



## ارائه مدل تأثیر سیاست‌گذاری بانک مرکزی ایران بر متغیرهای کلان اقتصادی: رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی

محمد مهدی کاکاوندی<sup>۱</sup>

فرهاد رهبر<sup>۲</sup>

محسن مهرآرا<sup>۳</sup>

مهدی صارم<sup>۴</sup>

تاریخ دریافت: ۱۳۹۸/۱۲/۲۵

تاریخ پذیرش: ۱۳۹۹/۰۳/۱۹

### چکیده

اهمیت سازوکار تامین مالی و بررسی تأثیر رفتار بانک مرکزی بر این سازوکار، یکی از مسائل مهمی است که در تمام اقتصادهای دنیا، به‌ویژه اقتصادهای بانک محور همواره مورد نظر اقتصاددانان بوده است. هدف مقاله حاضر بررسی تأثیر سیاست‌های بانک مرکزی بر متغیرهای کلان اقتصادی با تأکید بر رفتار بانک‌ها به عنوان تامین‌کنندگان اصلی تامین سرمایه و نقدینگی برای بخش تولید می‌باشد. بر این اساس، شرایط اقتصادی کشور در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی و با استفاده از اطلاعات فصلی در دوره زمانی ۱۳۶۸-۱۳۹۷ شبیه‌سازی شده؛ تا اثر شوک‌های پولی، اعتباری و حقیقی بر اقتصاد کشور تجزیه و تحلیل گردد. در این مدل تشکیل سرمایه، توسط تولیدکننده کالای سرمایه‌ای و کارآفرین انجام می‌پذیرد؛ که منابع مالی کارآفرین، توسط واسطه مالی (بانک) تامین می‌گردد. وظیفه بانک در این الگو، تامین سرمایه در گردش مورد نیاز واحدهای تولیدی و منابع مورد نیاز کارآفرین در نرخ‌های سود از قبل مشخص می‌باشد؛ که با توجه به شرایط اقتصاد کلان کشور، نرخ سود توسط شورای پول و اعتبار و به صورت دستوری تعیین شده و ابزار هدف‌گذاری بانک مرکزی کل‌های پولی می‌باشد. با توجه به نقش واسطه‌های مالی در الگو ممکن است کارآفرین دچار ورشکستگی شده و در نتیجه بانک وثایق دریافتی را تملک نماید؛ لذا سیاست‌گذاری پولی و اعتباری نقش تعیین‌کننده‌ای بر وضعیت مالی تولیدکنندگان و بنابراین متغیرهای کلان اقتصادی خواهد داشت. بر اساس نتایج به‌دست آمده از مدل فوق‌الذکر، بروز یک شوک منفی اعتباری موجب کاهش تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری شده و نرخ سود تسهیلات را نیز با افزایش مواجه

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری، دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران و پژوهشگر بانک مرکزی ج.ا.

mmkakavandi@yahoo.com

frahbar@ut.ac.ir

<sup>۲</sup> استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران

mmehrra@ut.ac.ir

<sup>۳</sup> استاد دانشکده اقتصاد، دانشگاه تهران (نویسنده مسئول)

mehdi\_sarem@yahoo.com

<sup>۴</sup> دکتری دانشگاه شیراز، دانشکده اقتصاد و پژوهشگر بانک مرکزی ج.ا.

خواهد کرد. همچنین شوک مذکور موجب افزایش تورم و کاهش ساعات کار خواهد شد. همچنین در صورت اعمال سیاست پولی انقباضی، تولید، مصرف، سرمایه‌گذاری و میزان ساعات کار نیروی کار و تورم کاهش یافته و نرخ سود تسهیلات افزایش می‌یابد. نکته قابل توجه در خصوص اعمال سیاست پولی انقباضی این است که پس از اعمال این سیاست، حجم تسهیلات اعطایی از سوی بانک‌ها یک رفتار نوسانی را تجربه خواهد کرد؛ به طوری که ابتدا کاهش یافته و پس از طی چند دوره مجدداً افزایش می‌یابد و پس از آن نیز رفته رفته آثار شوک مذکور از بین خواهد رفت.

**واژگان کلیدی:** شوک اعتباری، تأمین مالی، سیستم بانکی، سیاست پولی، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی.

**Keywords:** Credit Shock, Finance, Banking, Monetary Policy, Dynamic Stochastic General Equilibrium Model.

**JEL Classification:** E51, C61, E58.

## ۱- مقدمه

بررسی و مطالعه ارتباط میان بخش پولی و بخش حقیقی اقتصاد به دلایل متفاوتی، هم در کشورهای توسعه‌یافته و هم در کشورهای در حال توسعه از موضوعات مورد توجه اقتصاددانان می‌باشد. مهم‌ترین دلیل برای کشورهای توسعه‌یافته، تجربه رکودهای عمیق در بخش حقیقی اقتصاد پس از بروز بحران در بخش‌های اعتباری می‌باشد؛ که از مهم‌ترین این موارد می‌توان به بحران بانکداری ثانویه بریتانیا در اواسط دهه ۱۹۷۰، سقوط بازار جهانی ۱۹۸۷، بحران بانکداری سوئد در اوایل دهه ۱۹۹۰، تجربه‌ی ژاپن در شکست بازارهای مالی در اوایل دهه ۱۹۹۰، بحران مالی در کشورهای آسیایی پس از رونق اعتباری در نیمه دوم دهه ۱۹۹۰، کساد فعالیت‌های اقتصادی در کشورهای پیشرفته در پی رکود هم‌زمان در بخش مالی در انتهای هزاره دوم، بحران بانکداری ترکیه در سال ۲۰۰۰ و تبدیل بحران مالی سال ۲۰۰۷ به رکود عمیق ۲۰۰۸ و ۲۰۰۹ میلادی اشاره نمود (خلیلی دیمان، ۱۳۹۱).

از سوی دیگر بر اساس مطالعات انجام شده، یکی از مهم‌ترین محدودیت‌هایی که در فرآیند رشد اقتصادی گریبان‌گیر کشورهای در حال توسعه می‌شود، بحث تأمین مالی است (راجان و زینگال، ۱۹۹۸).<sup>۱</sup> با توجه به این موضوع در مطالعات مختلف، اقتصاددانان تلاش فراوانی را به منظور کشف نوع و میزان رابطه میان توسعه بازارهای مالی و عملکرد بخش واقعی اقتصاد معطوف ساخته‌اند و در غالب این مطالعات نیز اثر مثبت توسعه بازارهای مالی بر رشد اقتصادی تأیید شده است (ژرمن و وینسنزو ۲۰۱۲).<sup>۲</sup> بنابراین بررسی رابطه میان بخش پولی و حقیقی هم در کشورهای توسعه‌یافته و هم در کشورهای در حال توسعه، کماکان یکی از موضوعات مورد توجه در میان اقتصاددانان بوده و بر اساس برخی مطالعات، شوک‌های اعتباری حتی می‌تواند اثرات به مراتب شدیدتری از شوک‌های بهره‌وری در بخش حقیقی اقتصاد از خود بر جای گذارد (ژرمن و وینسنزو ۲۰۱۲).<sup>۳</sup> در این میان، اهمیت بررسی نحوه و مکانیزم تأمین مالی از طریق نظام بانکی در کشورهایی که همچون ایران دارای نظام تأمین بانک محور هستند، در قیاس با سایر کشورها از اهمیت بیشتری برخوردار است که در این مطالعه به آن پرداخته خواهد شد.

<sup>۱</sup> Rajan & Zingales (1998)

<sup>۲</sup> از مهم‌ترین مطالعات این حوزه می‌توان به لوین (۱۹۹۷)، کینگ و لوین (۱۹۹۳) و لوین و زرووس (۱۹۹۸) اشاره کرد.

<sup>۳</sup> Jermann & Vincenzo (2012)

در این بین باید توجه داشت که در مطالعات انجام شده در این حوزه، نحوه اثرگذاری بخش پولی بر بخش حقیقی، مورد بررسی قرار گرفته و کانال‌های متفاوتی در خصوص این اثرگذاری تبیین شده است. یکی از مهم‌ترین این مسیرها که تا حدودی مورد اتفاق نظر بسیاری از اقتصاددانان می‌باشد، تأثیر شوک‌های اعتباری از طریق مخارج سرمایه‌گذاری بنگاه‌ها عنوان می‌گردد. بر این اساس بنگاه‌ها در راستای تأمین مالی در بخش مخارج سرمایه‌گذاری خود به میزان بسیار زیادی به منابع خارج از بنگاه وابسته‌اند؛ لذا بروز نوسان در بازارهای مالی و تغییر در حجم اعتبارات قابل تخصیص به بنگاه‌ها، از کانال متأثر ساختن مخارج سرمایه‌گذاری، در بخش واقعی اقتصاد اثرگذار است. در این زمینه، یکی از مهم‌ترین نظریات که به تبیین این رابطه می‌پردازد، نظریه شتاب‌دهنده مالی<sup>۱</sup> است؛ که توسط برنانکی و همکاران<sup>۲</sup> در سال ۱۹۹۶ مطرح شده است. ایده کلی این نظریه این است که شوک‌های منفی وارد شده به بخش اعتباری اقتصاد با وخیم شدن وضعیت بازارهای مالی شدت یافته و در کل طی یک چرخه معیوب موجب بدتر شدن وضعیت هر دو بخش حقیقی و اعتباری در اقتصاد می‌گردد.

بر اساس این نظریه ارتباط میان "صرف تأمین مالی خارجی"<sup>۳</sup> و "خالص ثروت قرض‌گیرنده‌های بالقوه"<sup>۴</sup> مورد بررسی قرار می‌گیرد. در شرایطی که در بازار اعتبار اصطکاک وجود داشته باشد و با فرض این که مقدار کل تأمین مالی مورد نیاز بنگاه‌ها در اقتصاد ثابت باشد، صرف تأمین مالی بیرونی با خالص ثروت قرض‌گیرنده بالقوه رابطه منفی دارد؛ چرا که هرگاه قرض‌گیرنده ثروت کمی برای مشارکت در تأمین مالی داشته باشد، به دلیل افزایش هزینه‌های نمایندگی<sup>۵</sup> اختلاف بالقوه میان نرخ بهره قرض‌گیری و قرض‌دهی افزایش یافته و بنابراین قرض‌دهنده، با افزایش نرخ بهره این افزایش هزینه را جبران می‌کند. مجموعه این اتفاقات باعث بروز محدودیت در مخارج بنگاه و تأثیر منفی بر عملکرد آن می‌شود؛ بنابراین، با توجه به رفتار چرخه‌ای سودآوری و قیمت دارایی‌های بنگاه<sup>۶</sup> و سازوکار شتاب‌دهنده مالی، می‌توان به رفتار ضد چرخه‌ای صرف تأمین مالی

1. Financial Accelerator Theory

2. Bernanke

3. External Finance Permium

<sup>۴</sup> تفاوت میان هزینه تأمین مالی از بیرون بنگاه و هزینه فرصت تأمین مالی از داخل بنگاه.

<sup>۵</sup> معادل دارایی‌های نقد و ارزش دارایی‌های غیر نقد منهای تعهدات پرداخت نشده.

6. Agency Cost

<sup>۷</sup> بر اساس رفتار چرخه‌ای سودآوری و قیمت دارایی‌ها، در دوره رکود خالص ثروت بنگاه‌ها کاهش یافته و در دوره رونق افزایش می‌یابد.

بیرونی رسید. یعنی در نتیجه قرض‌گیری بنگاه‌ها، هزینه تأمین مالی نوسانات چرخه‌ای بسیار شدیدی دارد که این نوسانات به سرمایه‌گذاری مخارج و تولید منتقل می‌گردد (برنانکی و همکاران، ۱۹۹۹).

پس به طور کلی و با توجه به اهمیت تأثیر شوک‌های بخش پولی بر کشورهای مختلف و بالاخص ایران و همچنین مشخص بودن کانال تأثیرگذاری این شوک‌ها بر متغیرهای کلان اقتصادی، تعیین نحوه، شدت و مدت زمان اثرگذاری شوک‌های مذکور بر هر یک از متغیرهای بخش حقیقی اقتصاد در ایران، امری لازم و ضروری می‌باشد که در این پژوهش به آن پرداخته خواهد شد. در این پژوهش از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی استفاده شده و داده‌های آماری استفاده شده نیز مربوط به اطلاعات درج شده در سایت بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران بوده و بازه زمانی آن، مربوط به اطلاعات فصلی از سال ۱۳۶۷ تا ۱۳۹۷ و بر مبنای قیمت‌های سال پایه ۱۳۹۰ می‌باشد. ساختار مقاله حاضر از پنج بخش تشکیل شده است. در ادامه به بررسی ادبیات تحقیق و مطالعات پیشین انجام شده در مورد موضوع تحقیق پرداخته شده است. در بخش سوم به معرفی مدل تحقیق پرداخته شده است. در بخش چهارم نتایج حاصل از مدل تجربی تحقیق مورد بررسی قرار گرفته است. نهایتاً و در بخش انتهایی به جمع‌بندی و نتیجه‌گیری پرداخته شده است.

## ۲- ادبیات نظری تحقیق

### ۲-۱- مطالعات خارجی

جرالی و همکاران آدر پژوهشی در سال ۲۰۱۰ برای کشورهای عضو اتحادیه اروپا، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی کینزین جدید را با لحاظ بخش‌های مالی و بانکی طراحی کرده‌اند. این مدل از بخش‌های خانوار، بنگاه، بانک‌ها، دولت و بانک مرکزی تشکیل شده است. نتایج ناشی از برآورد بیزین مدل نشان دهنده آن است که شوک‌های بانکی، بخش اعظمی از رکود

<sup>۱</sup>. مطالعات تجربی متعددی در خصوص نظریه شتاب‌دهنده مالی انجام شده و آن را تأیید کرده است. علاوه بر مطالعه برنانکی و همکاران (۱۹۹۹) که نظریه شتاب‌دهنده مالی را معرفی می‌کند مطالعاتی مانند مودی و تیلور (۲۰۰۴)، میر و همکاران (۲۰۰۶) و کریستینسن و دیب (۲۰۰۸) برای ایالات متحده، فوکوناگا (۲۰۰۲) برای ژاپن، هال (۲۰۰۱) برای انگلستان، گرتر و همکاران (۲۰۰۷) برای کره جنوبی، راستاد و همکاران (۱۳۹۵) و حیدری و ملابهرامی (۱۳۹۵) برای ایران این مسئله را تأیید کرده‌اند.

تولید در سال ۲۰۰۸ کشورهای اروپایی حوزه یورو را توضیح می‌دهد. در حالی که سایر شوک‌های اقتصادی، نقش قابل توجهی را در توضیح آن ندارند.

ویلا و یانگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۱) در مطالعه خود به طراحی یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی با در نظر گرفتن بانک و بخش مالی برای کشور انگلستان پرداختند. بر اساس این پژوهش، بخش بانکی نقش بسیار تعیین‌کننده‌ای در توضیح چرخه‌های تجاری کشور انگلستان دارد، به نحوی که شوک‌های ناشی از این بخش حدود ۵۰ درصد از کاهش در تولید حقیقی این کشور را در پی بحران مالی ۲۰۰۸ توضیح می‌دهد.

مرولا<sup>۲</sup> (۲۰۱۴) به آزمون تئوری شتاب‌دهنده مالی و بررسی نقش اجزای مالی در بحران مالی (۲۰۰۸) برای اقتصاد ایالات متحده و با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی پرداخته است. نتایج برآورد بیزی مدل نشان می‌دهد که تئوری شتاب‌دهنده مالی طی دوره بحران مالی برای اقتصاد آمریکا مورد تأیید قرار می‌گیرد.

پسران و ژو<sup>۳</sup> (۲۰۱۶) در مقاله خود به بررسی رابطه میان شوک‌های اعتباری، ورشکستگی بنگاه‌ها و نوسانات اقتصاد کلان پرداخته‌اند. نتایج حاصل از کالیبره کردن این مدل نشان می‌دهد که در شرایط حالت پایدار<sup>۴</sup> احتمال ورشکستگی بنگاه‌ها با درجه اهرمی و همچنین نا اطمینانی در اقتصاد افزایش می‌یابد. همچنین ملاحظه می‌شود که یک شوک اعتباری مثبت - که به صورت افزایش در نسبت تسهیلات به سپرده تعریف شده است - موجب افزایش در مقدار تولید، مصرف، ساعات کار و بهره‌وری شده است؛ مجدداً موجب کاهش فاصله میان تسهیلات و سپرده می‌گردد.

کارملاویشس و راماناسکاس<sup>۵</sup> (۲۰۱۹) در مقاله خود به بررسی آثار خلق پول توسط بانک‌های تجاری از طریق اعطای تسهیلات بر متغیرهای کلان اقتصادی با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی پرداخته‌اند. در این مقاله نشان داده شد که علاوه بر محدودیت‌های اعمال شده از سوی بانک مرکزی در خلق اعتبار، ملاحظات همچون ملاحظه سودآوری بانک‌ها نیز جلوی اعطای تسهیلات بانکی به بخش‌های مختلف اقتصادی را می‌گیرد؛ چرا که در این مدل نشان داده شد که "اعطای اعتبار بیش از حد" بانکی در نهایت منجر به کاهش سودآوری بانک و یا حتی متضرر شدن بانک می‌گردد.

1. Villa & Yang (2011)

2. Merola (2014)

3. Pesaran & Xu (2016)

4. Steady State

5. Karmelavičius & Ramanauskas (2019)

## ۲-۲- مطالعات داخلی

غفاری و همکاران در مطالعه خود در سال ۱۳۹۲ به آزمون تئوری مکینون شاولر زمینه تأثیر افزایش نرخ سود تسهیلات بانکی بر سرمایه‌گذاری و تولید با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی در اقتصاد ایران پرداخته‌اند. الگوی چهار بخشی آن‌ها شامل خانوار، بنگاه، بانک‌های تجاری، دولت و بانک مرکزی بوده و بر اساس آن پس از افزایش نرخ سود تسهیلات بانکی، سرمایه‌گذاری و تولید ناخالص داخلی بدون نفت در کشور کاهش می‌یابد؛ فلذا فرضیه‌ی مکینون شاولر در اقتصاد ایران رد می‌شود.

شاه‌حسینی و بهرامی در سال ۱۳۹۵ با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی، اثر بخشی مالی را در انتقال شوک‌ها به بخش حقیقی اقتصاد مورد آزمون قرار دادند. بر اساس نتایج حاصل از شبیه‌سازی آن‌ها ورود بخش بانکی در مدل، ارزیابی نوسانات اقتصاد کلان را بهبود می‌بخشد. آن‌ها دو مدل مجزا به همراه بخش بانکی و بدون بخش بانکی طراحی کردند. در مجموع نتایج این مدل نشان می‌دهد که متغیرهای بخش بانکی هم‌جهت با ادوار تجاری در ایران می‌باشند و همچنین بانک‌ها نقش شتاب‌دهنده مالی را در اقتصاد ایران بر عهده دارند.

حیدری و ملاحهرامی در سال ۱۳۹۵ در مقاله‌ای با عنوان "تأثیر شوک اعتباری بر پویایی متغیرهای عمده مالی و کلان اقتصادی ایران در قالب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی" به بررسی تأثیر شوک‌های اعتباری شامل شوک نرخ سود سپرده و تسهیلات بانکی بر متغیرهای بخش واقعی اقتصاد و بر تصمیمات بهینه سرمایه‌گذاری بخش خانوار در طیفی از دارایی‌ها و سپرده‌گذاری بانکی در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی پرداخته‌اند. بر اساس نتایج استحصال شده از مدل آن‌ها، ایجاد ثبات در بازار دارایی‌های مالی، نیازمند جهت‌دهی انتظارات مثبت از روند آتی قیمت دارایی‌ها بوده و افزایش سود سپرده یک ابزار مهم جهت اعمال سیاست پولی و تأمین مالی می‌باشد؛ هر چند که تبعات منفی آن نیز باید مد نظر قرار گیرد.

آخرین مطالعه مورد اشاره در این بخش که به مدل‌سازی بخش بانکی در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی پرداخته است نیز مربوط به غلامی و عباسی‌نژاد می‌باشد. آن‌ها در مقاله خود در سال ۱۳۹۷، واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به شوک‌های مختلف در صورت انتقال از وضعیت معافیت کامل مالیاتی برای خدمات بانکی به سوی مالیات‌بندی کامل این خدمات را مورد ارزیابی قرار دادند. نتایج این پژوهش نشان داد که با انتقال از وضعیت معاف به سمت مالیات‌بندی کامل

خدمات بانکی، هزینه بانک کاهش یافته و با در اختیار داشتن منابع آزاد بیشتر، میزان تسهیلات افزایش می‌یابد و شرایط برای افزایش سرمایه‌گذاری و افزایش تولید فراهم می‌شود. به طور کلی بررسی مطالعات انجام شده در کشور نشان می‌دهد که تاکنون مطالعات انجام شده تا حد زیادی توانسته است ضمن تبیین اهمیت بررسی جایگاه تامین مالی در کشور و مکانیسم‌های اثرگذاری مربوط به آن و طراحی مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی با لحاظ شرایط حاکم بر اقتصاد کشور، تا حد قابل قبولی به تشریح روابط حاکم میان بخش تولید، خانوار و بخش تامین مالی، پردازد؛ هرچند که در مدل‌های طراحی شده، کماکان بین برخی فروض با حقایق موجود در اقتصاد فاصله معناداری وجود دارد. در این پژوهش تلاش شده است، ضمن استفاده از نقاط قوت سایر مطالعات انجام شده، تا حد امکان فروض مدل با واقعیات اقتصاد کشور هم‌خوانی داشته باشد و نتایج قابل اتکاتری نیز استحصال گردد. مهم‌ترین جنبه نوآوری این مقاله تفکیک بخش تولید به سه واحد کوچک‌تر تحت عناوین کارآفرین، تولیدکننده کالای سرمایه‌ای و تولیدکننده کالای نهایی (بنگاه) می‌باشد؛ که این امر علاوه بر افزایش انطباق مفروضات مدل با واقعیات مربوط به بخش تولید در کشور، امکان اضافه کردن فرض عدم وصول تسهیلات بانکی را نیز فراهم می‌آورد. علاوه بر آن، در این مدل، نرخ سود بانک‌ها به صورت دستوری توسط یک نهاد بالاتر همچون شورای پول و اعتبار تعیین می‌گردد و هدف‌گذاری بانک مرکزی به جهت اعمال سیاست‌های پولی بر روی کل‌های پولی می‌باشد. همچنین میزان درآمد نفتی کشور نیز متاثر از حجم صادرات و قیمت هر بشکه نفت می‌باشد.

### ۳- معرفی مدل پژوهش

مدل مورد استفاده در این مقاله از چهار بخش تشکیل شده است که عبارت‌اند از ۱- بخش تولید، ۲- بخش خانوار، ۳- بخش بانک و ۴- بخش سیاست‌گذار پولی و دولت. در ابتدای دوره، خانوار عرضه‌کننده نیروی کار بوده و منابع نقد خود را نیز یا به صورت سپرده نزد بانک نگهداری نموده و یا به صورت وجه نقد مورد استفاده قرار می‌دهد. بخش تولید خود متشکل از سه قسمت کارآفرین، تولیدکننده کالای سرمایه‌ای و تولیدکننده کالای نهایی (بنگاه) می‌باشد. کارآفرین عرضه‌کننده سرمایه بوده و تولیدکننده سرمایه با استفاده از سرمایه خریداری شده از کارآفرین و کالاهای سرمایه‌ای خود، سرمایه جدید را تولید می‌کند و مجدداً در انتهای دوره، سرمایه جدید تولید شده را به کارآفرین می‌فروشد. همچنین بانک با استفاده از سپرده‌های خانوار، اقدام به اعطای تسهیلات به بنگاه‌ها می‌کند؛ که این وام در راستای تولید محصول استفاده می‌شود. نکته



بسیار مهم در خصوص مفروضات این مدل آن است که بر خلاف اکثر مطالعات مشابه، در این مدل ممکن است کارآفرینی که اقدام به دریافت تسهیلات از بانک نموده است ورشکست شده و قادر به بازپرداخت تسهیلات دریافت شده نباشد که در این شرایط بانک ناچار به تملک دارایی‌های وام‌گیرنده با تقبل هزینه‌های جانبی مربوط به آن خواهد شد. این فرض به این دلیل در مدل لحاظ شده است که مشاهدات عینی در اقتصاد کشور نشان‌دهنده عدم توانایی بازپرداخت تسهیلات از سوی بخش‌های دریافت‌کننده این تسهیلات می‌باشد. در این مطالعه به منظور طراحی مدل از کارهای پژوهشی برنانکه و همکاران (۱۹۹۹)، اسمیت و همکاران (۲۰۰۷) و پسران و ژو (۲۰۱۶) استفاده شده است.

### ۱-۳- تولید کالا

کالای نهایی  $y_t$  توسط بنگاه‌ها در شرایط رقابت کامل و کاملاً مشابه و با استفاده از تابع تولید زیر ایجاد می‌شود:

$$Y_t = \left[ \int_0^1 Y_{jt}^{\lambda_{f,t}} dj \right]^{\frac{1}{\lambda_{f,t}}}, \quad 1 \leq \lambda_{f,t} < \infty \quad (1)$$

فرض می‌شود که قیمت کالای نهایی  $y_t$  معادل  $P_t$  است و قیمت کالای واسطه  $y_{ij}$  معادل  $P_{ij}$  می‌باشد. آن‌گاه با فرض این که قیمت‌ها توسط بازار تعیین می‌شوند، تولیدکننده  $y_t$  و  $y_{ij}$  را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کند که سود خود را حداکثر نماید. فرض می‌شود پیشرفت‌های کنونی تکنولوژی در تولید کالاهای سرمایه‌ای، تعیین‌کننده هزینه تولید هر واحد از تجهیزات تولید بوده و آن را با نرخ  $\gamma_{\mu Y,t}^t$  کاهش می‌دهد؛ که  $\gamma > 1$  معادل نرخ روند سرمایه‌گذاری مشخص تغییرات فنی و  $\mu_{Y,t}$  فرآیند تصادفی ایستایی است که آن را به عنوان قیمت نسبی شوک سرمایه‌گذاری در نظر می‌گیریم. بنابراین به دلیل شرایط رقابت کامل بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای، قیمت تعادلی دوره  $t$  برای کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای به ترتیب معادل  $P_t$  و  $\frac{P_t}{\mu_{Y,t} \gamma^t}$  خواهد بود.

در خصوص کالای واسطه‌ای نیز،  $J$  مین محصول واسطه که در فرمول (۱) استفاده شد با استفاده از تابع (۲)، توسط یک انحصارگر تولید می‌شود؛ که معادل شرط انحصارگر برای تولید کالا است:

$$Y_{jt} = \begin{cases} \epsilon_t K_{jt}^\alpha (z_t l_{jt})^{1-\alpha} - \Phi Z_t^* & \text{اگر } \epsilon_t K_{jt}^\alpha (z_t l_{jt})^{1-\alpha} > \Phi Z_t^* \\ 0 & \text{در غیر این صورت} \end{cases} \quad (۲)$$

که در آن  $l$  و  $K$  به ترتیب میزان استفاده از نیروی کار و سرمایه،  $\Phi$  هزینه‌های ثابت تولید،  $Z_t^*$  مولفه تداوم تولید که دارای یک فرآیند اتورگرسیو از مرتبه اول بوده و  $\epsilon_t$  شوک تکنولوژی می‌باشد. هر بنگاه باید بخش ثابتی از هزینه اجاره و بخش ثابتی از هزینه کارگر را پیش از تولید و با نرخ ثابت  $R_t$  تأمین مالی کند؛ بنابراین هزینه نهایی حقیقی تولید یک واحد محصول با  $Y_{jt}$  برابر است با:

$$s_t = \left(\frac{\alpha}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha} \left(\frac{1}{\alpha}\right)^\alpha \frac{(\tilde{r}_t^k [1+\psi_k R_t])^\alpha \left(\frac{W_t}{P_t} [1+\psi_l R_t]\right)^{1-\alpha}}{\epsilon_t Z_t^{1-\alpha}} \quad (۳)$$

در معادله فوق  $\psi_k$  و  $\psi_l$  به ترتیب معادل درصدی از هزینه سرمایه و نیروی کار هستند که باید از خارج از بنگاه تأمین مالی شود. در تعادل باید هزینه نهایی حقیقی با هزینه اجاره یک واحد از سرمایه تقسیم بر بهره‌وری نهایی سرمایه برابر باشد؛ پس نرخ اجاره باید شرایط زیر را تأمین کند:

$$\tilde{r}_t^k = \frac{\alpha}{1-\alpha} \left(\frac{l_{jt}}{K_{jt}}\right) \frac{\left(\frac{W_t}{P_t} [1+\psi_l R_t]\right)}{[1+\psi_k R_t]} \quad (۴)$$

میزان نیروی کاری که در معادله ۲ توسط تولیدکننده به کار گرفته می‌شود به معادله (۵) بستگی دارد:

$$l_t = \left[ \int_0^1 h_{jt}^{\lambda_\omega} dj \right]^{\frac{1}{\lambda_\omega}}, \quad 1 \leq \lambda_\omega \quad (۵)$$

همچون شرایط قیمت‌گذاری کالو در هر دوره  $t$ ،  $(1 - \xi_p)$  درصد از تولیدکننده‌های کالای واسطه، قیمت خود را اصلاح می‌کنند. اگر  $\lambda$  مین بنگاه در دوره  $t$  نتواند قیمت خود را اصلاح کند، قیمت خود را بر اساس معادله (۶) تعیین می‌کند:

$$P_{it} = \tilde{\pi}_t P_{i,t-1}, \quad (۶)$$

$$\tilde{\pi}_t = (\pi_t^*)^l (\pi_{t-1})^{1-l} \quad (۷)$$

در معادلات (۶) و (۷)،  $\pi_{t-1} = P_{t-1}/P_{t-2}$  و  $\pi^*$  تورم انتظاری تولیدکننده است. اگر بنگاه نام در زمان  $t$  بتواند قیمت را بهینه کند،  $P_{t,i} = \bar{P}_t$  را انتخاب می‌کند تا سود تجمعی سال‌های آتی حداکثر شود.

### ۲-۳- تولیدکننده سرمایه

فرض می‌شود یک تولیدکننده رقابتی به عنوان نماینده برای تولید سرمایه وجود دارد. در انتهای هر دوره  $t$ ، تولیدکننده سرمایه، تجهیزات تولید جدید را با قیمت  $P_t(Y_{\mu\gamma,t}^t)^{-1}$  خریداری می‌کند و به همراه بخشی از تجهیزات که از دوره قبل باقی مانده است ( $x$ ) سرمایه قابل استفاده جدید را با تابع تکنولوژی (۸) تولید می‌کند:

$$x' = x + F(I_t, I_{t-1}, \zeta_{i,t}) = x + (1 - S(\zeta_{i,t} I_t/I_{t-1}))I_t \quad (۸)$$

تکنولوژی تبدیل تجهیزات جدید به نهاده آماده تولید شامل هزینه‌های نصب و راه‌اندازی است  $(S(\zeta_{i,t} I_t/I_{t-1}))$  که با افزایش نرخ رشد سرمایه‌گذاری افزایش می‌یابد. میزان سود بنگاه برابر است با:

$$\Pi_t^k = Q_{\bar{k}',t} \left[ x + (1 - S(\zeta_{i,t} I_t/I_{t-1}))I_t \right] - Q_{\bar{k}',t} x - \frac{P_t}{\gamma_{\mu\gamma,t}^t} I_t \quad (۹)$$

تولیدکننده سرمایه با مسئله بهینه‌یابی ذیل مواجه است:

$$\max_{\{I_{t+j}, x_{t+j}\}} E_t \left\{ \sum_{j=0}^{\infty} \beta^j \lambda_{t+j} \Pi_{t+j}^k \right\} \quad (۱۰)$$

که در آن  $\lambda_t$  ضریب محدودیت بودجه خانوار است. با جایگذاری و حل کردن معادلات، شرایط بهینه‌یابی (۱۱) که قیمت را به سرمایه قابل استفاده و قیمت کالاهای سرمایه‌ای مرتبط می‌سازد به دست خواهد آمد:

$$E_t \left[ \lambda_t Q_{\bar{k},t} F_{1,t} - \lambda_t \frac{P_t}{\gamma_{\mu\gamma,t}^t} + \beta \lambda_{t+1} Q_{\bar{k},t+1} F_{2,t+1} \right] = 0 \quad (۱۱)$$

در معادله (۱۱)  $\frac{P_t}{Y_{\mu Y, t}^E}$  معادل قیمت کالای سرمایه‌ای می‌باشد. مجموع کل مانده سرمایه فیزیکی نیز به صورت معادله (۱۲) خواهد بود:

$$\bar{K}_{t+1} = (1 - \delta)\bar{K}_t + F(I_t, I_{t-1}, \zeta_{i,t}) = (1 - \delta)\bar{K}_t + (1 - S(\zeta_{i,t} I_t / I_{t-1})) I_t \quad (12)$$

### ۳-۳- کارآفرین

تعداد زیادی کارآفرین وجود دارد. وضعیت هر کارآفرین در آخر دوره  $t$  معادل سطح ارزش خالص آن  $(N_{t+1})$  است. در انتهای هر دوره در بازار کالا، هر کارآفرین تمام ارزش خود را با وام بانکی دریافتی جمع کرده و سرمایه فیزیکی راه‌اندازی شده جدید را، از تولیدکننده سرمایه خریداری می‌کند. سپس یک شوک نامعین  $\omega$  را تجربه می‌کند که پس از آن سرمایه خریداری شده  $\bar{K}_{t+1}$  به  $\omega \bar{K}_{t+1}$  تبدیل می‌شود که  $\omega$  دارای توزیع لگاریتم نرمال با مقادیر تصادفی برای هر کارآفرین بوده و تابع توزیع تجمعی آن با  $F_t(\omega)$  نشان داده می‌شود. متغیر  $\omega$  فقط توسط کارآفرینان (و بانک تنها در صورتی که هزینه‌ای معادل هزینه رصد و پایش فعالیت‌های کارآفرین را بپردازد) قابل مشاهده است. پس از مشاهده شوک دوره  $t+1$ ، کارآفرین میزان استفاده از سرمایه را تعیین می‌کند و در یک بازار رقابتی سرمایه را به بنگاه تولیدی اجاره می‌دهد. نرخ اجاره هر واحد سرمایه با  $\tilde{r}_{t+1}^k P_{t+1}$  نشان داده می‌شود. برای انتخاب نرخ استفاده از سرمایه، هر کارآفرین تابع (۱۳) را مورد بررسی قرار می‌دهد.

$$P_t Y^{-(t+1)} \alpha(u_{t+1}) \omega \bar{K}_{t+1} \quad (13)$$

پس از تعیین نرخ استفاده از سرمایه و میزان اجاره آن، کارآفرین بخش مستهلک نشده سرمایه را در قیمت  $Q_{R,t+1}$  به تولیدکننده سرمایه می‌فروشد. کل عایدی که در زمان  $t+1$  توسط کارآفرین دریافت می‌شود با شوک اتفاقی  $\omega$  به صورت معادله (۱۴) تعریف می‌شود:

$$\{[u_{t+1} \tilde{r}_{t+1}^k - Y^{-(t+1)} \alpha(u_{t+1})] P_{t+1} + (1 - \delta) Q_{R,t+1}\} \omega \bar{K}_{t+1} \quad (14)$$

در اینجا نیز کارآفرین تنها بخشی از ذخیره سرمایه را می‌تواند از طریق خودش تأمین مالی کند و باقی را از بانک وام می‌گیرد. میزان اصل و سود وام دریافتی کارآفرین برابر است با:

۱. منظور از سطح ارزش خالص کارآفرین، مجموع ارزش کالای سرمایه‌ای تحت تملک کارآفرین می‌باشد.

$$\bar{\omega}_{t+1}(1 + R_{t+1}^k)Q_{\bar{k}',t}\bar{K}_{t+1} = Z_{t+1}B_{t+1} \quad (15)$$

که در آن  $Z_{t+1}$  نرخ سود خالص پرداختی کارآفرین به بانک می‌باشد. اگر  $\omega < \bar{\omega}_{t+1}$  کارآفرین نمی‌تواند تمام تسهیلات دریافتی از بانک را بازپرداخت نماید. در این صورت بانک باید دارایی‌های کارآفرین را تملک کند:

$$(1 + R_{t+1}^k)\omega Q_{\bar{k}',t}\bar{K}_{t+1} < Z_{t+1}B_{t+1} \quad (16)$$

بانک باید در این حالت کارآفرین را بر اساس تابع هزینه (۱۷) مانیتور کند:

$$\mu(1 + R_{t+1}^k)\omega Q_{\bar{k}',t}\bar{K}_{t+1} \quad (17)$$

که این هزینه به صورت درصدی از عایدی کارآفرین است.

پس از آن که کارآفرین در دوره  $t+1$  میزان وام خود را تعیین کرد و سرمایه را به تولیدکننده سرمایه فروخت، ارزش خالص کارآفرین در دوره  $t+1$  تعیین می‌شود. در این جا کارآفرین با احتمال  $1 - \gamma_{t+1}$  از اقتصاد خارج می‌شود و با احتمال  $\gamma_{t+1}$  می‌تواند کار خود را ادامه دهد. سهم  $\theta$  درصد از کل کارآفرینان در هر دوره از اقتصاد خارج می‌شوند. در هر دوره هم به اندازه خروجی‌ها ورودی جدید وارد بازار می‌شود و تعداد کل کارآفرینان ثابت است:

$$\bar{N}_{t+1} = \gamma_t \left\{ (1 + R_t^k)\omega Q_{\bar{k}',t-1}\bar{K}_t - \left[ 1 + R_t^e + \mu \frac{\int_0^\omega \omega dF_t(\omega)(1 + R_t^k)\omega Q_{\bar{k}',t-1}\bar{K}_t}{Q_{\bar{k}',t-1}\bar{K}_t - \bar{N}_t} \right] * \right. \\ \left. (Q_{\bar{k}',t-1}\bar{K}_t - \bar{N}_t) \right\} + W^e \quad (18)$$

### ۳-۴- بانک‌ها

بانک در هر دوره هم می‌تواند تسهیلات سرمایه در گردش پرداخت کند و هم تسهیلات بلندمدت به کارآفرین پرداخت کند که زمان بازپرداخت آن بستگی به سیکل تولید خواهد داشت. باید توجه داشت که تسهیلات سرمایه در گردش به بنگاه‌ها پرداخت می‌شود و در انتهای همان دوره نیز بازپرداخت می‌گردد.

کارآفرین برای دریافت تسهیلات از بانک، وضعیت انتظاری خود را در پایان قرارداد حداکثر می‌کند:

$$[1 - F_t(\bar{\omega}_{t+1})]Z_{t+1}B_{t+1} + (1 - \mu) \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega dF_t(\omega)(1 + R_{t+1}^k)Q_{\bar{k}',t}\bar{K}_{t+1} = (1 + R_{t+1}^e)B_{t+1} \quad (۱۹)$$

سمت راست معادله، میزان بازپرداخت وام در انتهای دوره  $t+1$  می‌باشد. فرض می‌شود  $R_{t+1}^e$  وابسته به شوک دوره  $t+1$  نیست. اولین عبارت سمت چپ تساوی، نسبت کارآفرینان ورشکست نشده در زمان بازپرداخت اصل و سود بانکی است. قسمت دوم، وام دریافت شده توسط کارآفرینان ورشکست شده به علاوه هزینه رصد و پایش کارآفرینان می‌باشد. پس از ساده‌سازی و جایگذاری در معادله فوق خواهیم داشت:

$$[\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) - \mu G_t(\bar{\omega}_{t+1})] \frac{1+R_{t+1}^k}{1+R_{t+1}^e} (B_{t+1} + N_{t+1}) = B_{t+1} \quad (۲۰)$$

$$\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) \equiv \bar{\omega}_{t+1}[1 - F_t(\bar{\omega}_{t+1})] + G_t(\bar{\omega}_{t+1}) \quad (۲۱)$$

$$G_t(\bar{\omega}_{t+1}) \equiv \int_0^{\bar{\omega}_{t+1}} \omega dF_t(\omega) \quad (۲۲)$$

در معادلات فوق  $\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1})$  سهم درآمد کارآفرینی،  $(1 + R_{t+1}^k)Q_{\bar{k}',t}\bar{K}_{t+1}$  سود دریافتی بانک از کارآفرین (قبل از وقوع هزینه رصد و پایش فعالیت‌های کارآفرین) و  $\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) - \mu G_t(\bar{\omega}_{t+1})$  هزینه رصد و پایش کارآفرینان می‌باشد.

به طور کلی در یک قرارداد استاندارد بدهی، دو پارامتر معین می‌باشد: ۱- مبلغ بدهی ۲- نرخ بهره عدم ورشکستگی.

این دو پارامتر به گونه‌ای انتخاب می‌شوند که در انتهای قرارداد سطح ارزش خالص کارآفرین حداکثر شود:

$$\max_{B_{t+1}, \{\bar{\omega}_{t+1}\}} E_t \left\{ [1 - \Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1})] \frac{1+R_{t+1}^k}{1+R_{t+1}^e} (B_{t+1} + N_{t+1}) + \eta_{t+1} \left( [\Gamma_t(\bar{\omega}_{t+1}) - \mu G_t(\bar{\omega}_{t+1})] \frac{1+R_{t+1}^k}{1+R_{t+1}^e} (B_{t+1} + N_{t+1}) - B_{t+1} \right) \right\} \quad (۲۳)$$

کل اعتبار قابل تخصیص در انتهای دوره  $t$ ،  $B_t^{Tot}$  به صورت جمع وام‌های سرمایه در گردش منهای مبالغ بازپرداخت شده با وام‌های کارآفرینی تازه ایجاد شده، می‌باشد.

$$B_t^{Tot} = \psi_l W_t l_t + \psi_k P_t \tilde{r}_t^k K_t + B_{t+1} \quad (۲۴)$$

### ۳-۵- خانوار

خانوار در این مدل علاوه بر تصمیم‌گیری در خصوص میزان مصرف، پس‌انداز و میزان ساعات کاری، در مورد پرتفوی خود نیز تصمیم می‌گیرد. ضمن اینکه خانوار میزان دستمزد خود را نیز بر اساس شرایط کالوو تعیین می‌کند. به طور کلی فرض می‌شود ترجیحات خانواده  $\lambda$  ام به صورت تابع (۲۵) است:

$$E_t^j \sum_{l=0}^{\infty} \beta^l \zeta_{c,t+l} \left\{ u(C_{t+l} - bC_{t+l-1}) - \psi_l \frac{h_{P_{t+l}}^{1+\sigma_L}}{1+\sigma_L} - H \left( \frac{M_{t+l}}{P_{t+l}} \right) - \right. \\ \left. U \frac{\left[ \left( \frac{(1+\tau^c)P_{t+l}C_{t+l}}{M_{t+l}} \right)^{(1-\chi_{t+l})} \theta \left( \frac{(1+\tau^c)P_{t+l}C_{t+l}}{D_{t+l}^h} \right)^{(1-\chi_{t+l})} (1-\theta) \left( \frac{(1+\tau^c)P_{t+l}C_{t+l}}{D_{t+l}^m b} \right)^{\chi_{t+l}} \right]^{1-\sigma_q}}{1-\sigma_q} \right\} \quad (25)$$

در معادله (۲۵)،  $G_t$  معادل مصرف،  $h_t$  میزان ساعات کار،  $\tau^c$  مالیات بر مصرف،  $\zeta_c$  شوک خارجی موثر بر ترجیحات،  $M_t$  موجودی نقد خانوار،  $D_t^m$  اوراق بهادار قابل معامله در بازار خانوار، و  $D_t^h$  سپرده‌های بانکی خانوار می‌باشد. خانواده دوره را با موجودی  $M_t^b$  شروع می‌کند و آن را به دو قسمت پول نقد و سپرده‌های بانکی با قید زیر تقسیم می‌کند:

$$M_b^t - (M_t + A_t) \geq 0 \quad (26)$$

خانوار در قبال  $A_t$  گواهی سپرده  $D_t^h$  را از بانک دریافت می‌کند. همچنین فرض می‌شود تزریق پول در طول دوره از سوی بانک مرکزی به میزان  $X_t$  است که به خانواده منتقل می‌گردد. در مجموع کل منابع خانوار در دوره  $t$  عبارتست از: ۱- دستمزد پس از کسر مالیات، ۲- پول نقد نگهداری شده (شامل پول تزریق شده و اصل و سود سپرده بانکی)، ۳- اصل و سود اوراق کوتاه‌مدت و اصل و سود سایر اوراق قرضه که در دوره قبل خریداری شده، ۴- سودهای حاصل از تولید سرمایه، بانکداری، بنگاه تولید کالاهای واسطه‌ای و ۵- تمام اوراق قرضه‌هایی که خانواده

برای کاهش ناطمینانی خریدار است. همچنین خانوار تمام مازادهای انتقالی از سایر بخش‌ها را دریافت می‌کند.

کل مصارف خانوار نیز عبارت است از میزان پرداختی برای مصرف کالا، وجوه پرداختی برای اوراق قرضه کوتاه‌مدت، وجه پرداختی برای سایر اوراق قرضه و مالیات. پس به طور کلی خواهیم داشت:

$$\begin{aligned} & (1 + R_t^a)(M_t^b - M_t) + X_t - T_t - D_{t+1}^m - (1 + \tau^c)P_t C_t + M_t + \Pi_t \\ & + (1 - \Theta)(1 - \gamma_t)V_t - W^e + Lump_t - B_{t+i}^L + \eta_t^L(1 + R_t^L)B_t^L + A_{j,t} \quad (27) \\ & + (1 + R_t^T)T_{t-1} + (1 + R_t^m)D_t^m + (1 + \tau^l)W_{j,t}h_{j,t} \geq M_{t+1}^b > 0 \end{aligned}$$

خانواده زام با تابع تقاضای (۲۸) برای نیروی کار مواجه است:

$$h_{j,t} = \left(\frac{W_{j,t}}{W_t}\right)^{\frac{\lambda_\omega}{1-\lambda_\omega}} l_t, \quad 1 \leq \lambda_\omega \quad (28)$$

در معادله فوق  $l_t$  همان مقدار نیروی کار همگن است که توسط تولیدکننده کالای واسطه بنگاه و بانک استخدام شده است. در یک دوره معین، خانواده زام می‌تواند نرخ دستمزد خود را با احتمال  $1 - \xi_t$  بهینه کند و با احتمال  $\xi_t$  نیز بهینه نخواهد کرد. در این صورت میزان دستمزد به صورت معادله (۲۹) خواهد بود:

$$W_{j,t} = \tilde{\pi}_{\omega,t}(\mu_{z^*})^{1-v}(\mu_{z^*,t})^v W_{j,t-1} \quad (29)$$

که در آن  $0 \leq v \leq 1$  و داریم:

$$\tilde{\pi}_{\omega,t} \equiv (\pi_t^{tg})^{\omega} (\pi_{t-1})^{\omega}, \quad 0 < \omega < 1 \quad (30)$$

هدف خانوار این است که معادله (۲۸) را با قید منفی نبودن قیود بیان‌شده و تقاضای نیروی کار حداکثر نماید.



در مدل طراحی‌شده، بانک‌ها قدرتی در انتخاب نرخ‌های سود سپرده ندارند و این نرخ توسط یک شورای تعیین‌کننده نرخ سود با نام شورای پول و اعتبار و به صورت دستوری در هر دوره به بانک‌ها ابلاغ می‌شود. بنابراین نرخ سود ابزار سیاست پولی بانک مرکزی نبوده و بانک مرکزی به دنبال هدف‌گذاری کل‌های پولی با توجه به نرخ بهره و میزان تورم می‌باشد. با توجه به این پیش‌فرض، بانک مرکزی با مساله ذیل برای اعمال سیاست پولی مواجه می‌باشد:

$$mb_t = \rho mb_{t-1} - \frac{1}{f} (1 - \rho) \bar{\pi} (\pi_t - \bar{\pi}) \quad (31)$$

که در آن  $mb_t$  حجم پایه پولی،  $\bar{\pi}$  مقدار نرخ سود در حالت پایدار و  $\bar{\pi}$  نیز مقدار تورم در حالت پایدار می‌باشد. ضمن آن که پارامتر  $\rho$  بین صفر و یک تعریف می‌گردد.

### ۳-۷- دولت

عملکرد دولت در این مدل به صورت زیر تعریف می‌شود.

$$G_t + (1 + i_{t-1})B_{t-1} = B_t + mb_t - mb_{t-1} \quad (32)$$

در معادله فوق،  $B_t$  معادل حجم بدهی‌های دولت بوده و  $G_t$  نیز معادل مجموع مخارج جاری و عمرانی دولت در نظر گرفته می‌شود. بر این اساس مجموع مخارج جاری و عمرانی دولت به اضافه مجموع بدهی‌های دوره گذشته آن که در دوره جاری سرسید می‌شود باید معادل مجموع بدهی‌های جدید ایجاد شده دولت و همچنین درآمد جدید ایجاد شده آن از محل خلق پول باشد.

### ۳-۸- بخش خارجی

در این مدل، روابط کشورها بر اساس روابط ذیل تعریف می‌گردد:

$$NX_t = EX_t - IM_t \quad (33)$$

که در آن خالص صادرات به صورت تفاضل میان صادرات با واردات تعریف شده است. همچنین صادرات با توجه به وضعیت کشور، به دو بخش درآمد حاصل از صادرات نفتی و غیر نفتی تقسیم می‌شود.

$$EX_t = Y_t^{oil} + Y_t^{noil} \quad (34)$$

مجموع درآمد نفتی در دسترس طی دوره جاری برابر است با حاصل ضرب حجم صادرات نفت در قیمت نفت در نرخ ارز که در رابطه (۳۵) ملاحظه می‌گردد.

$$Y_t^{oil} = e_t * P_t^{oil} * y_t^{oil} \quad (35)$$

همچنین روابط (۳۶) تا (۳۹) بیان‌گر نحوه تعیین نرخ ارز، قیمت نفت، میزان صادرات نفت، میزان درآمد ناشی از صادرات غیر نفتی و میزان ارزش واردات در کشور می‌باشد که تمامی این متغیرها تابعی از مقدار خود در دوره گذشته به علاوه شوک پیش‌بینی نشده مربوط به این متغیرها در دوره فعلی می‌باشند:

$$e_t = \rho_e * e_{t-1} + \varepsilon_e \quad (36)$$

$$P_t^{oil} = \rho_{poil} * P_{t-1}^{oil} + \varepsilon_{poil} \quad (37)$$

$$y_t^{oil} = \rho_{yoil} * y_{t-1}^{oil} + \varepsilon_{yoil} \quad (38)$$

$$IM_t = \rho_{IM} * IM_{t-1} + \varepsilon_{IM} \quad (39)$$

با توجه به کلیه مطالب عنوان شده، تولید ناخالص داخلی کشور نیز به صورت معادله (۴۰) تعریف می‌گردد:

$$GDP_t = G_t + C_t + NX_t + \frac{1}{\gamma^t \mu_{Y,t}} I_t \quad (40)$$

#### ۴- مقداردهی الگو و نتایج تحقیق

پس از معرفی الگو، ضرایب از روش مقداردهی (کالیبراسیون)، تخمین (مانند تخمین بیزی) و یا هر دو می‌تواند محاسبه گردد که تصمیم‌گیری در مورد استفاده از این روش‌ها به ویژگی محاسباتی الگو می‌تواند ارتباط داشته باشد. در این مطالعه برای برآورد پارامترهای مدل از روش بیزی استفاده شده است که در آن مقادیر اولیه برای پارامترها به عنوان توزیع پیشین تعیین می‌شود و این مقادیر اولیه با نتایج برآورد حداکثر درستنمایی بر اساس داده‌های واقعی ترکیب می‌شود. اگر اطلاعات اولیه در توزیع پیشین کامل و دقیق بوده و تخمین حداکثر درستنمایی نتواند کمکی به تخمین مدل کند روش بیزین تبدیل به کالیبراسیون (درجه‌بندی) می‌شود؛ اما اگر اطلاعات

توزیع پیشین کاملاً نادرست و غیر دقیق بوده باشد روش بیزین تبدیل به روش حداکثر درست‌نمایی می‌شود. در حالت بینابینی روش بیزین تلفیقی از دو روش کالبراسیون و حداکثر درست‌نمایی است. برای محاسبه مقادیر لگاریتم خطی شده متغیرها (انحراف از وضعیت پایدار متغیرها) با استفاده از فیلتر هدریک-پرسکات (HP) با  $\lambda = 1600$  اجزای سیکلی، لگاریتم داده‌های فصلی در دوره زمانی ۱۳۶۸-۱۳۹۷ استخراج گردیده است. برای برآورد بیزی پارامترهای مدل ابتدا باید توزیع، میانگین و انحراف معیار پیشین پارامترها تعیین گردد. سپس با استفاده از نرم‌افزار داینر (Dynare) تحت نرم‌افزار متلب (MATLAB) بر اساس روش مونت کارلو با زنجیره مارکوف در قالب الگوریتم متروپولیس-هستینگز، مقادیر میانگین و انحراف معیار پسین پارامترها محاسبه می‌شود. در جدول (۱) توزیع و میانگین پیشین و پسین پارامترهای مدل گزارش شده است که مقادیر میانگین پسین، برآورد پارامترهای مدل با استفاده از روش بیزین را نشان می‌دهد.

جدول ۱: توزیع پیشین و پسین پارامترهای مدل

پارامتر	توضیحات	توزیع پارامتر	میانگین پیشین	میانگین پسین	منبع
$\beta$	نرخ تنزیل بین دوره‌های ذهنی خانوار	بتا	۰,۹۶۸	۰,۹۶۷	کمیجانی و توکلیان (۱۳۹۱)
$h_h$	عادت مصرفی	بتا	۰,۶۵	۰,۵۳۹	لاما و مدینا (۲۰۱۲)
$\lambda_w$	مارک آپ حالت پایدار برای عرضه‌کنندگان نیروی کار	گاما	۱,۰۵	۱,۰۸۸۵	کرستیانو و همکاران (۲۰۱۰)
$\lambda_f$	مارک آپ حالت پایدار برای تولیدکنندگان کالای واسطه	گاما	۱,۲	۱,۲۰۲	کرستیانو و همکاران (۲۰۱۰)
$\Phi$	هزینه‌های ثابت تولیدکنندگان کالای واسطه	بتا	۰,۰۷	۰,۰۶۸۲	محاسبات محقق
$\xi$	ضریب حجم منابع مازاد بانک‌ها	بتا	۰,۶۹۹	۰,۶۹۶۸	محاسبات محقق
$\rho_{oilr}$	ضریب خود رگرسیون شوک درآمدهای نفت	بتا	۰,۲۶۰	۰,۲۶۵	رستم‌زاده و گودرزی (۱۳۹۶)
$\tau^l$	نرخ مالیات بر درآمد	بتا	۰,۲۴	۰,۲۴۲۲	محاسبات محقق
$\psi_l$	ضریب دستمزد پرداختی از سوی بنگاه به نیروی کار	بتا	۰,۷۵	۰,۷۴۹۳	محاسبات محقق
$\tau^k$	مالیات بر عایدی سرمایه	بتا	۰,۳۲	۰,۳۲۲۷	کرستیانو و همکاران (۲۰۱۰)
$\sigma$	ضریب عدم مطلوبیت ناشی از کار	بتا	۰,۴۹	۰,۴۸۸	محاسبات محقق
$\alpha$	سهم سرمایه در تابع تولید	بتا	۰,۴	۰,۳۸۵۵	محاسبات محقق
$\tau$	ذخیره قانونی بانک	بتا	۰,۱	۰,۱۰۱	محاسبات محقق
$\gamma$	درصد کارآفرینان باقی‌مانده در انتهای هر دوره	بتا	۰,۹۷۶	۰,۹۷۹	کرستیانو و همکاران (۲۰۱۰)

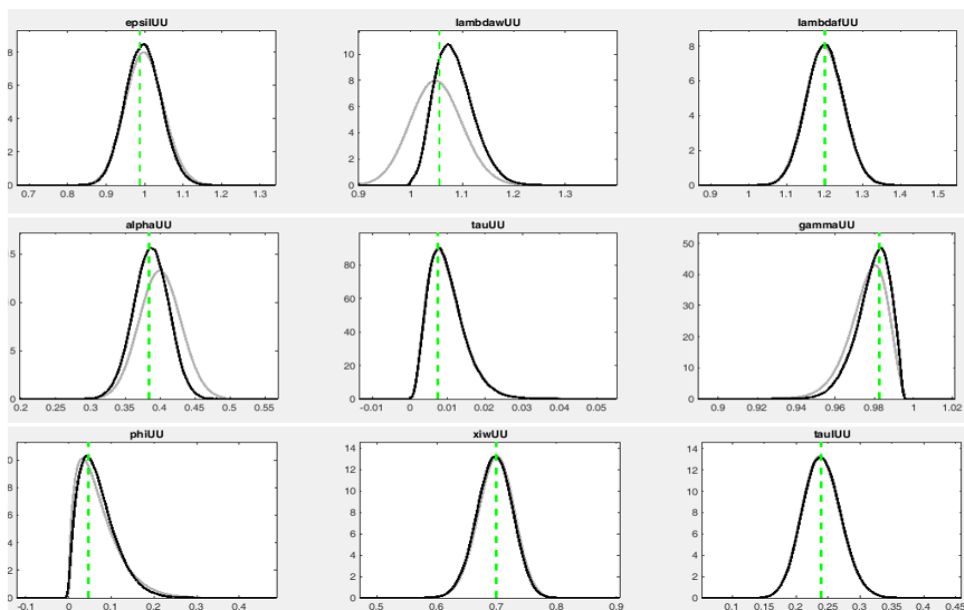
منبع: محاسبات محقق

<sup>1</sup>. Metropolis-Hastings Algorithm

<sup>2</sup>. Lama & Medina

<sup>3</sup>. Christiani et al

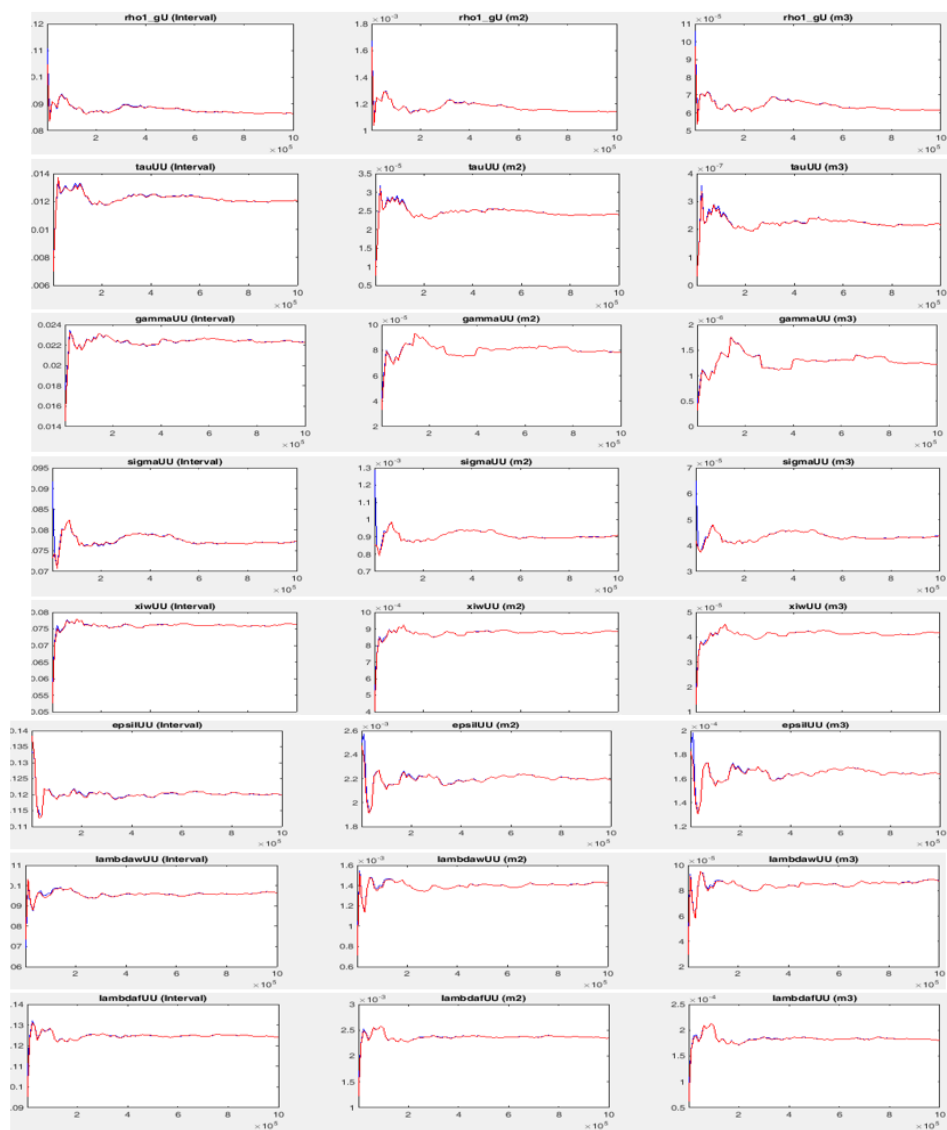
همچنین در نمودار (۱)، توزیع پیشین و پسین برخی از پارامترهای مدل، قابل ملاحظه می‌باشد:



منبع: محاسبات محقق

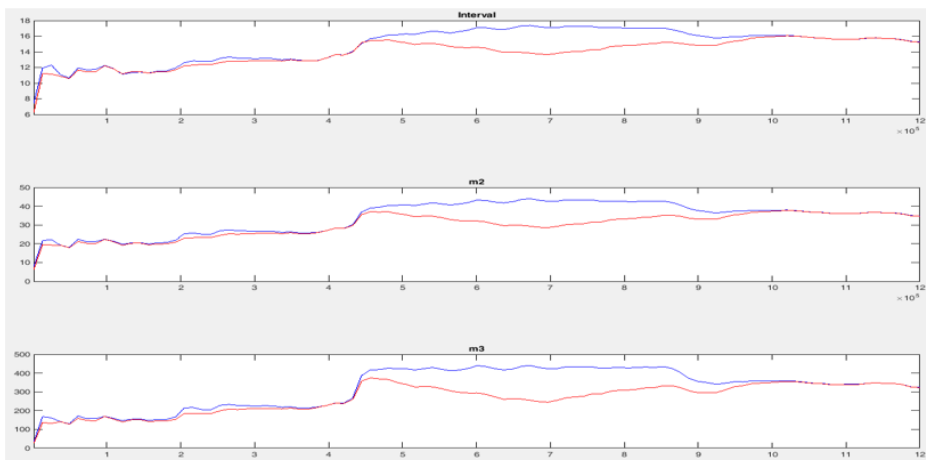
### نمودار ۱: توزیع پیشین و پسین برخی از پارامترهای مدل

یکی از نتایج مهم داینر ارائه شکل‌هایی با عنوان MCMC است. داینر چندین بار شبیه‌سازی متروپولیس - هستینگز را اجرا می‌کند و در هر بار از یک نقطه کار خود را آغاز می‌کند. اگر نتایج این زنجیره‌ها منطقی باشد باید رفتار این زنجیره‌ها شبیه به هم باشد و یا به سمت یکدیگر همگرا شوند. داینر سه شاخص با نام‌های  $m2$ ,  $m3$ , interval از طریق نمودارهای MCMC ارائه می‌دهد که به ترتیب بیان‌گر فاصله اطمینان ۸۰ درصدی از میانگین، واریانس‌ها و گشتاور سوم پارامترها است. در نمودار multivariate diagnostic همین نمودارها با ماهیت مشابه هستند که شاخص کلی را بر اساس مقادیر ویژه از ماتریس واریانس-کوواریانس هر پارامتر ارائه می‌دهند. این نمودارها شواهدی برای همگرایی و ثبات نسبی در تمام گشتاورهای پارامترها هستند. در صورتی که در این نمودارها شباهت نموداری نباشد، بیان‌گر این است که توزیع‌های پیشین درست نیست و باید تخمین را با توزیع‌های پیشین جدید تکرار کرد و یا اعداد شبیه‌سازهای متروپولیس - هستینگز را بالا برد. در نمودار (۲) و نمودار (۳) به ترتیب نتایج گشتاورهای اول، دوم و سوم MCMC و multivariate diagnostic آورده شده است.



منبع: محاسبات محقق

نمودار ۲: MCMC

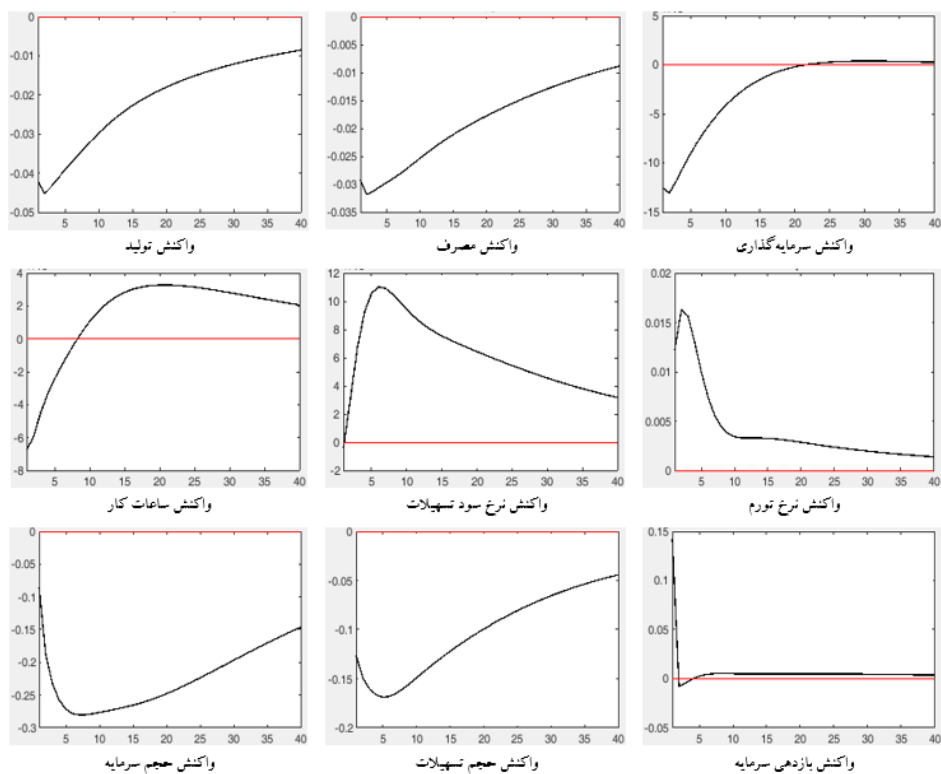


منبع: محاسبات محقق

#### نمودار ۳: multivariate diagnostic

همان‌طور که مشاهده می‌شود نمودار MCMC کلی و همچنین MCMC سایر پارامترها همگرا بوده که نشان از خوبی برازش مدل دارد. توابع عکس‌العمل آنی، رفتار پویای متغیرهای الگو در طول زمان هنگام وارد شدن تکانه‌هایی به اندازه یک انحراف معیار به هر متغیر را نشان می‌دهد. در این قسمت با قرار دادن نتایج حاصل از تخمین پارامترهای مدل، تأثیر شوک‌های اعتباری، بهره‌وری و سیاست پولی بر روی متغیرهای کلان اقتصادی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه، مهم‌ترین یافته‌های استحصال شده از مدل ارائه خواهد شد.

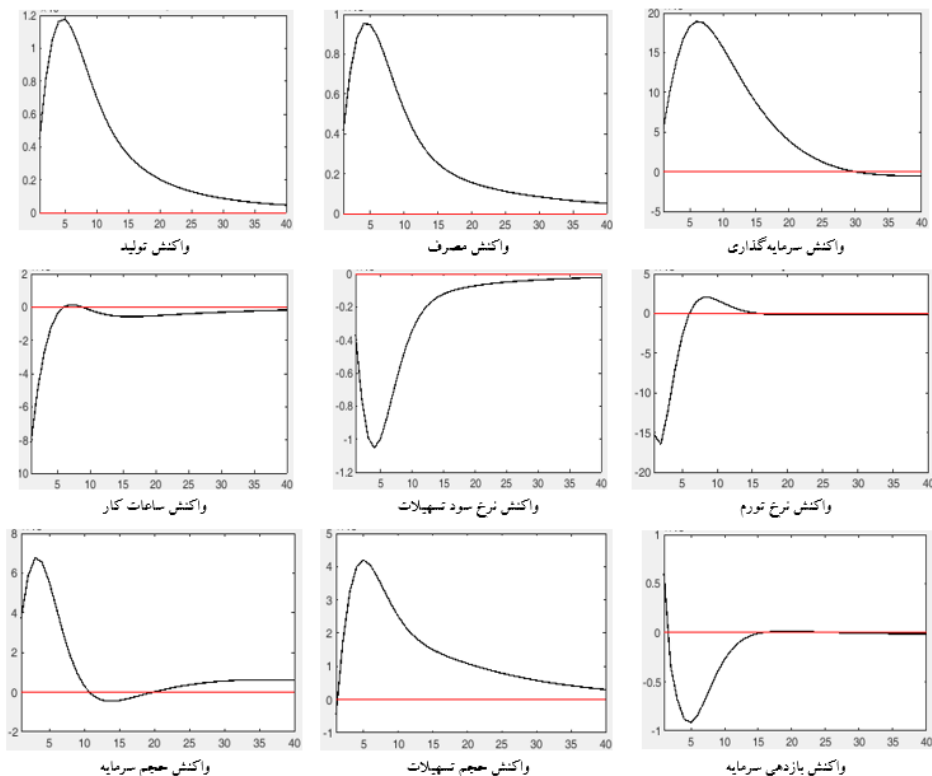
همان‌طور که در نمودار (۴) ملاحظه می‌گردد، بروز یک شوک منفی اعتباری موجب کاهش تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری در اقتصاد می‌شود. همچنین با توجه به بروز محدودیت اعتباری در اقتصاد، نرخ سود تسهیلات نیز با کاهش مواجه خواهد شد. دلیل افزایش تورم پس از بروز شوک منفی اعتباری نیز آن است که واکنش تولید به این شوک، بیش از واکنش مصرف بوده لذا با توجه به افزایش نسبی تقاضا در مقایسه با تولید، تورم افزایش پیدا می‌کند. همچنین ساعات کار نیز با توجه به کاهش تولید، کاهش خواهد یافت.



منبع: محاسبات محقق

نمودار ۴: واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به شوک اعتباری منفی

بررسی واکنش متغیرهای مختلف اقتصادی به شوک بهره‌وری نشان می‌دهد که یک شوک مثبت بهره‌وری در اقتصاد، اثر مثبت بر میزان تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری داشته و تا ۵ دوره بعد نیز اثرات افزایشی آن بر متغیرهای مذکور ادامه خواهد داشت؛ اما پس از آن به تدریج این اثر از بین خواهد رفت. همچنین به دلیل آن که پس از بروز شوک بهره‌وری، میزان سرمایه‌گذاری در اقتصاد افزایش می‌یابد، نرخ بازدهی پروژه‌ها و به تبع آن نرخ سود تسهیلات کاهش می‌یابد. علاوه بر آن با توجه به اثر درآمدی افزایش تولید، ساعات کار کارکنان کاهش یافته و همچنین تسهیلات بیشتری نیز از سمت بانک‌ها به بخش‌های تولیدی اعطا خواهد شد. نرخ تورم نیز پس از بروز یک شوک اعتباری مثبت با کاهش روبه‌رو می‌شود.



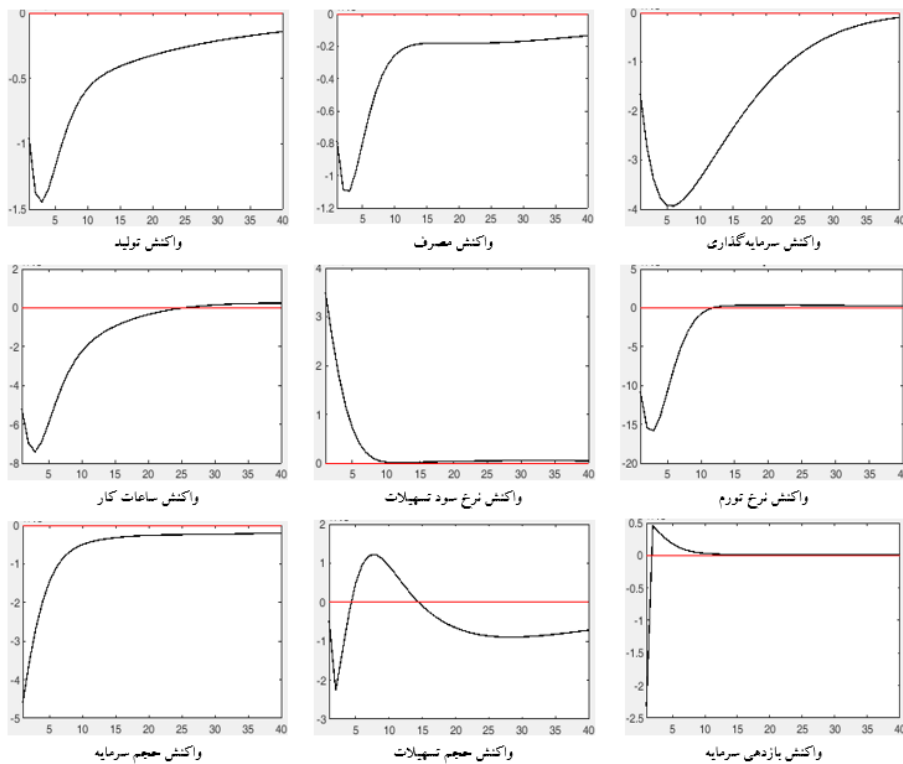
منبع: محاسبات محقق

نمودار ۵: واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به شوک بهره‌وری مثبت

در ادامه، نتایج حاصله در خصوص شوک انقباضی سیاست پولی بیان می‌گردد. همان‌طور که در نمودار ۶ مشاهده می‌شود، در صورت اعمال سیاست پولی انقباضی، تولید، مصرف، سرمایه‌گذاری و میزان ساعات کار نیروی کار و تورم کاهش یافته و نرخ سود تسهیلات به دلیل کم شدن منابع موجود در اقتصاد، افزایش می‌یابد. حجم تسهیلات اعطایی از سوی بانک‌ها، در پی اعمال یک سیاست پولی انقباضی، یک رفتار نوسانی را تجربه خواهد کرد؛ به طوری که ابتدا کاهش یافته ولی پس از حدود ۵ دوره افزایش قابل ملاحظه‌ای را تجربه می‌نماید. دلیل این تغییر رفتار این است که پس از بروز یک سیاست پولی انقباضی، حجم منابع در دسترس بانک‌ها کاهش یافته و به تبع آن حجم تسهیلات اعطایی نیز کاهش می‌یابد. همان‌گونه که عنوان شد هم‌زمان با این اتفاق، نرخ سود تسهیلات و نرخ تورم به ترتیب افزایش و کاهش می‌یابند و همین امر موجب افزایش انگیزه بانک برای اعطای تسهیلات بیشتر به بخش تولید می‌گردد. لازم به ذکر است هرچند که سرعت



تعدیل نرخ سود تسهیلات بیشتر از نرخ تورم می‌باشد؛ لیکن تا زمانی که اثر سیاست پولی انقباضی بر تورم تخلیه نشده است، بانک‌ها انگیزه مضاعفی برای اعطای تسهیلات خواهند داشت و بلافاصله پس از آن که این اثر کاملاً ناپدید شود، اعطای تسهیلات نیز روند کاهشی خود را مجدداً آغاز می‌نماید.



منبع: محاسبات محقق

نمودار ۶: واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به شوک سیاست پولی انقباضی

## ۵- جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

بانک‌ها به عنوان مرکز سیستم مالی و نظام‌های پرداخت، با استفاده از فرآیند جذب و تخصیص منابع در اقتصاد نقش محوری را در تأمین منابع مورد نیاز بخش‌های مختلف اقتصادی ایفا می‌نمایند. از این رو، کارایی بخش بانکی به عنوان یک فاکتور کلیدی در زمینه رشد اقتصادی مطرح می‌گردد. از سوی دیگر با توجه به بانک‌محور بودن نظام تأمین مالی در ایران، بنگاه‌های تولیدی بخش قابل توجهی از نیاز به منابع مالی را از طریق بانک‌ها تأمین می‌کنند و همین امر

موجب می‌گردد که بخش واقعی اقتصاد، اثرات به مراتب بیشتری را نسبت به سایر کشورها، از بازارهای مالی دریافت کرده و شوک‌ها و تغییرات بازارهای مالی، با شدت بیشتری به بخش واقعی منتقل شوند؛ چرا که تغییر در بُعد مالی بنگاه‌های داخلی بر عملکرد بخش واقعی آن‌ها اثرگذار خواهد بود. به عبارت دیگر شوک‌ها یا تغییرات بازارهای مالی از طریق اثرگذاری بر منابع در دسترس بنگاه‌ها و در نتیجه مصارف مالی آن‌ها بر عملکرد بنگاه‌های تولیدی اثر گذاشته و از این طریق بخش حقیقی اقتصاد را متأثر می‌کند. علاوه بر آن، عملکرد بانک‌ها خود متأثر از فضای کلان اقتصادی و تصمیمات بانک مرکزی به عنوان سیاست‌گذار پولی می‌باشد. بنابراین بررسی اثرات سیاست‌گذاری بانک مرکزی و همچنین تغییر رفتار بانک‌ها به عنوان واسطه‌های مالی در اقتصاد بر بخش‌های مختلف اقتصادی، از اهمیت بسیار بالایی برخوردار بوده که در این مقاله و با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی و همچنین اطلاعات فصلی در دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۶۸ مورد بررسی قرار داده شده است. بر اساس نتایج به دست آمده، در صورت اعمال سیاست پولی انقباضی، تولید، مصرف، سرمایه‌گذاری و میزان ساعات کار نیروی کار و تورم کاهش یافته و نرخ سود تسهیلات افزایش می‌یابد. نکته قابل توجه در خصوص اعمال سیاست پولی انقباضی این است که پس از اعمال این سیاست، حجم تسهیلات اعطایی از سوی بانک‌ها یک رفتار نوسانی را تجربه خواهد کرد؛ به طوری که ابتدا کاهش یافته و پس از طی چند دوره مجدداً افزایش می‌یابد و پس از آن نیز رفته رفته آثار شوک مذکور از بین خواهد رفت. همچنین بروز یک شوک منفی اعتباری از جانب بانک‌ها موجب کاهش تولید، مصرف و سرمایه‌گذاری شده و نرخ سود تسهیلات را نیز با کاهش مواجه خواهد کرد. همچنین شوک مذکور موجب افزایش تورم و کاهش ساعات کار خواهد شد. با توجه به نتایج الگو، سیاست انقباضی در قالب کاهش حجم اعتبارات، نه تنها اثری منفی بر تولید و سطح مصرف دارد بلکه موجب افزایش تورم می‌شود. به عبارت دیگر، کاهش سطح تقاضای کل در نتیجه کاهش حجم اعتبارات، منجر به کنترل تورم نمی‌شود و این به دلیل وابستگی بالای اقتصاد کشور به تامین مالی از ناحیه اعتبارات بانکی است که محدود شدن آن آثار منفی بر متغیرهای کلان اقتصادی به همراه دارد. لذا پیشنهاد می‌شود بانک مرکزی از طریق کنترل نرخ‌های سود بانک‌ها و اعتبارات پرداختی، نسبت به اثرگذاری بر متغیرهای کلان اقتصادی اقدام نکند زیرا آثار و نتایج دلخواه به همراه نخواهد داشت. در عوض توصیه می‌شود بانک مرکزی از طریق کنترل نرخ سیاستی در بازار بین بانکی و تغییر در حجم ذخایر بانک‌ها، نسبت به هدایت متغیرهای کلان اقتصادی اقدام نماید.

## References

- Abo-Zaid, S. (2015). "Optimal Long Run Inflation with Occasionally Binding Financial Constraints". Eur.Econ.Rev. **75**: 18-42.
- Acosta, P. Lartey, E. & Mandelman, F. (2009). "Remittances and the Dutch Disease". Federal Reserve Bank of Atlanta, Working Paper 2007-8.
- Bernanke, B. Gertler, M. and Gilchrist, S. (1999). "The Financial Accelerator in a Quantitative Business Cycle Framework". Handbook of Macroeconomics. Vol. 1c. North-Holland, Amsterdam: 1341-1393.
- Central Bank of Iran, Economic Time Series Database. <https://tsd.cbi.ir/>.
- Christensen, I. and Dib, A. (2008). "The Financial Accelerator in an Estimated New Keynesian Model". Review of Economic Dynamics **11**: 155-178.
- Christiano, L. J. Motto, R. and Rostagno, M. (2010). "Financial Factors in Economic Fluctuations ECB". Working Paper No. 1192.
- Dagher, J. Jan, G. and Rafael, P. (2012). "Oil Windfalls in Ghana: A DSGE Approach". IMF Working Paper WP/10/116.
- Dib, A. (2010). "Banks, Credit Market Friction, and Business Cycles". Bank of Canada, Working Paper.
- Fukunaga, I. (2002). "Financial Accelerator Effects in Japan's Business Cycles". Bank of Japan Research and Statistics Department, Working Paper Series 02-6.
- Garín, J. (2015). "Borrowing Constraints, Collateral Fluctuations, and the Labor Market". Journal of Economic Dynamics and Control **57**(C): 112-130.
- Gerali, A. Neri, S. Sessa, L. and Signoretti, F. M. (2010). "Credit and Banking in a DSGE Model of the Euro Area". Bank of Italy, Journal of Money, Credit and Banking **42**(1(September 2010)): 107-141.
- Gertler, M. Gilchrist, S. & Natalucci, F. M. (2007). "External Constraints on Monetary Policy and the Financial Accelerator". Journal of Money, Credit and Banking **39**(2-3): 295-330.
- Ghafari, H. Saadatmehr, M. Souri, A. and Ranjbar Fallah, M.R. (2013). "A Survey on the Effect of Increase of Bank Interest Rate on Economic Growth of Iran Using the New-Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium Model". Journal of Quantitative Economics **10**(1(36)): 1-31.
- Gholami, A. and Abasinejad, H. (2018). "Modeling the Value Added Tax on Bank Services in the Framework of the Dynamic Stochastic General Equilibrium Model for Iran". Tahghighat-e-Eghtesadi **53**(3): 619-645.
- Gilchrist, S. and Zakrajšek, E. (2012). "Credit Spreads and Business Cycle Fluctuations". The American Economic Review **102**(4): 1692-1720.
- Hagedorn, M. and Manovskii, I. (2008). "The Cyclical Behavior of Equilibrium Unemployment and Vacancies Revisited". Am. Econ.Rev **98**: 1692-1706.

- Hall, S. (2001). "Financial Accelerator Effects in UK Business Cycles". Working Paper No. 150, Bank of England.
- Hammersland, R. and Traee, C.B. (2014). "The Financial Accelerator and the Real Economy: A Small Macroeconometric Model for Norway with Financial Frictions". Economic Modelling **36**: 517-537.
- Heidari, H. and Molabrahmi, A. (2017). "The Impact of Credit Shocks on Dynamics of Financial and Macroeconomic Variables using a DSGE Model for the Iran Economy". Journal of Economic Research and Policies **24**(80): 85-118.
- Hollander, H. and Liu, G. (2013). "The Equity Price Channel in a New-Keynesian GSGE Model with Financial Frictions and Banking". Stellenbosch Economic Working Papers.
- Jermann, U. and Vincenzo, Q. (2012). "Erratum: Macroeconomic Effects of Financial Shocks". American Economic Review **102**(2): 238-271.
- Karmelavičius, J. & Ramanauskas, T. (2019). "Bank Credit and Money Creation in a DSGE Model of a Small Open Economy". Baltic Journal of Economics **19**(2): 296-333.
- Khalili, S. (2012). *Investigating the Relationship between Liquidity Risk and Credit Risk in the Islamic Banking Industry*, Master Thesis, Azad University.
- Khiabani, N. and Amiri, H. (2015). "Designing a Dynamic Stochastic General Equilibrium Model of Open Economy to Examine the Impact of Oil Price Shocks on Macroeconomic Variables". Journal of Quantitative Economics **9**(3): 25-59.
- King, R. G. and Levine, R. (1993) "Finance and Growth: Schumpeter Might Be Right". The Quarterly Journal of Economics **3**: 717-773.
- Kiyotaki, N. and Moore, J. (1997). "Credit Cycles". J.Polit.Econ. **105**: 211-248.
- Lama, R. and Guzman, M. (2012). "Is Exchange Rate Stabilization an Appropriate Cure for the Dutch Disease?" . IMF Working Paper No. 10/182.
- Levine, R. & Zervos, S. (1998). "Stock Markets Banks and Economic Growth". American Economic Review **88**: 537-58.
- Levine, R. (1997). "Financial Development and Economic Growth: Views and Agenda". Journal of Economic Literature **35**(2): 688-726.
- Meier, A. & Müller, G. J. (2006). "Fleshing out the Monetary Transmission Mechanism: Output Composition and the Role of Financial Frictions". Journal of Money Credit and Banking **38**(8): 2099-2133.
- Merola, R. (2014). "The Role of Financial Friction during the Crisis: an Estimated GSGE Model". Dynare Working Paper Series No. 33.
- Mody, A. & Taylor, M. P. (2004). "Financial Predictors of Real Activity and the Financial Accelerator". Economics Letters **82**(2): 167-172.

- Pesaran, M. H. and Xu, T. T. (2016). "Business Cycle Effects of Credit Shocks in a DSGE Model with Firm Defaults". USC-INET Research Paper No. 16-13.
- Rajan, R. G. & Zingales, L. (1998). "Which Capitalism? Lessons from the East Asian Crisis, Forthcoming". Journal of Applied Corporate Finance **11**: 40-48.
- Rostamzadeh, P. and Goudarzi Farahani, Y. (2018). "The Substitution of Taxes for Oil Revenues by Designing a Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE)". The Economic Research **17**(4): 121-145.
- Shahhosseini, S. and Bahrami, J. (2013). "Designing a New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium Model for Iran's Economy with Banking Sector". Iranian Journal of Economic Research **17**(53): 55-83.
- Smets, F. and Raf, W. (2007). "Shocks and Frictions in US Business Cycles: A Bayesian DSGE Approach". The American Economic Review **97**(3): 586-606.
- Tavakolian, H. and Komijani, A. (2012). "Monetary Policy under Fiscal Dominance and Implicit Inflation Target in Iran: A DSGE Approach". Journal of Economic Modeling Research **2**(8): 87-117.
- Villa, S. & Yang, J. (2011). "Financial Intermediaries in an Estimated DSGE Model for the United Kingdom". Bank of England Working Papers 431.
- Zanetti, F. (2012). "Banking and the Role of Money in the Business Cycle". Journal of Macroeconomics **34**: 87-94.
- Zanetti, F. (2015). "Financial Shocks and Labor Market Fluctuations". Mimeo.

### پیوست ۱: مقادیر حالت پایدار برخی از متغیرهای مدل

جدول ۱: مقادیر حالت پایدار برخی از متغیرهای مدل

مقدار حالت پایدار	متغیر
۰.۸۳۳۳۳۳	هزینه نهایی
۰.۰۲۵۳	هزینه اجاره سرمایه
۰.۸۶	پایه پولی
۰.۱۷۵۹۱۲	مصرف
۱.۵۶۵۰۹	دستمزد
۰.۱۲۲۷۵۸	ساعات کار
۲.۱۸۶۳۷	سرمایه
۹.۰۰۴۷۵	حجم سپرده‌ها
۰.۳۱۳۴۶۲	تولید
۰.۷۳۲۳۸۵	حجم کل تسهیلات
۰.۰۶۲۶۹۲	مخارج دولت

منبع: محاسبات محقق

### پیوست ۲: ارائه شرایط مرتبه اول معادلات مدل

$$s_t = \left(\frac{1}{1-\alpha}\right)^{1-\alpha} \left(\frac{1}{\alpha}\right)^\alpha \frac{\left(r_t^k(1+\psi_k R_t)\right)^\alpha \left(\bar{w}_t(1+\psi_l R_t)\right)^{1-\alpha}}{\epsilon_t}$$

$$p_t^* - \left[ (1-\xi_p) \left( \frac{1-\xi_p \left( \frac{\bar{\pi}_t}{\pi_t} \right) 1 - \frac{1}{\lambda_{f,t}}}{1-\xi_p} \right)^{\lambda_{f,t}} + \xi_p \left( \frac{\bar{\pi}_t}{\pi_t} p_{t-1}^* \right)^{\frac{\lambda_{f,t}}{1-\lambda_{f,t}}} \right]^{\frac{1-\lambda_{f,t}}{\lambda_{f,t}}} = 0$$

$$p_t^* = \frac{\left[ \int_0^1 P_{j,t}^{\frac{\lambda_{f,t}}{\lambda_{f,t}-1}} dj \right]^{\frac{1-\lambda_{f,t}}{\lambda_{f,t}}}}{P_t}$$

$$l_t \equiv \int_0^1 l_{j,t} dj = (w_t^*)^{\lambda_w} \lambda_w^{-1} H_t$$

$$H_t \equiv \int_0^1 h_{j,t} dj$$

$$Y_{z,t} = (p_t^*)^{\frac{\lambda_f}{\lambda_f-1}} \left\{ \epsilon_t v_u^l \left( u_t \frac{\bar{k}_u}{\Upsilon \mu_{z,t}^*} \right)^\alpha \left[ (w_t^*)^{\frac{\lambda_w}{\lambda_w-1}} H_t \right]^{1-\alpha} - \phi \right\}$$

$$R_t^k = \frac{[u_t \tau_t \alpha(u_t)] + (1 - \delta) q_t}{Y_{q_{t-1}}} \pi_t + \tau^k \delta - 1$$

$$E_t \left\{ u_{c,t}^z - \frac{\mu_{z,t}^* s_{c,t}}{c_t \mu_{z,t}^* - b c_{t-1}} + b \beta \frac{s_{c,t+1}}{c_{t+1} \mu_{z,t+1}^* - b c_t} \right\} = 0$$

$$m b_t = \rho m b_{t-1} - \frac{1}{\bar{r}} (1 - \rho) \bar{\pi} (\pi_t - \bar{\pi})$$

$$G_t + (1 + i_{t-1}) B_{t-1} = B_t + m b_t - m b_{t-1}$$

## Original Research Article

**Presenting a model of how the central bank policies affect macroeconomic variables: A dynamic stochastic general equilibrium approach**Mohammad Mahdi Kakavandi<sup>1</sup>Farhad Rahbar<sup>2</sup>Mohsen Mehrara<sup>3\*</sup>Mehdi Sarem<sup>4</sup>

Received: 15-03-2020

Accepted: 08-06-2020

**Introduction:** Banks, as the center of financial and payment systems, play a pivotal role in providing the resources needed for economic sectors by attracting and allocating resources in the economy. Therefore, the efficiency of the banking sector is considered as a key factor in economic growth. In addition, due to the banking-centric nature of the financing system in Iran, banks provide a significant part of the need for financial resources of manufacturing companies. So, shocks in financial markets affect the performance of firms by affecting the resources available to firms and, consequently, their financial expenditures, thereby affecting the real sector of the economy. The performance of banks is, in turn, influenced by the macroeconomic environment and the decisions of the central bank as a monetary policy maker. Therefore, it is very important to study the effects of the central bank policies and the change in the behavior of banks as financial intermediaries on different sectors of the economy. The purpose of this article is to investigate the effect of central bank policies on macroeconomic variables with an emphasis on the behavior of banks as the main suppliers of capital and liquidity for the manufacturing sector.

**Methodology:** In this article, the economic conditions of Iran are simulated in a dynamic stochastic general equilibrium model using seasonal information from 1989 to 2018, and the effects of monetary, credit and real shocks on the country's economy are analyzed. The model used for this purpose covers four parts including production sector, household sector,

---

<sup>1</sup> · Ph.D. Student, Faculty of Economics, University of Tehran & Researcher in Central Bank of Iran

<sup>2</sup> · Professor, Faculty of Economics, University of Tehran

<sup>3</sup> · Professor, Faculty of Economics, University of Tehran

Email: mmehrara@ut.ac.ir

<sup>4</sup> · Ph.D. Faculty of Economics, University of Shiraz & Researcher in Central Bank of Iran



bank sector and central bank and government sector. At the beginning of the period, the household is the supplier of labor and keeps its resources either as a deposit with the bank or as cash. The production sector consists of three parts including the entrepreneur, the producer of capital goods and the producer of the final goods (firm). The entrepreneur is the supplier of capital, and the producer of capital uses the capital purchased from the entrepreneur and his own capital to generate new capital and, again at the end of the period, to sell the new produced capital to the entrepreneur. In this model, banks use household deposits to provide facilities to enterprises; this loan is used to produce goods. So, the bank's major task is to provide working capital for the production units and the resources required by the entrepreneur at the interest rates which are determined in advance. According to the macroeconomic conditions of Iran, these interest rates are determined by the Monetary and Credit Council in an orderly manner and target the tools of the central bank. An important point about the assumptions of this model is that, unlike most similar studies, the entrepreneur who receives the credits from banks may go bankrupt and be unable to repay the received money. This assumption is taken into account in the model, as observed in Iran's economy. In this study, in order to design the model, the research works of Bernanke et al. (1999), Smith et al. (2007) and Boys and Zhou (2016) have been used.

**Results and Discussion:** Based on the results obtained from the model, the occurrence of a negative credit shock will reduce production, consumption and investment. It can also increase the interest rate on credits, raise the inflation and reduce working hours. Moreover, in case of contractionary monetary policies, production, consumption, investment, the number of working hours of the labor force and inflation can decrease while the interest on credits increases. The remarkable result about the implementation of contractionary monetary policies is that, after the implementation of this policy, the amount of credits granted by banks experiences fluctuations; it decreases at first, then increases again over a period of time, and then the effects of the shock gradually disappear.

**Conclusion:** According to the results of the model, a contractionary policy in the form of reducing the amount of credits not only has a negative effect on production and consumption but also increases inflation. In other words, reduction of the level of aggregate demand as a result of a reduction in credits does not lead to the control of inflation. This is due to the high dependence of Iran's economy on bank credit financing. Therefore, it is suggested that the central bank not control macroeconomic variables by controlling banks' interest rates and loans, because it will not have desirable results. Instead, it is recommended that the central bank direct macroeconomic variables by controlling the policy rate in the interbank market and changing the volume of bank reserves.

**Keywords:** Credit shock, Finance, Banking, Monetary policy, Dynamic stochastic general equilibrium model.

**JEL classification:** E51, C61, E58.