

## پیامدهای اقتصادی سالمندی جمعیت بر اقتصاد ایران

### (مدل تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش)

زهرا کاشانیان<sup>۱</sup>

حسین راغفر<sup>۲</sup>

میرحسین موسوی<sup>۳</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۷/۸/۲۰

تاریخ ارسال: ۱۳۹۶/۱۲/۵

#### چکیده

سالمندی جمعیت یکی از دغدغه‌های مهم قرن اخیر در سراسر دنیا به شمار می‌آید. در مطالعه حاضر، به منظور بررسی تأثیر تغییرات جمعیتی بر رشد اقتصادی، یک مدل نسل‌های هم‌پوش دو مرحله‌ای دایموند طراحی شده است. در این مدل، افراد دو دوره زندگی می‌کنند، طول هر دوره سی سال در نظر گرفته شده است. از نظر چرخه زندگی دوره نخست، بیان‌کننده زندگی کاری و دوره دوم، مربوط به بازنشستگی است. این مدل از سه بخش خانوار، دولت و بنگاه تشکیل می‌شود که در یک بازار رقابت کامل فعالیت می‌کنند. این مدل متناسب با شرایط ایران طراحی و برازش شده است و در انتها نتایج به دست آمده تحلیل می‌شود. نتایج به دست آمده از شبیه‌سازی‌ها نشان می‌دهد، تغییرات نرخ رشد اقتصادی ناشی از تغییر ۶ مؤلفه عرضه نیروی کار، نرخ پس‌انداز، تعمیق سرمایه و سرمایه‌گذاری عمومی اثر مثبت و عرضه نیروی کار سالمند و مالیات اثر منفی بر رشد دارند. مؤلفه تعمیق سرمایه و پس‌انداز، سرمایه‌گذاری عمومی قوی‌ترین تأثیر را بر رشد اقتصادی دارند. مدل، پیش‌بینی‌هایی در مورد درون‌زایی و برون‌زایی رشد دارد که نشان می‌دهد، درون‌زایی یا برون‌زایی تأثیر چندانی بر نتایج به دست آمده ندارد.

واژگان کلیدی: سالمندی جمعیت، مدل تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش، تعمیق سرمایه، رشد اقتصادی.

طبقه‌بندی JEL: E62, H5, J26, C5, J11

۱- دانشجوی دکترای اقتصاد، دانشگاه الزهرا (س) (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی:

y.kashanian@gmail.com

۲- دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه الزهرا (س) پست الکترونیکی: raghf@alzahra.ac.ir

۳- دانشیار، گروه اقتصاد، دانشگاه الزهرا (س) پست الکترونیکی: mhousavi@alzahra.ac.ir

## ۱- مقدمه

سالمندی جمعیت یک فرآیند «انتقال جمعیت‌شناختی» است که در آن باروری و مرگ‌ومیر از سطوح بالا به سطوح پایین کاهش می‌یابند؛ به عبارت دیگر، افزایش امید به زندگی و کاهش باروری باعث رشد جمعیت سالمند به کل جمعیت می‌شود. این پدیده که نوعی گذار جمعیتی<sup>۱</sup> بوده، امروزه تأثیر زیادی بر رشد و توسعه اقتصادی گذاشته و به یک نگرانی مشترک جهانی تبدیل شده است، از این رو، این پدیده یکی از وقایع مهم جمعیتی در دو قرن اخیر به شمار می‌آید.

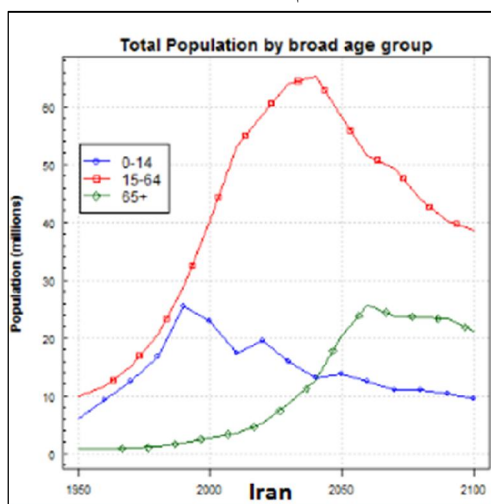
موضوعی که وقوع پدیده سالمندی را در ایران از دیگر کشورها متمایز می‌کند، شدت و سرعت رخداد این پدیده است. بعد از پیروزی انقلاب اسلامی، در سال ۱۳۵۸ دولت به شدت از ازدواج در سن پایین و باروری بالا حمایت کرد و این، باعث انفجار جمعیتی در دهه بعد از پیروزی انقلاب، یعنی دهه ۶۰ شد، به حدی که ایران در سال ۱۳۶۵ با یک انفجار جمعیتی روبه‌رو بود. البته، این مسئله بیش از ده سال طول نکشید و از سال ۱۳۶۸، سیاست‌های تعدیل جمعیت و تنظیم خانواده به اجرا درآمد که موفق بود و توانست در دهه بعد نرخ باروری را از ۶/۵ به ۲/۵ درصد کاهش دهد. با ظاهر شدن آثار کنترل جمعیت از سال ۱۳۷۰، به تدریج از نسبت افراد کمتر از ۱۵ سال کاسته و بر نسبت افراد میان‌سال (۱۵ تا ۶۴ ساله) افزوده شده است. استمرار این وضع در آینده می‌تواند ترکیب سنی جمعیت را تغییر دهد و به نحو محسوسی از نسبت افراد زیر ۱۵ سال بکاهد و جمعیت را به سوی سالی‌خوردگی سوق دهد.<sup>۲</sup>

این پدیده، آثار چندگانه‌ای بر اقتصاد می‌گذارد؛ این مسئله به کاهش نسبی جمعیت اقتصادی مولد و تغییر ضریب وابستگی اقتصادی منجر می‌شود که خود، باعث کاهش عرضه نیروی کار مؤثر می‌شود و می‌تواند مانعی در برابر رشد باشد. علاوه بر این، افزایش سالمندی باعث افزایش هزینه‌های سلامت و تأمین اجتماعی می‌شود، این هزینه‌ها که توسط

سازمان‌های بازنشستگی به سالمندان پرداخت می‌شود، در واقع، انتقال از نسل جوان به نسل سالمند است که به مرور می‌تواند سنگین و مشکل‌ساز شود، یکی از نگرانی‌های سالمند شدن جمعیت این است که اقتصاد توانایی کشیدن بار این تعداد سالمند را ندارد، زیرا این افراد به اقتضای سن فقط مصرف‌کننده هستند. تأمین این هزینه‌ها باعث کاهش سرمایه‌گذاری عمومی و در نهایت، موجب کاهش رشد اقتصادی می‌شود.

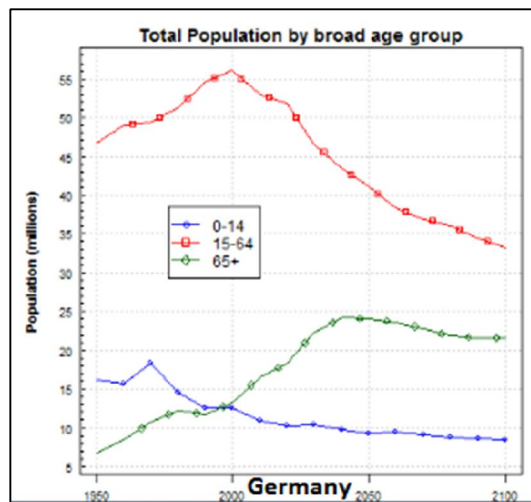
تأثیری که سالمندی بر اقتصاد می‌گذارد برآیندی از این اثرات است که برآورد آن و همچنین داشتن آمادگی لازم برای مقابله با این مشکل به دست آوردن اطلاعات کافی و مطالعه در زمینه تأثیر احتمالی سالمندی بر ابعاد مختلف جامعه، به خصوص بعد اقتصادی آن است؛ این پژوهش بخشی از این مسایل را بررسی می‌کند.

برای تبیین بیشتر اهمیت این موضوع، به بررسی واقعیت‌های آماری در خصوص ساختار جمعیتی آلمان به عنوان کشوری توسعه یافته و ایران، کشور مورد بررسی در این پژوهش که کشوری در حال توسعه است، می‌پردازیم<sup>۱</sup>.



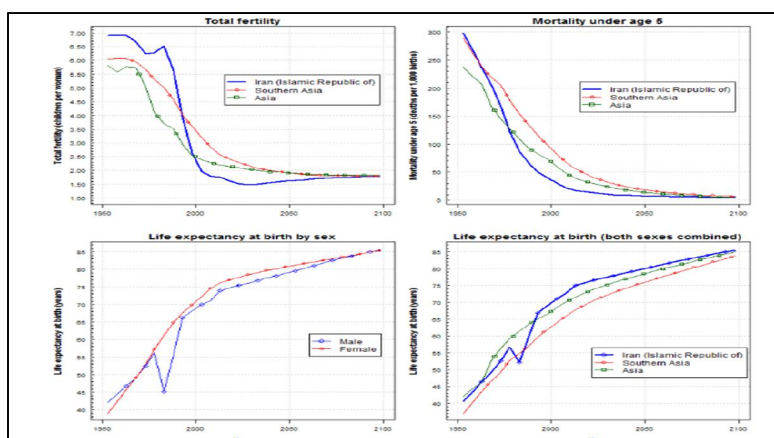
۱- نمودارها از سایت سازمان ملل در سال ۲۰۱۶ استخراج شده است

(<https://esa.un.org/unpd/wpp/Graphs/DemographicProfiles>)

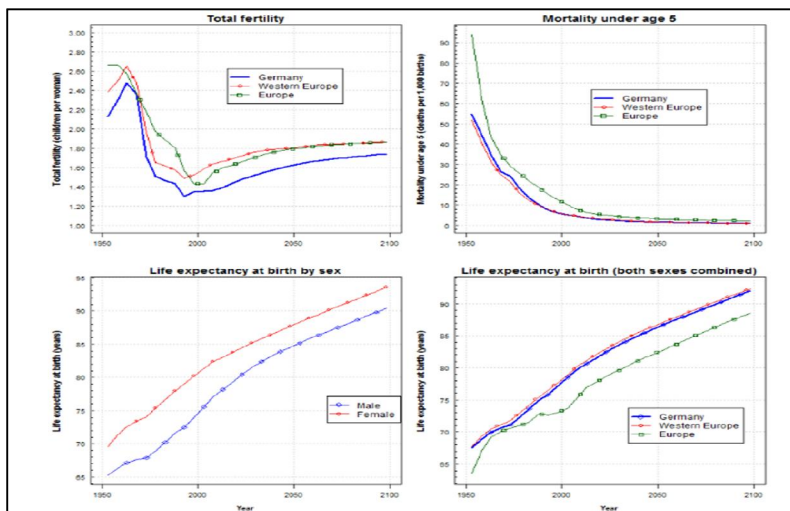


نمودار ۱- جمعیت کل کشورهای ایران و آلمان

نمودار نشان‌دهنده کل جمعیت به تفکیک بازه‌های سنی است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، در هر دو کشور جمعیت جوان رو به کاهش و جمعیت سالمند رو به افزایش است. همان‌طور که در نمودارهای شماره ۲ و ۳، مشاهده می‌شود، شاخص باروری کل و نرخ مرگ‌ومیر نوزادان زیر ۵ سال به شدت در حال کاهش و امید به زندگی در حال افزایش است.



نمودار ۲- شاخص‌های جمعیتی ایران، آفریقای جنوبی و آسیا



نمودار ۳- شاخص‌های جمعیتی آلمان، اروپای غربی و اروپا

جمع‌بندی این نمودارها نشان می‌دهد، پدیده سالمندی جمعیت در اروپا و آسیا و البته، دیگر قاره‌ها، با سرعت و وسعت زیادی در حال وقوع است؛ بنابراین، بررسی جوانب و تأثیرهای آن به‌منظور یافتن مشکلات و آسیب‌های پیش رو و پیروی آن، ارایه راه‌حل مناسب، جزء ضروری‌ترین مسایل مورد پژوهش است.

ساختار مقاله در ادامه به این شکل خواهد بود: در بخش دوم، ادبیات موضوع مرور می‌شود که از دو بخش ادبیات تجربی و ادبیات نظری تشکیل شده است. در بخش سوم، مقارنه‌ی مدل و در بخش چهارم، نتیجه‌گیری و پیشنهادها ارایه می‌شود.

## ۲- مروری بر ادبیات

### ۲-۱- ادبیات تجربی

ددری، آندر و پستيو (۲۰۱۷)، با استفاده از مدل تعادل هم‌پوش دو دوره‌ای با تصمیم‌های بازنشستگی درون‌زا، تأثیر سالمندی را بر تجمع سرمایه و رفاه در اقتصاد با بازنشستگی بدون سرمایه تحلیل کردند. نتایج این تحقیق نشان داد، وقتی افزایش طول عمر باعث

سالمندی جمعیت باشد، سیستم‌های بازنشستگی بی‌قاعده باعث بهبود بیشتری در رفاه می‌شوند، در حالی که اگر کاهش باروری باعث سالمندی جمعیت باشد، سیستم بازنشستگی دستوری عملکرد بهتری دارد.

چاو و شین (۲۰۱۵)، برای بررسی تأثیر سالمندی بر رشد اقتصادی در کره، یک مدل تعادل عمومی قابل محاسبه را که در آن سرمایه انسانی درون‌زا است در نظر گرفتند. نتایج این مطالعه نشان‌دهنده تأثیر بسیار زیاد طریق انتقالات اجتماعی سرمایه انسانی بر رشد اقتصادی است.

گونزال و نیپلت (۲۰۱۱)، آثار سالمندی به‌وجود آمده بر اثر افزایش امید به زندگی و کاهش باروری را بر رشد سرمایه در کشورهای *OECD* بررسی کردند. در مدل آنها اشتغال به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم اثر می‌گذارد، هر دو اثر مستقیم و غیرمستقیم وارد مدل شده است. در تعادل سیاسی - اقتصادی تغییر در ساختار جمعیتی باعث افزایش مالیات‌ها و انتقال سهم سرمایه‌گذاری عمومی به پرداخت‌های انتقالی و تأمین اجتماعی می‌شود. محاسبات نشان می‌دهد، رشد سرانه سرمایه در کشورهای *OECD* کاهش کمی داشته است، بنابراین، باید اقدام‌هایی برای افزایش بهره‌وری به‌منظور کاهش بار سالمندی انجام شود. بنابراین، اثر سالمندی می‌تواند مثبت یا منفی باشد.

کاشانیان، راغفر و موسوی (۱۳۹۷)، با اجرای یک مدل تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش دومرحله‌ای (دایموند) برای ایران به این نتایج رسیدند که بر اثر سالمندی جمعیت از یک سو، به‌مرور سهم عواید بازنشستگی از بودجه افزایش و سهم سرمایه‌گذاری عمومی کاهش می‌یابد؛ به عبارت دیگر، سالمندی جمعیت باعث برون‌رانی سرمایه‌گذاری عمومی می‌شود و از سوی دیگر، موجب کاهش نرخ رشد سالیانه محصول سرانه سرمایه می‌شود و به تبع کاهش این دو عامل، رشد اقتصادی نیز روندی کاهنده می‌یابد و همچنین سیاست‌های دولت به علت زیاد شدن جمعیت سالمند و کاهش عرضه نیروی کار مولد، افزایش مالیات و افزایش سن بازنشستگی خواهد بود که این سیاست‌ها کمی از شدت برون‌رانی سرمایه‌گذاری عمومی می‌کاهد.

قویدل و میرغیائی مرادی (۱۳۹۶) اثر سالمندی جمعیت را بر رشد اقتصادی با توجه به متغیر رشد جمعیت و شاخص امید به زندگی برآورد کرده‌اند. برای این منظور از روش تفاضل‌گیری، میانگین‌زدایی و روش متغیرهای مجازی در داده‌های تلفیقی شامل ۱۴۶ کشور طی سال‌های ۲۰۱۳-۱۹۹۰ استفاده شده است. طبق یافته‌های این تحقیق اثر سالمندی جمعیت بر رشد اقتصادی منفی نیست. همچنین نتایج این مقاله نشان می‌دهد، نرخ رشد جمعیت در صورتی بر رشد اقتصادی اثر مثبت می‌گذارد که جمعیت بالای ۶۵ سال حداقل ۱۸ درصد و حداکثر ۲۱ درصد از کل جمعیت باشد. در کشوری که جمعیت بالای ۶۵ سال بیش از درصد یادشده است، اثر مثبت رشد جمعیت بر رشد اقتصادی تضعیف می‌شود.

راغفر، موسوی و اردلان (۱۳۹۵)، یک مدل تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش اوئرباخ-کوتلیکف چهار بخشی شامل بخش‌های خانوار، بنگاه، دولت و تأمین اجتماعی را برآورد کردند. یافته‌های این تحقیق نشان داد، کاهش در نرخ رشد جمعیت، افزایش پس‌انداز کارگران سالخورده‌تر با بهره‌وری بالا را نسبت به کارگران جوان‌تر با بهره‌وری پایین در پی دارد. به همین ترتیب، آنان دارای عرضه نیروی کار بالاتری نسبت به کارگران با بهره‌وری پایین هستند و در مقابل، افراد سالخورده‌تر مدت زمان طولانی‌تری را به کار اختصاص می‌دهند، در حالی که افراد جوان‌تر عرضه نیروی کار بیشتری دارند. همچنین افراد، پس‌اندازها و دارایی‌های حاصل از فعالیت اقتصادی خود را در دوره اول بازنشستگی خرج می‌کنند، به گونه‌ای که کاهش ناگهانی مصرف در سن بازنشستگی در سال‌های آخر اشتغال قابل مشاهده است.

## ۲-۲- ادبیات نظری

الگوهای تعادل عمومی زیربنای اقتصاد کلان مدرن هستند. این الگوها، الگوی پویای اقتصادی هستند که به نوعی عمومی شده مدل چرخه زندگی‌اند که می‌گوید، افراد ترجیح می‌دهند در طول دوره زندگی از نوسانات شدید در مصرف خود جلوگیری کنند؛ همچنین دلالت بر این دارد که نرخ پس‌انداز در اوایل زندگی کم است و با رسیدن به دوره جوانی

و وارد شدن به گروه جمعیت فعال به حداکثر خود می‌رسد و در نهایت، در دوران سالمندی کاهش می‌یابد و منفی می‌شود. در مدل‌های تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش (OLG) افراد براساس قرار گرفتن در دوره‌های مختلف زندگی از هم متمایز می‌شوند. در این مدل‌ها، جمع تصمیمات افراد براساس حداکثر کردن یک تابع هدف چند دوره‌ای اتخاذ و به‌عنوان یک کل برای اقتصاد در نظر گرفته می‌شود؛ رفتار افراد، بنگاه‌ها و دولت در این مدل، رفتاری پویا در طول زمان است. در این پژوهش از الگوی «دودوره‌ای دایموند» استفاده شده است.

مدل دایموند مانند مدل‌های رمزی-کاس-کوپمنز دو بخش خانوار و بنگاه را شامل می‌شود و نقش دولت نیز در قالب مخارج دولت و مالیات‌ها تعریف می‌شود.<sup>۱</sup> در این مدل، افراد برای دو دوره زندگی می‌کنند و در انتهای دوره دوم می‌میرند (اغلب طول هر دوره ۳۰ سال در نظر گرفته می‌شود). از نظر چرخه زندگی دوره نخست، بیان‌کننده زندگی کاری و دوره دوم، مربوط به بازنشستگی است. از آنجا که در این مدل ساده، زمان مرگ مشخص و داده شده است، فرض آینده‌نگری کامل در این مدل‌ها برقرار است، یعنی افراد دقیقاً می‌دانند که باید چه مقدار برای مصرف دوران بازنشستگی خود پس‌انداز کنند. فروض مدل به شرح زیر است:

- زمان ناپیوسته است.
- در هر نقطه از زمان، دو نسل جوان و پیر به‌طور هم‌زمان زندگی می‌کنند.
- افراد در هر نسل (گروه سنی) همگن هستند.
- نسل جوان با احتمال  $p_{t+1} \in [0, 1]$  در دوره  $t+1$  به پیری می‌رسد.
- افراد زندگی خود را بدون هیچ ثروتی شروع می‌کنند و هیچ اثری برجا نمی‌گذارند.

۱- برای درک بیشتر مدل دوره‌ای دایموند ر.ک به:

دیوید رومر، کتاب اقتصاد کلان پیشرفته، ترجمه منصور خلیلی عراقی و علی سوری، فصل دوم، قسمت «ب». یادآوری می‌شود، مدل توضیح داده شده در این کتاب با مدل طراحی شده در این پژوهش تفاوت‌هایی دارد، اما مطالعه آن برای درک بهتر مدل طراحی شده در این پژوهش می‌تواند مفید باشد.



- سالمندان در پایان هر دوره از مدل خارج می‌شوند.
- زنجیره‌ای از بنگاه‌های رقابتی تحت تابع کاب - داگلاس سرمایه و نیروی کار را به محصول تبدیل می‌کنند.
- دولت با نرخ  $\tau_t + \sigma_t$  در دوره  $t$  از درآمد نیروی کار جوان مالیات می‌گیرد.  $\sigma_t$  به سرمایه‌گذاری عمومی و  $\tau_t$  به عواید بازنشستگی تبدیل می‌شود.

#### ۲-۱-۲- خانوار

در هر دوره دو نسل (گروه سنی)، خانوارهای جوان و خانوارهای سالمند، به‌طور هم‌زمان زندگی می‌کنند. خانوارهای جوان در دوره  $t$  نیروی کار عرضه می‌کنند، مالیات می‌پردازند، مصرف می‌کنند و برای دوران بازنشستگی پس‌انداز می‌کنند. آنها با خطر طول زندگی ویژه‌ای، مواجه هستند، به این معنا که با احتمال  $p_{t+1} \in (0, 1]$  در دوره  $t+1$  به خانوار سالمند تبدیل می‌شوند.

خانوارهای سالمند برای مصرف از بازده پس‌اندازی که در جوانی اندوخته‌اند، عواید بازنشستگی که از دولت یا تأمین اجتماعی دریافت می‌کنند و درآمدشان در دوره سالمندی (در صورتی که پس از بازنشستگی دوباره وارد بازار کار شوند)، استفاده می‌کنند. میزان درآمد بازنشستگی به سن بازنشستگی،  $q_t$  و نسبت بهره‌وری افراد سالمند به نیروی کار جوان،  $\chi \geq 0$ ، وابسته است. اگر  $\chi = 0$  یا  $q_t = 0$  باشد، عرضه مؤثر سرانه نیروی کار به‌ازای هر خانوار سالمند برابر صفر است. سالمندان در آخر دوره از مدل خارج می‌شوند.

هر نسل از افراد همگن تشکیل شده است. نسبت خانوارهای جوان به خانوارهای پیر در دوره  $t$  برابر است با  $v_t/p_t$ .  $v_t$  منعکس‌کننده نرخ ناخالص رشد افراد جوان و  $p_t$  احتمال بقای افراد جوان (۲۰ تا ۵۰ ساله) است. هر دو پارامتر جمعیتی از یک فرآیند قطعی پیروی می‌کنند.

## ۲-۲-۲- فناوری

برای بررسی اثر تغییر ساختار سنی بر رشد اقتصادی، اثر این تغییر بر تولید ناخالص داخلی مورد مطالعه قرار گرفته است. در این الگو، زنجیره‌ای از بنگاه‌های رقابتی تحت تابع کاب-داگلاس، سرمایه و نیروی کار را به محصول تبدیل می‌کنند.<sup>۱</sup>

نیروی کار عرضه شده گروه سالمند در دوره  $t$  برابر است با  $\tilde{n}_t(1 - x_t)$ . با فرض اینکه گروه جوان و سالمند بازنشسته نشده، ساعات مساوی کار می‌کنند، عرضه نیروی کار به‌ازای هر فرد جوان در زمان  $t$  برابر است با عرضه نیروی کار به‌ازای هر فرد سالمند که عبارت است از:  $\Psi_t(\tilde{n}_t)(1 - x_t)$  و  $\Psi_t(\tilde{n}_t) = 1 + \tilde{n}_t x p_t / v_t$ . بنابراین، محصول به‌ازای هر فرد جوان برابر است با:

$$B_o k_t^\alpha [H_t \Psi_t(\varrho_t)(1 - x_t)]^{1-\alpha} \quad B_o > 0, \alpha \in (1, 0) \quad (1)$$

هزینه عوامل تولید براساس بازار رقابت کامل با توجه به تولید نهایی، پرداخت می‌شود که برابر است با مشتق تابع تولید (رابطه (۱))؛ بنابراین، دستمزد هر ساعت نیروی کار،  $w_t$  و بازدهی ناخالص سرمایه فیزیکی،  $R_t$  برابر است با:

$$w_t = (1 - \alpha) B_o H_t^{1-\alpha} k_t^\alpha [\Psi_t(\varrho_t)(1 - x_t)]^{-\alpha} \quad (2)$$

$$R_t = \alpha B_o H_t^{1-\alpha} k_t^{\alpha-1} [\Psi_t(\varrho_t)(1 - x_t)]^{1-\alpha} = w_t \frac{\Psi_t(\varrho_t)(1 - x_t)}{k_t} \alpha \quad (3)$$

$$\alpha' = \alpha / (1 - \alpha) \quad (4)$$

رابطه (۴) نشان‌دهنده نسبت سهم سرمایه به سهم نیروی انسانی در تولید است. بازدهی ناخالص پس‌انداز افراد جوان که تا پیری زنده می‌مانند، برابر است با بازدهی سرمایه (رابطه (۳)) تقسیم بر احتمال زنده ماندنشان:

$$\hat{R}_t = R_t / P_t \quad (5)$$

۱- در این تحقیق، به‌واسطه ویژگی امکان‌جانشینی بین عوامل در جریان تولید و مناسب بودن شکل تابعی و خوش‌رفتار بودن از تابع تولید کاب-داگلاس استفاده شده است.

بهره‌وری نیروی کار،  $H_t$  انعکاسی از سرمایه‌گذاری بخش عمومی مولد در دوره قبل است؛ به عبارت دیگر، رشد بهره‌وری تابعی است از سرمایه‌گذاری بخش عمومی (به سرانه خانوارهای جوان)، بنابراین، تابع بهره‌وری به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$H_{t+1} = B_t H_t^{1-\delta} I_t^\delta \quad B_t > 0, \delta \in (1, 0) \quad (6)$$

در این رابطه،  $I_t$  نشان‌دهنده مخارج سرمایه‌گذاری بخش عمومی به‌ازای هر فرد جوان است.

### ۳-۲-۲- دولت

دولت در دوره  $t$  با نرخ  $\tau_t + \sigma_t$  از درآمد نیروی کار جوان مالیات می‌گیرد. درآمد به‌دست آمده از مالیات با نرخ  $\tau_t$  به پرداخت‌های انتقالی به بازنشستگان (سهم عواید بازنشستگی از بودجه) و با نرخ  $\sigma_t$  به سرمایه‌گذاری عمومی (سهم سرمایه‌گذاری عمومی از بودجه) تبدیل می‌شود.  $b_t$  کل پرداخت انتقالی به یک سالمند و  $I_t$  سرمایه‌گذاری بخش عمومی است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$b_t = w_t(1 - x_t)\tau_t v_t / p_t \quad (7)$$

$$\tau_t, \sigma_t, q_t, b_t \geq 0 \quad (8)$$

$$I_t = w_t(1 - x_t)\sigma_t \quad (9)$$

در ادامه، ترکیبی از ابزارهای سیاستی که دولت در دوره  $t$  استفاده می‌کند، با  $K_t$  نشان داده می‌شود  $K_t = (\tau_t, \sigma_t, q_t)$ ، با استفاده از این سه ابزار است که دولت می‌تواند اثرات منفی این پدیده را کاهش دهد یا تشدید کند، این موضوع در بخش‌های بعد بیشتر توضیح داده خواهد شد.

### ۴-۲-۲- ترجیحات

ارزش مصرف افراد جوان طی دوران جوانی  $C_1$  و در دوران سالمندی  $C_2$  و ضریب تنزیل بازار در آینده برابر است با  $\beta \in (1, 0)$ . با توجه به ریسک مرگ، ضریب تنزیل مؤثر افراد جوان برابر است با  $\beta p_{t+1} \in (1, 0)$ .

تابع ترجیح زمانی مصرف و فراغت لگاریتمی فرض شده است؛ بنابراین، حداکثر مطلوبیت مورد انتظار یک کارگر در دوره  $t$  به صورت زیر حاصل می‌شود:

$$\max_{s_t, x_t} \quad (10)$$

$$\ln(c_{1,t}) + m \ln(x_t) + \beta p_{t+1} [\ln(c_{2,t+1}) + m \ln(1 - \varrho_{t+1}(1 - x_{t+1}))]$$

s.t.

$$c_{1,t} = w_t (1 - x_t)(1 - \tau_t - \sigma_t) - s_t$$

$$c_{2,t+1} = s_t \hat{R}_{t+1} + w_{t+1}(1 - x_{t+1})\chi \varrho_{t+1} + b_{t+1}$$

در این رابطه،  $C_{1,t}$  مصرف زمان حال (جوانی) است که تابع درآمد قابل تصرف منهای پس‌انداز است،  $C_{2,t}$  مصرف در دوره آینده (سالمندی) بوده که تابعی است از بازدهی پس‌انداز، عواید بازنشستگی و درآمد دوران بازنشستگی،  $m \ln x_t$  رجحان فراغت زمان حال،  $m \ln(1 - \varrho(1 - x_t))$  رجحان فراغت در دوران سالمندی است (عبارت داخل پرانتز کل زمان داده شده، یعنی یک منهای کل زمان صرف شده در کار یا به عبارت دیگر، فراغت در دوران سالمندی است) و  $\beta p_{t+1}$  نرخ تنزیل افراد جوان بوده که در عبارت‌های مربوط به دوره آینده (سالمندی) ضرب شده است.

#### ۵-۲-۲- تعادل اقتصادی

رفتار پس‌انداز و تصمیمات نیروی کار بر اساس شرایط مرتبه اولیه به صورت زیر است:

$$\frac{1}{c_{1,t}} = \beta p_{t+1} \hat{R}_{t+1} \frac{1}{c_{2,t+1}} \quad (11)$$

$$\frac{m}{x_t} = w_t (1 - \tau_t - \sigma_t) \frac{1}{c_{1,t}} \quad (12)$$

با جایگزین کردن این شروط در معادله اولر پس‌انداز بهینه هر فرد مشخص می‌شود:

$$\frac{s_t \hat{R}_{t+1} + w_{t+1}(1 - x_{t+1})\chi \varrho_{t+1} + b_{t+1}}{\beta p_{t+1} \hat{R}_{t+1}} = w_t (1 - x_t)(1 - \tau_t - \sigma_t) - s_t \quad (13)$$

با استفاده از  $s_{t-1} R_t / v_t = \Psi_t(\varrho_t)(1 - x_t)\alpha'$  (این رابطه بازنویسی شده رابطه

(۳) است) و  $K_t$  طرف چپ معادله ساده می‌شود، و پس‌انداز افراد را با پس‌انداز متوسط

مساوی می‌کند و می‌توان تابع پس‌انداز کل را به دست آورد:

$$s_t = z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1}) w_t (1 - x_t)(1 - \tau_t - \sigma_t) \quad (14)$$

$z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1})$  نرخ پس‌انداز افراد جوان در دوره  $t$  است.

$$z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1}) = \frac{\alpha\beta}{\alpha(1+\beta p_{t+1})/p_{t+1} + \frac{1-\alpha}{\Psi_{t+1}(\varrho_{t+1})} \left( \frac{\tau_{t+1}}{p_{t+1}} + \frac{\chi\varrho_{t+1}}{v_{t+1}} \right)} \geq 0 \quad (15)$$

باید توجه کرد که نرخ پس‌انداز در دوره  $t$  به انتخاب سیاست‌ها در دوره  $t+1$  وابسته

است. شرایط مرتبه اول برای فراغت با  $C_{1,t}$  تلفیق و رابطه زیر حاصل می‌شود:

$$x_t = \frac{m(1-z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1}))}{1+m(1-z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1}))} \quad (16)$$

نکته قابل توجه این است که عرضه نیروی کار از مالیات هر دوره، مستقل است،

زیرا اثرات درآمدی و جانشینی یکدیگر را خنثی می‌کنند.  $H_t$  و  $K_t$  در زمان  $t$  متغیر

درون‌زا هستند. برای ساده‌سازی نمادها از متغیر  $q_t = H_t^{1-\alpha} K_t^\alpha$  و نیز

$$L = B_0(1-\alpha)q_t\Psi_t(e_t)^{-\alpha}(1-x_t)^{(1-\alpha)} = w_t(1-x_t)$$

درآمد نیروی کار جوان است، استفاده می‌شود.

ترکیب  $K_t = S_{t-1}/v_t$  و تابع پس‌انداز کل با قید بودجه پویا و با در نظر گرفتن

قیمت عوامل تولید، تخصیص در وضعیت تعادل را می‌توان به صورت بازگشتی (عطفی) با

توجه به توابع متغیرهای وضعیتی و ابزارهای سیاسی به صورت زیر بیان کرد:

$$\left. \begin{aligned} k_{t+1} &= \mathcal{L}_t(1-\tau_t-\sigma_t)z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1})/v_{t+1} = s_t/v_{t+1} \\ c_{1,t} &= \mathcal{L}_t(1-\tau_t-\sigma_t)(1-z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1})) \\ c_{2,t} &= \mathcal{L}_t v_t \left( \alpha' \Psi_t(\varrho_t) / p_t + \frac{\tau_t}{p_t} + \frac{\chi\varrho_t}{v_t} \right) \\ x_t &= \frac{m(1-z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1}))}{1+m(1-z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1}))} \\ H_{t+1} &= B_1 H_t^{1-\delta} (\mathcal{L}_t c)^\delta \\ q_{t+1} &= (B_1 H_t^{1-\delta} (\mathcal{L}_t v_t)^\delta)^{1-\alpha} (\mathcal{L}_t(1-\tau_t-\sigma_t)z_{t+1}(\tau_{t+1}, \varrho_{t+1})/v_{t+1})^\alpha \end{aligned} \right\} \quad (17)$$

رابطه (۱۷) تخصیص تعادل را مشخص می‌کند، برای بیان قانون حرکت از متغیر

وضعیت درون‌زا لگاریتم می‌گیریم:

$$\begin{pmatrix} \ln(H_{t+1}) \\ \ln(q_{t+1}) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} 1-\delta & \delta \\ (1-\alpha)(1-\delta) & \alpha + \delta(1-\alpha) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ln(H_t) \\ \ln(q_t) \end{pmatrix} + \begin{pmatrix} \xi_t^H(.) \\ \xi_t^q(.) \end{pmatrix} \quad (18)$$

تعاریف  $\xi_t^q(\tau_t, \sigma_t, \varrho_t, \tau_{t+1}, \varrho_{t+1})$ ،  $\xi_t^H(\sigma_t, \varrho_t, \tau_{t+1}, \varrho_{t+1})$  از رابطه (۱۷) به دست آمده است.

### ۶-۲-۲- مسیر رشد متوازن

در طول مسیر رشد متوازن، نرخ‌های مالیات و متغیرهای جمعیتی ثابت هستند، به عبارت دیگر، عرضه نیروی کار در طول زمان، ثابت است. در این صورت، براساس معادلات رابطه (۱۷) نرخ رشد  $s_t$ ،  $c_{2,t}$ ،  $c_{1,t}$  و  $K_t$  با نرخ رشد  $q_t$  برابر است. با توجه به قانون حرکت دو متغیر درون‌زا در طول مسیر رشد متوازن و با توجه به رابطه (۱۷) نرخ رشد ناخالص  $\gamma^H$  و  $H_t$  با نرخ رشد ناخالص  $q_t$  برابر است. برای هر انتخاب نرخ مالیات که در طول زمان ثابت است و با توجه به دو معادله آخر در دستگاه معادلات رابطه (۱۷) نسبت  $H_t/q_t$  در مسیر رشد متوازن مشخص است. با داشتن این دو شرط و برقرار بودن رابطه (۱۶)، نرخ رشد متوازن  $s_t$ ،  $c_{2,t}$ ،  $c_{1,t}$  و  $K_t$  به صورت زیر است:

$$\gamma_H = \left( B_0 \Psi(\varrho)^{-\alpha} (1-\alpha)(1-x)^{1-\alpha} B_1^{1-\alpha} \left( (1-\tau-\sigma) \frac{z(\tau, \varrho_t)}{v} \right)^{\alpha\delta} \sigma^{\delta(1-\alpha)} \right)^{1/(1-\alpha(1-\delta))} \quad (19)$$

رشد ناخالص جمعیت،  $v$ ، اثر مستقیم منفی بر رشد سرانه دارد، زیرا باعث کاهش سرانه موجودی سرمایه افراد جوان در نرخ پس‌انداز معین می‌شود (اثر با تقسیم کردن بر  $v$  به دست می‌آید)، طول عمر با افزایش عرضه نیروی کار کل و کاهش دستمزد داده شده با ثابت بودن سرمایه سرانه افراد جوان اثری منفی و مستقیم بر رشد دارد (اثر از  $\Psi(\varrho_t)^{-\alpha}$  به دست می‌آید). به علاوه، تغییرات طول عمر و باروری بر نرخ پس‌انداز و در نتیجه آن، بر عرضه نیروی کار افراد جوان تأثیر می‌گذارد. مالیات بر درآمد رشد را کم می‌کند، زیرا باعث کاهش درآمد قابل تصرف افراد جوان می‌شود (این تأثیر از  $1-\tau-\sigma$  به دست می‌آید) و همین فرآیند برای مزایای بازنشستگی نیز اتفاق می‌افتد، زیرا آنها هم نرخ

پس‌انداز را کاهش می‌دهند ( $z(0)$  در  $\tau$  کاهش می‌یابد). در همان زمان سرمایه‌گذاری بخش عمومی باعث رشد بهره‌وری می‌شود (اثرش از رابطه آخر  $\sigma$  به دست می‌آید). مقاله بلنکو (۲۰۰۷)، با استفاده از شواهد تجربی به این نتیجه می‌رسد که بازنشستگی دیرتر تأثیر منفی بر رشد دارد، زیرا این مسئله باعث کاهش دستمزد کارمندان می‌شود (اثر از  $\Psi(\varrho_t)^{-\alpha}$  به دست می‌آید) و همچنین نرخ پس‌انداز را کاهش می‌دهد.

در ادامه، برای نشان دادن تأثیر مستقیم و غیرمستقیم تغییرات جمعیتی از طریق تغییر انتخاب ابزارهای سیاستی،  $k_t$  که بر رشد اثر می‌گذارد، گاهی نرخ رشد  $\gamma_H((p, v), k(p, v))$  نوشته می‌شود. نظریه رشد به طور معمول تأثیر مستقیم تغییرات جمعیتی بر رشد  $\partial \gamma_H((p, v), k) / \partial(p, v)$  یا تأثیر مستقیم سیاست‌ها را بر رشد  $\partial \gamma_H((p, v), k) / \partial k$  تحلیل می‌کند. هدف ما تحلیل ترکیب اثرات مستقیم و غیرمستقیم تغییرات جمعیتی بر رشد،  $d \gamma_H((p, v), k(p, v)) / d(p, v)$  است. در بخش برآزش مدل، این اثرات بررسی می‌شود.

سرمایه فیزیکی در طول مسیر رشد بلندمدت برابر است با  $k_{t+1} = \mathcal{L}_t(1 - \tau - \sigma)z(\tau, \varrho_t) / v$  از آنجا که  $k_t$  با نرخ رشد ناخالص  $\gamma_H$  رشد می‌کند، نتایج زیر به دست می‌آید:

$$\left(\frac{H_t}{k_t}\right)^{1-\alpha} = \frac{\gamma_H v}{B_0 \Psi(\varrho_t)^{-\alpha} (1-\alpha)(1-x)^{1-\alpha} (1-\tau-\sigma)z(\tau, \varrho_t)} \quad s.t (16) \quad (20)$$

$$R = \frac{\alpha \Psi(\varrho_t) \gamma_H v}{(1-\alpha)(1-\tau-\sigma)z(\tau, \varrho_t)} \quad s.t (16) \quad (21)$$

#### ۷-۲-۲- تصریح رشد برونزا

منابع پژوهشی اخیر رشد، مؤید این مفهوم است که روابط تجاری و انتشار فناوری باعث ارتباط بهره‌وری و تساوی نرخ رشد بین مناطق و کشورها می‌شود. در بستر مدل ما، انتشار تکنولوژی در بین کشورها به این صورت وارد مدل می‌شود که نرخ رشد بهره‌وری،  $H$ ، در یک کشور تنها به سرمایه‌گذاری عمومی آن کشور وابسته نیست، بلکه به رشد

سرمایه‌گذاری یا بهره‌وری دیگر کشورها نیز وابسته است.

$$H_{t+1} = B_1 \overline{H}_t^{-(1-\varepsilon)(1-\delta)} H_t^{\varepsilon(1-\delta)} I_t^\delta \quad (22) \quad 0 \leq \varepsilon < 1$$

$\overline{H}_t$  کارآیی در سایر کشورهای جهان است. در مدلی که تا اینجا تحلیل شد،  $\varepsilon$  برابر ۱ بود، به عبارت دیگر، تاکنون در مدل رشد برون‌زا بوده است. به میزانی که نرخ رشد بهره‌وری کشورهای خارجی برون‌زا است، نرخ رشد بلندمدت بهره‌وری داخلی نیز برون‌زاست. به‌طور خاص، رشد با تصریح یک اقتصاد بسته می‌توان آن را به یک مدل پویا تبدیل کرد.

$$H_{t+1} = B_{1,t} H_t^{\varepsilon(1-\delta)} I_t^\delta \quad (23)$$

رشد  $H$ ،  $q$  و  $K$  در نرخ  $\gamma_H$  با نرخ برون‌زای  $B_{1,t}$  در نرخ  $\gamma_{B_1} = \gamma_H^{(1-\varepsilon)(1-\delta)}$  برقرار می‌شود. در تصریح رشد برون‌زا، تا زمانی که قانون حرکت برای متغیرهای وضعیت در رابطه (۱۸) به صورت رابطه (۲۴) تغییر کند، معادلات  $c_{1,t}$ ،  $c_{2,t}$ ،  $K_{t+1}$  در رابطه (۱۷) معتبر می‌ماند:

$$\begin{pmatrix} \ln(H_{t+1}) \\ \ln(q_{t+1}) \end{pmatrix} = \begin{pmatrix} \varepsilon(1-\delta) & \delta \\ \varepsilon(1-\alpha)(1-\delta) & \alpha + \delta(1-\alpha) \end{pmatrix} \begin{pmatrix} \ln(H_t) \\ \ln(q_t) \end{pmatrix} + \xi_t \quad (24)$$

تا جایی که  $B_{1,t}$  در طول زمان افزایش می‌یابد،  $\xi_t$  با مشابهش در تصریح رشد درون‌زا متفاوت است. از تعادل  $R$ ،  $\frac{H_t}{k_t}$  همچنان قابل استفاده‌اند.

### ۳- مقداردهی مدل و شبیه‌سازی

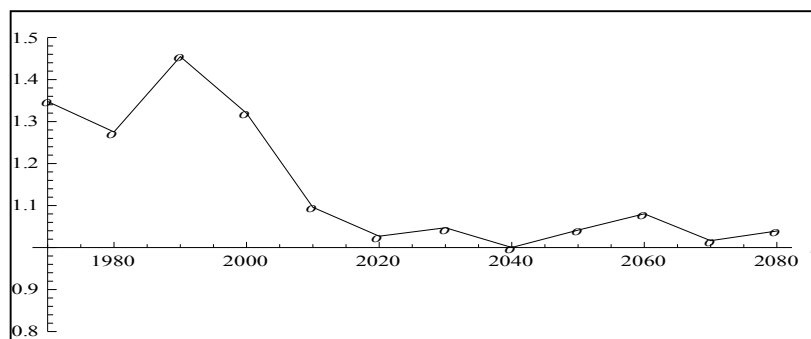
برای برآزش مدل تصریح شده در بخش ادبیات نظری، یک دوره ۳۰ ساله را در نظر می‌گیریم و به ترتیب ۳ تناوب (تناوب اول: ... و ۲۰۳۰-۲۰۰۰-۱۹۷۰ تناوب دوم: ... و ۲۰۴۰-۲۰۱۰-۱۹۸۰ تناوب سوم: ... و ۲۰۵۰-۲۰۲۰-۱۹۹۰) پیش‌بینی‌های مدل را که هر یک از این تناوب‌ها یک بازه زمانی ۳۰ ساله هستند، محاسبه می‌کنیم.



### ۳-۱- نرخ رشد جمعیت جوان

در این مقاله، سن ورود به بازار کار ۲۰ سال در نظر گرفته شده است و افراد بعد از یک دوره کاری ۳۰ ساله بازنشسته می‌شوند، از این رو، جمعیت جوان،  $v_t$ ، در این تحقیق تعداد افراد ۲۰ تا ۵۰ ساله هستند. نرخ رشد این گروه سنی با استفاده از داده‌های سازمان ملل (۲۰۱۵) و بر مبنای فرمول زیر محاسبه شده است:

$$g(v_t) = \frac{v_t - v_{t-1}}{v_{t-1}} \quad (25)$$



نمودار ۴- نرخ رشد جمعیت جوان ایران

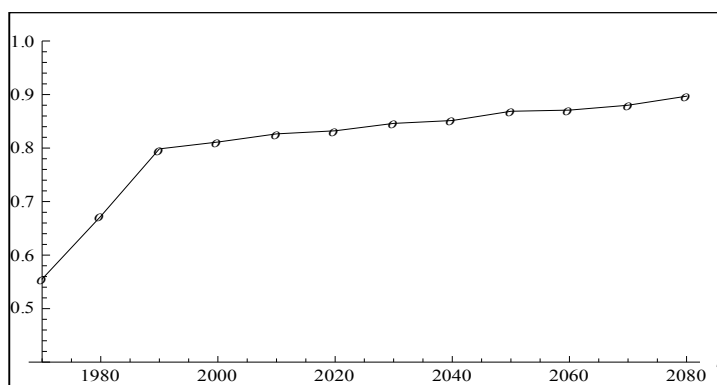
مأخذ: یافته‌های پژوهش.

نمودار شماره ۴، روند تغییر نرخ رشد جمعیت جوان را نشان می‌دهد. این نمودار دو ویژگی جمعیتی را در ایران که پیش‌تر بیان شد تأیید می‌کند:

- ۱- به علت کاهش نرخ باروری، جمعیت جوان ایران به شدت در حال کاهش است.
- ۲- بعد از پیروزی انقلاب اسلامی، به علت حمایت از ازدواج در سنین پایین و باروری بالا، کشور در دهه ۶۰ با انفجار جمعیتی روبه‌رو شد، جهش نمودار در دهه ۱۹۸۰ تا سال ۱۹۹۰ نشان‌دهنده این انفجار جمعیتی است.

## ۲-۳- احتمال بقا

همان‌طور که پیش‌تر بیان شد، در این مدل، نسل جوان با خطر طول زندگی خاص خود، مواجه است و با احتمال  $p_{t+1} \in (0,1]$  در دوره  $t+1$  به خانوار پیر تبدیل می‌شود. احتمال مرگ افراد ۱۵ تا ۴۹ ساله در مجموعه داده‌های جمعیتی سازمان ملل موجود است؛ یک منهای این اعداد احتمال بقای این گروه سنی را به دست می‌دهد. نمودار شماره ۵، نشان‌دهنده احتمال بقای جمعیت جوان است. همان‌طور که مشاهده می‌شود، احتمال بقا روند صعودی دارد.



نمودار ۵- احتمال بقای جمعیت جوان

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

## ۳-۳- سهم پرداخت‌های انتقالی و سرمایه‌گذاری عمومی از بودجه

سهم پرداخت‌های انتقالی و سرمایه‌گذاری عمومی از بودجه دو پارامتر اصلی الگو هستند. مدل با استفاده از این دو پارامتر، بسیاری از پارامترهای دیگر را محاسبه می‌کند. برای پیش‌بینی، سال ۲۰۰۹ میلادی یا ۱۳۸۸ شمسی به عنوان سال پایه در نظر گرفته شده است. برای برآزش دیگر پارامترها نرخ رشد، مسیر رشد متوازن ثابت و برابر با نرخ رشد تولید ناخالص داخلی ( $GDP$ ) در نظر گرفته می‌شود. این عدد، براساس آمار بانک جهانی در سال ۱۳۸۸ برای ایران ۱/۸ است. همچنین نرخ رشد موجودی سرمایه نیز در این سال ثابت

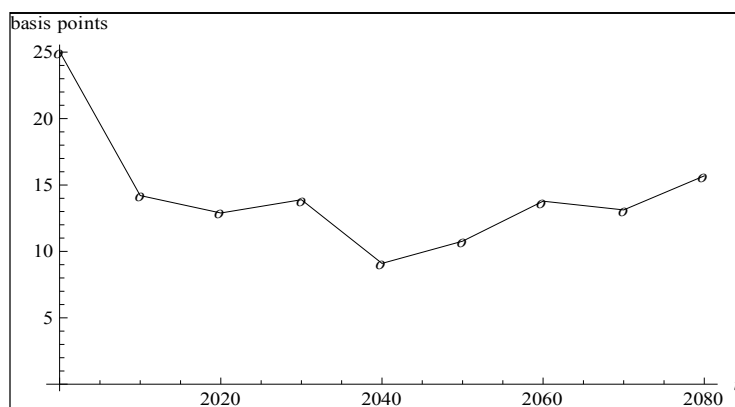
و مساوی ۰/۰۹۸ قرار داده می‌شود. کل پرداخت‌های انتقالی ایران در سال ۱۳۸۸ براساس داده‌های بانک جهانی مساوی است با ۲۷۶۸۰۱۱۹۳۸۷۶۰۹۵ ریال و بودجه سال ۱۳۸۸ برابر است با ۲۷۹۱۸۲۸۸۳۳۰۰۰۰۰۰ ریال، بنابراین سهم پرداخت‌های انتقالی از بودجه برابر است با ۰/۰۹۹۱ براساس گزارش تفریغ بودجه سال ۱۳۸۸ که توسط دیوان محاسبات کشور، در تاریخ سوم مرداد ۱۳۹۰ به شماره گزارش ۴۹ منتشر شده، سهم سرمایه‌گذاری عمومی از بودجه ۰/۲۳ است. سومین پارامتر اساسی مدل، عرضه نیروی کار جوان است که ثابت و ۱/۳ در نظر گرفته می‌شود، زیرا افراد به‌طور متوسط ۸ ساعت یا به عبارت دیگر، ۱/۳ شبانه‌روز خود را به کار اختصاص می‌دهند. پارامترهای بیان شده در بالا و دیگر پارامترهای استفاده شده، در جدول شماره ۱، آمده است.

جدول ۱- پارامترهای برازش شده

مقدار عددی	معیار برازش	علامت اختصاری	نام پارامتر
۰/۰۹۹۱	بانک جهانی	<i>shareRdata</i>	سهم پرداخت‌های انتقالی از بودجه
۰/۲۳	تفریغ بودجه سال ۱۳۸۸	<i>shareIdata</i>	سهم سرمایه‌گذاری عمومی از بودجه
۰/۰۹۸	طائی (۱۳۸۹)	<i>R(Rbgpdata)</i>	نرخ رشد موجودی سرمایه
۱/۸	بانک جهانی	$\gamma_H$	نرخ رشد ناخالص محصول
۱	نرمالایز به یک	$B_0$	ضریب فناوری
۰/۵	ادیپنیا (۱۳۹۰)	$\alpha$	سهم سرمایه
۱/۰۸	اردلان (۱۳۹۱)	$\chi$	بهره‌وری سالمندان
۰/۰۰۵	طائی (۱۳۸۹)	$\delta$	سهم سرانه مخارج سرمایه‌گذاری فرد جوان
۰/۰۴۲	صندوق بازنشستگی کشوری و سازمان تأمین اجتماعی	$\omega$	نسبت بازنشستگان به جوانان
۰/۹۸	کاوند (۱۳۸۸)	$\beta$	نرخ تنزیل ذهنی
۲/۱	مؤمنی (۱۳۸۴)	$B_1$	بازدهی سرمایه‌گذاری بر نیروی انسانی

#### ۴- نتایج شبیه‌سازی

همان‌طور که در نمودار شماره ۶، مشاهده می‌شود، تا سال ۲۰۲۰، کاهش نرخ رشد بسیار شدید است، از این سال به بعد، سرعت و شدت کاهش نرخ رشد اقتصادی کم می‌شود و در بعضی از سال‌ها شاهد رشد اندکی در این نرخ هستیم، اما این رشد اندک، کاهش شدید اولیه را جبران نمی‌کند و رشد اقتصادی در سال ۲۰۷۰، نسبت به مقدار اولیه از ۲۵ نقطه پایه‌ای به ۱۳ و در سال ۲۰۸۰ به ۱۷ کاهش می‌یابد، به این معنا که در سال پایه نرخ رشد ۲۵ است و در سال ۲۰۷۰ به ۱۳ کاهش می‌یابد، در سال ۲۰۸۰ اندکی افزایش دارد، اما دوباره به ۲۵ نمی‌رسد و به نسبت نقطه اولیه به ۱۸ کاهش می‌یابد. دلیل این کاهش، برون‌رانی سرمایه‌گذاری عمومی به علت افزایش سهم بودجه از عواید بازنشستگی است.<sup>۱</sup>



نمودار ۶- تغییرات رشد اقتصادی نسبت به نقطه پایه (سال ۱۳۸۸ شمسی یا ۲۰۰۹ میلادی)

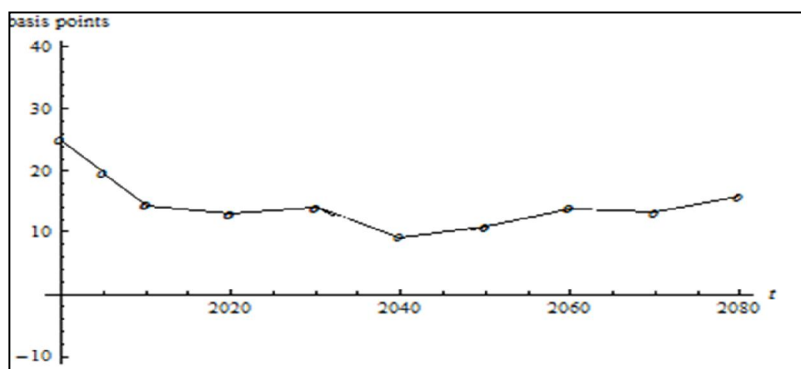
مأخذ: یافته‌های پژوهش.

نمودار شماره ۷، پیش‌بینی نرخ رشد سالیانه محصول سرانه<sup>۲</sup> است. نرخ رشد به‌عنوان انحراف از نرخ رشد متوازن، با توجه به آمارهای سال ۲۰۰۰ محاسبه شده است. این نرخ در

۱- برای مطالعه بیشتر، رک به: کاشانیان، زهرا (۱۳۹۲)، «شبیه‌سازی تأثیر سالمندی بر متغیرهای اقتصاد کلان (کاربردی از روش تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش)»، پایان‌نامه کارشناسی ارشد.

2- Annual Per-Capita Output Growth Rate

۵ نقطه زمانی در دهه‌های ۲۰۱۰، ۲۰۳۰، ۲۰۴۰ و ۲۰۶۰ نوسان داشته، اما روند کلی این نرخ نزولی بوده و در سال ۲۰۸۰ تا ۴ نقطه پایه‌ای (از ۲۲ به ۱۸) کاهش یافته است.



نمودار ۷- پیش‌بینی نرخ رشد سالانه محصول سرانه

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

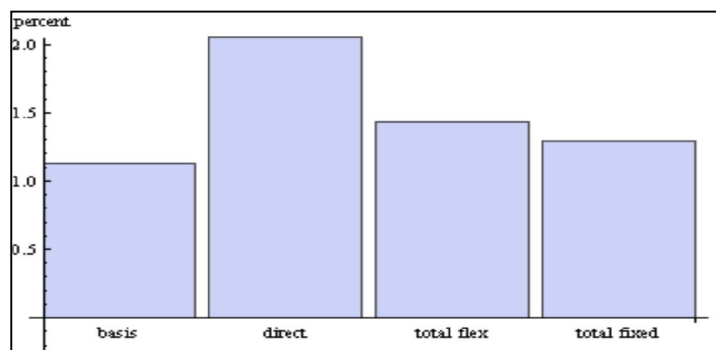
برای درک بهتر منبع پیش‌بینی تأثیرهای رشد، یک بار نرخ رشد متوازن سرانه سرمایه را در طول نخستین مسیر رشد متوازن بر مبنای داده‌های سال ۲۰۰۹ و یک بار با در نظر گرفتن  $v^* = p^* = 1$  (یک مسیر رشد متوازن جدید) محاسبه کردیم. این بحث از بخش (۲-۲-۶) مرور می‌شود. همان‌طور که بیان شد، تأثیر کلی تغییرات جمعیتی به دو اثر مستقیم و غیرمستقیم تفکیک می‌شوند، سیاست‌ها باعث به وجود آمدن این اثرات می‌شوند:

$$\frac{d\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))}{d(p,v)} = \frac{\partial\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))}{\partial(p,v)} + \frac{\partial\gamma_H((p,v),\kappa(p,v))}{\partial\kappa} \frac{\partial\kappa(p,v)}{\partial(p,v)} \quad (26)$$

عبارت اول سمت راست نشان‌دهنده تأثیر مستقیم تغییرات جمعیتی است که در بخش (۲-۲-۶) توضیح داده شد و عبارت دوم، تأثیر غیرمستقیم وارد شده با تعدیلات سیاسی که در بخش (۲-۲-۵) توضیح داده شد را نشان می‌دهد. نمودار شماره ۸ ارتباط این اثرات را مشخص می‌کند.

مستطیل سمت چپ (*basis*)، نشان‌دهنده نرخ رشد سالانه سرمایه در مسیر رشد متوازن با داده‌های سال ۲۰۰۹ است. مستطیل‌های دیگر نشان‌دهنده پیش‌بینی نرخ رشد در طول مسیر رشد

متوازن جدید بر مبنای  $v^*$  و  $p^*$  و تحت فروض متفاوتی در مورد تعدیل ابزارهای سیاستی هستند. مستطیل دوم (*direct*)، نشان‌دهنده نرخ رشد جدید است، در شرایطی که تنها اثرات مستقیم را در نظر بگیریم،  $\gamma_H((p^*, v^*), K(p_{2009}, V_{2009}))$ . مستطیل سوم (*total flex*)، نشان‌دهنده نرخ رشد جدید با در نظر گرفتن اثرات مستقیم و غیرمستقیم است. مستطیل چهارم (*total fixed*)، نشان‌دهنده نرخ رشد جدید با در نظر گرفتن اثرات مستقیم و غیرمستقیم است، البته، با ثابت نگه داشتن سن بازنشستگی در سطح سال ۲۰۰۹. میزان این اثرات به ترتیب برابر است با ۱/۲۹، ۱/۴۳، ۲/۰۵ و ۱/۱۳، همان‌طور که از نمودارها و اعداد مشخص است، با در نظر گرفتن اثرات مستقیم رشد افزایش می‌یابد، وقتی تأثیرهای غیرمستقیم را به اثرات مستقیم اضافه کنیم، رشد کاهش می‌یابد. دو مستطیل آخر تفاوت چندانی با یکدیگر ندارند که این موضوع، نشان‌دهنده تأثیر اندک تغییر یا تغییر نکردن سن بازنشستگی بر رشد است.



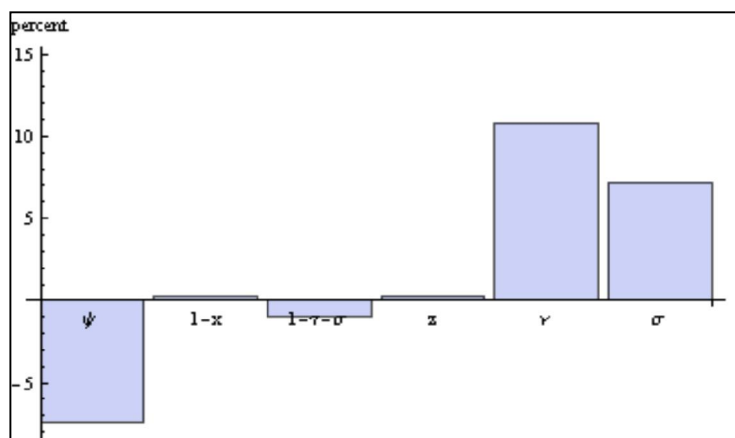
نمودار ۸ - اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر پیش‌بینی رشد سرمایه سرانه

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

بر مبنای تعریف نرخ رشد در معادله (۱۹)، نمودار شماره ۹، پارامترهای مؤثر بر رشد بلندمدت را که از سالمندی جمعیت متأثر می‌شوند، به تفکیک نشان می‌دهد. بر مبنای معادله (۱۹) تغییرات نرخ رشد ناشی از تغییر ۶ مؤلفه است:

$$\psi(\rho)^{-\alpha\pi}, (1-x)^{(1-\alpha)\pi}, (1-\tau-\sigma)^{\alpha\pi}, Z(\tau, \rho)^{\alpha\pi}, v^{-\alpha\pi}, \sigma^{(1-\alpha)\pi}$$

$$\pi \equiv \delta / (1 - \alpha(1 - \delta)) \quad (27)$$



نمودار ۹- پارامترهای مؤثر بر رشد و متأثر از سالمندی

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

این نمودار نشان می‌دهد که مؤلفه‌های مربوط به عرضه نیروی کار (مؤلفه دوم)، نرخ پس‌انداز (مؤلفه چهارم)، تعمیق سرمایه<sup>۱</sup> (مؤلفه پنجم) و سرمایه‌گذاری عمومی (مؤلفه ششم) اثر مثبت و عرضه نیروی کار سالمند (مؤلفه اول) و مالیات (مؤلفه سوم) اثر منفی بر رشد دارند. همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، مؤلفه تعمیق سرمایه و پس از آن، سرمایه‌گذاری عمومی قوی‌ترین تأثیر را بر رشد دارند. تأثیر مؤلفه‌ها به ترتیب در نمودار برابر است با:

$$\{-0.073, 0.002, -0.009, 0.002, 0.108, 0.072\}$$

۱- تعمیق سرمایه در یک اقتصاد به معنای افزایش سرمایه به‌ازای هر نفر نیروی کار است. افزایش تعمیق سرمایه (افزایش سرمایه به‌ازای هر نفر نیروی کار) باعث افزایش تولید و کارآیی و به‌تبع آن، باعث افزایش رشد اقتصادی می‌شود، اما شدت این اثر در اقتصادهای مختلف با توجه به شرایط اقتصادی متفاوت است. برای مطالعه بیشتر در مورد این اثر، ر.ک به:

Acemoglu, Daron, Guerrieri, Veronica, 2008, Capital Deepening and Nonbalanced Economic Growth

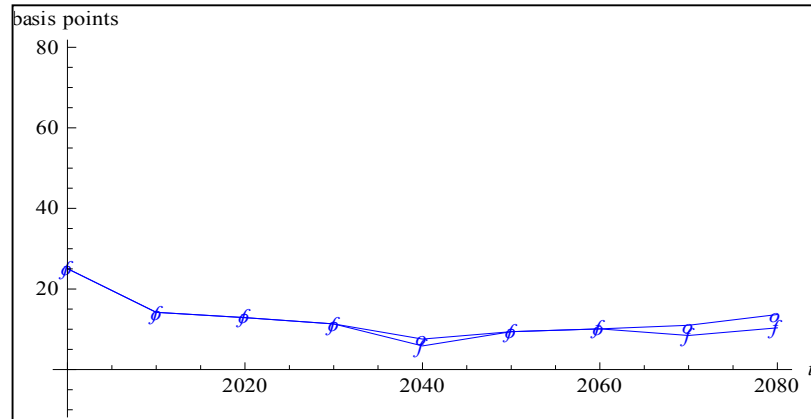
و برای مطالعات مرتبط با سالمندی جمعیت و تعمیق سرمایه، ر.ک به:

Choi, Ki-Hong, Shin, Sungwee, 2015, Population aging, economic growth, and the social transmission of human capital: An analysis with an overlapping generations model

از آنجا که براساس تعاریف، سرمایه انسانی سالمندان صفر است، هرچه تعداد سالمندان بیشتر باشد رشد اقتصادی کندتر خواهد بود حتی اگر آنها دوباره وارد بازار کار شوند و نیروی کار عرضه کنند، از این رو، تأثیر عرضه نیروی کار سالمندان (مؤلفه اول) منفی است. اگرچه عرضه کل نیروی کار و پس‌انداز سهم مثبتی در رشد اقتصادی دارند، اما همان‌طور که در نمودار مشاهده می‌شود، تأثیر این دو مؤلفه بسیار اندک است. تعمیق سرمایه مؤثرترین عامل است، به عبارت دیگر، دانش و فناوری در رشد اقتصادی بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است، از این رو، سرمایه‌گذاری در این بخش رشد را به شدت افزایش می‌دهد، همچنین سرمایه‌گذاری در خدمات عمومی و عمرانی، ایجاد زیرساخت‌ها و ارایه خدمات عمومی، آموزشی، بهداشتی، حمل‌ونقل و... (مؤلفه آخر) تأثیر قابل توجهی بر رشد دارند.

مدل بر مبنای جایگزینی رشد درون‌زا با رشد برون‌زا نیز پیش‌بینی‌هایی دارد. همان‌طور که بحث شد، تا زمانی که با توجه به  $K_t$ ، شروط مرتبه اول ثابت است، انتخاب سیاست‌های تعادلی در برخی تغییرات یکسان بوده و تغییر نمی‌کند. برای ارزیابی نتایج با مشخصات رشد برون‌زا، مدل با مشخصه‌های این رشد که در بخش ۲-۲-۷، توضیح داده شد شبیه‌سازی می‌شود. برای شبیه‌سازی این حالت، می‌توان از بیشتر روابط و پارامترهایی که در حالت شبیه‌سازی با رشد درون‌زا با داده‌های سال ۲۰۰۹ استفاده شد، مدل را برای رشد برون‌زا شبیه‌سازی کرد. به جز  $\gamma_H$  که به جای آن از  $\gamma_{B_1}$  استفاده می‌شود، این پارامتر نیز بر مبنای داده‌های سال ۲۰۰۹ محاسبه شده است، در نتیجه، مقدار عددی پارامترهای  $\beta$ ،  $m$ ،  $\omega$  و  $\delta$  با مقدارشان در شبیه‌سازی قبلی یکسان است و پارامتر  $B_1$  که جزء کاراکترهای رشد درون‌زا بود با  $B_{1,t}$  که مقدار برون‌زای آن است، جایگزین می‌شود، این پارامتر با نرخ  $\gamma_{B_1}$  رشد می‌کند. برای تعدیل کالیبراسیون می‌توان برای متغیرهای سال پایه، یعنی سال ۲۰۰۹، مقدار رشد برون‌زای متوازن را محاسبه کرد، ( $H_{2009}, q_{2009}$ ) و برای تحلیل تأثیر پارامتر رشد برون‌زا،  $\varepsilon$ ، بر رشد متأثر از تغییرات جمعیتی از رابطه (۲۴) استفاده می‌شود.





نمودار ۱۰- نرخ رشد سالانه محصول سرانه سرمایه با  $\varepsilon = 5/0$  و سن بازنشستگی ثابت و انعطاف‌پذیر

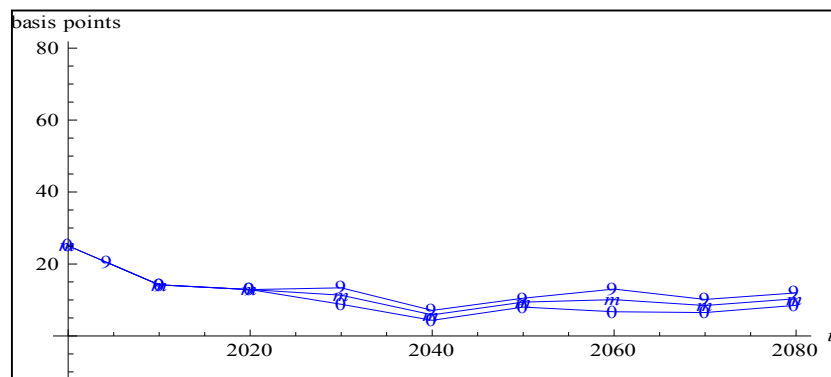
مأخذ: یافته‌های پژوهش.

در این نمودار،  $\varepsilon = 5/0$  است، مفهوم رشد میان‌دوره‌ای به مشخصه‌های رشد درون‌زا بسیار شبیه است، در نموداری که علامت "f" در سراسر آن مشاهده می‌شود، سن بازنشستگی ثابت و در دیگری، سن بازنشستگی انعطاف‌پذیر است. در این نمودار با در نظر گرفتن رشد درون‌زا و سن بازنشستگی انعطاف‌پذیر (حالت سن بازنشستگی ثابت نیز تقریباً بر این نمودار منطبق است) پیش‌بینی می‌شود، رشد سالانه خروجی سرمایه سرانه در سال ۱۹۷۰ برابر با ۲۵ نقطه پایه‌ای است و در سال ۲۰۴۰ به ۱۰، یعنی ۲/۵ برابر کاهش می‌یابد، با در نظر گرفتن رشد برون‌زا، این عدد در سال ۱۹۷۰، ۲۵ همچنان و در سال ۲۰۴۰ با سن بازنشستگی ثابت ۵ و با سن بازنشستگی انعطاف‌پذیر ۱۲ خواهد بود که در قیاس با حالت رشد درون‌زا، این نرخ از ۲/۵ برابر به حدود ۲ برابر تنزل کرده است، اما در مجموع، برون‌زایی یا درون‌زایی تأثیر چشمگیری بر نرخ رشد سالیانه محصول سرانه سرمایه ندارد.

نمودارهای شماره ۱۱ و ۱۲، روند این نرخ را در سه حالت نشان می‌دهد:  $\varepsilon = 0$  که به معنای عدم برون‌زایی رشد (نموداری که با "0" مشخص شده است)،  $\varepsilon = 5/0$  که میزان درون‌زایی و برون‌زایی رشد برابر است و رشد میان‌دوره‌ای را نشان می‌دهد (نموداری

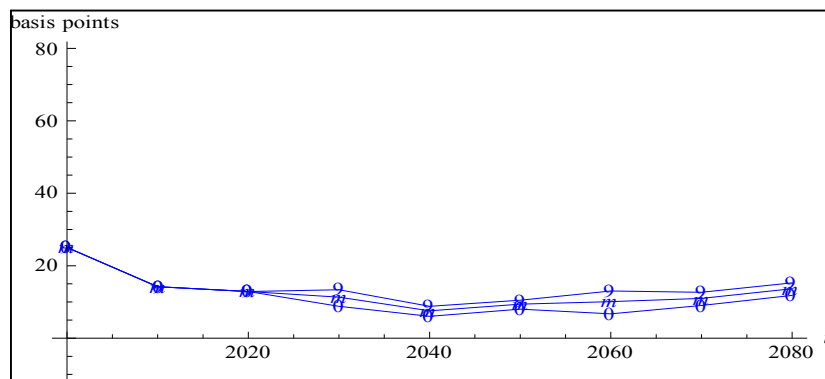
که با " $m$ " مشخص شده است) و  $\varepsilon = 9/0$  که تقریباً رشد برون‌زا برابر واحد است (نموداری که با " $g$ " مشخص شده است).

مقدار کمتر برای  $\varepsilon$  باعث حداقل بیشتری برای سال ۲۰۴۰ و حداکثر کمتری برای رشد حدود سال ۲۰۶۰ و بعد از آن باعث بازگشت سریع‌تری به نقطه اولیه می‌شود. اگر  $\varepsilon$  به سمت یک افزایش یابد، رشد پویا افزایشی یکسان با ویژگی‌های رشد درون‌زا خواهد داشت.



نمودار ۱۱- نرخ رشد سالانه محصول سرانه سرمایه با  $9/0$  و  $5/0$  و  $\varepsilon = 0$  و سن بازنشستگی انعطاف پذیر

مأخذ: یافته‌های پژوهش.



نمودار ۱۲- نرخ رشد سالانه محصول سرانه سرمایه با  $9/0$  و  $5/0$  و  $\varepsilon = 0$  و سن بازنشستگی ثابت

مأخذ: یافته‌های پژوهش.

در نهایت، می‌توان گفت، هرچند در نظر گرفتن رشد برون‌زا باعث روند مثبت نرخ رشد سالیانه محصول سرانه سرمایه می‌شود، اما ویژگی‌های برون‌زایی و درون‌زایی رشد در مدل تأثیر قابل توجهی بر تحولات کوتاه‌مدت، میان‌مدت و بلندمدت ابزارهای سیاستی و سهم بودجه دولت در تعادل اقتصاد سیاسی ندارد.

## ۵- نتیجه‌گیری و پیشنهادها

### ۵-۱- نتیجه‌گیری

در این مقاله با استفاده از یک الگوی تعادل عمومی با نسل‌های هم‌پوش دومرحله‌ای دایموند که شامل سه بخش دولت، خانوار و بنگاه بوده، اثرات سالمندی بر رشد اقتصادی شبیه‌سازی شده است. نتایج به‌دست آمده به شرح زیر است:

- تغییرات نرخ رشد ناشی از تغییر ۶ مؤلفه است؛ مؤلفه‌های مربوط به عرضه نیروی کار، نرخ پس‌انداز، تعمیق سرمایه و سرمایه‌گذاری عمومی اثر مثبت و عرضه نیروی کار سالمند و مالیات اثر منفی بر رشد دارند.
- براساس پیش‌بینی‌های مدل نرخ رشد سالیانه محصول سرانه سرمایه بر اثر سالمند شدن جمعیت کاهش می‌یابد که این موضوع، کاهش رشد اقتصادی ناشی از کاهش جمعیت فعال را تشدید می‌کند.
- اعمال سیاست افزایش سن بازنشستگی تأثیر چندانی بر رشد اقتصادی ندارد.
- تعمیق سرمایه مؤثرترین عامل بر رشد اقتصادی است، به عبارت دیگر، دانش و فناوری در رشد اقتصادی بیشترین سهم را به خود اختصاص داده است، از این رو، سرمایه‌گذاری در این بخش به‌شدت رشد اقتصادی را افزایش می‌دهد، همچنین سرمایه‌گذاری در خدمات عمومی و عمرانی، ایجاد زیرساخت‌ها و ارائه خدمات عمومی، آموزشی، بهداشتی، حمل‌ونقل و... تأثیر قابل توجهی بر رشد اقتصادی دارد.
- درون‌زایی یا برون‌زایی رشد تأثیر چشمگیری بر نتایج حاصل ندارد.
- اگرچه عرضه کل نیروی کار و پس‌انداز سهم مثبتی در رشد اقتصادی دارند، اما

تأثیر این دو مؤلفه بسیار اندک بوده که نشان‌دهنده پایین بودن کارآیی نیروی کار و نظام بانکی در بسیج منابع برای جمع‌آوری پس‌اندازهای مردم به‌منظور فعالیت‌های مرتبط با رشد و توسعه در کشور است.

## ۲-۵- پیشنهادها

- همان‌طور که مشاهده شد، مالیات باعث کاهش رشد می‌شود، زیرا عرضه نیروی کار را (در دستمزد مشخص)، کاهش می‌دهد. در اینجا، دولت با چالش مواجه می‌شود؛ از یک سو، افزایش مالیات باعث کاهش رشد می‌شود و از سوی دیگر، تأمین هزینه افزایش تعداد بازنشستگان نیازمند افزایش درآمد دولت است! بنابراین، دولت برای کاهش این اثر منفی و افزایش درآمد خود باید برنامه بلندمدت داشته باشد و نرخ مالیات را به آرامی و در طول زمان افزایش دهد.
- با توجه به اینکه تعمیق سرمایه مؤثرترین پارامتر رشد است، دولت باید توجه داشته باشد که با افزایش تعداد سالمندان سهم سرمایه‌گذاری عمومی از بودجه که موجب تعمیق سرمایه است، به سمت پرداخت عواید بازنشستگی نرود. در غیر این صورت، تأثیر منفی سالمندی بر رشد اقتصادی بسیار شدیدتر خواهد بود.
- با توجه به آخرین نتیجه در بخش قبل، افزایش کارآیی نظام بانکی، تأسیس بانک‌های سرمایه‌گذاری، تعیین نرخ بهره بهینه و... به‌منظور جذب پس‌انداز افراد می‌تواند نقش مؤثری در کاهش اثرات منفی سالمندی بر رشد اقتصادی داشته باشد.
- برون‌زایی و درون‌زایی رشد، به معنای ارتباط تکنولوژیک با دیگر کشورها، باید بر رشد اقتصادی مؤثر باشد، عدم تأثیرگذاری این پارامتر می‌تواند ناشی از عدم مدیریت صحیح منابع و صنایع باشد، از این رو، تا زمانی که مدیریت صنایع و تخصیص منابع کشور اصلاح نشود، وارد کردن یا حتی یاد گرفتن تکنولوژی‌های پیشرفته تأثیر چندانی بر رشد نخواهد داشت. از این رو، اصلاح روش مدیریت باید یکی از مهم‌ترین اولویت‌های دولت قرار گیرد.

## منابع

- ادیب‌نیا، الهام (۱۳۹۰). بررسی اثر سالمندی بر متغیرهای اقتصاد کلان. پایان‌نامه کارشناسی ارشد. رشته اقتصاد نظری، دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده علوم اجتماعی - اقتصادی.
- اردلان، زهرا (۱۳۹۱). گزینه‌های سیاستی دولت برای پایداری بیمه‌های بازنشستگی با استفاده از رویکرد تعادل عمومی پویا. پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته اقتصاد نظری، دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده علوم اجتماعی - اقتصادی.
- باسخا، مهدی، یاوری، کاظم، صادقی، حسین و ناصری، علیرضا (۱۳۹۴). تأثیر سالمندی جمعیت بر رشد اقتصاد غیرنفتی. مجله دانشکده پیراپزشکی دانشگاه علوم پزشکی تهران (پیاورد سلامت)، دوره ۹، شماره ۲، ۱۴۶-۱۳۱.
- راغفر، حسین، موسوی، میرحسین و اردلان، زهرا (۱۳۹۵). تأثیر پدیده سالمندی و تغییرات بهره‌وری بر بازنشستگی و متغیرهای کلان اقتصادی در ایران با استفاده از رویکرد تعادل عمومی مدل نسل‌های هم‌پوش OLG. فصلنامه انجمن جمعیت‌شناسی ایران، دوره ۹، شماره ۱۷، ۳۵-۷.
- رومر، دیوید (۱۳۹۶). اقتصاد کلان پیشرفته، ویرایش چهارم، ترجمه منصور خلیلی عراقی و علی سوری، تهران، نور علم.
- طائی، حسن (۱۳۸۹). بازار کار در ایران پس از انقلاب. فصلنامه فرهنگی - اجتماعی گفت‌وگو، شماره ۵۵، ۱۵۳-۱۲۵.
- قویدل، صالح و میرغیائی مرادی، نسیم (۱۳۹۶). پیری جمعیت، امید به زندگی و رشد اقتصادی. پژوهش‌های اقتصادی ایران، سال بیست و دوم، شماره ۷۳، زمستان ۹۶، ۱۹۶-۱۵۹.
- کاشانیان، زهرا (۱۳۹۲). شبیه‌سازی تأثیر سالمندی بر متغیرهای اقتصاد کلان (کاربرد از روش تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش). پایان‌نامه کارشناسی ارشد، رشته اقتصاد نظری، دانشگاه الزهرا (س)، دانشکده علوم اجتماعی - اقتصادی.

کاشانیان، زهرا، راغفر، حسین و موسوی، میرحسین (۱۳۹۷). شبیه‌سازی تأثیر سالمندی بر متغیرهای اقتصاد کلان (کاربردی از روش تعادل عمومی نسل‌های هم‌پوش)، مطالعات اقتصادی، دوره ۵۱، شماره ۱، بهار، ۹۳-۱۱۵.

دیوان محاسبات کل کشور، تفریح بودجه ۱۳۸۸، سوم مرداد ۱۳۹۰، شماره گزارش ۴۹:  
<http://www.dmk.ir/>

سایت مجلس شورای اسلامی ایران، گزارش بودجه سال ۱۳۸۸:  
<http://parliran.ir/index.aspx?siteid=1&pageid=228>

مرکز آمار ایران، نتایج آمارگیری نیروی کار، موجودی سرمایه و تولید ملی (۱۳۹۰):  
[www.amar.org.ir](http://www.amar.org.ir)

پایگاه اطلاع‌رسانی سازمان تأمین اجتماعی، سالنامه آماری سال ۱۳۹۲:  
<http://www.tamin.ir/News/Item/35036/2/35036.html#>

Acemoglu, Daron, Guerrieri, Veronica, (2008). Capital Deepening and Nonbalanced Economic Growth. *Journal of Political Economy*, 116(3), 467 - 498.

Blankenau, W.F, Simpson, N.B, Tomljanovich, M, (2007). Public education expenditures, taxation, and growth: linking data to theory. *American Economic Review Papers and Proceedings*, 97(2), 393-397.

Choi, K. Shin, S. (2015). Population aging, economic growth, and the social transmission of human capital: An analysis with an overlapping generations model. *Economic Modelling*, 50, 138 - 147.

Dedry, A. Pestieau, P. (2017). Aging, social security design, and capital accumulation. *The Journal of the Economics of Aging*, 9, 145 - 155.

Gonzalez-Eiras, Martin, Niepelt, Dirk, (2012). Ageing, government budgets, retirement, and growth. *European Economic Review*, 56, 97-115.

United Nation, Population Division, Department of Economic and Social Affairs(2015)

United Nation: <https://esa.un.org/unpd/wpp/Download/Standard/Population/>

World Bank: <http://data.worldbank.org/country/iran-islamic-republic>

World Bank: <http://blogs.worldbank.org/futuredevelopment/end-population-pyramid>

World Population Prospects: <http://esa.un.org/unpd/wpp/Excel-Data/population.htm>