

# مدل‌سازی تأثیر سیاست پولی با الگوهای مختلف نرخ بازپرداخت تسهیلات بر متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از رویکرد عامل بنیان

علیرضا ظریفیان ابهری<sup>۱</sup>  
پرستو محمدی<sup>۲</sup>

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۴/۸

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۸

## چکیده

این مطالعه، بر بررسی تأثیر تغییر نرخ بازپرداخت تسهیلات به عنوان یک ابزار سیاستی بر متغیرهای کلان اقتصادی بویژه توزیع درآمد و ثروت در جامعه تمرکز کرده، و از رویکرد اقتصاد محاسباتی عامل بنیان (ACE) به دلیل نزدیک بودن شبیه سازی به واقعیت و توانایی بررسی در روند تغییرات، استفاده نموده است. در شبیه‌سازی‌های ACE، روند تغییرات متغیرها و عوامل، مورد بررسی قرار می‌گیرد و هر عامل توان تصمیم‌گیری در مورد متغیرهای خود را بر اساس مشاهده خود از سیستم دارد. در این شبیه‌سازی، تأثیر تغییر نرخ بازپرداخت تسهیلات در سه سناریوی نرخ بازپرداخت کاهش، افزایش و ثابت بر توزیع درآمد و ثروت و دیگر متغیرهای کلان اقتصادی، مورد بررسی قرار گرفته است. نتیجه این شبیه‌سازی، نشان می‌دهد که نرخ بازپرداخت افزایشی تسهیلات، سبب فروپاشی سیستم شبیه‌سازی می‌شود و ضریب جینی افزایش می‌یابد که نشان دهنده اختلاف توزیع درآمد و ثروت در جامعه است. سناریوی نرخ بازپرداخت ثابت تسهیلات، تأثیری در جهت بهبودی ضریب جینی نشان نمی‌دهد و از طرفی، سبب ورشکستگی بسیاری از بنگاه‌های اقتصادی در بلندمدت می‌شود. بهترین نتیجه، مربوط به سیاست نرخ بازپرداخت کاهش تسهیلات است. در این سناریو، سیستم مورد بررسی، به رشد اقتصادی پایدار، نقدینگی کنترل شده و کاهش ضریب جینی دست می‌یابد. در شرایطی که بازارهای سفته بازی وجود نداشته باشند و تمامی پول‌های خلق شده در سیستم بانکی به سمت تولید و توسعه فعالیت‌های اقتصادی هدایت شوند، نرخ بازپرداخت کاهش تسهیلات، می‌تواند به بهبود توزیع درآمد و ثروت در جامعه منجر شود.

واژگان کلیدی: سیاست پولی، توزیع درآمد و ثروت، مدل‌سازی عامل بنیان

طبقه‌بندی JEL: E03, E17, E51, E61, E64

۱. کارشناس ارشد، دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران  
alireza.za92@gmail.com

۲. استادیار دانشکده مهندسی صنایع و سیستم‌ها، دانشگاه تربیت مدرس، تهران، ایران (نویسنده مسؤول)  
p.mohammadi@modares.ac.ir

## ۱. مقدمه

در دهه‌های گذشته، بسیاری از کشورهای پیشرفته، شاهد بالا رفتن نابرابری درآمد و ثروت در جوامع خود بوده‌اند که پیامدهای جدی را در بر داشته است. با توجه به مقاله سرفتی<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، هر چقدر نابرابری درآمد و ثروت بیشتر افزایش پیدا کند، سبب تخصیص نامناسب منابع و تجمیع تقاضا در طبقه‌ای خاص از جامعه و کاهش رشد واقعی اقتصاد (کارول، اسلکالک و توکوکا<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷) و همچنین سبب کاهش مصرف در جامعه می‌شود.

طبق مقاله اوناران، استوکهمر و گرفل<sup>۳</sup> (۲۰۱۱)، نابرابری درآمد و ثروت، سبب کاهش سرمایه‌گذاری در بخش تولیدی نیز می‌گردد. نابرابری درآمد در مقاله استوکهمر<sup>۴</sup> (۲۰۱۵)، به عنوان یکی از دلایل به وجود آمدن بحران مالی جهانی بیان شده، و در خصوص تأثیر نابرابری توزیع درآمد و ثروت، اثر توزیعی سیاست پولی در مباحث سیاستی، بیشتر مورد بحث بوده است، طبق مقاله درقی<sup>۵</sup> (۲۰۱۵)، سیاست پولی بر نابرابری درآمد از طریق کانال‌های کلان اقتصادی و مالی تأثیر می‌گذارد.

تحقیقات کمی بر روی نابرابری درآمد و ثروت انجام گرفته است که بعضی از محققان در این موضوع همچون کوبین و همکاران<sup>۶</sup> (۲۰۱۷)، معتقدند که سیاست‌های پولی انقباضی، سبب بالا رفتن نابرابری درآمد و ثروت می‌شود.

در برخی از مقالات همانند مقاله اوفرال و همکاران<sup>۷</sup> (۲۰۱۶) نیز بیان شده که اثر سیاست پولی با استفاده از کانال نرخ بهره، تأثیر ضعیفی بر نابرابری درآمد و ثروت دارد.

نتیجه مقاله مونتسینو و اپشتین<sup>۸</sup> (۲۰۱۵)، نشان می‌دهد که در برخی کشورها همچون آمریکا و ایتالیا، سیاست‌های پولی غیرموسوم، سبب کاهش نابرابری درآمد و ثروت شده است.

طبق پژوهش انجام شده در مقاله پروین و طاهری فرد<sup>۹</sup> (۲۰۰۹)، وجود اقتصاد مبتنی بر نفت و عرضه مستقیم پول به بازار پول و همینطور قوانین باز در مورد تعیین دستوری نرخ بهره توسط بانک مرکزی، سبب شده اقتصاد ایران به شدت به تغییر سیاست‌های پولی، خصوصاً ابزار نرخ بهره حساس باشد.

1. Sarfati (2015)
2. Carroll, Slacalek, & Tokuoka (2017)
3. Onaran, Stockhammer, & Grafl (2011)
4. Stockhammer (2015)
5. Draghi (2015)
6. Coibion *et al.* (2017)
7. O'Farrell *et al.* (2016)
8. Montecino & Epstein (2015)
9. Parvin, Taheri Fard (2009)

توزیع نامناسب درآمد و ثروت در جوامع، سبب ناهنجاری‌های گوناگون اجتماعی همچون گسترش فقر، افزایش فاصله طبقاتی در جامعه، بالا رفتن میزان جرائم، کند شدن توسعه و رشد اقتصادی و مشکلات متنوع دیگر شده است. در دهه‌های اخیر، اقتصاددانان بر روی این مؤلفه تحقیقات بسیاری انجام داده‌اند و به دنبال آن، کنترل توزیع درآمد و ثروت را وظیفه عمده دولت می‌دانند.

دولت‌ها ابزارهای مختلفی برای کنترل این عوامل در دست دارند که یکی از مهم‌ترین این ابزارها، سیاست‌های پولی است که بانک مرکزی در تصمیم‌گیری و اجرای آن دخالت دارد. سیاست‌های پولی، تأثیرات متنوع و گسترده‌ای بر اقتصاد یک کشور دارند که می‌باید مورد تحلیل و بررسی قرار گیرند. در این مقاله، تأثیر تعیین نرخ بازپرداخت تسهیلات، به عنوان ابزار سیاست پولی بر توزیع درآمد با استفاده از رویکرد شبیه‌سازی عامل بنیان، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

در این پژوهش، برای ساده‌سازی در شبیه‌سازی، اقتصاد، سه بخشی فرض شده، که متشکل از سیستم بانکی، بنگاه‌های اقتصادی و خانوار بوده، و سیاست‌گذاری توسط بانک مرکزی صورت می‌پذیرد و از وجود دولت و سیاست‌های مالی صرف نظر شده است و صرفاً سیاست پولی ذکر شده (نرخ بازپرداخت تسهیلات)، مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ و سعی شده شبیه‌سازی عامل بنیان پایه‌ای و ساده از اقتصاد ایران ارائه گردد که قابل گسترش و توسعه و اصلاح است و می‌توان ویژگی‌ها و عوامل دیگر را نیز به آن اضافه نمود؛ عواملی همچون دولت و بنگاه‌های متنوع که بتوان سیاست‌گذاری‌های دیگر را نیز در آن، مورد بررسی قرار داد.

این مقاله، به این سؤال پاسخ می‌دهد که روند نرخ بازپرداخت تسهیلات در اقتصاد ایران، چه تأثیری بر توزیع درآمد و ثروت جامعه در طول زمان خواهد داشت.

نوآوری این پژوهش عبارت است از:

- ۱- ارائه یک مدل پایه با استفاده از روش شبیه‌سازی عامل بنیان برای اقتصاد ایران؛
- ۲- بررسی تأثیر سناریوهای مختلف روند کاهشی، افزایشی و ثابت نرخ بازپرداخت تسهیلات به‌عنوان یکی از ابزارهای سیاست‌گذاری پولی بر توزیع درآمد و ثروت و دیگر متغیرهای کلان اقتصادی.

در ادامه، به مرور پیشینه تحقیقات در زمینه تأثیر سیاست‌های پولی بر توزیع درآمد و بیان رویکردهای مختلف در مدل‌سازی آن می‌پردازیم. همچنین دلیل انتخاب رویکرد شبیه‌سازی عامل بنیان در این پژوهش، بیان می‌گردد. سپس فروض شبیه‌سازی معرفی، و در پایان، سناریوهای مختلف در سیاست‌گذاری نرخ بازپرداخت تسهیلات شبیه‌سازی، و نتایج آن تحلیل می‌شود.

## ۲. مبانی نظری

اقتصاددانان در قرون گذشته، تلاش بسیار زیادی برای مدل کردن سیستم‌های اقتصادی انجام داده‌اند. مدل تعادل والراسی که توسط اقتصاددان قرن نوزدهمی، لئون والراس (۱۸۳۴-۱۹۱۰) معرفی شده است، همچنان به عنوان اساسی‌ترین پارادایمی باقی مانده است که اقتصاددانان برای حل مسائل، از چهارچوب تعادل والراسی استفاده می‌کنند. مدل‌های رقابتی، کاملاً از این چهارچوب برای مدل‌سازی

استفاده کرده‌اند. مدل‌های رقابت ناقص، تعادل والرایی را به عنوان معیار موفق همکاری در نظر می‌گیرند.

در دهه‌های گذشته، اقتصاددانان سعی کردند که با ابزارهای مختلف مدل‌سازی، مدل‌ها را به واقعیت نزدیک‌تر کنند، بعضی از آنها منطق تصمیم‌سازی‌ها را به کار گرفتند و بعضی دیگر، از علوم محاسباتی استفاده نمودند. با رشد توان محاسباتی رایانه‌ها، گرایش محققان این حوزه نیز به سمت علوم محاسباتی بیشتر شد.

اکثر اقتصاددانان، رویکرد نئوکلاسیک به رفتار اقتصادی را پذیرفته‌اند که بر اساس آن، عوامل، دارای عقلانیت ذاتی هستند، قوانین بهینه را اتخاذ می‌کنند و به‌طور غیرمستقیم از طریق قیمت در بازارهایی که به طور مداوم در تعادل هستند، تعامل دارند. این رویکرد، فوق‌العاده متمرکز و ثمر بوده است؛ زیرا به اقتصاددانان این امکان را می‌دهد تا مدل‌هایی بسازند که بتوان آنها را تحلیل، و پیامدهای سیاستی روشنی از آن استخراج کرد.

چندین سال است که نظریه پیچیدگی، اقتصاد را به عنوان یک سیستم پیچیده از عوامل ناهمگن دارای تعامل متقابل تصور می‌کند که با اطلاعات و عقلانیت محدود، مشخص می‌شود. مدل‌های مبتنی بر عامل (ABM)، ابزارهای تحلیلی و محاسباتی هستند که توسط طرفداران این روش در حال ظهور، توسعه یافته‌اند (گتی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۸).

با توجه به مطالب بیان شده، به مرور مختصر مدل‌های والرایی و شبیه‌سازی‌های عامل بینان می‌پردازیم.

## ۱-۲. مدل‌های والرایی

تعادل والرایی<sup>۳</sup> در حالت به روز خود، به صورت فرمول‌های دقیقی از شرایطی است که در آنها، تخصیص کالا و خدمات می‌تواند با قیمت‌های کنترل شده‌ای باشد که در سیستم اقتصادی سازماندهی شده‌ای است که بر اساس بازار غیرمتمرکز کار می‌کند و منابع تولید آن در مالکیت بخش خصوصی است (کاتزner<sup>۴</sup>، ۱۹۸۹).

این محدودیت‌ها، فرض می‌کنند که بنگاه‌ها تعداد محدودی هستند که کاملاً گیرنده قیمت از بازار و به دنبال بیشینه کردن سود خود هستند. این بنگاه‌ها، کالای شناخته شده با کیفیتی معلوم را تولید می‌کنند. مشتریان این بنگاه‌ها، تعدادی محدودند و دارای تابع مطلوبیت برونزای از قبل تعیین شده‌ای هستند که مطلوبیت آنها بر اساس استفاده از کالای مصرفی می‌باشد که گیرنده قیمت است.

1. Agent Based modeling
2. Gatti *et al.* (2018)
3. Walrasian equilibrium
4. Katzner (1989)

بخش دیگر، «حراج گر والراسی»<sup>۱</sup> است که به عنوان ساختار تسویه متعادل نیز از آن یاد می‌شود. این بخش، تعیین کننده قیمت است و از تسویه بازار، اطمینان حاصل می‌کند. با این فرض که مصرف کننده هیچگاه از مصرف اشباع نمی‌شود، که اولین فرض تئوری رفاه است. مدل والراسی تضمین می‌کند که تخصیصی که در نقطه تعادل والراسی تعیین می‌گردد، نقطه بهینه پارتو است. حراج گر والراسی، اولین بار توسط لیجانهافوود<sup>۲</sup> در سال ۱۹۶۷ معرفی گردید.

خصوصیت برجسته ساختار تعادل والراسی، وابستگی بسیار قوی آن به مکانیزم قیمت گذاری حراج گر والراسی است که در نظر گرفتن چنین ابزاری در مدل، سبب از بین بردن امکان رفتار استراتژیک در اجزای مدل می‌گردد. در این گونه مدل‌ها، ارتباط میان عوامل مدل توسط سیستم‌های پرداخت والراسی، منفعل می‌شوند؛ یعنی رابطه‌ای رو در رو بین عوامل وجود ندارد و حراج گر والراسی عهده‌دار این موضوع می‌گردد. در حقیقت، قیمت‌ها و پرداخت هزینه‌ها، تنها رابطی است که بین مصرف کننده و تولیدکننده قرار می‌گیرد.

در مدل‌های والراسی، مصرف کنندگان و بنگاه‌های تولیدی، کنترلی بر روی متغیرهای تصمیم‌گیری خود نظیر میزان سرمایه‌گذاری، میزان مصرف یا تولید ندارند. تمامی متغیرهای تصمیم‌گیری، خارج از کنترل عوامل مدل‌سازی است و مقدار آنها، به صورت تجمیعی و از راه بهینه‌سازی تعیین می‌شود. نحوه توزیع اطلاعات مالی بین عوامل هم در این نوع مدل‌ها، ثابت و بی‌اثر است؛ زیرا تصمیم‌گیری خارج از عوامل صورت می‌پذیرد.

ارزش نقطه تعادلی برای ربط دادن متغیرهای قیمت و سود توزیع شده با شرایط عملیات تسویه بازار، توسط مکانیزم قیمت‌گذاری حراج گر والراسی صورت می‌گیرد. قیمت‌گذاری‌ها توسط نهادهایی که قرار است در سیستم به طور واقعی به فعالیت بپردازند، انجام نمی‌شود. در نهایت، می‌توان گفت که در تعادل والراسی، تخصیص کارآمد می‌تواند توسط بازار غیرمتمرکز قیمت‌ها صورت پذیرد. تعادل والراسی، به این موضوع که قیمت‌گذاری و میزان تولید در اقتصاد واقعی چگونه صورت می‌پذیرد، نمی‌پردازد (تسفتسیان<sup>۳</sup>، ۲۰۰۶).

## ۲-۲. مدل‌های عامل بنیان

با بهره‌گیری از قابلیت‌های رو به رشد رایانه‌ها، اقتصاددانان به سمت استفاده از شبیه‌سازی عامل‌بنیان اقتصاد محاسباتی (ACE<sup>۴</sup>) روی آوردند. ACE فرایندهای اقتصادی را به عنوان سیستمی پویا که عوامل آن در ارتباط باهم هستند، شبیه‌سازی می‌کند. در این نوع شبیه‌سازی عوامل به طیف گسترده‌ای از داده‌ها و روش‌های رفتاری اشاره دارد که نمایانگر یک موجودیت از بخش بزرگی از یک جهان محاسباتی است. به عنوان مثال، عوامل می‌توانند خانوار، نیروی کار، سیاست‌گذار، یک گروه

1. Walrasian auctioneer
2. Leijonhufvud (1967)
3. Tesfatsion (2006)
4. Agent Based Computational Economics (ACE)

اجتماعی یا بنگاه تولیدی باشند. عوامل می‌توانند از عوامل تصمیم‌ساز، اطلاعات جمع‌آوری کنند و توانایی یادگیری مصنوعی و توانایی عملکرد شناختی در سیستم را داشته باشند. عوامل می‌توانند زیرمجموعه‌ای از عوامل دیگر باشند و ساختار طبقه‌بندی شده آنها در این سیستم، امری معمول می‌باشد. برای مثال، بنگاه می‌تواند از نیروی کار و مدیران، تشکیل شده باشد (تسفتسیان، ۲۰۰۶).

مهم‌ترین چالشی که محققان اقتصاد محاسباتی با آن روبرو هستند، این است که قوانین اقتصادی به طور طبیعی در فرایندهای اقتصادی به وجود می‌آیند. این قوانین از سطح بالای قانون‌گذاری نشأت نگرفته است و رویکردی از جزء به کل دارد؛ بدین معنی که عوامل اقتصادی به صورت مستقل، تراکنش‌هایشان را از طریق نهادهای اقتصادی فعال انجام می‌دهند، نه از طریق مکانیزمی که توسط سیاست‌گذار یا هماهنگ کننده، از کل به جزء تعیین گردد (تسفتسیان، ۲۰۰۶).

در بسیاری از مدل‌های اقتصاد کلان عامل بنیان، طراحی قواعد رفتاری، مبتنی بر ادبیات روانشناختی و تجربی صورت می‌گیرد. چنین قواعدی، ممکن است از بهینه‌سازی در چهارچوب یک مدل ساده شده محیط بیرونی استخراج شوند، یا امکان دارد که در طول زمان، بر اساس تعدیل‌های پویا با در نظر گرفتن اینکه کدام نوع از قواعد، نتایج مطلوبی را برای تصمیم‌گیرنده ایجاد می‌کند، تکامل یابند. در تعدادی از مدل‌های مبتنی بر عامل، قواعد رفتاری انتخاب شده از مشاهدات تجربی یا نحوه رفتار تصمیم‌گیرندگان واقعی در انواع خاصی از مسائل تصمیم‌گیری، نشأت می‌گیرند (گتی و دویدا، ۲۰۱۸).

طبق مقاله فلیک<sup>۲</sup> (۱۹۹۸)، شبیه‌سازی‌های عامل بنیان، نوعی سیستم پیچیده تطبیقی هستند. در سیستم‌های پیچیده تطبیقی، تراکنش بین عوامل خرد با توجه به خصوصیت‌هایی که هر یک دارا می‌باشند، انجام می‌شود. سیستم پیچیده، به سیستمی گفته می‌شود که تشکیل شده از واحدهایی باشد که با هم تراکنش داشته باشند و با انجام این تراکنش‌ها، ویژگی‌های جدیدی به وجود آید که قبلاً در سیستم وجود نداشته است. سیستم پیچیده تطبیقی، به سیستمی گفته می‌شود که تمامی اجزای تشکیل دهنده آن (عوامل)، واکنش‌گر هستند؛ به طوری که با تغییر شرایط محیطی سیستم یا اعمال عوامل دیگر، از خود واکنش نشان می‌دهند و واکنش‌ها از عوامل دیگر متفاوت و مستقل می‌باشد. هر عامل، دنبال هدفی است و در راستای هدف خود، واکنش نشان می‌دهد یا قدم برمی‌دارد. به‌طور کلی، می‌توان گفت دو نوع رویکرد در مدل‌سازی و حل مسائل اقتصادی وجود دارد که عبارت‌اند از: الف) مدل‌های DSGE<sup>۳</sup> یا همان تعادل عمومی پویای احتمالی که بر اساس حراج‌گر و الراسی کار می‌کند؛ ب) شبیه‌سازی‌های اقتصادی عامل بنیان که رویکردی از پایین به بالا دارد و در آن، تمامی عوامل، قدرت تصمیم‌گیری در مورد متغیرهای خود را دارند. در این مدل‌ها دیگر

1. Gatti and Dawid (2018)

2. Flake (1998)

3. Dynamic stochastic general equilibrium (DSGE)

موجودیتی به نام حراج‌گر والرایی وجود ندارد و قیمت‌گذاری توسط خود عوامل انجام می‌شود. تفاوت‌های برجسته‌ای که این دو نوع مدل‌سازی باهم دارند به شرح زیر می‌باشد:

- یکی از مهم‌ترین تفاوت‌ها، در نوع نگاه آنها به مسأله است، مدل‌های DSGE به دنبال نقطه‌ای بهینه در مدل هستند، ولی در رویکرد ACE، مسأله نقطه بهینه نیست، بلکه تغییرات یک متغیر در طی زمان بررسی می‌شود و شرایط و نحوه رسیدن به نقطه تعادلی، بسیار حائز اهمیت است، نه صرفاً نقطه تعادلی.

- در DSGE، هیچ یک از بنگاه‌های اقتصادی، حق تصمیم در رابطه با قیمت خود را ندارند و قیمت‌گذاری با تجمیع عرضه و تقاضا در مدل انجام می‌شود و تصمیم‌گیری آن، بر عهده حراج‌گر والرایی است؛ در حالی که در رویکرد ACE، هر عامل، خود در مورد متغیرهایش تصمیم می‌گیرد و هر عامل، اطلاعاتی ناقص از سیستم و عوامل دیگر دارد.

به دلیل نزدیک بودن رویکرد ACE به واقعیت در روند تصمیم‌گیری‌ها و مزیت این رویکرد در ارایه روند تغییرات در شبیه‌سازی، رویکرد اقتصاد محاسباتی مبتنی بر عامل (ACE)، برای شبیه‌سازی مسأله این تحقیق، مورد استفاده قرار گرفته است.

### ۳. پیشینه تحقیق

در مقاله دوسی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۳)، با استفاده از یک مدل اقتصادی عامل بنیان، رابطه بین توزیع درآمد و سیاست‌های پولی و مالی مورد بررسی قرار گرفته است. به نظر می‌رسد تعامل بین سیاست‌های پولی و توزیع درآمد، به گونه‌ای است که تغییر در نرخ بهره، بر متغیرهای اقتصاد کلان، زمانی تأثیرگذار است که نرخ بهره بالاتر باشد. همچنین سیاست تغییر در نرخ بهره، زمانی تأثیر بیشتری دارد که نابرابری درآمدی در آن اقتصاد بالا باشد.

گیری<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۱۹)، بیان می‌دارند که یک سیاست پولی سازگار با افزایش ناگهانی نرخ بهره کوتاه مدت، اغلب به حباب و افت اقتصادی منجر می‌شود. این مقاله، از طریق پیاده‌سازی یک مدل مبتنی بر عامل با یک مکانیزم شتاب دهنده مالی، رابطه بین سیاست پولی و بحران‌های اقتصادی بزرگ را بررسی نموده است. آنها یک مدل محاسباتی دو مرحله‌ای پیشنهاد داده اند: الف) جستجوی الگو در دوقطب مسأله؛ ب) شبیه‌سازی‌های غیرمستقیم در اجرای سیاست‌های پولی غیر متعارف. نتایج اصلی آن را می‌توان به صورت زیر خلاصه کرد: الف) افزایش ناگهانی و شدید نرخ سیاست، می‌تواند سبب رکود شود؛ ب) پس از یک بحران، بازگشت خیلی سریع به یک سیاست صحیح پولی، می‌تواند رکود تورمی در اقتصاد ایجاد کند، در حالی که جبران نرخ بهره کوتاه مدت که به پایین‌ترین سطح در کوتاه مدت متوقف می‌شود، می‌تواند برای جلوگیری از رکود بیشتر موفقیت آمیز باشد.

دوسی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، مناسب‌ترین ترکیب از سیاست‌های مالی و پولی در اقتصادهایی که در معرض بحران‌های بانکی و رکود اقتصادی قرار دارند را مورد بررسی قرار دادند و مسأله را با استفاده از یک مدل عامل بنیان که قادر به تولید مجموعه گسترده‌ای از قوانین خرد و کلان تجربی است، اجرا نمودند. نتایج شبیه‌سازی، نشان می‌دهد که ترکیب سیاست‌های پولی و مالی با هدف‌گذاری اشتغال برای ایجاد ثبات در اقتصاد، بهترین نتیجه را می‌دهد.

به نظر فاگیالو و رونتینی<sup>۲</sup> (۲۰۱۶)، رکود اقتصادی بزرگ سال ۲۰۰۸ آمریکا، بهترین آزمایش طبیعی برای تجزیه و تحلیل اقتصادی است؛ زیرا عدم کفایت چهارچوب‌های نظری که بر پایه مدل‌های تعادل عمومی احتمالی پویا بنا شده‌اند را نشان داد. در مقاله آنها، یک بحث انتقادی در مورد مشکلات نظری، تجربی و اقتصاد سیاسی مبتنی بر رویکرد تعادل عمومی احتمالی پویا در تحلیل سیاست، ارائه شده است و پیشنهاد می‌دهد که یک روش تحقیق مفیدتری ارائه شود که از الزامات نظری دقیق‌تری تشکیل شده باشد و اقتصاد را به عنوان یک سیستم پیچیده رو به رشد، مدل کند.

#### ۴. معرفی مدل شبیه‌سازی عامل بنیان

پژوهش حاضر، به دنبال بررسی اثر نرخ بازپرداخت تسهیلات بر توزیع درآمد و ثروت در جامعه و دیگر متغیرهای کلان اقتصادی است. بر این اساس، با تکیه بر داده‌های اقتصاد ایران، به شبیه‌سازی عامل بنیان موضوع می‌پردازیم.

در مدل‌های اقتصاد محاسباتی عامل بنیان، طبق مقاله تسفتسیان (۲۰۰۶)، اقتصاد کلان از پایین به بالا نوشته می‌شود؛ یعنی در آغاز تحقیق، عوامل خرد بررسی، و قواعد تصمیم‌گیری آنها مشخص می‌شوند. در تحقیق حاضر، به منظور ساده‌سازی مسأله، اقتصاد سه بخشی (سیستم بانکی، بنگاه‌های اقتصادی و خانوار)، به شرح زیر در نظر گرفته می‌شود:

- بانک مرکزی به عنوان نهاد سیاست‌گذار سیستم است. در این شبیه‌سازی، سیاست‌گذاری در مورد تعیین نرخ بازپرداخت تسهیلات و تعیین حجم عرضه پول که به میزان تقاضا می‌باشد، در هر دوره بر عهده بانک مرکزی گذاشته شده است.

- بانک وظیفه تخصیص اعتبار به بنگاه‌های اقتصادی و سپرده‌پذیری از خانوار و توزیع درآمد حاصل از فعالیت بانکی بین سپرده‌گذاران را دارد. همچنین فروش کالای مصرفی و سرمایه‌های شرکت‌های ورشکسته‌ای که نتوانسته‌اند تسهیلات گرفته شده خود را بازپس دهند، بر عهده بانک است.

- بنگاه‌های اقتصادی، تولید کالای مصرفی و سرمایه‌ای و فروش آن در بازار را بر عهده دارند.

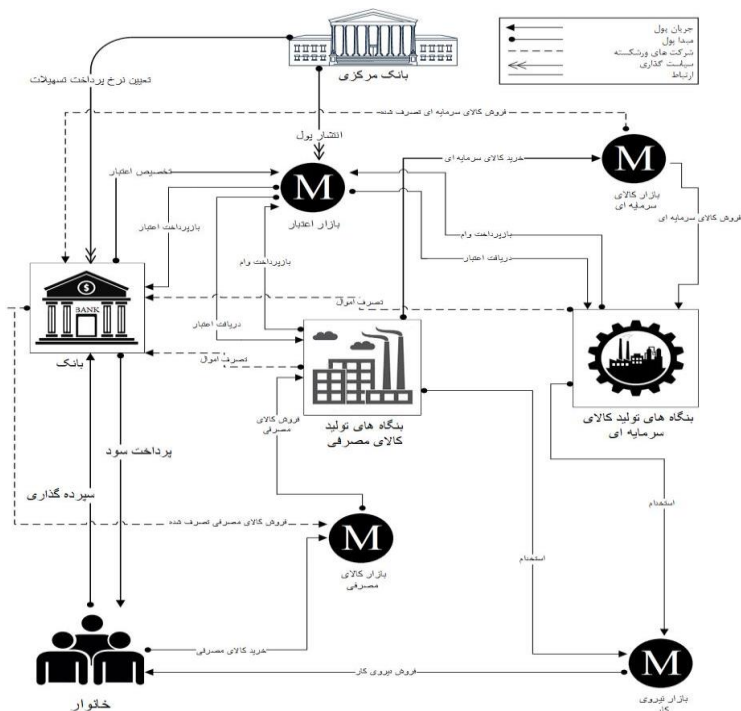
- خانوار، نیروی کار خود را در ازای دستمزد در اختیار بنگاه‌های اقتصادی می‌گذارد و برای گذران زندگی خود، کالای مصرفی تهیه می‌کند.

1. Dosi *et al.* (2015)

2. Fagiolo & Roventini (2016)



در این شبیه‌سازی، برای ساده سازی مدل، از بخش دولت (سیاست‌های مالی) و بخش خارجی (واردات و صادرات و نرخ ارز) صرف نظر شده است.  
 در شکل ۱، شمای کلی عوامل و روابط حاکم بر آنها در مدل شبیه سازی این پژوهش نشان داده شده است و توضیحات مبسوط درخصوص آن، در ادامه خواهد آمد.



شکل ۱. شمای کلی روابط بین عوامل در شبیه سازی پیشنهادی

#### ۴-۱. بازار

در این پژوهش، با الگوبری از مقاله ریچتی و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۱۵)، بازارها تعریف شده است. همان طور که می‌دانیم، هر بازار از دو طرف عرضه و تقاضا تشکیل می‌شود. هر عامل در سمت تقاضا، فهرستی تصادفی از نظر تعداد، از عوامل سمت عرضه را می‌بیند و از عامل عرضه‌کننده‌ای که کمترین قیمت را ارائه می‌دهد، خرید می‌کند. در این پژوهش، چهار نوع بازار به شرح زیر وجود دارد:

۱. در بازار نیروی کار، بنگاه‌های تولیدی کالاهای سرمایه‌ای و مصرفی، عرضه‌کننده جایگاه کار و قیمت‌گذار دستمزد هستند و خانوار به عنوان متقاضی جایگاه کار، در نظر گرفته می‌شود.
۲. در بازار کالای مصرفی، بنگاه‌های تولید کالای مصرفی، عرضه‌کننده، و تقاضا کننده آن، خانوارها هستند. البته در آخر دوره، بانک‌ها اموال بنگاه‌هایی که ورشکست شده‌اند، را تصرف می‌کنند و اگر

1. Riccetti et al. (2015)

آن بنگاه، کالای مصرفی در موجودی‌اش داشته باشد، بعد از اینکه بانک موجودی آن را تصرف کرد، در انتهای دوره، در بازار کالای مصرفی، به فروش می‌رساند.

۳. در بازار کالای سرمایه‌ای، بنگاه‌های تولید کالای سرمایه‌ای، عرضه‌کننده، و تقاضاکننده آن، بنگاه‌های تولید کالای مصرفی هستند. البته در آخر دوره، بانک‌ها اموال بنگاه‌هایی که ورشکست شده‌اند، را تصرف می‌کنند و اگر آن بنگاه، کالای سرمایه‌ای در موجودی‌اش داشته باشد، بعد از اینکه بانک موجودی آن را تصرف کرد، در انتهای دوره، در بازار کالای سرمایه‌ای به فروش می‌رساند.

۴. در بازار اعتبار یا پول، بانک‌ها عرضه‌کننده اعتبار، و بنگاه‌های اقتصادی، متقاضی اعتبار هستند. بانک مرکزی از طریق بانک در این بازار نقش دارد.

طبق نتایج مقاله‌های ریچتی و همکاران (۲۰۱۵) و گیری و همکاران (۲۰۱۹)، فرایند تراکنش بازار به شرح زیر می‌باشد:

- یک فهرست تصادفی از عوامل در سمت تقاضا شکل می‌گیرد. شرط بودن عوامل متقاضی در این لیست، آن است که عامل توانایی خرید داشته باشد؛ یعنی موجودی نقدش بزرگتر از صفر باشد.
  - اولین عامل از لیست تصادفی سمت تقاضا، یک زیرمجموعه‌ای از عوامل سمت عرضه که در انبار، موجودی دارند، را می‌بیند و عرضه‌کننده با کمترین قیمت را جهت خرید انتخاب می‌کند و نسبت به بودجه‌اش از عرضه‌کننده، خرید می‌کند و اگر بودجه‌اش از کمترین قیمت هم کمتر بود، هیچ خریدی انجام نمی‌دهد.
  - در مرحله بعد، از لیست تصادفی متقاضی، عامل دومی انتخاب می‌شود که تعداد تصادفی از لیست بنگاه‌ها را می‌بیند و مثل قبل عمل می‌کند؛ یعنی کمترین قیمت را انتخاب می‌کند و نسبت به بودجه‌اش، از آن خرید می‌کند و این عمل، تا آخرین مورد لیست تکرار می‌گردد.
  - اگر تقاضاکننده باز هم از نظر مادی توانایی خرید داشت و همین‌طور عرضه‌کننده هنوز در انبارش موجودی داشت، دوباره مراحل قبل تکرار می‌گردد؛ یعنی دوباره لیستی تصادفی از عوامل متقاضی که شرایط خرید دارند، تشکیل می‌شود و همانند قبل، هر عاملی خرید خود را به سبکی که گفته شد، انجام می‌دهد.
  - این فرایند تاجایی ادامه خواهد یافت و تکرار خواهد شد که یکی از طرفین، شروط را نقض کند؛ یعنی طرف عرضه‌کننده دیگر موجودی برای فروش نداشته باشد و یا طرف متقاضی، دیگر پولی برای خرید نداشته باشد.
- خصوصیتی که این گونه بازارها دارد، این است که مکانیزم بازار، مکانیزم انطباقی تصادفی است و تمامی عوامل در سمت تقاضا، اطلاعاتی ناقص از سمت عرضه‌کننده‌ها دارند و بالعکس؛ یعنی هیچکدام، تمامی قیمت‌های بازار را نمی‌بینند و تنها بر اساس مشاهده‌ای ناقص از سیستم، تصمیم به خرید می‌گیرند. همچنین در سمت عرضه‌کننده، بنگاه دیدی از نیاز تجمعی بازار ندارد و صرفاً بر اساس تجربه شخصی خود که در دوره گذشته داشته، میزان تولید برای این دوره را تخمین می‌زند و نسبت به آن تخمین، نیروی کار استخدام می‌کند و سپس تولید را به سامان می‌رساند و قیمت‌گذاری را نسبت به گذشته انجام می‌دهد. این نوع نگرش به بازار در شبیه‌سازی، سبب گردیده تا بازار شبیه‌سازی شده، به دنیای واقعی نزدیک‌تر باشد.

## ۲-۴. معرفی نمادهای به کار رفته در مدل

## جدول ۱. نمادگذاری

متغیرها	توضیحات	اندیس	توضیحات
IR	نرخ بازپرداخت تسهیلات بانکی	T	دوره‌های زمانی
PR	نرخ پرداخت سپرده‌های بانکی	I	شمارنده
Inf	نرخ تورم	C	مصرفی
EG	رشد اقتصادی	K	سرمایه‌ای
Gini	ضریب جینی	Fr	متغیر پیش بینی
Asset	دارایی	<b>عوامل توضیحات</b>	
Liq	نقدینگی	CB	بانک مرکزی
W	دستمزد	Ba	بانک
Prd	تولید	KF	بنگاه تولیدی کالای سرمایه‌ای
Inv	موجودی انبار	CF	بنگاه تولیدی کالای مصرفی
P	قیمت کالا	HH	خانوار طبقه معمولی
M	حجم پول	RHH	خانوار طبقه مرفه
Sa	پس انداز یا سپرده‌گذاری	<b>پارامتر توضیحات</b>	
Ca	پول نقد	A	ضریب تکنولوژی تولید کالای سرمایه‌ای
Sales	فروش	B	ضریب تکنولوژی تولید کالای مصرفی
Lb	نیروی کار	GrH	نرخ رشد جمعیت طبقه معمولی
Cr	تسهیلات	GrR	نرخ رشد جمعیت طبقه مرفه
Emp	افراد استخدام شده	RR	نرخ ذخیره قانونی
Profit	سود	DR	نرخ استهلاک
purchased	خریداری شده	MPC	میل نهایی به مصرف
		MPS	میل نهایی به پس‌انداز

## ۳-۴. خانوار

عامل خانوار در شبیه‌سازی اقتصادی عامل بنیان ارائه شده، نقش نیروی کار بنگاه‌های اقتصادی و سپرده‌گذار در سیستم بانکی را دارد؛ یعنی: الف) نیروی کار، کار خود را به بنگاه‌های سرمایه‌ای و مصرفی عرضه می‌کند؛ ب) از بازار، کالای مصرفی می‌خرد؛ ج) مقداری از پول خود را به صورت یک ساله (یک دوره‌ای) در بانک پس‌انداز می‌کند.

در این شبیه‌سازی، هدف ما پیدا کردن نحوه تأثیر سیاست‌های پولی بر نحوه توزیع درآمد در بخش خانوار می‌باشد. با توجه به مطالعات پیشین، این تأثیر در برخی موارد به صورت غیرمستقیم روی خانوار اثر می‌گذارد. به‌طور مثال، افزایش نرخ بازپرداخت تسهیلات در سیاست‌گذاری بانک مرکزی، سبب می‌شود تا بنگاه‌های اقتصادی، هزینه مالی بیشتری به ازای هر کالا بپردازند و دستمزدها به نسبت افزایش قیمت کالا، کمتر افزایش پیدا کند که، هم سبب کوچک شدن سبد خانوار می‌شود و هم، موجب می‌گردد تا بنگاه‌های ضعیف‌تر برای رقابت قیمتی در بازار و کاهش هزینه‌هایشان، دستمزد کمتری نسبت به بقیه بنگاه‌ها بپردازند؛ که باعث افزایش شکاف درآمدی در جامعه می‌شود. در این شبیه‌سازی، دو نوع عامل خانوار وجود دارد که یکی طبقه معمولی (HH) و دیگری طبقه مرفه (RHH) در جامعه است و تفاوت این دو، هم در سرمایه اولیه‌شان و هم در میل نهایی آنها به مصرف و پس‌انداز است.

در این شبیه‌سازی، متغیرهای تصمیم‌گیری در اختیار خانوار، صرفاً به تصمیم درباره نگهداری مبلغی پول نقد جهت مصرف و مبلغی پس‌انداز در بانک‌ها محدود شده است.

تابع (۱)، با اقتباس از مقاله گیری و همکاران (۲۰۱۹)، با تغییری مختصر در این قسمت آورده شده است. در این سیستم، به دلیل اینکه اگر خانوار نتواند حداقل یک کالای مصرفی در یک دوره خریداری کند، از بین می‌رود، تصمیم‌گیری در مورد سپرده‌گذاری، مشروط به این می‌گردد که حداقل به اندازه قیمت دوره قبل کالای مصرفی خریداری شده، به علاوه میزان تورم دوره قبل، پول نقد نگهدارد و شرط بعدی که باید در تابع لحاظ گردد، میل نهایی به مصرف و پس‌انداز خانوار است که در تابع (۱) مشاهده می‌شود.

این شرط، بیان می‌دارد که اگر پول نقد به میزان میل نهایی به مصرف بیشتر از قیمت یک کالا ضرب در نرخ تورم دوره قبل بود، بقیه پول را پس‌انداز می‌کند ولی اگر کمتر بود، اندازه قیمت یک کالای مصرفی ضرب در نرخ تورم، پول نقد نگه‌می‌دارد و مابقی را پس‌انداز می‌کند. هر خانوار با توجه به میل نهایی به مصرفی که دارد، متغیرهای تصمیم خود را بر اساس تابع (۱) محاسبه می‌کند.

$$All\_Asset = Asset_{t-1} + Deposit$$

$$Ca = \begin{cases} All\_Asset \times MPS & \text{if } P_{c,t-1} \times inf < All - Asset \times Mps \\ All\_Asset & \text{if } P_{c,t-1} \geq All\_Asset \end{cases} \quad (1)$$

$$Sa_u = All\_Asset - C_u$$

## ۴-۴. بنگاه‌های تولیدی کالای مصرفی

در این سیستم شبیه‌سازی با اقتباس از مقاله گیری و همکاران (۲۰۱۹)، بنگاه‌های تولید کالای مصرفی: ۱- از بازار اعتبار برای تولید و سرمایه‌گذاری، تسهیلات می‌گیرند؛ ۲- از بازار نیروی کار برای به کارگیری در تولید کالای مصرفی، نیروی کار استخدام می‌کنند؛ ۳- از بازار کالای سرمایه‌ای، کالای سرمایه‌ای تهیه می‌کنند؛ ۴- کالای مصرفی تولید می‌کنند؛ ۵- در بازار کالای مصرفی، کالای مصرفی می‌فروشند؛ ۶- در اول دوره، سود خود را محاسبه، و تسهیلات گرفته شده را بازپرداخت می‌کنند. اولین تصمیمی که بنگاه تولید کالای مصرفی در ابتدای دوره می‌گیرد، در مورد مقدار مورد نیاز تسهیلات بوده که در تابع (۲) مطرح شده است. برای محاسبه مقدار تسهیلات درخواستی، ابتدا بنگاه، مقدار تولید در دوره جدید را باید پیش‌بینی کند. پیش‌بینی مقدار تولید برای دوره جدید به مقدار موجودی انبار باقی‌مانده از دوره قبل، تولید دوره قبل، فروش دوره قبل و رشد اقتصادی دوره قبل بستگی دارد. در تابع (۲)،  $\alpha$  و  $\beta$  یک عدد تصادفی بین صفر و یک هستند و  $\alpha \geq \beta$  است.

$$Prd_{c,Fr,i} = \begin{cases} Sales_{c,i,t-1} \times \left(1 - \left(\frac{inv_{i,t}}{Prd_{i,t-1}}\right)\right) \times (1 + EG) \times \alpha & \text{if } inv_{c,i,t-1} > 0 \cap prd_{c,i,t-1} > 0 \\ Sales_{c,i,t-1} \times (1 + EG) & \text{if } inv_{c,i,t-1} = 0 \cap prd_{c,i,t-1} > 0 \\ Sales_{c,i,t-1} \times (1 + EG) \times \alpha & \text{if } inv_{c,i,t-1} = 0 \cap prd_{c,i,t-1} = 0 \\ Sales_{c,i,t-1} \times \beta & \text{if } inv_{c,i,t-1} > 0 \cap prd_{c,i,t-1} = 0 \end{cases} \quad (2)$$

پس از پیش‌بینی مقدار تولید، باید تعداد نیروی کار مورد نیاز و تعداد دستگاه سرمایه‌ای مورد نیاز، نیز پیش‌بینی گردد. برای این کار، از تابع (۳) استفاده می‌گردد، با این فرض که هر کالای سرمایه‌ای، نیاز به یک نیروی کار دارد. در این تابع،  $\alpha$  یک عدد تصادفی بین صفر و یک است.

$$K\_Inv_{fr,CF_i,t} = Lb_{Fr,CF_i,t} = \frac{Prd_{Fr,CF_i,t}}{B \times \alpha} \quad (3)$$

سپس برای تخمین مقدار تسهیلات مورد نیاز، از تابع (۴) استفاده می‌شود که در آن، هزینه سرمایه مورد نیاز با در نظر گرفتن قیمت خریداری شده کالای سرمایه‌ای در دوره پیش و هزینه نیروی کار در دوره پیش و لحاظ نرخ تورم دوره پیش، محاسبه شده و از دارایی حال حاضر بنگاه کم می‌شود تا مقدار تسهیلات مورد نیاز برای این دوره به دست آید.

$$Cr_{c,it} = CF\_asset_t - ((K\_Inv_{fr} - K\_Inv_t \times DR_C) \times Inf_{t-1} + (Lb_{fr} \times W_{t-1} \times Inf_{t-1})) \quad (4)$$

پس از تخمین تسهیلات مورد نیاز، آن را به بانک اعلام می‌کند و سپس بانک تصمیم به ارائه تسهیلات می‌گیرد. پس از دریافت تسهیلات، بنگاه اقتصادی در بازار کالای سرمایه‌ای اقدام به خرید کالای سرمایه‌ای به تعداد مورد نیاز می‌کند و سپس نرخ دستمزد و تعداد نیرویی که می‌تواند استخدام کند را با توجه به دارایی و تعداد کالای سرمایه‌ای که خریداری کرده و نرخ دستمزد دوره پیش و حداقل دستمزد رسمی اعلام شده، محاسبه، و در بازار نیروی کار، اقدام به استخدام می‌کند. پس از

آن، مقدار تولید با تابع (۵) مشخص می‌شود. این تابع کاب-داگلاس ساده می‌باشد که در آن  $\alpha$  یک عدد تصادفی بین صفر و یک می‌باشد.

$$Prd_{CF_i,t} = B \times \alpha \times Lb_{CF_i,t}^{Y_c} \times K\_Inv_{CF_i,t}^{1-Y_c} \quad (5)$$

بنگاه اقتصادی در مورد قیمت‌گذاری کالای تولیدی‌اش، طبق تابع (۶) تصمیم می‌گیرد. این تصمیم‌گیری براساس سود دوره قبل و انبار کالای مصرفی باقیمانده از دوره قبل تعیین می‌گردد که در آن،  $\alpha$  یک عدد تصادفی بزرگتر از ۱ و کوچکتر از ۱/۵ است.

$$Price_{CF_i,t} = \begin{cases} Price_{CF_i,t-1} & \text{if } inv_{t-1} > 0 \text{ and } profit_{t-1} \geq 0 \\ Price_{min,CF_i,t} \times \alpha & \text{if } inv_{t-1} > 0 \text{ and } profit_{t-1} < 0 \\ Price_{CF_i,t-1} \times inf_{t-1} & \text{if } inv_{t-1} = 0 \text{ and } profit_{t-1} \geq 0 \\ Price_{Min,CF_i,t} & \text{if } inv_{t-1} = 0 \text{ and } profit_{t-1} < 0 \end{cases} \quad (6)$$

در تابع (۶)  $Price_{Min,CF_i,t}$ ، کمترین قیمتی است که بنگاه می‌تواند کالا را بفروشد که برابر است با هزینه کارگاه در دوره  $t$ ، تقسیم بر تعداد کالای تولید شده در دوره  $t$ . تابع هزینه، از طریق تابع (۷) محاسبه می‌گردد. تابع هزینه هر بنگاه، برابر است با هزینه مالی به‌علاوه دستمزد نیروی کار استخدام شده در آن دوره، به‌علاوه کالای سرمایه‌ای خریداری شده در آن دوره.

$$Cost_{CF_i,t} = Loan_{IR,CF_i} + (Lb_{CF_i} \times W_{CF_i}) + (purchased_{k,t} \times P_{k,CF_i,t}) \quad (7)$$

پس از تعیین قیمت، بنگاه‌های تولیدی کالای مصرفی، کالای خود را در بازار کالا مطابق ساز و کار توضیح داده شده مدل عامل بنیان، به فروش می‌رسانند. پس از فروش، بنگاه باید تسهیلات خود را به بانک در آخر دوره پس دهد و سپس سود خود را محاسبه نماید. اگر بنگاه توانایی بازپرداخت تسهیلات را نداشته باشد، ورشکست می‌شود و طبق شرایط مدل، بانک تمامی اموال بنگاه را تصرف می‌کند.

#### ۴-۵. بنگاه‌های تولید کالای سرمایه‌ای

در این سیستم شبیه‌سازی، با اقتباس از مقاله گیری و همکاران (۲۰۱۹)، بنگاه‌های تولید کالای سرمایه‌ای، فعالیت‌های اصلی زیر را انجام می‌دهند: ۱- از بازار اعتبار، به اندازه برآورد خود، وام می‌گیرد؛ ۲- از بازار نیروی کار برای به کارگیری در تولید کالای سرمایه‌ای، نیروی کار به استخدام درمی‌آورد؛ ۳- کالای سرمایه‌ای تولید می‌کند؛ ۴- کالای سرمایه‌ای تولید شده را در بازار کالای سرمایه‌ای می‌فروشد؛ ۵- از درآمد کسب شده، هزینه‌ها را پرداخت می‌کند و سود را محاسبه می‌نماید. سپس وام گرفته شده در اول دوره را تسویه می‌نماید.

تمامی محاسبات این نوع بنگاه، شبیه بنگاه‌های تولید کالای مصرفی است به غیر از تابع تولید آن که فرض می‌شود هر بنگاه تولید کالای سرمایه‌ای در هر دوره، ۳۰ درصد از تولید خود در دوره قبل

را صرف تولید می‌کند. این فرض، در تابع تولید (۸) کالای سرمایه‌ای لحاظ گردیده است. در این تابع،  $\alpha$  یک عدد تصادفی بین صفر و یک می‌باشد.

$$Prd_{lk_i,t} = A \times \alpha \times Lb_{kF_i,t}^{\gamma_k} \times K_{Inv_{kF_i,t}}^{1-\gamma_k} \quad (۸)$$

#### ۴-۶. بانک

در این سیستم شبیه سازی، بانک فعالیت‌های اصلی زیر را برعهده دارد: ۱- سپرده‌پذیری از خانوار را انجام می‌دهد و اصل و فرع سپرده را با نرخ‌ی که بانک مرکزی تعیین کرده، به خانوار باز پس می‌دهد و هیچ محدودیتی در سپرده‌پذیری ندارد؛ ۲- به بنگاه‌های اقتصادی بر اساس نرخ بازپرداخت تعیین شده توسط بانک مرکزی وام می‌دهد؛ ۳- بانک، اموال و دارایی‌های بنگاه‌هایی که توان بازپرداخت وام خود را ندارند را تصرف می‌کند و این دارایی‌ها را در بازار کالای مصرفی و سرمایه‌ای به فروش می‌رساند. دارایی قابل وام دادن بانک‌ها، عبارت است از میزان دارایی نقد بانک به‌علاوه سپرده مردم که به اندازه ذخیره قانونی از آن کسر گردیده و نزد بانک مرکزی نگهداری می‌شود. شرط ورشکست شدن بانک، ناتوانی در پرداخت اصل و فرع سپرده‌ها است. در این تحقیق، برای سادگی مدل‌سازی، بازار پول بین بانکی شبیه سازی نشده است.

#### ۴-۷. بانک مرکزی

در این سیستم شبیه سازی، بانک مرکزی وظیفه سیاست‌گذاری در مورد سیستم بانکی و پولی را دارد که عبارت است از: ۱- سیاست‌گذاری در مورد تعیین نرخ بازپرداخت تسهیلات اعتباری بانک‌ها؛ ۲- سیاست‌گذاری در مورد تعیین نرخ پرداخت سپرده‌های بانکی؛ ۳- نشر پول با توجه به اعتبار مورد نیاز بانک‌ها. طبق مقاله‌های گیری و همکاران (۲۰۱۹) و لنجنیک<sup>۱</sup> (۲۰۱۳)، تعیین نرخ بهره به مقدار تغییر نقدینگی موجود در جامعه، حجم اعتبار مورد نیاز بنگاه‌های اقتصادی و تورم در جامعه بستگی دارد. بانک مرکزی، نرخ بازپرداخت تسهیلات را طبق فرمول (۹) محاسبه می‌نماید و با توجه به کسری اعتبار بانک‌ها در هر دوره، به نسبتی ثابت از مقدار کسری اعتبار، پول منتشر می‌کند.

$$IR_t = \begin{cases} IR_{t-1} \times (1 + \alpha) + C(Inf_{t-1}) & IF(\Delta Liq < \mu \times \Delta Credit\_Demand_t) \\ IR_{t-1} \times (1 - \alpha) + C(Inf_{t-1}) & IF(\Delta Liq > \mu \times \Delta Credit\_Demand_t) \end{cases} \quad (۹)$$

#### ۴-۸. پارامترها و متغیرها

برای تعیین پارامترهای برونزا در این پژوهش، از داده‌های موجود در ایران و برای برخی دیگر از پارامترها، از مقالات خارجی استفاده شده است که در جدول ۲ قابل مشاهده می‌باشد.

- نرخ رشد جمعیت طبق داده‌های سایت بانک مرکزی برای ایران، حدود ۱/۵ درصد بوده است.
- نرخ ذخیره قانونی، از سایت بانک مرکزی اخذ شده است.

- نسبت میل نهایی به مصرف و پس انداز خانوارهای معمولی و مرفه، با استناد به مقاله فخرایی و منصور<sup>۱</sup> (۲۰۱۰)، مقدارگذاری شده است.
  - مقدار ضریب‌های تکنولوژی و جمعیت اولیه، با استناد به مقاله گیری و همکاران (۲۰۱۹)، تعیین شده است.
- جدول ۲ مقادیر پارامترهای اولیه برای شروع شبیه‌سازی را بیان می‌دارد. به‌دست آوردن مقادیر متغیرهای آغازین و واسنجی کردن این پارامترها برای مدل، براساس مقاله‌های ریچتی و همکاران (۲۰۱۵) و گیری و همکاران (۲۰۱۹)، بوده، بدین صورت که ۵ مرتبه و هر بار به مدت ۱۰۰ دوره، شبیه‌سازی اجرا، و در آخر، میانگین متغیرهای ۳۰ دوره آخر این ۵ اجرا در جدول ۲ آورده شده، و هر یک از این ۵ مرتبه شبیه‌سازی در ۵ نرخ بازپرداخت تسهیلات ثابت در ۱۰۰ دوره صفر، ۵، ۱۰، ۱۵ و ۲۰ درصدی اجرا گردیده، ۷۰ دوره اول را طبق مقاله یاد شده برای یادگیری رفتار توسط مدل کنار گذاشته شده و فقط از ۳۰ دوره آخر آن استفاده به‌عمل آمده است.
- در ضمن، لازم به ذکر است که برای جلوگیری از فروپاشی شبیه‌سازی در برآورد متغیرهای اولیه مسأله، از فرض از بین رفتن خانوارها در صورت نخریدن کالای مصرفی در انتهای هر دوره، صرف نظر شده است که با مانده حساب دوره حاضر، وارد دوره بعدی می‌شوند. برای این مدل، تعداد عوامل چون تعداد خانوار و تعداد بنگاه‌های تولید براساس میانگین تعداد عوامل باقیمانده در انتهای ۵ مرتبه اجرای ۱۰۰ دوره‌ای انتخاب شده است.



جدول ۲. پارامترها و متغیرها

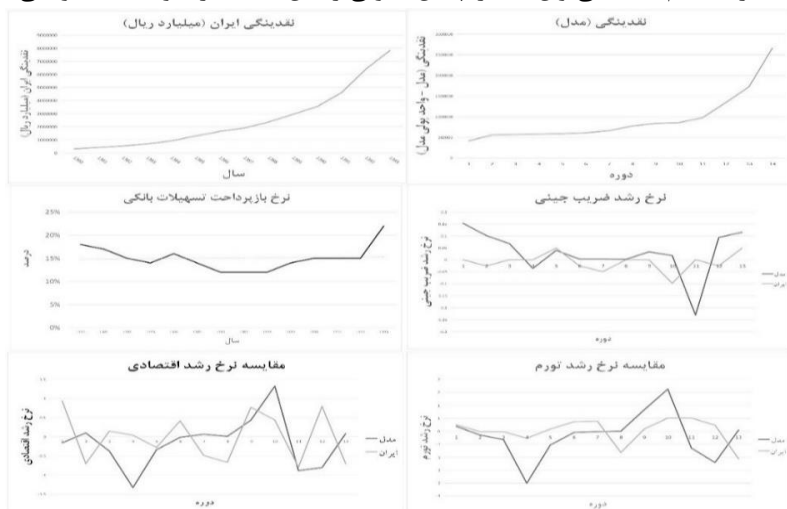
متغیرهای شروع شبیه‌سازی			پارامترهای ثابت		
مقدار	توضیحات	متغیر	مقدار	توضیحات	پارامتر
۲۰۰ نفر ۱۶۰ نفر طبقه معمولی ۴۰ نفر طبقه مرفه	جمعیت	Populati on	۱	ضریب تکنولوژی تولید کالای سرمایه‌ای	A
۵	تعداد بنگاه‌های تولید کالای سرمایه‌ای	KF	۱۰	ضریب تکنولوژی تولید کالای مصرفی	B
۱۵	تعداد بنگاه‌های تولید کالای مصرفی	CF	۰/۰۲	نرخ رشد جمعیت طبقه معمولی	GrH
۴۰۰	دارایی اولیه خانوار طبقه معمولی	Asset <sub>HH</sub>	۰/۰۱	نرخ رشد جمعیت طبقه مرفه	GrR
۲۰۰۰	دارایی اولیه خانوار طبقه مرفه	Asset <sub>RHH</sub>	۱۰ درصد	نرخ ذخیره قانونی	RR
۵۰۰	دارایی اولیه بنگاه‌های مصرفی	Asset <sub>CF</sub>	۴۰ درصد	نرخ استهلاک برای کالای سرمایه‌ای	DR
۲۰۰۰	دارایی اولیه بنگاه‌های سرمایه‌ای	Asset <sub>KF</sub>	خانوار طبقه معمولی: ۰/۸ خانوار طبقه مرفه: ۰/۴	میل نهایی به مصرف	MPC
			خانوار طبقه معمولی: ۰/۲ خانوار طبقه مرفه: ۰/۶	میل نهایی به پس‌انداز	MPS

## ۹-۴. اعتبارسنجی شبیه‌سازی

برای اعتبارسنجی شبیه‌سازی از داده‌های سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۳، از بانک اطلاعات سری‌های زمانی اقتصادی منتشره توسط بانک مرکزی، استفاده شده است. دلیل انتخاب این دوره به واسطه مقدماتی بودن آمار از سال ۱۳۹۵ به بعد است و تغییر شاخص بهای کالا از سال ۱۳۹۵ به بعد و تغییر اساسی سید کالای اساسی در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ می‌باشد.

روند نرخ بازپرداخت تسهیلات در طول این سال‌ها، به صورت صعودی بوده، به طوری که نرخ بازپرداخت تسهیلات از ۱۸ درصد به ۲۲ درصد افزایش پیدا کرده است. حال با توجه به روند افزایشی نرخ بازپرداخت تسهیلات بانکی، طی این سال‌ها، با سناریوی نرخ بازپرداخت تسهیلات افزایشی در شبیه‌سازی این پژوهش قابل قیاس است، که به علت هم مقیاس نبودن مدل شبیه‌سازی شده با واقعیت، داده‌ها نرمال شده‌اند، تا بتوان روند هر دو را مورد بررسی قرار داد. تمامی نتایج و داده‌های ایران، در شکل ۲ قابل مشاهده هستند.

روندهای کاهشی و افزایشی ضریب جینی مدل شبیه‌سازی شده به غیر از دو دوره، همسو با داده‌های ایران می‌باشد. تفاوت‌ها، یکی در بین دوره ۲ و ۳ و دیگری در دوره ۱۰ و ۱۱ اتفاق افتاده، که دقیقاً برعکس واقعیت عمل کرده است. در مورد دوره ۱۰، ۱۱ و ۱۲ که معادل سال‌های ۱۳۸۹ تا ۱۳۹۱ است، می‌توان به توزیع یارانه نقدی توسط دولت اشاره کرد، که دقیقاً از سال ۱۳۸۹ شروع شد. پرداخت یارانه نقدی، سبب بهتر شدن ضریب جینی می‌گردد، که دقیقاً در دوره ۱۰ تا ۱۲ در مورد داده‌های ایران صدق می‌کند. به علت لحاظ نکردن پارامترهایی چون یارانه‌هایی از طرف دولت در شبیه‌سازی انجام شده، می‌توان انتظار چنین تفاوتی را بین شبیه‌سازی و داده‌های واقعی داشت.



شکل ۲. مقایسه نتایج شبیه‌سازی و متغیرهای کلان اقتصادی بر اساس داده‌های بانک مرکزی ایران

نرخ رشد تورم در شبیه‌سازی و داده‌های ایران در کنار هم به صورت نرمال شده قرار گرفته است. از دوره ۱۲، که مطابق با نرخ رشد سال ۱۳۹۰ و ۱۳۹۱ بوده، این هم سو بودن نرخ رشد از بین رفته است که دلایلی می‌توان برای توجیه این تفاوت بیان داشت که عبارت است از: تغییر تعریف سبد کالای اساسی و محدود کردن این سبد و حذف بعضی از کالاهای اساسی از این سبد در سال ۱۳۹۰ که اسناد آن در سایت بانک مرکزی با عنوان شاخص تورم موجود می‌باشد. از آنجایی که با تغییر سبد و حذف بعضی از کالاهای اساسی، تغییر قیمت این شاخص کمتر خواهد شد، به همین دلیل، شاخص لاسپیرز تعدیل شده حاصل نیز کمتر تغییر خواهد کرد و در نتیجه حاصل این تغییر، در کمتر نشان دادن نرخ رشد تورم، ظاهر خواهد شد و بیانگر این موضوع است که در سال‌های ۱۳۹۰ به بعد، نرخ تورم از منظر عددی، نسبت به تورمی که با شاخص محاسبه کالاهای اساسی سال ۱۳۸۰ حساب می‌شود، کمتر خواهد بود. با در نظر داشتن همسو بودن شبیه سازی با تغییرات در گذشته و تغییر شاخص کالاهای اساسی در سال ۱۳۹۰، روند رشد نرخ تورم شبیه سازی شده، با توجه به اینکه تغییری در تعریف‌های این مدل نسبت به سال پایه رخ نداده است، قابل استناد می‌باشد.

نرخ رشد تورم دوره ۱۰ تا ۱۱ نیز که مطابق سال‌های ۱۳۸۸ به بعد است، با وجود همسو بودن اختلاف زیادی دارند، که به دلیل درآمد بالای نفتی طی این دوره رخ داده و برای تأمین کالاهای اساسی با توجه به درآمد در این سال‌ها مشکلی وجود نداشته است. لذا قیمت کالاهای اساسی به صورت مصنوعی و غیر مرتبط با بازار، با ثبات نگه‌داشته شده است و خود این موضوع، سبب گردیده که تأثیر بسزایی بر روی نرخ تورم داشته باشد و روند نزول و یا افزایش را تحت تأثیر قرار دهد و آن را به اصطلاح کند سازد و یا به تعویق اندازد. حال به علت محدود کردن شبیه سازی و حذف عوامل تأثیرگذاری از این دست، می‌توان از تفاوت‌های بیان شده بین شبیه سازی صورت گرفته و واقعیت چشم‌پوشی کرد.

برای اعتبار سنجی مدل، آزمون معناداری ضریب همبستگی بین نتایج مدل شبیه سازی و متغیرهای کلان اقتصاد ایران طی دوره سال ۱۳۸۰ تا سال ۱۳۹۳ انجام، و نتایج آن در جدول ۳ آورده شده است. با وجود اینکه مدل‌سازی بخش دولت و بخش بازرگانی خارجی و عواملی چون تغییرات درآمدهای نفتی، محدودیت‌های غیر اقتصادی، سیاست‌های مالی و ...، در مدل‌سازی لحاظ نشده، و صرفاً بر روی یکی از ابزارهای سیاست پولی تمرکز شده است، به دست آمدن میانگین ضریب همبستگی نزدیک به ۷۰ درصد بین نتایج مدل و متغیرهای کلان اقتصاد ایران، نشان دهنده اعتبار نسبتاً مناسب مدل می‌باشد.

شایان ذکر است که به دلیل تغییر اساسی سبد کالاهای اساسی در سال‌های ۱۳۹۴ و ۱۳۹۵ و تغییر شاخص بهای کالا از سال ۱۳۹۵ به بعد، امکان استفاده از داده‌های بعد از سال ۱۳۹۳ برای مقایسه قدرت تطابق مدل با واقعیت وجود نداشت.

## جدول ۳. نتایج آزمون ضریب همبستگی شبیه سازی و داده‌های ایران

ضریب همبستگی مدل و واقعیت (اعتبار سنجی)	
رشد تولید ناخالص داخلی	۶۷ درصد
ضریب جینی	۶۶ درصد
تورم	۵۵ درصد
نقدینگی	۸۵ درصد

## ۵. نتایج شبیه‌سازی

در این پژوهش، صرفاً یک ابزار سیاستی مورد بررسی قرار گرفته که همان نرخ بازپرداخت تسهیلات می‌باشد. به علت عدم شفافیت نحوه تصمیم‌گیری و سیاست‌گذاری نرخ بازپرداخت تسهیلات و نبود اطلاعات کافی و مناسب در کشور، از قابلیت یادگیری هوشمند مدل در مورد سیاست‌گذاری نرخ بازپرداخت تسهیلات صرف نظر شده است و با توجه به داده‌های بانک مرکزی، می‌توان گفت که در هر دوره ۸ ساله دولت‌ها تاکنون، هر دولت سناریویی افزایشی، کاهشی و یا ثابت را درپیش گرفته است به همین دلیل سناریوهای در نظر گرفته شده برای این شبیه‌سازی عبارت است از: ۱- نرخ بازپرداخت تسهیلات ثابت بماند؛ ۲- نرخ بازپرداخت تسهیلات به صورت کاهشی دوره به دوره با یک ضریب ثابت کم شود؛ ۳- نرخ بازپرداخت تسهیلات به صورت افزایشی دوره به دوره افزایش یابد. در هر سناریو، تأثیر سیاست‌گذاری نرخ بازپرداخت تسهیلات بر متغیرهای مختلفی چون ضریب جینی، رشد اقتصادی، تورم، نرخ دستمزد و ... مورد بررسی قرار گرفته و برای متغیرهای شروع مسأله در تمامی سناریوها، از جدول ۲ استفاده شده است.

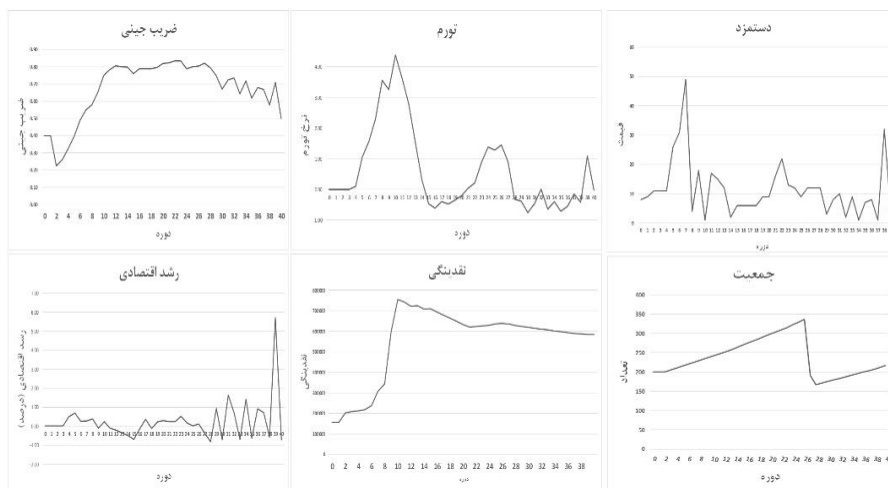
## ۵-۱. سناریو روند ثابت برای نرخ بازپرداخت تسهیلات

در سناریوی روند ثابت برای نرخ بازپرداخت تسهیلات، این نرخ در طول دوره، یک مقدار ثابت در نظر گرفته می‌شود. سپس شبیه‌سازی را اجرا نموده تا چندین دوره یا سال، عامل‌ها باهم تراکنش انجام داده و تأثیر آن بر ضریب جینی و دیگر متغیرهای کلان بررسی می‌شود. در این سناریو، نرخ بازپرداخت تسهیلات ۱۰ درصد و نرخ پرداخت سپرده ۷ درصد در نظر گرفته شده است.

در شکل ۳، نتایج شبیه‌سازی برای نرخ بازپرداخت ثابت به مقدار ۱۰ درصد برای ۴۰ سال نشان داده شده است. موردی که در این سناریو دیده شد، کوچک شدن بنگاه‌های تولیدی بود که تعداد بنگاه‌های مصرفی از ۱۵ به ۵ و بنگاه‌های سرمایه‌ای از ۵ به ۳ عدد بود که این مورد در سال ۲۶م سبب گشت تا جمعیت مدل، حدود ۵۰ درصد کاهش پیدا کند و در شبیه‌سازی بدین معنا است که خانوارها، توانایی خرید حتی یک بسته کالای مصرفی را نداشته‌اند و عرضه به میزان کافی نبوده است و همین‌طور باید این نکته را در نظر گرفت که بعد از کاهش جمعیت ۵۰ درصدی، نرخ مرگ و میر

صفر نشده و هر دوره، تعدادی از خانوارها از بین می‌روند، اما نرخ رشد جمعیت، از نرخ مرگ و میر در این سناریو کمتر است.

طبق رشد مثبت نمودار تورم در دوره ۱۲۶م، قیمت کالای مصرفی در آن دوره بالا رفته، و تا قبل از اینکه خانوار در دوره ۱۲۶م از بین برود، روند ضریب جینی به صورت تناوبی صعودی بوده است. خارج شدن بخش فقیر خانوار از شبیه‌سازی، سبب کاهش ضریب جینی شده، و تقریباً یک کانال به پایین آمده و حول آن کانال، در حال نوسان باقی می‌ماند. این بهبود ضریب جینی، به معنی بهبود اوضاع جامعه نبوده و دلیل آن، بالا رفتن نسبت خانوارهای مرفه به معمولی و حذف خانوارهای فقیری است که توانایی خرید کالای مصرفی را نداشته‌اند. با توجه به توضیحات بیان شده، از بین رفتن بنگاه‌های اقتصادی و همین‌طور خانوار، سبب شده تا نقدینگی در شبیه‌سازی، روندی نزولی را طی کند، زیرا دارایی‌های بنگاه‌ها و خانوارهای حذف شده، از سیستم حذف گردیده است.



شکل ۳. نتایج سناریو نرخ بازپرداخت تسهیلات با روند ثابت

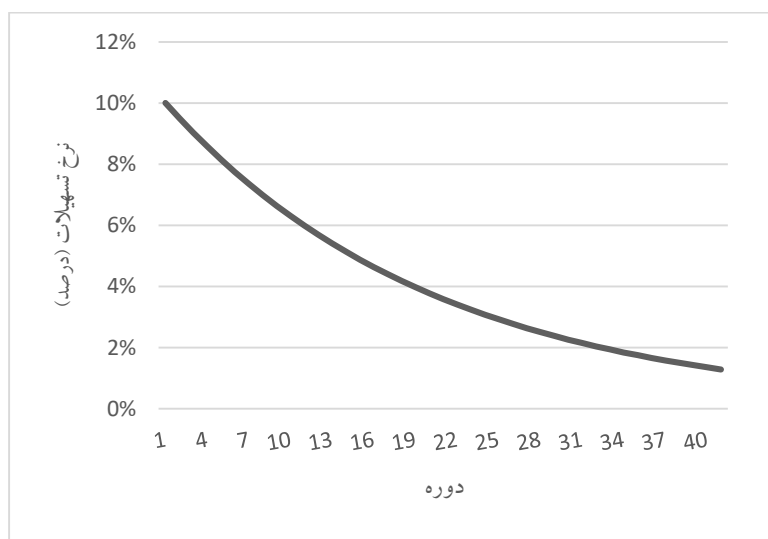
در سال‌های آخر، ضریب ثابت افزایش جمعیت، سبب افزایش تقاضا بوده (منظور نسبت به وضعیت قبل بنگاه‌ها می‌باشد که تعداد آنها بیشتر بود، یعنی نسبت تقاضا به تعداد بنگاه‌ها در قبل از ورشکستگی بنگاه‌ها کمتر بود و در این حالت، این نسبت افزایش پیدا کرده است) و این افزایش، سبب تولید کالای سرمایه‌ای و مصرفی بیشتر نسبت به دوره‌های قبل شده است و این موضوع، سبب گردیده تا رشد مثبت اقتصادی را رقم زند.

نکته مهم در شکل ۳، کمتر شدن بازه نوسان نرخ تورم در گذر زمان است؛ یعنی می‌توان نتیجه‌ای با مضمون پایداری در نرخ تورم در سناریو نرخ بازپرداخت ثابت تسهیلات را گرفت، اما همان‌طور که بحث شد، وضعیت ضریب جینی تغییری نخواهد کرد.

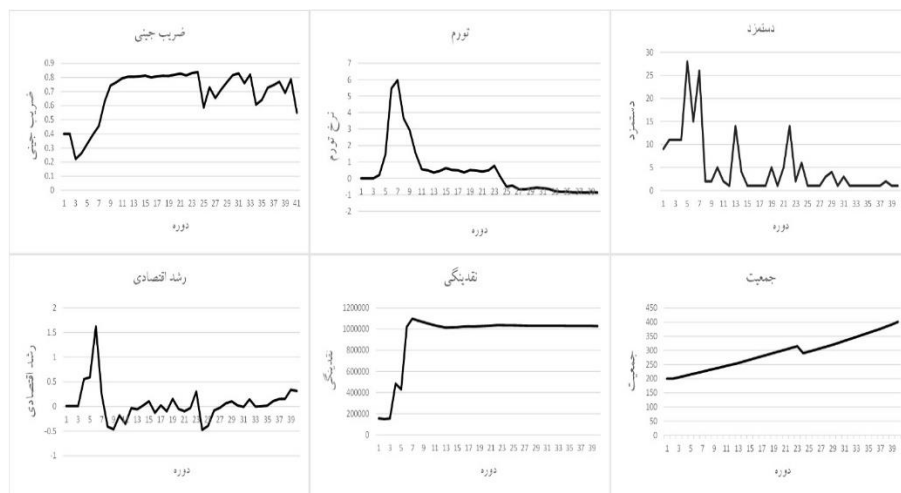
طبق مشاهدات در این سناریو، با کاهش تقاضای اعتبار توسط بنگاه‌های اقتصادی، بانک‌ها برای پرداخت به سپرده‌ها به کمبود نقدینگی دچار شدند و بانک مرکزی برای جلوگیری از ورشکستگی بانک‌ها و پرداخت به سپرده‌ها، مجبور به انتشار پول گردیده است. در مجموع می‌توان چنین نتیجه گرفت که در سناریو نرخ بازپرداخت ثابت، ضریب جینی آن چنان تغییری نمی‌یابد، نوعی ثبات در نرخ تورم ایجاد خواهد شد، سطح نقدینگی کنترل می‌شود، اما خانوارهای فقیرتر، از چرخه اقتصاد خارج می‌شوند.

## ۲-۵. سناریو روند کاهش برای نرخ بازپرداخت تسهیلات

نرخ بازپرداخت تسهیلات طبق شکل ۴، با یک ضریب ثابت کاهش پیدا می‌کند و نرخ پرداخت سپرده هم با ضریب ۰/۷ نسبت به نرخ بازپرداخت تسهیلات با همان روند، کاهش پیدا می‌کند. در شکل ۵، نتایج اعمال سیاست نرخ بازپرداخت کاهش تسهیلات مشاهده می‌شود. در این اجرا، از ۱۵ بنگاه تولید کالای مصرفی، ۱۰ بنگاه و از ۵ بنگاه تولید کالای سرمایه‌ای، ۳ بنگاه در ۴۰امین دوره اجرا باقی می‌مانند. روند از بین رفتن خانوار به شدت کم بوده و فقط در بین دوره‌های ۲۲ تا ۲۴ از بین رفتن خانوار رخ داده، و در بقیه دوره‌ها، مقدار از بین رفتن خانوار صفر بوده است. در نمودار ضریب جینی شکل ۵، ابتدا روند افزایشی ضریب جینی در نرخ‌های بالای بازپرداخت تسهیلات مشاهده می‌شود. سپس دو تناوب شبیه هم که تقریباً هر کدام، ۱۰ دوره به طول انجامیده، مشاهده می‌شود که در تناوب دوم، سطح ضریب جینی کاهش بیشتری نسبت به بار اول داشته است.



شکل ۴. نرخ بازپرداخت تسهیلات در سناریوی روند کاهش



شکل ۵. نتایج سناریو روند کاهش نرخ بازپرداخت تسهیلات

حال با توجه به اینکه تعداد از بین رفتن خانوار، تقریباً برابر صفر بوده و تعداد خیلی کمی از مدل حذف شده‌اند، می‌توان کاهش ضریب جینی یا همان کاهش اختلاف طبقاتی را در این سناریو نسبت به سناریوی روند ثابت نرخ بازپرداخت، واقعی‌تر دانست. در نهایت، پس از چهل دوره و رسیدن نرخ بازپرداخت تسهیلات به نزدیک صفر، ضریب جینی در حال کاهش بوده، که این موضوع، نشان دهنده کم شدن فاصله طبقاتی است.

با سیاست کاهش نرخ بازپرداخت تسهیلات، نقدینگی جامعه در طول زمان سطحی ثابت دارد و همین‌طور نرخ تورم نیز تقریباً با کمتر شدن نرخ بازپرداخت تسهیلات، روندی نزولی و سپس ثابت و پایدار به خود گرفته است. رشد اقتصادی نیز پس از پایین آمدن نرخ بازپرداخت تسهیلات از دوره ۳۰ به بعد (که زیر ۲ درصد است)، کاملاً مثبت بوده و روندی صعودی دارد.

در جمع بندی، می‌توان گفت سیاست نرخ بازپرداخت تسهیلات کاهش، سبب کمتر شدن فاصله طبقاتی در جامعه، رشد اقتصادی پایدار، پایین نگه‌داشته شدن نرخ تورم و کنترل نقدینگی شده است.

### ۳-۵. سناریو روند افزایشی برای نرخ بازپرداخت تسهیلات

روند افزایش نرخ بازپرداخت تسهیلات در این سناریو، در شکل ۶ نشان داده شده است. در ۲۴ دوره، تمامی بنگاه‌های تولید کالای مصرفی ورشکست شده و از سیستم حذف شدند که سبب فروپاشی مدل گردید.

در انتهای دوره‌های این سناریو به فروپاشی سیستم منجر شد که در شکل ۷ دیده می‌شود. در دوره‌های آخر این سناریو، ضریب جینی به بیشترین حد خود رسیده است، یعنی فاصله طبقاتی بسیار زیاد شده است. در این دوره تعداد بنگاه‌های تولید کالای مصرفی از ۱۵ به صفر و بنگاه‌های تولید

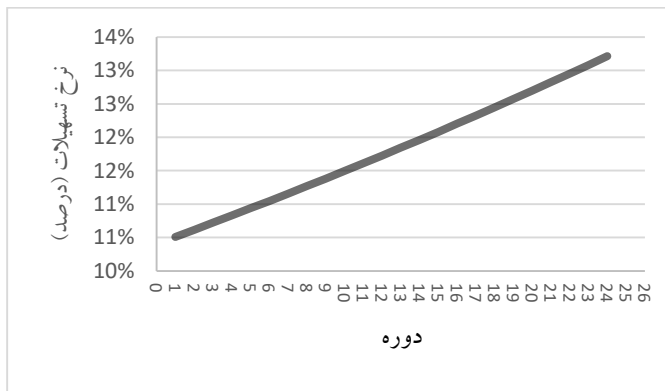
کالای سرمایه‌ای از ۵ به ۲ کاهش پیدا کرده است. دلیل کاهش نقدینگی در دوره‌های آخر در جامعه، حذف بنگاه‌هایی است که توان بازپرداخت تسهیلات خود را نداشته‌اند.

رشد اقتصادی در اواخر شبیه سازی کاملاً سقوط کرده و به کمترین حد خود در ۲۴ دوره اخیر رسیده است. نرخ دستمزد همگام با تورم، صعود بسزایی در دوره‌های آخر داشته است. در این دوره نیز در دو مرحله یکی در دوره‌های ۱۳ تا ۱۶ و دیگری در دوره‌های ۲۲ به بعد، آمار از بین رفتن خانوار به علت عدم توانایی تهیه کالای مصرفی، بیشتر از رشد جمعیت بوده است.

نکته جالب توجه در این سناریو در مورد ۹ دوره اول شبیه‌سازی می‌باشد که توانسته نرخ تورم را کاملاً پایین نگه‌دارد و حتی رشد اقتصادی بسیار خوبی را تجربه نماید و فاصله طبقاتی در این ۹ دوره، تقریباً ثابت باقی بماند؛ که نشان دهنده این امر است که سیاست افزایش نرخ بازپرداخت تسهیلات، ممکن است در کوتاه‌مدت و میان‌مدت، سبب رشد اقتصادی بسزایی شود ولی در بلندمدت سبب فروپاشی سیستم می‌گردد؛ یعنی آثار این نوع سیاست‌گذاری در کوتاه مدت، قابل بررسی و معتبر نبوده و این نوع سیاست‌گذاری، آثارش را در بلند مدت نشان خواهد داد.

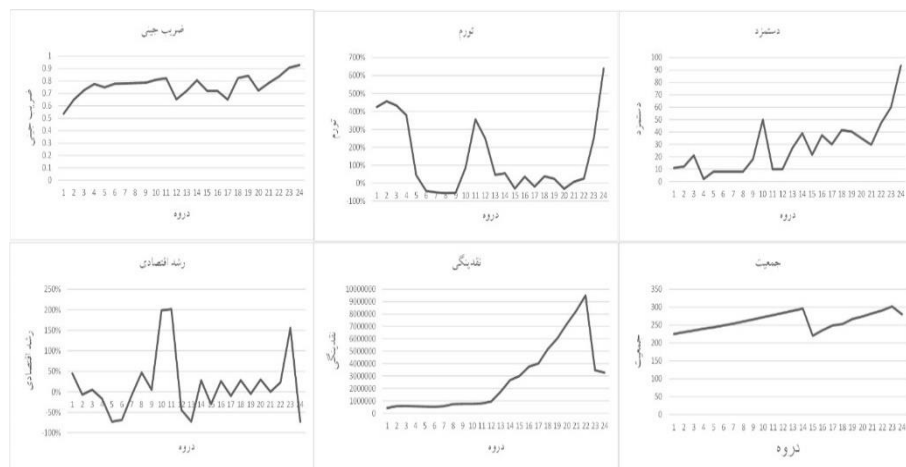
در جمع‌بندی این بخش، می‌توان گفت تنها سیاستی که به فروپاشی شبیه‌سازی منجر گردید، سیاست افزایش نرخ بازپرداخت تسهیلات به صورت مداوم بود که پس از ۲۴ سال، تقریباً تمامی بنگاه‌های اقتصادی نابود شدند و فاصله طبقاتی، به بیشترین حد خود رسید.

با مقایسه نتایج سناریو، روند افزایشی نرخ بازپرداخت تسهیلات در شکل ۷ و روند متغیرهای کلان اقتصاد ایران در دوره ۱۳۸۸ تا ۱۳۹۳ که در شکل ۲ ارائه شد، می‌توان شباهت‌های بسیاری را دریافت. یعنی با افزایش این نرخ، روند ضریب جینی - نمایانگر نحوه توزیع درآمد و ثروت در جامعه - افزایش داشته، و حجم نقدینگی کشور رشد فزاینده‌ای را تجربه کرده است.



شکل ۶. نرخ بازپرداخت تسهیلات در سناریوی روند افزایشی





شکل ۷. نتایج سناریو روند افزایشی نرخ بازپرداخت تسهیلات

#### ۶. نتیجه‌گیری

نتایج حاصله را می‌توان بدین صورت بیان داشت که روند افزایشی نرخ بازپرداخت تسهیلات، سبب فروپاشی سیستم شبیه‌سازی و افزایش ضریب جینی گردید و سبب اختلاف توزیع درآمد و ثروت در جامعه شد. نکته مهم در این سناریوی افزایشی، روند رو به بهبود در ابتدای امر است که نتایج، نشان می‌دهد در دوره‌های اول، شاخص‌ها در حال بهبودند ولی آثار بلندمدت این نوع سیاست با توجه به نتایج مدل، کاملاً مخرب است. همان‌طور که در مدل دیده شد، در زمان فروپاشی، بنگاه‌های تولید کالای سرمایه‌ای و حتی مصرفی، از بین رفتند و به بنیان مدل اقتصادی شبیه سازی صدمه وارد شد. در سناریوی روند ثابت نرخ بازپرداخت تسهیلات، تأثیری بر بهبود ضریب جینی مشاهده نشد. همچنین این سیاست شبیه سازی شده، ورشکستگی تعداد قابل توجهی از بنگاه‌های اقتصادی را در بلندمدت به دنبال داشت و خانوارهای فقیر نیز از سیستم حذف شدند.

بهترین نتایج مدل، مربوط به سیاست کاهش نرخ بازپرداخت تسهیلات بود که سبب گردید تا جامعه شبیه‌سازی شده، به رشد اقتصادی پایدار، نقدینگی کنترل شده و کاهش ضریب جینی دست پیدا کند. بنابراین، در شرایطی که بازارهای سفته بازی وجود نداشته باشند و تمامی تسهیلات سیستم بانکی صرف تولید و توسعه بنگاه‌های اقتصادی شود، کاهش نرخ بازپرداخت تسهیلات، می‌تواند بر بهبود توزیع درآمد و ثروت در جامعه، تأثیر گذار باشد.

مهم‌ترین دستاوردهای تحقیق عبارت است از: ۱- ارائه مدل شبیه سازی اقتصادی عامل بنیان برای شبیه سازی سیاست‌گذاری پولی در ایران؛ ۲- بررسی سناریوهای مختلف برای نرخ بازپرداخت تسهیلات به منظور شناسایی سیاستی که پایداری اقتصاد را سبب می‌شود؛ ۳- ارائه شبیه‌سازی پایه برای اقتصاد ایران که توانایی توسعه برای جنبه‌های گوناگون اقتصاد را دارا می‌باشد.

- زمینه‌های تحقیقاتی بالقوه که در ادامه این تحقیق، می‌توانند مورد بررسی قرار گرفته و ادامه یابند، عبارت است از:
- در این پژوهش به منظور امکان استفاده از مطالعات پیشین در روابط بین اجزای مدل، مدل‌سازی بخش بانکی بر اساس بانکداری اسلامی صورت نگرفت. مطالعات آتی می‌تواند به توسعه مدل از این جهت بپردازد.
  - در این پژوهش، تمایل بنگاه‌ها، بانک و خانوار برای سفته بازی در بازار بورس، لحاظ نشد. می‌توان برای نزدیک شدن به محیط واقعی جامعه و بررسی تأثیر سیاست‌گذاری‌ها، محیط فعالیت اقتصادی را با لحاظ بازار بورس شبیه سازی نمود.
  - در این پژوهش، نحوه تصمیم سازی بنگاه‌های اقتصادی براساس شبیه‌سازی‌های مقاله‌های خارجی صورت گرفته است، و می‌توان برای بالا بردن دقت شبیه سازی، پژوهشی در این راستا، به صورت بومی انجام داد.
  - در این پژوهش، تنها یک بانک در شبیه سازی در نظر گرفته شده و از مبادلات بین بانکی صرف نظر شده است. می‌توان برای بهبود مدل شبیه‌سازی، بازار بین بانکی را به مدل اضافه کرد.
  - برای توسعه این شبیه‌سازی، می‌توان انواع سیاست‌های پولی دیگر را نیز در نظر گرفت. همچنین می‌توان قابلیت یادگیری را به مدل‌سازی سیاست‌گذاری اضافه نمود.
  - می‌توان از این پژوهش به عنوان مدلی پایه برای شبیه سازی اقتصاد ایران استفاده نمود و بخش‌های آن را توسعه داد؛ به طور مثال:
  - اضافه کردن سیاست‌های مالی به مدل، یعنی بخش سیاست‌گذاری دولت نیز به آن اضافه شود؛
  - اضافه کردن بخش بازرگانی خارجی (صادرات و واردات)؛
  - اضافه کردن بخش اقتصاد نفتی.

## References

- Carroll, C., Slacalek, J., & Tokuoka, K. (2017). "The Distribution of Wealth and the Marginal Propensity to Consume". *Quantitative Economics*, 8(3): 977-1020
- Coibion, O., Gorodnichenko, Y., Kueng, L., & Silvia, J. (2017). "Innocent Bystanders? Monetary Policy and Inequality". *Journal of Monetary Economics*, 88: 70-89.
- Dosi, G., Fagiolo, G., Napoletano, M., & Roventini, A. (2013). "Income Distribution, Credit and Fiscal Policies in an Agent-based Keynesian Model". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 37(8): 1598-1625.
- Dosi, G., Fagiolo, G., Napoletano, M., Roventini, A., & Treibich, T. (2015). "Fiscal and Monetary Policies in Complex Evolving Economies". *Journal of Economic Dynamics and Control*, 52: 166-189.
- Draghi, M. (2015). The ECB's Recent Monetary Policy Measures: Effectiveness and Challenges. Camdessus Lecture, IMF, Washington, DC, 14.
- Fagiolo, G., & Roventini, A. (2016). Macroeconomic Policy in DSGE and Agent-based Models Redux: New Developments and Challenges Ahead. Available at SSRN 2763735.
- Fakhraee S. & Mansouri S., (2010). "Estimation of Final Consumption Tendency in Income Groups Based on the Relative Permanent Income Hypothesis in Iran". *Journal of Knowledge and Development*, 29: 21-38 (In Farsi).
- Flake, G. W. (1998). *The Computational Beauty of Nature: Computer Explorations of Fractals, Chaos, Complex Systems, and Adaptation*. MIT Press.
- Gatti, D.D., Fagiolo, G., Gallegati, M., Richiardi, M., & Russo, A. (2018). *Agent-Based Models in Economics*. UK: Cambridge University Press.
- Gatti, D.D., & Dawid, H. (2018). "Agent-Based Macroeconomics". *Handbook of Computational Economics*, 4: 63-156
- Giri, F., Riccetti, L., Russo, A., & Gallegati, M. (2019). "Monetary Policy and Large Crises in a Financial Accelerator Agent-based Model". *Journal of Economic Behavior & Organization*, 157: 42-58.
- Katzner, D. W. (1989). *The Walrasian Vision of the Microeconomy: An Elementary Exposition of the Structure of Modern General Equilibrium Theory*. University of Michigan Press.
- Leijonhufvud, A. (1967). "Keynes and the Keynesians: A Suggested Interpretation". *The American Economic Review*, 57(2): 401-410.
- Lengnick, M. (2013). "Agent-based Macroeconomics: A Baseline Model. *Journal of Economic Behavior & Organization*, 86: 102-120.
- Montecino, J. A., & Epstein, G. (2015). *Did Quantitative Easing Increase Income Inequality?*. Institute for New Economic Thinking.
- O'Farrell, R., Ł. Rawdanowicz and K. Inaba (2016). "Monetary Policy and Inequality". *OECD Economics Department Working Papers*, No. 1281, OECD Publishing, Paris.

- Onaran, Ö., Stockhammer, E., & Grafl, L. (2011). "Financialisation, Income Distribution and Aggregate Demand in the USA". Cambridge Journal of Economics, 35(4): 661-637.
- Parvin, Taheri Fard. (2009). "The Impact of Monetary Policy on Poverty and Income Distribution (Case Study of Iranian Economy)". Research on Sustainable Growth and Development (Economic Research), 8(4): 95-128 (In Farsi).
- Riccetti, L., Russo, A., & Gallegati, M. (2015). "An Agent Based Decentralized Matching Macroeconomic Model". Journal of Economic Interaction and Coordination, 10(2): 305-332.
- Sarfati, H. (2015) . OECD. "In it together: Why Less Inequality Benefits All". Paris , International Social Security Review, 68(4): 115-117. ISBN 978-9264-23266-2.
- Stockhammer, E. (2015). "Rising Inequality as a Cause of the Present Crisis". Cambridge Journal of Economics, 39(3), 935-958.
- Tesfatsion, L. (2006). *Agent-based Computational Economics: A Constructive Approach to Economic Theory*. Handbook of Computational Economics, 2: 831-880.

## Modeling the Impact of Monetary Policy with Different Patterns of Facility Repayment Rates on Macroeconomic Variables Using the Agent-Based Approach

Alireza Zarifian Abhari<sup>1</sup>  
Parastoo Mohammadi<sup>2</sup>

Received: 29-05-2022

Accepted: 29-06-2022

### Aim and Introduction:

The distribution of income and wealth in Iran is highly dependent on monetary policy. Iran's macroeconomic variables show that the country is experiencing an increase in inflation, liquidity and social inequality. Given that the facility repayment rate plays a role in channeling resources to investments, and given the role of the central bank in determining and regulating this variable in Iran, this study examines the impact of changing the facility repayment rate as a monetary policy tool on macroeconomics variables related to the distribution of income and wealth in society. The contribution of this research is to provide the agent-based model for Iran and to study the effects of different scenarios of decreasing, increasing and constant trend of facility repayment rate on the distribution of income and wealth, and other macroeconomic variables.

### Methodology:

Two types of approaches can be used to model this problem: (1) simulation with the Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) approach and (2) simulation with the Agent-based Computational Economics (ACE) approach. DSGE models seek to find the optimal point, in which pricing is done through aggregating supply and demand by the Walrasian auctioneer, and none of the factors can decide on their variables. While in ACE simulations, changing process of variables and factors is examined and each factor has the ability to decide about its variables based on its observation of the system. The ACE approach has been used because of the proximity of the simulation to reality and the ability to examine the process. In this simulation, the effect of changing the facility repayment rate on the distribution of income and wealth and other macroeconomic variables is examined in three scenarios: decreasing, increasing and fixed facility repayment rate.

Agents that are considered in the proposed simulation are: (1) The Central bank as policy-maker agent that decides about facility repayment rate and money supply volume, (2) The bank is responsible for allocating credit to firms and depositing from households and distributing income from banking activities

- 
1. M.A. in Systems and Industrial Engineering, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, Email: alireza.za92@gmail.com
  2. Assistant Professor, Systems and Industrial Engineering Faculty, Tarbiat Modares University, Tehran, Iran, (Corresponding Author), Email: p.mohammadi@modares.ac.ir

among depositors. It is also the responsibility of the bank to sell consumer goods and capital of bankrupt companies that have not been able to repay their facilities, (3) Firms are responsible for the production of consumer goods and capital and its sale in the market, and (4) A household that provides its labor force to firms in exchange for wages and provides consumer goods for its livelihood in the consumer goods market. In this simulation, policy-making is done by the central bank and the existence of the government, and fiscal policies are ignored and only the mentioned monetary policy (facility repayment rate) is investigated.

In this research, the market is defined in a way that each agent on the demand side observes a random list in terms of number of factors on the supply side and buys from the supplier agent that offers the lowest price. Model have 4 markets as follows: (1) the labor market, (2) consumer goods market, (3) capital goods market, and (4) credit market. The characteristic of this type of market is that the market mechanism is a random adaptation mechanism, and all agents on the demand side have incomplete information from suppliers and vice versa. None of agents see all the market prices and decide to buy only on the basis of incomplete observations of the system. Also, on the supplier side, the firm does not see the cumulative need of the market. It means that the firm estimates the amount of production for this period based solely on its own personal experience in the previous periods, and according to that estimate, it employs labor and produces goods and services. And firms set prices based on their experience on previous periods. This kind of market attitude in simulation has caused the simulated market to be closer to the real world.

### **Results and Discussion:**

The result of this simulation shows that the repayment rate of incremental scenario caused the collapse of the simulation system and also the Gini coefficient increased, which indicates the disparity in the distribution of income and wealth in society. The fixed scenario does not show an effect on improving the Gini coefficient and on the other hand causes the bankruptcy of many firms in the long run. The best result is the reducing scenario. In this scenario, the system achieved sustainable economic growth, controlled liquidity, and a reduction in the Gini coefficient.

### **Conclusion:**

In the absence of speculative markets, all the money generated in the banking system is directed to the production and development of economic activities. In addition, decreasing repayment rate of facilities can improve the distribution of income and wealth in society.

**Keywords:** Monetary policy, Income and wealth distribution, Agent-based modeling

**JEL Classification:** E03, E17, E51, E61, E64