت اجتماعی و روانی در جوامع امروزی است.

اصل ۲۹ قانون اساسی، برخورداری از تأمین اجتماعی را همگانی دانسته و دولت را موظف کرده است که طبق قوانین از محل درآمدهای عمومی و درآمدهای حاصل از مشارکت مردم، خدمات و حمایت‌های مالی و تأمین اجتماعی را برای یک‌یک افراد کشور تأمین کند. توزیع نابرابر درآمد و شکاف درآمدی بین فقرا و ثروتمندان، در کنار شوک‌های اقتصادی، که به راحتی می‌تواند سفره بسیاری از مردم کم‌درآمد را خالی کند، نیاز به تأمین اجتماعی را الزامی می‌کند. از سوی دیگر، از کارافتادگی به علت کهولت سن، بخشی از افراد جامعه را از بازار کار خارج کرده و سربار نسل جوان می‌سازد.

در ایران، پس از جنگ جهانی اول و آغاز مرحله سرمایه‌گذاری‌های عمومی و استفاده از کارگران به طور دسته جمعی، توجه مقامات حکومتی به مسئله حمایت از کارگران در برابر مخاطرات شغلی جلب شد. اولین اقدام در این زمینه در سال ۱۳۰۹ خورشیدی با تشکیل «صندوق احتیاط طرق و شوارع» صورت گرفت. از آن تاریخ تاکنون روند تحول و تکامل این رشته قوانین و مقررات حمایتی ادامه دارد و ده‌ها قانون، نظام‌نامه و مقررات دیگر تدوین و تصویب شده است (پیرویان، ۱۳۸۲).

تحولات اقتصادی و تغییر جمعیتی، تحولات در بازار کار و نرخ‌های بالای تورم از جمله عوامل بسیار تعیین‌کننده در کارکرد و تعادل و منابع و مصارف صندوق‌های بازنشستگی در ایران هستند. به منظور رویارویی با تأثیرات منفی تحولات اقتصادی و جمعیتی بر عملکرد صندوق‌های بازنشستگی، انجام یافتن دو دسته از اصلاحات در این صندوق‌ها توصیه می‌شود (بلیک<sup>۱</sup>، ۲۰۰۶).

نخست اصلاحات پارامتری<sup>۲</sup> است که شامل تغییر سن بازنشستگی، نرخ حق بیمه‌های بازنشستگی، نرخ جایگزینی<sup>۳</sup> و از این قبیل می‌شود. دوم، اصلاحات ساختاری که به تغییر ساختار صندوق بازنشستگی از بی‌ذخیره<sup>۴</sup> به اندوخته‌ای کامل<sup>۵</sup> و یا ترکیبی از این دو می‌پردازد.

- 
1. Blake
  2. Parametric Reform
  3. Replacement Rate
  4. unfunded
  5. Fully- Funded

این مقاله به بررسی تغییر نرخ جایگزینی - نسبت میانگین حقوق دو سال آخر فرد شاغل به اولین مستمری دریافتی بازنشسته - در صندوق بازنشستگی تأمین اجتماعی به عنوان بزرگ‌ترین نهاد بیمه‌گر کشور می‌پردازد.

در بخش دوم مرور کوتاهی بر بعضی پژوهش‌های انجام شده در حوزه اصلاحات پارامتری و ساختاری نظام تأمین اجتماعی در ایران و سایر کشورها با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی<sup>۱</sup> صورت گرفته است. سپس در بخش سوم مبانی نظری پژوهش در حوزه نظام‌های تأمین اجتماعی و تأمین اجتماعی در ایران ارائه و روش پژوهش توضیح داده می‌شود. بخش چهارم به توصیف مدل و اجرای آن می‌پردازد و در خاتمه جمع‌بندی و نتیجه‌گیری ارائه خواهد شد.

## ۲. پیشینه پژوهش

در دهه گذشته پژوهش‌های مختلفی در دنیا جهت بازبینی و اصلاح نظام‌های تأمین اجتماعی - که اکثراً به علت نگرانی در مورد تعادل مالی این نظام‌ها بوده - انجام شده است. برای بررسی اثر این اصلاحات اقتصاددانان از مدل‌های تعادل عمومی استفاده کرده‌اند و اصلاحات را به عنوان شوک سیاستی به این مدل‌ها وارد می‌کنند. سازوکار انتقال بین نسلی که نظام‌های تأمین اجتماعی متصدی آن است، به خوبی از طریق مدل‌های تعادل عمومی از جمله مدل نسل‌های همپوش<sup>۲</sup> قابل مطالعه است. این مدل‌ها با تمرکز بر بهینه‌یابی رفتار بین دوره‌ای عوامل طراحی شده‌اند.

دشتبان فاروجی (۱۳۸۹) در مقاله «شبه‌سازی یک الگوی نسل‌های همپوش ۵۵ دوره‌ای با رویکرد بهسازی نظام بازنشستگی ایران»، با به‌کارگیری روش پیشنهادی کوتلیکوف و اوئرباخ<sup>۳</sup> در برآورد الگوی نسل‌های همپوش ۵۵ دوره‌ای و با توجه به نارسایی‌های موجود در نظام بازنشستگی ایران، به تحلیل و شبه‌سازی نظام بازنشستگی می‌پردازد تا از این رهگذر بتوان اثرات انتقال از نظام بازنشستگی پرداخت جاری<sup>۴</sup> به نظام بازنشستگی اندوخته کامل را بر فرایند انباشت سرمایه، تولید ملی، مصرف ملی و غیره مورد مطالعه قرار داد. یافته‌های تحقیق نشان می‌دهد که رفتار مصرف - پس‌انداز بهینه فردی، تحت نظام‌های تأمین اجتماعی مختلف تغییر می‌کند و نظام بازنشستگی اندوخته‌ای، علاوه بر افزایش دارایی‌های مالی فردی برای اقتصاد، انباشت سرمایه فیزیکی بالاتری را نسبت به نظام بازنشستگی پرداخت جاری به همراه

- 
1. General Equilibrium
  2. Overlapping Generation Model (OLG)
  3. Auerbach And Kotlikoff
  4. Pay-As-You-Go

دارد. همچنین انتقال به نظام بازنشستگی جدید علاوه بر سطوح بالاتر مصرف ملی و تولید ملی سبب شده است که افراد به دلیل برخورداری از درآمد نیروی کار بالاتر در مقایسه با نظام بازنشستگی قدیم، انگیزه بیشتری برای ماندن در بازار کار و کامل کردن دوران خدمت داشته باشند.

مجیدی (۲۰۰۵) در مقاله «تأثیرات کلان اصلاحات تأمین اجتماعی»، تأثیرات کلان و رفاهی خصوصی‌سازی نظام تأمین اجتماعی با استفاده از مدل اوثریباخ و کوتلیکف در ایران را بررسی کرده است. نتایج این بررسی نشان می‌دهد خصوصی‌سازی فوری، سبب افزایش درآمد، ذخیره سرمایه، دستمزد و عرضه نیروی کار در بلندمدت می‌شود. همچنین اثرات بازتوزیعی رفاهی تأثیر مثبتی بر دسته‌های سنی در بلندمدت دارد. زیان رفاهی بین نسلی کمتر از وقتی است که کل نظام را به حالت اندوخته‌ای تبدیل کنیم.

دگر<sup>۱</sup> (۲۰۰۸) در مقاله «اصلاحات تأمین اجتماعی تحت یک مدل نسل‌های همپوش در نظام تأمین اجتماعی» با استفاده از یک مدل نسل‌های همپوش شش دوره‌ای به بررسی اثرات کاهش نرخ جایگزینی در نظام تأمین اجتماعی در ترکیه می‌پردازد. نتایج این بررسی نشان از آثار رفاهی مثبت در بلندمدت دارد و ذخیره سرمایه، مصرف و پس‌انداز افراد در بلندمدت به علت کاهش نرخ جایگزینی افزایش می‌یابد. در حقیقت، پس از اعلام کاهش نرخ جایگزینی در نظام تأمین اجتماعی، نسل‌های شاغل موجود اقدام به افزایش پس‌انداز می‌کنند تا بتوانند در دوران سالمندی سطح مصرف خود را در حد مطلوب حفظ کنند. از آنجایی که ذخیره سرمایه مجموع پس‌انداز عوامل جامعه در نظر گرفته می‌شود، در بلندمدت با اجرای سیاست کاهش نرخ جایگزینی، ذخیره سرمایه افزایش می‌یابد که این خود منجر به کاهش نرخ بهره در بلندمدت می‌شود.

مقاله برتراند<sup>۲</sup> (۲۰۰۳) با عنوان «سیاست اجتماعی و خانواده‌های گسترده» به بررسی نظام بازنشستگی در آفریقای جنوبی می‌پردازد. در این کشور جوانانی که با افراد سالمند زندگی می‌کنند، هم‌آبادگی کمتری برای کار کردن دارند و هم کمتر به دنبال کار می‌گردند. در عمل بخشی از وجوه نقدی انتقالی که قرار بود به سالمندان برسد به گروهی تعلق می‌گیرد که هدف اصلی برنامه نبوده‌اند. نتایجی که در اینجا گزارش شده مؤید آن است که اعضای ۵۰-۱۶ سال خانوارهای آفریقایی وقتی با مستمری‌بگیران زندگی می‌کنند، ساعت‌های کار خود را کاهش می‌دهند.

بنابراین، به سبب بازتوزیع درونی خانوارها، برنامه‌ای که برای کمک به گروهی (سالمندان)

---

1. Deger  
2. Bertrand

طراحی شده بود که از بازار کار خارج شده‌اند، در عمل به این نتیجه غیرمنتظره انجامید که چگونگی عرضه کار را در گروهی (جوانان) که هدف برنامه نبودند، تغییر دهد.

فریرا<sup>۱</sup> (۲۰۰۱) در مقاله «تأثیرات تغییرات انتقالی و بلندمدت اصلاحات تأمین اجتماعی در برزیل» به بررسی اثرات تغییر پایه مالیاتی می‌پردازد. در این مقاله از یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه با ۵۵ نسل همپوش برای شبیه‌سازی تأثیرات رفاهی و کلان یک نظام تأمین اجتماعی استفاده شده است. اصلاحات به صورت تغییر مالیات بر درآمد به مالیات بر مصرف و تغییر نرخ جایگزینی است و نشان داده شده که این اصلاح تأثیرات مثبتی در بلندمدت بر اقتصاد دارد. البته تأثیرات مثبت این اصلاح در کوتاه‌مدت بستگی به این دارد که برای پرداخت مستمری سالمندان این دوره از چه پایه مالیاتی استفاده شود. در این مقاله، همچنین، این مسئله مطرح می‌شود که حذف مالیات بر درآمد و کاهش نرخ جایگزینی تأثیرات رفاهی مثبت در بلندمدت دارد. حذف سیستم پرداخت مالیات پس از حصول درآمد به بهبود رفاهی گسترده کمک می‌کند. علاوه بر این، در گذار به سوی سیستم اندوخته‌ای کامل، نحوه تأمین مالی سیستم پس از حذف حق بیمه تأمین اجتماعی در توزیع رفاه نقش مهمی دارد. مثلاً استفاده از مالیات بر مصرف به عنوان پشتوانه تأمین اجتماعی، بیش از استفاده از مالیات بر نقدینگی به ضرر بازنشستگان است.

اریفیانتهو<sup>۲</sup> (۲۰۰۴) در مقاله «اصلاحات تأمین اجتماعی در اندونزی» مطرح می‌کند که برنامه تأمین اجتماعی اندونزی در حال حرکت به سمت اصلاحات در جهت ارائه خدمات بهتر به مستمری‌بگیران با شمول بیشتر است به طوری که بتواند کل شاغلان را چه در بخش رسمی و چه غیررسمی تحت پوشش قرار دهد. نظام فعلی به علت شمول کم، مستمری پایین، بازگشت سرمایه اندک چندان موفق نیست. به همین دلیل دولت به دنبال یک نظام با ذخیره است. در این مقاله سعی شده تأثیرات این اصلاحات بر روی جریان سرمایه‌گذاری، عرضه نیروی کار و بودجه دولت بررسی شود.

مقاله حاضر با استفاده از مدل تعادل عمومی نسل‌های همپوش شش دوره‌ای، به برآورد اثرات یک اصلاح پارامتری، یعنی تغییر نرخ جایگزینی در تأمین اجتماعی ایران می‌پردازد. در مطالعات پیشین، تغییرات نظام تأمین اجتماعی در ایران، آثار خصوصی سازی، تغییر ساختار تأمین اجتماعی از بی‌ذخیره به اندوخته‌ای کامل و غیره بررسی شده ولی مسئله تغییر نرخ جایگزینی مورد مطالعه و بررسی قرار نگرفته است. در این مقاله به بررسی سناریوی کاهش نرخ جایگزینی در ساختار فعلی تأمین اجتماعی ایران به عنوان یک راهکار عملی می‌پردازیم.

### ۳. مبانی نظری

بسیاری از کشورهای جهان در حال مواجه شدن با پدیده سالمندی به عنوان یک بحران هستند، در حالی که مقدمات رویارویی با چنین چالشی را فراهم نکرده‌اند. سالمندی جمعیت بر اثر افزایش طول عمر (امید به زندگی)<sup>۱</sup> و کاهش نرخ باروری<sup>۲</sup> در سال‌های اخیر رو به افزایش بوده است. این پدیده موجب افزایش هزینه‌های عمومی و ایجاد فشار مضاعف بر نظام تأمین اجتماعی می‌شود. با توجه به نیازهای جمعیت رو به رشد سالمندان در زمینه بیمه‌های بازنشستگی، تغییر ساختار جمعیتی یک کشور از مؤلفه‌های تأثیرگذار بر سیاست‌گذاری مربوط به صندوق‌های بازنشستگی است و نسبت مستمری به حقوق سال‌های اشتغال، که تحت عنوان نرخ جایگزینی معرفی می‌شود، از شاخص‌های کلیدی این حوزه است.

در مقاله حاضر به منظور ارزیابی اثرات تغییر نرخ جایگزینی تأمین اجتماعی، از الگوی تعادل عمومی نسل‌های همپوش (OLG) شش دوره‌ای استفاده می‌شود. با توجه به مزایای الگوی تعادل عمومی نسل‌های همپوش نسبت به سایر الگوها، استفاده گسترده از آن در ارزیابی سیاست‌های اصلاحی نظام تأمین اجتماعی مفید است. به طور کلی تعادل عمومی، همان مدل تعادل رقابتی والراس است که در آن مصرف-کنندگان مطلوبیت خود را با توجه به قید بودجه حداکثر می‌کنند و تولیدکنندگان نیز در پی حداکثر کردن سود و دولت در پی ایجاد توازن بودجه خود است تا جایی که قیمت‌ها تا تسویه کامل بازار تعدیل می‌شود و نتیجه این مدل منجر به برابری عرضه و تقاضا و ایجاد تعادل می‌شود. این الگو امکان مطالعه اثرات جزئی در میان بخش‌های تولیدی و گروه‌های مصرف‌کننده و، همچنین، بررسی تعاملات بین بخش‌ها و عوامل مختلف را فراهم می‌کند. به بیان دیگر، این الگو از آن جهت مناسب است که تحلیل آثار سیاست‌ها و شوک‌های وارده بر اقتصاد را بر همه بخش‌ها و نسل‌ها در نظر می‌گیرد.

مدل نسل‌های همپوش را در ابتدا آلیس<sup>۳</sup> در ۱۹۴۷ مطرح کرد، سپس ساموئلسون<sup>۴</sup> در ۱۹۵۸ آن را گسترش داد. مدل OLG یک مدل پویای اقتصادی است که عمومی شده مدل چرخه زندگی می‌باشد. مدل با یک فرد به عنوان نماینده هر نسل آغاز می‌شود و سپس در طول دوره بین تمامی افراد زنده گسترش می‌یابد و افراد با توجه به زمان تولد به نسل‌هایی با زندگی متناهی و طول عمر مشخص

---

1. Life expectancy  
2. Fertility  
3. Allias  
4. Samuelson

گروه‌بندی می‌شوند. در هر زمان بیش از یک نسل زنده هستند و هر نسل با دو نسل قبل و بعد از خود در مراحل مختلف زندگی در تعامل است.

در این مقاله، از مدل تعادل عمومی نسل‌های همپوش استفاده شده است چراکه در مورد مدل‌هایی که برای سازوکار انتقال بین نسلی توسط تأمین اجتماعی صورت می‌گیرد، دو موضوع مهم در نظر گرفته می‌شود. نخست از آنجایی که سیستم تأمین اجتماعی یک انتقال بین نسلی را در اقتصاد انجام می‌دهد، مدل مورد استفاده باید مشمول بعد زمان شود، یعنی پویا باشد و این پویایی از طریق رفتار بهینه‌یابی بین دوره‌ای عوامل نشان داده می‌شود. دوم آنکه تحلیل سیستم تأمین اجتماعی نیاز به در نظر گرفتن این واقعیت دارد که در یک زمان مشخص، شاغلان منابع مالی سیستم تأمین اجتماعی را تأمین می‌کنند و بازنشستگان از سیستم مستمری می‌گیرند. یعنی در هر مقطع زمانی افراد در سنین مختلف در مدل وجود دارند و بدین ترتیب می‌توان اثر شوک را بر تمام نسل‌های حاضر به صورت همزمان مشاهده کرد.

### ۳-۱. نظام تأمین اجتماعی

مفهوم اصلی نظام تأمین اجتماعی این است که در مواردی که معضلاتی در کسب درآمد افراد جامعه به عللی از جمله بیکاری، بیماری و سالمندی پدید آید، حمایت افراد از منظر جبران درآمد، به عهده نهاد تأمین اجتماعی است. این نهاد یکی از مهم‌ترین و اساسی‌ترین پیش‌نیازهای توسعه اقتصادی است و به عنوان مهم‌ترین اهرم برقراری عدالت اجتماعی و رفاه عمومی محسوب می‌شود. در مورد بیمه‌های اجتماعی که از طریق دریافت حق بیمه از شاغلان تأمین مالی می‌شوند، مسئله اساسی افزایش بار تکفل جامعه است که به معنی کاهش نسبت جمعیت شاغل به عنوان پرداخت‌کننده حق بیمه است که نیازهای بازنشستگان را تأمین می‌کند.

### ۳-۱-۱. انواع نظام‌های رایج بازنشستگی

پرداخت‌های صندوق‌های بازنشستگی بر مبنای یکی از دو اصل زیر بنا شده‌اند:

الف) نظام بازنشستگی براساس حقوق تعریف شده (DB)<sup>۱</sup>.

ب) نظام بازنشستگی براساس کسور تعریف شده (DC)<sup>۲</sup>.

---

1. Define Benefit  
2. Define Contribution

تأمین مالی نظام اول براساس توازن درآمد و هزینه است (PAYG<sup>۱</sup>) و ارزیابی دقیق میزان مشارکت صندوق در تأمین منابع مالی آن صورت نمی‌گیرد و برقراری حقوق بازنشستگی براساس حقوق دوران اشتغال و میانگین سال‌های آخر خدمت محاسبه می‌شود. منابع مالی از کسور دریافتی از حقوق شاغلان در یک نسل صرف پرداخت حقوق بازنشستگی نسل قبل می‌شود. تأمین مالی نظام دوم به صورت اندوخته کامل است. حقوق بازنشستگی براساس میزان کسور پرداخت شده در سال‌های خدمت با در نظر گرفتن سود ناشی از سرمایه‌گذاری‌ها و نرخ تورم محاسبه می‌شود. در ایران مبنای صندوق تأمین اجتماعی با اینکه در طراحی اولیه اندوخته‌ای بود، اما در عمل نظام DB-PAYG در آن برقرار است. نظام DB-PAYG دارای مزایا و معایبی است که برای ورود به بحث اصلی مقاله و چرایی انتخاب موضوع، بررسی آنها الزامی است.

### ۳-۱-۲. مزایای نظام DB-PAYG

الف) ریسک سرمایه‌گذاری و تأثیر نابسامانی‌های اقتصادی بر این نظام در مقایسه با سایر نظام‌های بازنشستگی کمتر است و تأثیر منفی این مسائل به طور مستقیم متوجه بیمه‌شدگان نیست. ب) این نظام در بیشتر موارد دولتی و همگانی است و، بنابراین، برای حمایت از اقشار کم درآمد معمولاً حداقل حقوق لحاظ می‌شود. ج) زمانی که روندهای درونی و بیرونی نظام منظم و قابل پیش‌بینی و منابع و مصارف هماهنگ باشد، این نظام کارایی زیادی دارد.

### ۳-۱-۳. نارسایی‌های نظام DB-PAYG

الف) چون حقوق بازنشستگان براساس میزان کسور پرداخت شده نیست، فاقد عدالت لازم است. ب) انگیزه مشترکین این نظام، برای کامل کردن دوران خدمت، ضعیف است. ج) این نظام فاقد انباشت سرمایه در حد کلان و رشد اقتصادی است. د) بدهی‌های ضمنی در اکثر موارد بسیار بالاست. بنابراین، تعهدات بسیار سنگینی را نسل به نسل منتقل می‌کند و در مقابل تغییرات جمعیتی آسیب‌پذیر است. ه) این نظام در کشورهایی که دارای تورم شدید هستند بسیار شکننده است.



### ۲-۳. تأثیر نظام تأمین اجتماعی بر متغیرهای کلان

#### ۱-۲-۳. عرضه

کاهش نسبت شاغلان به بازنشستگان، کاهش میزان تولید و عرضه را به همراه دارد. آنچه در اینجا قابل توجه است آن است که با سالمندی جمعیت نرخ مشارکت کاهش می‌یابد و سمت عرضه نیروی کار با کسری مواجه می‌شود. از یک طرف پرداخت‌های تأمین اجتماعی موجب کاهش تمایل افراد برای تلاش و کار می‌شود، از طرف دیگر، پرداخت حق بیمه از طرف کارفرمایان موجب می‌شود به قیمت فروش بیفزایند. بنابراین، کاهش حجم عرضه و افزایش قیمت، از اثرات مستقیم نظام تأمین اجتماعی است. در این مقاله، با برآورد مدل، به این نتیجه رسیدیم که کاهش نرخ جایگزینی موجب افزایش عرضه کل می‌شود.

#### ۲-۲-۳. سرمایه‌گذاری و تجمیع سرمایه

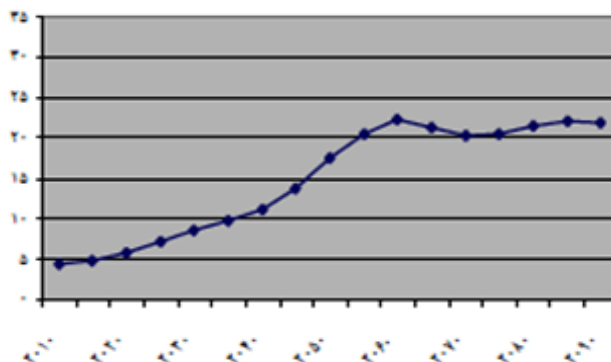
اکثر اقتصاددانان بر اینکه تجمیع سرمایه نرخ رشد اقتصادی بلندمدت را تحت تأثیر قرار می‌دهد، اجماع نظر دارند. اما مسئله این است که چه نوع سرمایه‌گذاری‌هایی بیشترین تأثیر را در بالا بردن رشد اقتصادی دارند و اینکه چه عواملی تعیین‌کننده تجمیع سرمایه هستند. یکی از عوامل تعیین‌کننده تجمیع سرمایه پس‌انداز است. باید توجه داشت که در طول فرآیند سالمندی، سرمایه‌گذاری‌هایی که مورد توجه سالمندان قرار دارد، ممکن است تأثیرات معکوسی بر رشد اقتصادی داشته باشد. افراد در سن سالمندی ترجیح می‌دهند بر دارایی‌هایی با بازده ثابت، مانند اوراق قرضه دولتی سرمایه‌گذاری کنند. این مسئله تأثیرات مهمی بر رشد اقتصادی دارد. زیرا سرمایه‌گذاری‌های با بازده متغیر مانند سرمایه‌گذاری بر تجهیزات و ماشین‌آلات است که بیشترین تأثیر را بر رشد اقتصادی دارد. عامل مؤثر دیگر بر سرمایه‌گذاری و، در نتیجه رشد، تقاضای مصرفی و تغییر در الگوی مصرف در نتیجه سالمندی جمعیت است. افراد سالمندتر تقاضای بیشتری برای خدمات نسبت به کالاهای تولیدی دارند که سبب افزایش سهم خدمات در تولید ناخالص داخلی می‌شود. از آنجایی که رشد بهره‌وری در بخش خدمات کمتر از بخش تولیدی است، نرخ رشد، با کاهش در بهره‌وری کل عوامل تولید، به دلیل سالمندی جمعیت کاهش خواهد یافت. البته باید توجه داشت که با سالمندی جمعیت و کاهش در جمعیت افراد در سن کار، نسبت سرمایه به نیروی کار افزایش می‌یابد که ممکن است منجر به افزایش در بهره‌وری نیروی کار شود (ادیب‌نیا، ۱۳۹۰).

## ۳-۲-۳. پس انداز

عمده الگوی مورد استفاده در بررسی آثار تأمین اجتماعی بر پس انداز، براساس الگوی دوره زندگی قرار دارد. در این الگو فرض می‌شود که فرد بخشی از درآمد خود را در دوران کار و فعالیت جهت مصرف در دوره بازنشستگی پس انداز می‌کند. این رفتار اقتصادی موجب افزایش سرمایه می‌شود. وجود تأمین اجتماعی موجب می‌شود که افراد با پرداخت حق بیمه احساس نیاز کمتری برای پس انداز شخصی کنند که در نتیجه سبب کاهش پس انداز کل می‌شود. از سوی دیگر، افراد در نظام تأمین اجتماعی، با توجه به ساختار آن، برای بازنشستگی پیش از موعد تشویق می‌شوند. در نتیجه، افراد هرچه زودتر بازنشسته شوند، دوران بیکاری و استفاده از پس انداز افزایش می‌یابد.

## ۳-۳. تأمین اجتماعی در ایران

پس از انقلاب اسلامی ایران در سال ۱۳۵۸ ش / ۱۹۷۹م، دولت ایران از سیاست‌های ازدواج در سنین پایین و نرخ باروری بالا به شدت دفاع می‌کرد. در نتیجه این سیاست‌ها، نرخ باروری به شدت افزایش یافت و تغییرات اساسی در ساختار سنی جمعیت ایجاد شد. گرچه دوره بیش‌زایی جمعیت در ایران به نسبت کوتاه بود (۱۰ سال) و سیاست‌های تعدیل ساختاری که در سال ۱۳۶۸ ش / ۱۹۸۹م به اجرا درآمد بسیار موفق بود و توانست نرخ باروری را از ۶/۵٪ به ۲/۶٪ کاهش دهد، اما حجم و شکل جمعیت ایران به مدت چندین دهه تحت تأثیر گروه سنی بزرگی قرار دارد که پس از انقلاب و در دهه ۶۰ متولد شده‌اند و شرایط اجتماعی و اقتصادی کشور را تحت شعاع قرار داده و با مشکلات زیادی روبه‌رو شده‌اند. ورود نسل بیش‌زایی شده به نظام آموزش و پرورش (در سال‌های دهه ۶۰ و ۷۰) فشار زیادی به سطوح مختلف نظام آموزش و کیفیت آن وارد آورد. ورود آنان به بازار کار که تقریباً از سال ۱۳۷۴ شروع شد، بحران بیکاری و سپس مسکن را به وجود آورد که اکنون نیز شاهد آن هستیم. مسئله جدی‌تری که گذار جمعیتی در ایران پدید خواهد آورد، همزمان با خروج نسل بیش‌زایی شده از بازار کار و آغاز بازنشستگی آنان خواهد بود که تهدیدی برای نظام تأمین اجتماعی در ایران است و تأثیرات معناداری بر روی متغیرهای کلان اقتصادی ایجاد خواهد کرد.



نمودار ۱. برآورد نسبت جمعیت سالمند (بالای ۶۵ سال) به کل جمعیت در ایران  
 مأخذ: جلیلی (۱۳۸۸)

سازمان تأمین اجتماعی ایران دارای نظام تأمین اجتماعی از نوع بی ذخیره است که سطح حداقلی از مستمری را ضمانت می‌کند. از آنجایی که مستمری بازنشستگی بر اساس متوسط حقوق دو سال نهایی خدمت فرد محاسبه می‌گردد نیازی به ارزش‌گذاری مجدد براساس تورم نیست. در مورد تأثیر سطوح مختلف نرخ جایگزینی بر متغیرهای اقتصادی در ایران تاکنون تحقیقی صورت نگرفته است اما واضح است که بالا بودن سطح مستمری بازنشستگان در نظام تأمین اجتماعی ایران که به صورت بی‌ذخیره و از طریق حق بیمه شاغلان موجود تأمین مالی می‌شود، موجب فزونی هزینه‌های صندوق تأمین اجتماعی بر منابع آن می‌شود که این مسئله توان صندوق تأمین اجتماعی را برای تأمین حقوق بازنشستگی برای نسل شاغل کنونی - که بار مستمری نسل قبل را به دوش می‌کشند - کاهش می‌دهد. قطعاً اگر برای مقابله با این شرایط اصلاحاتی در نظر گرفته نشود، صندوق تأمین اجتماعی با ورشکستگی مواجه می‌شود و با توجه به سطح پوشش مستمری بازنشستگی برای افراد در سن فعالیت در ایران، این بحران به معنی آن است که زندگی اقشار وسیعی تحت تأثیر قرار می‌گیرد. نکته مهم‌تر این است که برای برخی افراد، حقوق بازنشستگی تنها منبع درآمد در دوران سالمندی است. در نتیجه، اهمیت حفظ تعادل نظام تأمین اجتماعی با در نظر گرفتن این وضعیت بیش از پیش درخور بررسی است.

تنها دو راه برای پرداخت مستمری وجود دارد. در مورد اول جوانان شاغل مستمری بازنشستگان را متقبل می‌شوند، با این فرض که نسل بعدی نیز حقوق بازنشستگی آنان را پردازد. این نظام به نام «بی ذخیره» یا «پرداخت جاری» معروف است. در مورد دوم هر نسل در دوران شاغل بودن خود برای بازنشستگی پس‌انداز می‌کند که به آن نظام «اندوخته‌ای» می‌گویند. مشترکین صندوق سازمان تأمین

اجتماعی، در حال حاضر، تقریباً در تمامی دستگاه‌های دولتی و نیز هزاران مؤسسه یا شرکت خصوصی مشغول به کار هستند. تعداد شاغلان تحت پوشش، براساس آخرین آمار، افزون بر ۶/۵ میلیون و تعداد بازنشستگان و وظیفه‌بگیران افزون بر ۱/۲ میلیون نفر است. پرداخت‌ها به بازنشستگان و مستمری‌بگیران سازمان تأمین اجتماعی از محل کسور شاغلان و درآمدهای حاصل از سرمایه‌گذاری‌ها صورت می‌گیرد. سهم هریک از این موارد در پرداخت‌ها از قرار زیر است:

- از محل کسور مشترکین شاغل ۹۰ درصد،
- از محل درآمد سرمایه‌گذاری‌ها ۷ درصد،
- از سایر منابع متفرقه ۳ درصد (روغنی‌زاده، ۱۳۸۴).

بررسی آمار و اطلاعات جمع‌آوری شده در مورد صندوق‌های بازنشستگی، به طور کلی، روند نگران‌کننده افزایش تعداد بازنشستگان و مستمری‌بگیران نسبت به شاغلان و برهم خوردن توازن دریافتی‌ها و پرداختی‌ها در آینده را نشان می‌دهد. تغییرات در حقوق بازنشستگان در سال‌های اخیر، بدون در نظر گرفتن توان واقعی صندوق‌ها، بحران نظام‌های پرداخت حقوق بازنشستگی را که ذاتی این نظام‌هاست، دوچندان کرده است. فقدان موجودیتی به نام صندوق در عمل و عدم اختیارات کافی و یا حتی وجود قیود صریح در مورد منع فعالیت‌های اقتصادی یا سرمایه‌گذاری در مقررات و آیین‌نامه‌های صندوق‌های بازنشستگی و در کنار آنها وجود تورم‌های اقتصادی بالا در طول سال‌های اخیر، ارزش موجودی و ذخایر صندوق‌ها را به شدت کاهش داده است. تلقی ناصحیح از کارکرد صندوق‌ها، بازنشستگی‌های زودرس بدون در نظر گرفتن امکانات صندوق‌ها، برابر گرفتن برنامه تعدیل نیروی انسانی با اعطای بازنشستگی‌های زودرس و بسیاری از مسائل و نارسایی‌های دیگر، اساس مسائل و مشکلات صندوق‌های بازنشستگی کشور را تشکیل می‌دهد (روغنی‌زاده، ۱۳۸۴).

### ۳-۱- محاسبه نرخ جایگزینی در نظام تأمین اجتماعی ایران

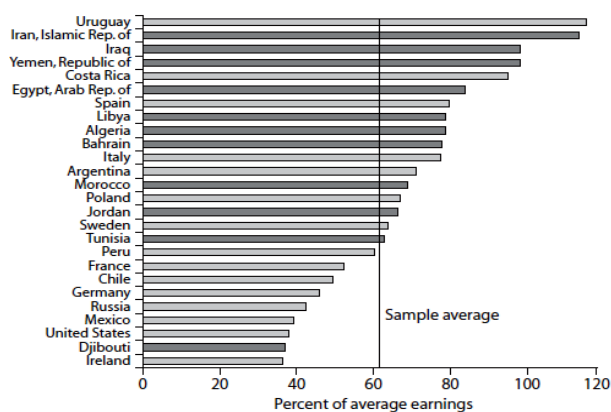
برای محاسبه نرخ جایگزینی تأمین اجتماعی در ایران، از آمار سازمان تأمین اجتماعی منتشر شده در نشریه «سازمان تأمین اجتماعی از نگاه آمار» استفاده شده و متوسط دستمزد دو سال آخر و میانگین مستمری سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۰ ش برای محاسبه نرخ جایگزینی در نظر گرفته شد.

جدول ۱. حقوق شاغلان و مستمری‌بگیران و نرخ جایگزینی در سال‌های ۱۳۷۰-۱۳۹۰ ش

سال	متوسط دستمزد ۲ سال آخر اشتغال (ریال)	میانگین مستمری برقراری (ریال)	نرخ جایگزینی (٪)
۱۳۸۰	۷۷۵۸۷۴	۷۹۰۳۲۷	۱,۰۱
۱۳۸۱	۱۱۰۰۳۶۷	۱۱۶۷۵۷۶	۱,۰۶
۱۳۸۲	۱۶۲۳۰۰۹	۱۷۹۱۷۲۶	۱,۱
۱۳۸۳	۲۰۲۴۸۴۴	۲۱۸۱۳۷۰	۱,۰۷
۱۳۸۴	۲۳۴۴۴۰۵	۳۰۶۹۵۷۰	۱,۳
۱۳۸۵	۲۳۸۴۵۱۶	۲۵۹۰۴۴۵	۱,۰۸
۱۳۸۶	۲۹۳۷۳۱۴	۳۲۴۸۵۳۰	۱,۱
۱۳۸۷	۴۰۷۵۱۶۴	۴۹۰۱۷۲۳	۱,۲
۱۳۸۸	۴۲۹۸۶۵۱	۴۴۱۷۶۳۷	۱,۰۲
۱۳۸۹	۴۹۷۱۹۷۸	۵۰۳۵۸۷۷	۱,۰۱
۱۳۹۰	۵۴۰۵۸۷۶	۵۲۹۰۵۴۷	۰,۹۷

مأخذ: نشریه سازمان تأمین اجتماعی از نگاه آمار (۱۳۹۰-۱۳۴۰ ش)

طبق محاسبات انجام شده در جدول فوق، بالا بودن نرخ جایگزینی در عین مطلوب بودن برای بازنشستگان، سبب کاهش توان مالی صندوق می‌شود. نرخ جایگزینی از جمله شاخص‌هایی است که باید به آن توجه ویژه شود چون مانند تیغ دولبه عمل می‌کند. از طرفی کاهش آن موجب بهبود مصارف صندوق‌های تأمین اجتماعی می‌شود و از طرف دیگر سبب کاهش رفاه بازنشستگان می‌گردد. نرخ جایگزینی در ایران نسبت به سایر کشورهای دنیا بسیار بالاست. طبق بررسی بانک جهانی این نرخ در ایران تا حدود ۱۱۶ درصد هم رسیده است، هر چند محاسبات داخلی این نرخ را کمتر برآورد می‌کنند. با مقایسه وضعیت ایران با سایر کشورها تحقیق در حوزه نرخ جایگزینی و بررسی اثرات آن بر اقتصاد ضروری می‌نماید.



نمودار ۲. نرخ جایگزینی در کشورهای مختلف

مأخذ: بانک جهانی (۲۰۰۵)

#### ۴. تصریح مدل

در مدل نسل‌های همپوش، جمع تصمیم‌های اتخاذشده فردی، براساس ماکزیمم کردن یک تابع هدف چند دوره‌ای به عنوان یک کل برای اقتصاد در نظر گرفته می‌شود. هیر و ماسنر<sup>۱</sup>، در سال ۲۰۰۵، مدلی را مطرح کردند که شامل ۶ دسته سنی، عرضه نیروی کار درون‌زا، بخش تولید واحد و نظام تأمین اجتماعی «توازن درآمد و هزینه» (Pay As You Go) که مستمری را وقتی افراد به سن ۵ سالگی - این معادل سن ۵۵ سالگی واقعی است - می‌رسیدند پرداخت می‌کند. در اینجا هدف این مدل بسط مدل نسل‌های همپوش و بررسی و تحلیل تغییر نرخ جایگزینی است. متغیرهای پس‌انداز و عرضه نیروی کار، متغیرهای کلیدی کنترل در تصمیم‌گیری افراد هستند. متغیرهای سیاستی کلیدی دولت، نرخ مالیات و پارامتر کلیدی مدل، میل نهایی به پس‌انداز، نرخ نهایی ترجیح زمانی، درجه ریسک‌گریزی افراد و نرخ استهلاک سرمایه است. متغیرهای کلیدی تعادل، موجودی سرمایه و عرضه نیروی کار است.

در این مقاله، به طور خاص به بررسی تغییرات ناگهانی نرخ جایگزینی در یک مدل ۶ دوره‌ای بر اساس چارچوب مدل هیر و ماسنر می‌پردازیم. متغیرهای مدل هیچ تغییری داده نشده و تنها مقادیر آنها، باتوجه به اقتصاد ایران جایگزین شده است. ما تنها ۶ نسل را در یک دوره فرض می‌کنیم. در طول ۴ دهه اول، عوامل شاغل هستند در حالی که در ۲ دهه آخر عمر، آنها بازنشسته‌اند. این مدل ۶ دوره‌ای کاملاً همانند مدل ۵۵ دوره‌ای است و تنها در اینجا دوره‌ها به جای سال، دهه فرض شده است.

## ۴-۱. خانوار

هر سال نسل جدیدی با اندازه برابر با نسل پیشین متولد می‌شود. بخش اول زندگی‌شان «دوره یک» است. بالانویس  $s$  متغیری است که سن هر نسل و اندیس  $t$  زمان را نشان می‌دهد. خانوارها به اندازه  $T+T^R=40+20$  سال زندگی می‌کنند. در ۴۰ سال نخست زندگی، خانوارها نیروی کار  $n_t^s$  عرضه می‌کنند و ارتباط عرضه نیروی کار و فراغت به این صورت است:  $l_t^s = 1 - n_t^s$ . بعد از  $T=40$  سال بازنشستگی اجباری است ( $n_t^s = 0$  for  $s > T$ ). خانوارها مطلوبیت طول زندگی را در سن یک در زمان  $t$  حداکثر می‌کنند.

اندازه هر نسل  $1/6$  کل جمعیت است. فرض می‌شود اعضای نسل تازه متولد شده در سن  $15^1$  سالگی وارد اقتصاد می‌شوند و در سن  $55$  سالگی نیز بازنشسته می‌شوند و در سن  $75$  سالگی می‌میرند.<sup>۲</sup> در این مدل هیچ عدم اطمینانی در مورد طول عمر افراد و تغییرات جمعیتی در نظر گرفته نشده است. همه خانوارها بدون فرزند و ساختار جزئی خانوادگی مدل‌سازی شده‌اند. ناهمگنی بین خانوارها به علت تفاوت سنی است، چون خانوارها در مقاطع مختلف زمانی، سطوح متفاوتی از پس‌انداز دارند. برای هر خانوار نمونه‌ای تابع مطلوبیت ریسک‌گریزی ثابت (CRRA<sup>۳</sup>) زیر در نظر گرفته می‌شود:

$$u(c, l) = \frac{\left( (c + \psi)l^\eta \right)^{1-\eta} - 1}{1-\eta} \quad (1)$$

مطلوبیت آنی تابعی از مصرف ( $c$ ) و فراغت ( $l$ ) است.  $\psi$ ، کشش جانشینی بین مصرف و عرضه نیروی کار عددی در بازه  $(0, 1)$  است. عامل ثابت کوچک  $\psi = 0,001$  یک عامل ثابت با مقدار مشخص جزئی است و به این منظور گنجانده می‌شود تا مطمئن شویم مطلوبیت خانوار حتی در شرایطی که مصرف خانوار به علت نداشتن درآمد، صفر است، در یک بازه محدود قرار بگیرد (Heer, 2009).  $\eta$  در تابع، میزان ریسک‌گریزی (معیار ریسک‌گریزی Arrow & Pratt) را نشان می‌دهد و عکس کشش جانشینی بین مصرف و عرضه نیروی کار است. همچنین، تابع مطلوبیت کل دوران زندگی خانوار به صورت جمع تابع مطلوبیت در سال‌های مختلف از زمان یک تا زمان بازنشستگی ( $R$ ) است.

۱. سن ورود به بازار کار را براساس تعریف مرکز آمار ایران (سالنامه آماری سال ۱۳۸۳) از جمعیت فعال، ۱۵ سال در نظر گرفته شده است.

۲. امید به زندگی در ایران براساس مقاله «بررسی اثر سالمندی جمعیت بر متغیرهای کلان اقتصادی» (ادیب‌نیا، ۱۳۹۰) است.

3. Constant Relative Risk Aversion

4. Retirement

$$\sum_{s=1}^{T+T^R} \beta^{s-1} u(c_{t+s-1}^s, l_{t+s-1}^s) \quad (2)$$

در اینجا  $\beta$  عامل تنزیل است که در واقع، نرخ ترجیحات زمانی است و تمایل خانوار را برای زمان مصرف تعیین می‌کند. به بیان دیگر، ترجیحات بسته‌های مختلف مصرف و استراحت در طول زمان را بیان می‌کند. افراد بدون هیچ ارثی متولد شده  $k_t^1 = 0$  و هیچ ارثی هم باقی نمی‌گذارند  $k_t^{61} = 0$ . از آنجایی که سرمایه تنها دارایی است که توسط افراد نگهداری می‌شود، مفهوم سرمایه و ثروت در این مدل یکی فرض می‌شود. افراد درآمد را از سرمایه و عرضه نیروی کار کسب می‌کنند. در زمان اشتغال، هر خانوار میزان مشخص نیروی کار عرضه می‌کند تا در ازای دستمزدی که دریافت می‌کند مصرف خود را پوشش دهد، مالیات پردازد و پس‌انداز کند. قید بودجه خانوار شاغل براساس این فرضیات به صورت زیر است:

$$s = 1, \dots, 4 \quad (3)$$

$$k_{t+1}^{s+1} = (1+r_t)k_t^s + (1-\tau_t)\omega_t n_t^s - c_t^s,$$

$n_t^s$  میزان عرضه نیروی کار فرد در سن  $s$  و در زمان  $t$  است. عبارت  $\tau_t \omega_t n_t^s$  را به عنوان حق بیمه تأمین اجتماعی شاغلان در نظر گرفته می‌شود.

در معادله بالا  $k_t^s$  پس‌انداز خانوارهای  $s$  ساله است که تحت پوشش نظام تأمین اجتماعی هستند. تحت چنین شرایطی، پس‌انداز خانوارها ابزار اصلی تخصیص مجدد منابع در طول زمان است. نرخ بهره با  $I_t$  مشخص شده و  $\omega_t$  نرخ دستمزد است و  $\tau_t$  نرخ مالیات است. در اینجا نرخ دستمزد و نرخ بهره برای تمام خانوارها مساوی فرض شده است و نرخ مالیات، در واقع، همان حق بیمه تأمین اجتماعی است. تنها مالیاتی که اخذ می‌شود، مالیات بر درآمد است که مستقیماً صرف پرداخت حق بیمه بازنشستگی می‌گردد. از آنجایی که افراد دارای آینده‌نگری کامل هستند، تصمیمات فعلی آنها در هر سال، با تصمیماتی که قبلاً اتخاذ شده، سازگار<sup>۱</sup> است. بنابراین ما می‌توانیم مسیر کل مصرف و فراغت فرد را از طریق بهینه‌سازی تابع مطلوبیت فرد در بدو تولدش (در مدل) - زمانی که هیچ دارایی تجمیع شده‌ای وجود ندارد- به دست آوریم.

شروط مرتبه اول برای خانوارهای شاغل به صورت زیر است:



$$\frac{u_l(c_t^s, l_t^s)}{u_c(c_t^s, l_t^s)} = \gamma \frac{c_t^s + \psi}{l_t^s} = (1 - \tau_t) \omega_t,$$

$$\frac{1}{\beta} = \frac{u_c(c_{t+1}^s, l_{t+1}^s)}{u_c(c_t^s, l_t^s)} [1 + r_{t+1}]$$

$$= \frac{(c_{t+1}^s + \psi)^{-\eta} (l_{t+1}^s)^{\gamma(1-\eta)}}{(c_t^s + \psi)^{-\eta} (l_t^s)^{\gamma(1-\eta)}} \quad (۴)$$

افراد در طول بازنشستگی، مستمری  $b$  را مستقل از سوابق کاری دریافت می‌کنند و منابع درآمدی در دوران بازنشستگی، مستمری است که از نظام تأمین اجتماعی دریافت می‌شود و ناشی از انباشت پس‌اندازهای دوران اشتغال است. قید بودجه دوران بازنشستگی به صورت زیر است:

$$s = 5, 6 \quad (۵)$$

$$k_{t+1}^{s+1} = (1 + r_t) k_t^s + b_t - c_t^s,$$

$b_t$  مستمری بازنشستگان است. شروط مرتبه اول خانوارهای بازنشسته همانند فرمول (۴) است با این

تفاوت که برای این خانوارها  $l_t^s = 1$  است.

#### ۲-۴. بنگاه

طرف تولید اقتصاد با یک بخش تولیدی معرفی می‌شود که در رقابت کامل فعالیت می‌کند. نهاده‌های این بخش نیروی کار  $N_t$  و سرمایه  $K_t$  هستند. در اینجا فرض شده تابع تولید به صورت تابع بازده ثابت به مقیاس (کاب-داگلاس<sup>۱</sup>) است:

$$Y_t = N_t^{1-\alpha} K_t^\alpha \quad (۶)$$

رفتار بنگاه بر اساس پیشینه‌سازی سود است. بر این اساس شروط لازم اولیه برای پیشینه کردن سود

به صورت معادلات زیر به دست می‌آید:

$$\omega_t = (1 - \alpha) K_t^\alpha N_t^{-\alpha} \quad (۷)$$

$$r_t = \alpha K_t^{\alpha-1} N_t^{1-\alpha} - \delta \quad (۸)$$

در این اقتصاد تنها یک کالا وجود دارد که یا مصرف می‌شود یا برای تولید سرمایه‌گذاری

می‌شود. فرض شده است که سرمایه با یک نرخ ثابت  $\delta$  مستهلک می‌شود.

## ۳-۴. نظام تأمین اجتماعی

برای اهداف کاربردی، دولت و نهاد تأمین اجتماعی را می‌توان یک نهاد فرض کرد که مالیات را از درآمد اخذ می‌کند و به بازنشستگان حقوق می‌پردازد.

قید بودجه دولت در هر زمان  $t$  در مدل ۶ دوره‌ای به صورت زیر در تعادل است:

$$4\omega_t \tau_{s,t} = 2b_{s,t} \quad (9)$$

فرمول زیر رابطه میان نرخ مالیات و نرخ جایگزینی را نشان می‌دهد:

$$\tau_{s,t} = \frac{\zeta_s}{\frac{4}{2} + \zeta_s} \quad (10)$$

$\zeta_s$  نرخ جایگزینی است و عبارت  $4/2$  در مخرج کسر باتوجه به قید بودجه دولت در نظر گرفته شده و برای قابل فهم بودن به شکل اصلی در فرمول قرار داده شده است.

نرخ مالیاتی که نظام تأمین اجتماعی اخذ می‌کند تابعی از نرخ جایگزینی است، که یک پارامتر برون‌زا برای مدل است، شوک نرخ مالیات یا نرخ حق بیمه از نرخ جایگزینی مستقل نیست. در اصل آنچه در این مدل توسط دولت تعیین می‌شود نرخ جایگزینی است.

با احتساب نرخ جایگزینی ۹۰ درصد در ایران، نرخ مالیات بر درآمد حدوداً ۳۰ درصد به دست می‌آید که با مجموع مالیات کارگر و کارفرما و دولت که بابت تأمین حق بیمه تأمین اجتماعی پرداخت می‌شود، مطابقت دارد. در ایران نرخ حق بیمه برای کارگران ۷ درصد، برای کارفرما ۲۰ درصد و برای دولت ۳ درصد است.

برای تحلیل شوک تغییرات مالیات تأمین اجتماعی در مدل باید با نرخ جایگزینی تأمین اجتماعی آغاز کرد. طبق معادله بالا نرخ جایگزینی و نرخ مالیات تأمین اجتماعی رابطه مثبت دارند. در دوره صفر اقتصاد در وضعیت ایستایی - حالت ایستایی به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن متغیرها ثابت باقی می‌مانند - اولیه با پارامترهای مشخص شده در جدول کالیبراسیون و نرخ جایگزینی ۰/۹ قرار دارد.

نرخ جایگزینی عبارت است از نسبت حقوق بازنشستگی (مستمری) به متوسط درآمدهای ارزش‌گذاری شده دوران اشتغال و شاخص خوبی برای تبیین نقش بیمه‌ای سیستم‌های بازنشستگی است و نشان می‌دهد که سیستم بازنشستگی تا چه حد توان حفظ استاندارد زندگی پیشین فرد بازنشسته را دارد. بودجه تأمین اجتماعی در تعادل است (جلیلی، ۱۳۸۸).

نرخ جایگزینی از رابطه زیر به دست می‌آید:

$$\zeta = \frac{b_t}{(1-\tau)\omega_t} \quad (11)$$

در دوره ۱ دولت یک تغییر در نرخ جایگزینی را اعلان می‌کند، که به صورت آنی در دوره ۱ اثر می‌گذارد.

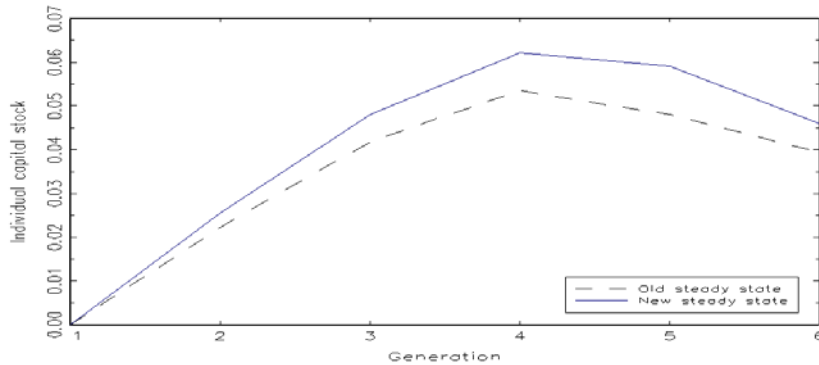
برای حل مسئله بهینه‌یابی خانوار باید تابع لاگرانژ را تشکیل داد، سپس شروط مرتبه اول بهینه‌یابی را استخراج کرد. با احتساب نرخ جایگزینی ۹۰ درصد برای نرخ جایگزینی تأمین اجتماعی در ایران، نرخ مالیات بر درآمد حدوداً ۳۰ درصد به دست می‌آید که با مجموع مالیات کارگر و کارفرما و دولت که بابت تأمین حق بیمه تأمین اجتماعی پرداخت می‌شود، مطابقت دارد. در ایران نرخ حق بیمه برای کارگران ۷ درصد، برای کارفرما ۲۰ درصد و برای دولت ۳ درصد است.

#### ۴-۴. محاسبه توزیع وضعیت ایستایی

در یک مفهوم کاربردی محض، مدل تعادل عمومی نظامی از معادلات است که همزمان حل می‌شوند. این نظام شامل معادلات خطی و غیرخطی است. در اینجا از روش نیوتن-رافسون<sup>۱</sup> کمک می‌گیریم و با یک حدس اولیه از ثروت در آخرین دوره زندگی، یعنی  $K^6$ ، آغاز می‌کنیم. با کمک این حدس اولیه شروط مرتبه اول بازنشستگان در سن ۵ سالگی و  $K^5$  را محاسبه می‌کنیم. در این مورد ما تنها نیاز به حل یک معادله غیرخطی با یک مجهول داریم. به همین ترتیب مابقی مقادیر و مجهولات را به دست می‌آوریم و به محاسبات  $n^s$  و  $k^s$  با کمک مقادیر  $n^{s+1}$  و  $k^{s+1}$  و  $k^{s+2}$  که در دوبازگشت پیشین به دست آمده بود، می‌پردازیم و به محاسبه ادامه می‌دهیم تا زمانی که به  $K^1$  و  $n^1$  برسیم. اگر  $K^1 = 0$  شد، کار ما تمام است در غیر این صورت باید حدسمان در مورد  $K^6$  را به روز کنیم و محاسبات را مجدداً انجام دهیم.

طبق فروض مدل نسل‌های همپوش، در گام اول باید یک زمان متناهی به میزان حداقل سه برابر تعداد نسل‌ها را به عنوان دوران انتقال در نظر بگیریم تا مطمئن شویم اقتصاد به وضعیت ایستایی جدید همگرا می‌شود. در این پژوهش ما ۲۰ دوره معادل ۲۰۰ سال واقعی را برای دوران انتقال در نظر گرفته‌ایم. مدل نسل‌های همپوش روند متغیرها را در بلند مدت بررسی می‌کند و همان طور که گفته شد، دوره‌ها برای رسیدن به وضعیت ایستایی جدید، طولانی‌مدت در نظر گرفته می‌شوند. بنابراین، کلیه پژوهش‌هایی که به منظور بررسی سیاست‌های اصلاحی تأمین اجتماعی با این مدل‌ها صورت گرفته است، پیش‌بینی روندها را انجام می‌دهد و هیچ کدام تاکنون به صورت عملی در هیچ کشوری اثبات نشده است.

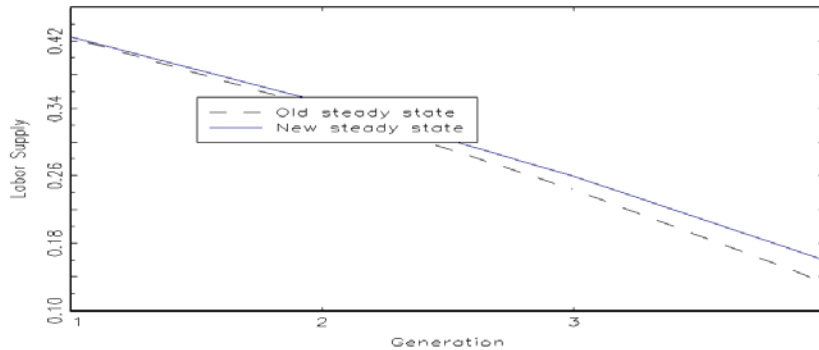
1. Newton-Raphson method



نمودار ۳. پس‌انداز فردی خانوار در وضعیت ایستایی اولیه و نهایی

مأخذ: محاسبات تحقیق

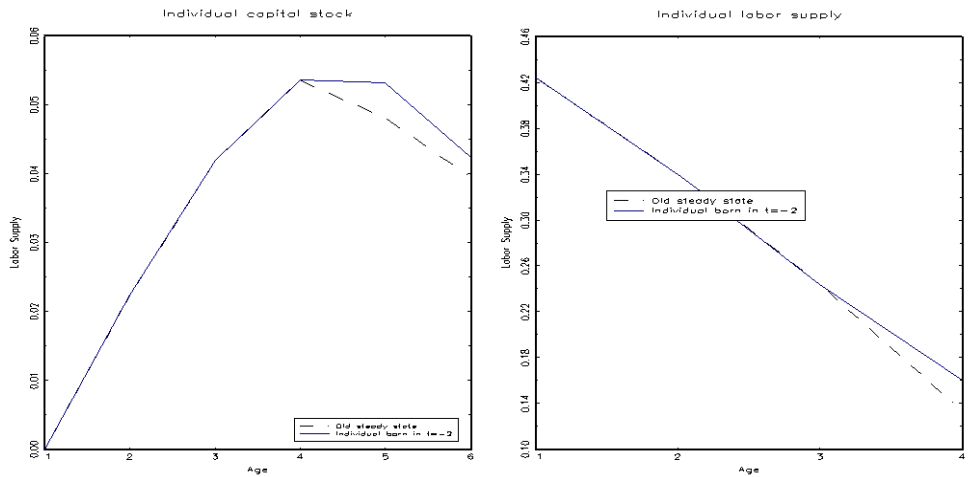
در نمودار ۳-۱ پس‌انداز خانوارها نشان داده شده است. همان‌طور که از نمودار مشخص است پس از اعمال شوک کاهش نرخ جایگزینی از ۰/۹ به ۰/۷، پس‌انداز خانوار افزایش می‌یابد چون دولت میزان مستمری را کاهش داده و خانوارها اقدام به پس‌انداز شخصی برای دوران سالمندی می‌کنند. همچنین برای حفظ تعادل بودجه دولت، میزان مالیات بر درآمد نیز کاهش می‌یابد. با این کاهش مالیاتی عرضه نیروی کار در وضعیت ایستایی جدید افزایش می‌یابد.



نمودار ۴. عرضه نیروی کار در وضعیت ایستایی اولیه و نهایی

مأخذ: محاسبات تحقیق

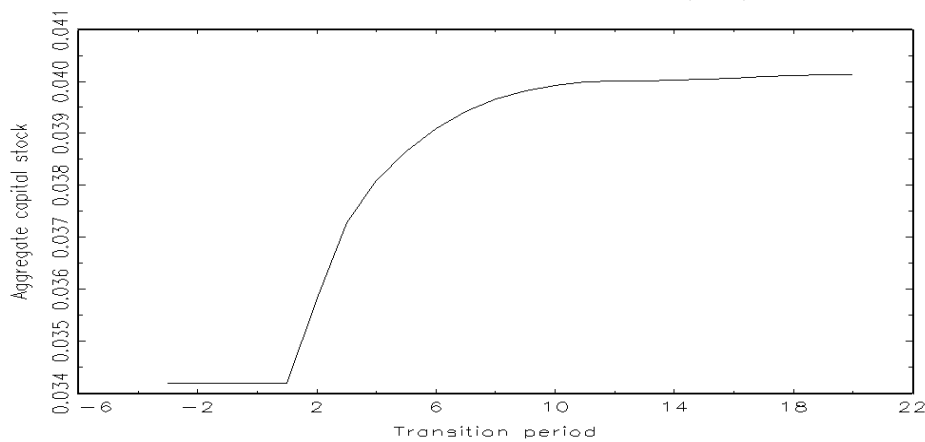
در گام سوم حдسی برای ذخیره سرمایه و اشتغال داشتیم، با کمک این حдس اولیه مقادیر مسیر زمانی سرمایه و اشتغال به دست می‌آید. به این ترتیب مقادیر دستمزد و نرخ بهره، نرخ مالیات و مستمری نیز از شروط مرتبه اول بنگاه و قیود بودجه به دست آمد. در گام چهارم انتقال بین وضعیت ایستایی اولیه و نهایی را محاسبه می‌کنیم. مانند قبل از شروط مرتبه اول خانوار به منظور محاسبه ذخیره سرمایه و عرضه نیروی کار خانوارهای متولد شده در زمان  $t=20, 19, \dots, 0, -1, -2, -3, -4$  استفاده می‌کنیم با اشاره به این نکته که  $n_t^5 = n_t^6 = 0$ .



نمودار ۵. پس‌انداز فردی و عرضه نیروی کار برای متولدین پیش از اعمال شوک

مأخذ: محاسبات تحقیق

در نمودار ۳-۴ پس‌انداز و عرضه نیروی کار خانوارهایی که در دوره  $t=2$  متولد شده‌اند با خط ممتد نشان داده شده‌است. در سن  $s=4$  در دوره  $t=1$  آنها در مورد تغییر سیاست آگاه می‌شوند، آنها پس‌انداز و عرضه نیروی کار را در این دوره تعدیل می‌کنند. بنابراین،  $K^4$  و  $\pi^5$  متفاوت از مقدار وضعیت ایستایی اولیه که با خط چین نشان داده شده است، می‌شود. محاسبات را برای خانوارهایی که در  $t=4$  متولد شده‌اند متوقف می‌کنیم زیرا خانوارهایی که پیش از این زمان متولد شده‌اند، هیچ تأثیری روی ذخیره سرمایه کل و اشتغال در طول دوران گذار ندارند چون آنها در این زمان با مرگ از مدل خارج شده‌اند. در گام پنجم باید مسیر زمانی متغیرهای  $\{K_t, N_t\}$  به روز شود.



نمودار ۶. مسیر زمانی ذخیره سرمایه کل

مأخذ: محاسبات تحقیق

همگرایی مسیر زمانی برای سرمایه در نمودار (۶) نشان داده شده است. اقتصاد از وضعیت اولیه ایستایی به وضعیت نهایی همگرا می‌شود. در دوره صفر اقتصاد در وضعیت ایستایی اولیه قرار دارد و همه عوامل بدون آگاهی از تغییر سیاست دولت، پس‌انداز خود را مشخص کرده‌اند یعنی  $K_1^S$ .

#### ۴-۵. برازش و شبیه‌سازی

محاسبه وضعیت ایستایی برای مدل، نیاز به مقادیری برای پارامترهای موجود در معادلات دارد. روند محاسبه یا انتخاب پارامتر در مدل تعادل عمومی از طریق برازش انجام می‌شود.

#### پارامترهای برازش شده

در مدل‌های تعادل عمومی، برخی از ضرایب از طریق برازش<sup>۱</sup> محاسبه و در مدل استفاده می‌شود. برازش پارامتر، از طریق محاسبات اقتصادسنجی انجام می‌گیرد. در این مقاله، ضرایب طبق جدول (۲)، در مدل استفاده شده و نرخ جایگزینی را براساس دو ستون جدول (۱) که از اطلاعات نشریه سازمان تأمین اجتماعی از نگاه آمار (۱۳۹۰-۱۳۴۰ش) گردآوری شده، محاسبه کرده‌ایم. نرخ جایگزینی دوم (۲) که به عنوان شوک به مدل وارد می‌شود، به صورت فرضی ۰,۷ در نظر گرفته شده است تا امکان قیاس میزان محاسبه شده آن با توجه به اطلاعات تأمین اجتماعی فراهم شود.

جدول ۲. پارامترهای برازش شده

نرخ تنزیل ذهنی	$\beta$	ادیب‌نیا (۱۳۹۱)	۰/۹۸
ریسک‌گریزی نسبی	$\eta$	کاگاکان (۲۰۰۹)	۲
سهم سرمایه در تولید	$\alpha$	مجیدی	۰,۵
نرخ استهلاك	$\delta$	امینی (۱۳۸۴)	۰/۰۴۲
نرخ جایگزینی اول	$\zeta_1$	محاسبات مقاله	۰,۹
نرخ جایگزینی دوم	$\zeta_2$	فرضیات مقاله	۰/۷
نرخ بهره	R	بانک مرکزی	۱۷٪

مأخذ: محاسبات تحقیق

## ۵. نتیجه‌گیری و پیشنهادات

همان‌طور که از طریق نمودارها نشان داده شد، سناریوی کاهش نرخ جایگزینی اثرات مثبتی در بلندمدت دارد. کاهش نرخ جایگزینی که به معنی کاهش نسبی مستمری بازنشستگان است، موجب افزایش پس‌انداز فردی می‌شود، زیرا پس از اعلام سیاست کاهش نرخ جایگزینی، افراد که در مدل نسل‌های همپوش رفتارشان عقلایی فرض می‌شود، اقدام به پس‌انداز شخصی بیشتر می‌کنند و از آنجا که ذخیره سرمایه در اقتصاد حاصل جمع پس‌اندازهای فردی است، بنابراین، افزایش در ذخیره کل سرمایه در بلندمدت اتفاق می‌افتد.

از سوی دیگر، به علت ارتباط نرخ جایگزینی و نرخ مالیات در قید بودجه تأمین اجتماعی، پس از اعمال این سیاست، کاهش نرخ مالیات رخ می‌دهد که منجر به افزایش عرضه کار می‌شود. زیرا در این وضعیت جدید به علت کاهش مالیات انگیزه افراد برای کسب درآمد بیشتر افزایش می‌یابد. در صورت کاهش نرخ جایگزینی در سازمان تأمین اجتماعی ایران، میزان عرضه نیروی کار افزایش می‌یابد زیرا افراد ناچار به پس‌انداز بیشتر برای گذران دوره سالمندی می‌شوند و، در نتیجه، سرمایه که طبق مدل از جمع پس‌انداز فردی حاصل می‌شود، در جامعه افزایش یافته که اثرات مثبت انکارناپذیری بر بخش تولید دارد.

کاهش ورودی‌های سازمان تأمین اجتماعی که به دلیل سالمندی جمعیت و مشکلات بخش اشتغال رخ داده است، سبب به هم خوردن تعادل منابع و مصارف صندوق شده است. بنابراین، اصلاحات در این نظام اجتناب‌ناپذیر است. با توجه به نتایج به دست آمده از مدل مقاله و قیاس نرخ جایگزینی در نظام اجتماعی ایران با سایر نقاط جهان از جمله کشورهای اروپایی، به این نتیجه می‌رسیم که کاهش نرخ جایگزینی به عنوان یک اصلاح پارامتری در نظام تأمین اجتماعی، نتایج مثبتی به دنبال دارد.

با این حال، برای تصمیم‌گیری در مورد چگونگی اصلاح نظام تأمین اجتماعی ایران، باید مسائل مهم دیگری را نیز لحاظ کرد. یکی از مهم‌ترین این موارد، تورم است. تورم عامل برون‌زایی است که اگر کنترل نشود حتی با کاهش نرخ جایگزینی به میزان بیش از آنچه در این پژوهش پیشنهاد شد، موجب بروز مشکلات می‌شود، زیرا تورم هر ساله به شدت از قدرت خرید درآمد می‌کاهد و به این ترتیب نمی‌توان بدون توجه به وضعیت معیشتی گروه‌های بازنشسته امروز، به کاهش نرخ جایگزینی برای حفظ تعادل نظام پرداخت.

همچنین، یکی از مشکلات عمده نیروی کار در ایران کمبود شغل است. با توجه به بحث‌های جمعیتی که در این پژوهش به آن پرداختیم، اگر ظرفیت جذب این حجم قابل توجه جمعیت جوان را در اقتصاد ایجاد کنیم، که به معنی افزایش ورودی‌های صندوق است، آنگاه مشکلات عدم تعادل

صندوق با افزایش قابل توجه منابع آن از طریق دریافت حق بیمه این شاغلان تازه‌وارد حل می‌شود. سپس می‌توان با اصلاحات ساختاری مثل فردی کردن حساب‌ها و سرمایه‌گذاری منابع صندوق که موجب شفاف‌سازی در این حوزه می‌شود، بدون کاهش رفاه گروه‌های بازنشسته، تعادل منابع و مصارف صندوق را فراهم کرد. همچنین، می‌توان با کاهش نرخ جایگزینی متناسب با درآمد، پس از اجرای اصلاحات مقدماتی، به قابلیت بازتوزیع درآمدی نظام‌های تأمین اجتماعی افزود.

### منابع

- ادیب‌نیا، الهام (۱۳۹۰)، بررسی اثر سالمندی جمعیت بر متغیرهای کلان اقتصادی، پایان‌نامه کارشناسی ارشد، دانشگاه الزهراء: دانشکده علوم اجتماعی و اقتصاد.
- امینی، علیرضا؛ نشاط حاجی، محمد (۱۳۸۴)، "برآورد سری زمانی موجودی سرمایه در ایران"، فصلنامه برنامه و بودجه، شماره ۹۰، صص ۸۶-۵۳.
- الیزالده، کارلوس (۱۳۸۲)، "نظریه اقتصادی مستمیری بازنشستگی"، ترجمه هرمز همایون‌پور، فصلنامه تأمین اجتماعی، شماره ۱۴، صص ۱۱۴-۶۹.
- پستیو، پیر (۱۳۸۲)، "اقتصاد سیاسی بازتوزیع تأمین اجتماعی"، ترجمه نسرين قبادی، فصلنامه تأمین اجتماعی، شماره ۱۴، صفحه ۳۳-۱۱.
- پیرویان، ویلیام؛ جیوار، عبدالحسین (۱۳۸۲)، قوانین و مقررات تأمین اجتماعی، تهران: مؤسسه عالی پژوهش تأمین اجتماعی، چاپ اول.
- جلیلی، طیبه (۱۳۸۸)، نظام‌های بازنشستگی در یک نگاه، واحد مطالعات صندوق بازنشستگی کشوری، مؤسسه حسابرسی صندوق بازنشستگی کشوری.
- جی.مورفی (۱۳۸۰)، آنالیز عددی، ترجمه محمود محسنی مقدم، کرمان: انتشارات دانشگاه شهید باهنر.
- دشتبان فاروجی، مجید (۱۳۸۹)، شبیه‌سازی یک الگوی نسل‌های همپوش ۵۵ دوره‌ای با رویکرد بهسازی نظام بازنشستگی ایران، رساله دکترا، دانشگاه اصفهان.
- دینیکر (۱۳۸۶)، "مشارکت بانک جهانی در خصوصی‌سازی نظام‌های تأمین اجتماعی دولتی در کشورهای درحال توسعه و گذار"، ترجمه محسن ایزدخواه، فصلنامه اقتصادسیاسی، شماره ۴، مؤسسه دین و اقتصاد، ص ۱۹۰.
- روغنی‌زاده، مصطفی (۱۳۸۴)، "تحلیل ریاضی بر وضعیت صندوق‌های بازنشستگی ایران و طراحی نظام بهینه برای صندوق‌های یاد شده"، تهران: انتشارات سازمان بازنشستگی کشوری.
- زاهدی مازندرانی، محمد جواد (۱۳۷۸)، "نظام‌های سنتی تأمین اجتماعی در ایران"، فصلنامه تأمین اجتماعی، شماره ۳، صص ۶۰-۲۳.



سهرابی، حمید (۱۳۷۶)، *عرضه و تقاضای نیروی انسانی متخصص در ایران، تحلیلی از وضع موجود و چشم‌انداز آینده*، سازمان برنامه و بودجه، مرکز مدارک اقتصادی-اجتماعی.

ساروخانی، باقر (۱۳۷۸)، "اصول پایه در تدوین نظام جامع تأمین اجتماعی"، فصلنامه تأمین اجتماعی، شماره ۱، صص ۷۵-۹۰.

سازمان تأمین اجتماعی (۱۳۹۱)، *سازمان تأمین اجتماعی از نگاه آمار ۱۳۴۰ تا ۱۳۹۰*، تهران: دفتر آمار و محاسبات اقتصادی و اجتماعی.

محسنی تبریزی، علیرضا؛ همایون پور، هرمز (۱۳۷۹)، "بررسی وضعیت سالمندان در ایران"، فصلنامه تأمین اجتماعی، شماره ۷، صص ۱۸۷-۲۰۸.

مدرسی عالم، زهره (۱۳۹۰)، "نگاهی به روش‌های اصلاح نظام بازنشستگی در کشور"، ماهنامه بررسی مسائل و سیاست‌های اقتصادی، سال یازدهم، شماره ۱۲، صص ۱۳۰-۱۲۳.

مرکز آمار ایران (۱۳۸۴)، *شاخص‌های کلیدی نیروی کار در ایران*.

مرکز آمار ایران، *سالنامه‌های آماری سال‌های مختلف*.

مرکز آمار ایران (۱۳۸۵)، *نتایج آمارگیری نیروی کار*، [www.amar.org.ir](http://www.amar.org.ir).

Arifianto, Alexander (2004), "Social Security Reform in Indonesia", The SMERU Research Institute.

Auerbach, A.J.; Kotlikoff, L.J. (1987), *Dynamic Fiscal Policy*, Cambridge University Press.

Barr, N. (2004), *The economic of the welfare state*, Oxford University Press.

Bertrand, Marianne; Sendhil Mullainathan; Douglas Miller (2003), "Public policy and extended families: Evidence from pensions in south Africa", *Journal of World Bank Economic Review*, Vol. 17, No. 1, PP.27-50.

Blake, David (2006), *Pension Economics*, Pension Institute.

Bodie, Z. (1990), "Pensions as retirement income insurance", *Journal of economic literature*, Vol. 28, No. 1, PP. 28-49

Deger, Cagacan (2008), *Pension Reform in an OLG Model with Multiple Social Security Systems*, Economic Research Center (erc).

Ferreira, G. Sergio (2001), "Transitional And Long Run Effect of Reforming Social Security in Brazil", *Journal of Revista Brasileira de Economia*, Vol. 58, No. 3.

Heer, B.; Maussner, A. (2009), *Dynamic General Equilibrium Modeling*, Computational Methods And Application, Springer .

Majidi, G. (2005), "The Macroeconomics Effect of Social Security Reform: Case Iran", *PHD Dissertation*: Essex University.

## پیوست‌ها

### پیوست ۱: روش‌های تکراری برای حل معادلات غیر خطی

روش‌های تحلیلی استاندارد برای حل معادلات غیرخطی بی‌فایده است. بنابراین، باید روش‌هایی را پیدا کنیم که جواب‌های تقریبی چنین معادلاتی را محاسبه کنند. روش‌هایی را که به کار خواهیم برد، روش‌های تکراری می‌نامند.

این قبیل معادلات را در حالت کلی به صورت  $f(x)=0$  می‌نویسیم. فرض می‌کنیم  $\alpha$  ریشه واقعی معادله فوق باشد و به عبارت دیگر  $f(\alpha)=0$ . روش تکراری متکی به این اصل است که یک نقطه اولیه مانند  $x_0$  حدس زده می‌شود و سپس دنباله‌ای مانند  $x_1, x_2, x_3, \dots, x_n, \dots$  به کمک نقطه اولیه  $x_0$ ، تولید می‌کنیم به طوری که دنباله مذکور همگرا به ریشه  $\alpha$  باشد.

مقصود از همگرایی این است که بعد از تعداد متناهی از تکرارها، فاصله  $x_n$  تا  $\alpha$  همراه با افزایش  $n$  کاهش می‌یابد. اگر  $\epsilon$  یک خطای قابل تحمل باشد، می‌توان محاسبات را در صورتی خاتمه داد که

$$|x_n - x_{n-1}| < \epsilon \quad (1)$$

مسئلاً عدد  $n$  بستگی به  $\epsilon$  دارد، زیرا افزایش دقت نیاز به محاسبات اضافی دارد.

برای پیدا نمودن نقطه اولیه  $x_0$  می‌توان نمودار  $f(x)y=$  را رسم کرده و ملاحظه کنیم در چه نقطه‌ای نمودار فوق محور  $x$ ها را قطع می‌کند. البته یادآوری می‌شود که نمودار دقیق مورد نیاز نیست. بی‌مناسبت نیست که  $f(x)=0$  را به یک سری محاسبات به معادله‌ای مانند  $f_1(x)=f_2(x)$  تبدیل کرده و سپس نمودار منحنی‌های  $y_1=f_1(x)$  و  $y_2=f_2(x)$  را رسم کنیم. محل برخورد این منحنی‌ها حدس اولیه است. چنین معادله‌ای که ارتباط اعضای متوالی را بیان می‌کند رابطه بازگشتی نامیده می‌شود (مورفی، ۱۹۹۰).

### پیوست ۲: محاسبات مربوط به وضعیت ایستایی

برای خانوارهایی که قبل از دوره ۱ متولد شده‌اند، محاسبات کمی تغییر می‌کند. به عنوان مثال برای خانوارهایی که در دوره  $t=0$  متولد شده‌اند، شوک تغییر نرخ جایگزینی غیرمنتظره بوده است. بنابراین این گروه نمی‌دانند که شوک تغییر نرخ جایگزینی در دوره ۱ اعمال می‌شود و میزان مستمری و قیمت‌ها با وضعیت ایستایی اولیه متفاوت می‌شود.

در دوره صفر خانوارها دقیقاً مانند وضعیت ایستایی اولیه رفتار می‌کنند. بنابراین، پس انداز و عرضه نیروی کار آنها در دوره اول زندگی‌شان برابر است با خانوارهای یک‌ساله در وضعیت ایستایی اولیه.

برای اجرای الگوریتم نیوتن-رافسون، باید ماتریس ژاکوبی را که در این مسئله یک ماتریس  $20 \times 20$  است محاسبه کنیم.

$$g(K_1^i, K_2^i, \dots, K_{20}^i, N_1^i, N_2^i, \dots, N_{20}^i) = \begin{bmatrix} K_1^{i*} - K_1^i \\ K_2^{i*} - K_2^i \\ \vdots \\ K_{20}^{i*} - K_{20}^i \\ N_1^{i*} - N_1^i \\ N_2^{i*} - N_2^i \\ \vdots \\ N_{20}^{i*} - N_{20}^i \end{bmatrix} \quad (2)$$

در این روش مسیر زمانی متغیرهای کل بر اساس رابطه زیر به روز می شود:

$$x^{i+1} = x^i - j(x^i)^{-1} g(x^i) \quad (3)$$

### محاسبه توزیع وضعیت ایستایی

به منظور تشریح محاسبه توزیع وضعیت ایستایی، شروط مرتبه اول خانوارهای شاغل را با توجه به عرضه نیروی کار و ذخیره سرمایه دوره بعد در نظر می گیریم.

با وارد کردن قید بودجه خانوار شاغل در این دو معادله می توانیم معادلات زیر را به دست آوریم:

$$(1-\tau)\omega = \gamma \frac{(1+r)k^s + (1+\tau)\omega n^s - k^{s+1} + \psi}{1-n^s},$$

$$\frac{1}{\beta} = \frac{\left( (1+r)k^{s+1} + (1+\tau)\omega n^{s+1} - k^{s+2} + \psi \right)^{-\eta}}{\left( (1+r)k^s + (1+\tau)\omega n^s - k^{s+1} + \psi \right)^{-\eta}} \quad (4)$$

$$\times \frac{(1-n^{s+1})^{\gamma(1-\eta)}}{(1-n^s)^{\gamma(1-\eta)}} [1+r]$$

معادله دوم برای بازنشستگان به صورت زیر تعدیل می شود:

$$\frac{1}{\beta} = \frac{\left( (1+r)k^{s+1} + b - k^{s+2} + \psi \right)^{-\eta}}{\left( (1+r)k^s + b - k^{s+1} + \psi \right)^{-\eta}} [1+r] \quad (5)$$

معادلات بالا، یک سیستم نه تایی از معادلات را با ۹ مجهول تشکیل می دهد. محاسبه چنین دستگاهی سخت است. بنابراین، از روش های عددی استفاده می کنیم.

در اینجا از روش نیوتن - رافسون کمک می گیریم و با یک حدس اولیه از ثروت در آخرین دوره زندگی یعنی  $K^6$  آغاز می کنیم. با کمک این حدس اولیه شروط مرتبه اول بازنشستگان در سن پنج سالگی یعنی  $K^5$  را محاسبه می کنیم. در این مورد ما تنها نیاز به حل یک معادله غیرخطی با یک مجهول داریم. به همین ترتیب مابقی مقادیر و مجهولات را به دست می آوریم. از معادله اول برای  $s=4$  می توانیم  $n^4$  و  $k^4$  را محاسبه کنیم. به همین ترتیب به محاسبات  $n^s$  و  $k^s$  با کمک مقادیر  $n^{s+1}$  و  $k^{s+1}$  می توانیم  $k^{s+2}$  که در دوبازگشت پیشین به دست آمده بود و به محاسبه ادامه می دهیم تا زمانی که به  $K^1$  و  $n^1$  برسیم. اگر  $K^1 = 0$  شد، کار ما تمام است. در غیر این صورت، باید حدسمان در مورد  $K^6$  را به روز کنیم و محاسبات را مجدداً انجام دهیم.

مقادیر پی در پی  $K^6$  به صورت زیر به دست می آیند:

$$k_{i+2}^{60} = k_{i+1}^{60} - \frac{k_{i+1}^{60} - k_i^{60}}{k_{i+1}^1 - k_i^1} k_{i+1}^1 \quad (6)$$

### پیوست ۳: تعریف اصطلاحات مورد استفاده در مقاله

**الف) بازنشستگی<sup>۱</sup>:** فرایندی است که به موجب آن، دولت به خدمت کارمندی که قانوناً از ارائه خدمت در نتیجه کهولت سن و طول مدت خدمت عاجز می شود خاتمه می دهد و، با رعایت خدمات گذشته، برای او مستمری ثابت مقرر می کند.

**ب) مستمری<sup>۲</sup>:** جریان پرداخت هایی است که از زمان بازنشستگی آغاز و تا زمان مرگ ادامه می یابد. حقوق بازنشستگی، امنیت درآمد طول عمر در دوران بازنشستگی را فراهم می کند (بادی، ۳، ۱۹۹۰).

**ج) شاخص های جایگزینی درآمد:** شاخص هایی هستند که پرداخت مستمری براساس آنها صورت می گیرد که از جمله آنها می توان به نرخ جایگزینی<sup>۴</sup>، سطح مستمری نسبی<sup>۵</sup> و ثروت بازنشستگی<sup>۶</sup> اشاره کرد (جلیلی، ۱۳۸۸). نرخ جایگزینی نشانگر نسبت حقوق بازنشستگی (مستمری) به متوسط درآمدهای

- 
1. Retirement
  2. Pension
  3. Bodie
  4. Replacement rate
  5. Relative pension level
  6. Pension wealth

دوران اشتغال است که در این مقاله با مشورت کارشناسان سازمان تأمین اجتماعی ایران و با توجه به آمار موجود، متوسط حقوق دو سال آخر شاغلان برای محاسبه این نرخ در نظر گرفته شد. این شاخص نشان می‌دهد که سیستم بازنشستگی تا چه حد توان حفظ استاندارد زندگی پیشین فرد بازنشسته را دارد. سطح مستمری نسبی میزان حقوق بازنشستگی در مقایسه با درآمد متوسط در سطح جامعه است و شاخص مناسبی از کفایت مستمری<sup>۱</sup> محسوب می‌شود، چرا که نشان می‌دهد یک مستمری‌بگیر در مقایسه با شاغلی با درآمد متوسط، در چه وضعیتی قرار دارد. برای شاغلان با درآمد متوسط، نرخ جایگزینی و سطح مستمری نسبی برابر خواهد بود. ثروت بازنشستگی شاخصی است که تمام پرداخت‌های آینده به یک بازنشسته را به حساب می‌آورد. یعنی ارزش فعلی پرداخت‌های مستمری در آینده است.

