

تحلیل سیاست پولی بهینه در مواجهه با شوک‌های نرخ ارز: بازآرایی اهداف تورم، تولید و ثبات ارزی با رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی

حسن نراقی^۱

دکتر احمد سرلک^۲

دکتر سید فخرالدین فخرحسینی^۳

دکتر مریم شریف نژاد^۴

چکیده

این پژوهش چگونگی واکنش سیاست پولی به نوسانات نرخ ارز در بستر اقتصاد ایران مورد واکاوی و ارزیابی قرار می‌دهد و تلاش می‌شود پیامدهای بهینه‌سازی تصمیمات پولی در مواجهه با شوک‌های کلان تحلیل شود. برای دستیابی به این هدف، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) توسعه داده شده است که پارامترهای آن متناسب با ساختار اقتصادی، ویژگی‌های نهادی و الگوهای رفتاری غالب در اقتصاد ایران تنظیم شده‌اند. این مدل، رفتار متقابل عوامل اصلی اقتصاد شامل خانوارها، بنگاه‌ها، بخش عمومی و مقام پولی را در قالب یک اقتصاد باز به تصویر می‌کشد و منابع مختلف بی‌ثباتی داخلی و خارجی را به‌طور هم‌زمان در بر می‌گیرد. بر مبنای داده‌های فصلی طی بازه ۱۳۸۵:۱ تا ۱۴۰۲:۴، واکنش پویای متغیرهای کلان نسبت به مجموعه‌ای از اختلالات ساختاری از جمله شوک‌های بهره‌وری، تغییرات نرخ ارز، نوسانات درآمدهای نفتی دولت، مخارج جاری و تحولات حجم نقدینگی از طریق شبیه‌سازی مورد بررسی قرار گرفته است. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از آن است که این تکانه‌ها اثرات معناداری بر سطح فعالیت اقتصادی، تورم و ارزش‌داری‌ها برجای می‌گذارند و کانال‌های انتقال متعددی را در اقتصاد فعال می‌سازند. یافته‌های سیاستی نشان می‌دهد که افزایش اهمیت هدف کنترل تورم در قاعده سیاست پولی، می‌تواند شدت سرریز شوک‌ها به بخش واقعی و بازارهای مالی را تعدیل کند؛ هرچند این انتخاب سیاستی با افزایش ناپایداری نرخ بهره همراه است. تمایز اصلی این پژوهش در ارائه یک چارچوب تحلیلی یکپارچه برای ارزیابی هم‌زمان شوک‌های کلان در یک اقتصاد وابسته به نفت نهفته است؛ رویکردی که در مطالعات تجربی مرتبط با اقتصاد ایران کمتر به آن پرداخته شده است. در نهایت، نتایج تأکید می‌کنند که دستیابی به ثبات پایدار اقتصاد کلان مستلزم ایجاد موازنه‌ای دقیق میان مهار تورم و حمایت از پویایی تولید است، به‌ویژه در محیطی که نوسانات نرخ ارز نقش تعیین‌کننده‌ای در فرآیند انتقال تکانه‌ها ایفا می‌کند.

کلید واژه‌ها: مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)، سیاست پولی بهینه، شوک‌های نرخ ارز

طبقه بندی JEL: C68, E52, F31, E62, Q43

^۱ گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. رایانامه: h.naraghi@iau.ac.ir

^۲ نویسنده مسئول، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. رایانامه: ah.sarlak@iau.ac.ir

^۳ گروه مدیریت مالی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران. رایانامه: SF.Fakhrhosseini@iau.ac.ir

^۴ گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران. رایانامه: m_sharifnezhad@iau.ac.ir

۱- مقدمه

سیاست پولی بهینه در اقتصادهای کشورهای در حال توسعه و وابسته به واردات، نقشی کلیدی در مهار نوسانات تورم و تثبیت فعالیت واقعی ایفا می‌کند، در حالی که شوک‌های نرخ ارز به یکی از مهم‌ترین منابع بی‌ثباتی کلان تبدیل شده‌اند (اوبستفلد، ۲۰۲۲).^۱ نوسانات شدید نرخ ارز می‌تواند از مسیرهای متعددی، از جمله انتقال نرخ ارز به قیمت‌های داخلی، تغییر شرایط تجاری و اثرات ترازنامه‌ای بر بنگاه‌ها و بانک‌ها، منجر به تشدید نوسانات تورم و شکاف تولید شود؛ بنابراین، نادیده گرفتن این نوسانات در طراحی قاعده بهینه سیاست پولی می‌تواند به نتایج رفاهی گمراه‌کننده به همراه داشته باشد (خسروسرکشی و همکاران، ۱۴۰۰). با این حال، بخش عمده ادبیات کلاسیک و بخشی از ادبیات جدید در چارچوب تعادل عمومی پویای تصادفی، تمرکز اصلی خود را بر دو هدف تورم و تولید قرار داده و ثبات ارزی را یا به صورت برون‌زا فرض کرده یا آن را در قالب فروض ساده و خطی در کانال انتقال نرخ ارز به تورم ادغام کرده است (کورستی و همکاران، ۲۰۲۴).^۲

تمرکز سیاست پولی بر هدف‌گذاری تورم و شکاف تولید در کشورهای در حال توسعه، همواره با این محدودیت همراه بوده است که نقش نوسانات نرخ ارز، به‌عنوان یکی از منابع اصلی بی‌ثباتی کلان، به‌طور کامل در تصمیم‌گیری سیاست‌گذار منعکس نمی‌شود (هافمن و همکاران، ۲۰۲۴).^۳ شواهد نظری و تجربی نشان می‌دهد که ثبات ارزی نه یک متغیر جانبی، بلکه عاملی تعیین‌کننده در پایداری اقتصاد کلان و رفاه اجتماعی است؛ از این رو، نادیده گرفتن آن می‌تواند به ارزیابی‌های ناقص از آثار سیاست پولی منجر شود (ذریه محمدعلی و همکاران، ۱۴۰۰). با وجود این، بخش قابل توجهی از ادبیات موجود، نرخ ارز را صرفاً به‌عنوان کانال انتقال شوک به تورم و تولید در نظر گرفته و آن را به‌صورت صریح در تابع هدف بانک مرکزی وارد نکرده است؛ از این رو، چگونگی بازتنظیم بهینه وزن‌های تورم، تولید و ثبات ارزی در مواجهه با شوک‌های ارزی، همچنان کمتر به‌صورت نظام‌مند بررسی شده است (مازلیس و همکاران، ۲۰۲۴).^۴

شوک‌های نرخ ارز از طریق چندین مکانیزم، تأثیرات قابل توجهی بر اقتصاد کلان دارند. مهم‌ترین کانال‌های انتقال این شوک‌ها شامل انتقال نرخ ارز به قیمت‌ها، اثرات ترازنامه‌ای در بخش خصوصی و دولتی، و تغییرات در رقابت‌پذیری تجاری است. شدت و سرعت این انتقال‌ها در کشورهای مختلف متفاوت است و این تفاوت‌ها می‌تواند تصمیم‌گیری در زمینه سیاست پولی بهینه را تحت تأثیر قرار دهد. توجه به این کانال‌ها برای درک واکنش سیاست پولی نسبت به نوسانات نرخ ارز و طراحی راهبردهای مؤثر به‌منظور حفظ ثبات اقتصادی، از اهمیت بالایی برخوردار است (وانگ و همکاران، ۲۰۱۶).^۵

در دهه‌های اخیر، بسیاری از بانک‌های مرکزی، هدف‌گذاری تورم را به‌عنوان چارچوب اصلی سیاست پولی خود پذیرفته‌اند. با این حال، تجربیات اخیر نشان داده است که نادیده گرفتن نوسانات نرخ ارز، به‌ویژه در اقتصادهای نوظهور، می‌تواند به بی‌ثباتی کلان اقتصادی منجر شود. این امر موجب شده است توجه نظریه‌پردازان و سیاست‌گذاران به نقش بهینه نرخ ارز در طراحی قواعد سیاست پولی افزایش یابد و بحث‌های تجربی و مدل‌سازی‌های پیشرفته‌ای در این حوزه شکل گیرد (بری و همکاران، ۲۰۱۵).^۶

این پژوهش یک مدل DSGE^۷ منطبق با ویژگی‌های اقتصاد ایران ارائه می‌دهد که در آن، بانک مرکزی تابع زیان خود را بر پایه تورم، شکاف تولید و نوسانات نرخ ارز تعریف می‌کند و قاعده بهینه سیاست پولی در مواجهه با شوک‌های ارزی استخراج می‌شود. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که تغییر وزن هر یک از این اهداف، بر پاسخ‌های پویای متغیرهای کلان، پایداری تعادل و رفاه بلندمدت اثرگذار است و افزودن وزن مستقل به ثبات ارزی می‌تواند، در مقایسه با قواعد استاندارد دوگانه (تورم و تولید)، بهبود قابل توجهی ایجاد کند.

¹Obstfeld

²Corsetti et al

³Hofmann et al

⁴Mazelis et al

⁵Wang et al

⁶Berri et al

⁷Dynamic Stochastic General Equilibrium

ادبیات پیشین عمدتاً بر تورم و شکاف تولید متمرکز بوده و ثبات ارزی را یا برونزا فرض کرده است یا به صورت ضمنی لحاظ کرده است. نوآوری این پژوهش، وارد کردن همزمان تورم، تولید و نوسانات نرخ ارز به عنوان اهدافی مستقل در تابع زیان بانک مرکزی است. با حل مسئله رمزی سیاست‌گذار، وزن‌دهی بهینه هر یک از این اهداف بر اساس ویژگی‌های ساختاری اقتصاد تعیین می‌شود و آثار رفاهی آن‌ها از طریق شبیه‌سازی عددی مورد بررسی قرار می‌گیرد؛ امری که دلالت‌های عملی مهمی برای اقتصادهای شوک‌پذیر به همراه دارد.

سؤال محوری آن است که سیاست پولی بهینه در مواجهه با شوک‌های نرخ ارز از چه مسیرهایی اثر می‌گذارد؟ هدف پژوهش حاضر، شناسایی شرایطی است که در آن سیاست پولی بهینه در مواجهه با شوک‌های نرخ ارز اثرگذار می‌شود؛ این تحلیل بر اساس (الف) انواع تکانه‌ها (حقیقی، تقاضا و عرضه) و (ب) اهداف سیاستی (شکاف تولید و تثبیت قیمت) انجام شده است. این پژوهش به صورت نظام‌مند، از مبانی نظری تا نتایج سیاستی، سیاست پولی بهینه در اقتصاد ایران و نقش نرخ ارز در چارچوب مدل‌های DSGE را تحلیل می‌کند و رفتار خانوارها، فناوری، سازوکار قیمت‌گذاری، شوک‌های نرخ ارز و تابع زیان سه‌بعدی بانک مرکزی (تورم، شکاف تولید و ثبات ارزی) را تشریح می‌کند. همچنین، قاعده بهینه سیاست پولی در سناریوهای مختلف وزن‌دهی به اهداف استخراج می‌شود و نتایج شبیه‌سازی‌ها، شامل واکنش‌های کوتاه‌مدت و مقایسه رفاهی سناریوها، گزارش می‌شود. در بخش پایانی، دلالت‌های سیاستی جمع‌بندی شده و مسیرهای پژوهشی آینده پیشنهاد می‌شود.

۲- ادبیات موضوع

در اقتصادهای در حال توسعه، شوک‌های نرخ ارز به یکی از مهم‌ترین عوامل بی‌ثباتی کلان تبدیل شده‌اند و بر تورم، نوسانات تولید و پایداری مالی اثر قابل توجهی می‌گذارند (ذریه محمدعلی و همکاران، ۱۴۰۰). شواهد تجربی، به‌ویژه در اقتصادهای وابسته به نفت مانند ایران، نشان می‌دهد که نوسانات ارزی از مسیر انتقال به قیمت‌های داخلی و اثرگذاری بر ترازنامه بنگاه‌ها و بانک‌ها، رفاه اقتصادی و ثبات کلان را با چالش مواجه می‌کنند (گوپینات و همکاران، ۲۰۲۲). با این حال، بخش قابل توجهی از ادبیات مبتنی بر مدل‌های DSGE، نرخ ارز را صرفاً به عنوان کانال انتقال شوک به تورم و تولید در نظر می‌گیرد و نقش مستقل ثبات ارزی را در طراحی سیاست پولی به صورت صریح لحاظ نمی‌کند (مازلیس و همکاران، ۲۰۲۴).

در چارچوب اقتصاد کلان نوکینزی، سیاست پولی بهینه معمولاً از طریق کمیته‌سازی تابع زیان بانک مرکزی تعریف می‌شود که تمرکز اصلی آن بر مهار نوسانات تورم و شکاف تولید قرار دارد و در برخی کاربردها، تغییرات نرخ بهره را نیز در بر می‌گیرد. قواعد استاندارد تورم تولید، مانند نسخه‌های بهینه‌شده قاعده تیلور، به عنوان تقریب‌های عملی این رویکرد عمل می‌کنند و با وزن‌دهی مناسب به اهداف سیاستی، می‌کوشند انحراف اقتصاد از تعادل کارایی اجتماعی را کاهش دهند (هوفمان و همکاران، ۱۴۰۰). با این حال، در اقتصاد باز ایران که به شدت در معرض نوسانات نرخ ارز قرار دارد، این قواعد تنها بخشی از آثار شوک‌های ارزی را به طور غیرمستقیم جذب می‌کنند و شوک‌های شدید و مکرر ارزی می‌توانند هزینه‌های رفاهی قابل توجهی ایجاد کنند که در تابع زیان متعارف بازتاب نمی‌یابد. از این رو، گنجانیدن صریح شاخص‌های ثبات ارزی در تابع هدف سیاست پولی این امکان را فراهم می‌کند که بانک مرکزی نرخ بهره را به گونه‌ای تنظیم کند که به طور همزمان نوسانات تورم، تولید و نرخ ارز را مهار کرده و پایداری رفاه اقتصادی را به صورت مؤثرتری حفظ کند (مازلیس و همکاران، ۲۰۲۴).

در مدل‌های DSGE با ویژگی‌های اقتصاد ایران، نرخ ارز و شوک‌های ارزی نقش کلیدی در انتقال اختلالات خارجی به متغیرهای کلان دارند و بر تورم، تولید و وضعیت مالی تأثیر می‌گذارند (حیدریان و همکاران، ۱۴۰۰). این شوک‌ها از طریق تغییر قیمت نسبی کالاها، تعدیل شرایط تجاری و اثرگذاری بر ترازنامه‌ها، پویایی اقتصادی را تحت تأثیر قرار می‌دهند. در اقتصادهای وابسته به واردات و دارای ترازنامه‌های دلاریزه، گنجانیدن صریح ثبات ارزی در تابع هدف بانک مرکزی ضروری است، زیرا سیاست پولی نمی‌تواند صرفاً بر تثبیت تورم و تولید متمرکز شود (هوفمان و همکاران، ۱۴۰۳).

در مقایسه با مطالعات پیشین سیاست پولی در ایران، که عمدتاً بر مدل‌های VAR/SVAR برای بررسی اثرات شوک‌های نرخ ارز تکیه کرده‌اند، این پژوهش یک مدل DSGE کالیبره‌شده بر ویژگی‌های ساختاری اقتصاد ارائه می‌دهد که رفتار بهینه عوامل را مدل‌سازی کرده و قاعده سیاست پولی پویا را استخراج می‌کند. برخلاف مدل‌های DSGE پیشین که شوک‌های ارزی را

¹Gopinath et al

به صورت ایزوله بررسی می کنند، این مطالعه اثرات هم زمان شوک های ارزی، نفتی و نقدینگی را در نظر می گیرد و نشان می دهد که تقویت وزن تورم در قاعده پولی، سرریز شوک ها را تعدیل کرده و واریانس نرخ بهره و رفاه بلندمدت را کاهش می دهد؛ هم راستا با نتایج مطالعات مبتنی بر GARCH. با این حال، محدودیت های مدل شامل فرض همگنی عوامل، نادیده گرفتن ناهمسانی اعتباری و دلار یزاسیون بدهی ها، و ساده سازی شوک ها در چارچوب رژیم های مارکوفوار است که دقت پیش بینی جهش های ارزی شدید در اقتصاد نفتی ایران را محدود می کند و ضرورت گسترش به عوامل ناهمگن و سوئیچینگ رژیم ها را برجسته می سازد. با وجود پیشرفت های اخیر در مدل سازی DSGE برای اقتصاد ایران، خلاهای پژوهشی قابل توجهی باقی مانده است. این خلاها شامل تمرکز محدود بر شوک های ارزی مستقل و نادیده گرفتن تعامل آن ها با نوسانات نفتی و نقدینگی، تحلیل ناکافی وزن دهی بهینه تورم تولید در برابر مجموعه ای از شوک های ساختاری، و عدم ادغام کانال های انتقال ارزی با کالیبراسیون داده های بلندمدت است. همچنین، فقدان یک چارچوب یکپارچه برای شبیه سازی رفتار بهینه عوامل و استخراج قاعده رمزی سیاست گذار در حضور شوک های چندگانه، همراه با نادیده گرفتن ناهمگنی عوامل و تغییرات رژیم شوک ها، از محدودیت های اصلی موجود به شمار می رود و مسیرهای پژوهشی آینده را مشخص می کند.

شوگ های نرخ ارز در اقتصادهای در حال توسعه، به ویژه در اقتصاد نفتی و ارزی ایران، منبع مهم بی ثباتی تورم، نوسانات تولید و فشارهای مالی هستند و نقش تعیین کننده ای در کیفیت سیاست پولی و رفاه اقتصادی ایفا می کنند (حیدریان و همکاران، ۱۴۰۰). این شوک ها از طریق تغییر قیمت های داخلی، شرایط تجاری و تأثیر بر ترانزنامه بنگاه ها و بانک ها، تعامل پیچیده ای با تکانه های نفتی و نقدینگی ایجاد می کنند که نوسانات کلان را تشدید می کند (زارعی و همکاران، ۱۴۰۳). مدل های نوین DSGE، با کالیبراسیون بر اساس ویژگی های ساختاری اقتصاد ایران، امکان بررسی سیاست پولی بهینه با لحاظ همزمان تورم، تولید و ثبات ارزی را فراهم می کنند و پاسخ سیاستی به شوک های متعدد و پیامدهای رفاهی بلندمدت را تحلیل می کنند (هوفمان و همکاران، ۱۴۰۳). با این حال، محدودیت هایی مانند فرض همگنی عوامل و نادیده گرفتن تغییرات رژیم شوک ها، ضرورت توسعه مدل ها با عوامل ناهمگن و سوئیچینگ رژیم ها را برجسته می کند و مسیر پژوهش های آینده برای بهبود طراحی سیاست پولی را مشخص می سازد (مازیس و همکاران، ۲۰۲۴).

شواهد تجربی از اقتصاد ایران نشان می دهد که شوک های نرخ ارز تأثیر قابل توجهی بر متغیرهای کلان دارند. تکانه های ارزی مثبت، نرخ تورم را افزایش می دهند و از طریق افزایش هزینه های واسطه ای و تضعیف ترانزنامه بنگاه ها، شکاف تولید را کاهش می دهند. تعامل این شوک ها با تکانه های نفتی، نوسانات کلان را تشدید می کند. شبیه سازی های DSGE کالیبره شده نشان می دهد که قاعده سیاست پولی با تمرکز بر تورم، نوسانات قیمتی را تعدیل و سرریز به بخش واقعی را کاهش می دهد، هر چند نوسانات نرخ بهره افزایش می یابد. این نتایج با برآوردهای پیشین همخوانی دارد و مدل حاضر با ادغام رفتار بهینه ساز عوامل، دقت پیش بینی بالاتری در افق های بلندمدت ارائه می دهد. در مجموع، این شواهد بر ضرورت تعادل میان مهار تورم و حفظ پویایی تولید در قاعده پولی اقتصاد نفتی ایران تأکید می کند.

این ادبیات نشان می دهد که مدل های استاندارد DSGE باید برای ایران سفارشی سازی شوند تا تکانه های درآمد نفتی مؤثر بر نقدینگی و بودجه، رژیم های نرخ ارز مؤثر بر تورم و شکاف تولید، و اصطکاک های مالی مؤثر بر بازار سهام را دربرگیرند. بر همین اساس، این پژوهش یک مدل چندبخشی DSGE نوکینزی شامل خانوارها، بنگاه ها، دولت و بانک مرکزی ارائه می کند که تکانه های کلان را به طور صریح وارد می کند. این مدل، چارچوب های پیشین (گالی و موناسلی، ۲۰۰۵)^۱ (نیستاگو، ۲۰۱۲)^۲ را گسترش می دهد تا امکان وقوع همزمان تکانه های درآمد نفتی، نرخ ارز و نقدینگی در بازار سهام فراهم شود و بینش هایی ارائه کند که مدل های متعارف قادر به آشکار سازی آن نیستند. این رویکرد، موازنه های سیاستی بین تثبیت تورم، حمایت از تولید و حفظ ثبات مالی را در اقتصاد کوچک و نفت محور ایران برجسته می سازد.

¹Gali & Monacelli

²Nisticò

در مجموع، ادبیات مرور شده ضمن بیان ارتباط موضوعی، محدودیت‌های مدل‌های موجود را نیز آشکار کرده و انگیزه لازم را برای ارائه چارچوب سفارشی شده DSGE در بخش بعدی فراهم می‌کند. این مدل امکان تحلیل جامع سیاست پولی بهینه را در شرایط اثرگذاری هم‌زمان تکان‌ها را فراهم کرده و راهنمایی‌هایی فراتر از رویکردهای سنتی ارائه می‌دهد.

۳- پیشینه تحقیق

در مطالعات پیشین انجام شده در این زمینه می‌توان به تحقیقات نیستاکو (۲۰۱۲)، وگالی و مونسلی (۲۰۰۵)، برگ و همکاران (۲۰۱۰)^۱ و بیات و همکاران (۱۳۹۵) اشاره کرد. این مطالعات با استفاده از مدل‌های DSGE به بررسی سیاست پولی بهینه پرداخته‌اند. با این حال، تعداد تحقیقات انجام شده در خارج اندک بوده و تحقیقات داخلی نیز محدود و تا سال ۱۴۰۱ به روز هستند؛ بنابراین، نیاز به بررسی و تحلیل‌های جدید در سال ۱۴۰۴ احساس می‌شود.

«کوئن»^۲ و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) کینزی جدید، بررسی شده است که این چارچوب‌ها تا چه اندازه قادر به تبیین پویایی‌های تورم، تولید و انتقال سیاست پولی هستند. نتایج نشان می‌دهد که مدل‌های استاندارد همچنان بخش مهمی از نوسانات تورم و تولید را توضیح می‌دهند، اما گسترش آن‌ها با لحاظ اصطکاک‌های مالی، کران مؤثر نرخ بهره و شوک‌های قیمت انرژی، توان تحلیلی و پیش‌بینی را به‌طور معناداری افزایش داده است. همچنین این مدل‌ها ابزار مناسبی برای ارزیابی پیامدهای رفاهی قواعد سیاست پولی و مقایسه سیاست‌های اجرا شده با سیاست‌های بهینه فراهم می‌کنند، هرچند تجربه‌های اخیر تورمی، ضرورت تقویت ساختار عرضه و در نظر گرفتن پویایی‌های غیرخطی را برجسته می‌سازد.

«کارادی»^۳ و همکاران (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای، سیاست پولی بهینه رمزی در چارچوب قیمت‌گذاری وابسته به حالت بررسی می‌شود و نشان داده می‌شود که وجود منحنی فیلیس غیرخطی، موجب افزایش حساسیت تورم به فعالیت اقتصادی پس از شوک‌های بزرگ می‌گردد. نتایج بیانگر آن است که در مواجهه با شوک‌های هزینه‌ای، سیاست پولی بهینه امکان مهار مؤثرتر تورم را فراهم می‌کند، در حالی که در برابر شوک‌های بهره‌وری، تعهد به ثبات قیمت‌ها همچنان به‌عنوان قاعده‌ای بهینه باقی می‌ماند.

«آیسون»^۴ (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل DSGE سه‌کشوری، محرک‌های نوسانات نرخ ارز در اقتصادهای کوچک و باز (SOE) نشان داده شد که شوک‌های مالی خارجی، اصلی‌ترین عامل بی‌ثباتی نرخ ارز هستند؛ در حالی که شوک‌های داخلی نقش مکمل دارند و شوک‌های غیرمالی تأثیر قابل توجهی بر نوسانات ارز ندارند. یافته‌ها با تحلیل مدل خودرگرسیون برداری با متغیرهای برون‌زا نیز همخوانی دارد.

«یانگ»^۵ (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای، پویایی نرخ ارز چین با مدل DSGE اقتصاد باز بررسی شده است. یافته‌ها نشان می‌دهد که شوک‌های بهره‌وری، محرک اصلی نوسانات نرخ ارز واقعی هستند و شوک‌های پولی بیشترین اثر را بر نرخ ارزی اسمی دارند. علاوه بر این، گنجانیدن شوک‌های خبری محدود شده تأثیر قابل توجهی بر نتایج مدل پایه ایجاد نمی‌کند.

«بیلی»^۶ و همکاران (۲۰۲۴) در مطالعه‌ای نشان داده شده است که در چارچوب یک مدل کینزی جدید و در شرایطی که نرخ بهره طبیعی به‌طور پایدار منفی و نرخ بهره اسمی با کران صفر مواجه است، سیاست پولی بهینه به‌گونه‌ای طراحی می‌شود که اقتصاد به تدریج به تعادلی با تورم مثبت میانگین همگرا شود. نتایج نشان می‌دهند که حتی در حضور محدودیت کران صفر، بانک مرکزی می‌تواند با استفاده از قواعد غیرخطی نرخ بهره، مسیرهای باثبات و یکتایی برای تورم و تولید در مواجهه با شوک‌ها ایجاد کند.

¹Barg et al

² Coenen et al

³ Karadi et al

⁴ Aïsson

⁵ Yang

⁶ Billi et al

«چن»^۱ و همکاران (۲۰۲۳) در مطالعه ای اصطکاک‌های بازار ارز و نقش بالقوه مداخلات ارزی را در اقتصادهای نوظهور (EME)^۲ و برخی کشورهای پیشرفته (AE)^۳ با هدف‌گذاری تورم بررسی می‌کند. نتایج نشان می‌دهد که سیاست نرخ بهره به‌تنهایی ممکن است برای تثبیت تولید و تورم پس از شوک‌های خروج سرمایه کافی نباشد و مداخلات ارزی می‌تواند کارایی سیاست‌ها را بهبود بخشد. نتایج همچنین تفاوت‌های ساختاری بین کشورهای توسعه‌یافته (AE) و بازارهای نوظهور (EME)، به‌ویژه در عمق بازار ارز، و اهمیت درون‌زایی رفتار مداخلات ارزی را برجسته می‌کند؛ این امر استفاده‌گزینی از مداخلات ارزی در برخی بازارهای نوظهور را توجیه می‌کند.

«هوفمان»^۴ و همکاران (۲۰۲۴) در یک مطالعه نشان داده شده است که بانک‌های مرکزی که تحت چارچوب هدف‌گذاری تورم یا رژیم‌های مشابه عمل می‌کنند، اهداف خود را به‌صورت هدفمند دنبال کرده و به تورم ناشی از تقاضا واکنش قوی‌تری نسبت به تورم ناشی از عرضه نشان می‌دهند. این یافته از تخمین قواعد سیاست پولی نوع تیلور برای هفت اقتصاد پیشرفته به‌دست آمده و با توصیه‌های نظریه پولی و رویه‌های رسمی بانک‌های مرکزی همخوانی دارد. همچنین، نشان داده شده است که در دوره افزایش تورم پس از پاندمی، نرخ‌های سیاستی ابتدا با تأخیر واکنش نشان دادند، اما نهایتاً به سطوح پیش‌بینی شده توسط قواعد هدفمند تیلور رسیدند.

«حیدریان» و همکاران (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل‌های DSGE نشان داده شده است که شوک‌های ناشی از تحریم باعث افزایش نرخ بهره، تورم، مصرف و واردات و کاهش تولید، صادرات، سرمایه‌گذاری و فروش نفت می‌شوند. همچنین، سیاست‌های پولی و مالی قادر به کاهش اثرات تحریم هستند و به‌ویژه سیاست پولی نقش مؤثرتری در مهار آثار کوتاه‌مدت و میان‌مدت تحریم‌ها ایفا می‌کند؛ این امر ضرورت طراحی هماهنگ سیاست‌های اقتصادی برای حفظ ثبات و تاب‌آوری مالی را برجسته می‌سازد.

«پوراکیور» و همکاران (۱۴۰۳) در این مطالعه، سیاست پولی بهینه در شرایط عدم قطعیت در اقتصاد ایران بررسی شده و نقش دو رویکرد «قیمت‌گذاری کالوو»^۵ و «روتنبرگ»^۶ تحلیل می‌شود. نتایج نشان می‌دهند که سیاست پولی بهینه، همزمان تورم و شکاف تولید را تثبیت کرده و با کاهش انگیزه‌های احتیاطی خانوارها و بنگاه‌ها، ثبات اقتصادی را ارتقا می‌دهد.

«زارعی» و همکاران (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل DSGE مبتنی بر رویکرد کینزی جدید، آثار همزمان تحریم‌های اقتصادی و نقش صندوق توسعه ملی بر متغیرهای کلان ایران تحلیل شده است. نتایج نشان می‌دهد که تحریم‌های صادراتی غیرنفتی و کالاهای واسطه‌ای بیشترین تأثیر منفی را بر تولید، اشتغال، تورم و دستمزد دارند، در حالی که تحریم‌های نفتی اثر محدودتری بر اقتصاد دارند. همچنین صندوق توسعه ملی قادر به کاهش نوسانات ارزی ناشی از تحریم‌ها نیست و کارکرد آن در مهار تکانه‌های خارجی به‌طور قابل‌توجهی محدود شده است.

«نظری» و همکاران (۱۴۰۳) در مطالعه‌ای با استفاده از یک مدل DSGE شامل شبکه بانکی، آثار سیاست پولی مبتنی بر نرخ سود واقعی صفر بر متغیرهای کلان ایران تحلیل شده است. نتایج نشان می‌دهد که سیاست پولی طی دوره ۱۳۸۸-۱۴۰۰ انفعالی بوده و توانایی واکنش کافی به شوک‌های اقتصادی را ندارد. شبیه‌سازی‌ها نیز حاکی از محدودیت این قاعده در بازگرداندن اقتصاد به تعادل پایدار هستند، که ضرورت بازبینی سیاست نرخ سود واقعی صفر را برای تضمین ثبات کلان برجسته می‌سازد.

«نصیری» و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)، سیاست پولی اختیاری در اقتصاد ایران تحلیل شده و اعتبار بانک مرکزی در مدیریت تورم و نرخ ارز برآورد می‌شود. نتایج نشان می‌دهد که اعتبار

¹ Chen et al

² Emerging Market Economies

³ Advanced Economies

⁴ Hofmann et al

⁵ Calvo pricing

⁶ Rotemberg pricing

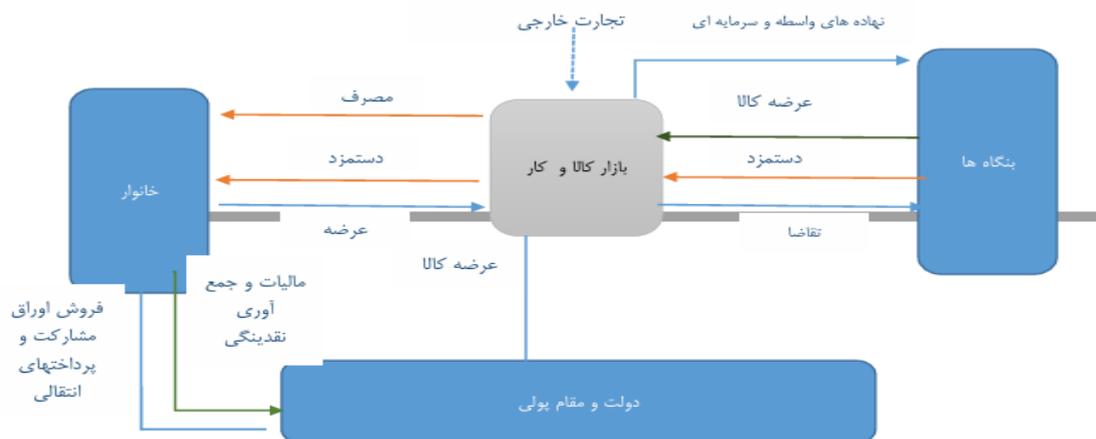
مقامات پولی در هر دو حوزه بسیار پایین است و تخصیص وزن بالاتر به کاهش شکاف نرخ ارز، همراه با وزن برابر برای سایر اهداف، کمترین نوسانات و زیان اجتماعی را ایجاد می‌کند. همچنین، اعتبار بالاتر سیاست‌گذار باعث تثبیت سریع‌تر متغیرهای کلان می‌شود، زیرا فعالان اقتصادی اثر شوک‌ها را موقتی تلقی کرده و تصمیمات خود را بر اساس آن تنظیم نمی‌کنند؛ این امر اهمیت طراحی سیاست پولی با توجه به اعتبار مقامات را برجسته می‌سازد.

«ذریه محمدعلی» و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه‌ای، کارایی سیاست‌های پولی و مالی در ایران با تمرکز بر واکنش به شکاف تولید بررسی شده است. یافته‌ها نشان می‌دهند که بانک مرکزی به تغییرات شکاف تولید واکنش محدودی دارد، در حالی که دولت با سیاست‌های انبساطی پاسخ می‌دهد. این امر نشان‌دهنده انحراف رفتار عملی سیاست‌های مالی از قواعد استاندارد تیلور و اهمیت نقش دولت در مدیریت نوسانات تولید است.

«الباجی» و همکاران (۱۳۹۸) در مطالعه‌ای با استفاده از چارچوب مکتب کینزی‌های جدید و مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)، یک مدل کلان قابل برآورد برای اقتصاد ایران طراحی کردند و آثار سیاست‌های پولی و ارزی را بر متغیرهای کلان اقتصادی تحلیل نمودند. شبیه‌سازی‌ها نشان داد که ابزارهایی مانند نرخ سود بانکی، ذخایر ارزی بانک مرکزی و نرخ تغییر ارز اسمی، تأثیر قابل توجهی بر تراز تجاری واقعی، شکاف تولید، تورم، نرخ ارز واقعی و دارایی‌های خارجی دارند. همچنین، مقایسه رژیم‌های ارزی مختلف نشان داد که نظام ارزی مدیریت‌شده (میانی) نسبت به نظام‌های شناور و میخکوب‌شده، نوسانات کمتری در متغیرهای کلان ایجاد کرده و بیشترین پایداری را فراهم می‌کند.

۴- روش‌شناسی تحقیق

مطابق پژوهش گالی و موناسلی (۲۰۰۵)، پژوهش حاضر یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای اقتصاد ایران ارائه می‌دهد که بر اساس چارچوب نیستاکو (۲۰۱۲) تنظیم شده است. ساختار مدل شامل خانوارها، بنگاه‌ها، دولت و بانک مرکزی است و ویژگی‌های منحصر به فردی نسبت به مطالعات پیشین دارد؛ از جمله وارد کردن بازار سرمایه و پویایی قیمت سهام به عنوان کانال‌های اثرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری پولی. بدین ترتیب، این رویکرد امکان بررسی دقیق‌تر اثرات سیاست‌های پولی را در شرایطی فراهم می‌کند که بازار سرمایه نقش تعیین‌کننده‌ای در انتقال سیاست‌ها به بخش واقعی اقتصاد ایفا می‌کند.



۱-۴ خانوارها

فرض می‌شود که اقتصاد از تعداد زیادی خانوار تشکیل شده است که با اندیس i نشان می‌دهیم و همه آنها همگن هستند. خانوارها از مصرف کالاها و نگهداری مانده‌های حقیقی پول مطلوبیت کسب می‌کنند و با ارایه کار بیشتر از مطلوبیتش کاسته می‌شود زیرا فراغت وی کاهش می‌یابد. ارزش حال مطلوبیت‌هایی که خانوار نماینده در طول دوران زندگی خود به دست می‌آورد، که در آن β عامل تنزیل زمانی است، شکل تابع مطلوبیت خانوار که تابعی از مصرف کل خانوار، مانده حقیقی پول و عرضه کار می‌باشد، به شرح معادله (۱) است:

$$E_0 \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i U_t^i(0)$$

$$E_0 \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i U_t^i = \left[\frac{1}{1-\sigma_c} (c_t^i - hc_{t-1})^{1-\sigma_c} - \frac{1}{1+\sigma_l} (L_t^i)^{1+\sigma_l} \frac{1}{1-\sigma_m} \left(\frac{M_t^{c,t}}{P_t^c} \right)^{1-\sigma_m} \right] \quad (1)$$

در معادله شماره (۱) کالاهای مصرفی از ترکیبی از کالاهای مصرفی تولید داخل و وارداتی متفاوت تشکیل شده است که توسط تولیدکنندگان داخلی و واردات تامین می‌شود. در تابع مطلوبیت شماره (۱)، σ_c ضریب ریسک‌گریزی نسبی را بیان می‌کند که عکس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف را نشان می‌دهد. پارامتر σ_l بیانگر عکس کشش عرضه نیروی کار نسبت به دستمزد واقعی و σ_m عکس کشش مانده حقیقی پول $(m_t^{c,t} = \frac{M_t^{c,t}}{P_t^c})$ نسبت به نرخ بهره را نشان می‌دهد. تابع مطلوبیت در معادله (۱)، عادات بیرونی (رفتار چشم هم‌چشمی) رفتار مصرف‌کننده را منعکس می‌کند که این عادات به میزان متوسط مصرف سرانه اقتصاد بستگی دارد. لذا هر خانوار نماینده در اقتصاد در زمان t وقتی که مصرف وی از h درصد متوسط مصرف سرانه اقتصاد در دوره $t-1$ بزرگتر باشد، از مصرف بیشتر مطلوبیت مثبت کسب می‌کند که در آن h بیانگر آن است که نشان‌دهنده تمایل مصرف‌کننده برای هموار کردن سطح مصرف خود نسبت به متوسط مصرف سرانه در دوره‌های گذشته است. هر چه h بالا باشد درجه وابستگی بالایی از عادت مصرفی را نشان می‌دهد.

انتخاب سبد مصرفی و به دست آوردن توابع تقاضای مصرف

در معادله (۱) فرض می‌شود مصرف کل به قیمت حقیقی (C_t^i) ، ترکیبی از مصرف کالاهای داخلی (C_t^d) و کالاهای وارداتی (C_t^m) است که به ترتیب توسط بنگاه‌های تولیدی داخلی و وارداتی تامین می‌شود. این کالاها از طریق جمعگر دیگسیت-استیگلیتز با هم ترکیب می‌شوند، یعنی

$$c_t = \left[\xi_c \frac{1}{\mu_c} (c_t^d)^{\frac{\mu_c-1}{\mu_c}} + (1-\xi_c) \frac{1}{\mu_c} (c_t^m)^{\frac{\mu_c-1}{\mu_c}} \right]^{\frac{\mu_c}{\mu_c-1}} \quad (2)$$

که در آن ξ_c و $(1-\xi_c)$ به ترتیب سهم کالاهای تولیدی داخلی و وارداتی در کل سبد مصرفی خانوارها و η_c کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی و وارداتی را نشان می‌دهد. در حالت کلی، مسئله تصمیم‌گیری خانوار را می‌توان در دو مرحله بررسی کرد. در مرحله اول، خانوار تصمیم می‌گیرد که چه ترکیبی از کالاهای مصرفی را انتخاب کند تا هزینه‌ی دستیابی به سطح مشخصی از مصرف کالای ترکیبی به حداقل برسد. در این مرحله، خانوارها هزینه خرید مصرف ترکیبی (C_t) را حداقل می‌کنند. در مرحله دوم با توجه به هزینه دسترسی در هر سطح معینی از مصرف C_t ، خانوار مقادیر بهینه‌ای از L_t ، M_t^c ، C_t ، را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که مطلوبیت آن حداکثر شود. برای انجام مرحله‌ی اول، خانوارها هزینه‌ی خرید سطح مصرف ترکیبی C_t را حداقل می‌کنند. در خصوص انتخاب کالاهای مصرفی تولید داخل و وارداتی، آنها مسئله (۳) را حل می‌کنند:

$$\min_{C_t^d} P_t^d C_t^d + P_t^m C_t^m \quad (3)$$

s. t

$$c_t = \left[\xi_c \frac{1}{\mu_c} (c_t^d)^{\frac{\mu_c-1}{\mu_c}} + (1-\xi_c) \frac{1}{\mu_c} (c_t^m)^{\frac{\mu_c-1}{\mu_c}} \right]^{\frac{\mu_c}{\mu_c-1}}$$

که در آن C_t^d و C_t^m به ترتیب مصرف کالاهای تولید داخل و کالاهای وارداتی و P_t^d و P_t^m به ترتیب شاخص قیمت کالاهای داخلی و کالاهای وارداتی است. از حل شرایط مرتبه اول رابطه (۳) می‌توان توابع تقاضا برای کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی به صورت رابطه (۴) به دست آورد:

$$c_t^m = (1 - \xi_c) \left(\frac{P_t^m}{P_t^c} \right)^{-\mu_c} c_t \quad (4)$$

$$c_t^d = \xi_c \left(\frac{P_t^d}{P_t^c} \right)^{-\mu_c} c_t \quad (5)$$

با جایگزینی روابط (4) و (5) در سید مصرفی خانوارها $P_t^c c_t = P_t^d c_t^d + P_t^m c_t^m$ شاخص کل قیمت مصرف کننده (P_t^c)، با اجزای آن به دست می‌آید، یعنی

$$P_t^c = \left[\xi_c (P_t^d)^{1-\eta_c} + (1 - \xi_c) (P_t^m)^{1-\eta_c} \right]^{\frac{1}{1-\eta_c}} \quad (6)$$

که در آن P_t^c بیانگر تغییرات شاخص کل قیمت مصرف کننده است. بعد از اینکه ترکیب بهینه کالاها در مرحله اول تعیین شد، در مرحله سوم، هدف خانوارها این است که تابع مطلوبیت مورد انتظار خود را نسبت به قید بودجه بین دوره‌ای حداکثر کنند. در مرحله دوم، بعد از اینکه ترکیب بهینه کالاها در مرحله اول تعیین شد، هدف خانوارها این است که مقادیر بهینه‌ای از مصرف C_t ، نیروی کار L_t و دارایی‌های مالی را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که مطلوبیت او حداکثر شود. دارایی‌های مالی خانوارها از پول، اوراق مشارکت و سهام تشکیل شده است. پول بازدهی اسمی ندارد ولی به اوراق مشارکت سودی (بهره‌ای) با نرخ r_t^d تعلق می‌گیرد. به سهام سود تقسیمی (در صورت وجود) و عایدی سرمایه تعلق می‌گیرد. میزان دارایی‌های مالی خانوارها در پایان دوره t شامل پول نقد، اوراق مشارکت، سیدی از سهام $N_t(j)$ که توسط بنگاه‌های واسطه‌ای I ام منتشر می‌شود. قیمت اسمی هر سهم بنگاه I در دوره t با $P_t^s(j)$ نشان می‌دهیم. بنابراین، ثروت سهام خانوار I ام شامل سیدی از سهام بنگاه‌های واسطه‌ای است، که هر کدام از این سهام دارای سود تقسیمی با ارزش اسمی $DV_t(j)$ می‌باشد. بنابراین، در شروع هر دوره منابع درآمدی خانوارها شامل اجاره دستمزد، سرمایه و مجموعه‌ای از ثروت مالی از دوره قبل (شامل پول، اوراق مشارکت و سهام) می‌باشد.

برای مدل سازی دارایی سهام از مطالعات نیستاکو (۲۰۰۳ و ۲۰۱۰) استفاده می‌کنیم. دارایی‌های (ثروت) سهام خانوار I ام را که از دوره قبل به همراه داشته ($\Omega_{t-1}^{*,i}$) را می‌توان به صورت رابطه (۷) نوشت:

$$\Omega_{t-1}^{*,i} = \int_0^1 (P_t^s(j) + DV_t(j)) N_t(j) dj \quad (7)$$

قید بودجه بین دوره‌ای خانوارها را بر حسب قیمت‌های حقیقی را می‌توان بصورت رابطه (۸) بیان کرد:

$$c_t^i + I_t^i + b_t^i + \frac{1}{P_t^c} \int_0^1 P_t^s(j) \frac{N_t(j)}{\varepsilon_t^s} dj + m_t^{c,i} = (1 + r_{t-1}^d) \frac{b_{t-1}^i}{\pi_t^c} + \frac{m_{t-1}^{c,i}}{\pi_t^c} + \frac{1}{P_t^c} \Omega_{t-1}^{*,i} + TR_t^i - T_t^i + y_t^i \quad (8)$$

که در آن I_t^i میزان سرمایه‌گذاری، b_t^i اوراق مشارکت، r_{t-1}^d بیانگر نرخ بهره اسمی اوراق مشارکت، T_t^i مالیات خانوارها (مالیات مستقیم، غیر مستقیم و ارزش افزوده)، TR_t^i پرداخت‌های انتقالی دولت، P_t^i شاخص قیمت سرمایه‌گذاری است و خانوار ثروت خود را بصورت مانده واقعی پول $m_t^{c,i}$ و اوراق مشارکت b_t^i نگهداری می‌کنند، نرخ تورم بر مبنای شاخص کل قیمت مصرف کننده، ε_t^s تکانه قیمت سهام است که در واقع حباب قیمت را تشکیل می‌دهد. سایر متغیرها قبلاً در متن تعریف شده است و y_t^i بیانگر درآمد خانوارها است که بصورت رابطه (۹) تعریف شد:

$$y_t^i = \frac{W_t^i}{P_t^c} L_t^i + R_t^k k_{t-1}^i - k_{t-1}^i + Div_t^i \quad (9)$$

درآمد کل خانوارها از محل دستمزد نیروی کار ($\frac{W_t^i}{P_t^c} L_t^i$)، اجاره سرمایه منهای هزینه مربوط به تغییرات در نرخ بهره‌برداری از ظرفیت سرمایه و سودهای تقسیم شده بنگاه‌های تولیدکننده کالاها و واسطه‌ای Div_t^i به دست می‌آید. در رابطه (۹)، W_t^i

¹Nistico

دستمزد اسمی، R_t^k نرخ بازدهی حقیقی سرمایه می‌باشد. موجودی سرمایه در مالکیت خانوارها است و به عنوان عامل تولید همگن در فرایند تولید مورد استفاده قرار می‌گیرد. خانوارها موجودی سرمایه خود را با نرخ R_t^k به بنگاه‌های تولیدکننده کالاها می‌واسطه‌ی اجاره می‌دهند. فرض می‌شود که فرایند انباشت سرمایه از طریق معادله (۱۰) انجام می‌شود:

$$k_t^i = (1 - \delta)k_{t-1}^i + \left[1 - S\left(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i}\right) \right] I_t^i \quad (10)$$

که در آن δ نرخ استهلاک سرمایه‌گذاری، I_t^i سرمایه‌گذاری ناخالص بخش خصوصی و $S(0)$ تابع هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری می‌باشد که تابعی مثبت از تغییرات در سرمایه‌گذاری می‌باشد. $S(0)$ در واقع بیانگر منابعی است که برای تبدیل سرمایه‌گذاری جدید به موجودی سرمایه از دست می‌رود. در حالت تعادل ایستا $S'(1) = S(1) = 0$ و $S'' > 0$ است، لذا هزینه تعدیل تنها به مشتق دوم بستگی دارد.

با توجه به توضیحات فوق، مسئله خانوارها حداکثر کردن تابع مطلوبیت نسبت به قید بودجه است. در فرایند بهینه‌یابی، خانوارها میزان مصرف، پول، سرمایه‌گذاری در سهام، سپرده‌گذاری، عرضه نیروی کار، موجودی سرمایه، سرمایه‌گذاری و میزان بهره‌برداری از سرمایه را به گونه‌ای انتخاب می‌کنند که تابع هدف‌شان نسبت به قید بودجه حداکثر شود:

$$\begin{aligned} \max E_t \sum_{t=0}^{\infty} & \left\{ \frac{1}{1-\sigma_c} (c_t^i - hc_{t-1}^i)^{1-\sigma_c} - \frac{1}{1+\sigma_l} (L_t^i)^{1+\sigma_l} + \right. \\ & \left. \frac{1}{1-\sigma_m} \left(\frac{M_t^{c,t}}{P_t^c} \right)^{1-\sigma_m} \right\} + \lambda_t \left[(1+r_{t-1}^d) \frac{b_{t-1}^i}{\pi_t^c} + \frac{m_{t-1}^{c,i}}{\pi_t^c} + \frac{1}{P_t^c} \Omega_{t-1}^{*,i} + TR_t^i - T_t^i + \frac{W_t^i}{P_t^c} L_t^i + R_t^k k_{t-1}^i - \right. \\ & \left. k_{t-1}^i + Div_t^i - c_t^i - I_t^i - b_t^i - m_t^{c,i} - \frac{1}{P_t^c} \int_0^1 P_t^s(j) \frac{N_t(j)}{\varepsilon_t^s} dj \right] + Q_t \left[(1-\delta)k_{t-1}^i + \right. \\ & \left. \left[1 - S\left(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i}\right) \right] I_t^i - k_t^i \right] \end{aligned}$$

که در آن λ_t ضریب فرایند مربوط به قید بودجه و Q_t ضریب فرایند مربوط به موجود سرمایه‌ای است. شرایط مرتبه اول برای هر دوره $t \geq 0$ بشرح زیر است:

$$(\partial c_t) \quad (c_t - hc_{t-1})^{-\sigma_c} = \lambda_t \quad (11)$$

$$(\partial I_t) \quad Q_t \left[1 - S\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) - S'\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right) \cdot \frac{I_t}{I_{t-1}} \right] + \beta E_t Q_{t+1} S'\left(\frac{I_{t+1}}{I_t}\right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t}\right)^2 = \lambda_t \quad (12)$$

$$(\partial K_t) \quad Q_t = \beta E_t \lambda_{t+1} R_{t+1}^k + \beta(1-\delta) E_t Q_{t+1} \quad (13)$$

$$(\partial b_t) \quad Q_t = \beta E_t \lambda_{t+1} (1+r_t^d) \frac{1}{\pi_{t+1}^c} = \lambda_t \quad (14)$$

$$(\partial m_t^c) \quad \varepsilon_t^M (m_t^c)^{-\sigma_m} = \lambda_t - \beta E_t \lambda_{t+1} \frac{1}{\pi_{t+1}^c} \quad (15)$$

$$(\partial L_t) \quad -L_t^{\sigma_l} + \lambda_t \frac{W_t}{P_t^c} = 0 \quad (16)$$

$$(\partial N_t) \quad \frac{1}{P_t^c \varepsilon_t^s} \lambda_t P_t^s(j) + E \left\{ \beta \frac{1}{P_{t+1}^c} \lambda_{t+1} (P_{t+1}^s(j) + DV_{t+1}(j)) \right\} = 0 \quad (17)$$

از ترکیب معادلات (۱۱) و (۱۳) می‌توان به رابطه تعادلی بین زمانی مصرف بصورت رابطه (۱۸) رسید:

^۱ در شرایط مرتبه اول اندیس‌های i حذف شده است. یعنی شرایط مرتبه اول در بین تمام خانوارها در اقتصاد یکسان است (تعادل متقارن).

$$\beta E_t \lambda_{t+1} (1 + r_t^d) \frac{1}{\pi_{t+1}^c} = E_t \frac{(c_t)^{-\sigma_c}}{(c_{t+1})^{-\sigma_c}} \quad (18)$$

معادله (۱۹) تخصیص بهینه مصرف بین دوره‌ای خانوارها را نشان می‌دهد که خانوارها با توجه به نرخ تنزیل و نرخ سود این تخصیص را انجام می‌دهند. از ترکیب معادله (۱۱)، (۱۴) و (۱۶) می‌توان معادله تقاضای برای پول خانوارها را به دست آورد که به شرح رابطه (۱۹) است:

$$(m_t^c)^{-\sigma_m} = (c_t)^{-\sigma_c} \times \frac{r_t^d}{1r_t^d} \quad (19)$$

مانده حقیقی پول با مصرف رابطه مثبت و کشش آن برابر $\frac{\sigma_c}{\sigma_m}$ است ولی با نرخ سود (بهره) سپرده‌ها رابطه منفی دارد. از ترکیب معادلات (۱۱) و (۱۳) می‌توان رابطه Q نهایی توین را نوشت که از نسبت $q_t = \frac{Q_t}{\lambda_t}$ به دست می‌آید و بیانگر ارزش میزان سرمایه‌گذاری بر حسب هزینه جایگزینی سرمایه می‌باشد پس از انجام عملیات جبری لازم به ترتیب می‌توان به صورت رابطه (۲۰) نوشت:

$$1 = q_t \left[1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) - S' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \cdot \frac{I_t}{I_{t-1}} \right] + \beta E_t q_{t+1} \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} S' \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right)^2 \quad (20)$$

$$q_t = \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} [q_{t+1} (1 - \delta) + R_{t+1}^k] \quad (21)$$

معادله (۲۰) را می‌توان به عنوان معادله اویلر سرمایه‌گذاری تفسیر کرد که بیانگر مسیر بهینه سرمایه‌گذاری است. باید گفت که وقتی که هیچ هزینه تعدیل سرمایه‌گذاری وجود نداشته باشد، یعنی $S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right)$ معادله (۳۷) ارزش تنزیل شده جریان بازدهی آتی مورد انتظار سرمایه پس از تعدیلات لازم نسبت به نرخ استهلاک و نرخ بهره‌برداری از سرمایه را بیان می‌کند. گرچه در اقتصاد کینزی جدید به دلایل مختلفی چسبندگی دستمزدها وجود دارد و این دستمزدها از طریق اتحادیه‌های کارگری تعیین می‌شود ولی در این پژوهش فرایند چسبندگی تنها برای قیمت‌ها انجام شده و برای تبیین رفتار عرضه نیروی کار توسط خانوارها از شرایط مرتبه اول یعنی رابطه (۱۲) و (۱۶) استفاده می‌شود. یعنی خانوارها نیروی کار خود را در قیمت کاملاً رقابتی عرضه می‌کنند. لذا رابطه عرضه نیروی کار خانوارها را به صورت رابطه (۲۲) بیان می‌شود:

$$-L_t^{\sigma_l} (c_t - hc_{t-1})^{-\sigma_c} \frac{W_t}{P_t^c} = 0 \quad (22)$$

۴-۲-۲ بنگاه‌های داخلی

در این مدل، بنگاه‌های داخلی به دو گروه اصلی تقسیم می‌شوند: بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای و بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای نهایی. گروه نخست، یعنی بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای، با استفاده از نهاده‌هایی مانند نیروی کار همگن، سرمایه و سایر عوامل تولید، به تولید کالاهای واسطه‌ای می‌پردازند. گروه دوم، یعنی بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای نهایی، مسئولیت ترکیب کالاهای واسطه‌ای و تبدیل آن‌ها به کالاهای نهایی همگن را بر عهده دارند.

۴-۲-۱ رفتار بنگاه‌های تولیدکننده کالای نهایی

فرض بر این است که بنگاهی وجود دارد که کالاهای متمایز تولیدشده توسط بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای را خریداری می‌کند و از ترکیب آنها کالایی نهایی تولید و به خریداران نهایی می‌فروشد. تولیدکننده کالای نهایی، کالاهای واسطه‌ای که متمایز و جانشین ناقص همدیگر هستند را بر اساس یک جمعگر دیکسیت-استیگلیتز که به شکل ذیل تعریف می‌شود، ترکیب می‌کند:

$$y_t = \left[\int_0^1 y_t^j \frac{\epsilon-1}{\epsilon} dj \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \quad (23)$$

که در آن پارامتر ϵ مارک آپ قیمت در وضعیت باثبات است. بنگاه تولیدکننده کالای نهایی که در شرایط رقابت کامل عمل می‌کند، سعی می‌کند با توجه به قیمت‌های کالاهای متمایز واسطه‌ای، مقدار خرید خود از این کالاها را طوری تعیین می‌کند که سودش حداکثر یا هزینه‌اش حداقل شود. بنابراین مسئله حداکثر سازی سود بنگاه تولیدکننده نهایی را می‌توان به صورت رابطه (24) نوشت:

$$\begin{aligned} \max_{y_t^j} \quad & P_t^d y_t - \int_0^1 P_t^j y_t^j dj \\ \text{s.t} \quad & y_t = \left[\int_0^1 y_t^j \frac{\epsilon-1}{\epsilon} dj \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \end{aligned} \quad (24)$$

با حل شرایط مرتبه اول معادله (24)، تابع تقاضا برای محصول متمایز تولیدی هر یک از بنگاه‌های واسطه‌ای به صورت ذیل خواهد بود که تابعی از نسبت قیمت آن به قیمت کالای نهایی داخلی است:

$$y_t^j = \left(\frac{P_t^j}{P_t^d} \right)^{-\epsilon} y_t \quad j \in [0,1] \quad (25)$$

که در آن P_t^j قیمت کالای واسطه‌ای j ام و P_t^d شاخص قیمت کالاهای تولیدی داخلی است. با جایگزینی رابطه (25) در رابطه (23)، می‌توان رابطه بین شاخص قیمت کالای نهایی تولیدی داخلی و قیمت کالاهای واسطه‌ای را به دست آورد؛ این رابطه به صورت رابطه (26) نمایش داده می‌شود:

$$P_t^d = \left[\int_0^1 P_t^j \frac{1}{1-\epsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad (26)$$

۲-۲-۴ رفتار بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای

اقتصاد از زنجیره‌ای از بنگاه‌های رقابت انحصاری در بخش تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای تشکیل شده است که در دامنه $[0,1]$ شاخص بندی می‌شود، یعنی $(j \in [0,1])$. هر کدام از بنگاه‌ها کالاهای متمایزی تولید می‌کند. این بنگاه‌ها با به کارگیری نیروی کار و سرمایه و سایر نهاده‌ها به تولید کالاهای واسطه‌ای j می‌پردازند. این بنگاه‌ها نهاده‌های نیروی کار و سرمایه را به عنوان نهاده در فرآیند تولید استفاده می‌کنند. از آنجا که به دلیل سلطه گسترده دولت در اقتصاد بودجه‌های عمرانی نقشی مهم در ارتقای بهره‌وری بخش خصوصی ایفا می‌کنند، لازم است تشکیل سرمایه دولتی نیز در تابع تولید بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای لحاظ شود. بر این اساس، تابع تولید بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای با فرم کاب-داگلاس به صورت رابطه (27) تصریح می‌شود:

$$y_t^j = A_t L_t^{1-\alpha} K_t^{\alpha} \quad (27)$$

که در آن y_t^j بیانگر تولید ناخالص بنگاه j ، L_t^j نیروی کار مورد استفاده توسط بنگاه j ، K_t^j موجودی سرمایه توسط بنگاه j تعریف می‌شود. α بیانگر سهم مجموعه نهاده‌های مورد استفاده برای بنگاه مورد نظر در تابع تولید و α بیانگر سهم نیروی کار در تابع تولید بنگاه j را نشان می‌دهد A_t بیانگر بهره‌وری است.

بنگاه تولیدکننده کالای بخشی j ام به دنبال آن است که هزینه‌هایش را با توجه مقدار معین تولید حداقل می‌کند. لذا تابع هدف بنگاه j ام به صورت رابطه (28) است:

$$\min_{K_t^j, L_t^j} \frac{W_t}{P_t^d} L_t^j + R_t^k K_t^j \quad (28)$$

s.t.

$$y_t^j = A_t L_t^{j(1-\alpha)} K_t^{j\alpha}$$

که در آن W_t دستمزد اسمی بخشی، R_t^k نرخ بازدهی سرمایه و y_t^j تقاضای کالای زام است. اگر شرط مرتبه اول مربوط به مسئله بهینه‌یابی بنگاه‌ها را بدست آوریم، بنابراین هزینه نهایی بنگاه بر حسب قیمت‌های واقعی را می‌توان به صورت رابطه (29) نوشت:

$$\frac{W_t}{P_t^d} = A_t \mu_t (1-\alpha) L_t^{j(1-\alpha)} K_t^{j\alpha} (L_t^{j(1-\alpha)} K_t^{j\alpha})^{-1} = \mu_t (1-\alpha) \frac{y_t^j}{L_t^j} \quad (29)$$

$$R_t^k = A_t \mu_t (\alpha) L_t^{j(1-\alpha)} K_t^{j\alpha-1} = \mu_t \alpha \frac{y_t^j}{K_t^j} \quad (30)$$

که در آن μ_t ضریب لاگرانژ و بیانگر هزینه نهایی بر حسب قیمت‌های حقیقی است. از ترکیب دو معادله (29) و (30) رابطه نسبت سرمایه به نیروی کار به صورت رابطه (31) بدست می‌آید:

$$\frac{\alpha W_t}{(1-\alpha) R_t^k P_t^d} = \frac{K_t^j}{L_t^j} \quad (31)$$

هزینه نهایی بنگاه‌های داخلی برابر است با $MC_t = \frac{W_t}{MP_L}$ ، بنابراین هزینه نهایی بنگاه را بر حسب قیمت‌های حقیقی می‌توان به صورت رابطه (32) نوشت:

$$mc_t = \frac{W_t}{(1-\alpha) P_t^d \frac{y_t^j}{L_t^j}} \quad (32)$$

مسئله دیگری که بنگاه تولیدکننده کالای واسطه‌ای با آن مواجه است، تعدیل قیمت‌ها است. در این پژوهش برای تعدیل قیمت‌ها از روش کالو (1983)¹ استفاده می‌کنیم. یعنی در هر دوره تنها $(1-\theta_p)$ درصد از آنها قادر خواهند بود تا بطور بهینه قیمت محصول خود را تعدیل کنند، بقیه بنگاه‌ها (θ_p) درصد که نمی‌توانند در دوره جاری قیمت‌ها را بصورت بهینه تعیین کنند. براساس قیمت‌های گذشته با استفاده از فرمول رابطه (33) بصورت جزئی قیمت‌ها را شاخص‌بندی می‌کنند. (شاخص نسبی نسبت به یک دوره پایه)

$$P_{t1}^i = (\pi_t^i)^{\tau_p} P_t^i \quad (33)$$

که در آن $\pi_t^i = \frac{P_t^i}{P_{t-1}^i}$ بیانگر نرخ تورم تولیدات بخش i و τ_p پارامتری است که درجه شاخص‌بندی قیمت‌ها را نشان می‌دهد. در هر دوره $t \geq 0$ ، هدف بنگاه‌های تولیدی سه بخش داخلی آن است که ارزش حال جریان سود مورد انتظار دوره‌های آینده را با توجه به تابع تقاضا برای محصول که از سوی تولیدکنندگان نهایی انجام می‌شود، حداکثر می‌کنند، یعنی

$$\text{Max}_{P_t^i} \mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_p)^k \frac{\lambda_{t+k}}{\lambda_t} \left\{ \prod_{s=1}^k (\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_p} \frac{P_t^i}{P_{t+k}^d} - mc_{t+k}^i \right\} y_{t+k}^i \quad (34)$$

s.t.

$$y_{t+k}^i = \left[\prod_{s=1}^k (\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_p} \frac{P_t^i}{P_{t+k}^d} \right]^{-\zeta} y_{t+k} \quad \forall k \geq 0$$

¹ Calvo

مفهوم $\frac{\lambda_{tk}}{\lambda_t}$ آن است که یک واحد کالای مصرفی دوره tk چه قدر برای خانوارها در دوره t ارزش دارد. λ_{tk} در واقع مطلوبیت نهایی درآمد اسمی در دوره tk است که برای بنگاه‌های واسطه‌ای برون‌زا است. از آنجائی که خانوارها مالک بنگاه‌ها هستند، لذا سود بنگاه با استفاده از عامل تنزیل بر حسب مطلوبیت نهایی دوره tk برای دوره t بیان می‌شود. پس از انجام عملیات جبری بیشتر روی معادله قبلی به رابطه (۳۵) می‌رسیم:

$$\text{Max}_{P_t^i} \mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_p)^k \frac{\lambda_{t+k}}{\lambda_t} \left\{ \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_p} P_t^i}{\pi_{t+s}^i P_t^d} \right]^{1-\zeta} - \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_p} P_t^i}{\pi_{t+s}^i P_t^d} \right]^{-\zeta} mc_{t+k}^i \right\} y_{t+k} \quad (35)$$

با مشتق‌گیری از رابطه (۳۵) اخیر نسبت به قیمت بهینه بنگاه (\bar{P}_t) ، شرط مرتبه اول بصورت زیر خواهد بود:
پس از ساده‌سازی (حذف مقادیر ثابت از طرفین) و استفاده از تعادل متقارن^۱، مسئله بهینه‌یابی بنگاه را می‌توان به صورت رابطه (۳۶) خلاصه نمود:

$$\mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_p)^k \lambda_{t+k} (\zeta - 1) \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_p}}{\pi_{t+s}^i} \right]^{1-\zeta} \frac{\bar{P}_t}{P_t^d} y_{t+k} \quad (36)$$

$$= \mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_p)^k \lambda_{t+k} \zeta \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_p} \bar{P}_t}{\pi_{t+s}^i P_t^d} \right]^{-\zeta} \bar{P}_t^{-1} mc_{t+k}^i y_{t+k}$$

همان‌طور که بیان شد چون تمام بنگاه‌ها از یک تکنولوژی تابع تولید استفاده نموده که در آن نسبت عوامل تولید بهینه در بین تمام بنگاه‌ها یکسان است و این امر منجر به آن می‌شود که قیمت \bar{p} برای تمام بنگاه‌ها یکسان است (تعادل متقارن $\bar{P}_t = P_t^i$) رابطه (۳۶) نشان می‌دهد قیمتی که توسط بنگاه آم در زمان t ، تعیین می‌شود تابعی از هزینه‌های نهایی مورد انتظار آینده است و برابر است با یک مقدار افزوده (مارک آپ) بر روی هزینه‌های نهایی موزون. اگر قیمت‌ها کاملاً انعطاف پذیر باشد ($\theta_p = 0$)، مقدار افزوده (مارک آپ) ۲ در زمان t برابر است با $\left(\frac{\zeta}{\zeta-1}\right)$ که در این صورت $mc_t^i = \left(\frac{\zeta}{\zeta-1}\right) \bar{P}$ می‌باشد که همان شرط رقابت انحصاری در حالت انعطاف پذیری کامل قیمت‌ها است که در آن قیمت برابر است با یک مقدار افزوده (مارک آپ) به علاوه هزینه نهایی اسمی. ولی وقتی قیمت‌ها چسبندگی داشته باشند ($\theta_p > 0$)، مقدار افزوده (مارک آپ) در طول زمان وقتی که اقتصاد با تکانه برون‌زا مواجه می‌شود، تغییر می‌کند. یک تکانه مثبت طرف تقاضا مارک آپ را پایین آورده و اشتغال، سرمایه‌گذاری و محصول را تحریک می‌کند.

با توجه به اینکه در هر دوره زمانی تنها $1 - \theta_p$ درصدی از بنگاه‌ها می‌توانند قیمت‌هایشان را بصورت بهینه تعدیل کنند و مابقی بنگاه‌ها، قیمت‌ها را براساس قیمت دوره‌های قبل شاخص‌بندی می‌کنند. لذا با استفاده از رابطه (۳۶) شاخص قیمت کل در زمان t براساس فرمول متوسط وزنی رابطه (۳۷) عمل می‌کند.

$$[P_t^d]^{1-\zeta} = \theta_p [(\pi_{t-1}^d)^{\tau_p} P_{t-1}^d]^{1-\zeta} + (1 - \theta_p) [\bar{P}_t]^{1-\zeta} \quad (37)$$

۳-۴ رابطه نرخ ارز حقیقی، انتقال اثر نرخ ارز و انحراف از برابری قدرت خرید (PPP)

در شرایطی که اثر نرخ ارز بر قیمت واردات بر حسب پول داخلی به‌طور کامل منتقل نشود، قانون قیمت واحد برقرار نخواهد بود و این امر بر رابطه بین نرخ ارز و نسبت مبادله تأثیر می‌گذارد. بر اساس تعریف، نرخ ارز واقعی را می‌توان به صورت رابطه (۳۸) (برحسب لگاریتم و به شکل خطی) بیان کرد:

$$\widehat{r\hat{e}r}_t = \widehat{EX}_t + \hat{p}_t^* - \hat{p}_t^c = (\widehat{EX}_t + \hat{p}_t^* - \hat{p}_t^{im}) + \hat{p}_t^{im} - \hat{p}_t^c = \hat{\varphi}_t^{im} + \hat{p}_t^{im} - \hat{p}_t^c \quad (38)$$

¹ symmetric equilibrium

² mark-up

که در آن $\hat{p}_t^c, \hat{p}_t^{im}, \hat{p}_t^*$ به ترتیب بیانگر انحراف شاخص کل قیمت مصرف‌کننده (CPI) در ایران، شاخص قیمت واردات، شاخص کل قیمت مصرف‌کننده کشورهای خارجی از سطح تعادلی بلندمدت خود و \widehat{EX}_t انحراف نرخ ارز اسمی در بازار آزاد از سطح تعادلی بلندمدت خود مشاهده می‌شود. در رابطه (۳۸)، $\hat{\varphi}_t^{im} = \widehat{EX}_t + \hat{p}_t^* - \hat{p}_t^{im}$ ، معیاری برای انحراف از قانون قیمت واحد می‌باشد و بیانگر میزان انحراف قیمت جهانی واردات از قیمت واردات در بازار داخلی می‌باشد. معادله (۳۹) بیان می‌کند که دو عامل منبع اصلی انحراف از PPP است. اولی بخاطر انحراف از قانون قیمت واحد است که با $\hat{\varphi}_t^{im}$ بیان می‌شود. در شرایطی که انتقال اثر نرخ ارز بر قیمت واردات بر حسب پول داخلی کامل نباشد، شکاف قیمت واحد موجب نوسان نرخ ارز حقیقی می‌شود. لذا جزء $\hat{\varphi}_t^m$ نقش مهمی در تعیین پویائیهای تورم واردات ایفا می‌کند. دومی به سبب انحراف قیمت‌های داخلی از خارجی است که در رابطه مبادله خودش را نشان می‌دهد.

رابطه (۳۸) را می‌توان بر حسب نرخ تورم به صورت رابطه (۳۹) بیان نمود:

$$\widehat{rer}_t = \widehat{rer}_{t-1} \hat{\varphi}_t^{im} + \hat{\varphi}_{t-1}^{im} + \hat{\pi}_t^{im} - \hat{\pi}_t^c \quad (39)$$

۴-۴ پویائی‌های قیمت سهام

معادله شماره (۱۷) پویائی‌های بازده سهام را نشان می‌دهد. با ترکیب معادلات (۱۱) و (۱۷)، پویائی‌های بازده سهام (شامل سود تقسیمی و عایدی سرمایه) را می‌توان به صورت رابطه (۴۰) نوشت:

$$P_t^s(j) = \varepsilon_t^s E \left\{ \beta \frac{\varepsilon_{t+1}^s (c_{t+1} - hc_t)^{-\sigma_c}}{\varepsilon_t^s (c_t - hc_{t-1})^{-\sigma_c}} (P_{t+1}^s(j) + DV_{t+1}(j)) \frac{P_t^c}{P_{t+1}^c} \right\} \quad (40)$$

یا با استفاده از رابطه (۱۸)، رابطه اخیر را می‌توان به صورت رابطه (۴۱) نوشت:

$$P_t^s(j) = \varepsilon_t^s E \left\{ \beta \frac{\pi_{t+1}^c}{(1 + r_t^d)} (P_{t+1}^s(j) + DV_{t+1}(j)) \frac{P_t^c}{P_{t+1}^c} \right\} \quad (41)$$

و یا بر حسب قیمت‌های حقیقی می‌توان به صورت رابطه (۴۲) بیان کرد:

$$\gamma_t^{sc}(j) = \varepsilon_t^s E \left\{ \beta \frac{\pi_{t+1}^c}{(1 + r_t^d)} (\gamma_{t+1}^{sc}(j) + dv_{t+1}(j)) \right\} \quad (42)$$

که در آن $\gamma_t^{sc}(j) = \frac{\pi_t^s(j)}{P_t^c}$ بیانگر نسبت بازده سهام j ام به شاخص قیمت مصرف‌کننده است. بر اساس رابطه (۴۲)،

بازده هر سهم بنگاه j ام با ارزش حال کلیه عایدات آتی آن سهم (شامل سود تقسیمی و عایدی سرمایه) برابر است. فرض شده است که تقاضا برای سهام در دوره t تحت تاثیر تکانه تصادفی ε_t^s می‌گردد که در واقع حباب قیمت را تشکیل می‌دهد که این تکانه با متغیرهای بنیادی اقتصادی که قیمت واقعی سهام را تشکیل می‌دهد، همبستگی ندارد.

در چارچوب مدل، شاخص قیمت سهام تابعی افزایشی از سود مورد انتظار بنگاه‌ها و تابعی کاهشی از نرخ بهره و نااطمینانی‌های کلان فرض می‌شود. بنابراین، شوک‌های نرخ ارز، مخارج دولت و درآمدهای نفتی از مسیر تغییر چشم‌انداز سودآوری و سیاست پولی، مستقیماً بر ارزش سهام اثر می‌گذارند.

۴-۵ دولت و بانک مرکزی

مشابه پژوهش برگ و همکاران (۲۰۱۰)^۱ برای کشورهای در حال توسعه با درآمد پائین و دارای درآمد نفتی و پژوهش ذقیر (۲۰۱۰)^۲ برای کشور غنا، قید بودجه دولت به قیمت حقیقی از طریق رابطه (۴۳) بیان می‌شود:

$$g_t + \frac{(1r_{t-1}^d)b_{t-1}}{\pi_t^c} = \frac{\omega EX_t o_t}{P_t^c} + T_t + TR_t + other_t + fa_t + \frac{GBD_t}{P_t^c} \quad (43)$$

که در آن g_t کل مخارج دولت، EX_t نرخ ارز اسمی، o_t درآمدهای ارزی نفتی، b_t اوراق مشارکت T_t درآمدهای مالیاتی، $other_t$ سایر درآمدها و fa_t واگذاری شرکتهای دولتی، GBD_t کسری بودجه دولت است. همان طور که مشخص است

¹Berg et al

² Dagher et al

دولت ω درصد از درآمد نفت را از طریق بودجه خرج می‌کند. مخارج دولت به دو صورت مخارج جاری C_t^g و مخارج عمرانی I_t^g رابطه (۴۴) تعریف می‌شود:

$$g_t = c_t^g + I_t^g \quad (44)$$

مخارج جاری دولت (به شکل لگاریتم خطی شده) فرض می‌شود که از یک فرایند تصادفی $AR(1)$ به صورت رابطه (۴۵) تبعیت می‌کند:

$$\log \hat{c}_t^g = \rho_{cg} \log \hat{c}_{t-1}^g + \varepsilon_t^{cg} \quad \varepsilon_t^{cg} \sim N(0, \sigma_{cg}^2) \quad (45)$$

با توجه به اینکه تولید نفت عمدتاً تحت تأثیر ذخایر طبیعی کشور است و تغییرات آن با افزایش سرمایه یا نیروی کار محدود می‌شود، در این پژوهش از مدل‌سازی تولید نفت توسط بنگاه‌ها صرف‌نظر شده است. در عوض، تولید نفت به صورت برون‌زا تعیین می‌شود. به همین ترتیب، درآمدهای ارزی ناشی از صادرات نفت نیز به صورت برون‌زا در نظر گرفته شده‌اند. برای مدل‌سازی این درآمدها، فرض شده است که از یک فرایند خود رگرسیون مرتبه اول تبعیت نموده و به شکل لگاریتم-خطی می‌توان آن را به شکل رابطه (۴۶) در نظر گرفت:

$$\hat{\delta}_t = \rho_o \hat{\delta}_{t-1} + \varepsilon_t^o \quad \varepsilon_t^o \sim N(0, \sigma_o^2) \quad (46)$$

که در آن $\hat{\delta}_t$ انحراف لگاریتم درآمد ارزی صادرات نفت (بر حسب دلار) در دوره t است.

۱-۵-۴ بانک مرکزی

با توجه به پژوهش منظور و تقی پور (۱۳۹۱)، قاعده سیاستی ارز را می‌توان به صورت رابطه (۴۷) نوشت:

$$\frac{\Delta EX_t}{\Delta EX} = \frac{\Delta EX_{t-1}}{\Delta EX}^{k_0} \left(\frac{\pi_t^c}{\pi_t^T} \right)^{k_1} \left(\frac{\frac{FR_t}{MB_t}}{\frac{FR}{MB}} \right)^{k_2} u_t^{EX} \quad (47)$$

که در آن ΔEX_t نرخ رشد نرخ اسمی ارز، π_t^c نرخ تورم بر مبنای شاخص CPI ، π_t^T نرخ تورم مورد هدف، $\frac{FR_t}{MB_t}$ نسبت خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی به پایه پولی و u_t^{EX} جمله اختلال دارای توزیع نرمال با میانگین صفر و انحراف معیار σ_{ER} می‌باشد.

علاوه بر این در این بخش، به منظور تکمیل مدل، فرض بر این است که ابزار سیاست‌گذاری پولی در اختیار بانک مرکزی، نرخ رشد حجم پول است. در شرایط ایران، به دلیل عدم التزام بانک مرکزی به سیاست‌های هدف‌گذاری خاص (مانند هدف‌گذاری تورم یا نرخ ارز) و همچنین نبود زیرساخت‌ها و محیط اقتصادی لازم برای اجرای این نوع سیاست‌ها، هیچ‌گونه هدف‌گذاری صریحی در خصوص تورم یا رشد اقتصادی وجود ندارد. با این حال، مشاهده می‌شود که سیاست‌گذاران پولی به طور ضمنی همواره هدفی برای تورم در ذهن دارند و به انحرافات تورم از این هدف ضمنی حساسیت نشان می‌دهند. به این ترتیب، در واکنش به انحراف تورم از سطح هدف، سیاست‌گذاران با افزایش یا کاهش نرخ رشد پایه پولی عکس‌العمل نشان می‌دهند. بر این اساس، فرض می‌شود که تابع واکنش سیاست‌گذار پولی به گونه‌ای طراحی شده است که سیاست‌گذار با تعیین نرخ رشد حجم پول، دو هدف اصلی خود را دنبال می‌کند: (الف) کاهش انحراف تولید از تولید بالقوه (یعنی ثبات در فعالیت‌های اقتصادی). (ب) کاهش انحراف تورم از تورم هدف (یعنی کنترل تورم و حفظ ثبات قیمت‌ها).

در این پژوهش مطابق با پژوهش بیات و همکاران (۱۳۹۵) در اینجا با در نظر گرفتن نقش صریحی برای پویایی‌های شاخص کل قیمت سهام، عملکرد سیاست‌گذاری پولی تعدیل شده است. بنابراین، سیاست‌گذار پولی در واکنش به انحرافات متغیرهای کلیدی مانند تورم، محصول (تولید) و شاخص کل قیمت سهام از سطح تعادلی آن‌ها، از طریق تغییر در حجم پول (یا نرخ رشد آن) اقدام به تنظیم اقتصاد می‌کند. با توجه به این نکات تابع عکس‌العمل سیاست‌گذاری پولی (به شکل لگاریتم-خطی) به صورت رابطه (۴۸) خواهد بود:

$$\hat{\theta}_t = \rho_{\theta} \hat{\theta}_{t-1} + \theta_{\pi} \hat{\pi}_t^c + \theta_y \hat{y}_t + \theta_{rer} \hat{rer}_t + \varepsilon_t^{\theta} \quad (48)$$

$$\hat{\theta}_t = \hat{m}_t^c - \hat{m}_{t-1}^c \hat{\pi}_t^c \quad (49)$$

$$\varepsilon_t^{\theta} = \rho_{\theta} \varepsilon_{t-1}^{\theta} + u_t^{\theta} \quad u_t^{\theta} \sim N(0, \sigma_{\theta}^2) \quad (50)$$

که در آن $\hat{\theta}_t$ نرخ رشد اسمی پایه پولی $\hat{\pi}_t$ ، \hat{y}_t و \hat{rer}_t به ترتیب انحراف نرخ تورم و لگاریتم تولید و نرخ ارز حقیقی از مقادیر وضعیت پایدارشان، θ_{π} ، θ_y و θ_{rer} ضریب اهمیتی که سیاست‌گذاری به ترتیب برای شکاف تورم، تولید و نرخ ارز لحاظ می‌کند. ε_t^{θ} تکانه سیاست‌گذاری پولی است که خود از یک فرایند تصادفی $AR(1)$ تبعیت می‌کند.

۶-۴ تعیین سیاست پولی بهینه

سیاست پولی بهینه مبتنی بر توابع ریاضی است که اهداف بانک مرکزی را به ابزارهای سیاستی مرتبط می‌کند. این توابع معمولاً در چارچوب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی طراحی می‌شوند و شامل سه جزء اصلی هستند: تابع زیان، تابع واکنش بهینه و محدودیت‌های مدل.

۶-۱-۴ تابع هدف

بانک مرکزی یک تابع زیان درجه دوم را کمینه می‌کند که انحراف متغیرهای کلان اقتصادی کلیدی از سطوح هدف آن‌ها را جریمه می‌کند. فرم کلی تابع زیان به صورت رابطه (۵۱) است:

$$\min_y \mathbb{E}(y_t' W y_t) \quad (51)$$

که در آن y_t بردار متغیرهای درون‌زا $(y_t = [\pi_c, y, rer]')$ شامل تورم π_c ، شکاف تولید (y) و نرخ ارز واقعی (rer) . W : ماتریس وزنی که اهمیت نسبی ثبات هر متغیر را منعکس می‌کند. \mathbb{E} : عملگر امید ریاضی غیرشرطی. برای این مسئله، مسئله بهینه‌سازی به صورت رابطه (۵۲) بازنویسی می‌شود:

$$\min_y \mathbb{E}(y_t' W y_t) = \omega_{\pi} (\pi_c - \pi_{tar})^2 + \omega_y (y - y^*)^2 + \omega_{rer} (rer - rer^*)^2 \quad (52)$$

این تابع متناظر با ماتریس وزنی زیر است:

$$W = \begin{bmatrix} \omega_{\pi} & 0 & 0 \\ 0 & \omega_y & 0 \\ 0 & 0 & \omega_{rer} \end{bmatrix}$$

که وزن‌های مربوط به هر یک از اهداف سیاست پولی (به ترتیب: تورم، تولید، نرخ ارز واقعی) و $(\pi_c - \pi_{tar})^2$ انحراف تورم از هدف آن (π_{tar}) را جریمه می‌کند. $(y - y^*)^2$ انحراف تولید از سطح بالقوه آن (y^*) را جریمه می‌کند. $(rer - rer^*)^2$: انحراف نرخ ارز واقعی از سطح تعادلی آن (rer^*) را جریمه می‌کند.

۶-۲-۴ محدودیت پویا

پویایی‌های مدل توسط معادله رابطه (۵۳) انجام می‌شود:

$$A_1 \mathbb{E}_t [y_{t+1}] + A_2 y_t + A_3 y_{t-1} + C e_t = 0 \quad (53)$$

که در آن A_1, A_2, A_3 ماتریس‌هایی که ساختار پویایی مدل را کدگذاری می‌کنند و به ترتیب روابط آینده‌نگر، همزمان و با تأخیر را نشان می‌دهند. C : ماتریسی که تکانه‌های برون‌زا (e_t) را به مدل متصل می‌کند. e_t : تکانه‌های تصادفی برون‌زا (مثل تکانه‌های تقاضا یا عرضه). این پارامترها $(\theta_{rer}, \theta_y, \theta_{\pi})$ که واکنش به انحرافات تورم، شکاف تولید و نرخ ارز واقعی را تعیین می‌کنند (معادله ۴۸) در ماتریس‌های A_1, A_2, A_3 جاسازی شده‌اند که ساختار پویایی مدل را تعریف می‌کنند.

^۱ البته این ابزار ممکن است نرخ رشد نقدینگی نیز باشد که در مرحله کالیبره کردن و برآورد پارامترها آزمون خواهد شد.

حل مسئله شامل حل یک مسئله بهینه‌سازی خطی-درجه دوم است که می‌تواند به مراحل زیر تقسیم شود:

مرحله ۱: نمایش فضای حالت

مدل را در قالب فضای حالت رابطه (۵۴) بیان می‌کنید:

$$\mathbb{E}_t[y_{t+1}] = Fy_t + Gu_t \quad (54)$$

که در آن F : ماتریس انتقال که از $A1, A2, A3$ استخراج شده و تکامل متغیرهای حالت را در طول زمان نشان می‌دهد. G : ماتریسی که متغیرهای کنترل (u_t) را به سیستم متصل می‌کند. در اینجا، u_t نشان‌دهنده ابزار سیاست بانک مرکزی (مثلاً تنظیمات نرخ رشد پول) است.

مرحله ۲: معادله ریکاتی ۱

برای یافتن قاعده بازخورد بهینه، معادله ریکاتی را به شکل رابطه (۵۵) حل می‌شود:

$$P = F'PF - (F'PG)(R + G'PG)^{-1}(G'PF) + W \quad (55)$$

که در آن P : ماتریس حل نیمه‌معین مثبت. R : ماتریس جریمه برای متغیرهای کنترل (معمولاً در قوانین ساده صفر است). W : ماتریس وزنی از تابع زیان.

مرحله ۳: قاعده بازخورد بهینه

قاعده بازخورد بهینه به شکل رابطه (۵۶) داده می‌شود:

$$u_t = -Ky_t \quad (56)$$

که در آن:

$K = (R + G'PG)^{-1}(G'PF)$ ماتریس بهره بازخورد که تعیین می‌کند بانک مرکزی چگونه ابزار سیاست خود را در پاسخ به انحرافات در متغیرهای حالت تنظیم می‌کند.

مرحله ۴: کمینه‌سازی

تابع زیان را نسبت به پارامترهای سیاست ($\theta_y, \theta_\pi, \theta_{rer}$) با استفاده از تکنیک‌های بهینه‌سازی عددی کمینه کنید. این شامل حل معادلات رابطه (۵۷) است:

$$\frac{\partial Loss}{\partial \phi_i} = 0 \text{ for } i \in \{\pi, y, rer\} \quad (57)$$

۷-۴ تسویه بازار

بازار کالای نهایی وقتی در تعادل است که تولید برابر تقاضای خانوارها برای مصرف و سرمایه‌گذاری، مخارج دولت و صادرات منهای واردات باشد:

$$y_t = c_t + c_t^g + I_t^T + \frac{EX_t o_t}{P_t^c} - \frac{P_t^{mc} c_t^m + P_t^{mc} I_t^m}{P_t^c} \quad (58)$$

که در آن $I_t^g = I_t^T$ برابر با مجموع سرمایه‌گذاری خصوصی و سرمایه‌گذاری دولتی است، لذا

$$y_t = c_t + c_t^g + I_t + I_t^T + I_t^T + rer_t \times o_t - \gamma_t^{mc}(c_t^m + I_t^m) \quad (59)$$

۸-۴ معادلات الگو برای مدل خطی شده

مدل‌های خطی $DSGE$ معمولاً به دلایل کارایی محاسباتی مورد استفاده قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، حل مدل‌های خطی در مقایسه با حل مدل‌های غیر خطی از نظر محاسباتی سریع‌تر و کارآمدتر است این به محققان اجازه می‌دهد تا مدل‌های

¹ Riccati Equation

مقیاس بزرگتر را برآورد و شبیه سازی کنند. علاوه بر این مدل های خطی امکان استفاده از تکنیک های برآورد مانند فیلتر کالمن و روش های بیزی را فراهم می کند.

حال در ادامه به خطی سازی معادلات پرداخته می شود:

لگاریتم خطی سازی بر پایه تقریب تیلور حول وضعیت باثبات ۱ بدست می آید. به عبارت دیگر، اگر X_t برداری از متغیرها باشد و \bar{X} نیز نشانگر وضعیت با ثبات این بردار باشد، در این صورت $x_t = \log X_t - \log \bar{X}$ نشانگر مقدار لگاریتم - خطی بردار متغیرهای X_t می باشد. براساس شرایط فوق، بردار $100 \times x_t$ نشان دهنده درصد تفاوت متغیر از مقدار وضعیت با ثبات خود خواهد بود. معادلات لازم در وضعیت با ثبات را می توان به صورت رابطه (۶۰) نوشت:

$$\begin{aligned} 1 &= f(x_t, x_{t-1}) \\ 1 &= E_t(g(x_{t+1}, x_t)) \end{aligned} \quad (60)$$

در این معادلات $f(0,0) = 1$ و $g(0,0) = 1$ خواهد بود. در صورتی که تقریب مرتبه اول در حول نقطه $(0,0) = (x_t, x_{t-1})$ انجام شود، نتیجه خواهیم گرفت:

$$\begin{aligned} 0 &\approx (f_1 x_t + f_2 x_{t-1}) \\ 0 &\approx E_t(g_1 x_{t+1} + g_2 x_t) \end{aligned}$$

در این صورت می توانیم سیستم خطی از x_{t-1} و x_t در معادلات به شکل معین ۲ و سیستم خطی از x_t و x_{t+1} در معادلات به شکل انتظاری بدست آوریم.

با استفاده از روش فوق، اوهلیگ (۱۹۹۹)، تساوی های ذیل را برای لگاریتم خطی سازی متغیرها به صورت رابطه (۶۱) ارائه داده است:

$$X_t = \bar{X} e^{x_t} \quad (61)$$

$$e^{x_t + ay_t} \approx 1 + x_t + ay_t$$

$$x_t y_t \approx 0$$

$$E_t[ae^{x_{t+1}}] \approx E_t[ax_{t+1}]$$

برای مثال، می توان موارد زیر را برای تعدادی از خطی سازی ها معرفی نمود:

$$e^{x_t} \approx 1 + x_t$$

$$aX_t \approx a\bar{X}x_t$$

$$(X_t + a)Y_t \approx \bar{X}\bar{Y}x_t + (\bar{X} + a)\bar{Y}y_t$$

۵- حل مدل

در این قسمت نتایج حاصل از مقداردهی پارامترهای ساختاری الگو و محاسبه مقادیر باثبات متغیرهای الگو ارائه شد. برخی از ضرایب از مقادیر استفاده شده، از مطالعات پیشین و برخی دیگر از ضرایب نیز مانند تعدادی از نسبت ها در وضعیت تعادل یکنواخت با استفاده از داده های فصلی بانک اطلاعات سری های زمانی مرکز آمار برای داده های فصلی ۱۳۸۵:۱ - ۱۴۰۲:۱ بر مبنای سال پایه ۱۳۹۵، محاسبه شده است. علاوه بر این متغیرهای مورد استفاده در این تحقیق بر حسب میلیارد ریال و متغیر نرخ ارز به صورت ریال است. برای روندزدایی متغیرها از رهیافت فیلتر هدریک پرسکات استفاده شده است. سایر ضرایب نیز

¹ steady state

² Determinacy

بر اساس الگوریتم معرفی شده توسط کانوا (۲۰۰۷) به گونه‌ای مقاردهی شده است که بیشترین انطباق بین گشتاورهای مدل طراحی شده با داده‌های واقعی را حاصل نماید. نتایج حاصل از مقاردهی الگو در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱). نتایج حاصل از مقاردهی نسبت‌های مدل

متغیر	عنوان است	مقدار	منبع
β	نرخ ترجیحات زمانی مصرف‌کننده	۰/۹۷	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
h	درجه پایداری عادات	۰/۳	فخرحسینی (۱۳۹۳)
σ_c	عکس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف	۰/۸	کاوند (۱۳۸۹)
σ_l	عکس کشش نیروی کار نسبت به دستمزد واقعی	۲/۹۲	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
σ_m	عکس کشش مانده حقیقی پول نسبت به نرخ بهره	۱/۳۱۵	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
η_c	کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف	۱/۶	محاسبات تحقیق
α	ضریب سرمایه در تولید	۰/۲۱	محاسبات تحقیق
χ_s	سهم کالاهای سایر بخش‌ها	۰/۷۹	محاسبات تحقیق
τ_p	درجه شاخص بندی قیمت	۰/۵۱۱	رهبر و همکاران (۱۳۹۳)
θ_p	درصد بنگاه‌هایی که قادر به تعدیل قیمت خود نیستند	۰/۲۰	پارسا و همکاران (۱۳۹۴)
η_c	کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی و وارداتی در داخل	۱/۰۵	پارسا و همکاران (۱۳۹۴)
ρ_g	ضریب فرایند خودرگرسیون تکانه مخارج جاری دولت	۰/۶۶	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
ρ_M	ضریب فرایند خودرگرسیون تکانه بهره‌وری	۰/۴۲	محاسبات تحقیق
δ	نرخ استهلاک سرمایه	۰/۰۴۲	شاهمرادی (۱۳۸۹)
θ_π	ضریب اهمیت تورم در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	-۱/۵۴	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
θ_y	ضریب اهمیت تولید در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	-۱/۷۰	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
θ_{rer}	ضریب اهمیت نرخ ارز حقیقی در تابع عکس‌العمل پولی	۰/۸۰	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
ρ_θ	ضریب خودرگرسیونی مرتبه اول تکانه پولی	۰/۳۷	منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)
ρ_o	ضریب خودرگرسیونی مرتبه اول تکانه درآمدهای نفتی	۰/۲۵	پارسا و همکاران (۱۳۹۴)
o_gbar	سهم درآمدهای نفتی در بودجه دولت	۰/۳۹۴	محاسبات تحقیق
$ibar_i_Tbar$	نسبت سرمایه‌گذاری خصوصی به کل سرمایه‌گذاری	۰/۷۲۸	محاسبات تحقیق
$i_gbar_i_Tbar$	نسبت سرمایه‌گذاری دولتی به کل سرمایه‌گذاری	۰/۲۷۲	محاسبات تحقیق
$obar_frbar$	نسبت صادرات نفتی به خالص دارائیهای خارجی بانک مرکزی	۱/۶۸	محاسبات تحقیق
pe_xx_frbar	نسبت صادرات غیر نفتی به خالص دارائیهای خارجی بانک مرکزی	۰/۵۱۲	محاسبات تحقیق
$gama_mc_cm$	نسبت کل واردات به خالص دارائیهای خارجی بانک مرکزی	۰/۲۸۷	محاسبات تحقیق
c_gbar_gbar	نسبت مخارج جاری دولت به کل مخارج دولت	۰/۷۳۱	محاسبات تحقیق
i_gbar_gbar	نسبت مخارج عمرانی به کل مخارج دولت	۰/۲۶۸	محاسبات تحقیق
$ibar_i_Tbar$	سهم درآمدهای نفتی در بودجه دولت	۰/۳۹۴	محاسبات تحقیق
R_kbar	نرخ بازدهی واقعی سرمایه	۰/۰۴۶	محاسبات تحقیق
c_ybar	نسبت مصرف به تولید	۰/۵۱	محاسبات تحقیق

¹ Canova, (2007)

متغیر	عنوان است	مقدار	منبع
i_ybar	نسبت کل سرمایه‌گذاری به تولید	۰/۳۲۱	محاسبات تحقیق

ماخذ: یافته‌های پژوهش

۶- سنجش اعتبار مدل

برای ارزیابی میزان موفقیت مدل ارائه شده، از میزان سازگاری و نزدیکی گشتاورهای تولید شده از کالیبراسیون مدل ساخته با گشتاورهای دنیای واقعی استفاده می‌کنیم. به عبارت دیگر، با استفاده از پارامترهای برآورد شده و نسبت‌های محاسبه شده می‌توان اقدام به شبیه‌سازی سری‌زمانی متغیرها در مدل کرد که هر چه گشتاورهای این سری‌های شبیه‌سازی شده با گشتاورهای سری‌های زمانی متناظر در دنیای واقعی بیشتر به هم نزدیک باشد، نشان از موفقیت مدل ارائه شده در شبیه‌سازی دنیای واقعی دارد.

جدول (۲). مقایسه گشتاورهای حاصل از مدل با گشتاورهای داده‌های دنیای واقعی

متغیرها	نوسانات (انحراف معیار)		نوسانات نسبی (نسبت انحراف معیار متغیر به انحراف معیار تولید)	
	مقدار مشاهده شده در داده‌های واقعی	مقدار کالیبره شده در مدل	مقدار مشاهده شده در داده‌های واقعی	مقدار کالیبره شده در مدل
تورم	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵	۰/۶۲	۰/۹۶
مصرف	۰/۰۳۲	۰/۰۲۱	۱/۱	۰/۸۴
تولید	۰/۰۲۹	۰/۰۲۶	۱	۱
سرمایه‌گذاری	۰/۰۴۴	۰/۰۴۳	۱/۵	۱/۶۵

* نمونه مورد بررسی حاوی داده‌های فصلی از سال ۱۳۸۵:۱ تا ۱۴۰۲:۴ است.

۷- تجزیه و تحلیل توابع عکس‌العمل‌آنی و یافته‌های پژوهش

در این قسمت، با استفاده از پارامترهای برآوردی و همچنین محاسبه برخی پارامترها با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران، سیستم معادلات لگاریتم - خطی با استفاده از نرم افزار $DYARE$ شبیه‌سازی شده است که در قسمت بعدی تحلیل آثار تکانه بهره‌وری، مخارج دولت، درآمدهای نفتی بر متغیرهای کلان اقتصادی و همچنین تکانه نرخ ارز بر نوسانات شاخص بورس و سیاست بهینه پولی بر برخی از متغیرهای کلان اقتصادی تشریح و ارائه می‌گردد.

۷-۴ آثار تکانه نرخ ارز بر سیاست پولی بهینه

در این قسمت با استفاده از قواعد ساده بهینه‌یابی (OSR)^۱، به بررسی مقادیر بهینه پارامترها و تأثیر آن‌ها بر تابع هدف پرداخته می‌شود. جدول (۲) مقادیر بهینه هر یک از پارامترهای تابع عکس‌العمل سیاست پولی را نشان می‌دهد. مقدار تابع هدف (۶-)^۱ $3/138722^{\wedge}$ بسیار نزدیک به صفر است. این نشان می‌دهد که مدل به خوبی بهینه‌سازی شده و تابع هدف به حداقل ممکن رسیده است.

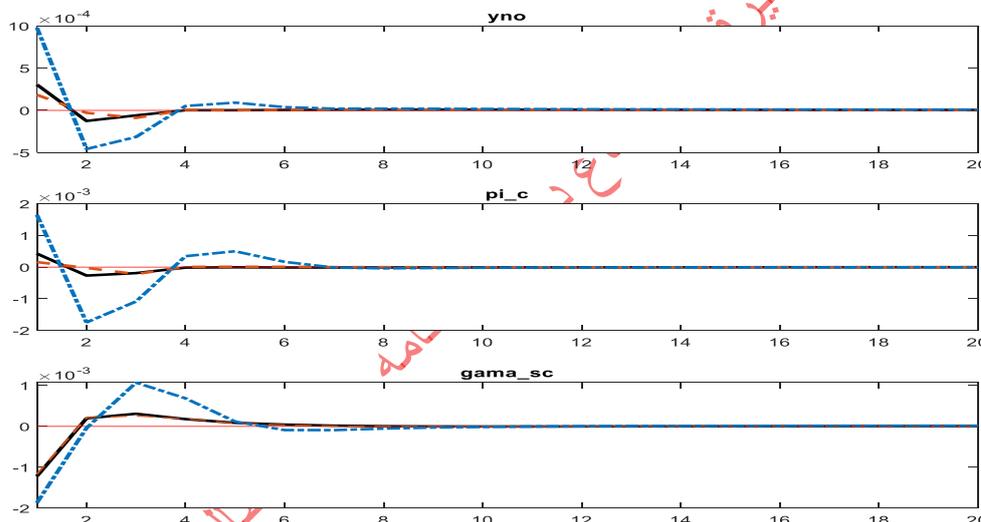
جدول (۲). نتایج حاصل از مقایسه مقادیر کالیبره شده و مقادیر بهینه تابع سیاست پولی

پارامتر	توضیحات	مقدار کالیبره شده	مقدار بهینه
θ_{π}	ضریب اهمیت تورم در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	-۱/۵۴	-۱/۶۳۷۷

¹ optimal simple rules

θ_y	ضریب اهمیت تولید در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	-۱/۷۰	-۱/۲۸۵۶
θ_{rer}	ضریب اهمیت نرخ ارز حقیقی در تابع عکس‌العمل پولی	۰/۸۰	۰/۵۷۹۹
ρ_θ	ضریب خودرگرسیون مرتبه اول تکانه پولی	۰/۳۷	۰/۳۸۱۶
تابع هدف		۳/۱۳۸۷۲ ^۸ (-۶)	

همان‌طور که در نمودار (۱) نشان داده شده است، هنگامی که وزن تورم، تولید و نرخ ارز در تابع سیاست پولی برابر با ۱ است (خط مشکی)، تولید کل بدون نفت و نرخ تورم هر دو واکنش مثبت اولیه‌ای به تکانه نرخ ارز نشان می‌دهند؛ با این حال، با گذشت زمان و تشدید واکنش سیاست پولی، هر دو متغیر کاهش یافته و پس از حدود ۵ تا ۶ دوره به سطح تعادلی بازمی‌گردند. این رفتار نشان‌دهنده غلبه تدریجی اثر انقباضی سیاست پولی بر آثار اولیه تکانه نرخ ارز است. ردیابی مسیر توابع عکس‌العمل تا افق ۶ دوره نشان می‌دهد که با افزایش وزن تورم (θ_π) به مقادیر ۵ و ۱۰ در تابع سیاست پولی، دامنه نوسانات تورم و تولید کاهش یافته و واکنش شاخص قیمت سهام نیز منفی‌تر می‌شود. این موضوع بیانگر آن است که تمرکز بیشتر سیاست پولی بر مهار تورم، اگرچه نوسانات قیمتی را محدود می‌کند، اما از کانال نرخ بهره فشار بیشتری بر بازار دارایی‌ها وارد می‌سازد.



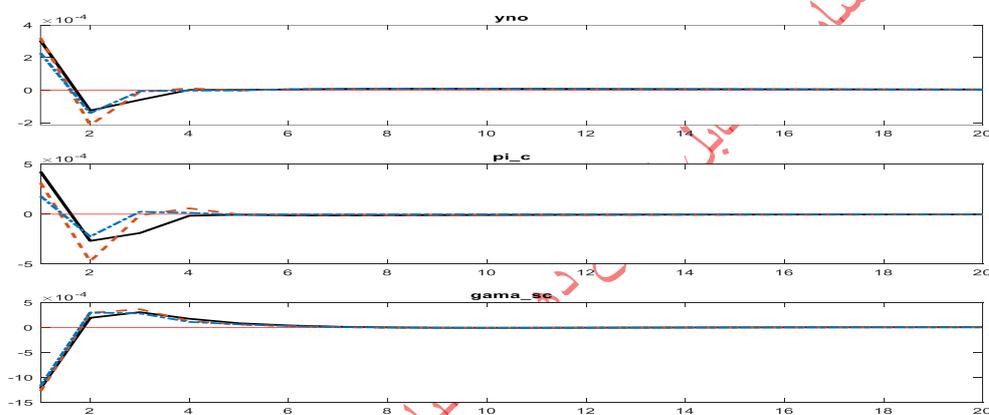
نمودار(۱) واکنش متغیرها نسبت به تکانه نرخ رشد ارز با تغییر وزن تورم در تابع سیاست پولی به اندازه ۵٪

ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO : تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام

نتایج نشان می‌دهد که افزایش وزن تورم در قاعده سیاست پولی، پاسخ‌های ضدتورمی قوی‌تری ایجاد می‌کند، اما با هزینه‌هایی همراه است؛ سخت‌گیری پولی شدید، هزینه استقراض کوتاه‌مدت را افزایش داده، سرمایه‌گذاری را کاهش می‌دهد و فشار کاهنده بر قیمت سهام وارد می‌کند. کاهش نوسانات تولید در عین حال نشان‌دهنده اثر محافظتی تمرکز بیشتر بر تورم بر اقتصاد واقعی در برابر تکانه‌های ناشی از نرخ ارز است. این یافته‌ها اهمیت تعیین وزن‌های متعادل در تابع واکنش بانک مرکزی را برجسته می‌کند؛ وزن‌های بیش از حد بالا ممکن است در کنترل تورم مؤثر باشند، اما باعث محدودیت رشد سرمایه‌گذاری و تضعیف بازارهای مالی می‌شوند. وزن متوسط تورم، در محدوده پنج تا ده، برای حفظ ثبات قیمتی بدون ایجاد اثرات انقباضی شدید بهینه به نظر می‌رسد. بنابراین، بانک‌های مرکزی در اقتصادهای وابسته به نفت مانند ایران باید اهداف تورمی را به صورت انعطاف‌پذیر تعیین کرده و سیاست‌های پولی را با مدیریت نرخ ارز هماهنگ سازند تا نوسانات محدود و تولید و ثبات بازار حفظ شود.

در این بخش، واکنش سیاست پولی مبتنی بر تولید در مواجهه با تکان‌های نرخ ارز مورد بررسی قرار می‌گیرد. تغییر وزن تولید در تابع واکنش سیاست پولی تأثیر قابل توجهی بر رفتار متغیرهای کلیدی دارد. نمودار (۲)، توابع پاسخ تکانه‌ای ($IRFs$) متغیرهای کلیدی، از جمله تولید کل غیرنفتی (YNO)، نرخ تورم (pi_c) و شاخص قیمت سهام ($gama_sc$) را نسبت به یک تکانه نرخ ارز نشان می‌دهد. خط سیاه نمایانگر سناریوی پایه است که در آن وزن‌های تورم، تولید و نرخ ارز همگی برابر با یک در نظر گرفته شده‌اند، در حالی که خطوط نارنجی و آبی مربوط به سناریوهایی هستند که وزن تولید به ترتیب به پنج و ده افزایش یافته است. همان‌طور که نمودار نشان می‌دهد، در حالت وزن‌های برابر، تکانه نرخ ارز منجر به کاهش موقت تولید غیرنفتی، افزایش کوتاه‌مدت تورم و کاهش شاخص قیمت سهام می‌شود. با افزایش وزن تولید در تابع واکنش سیاست پولی، سیاست‌گذار پولی توجه بیشتری به تثبیت فعالیت واقعی اقتصاد معطوف می‌کند. این امر باعث می‌شود دامنه کاهش تولید غیرنفتی محدودتر شده و بازگشت آن به مسیر تعادلی با سرعت بیشتری صورت گیرد. با این حال، تمرکز بیشتر بر تولید، واکنش سیاست پولی به فشارهای تورمی ناشی از تکانه نرخ ارز را تا حدی تضعیف کرده و می‌تواند به نوسانات اندکی بیشتر در تورم و شاخص قیمت سهام در دوره‌های اولیه منجر شود.

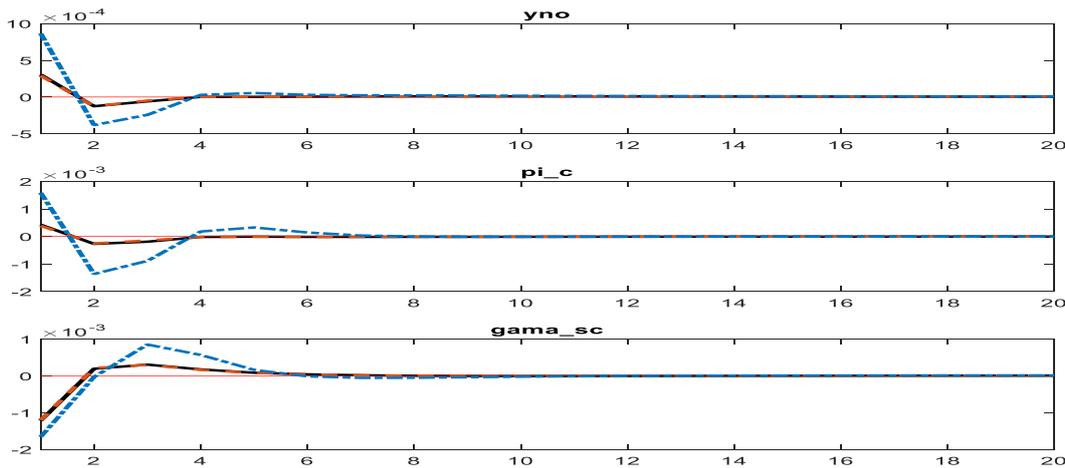


نمودار (۲) واکنش متغیرها نسبت به تکانه نرخ رشد ارز با تغییر وزن تولید در تابع سیاست پولی به اندازه ۵٪

ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO : تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام

نمودار (۳) توابع پاسخ ضربه‌ای ($IRFs$) متغیرهای کلان اقتصادی مهم از جمله تولید ناخالص داخلی غیرنفتی (YNO)، نرخ تورم (π_c) و شاخص قیمت سهام (γ_sc)، را در واکنش به یک تکانه نرخ ارز نشان می‌دهد، زمانی که وزن نرخ ارز واقعی در قانون سیاست پولی تغییر می‌کند. خط سیاه نمایانگر حالت پایه است که در آن هر یک از متغیرهای تورم، تولید و نرخ ارز واقعی وزن یکسانی در تابع سیاست پولی دارند. خطوط نارنجی و آبی، به ترتیب، نشان‌دهنده حالتی هستند که وزن نرخ ارز واقعی به پنج و ده افزایش یافته است، و بدین ترتیب تأثیر متفاوت تمرکز بر نرخ ارز واقعی بر واکنش متغیرهای کلان اقتصادی را به تصویر می‌کشند.



نمودار (۳) واکنش متغیرها نسبت به تکانه نرخ رشد ارز با تغییر وزن نرخ ارز حقیقی در تابع سیاست پولی به اندازه ۵٪
 ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO: تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام

زمانی که تمامی وزن‌های سیاستی به‌طور برابر لحاظ شوند، شوک نرخ ارز موجب کاهش موقت تولید کل غیرنفتی، افزایش کوتاه‌مدت نرخ تورم و کاهش شاخص قیمت سهام می‌شود. با این حال، افزایش وزن نرخ ارز واقعی در تابع سیاست پولی، تمرکز سیاست‌گذاری را از هدف‌گذاری تهاجمی تورم به تثبیت نرخ ارز معطوف می‌کند؛ در نتیجه مسیر تولید پایدارتر شده و بازگشت اقتصاد به وضعیت تعادلی سریع‌تر انجام می‌گیرد. از منظر تورم، افزایش وزن نرخ ارز واقعی سبب تعدیل سخت‌گیری پولی از طریق حفظ نرخ بهره نسبتاً پایین‌تر می‌شود که به‌طور غیرمستقیم نوسانات قیمتی را کاهش داده و ثبات بازار را روان‌تر می‌سازد. به‌طور مشابه، شاخص قیمت سهام کاهش کمتری را تجربه می‌کند، زیرا شرایط مالی تحت سیاستی که بر ثبات نرخ ارز واقعی متمرکز است، ملایم باقی می‌ماند. به عبارت دیگر این نتایج نشان می‌دهد که افزایش وزن نرخ ارز حقیقی در تابع سیاست پولی، دامنه نوسانات بازار سهام را به‌طور معناداری کاهش داده و شدت واکنش منفی شاخص قیمت سهام به تکانه‌های نرخ ارز را حدود ۴۰ تا ۵۰ درصد تعدیل می‌کند. به‌طور کلی، تخصیص وزن بالاتر به نرخ ارز واقعی در قانون سیاست پولی موجب کاهش اثرات منفی تکانه‌های ارزی بر تولید و بازار سهام و تعدیل فشارهای تورمی می‌شود؛ با این وجود، اتخاذ موضع کمتر تهاجمی در برابر تورم ممکن است کنترل کوتاه‌مدت بانک مرکزی بر دینامیک قیمت‌ها را اندکی تضعیف کند. نتایج نشان می‌دهد که اولویت دادن به نرخ ارز واقعی می‌تواند ثبات کلان اقتصادی را در اقتصادهایی که در برابر تکانه‌های خارجی آسیب‌پذیر هستند، به‌ویژه اقتصادهایی با حساب‌های سرمایه‌باز یا وابستگی بالای وارداتی، تقویت کند؛ با این حال، سیاست‌گذاران باید تعادل دقیقی میان تثبیت نرخ ارز و کنترل تورم حفظ کنند تا عملکرد اقتصادی پایدار تضمین شود.

۸- نتیجه‌گیری و پیشنهادات:

در این پژوهش، به منظور تحلیل اثر تکانه‌های ساختاری بر اقتصاد کلان ایران، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) شامل تکانه‌های بهره‌وری کل عوامل تولید، هزینه‌های جاری دولت، درآمدهای نفتی، نقدینگی و نرخ ارز برای دوره زمانی ۱۳۸۵:۱ تا ۱۴۰۲:۴ شبیه‌سازی شد. این مدل با بهره‌گیری از داده‌های کلان اقتصادی و روش تخمین بی‌زین مبتنی بر شبیه‌سازی‌های ماکسیمم احتمال شرطی، واکنش متغیرهای کلان را نسبت به تکانه‌های مختلف مورد ارزیابی قرار داد. نتایج نشان می‌دهد که پاسخ متغیرهای کلان اقتصادی به تکانه‌های ساختاری متفاوت و گاه ناهمسو است. به‌طور مشخص، تکانه‌های مثبت در مخارج جاری دولت موجب کاهش مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری، اشتغال، تولید و شاخص قیمت سهام می‌شوند و با کاهش تورم و نرخ ارز، اثراتی انقباضی و غیرمولدی بر اقتصاد برجای می‌گذارند. از سوی دیگر، تکانه‌های مثبت درآمد نفتی باعث افزایش نقدینگی و سرمایه‌گذاری دولتی می‌شوند، اما نرخ ارز واقعی را تقویت کرده و تولید غیرنفتی را کاهش می‌دهند که بیانگر اثر متوسط «بیماری هلندی» است. افزایش نقدینگی در کوتاه‌مدت سطح تولید و بازار سهام را تحریک می‌کند، اما

همزمان موجب رشد تورم و کاهش سرمایه‌گذاری شده و ثبات بلندمدت اقتصادی را تهدید می‌کند. علاوه بر این، تکانه‌های مثبت نرخ ارز رشد تولید، مصرف و ذخایر ارزی را افزایش می‌دهند، اما اثر کاهنده‌ای بر بازار سرمایه، نقدینگی، سرمایه‌گذاری و نرخ ارز حقیقی دارند.

پیامدها و توصیه‌های سیاستی:

اجرای چارچوب پولی چندهدف ساختاری مستلزم تدوین تابع واکنش سیاستی توسط بانک مرکزی است که تورم، تولید و نرخ ارز واقعی را هدف قرار دهد؛ بازه‌های بهینه ($\theta_{\pi} \approx -1.6$ to -1.8 ; $\theta_y \approx -1.7$; $\theta_{per} \approx 0.8$) راهنمای کالیبراسیون ابزارها بوده و بازآورد دوره‌ای امکان سازگاری با شرایط اقتصاد کلان را فراهم می‌کند. پاسخ سیاستی باید بر اساس نوع تکانه تنظیم شود: تکانه‌های تورمی با محدودسازی نقدینگی و مدیریت انتظارات θ_{π} ، تکانه‌های کاهش تولید با افزایش موقت θ_y و گسترش معتدل نقدینگی، و تکانه‌های نرخ ارز با سیاست پولی محدودکننده همراه با هماهنگی مالی کنترل می‌شوند. هماهنگی سیاست‌های مالی و پولی از طریق صندوق تثبیت دولت و استفاده از مازاد درآمدهای نفتی برای زیرساخت‌های بهره‌وری، نوسانات نقدینگی و نرخ ارز را محدود و سرمایه‌گذاری صادراتی را حفظ می‌کند. تقویت تاب‌آوری بازار مالی از طریق الزامات سرمایه ضدچرخه‌ای و نسبت پوشش نقدینگی هم‌راستا با تغییرات نرخ بهره ضروری است. نهایتاً، نهادینه‌سازی پیش‌بینی مبتنی بر DSGE و تجزیه تکانه‌ها همراه با داشبورد سیاستی مبتنی بر شاخص‌های OSR، شفافیت و پاسخگویی سیاستی را افزایش می‌دهد و رشد مبتنی بر بهره‌وری از طریق تنوع‌بخشی و انعطاف‌پذیری بازار کار، ظرفیت بلندمدت اقتصاد را ارتقا می‌دهد.

محدودیت‌ها و تحقیقات آتی:

با وجود آن که مدل حاضر مکانیسم‌های اصلی اقتصاد کلان ایران را پوشش می‌دهد، اما عدم قطعیت‌های سیاسی، ناکارآمدی‌های مالی و فعالیت‌های بازارهای اعتباری غیررسمی را لحاظ نکرده است. پژوهش‌های آینده باید عوامل نامتجانس، قواعد مالی و نوسانات قیمت جهانی نفت را وارد مدل کنند تا اثرات چندبخشی و کارایی تثبیت هماهنگ در شرایط عدم قطعیت بررسی شود. از محدودیت‌های این مدل می‌توان به عدم لحاظ اصطکاک‌های مالی صریح و محدودیت‌های اعتباری در بازار سرمایه اشاره کرد؛ با این حال، تمرکز تحقیق بر تحلیل سیاست پولی بهینه مبتنی بر نرخ ارز ایجاب می‌کند که از پیچیدگی‌های مالی صرف‌نظر شود تا شفافیت کانال‌های اصلی انتقال شوک‌ها حفظ شود. گسترش مدل با افزودن کانال‌های مالی می‌تواند مسیر پژوهشی مهمی برای مطالعات آینده باشد. به‌طور کلی، ثبات پایدار اقتصاد کلان در اقتصادهای وابسته به نفت مانند ایران، تنها از طریق هدف‌گذاری تورم حاصل نمی‌شود و استراتژی پولی چندهدفه و تطبیقی، همراه با سیاست مالی هماهنگ و ارتباط معتبر میان ابزارها، نقشه راهی عملی برای تعادل میان کنترل تورم، تثبیت تولید و مدیریت نرخ ارز در محیط جهانی ناپایدار ارائه می‌دهد.

فهرست منابع

الباجی؛ علی، آذربایجانی؛ محمد، و دائی کریمزاده، مهدی، (۱۴۰۳)، "واکنش اقتصاد ایران نسبت به سیاست‌های پولی و ارزی با تکیه بر بخش خارجی و رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی"، فصلنامه علمی-پژوهشی اقتصاد مقداری، ۲۰(۴)، ۱-۳۷.

-اصغری، مجتبی؛ حقیقت، علی؛ نونزاد، مسعود؛ زارع، هاشم. (۱۳۹۸). پویایی نرخ ارز در ایران با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی. *DSGE مدل‌سازی اقتصادی*، ۱۳ (۴۶)، ۱۷۱-۱۹۲.

-برومند، سجاد؛ محمدی، تیمور؛ پژویان، جمشید؛ فرزین‌وش، اسداله؛ معمارنژاد؛ عباس. (۱۳۹۸). هزینه رفاه تکانه‌های خرجی و قاعده بهینه سیاست پولی برای اقتصاد ایران. *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۴۸، ۱۱۰-۷۵.

-پوراکبر، محمد؛ اسکندری‌سبزی، محمد؛ فرهنگ، محمدرضا؛ قره‌داغی، محمد؛ رستم، حسین، (۱۴۰۲). "سیاست پولی بهینه با لحاظ نااطمینانی در اقتصاد ایران (الگوی DSGE)"، فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی، ۱۳ (۵۰)، ۴۰-۷۲.

-توکلیان، حسین؛ صارم، مهدی. (۱۳۹۶). الگوهای DSGE در نرم‌افزار DYNARE (الگوسازی، حل و برآورد مبتنی بر اقتصاد ایران). تهران: انتشارات پژوهشکده پولی و بانکی.

-حاجی‌ملا میرزایی، محمدصادق؛ محمودزاده، محمود؛ قویدل، صالح؛ فتح‌آبادی، مهدی. (۱۴۰۳). نااطمینانی سیاست مخارج دولت و فعالیت اقتصادی ایران. *فصلنامه اقتصاد مالی*، ۱۸ (۴)، ۴۸۳-۵۰۴.

-خسروسرکشی، محمدجواد و کیخا، علیرضا، (۱۴۰۱). "اثر تحریم و وضعیت درآمد نفتی بر درجه عبور نرخ ارز"، پژوهش‌های اقتصادی، ۲۲ (۴)، ۱۱۹-۱۴۲.

-حیدریان، سارجام؛ پهلوانی، مهدی؛ و میرجعیلی، سجادحسین، (۱۴۰۳). "تحریم‌های مالی، درآمدهای نفتی و سیاست‌های پولی و مالی در ایران: مدل DSGE"، فصلنامه بین‌المللی مطالعات کسب‌وکار و توسعه، ۱۶ (۲)، ۱۴۵-۱۸۳.

-خسروسرکشی، محمدجواد؛ نجارزاده، رضا؛ و حیدری، حسن، (۱۴۰۰). "سیاست پولی بهینه رمزی و نظام ارزی در قالب DSGE متناسب با اقتصاد نفتی (ایران)"، فصلنامه علمی مطالعات اقتصادی کاربردی ایران، ۱۱ (۴۲)، ۹-۴۶.

-ذریه‌محمدعلی؛ فاتره، ناهیدی‌امیرخیز؛ محمدرضا، پایتختی‌اسکویی؛ سیدعلی، و رنج‌پور؛ رضا، (۱۴۰۱). "واکنش سیاست‌های پولی و مالی به شکاف تولید در ایران با رویکرد قاعده تیلور: روش کوانتایل"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۴ (۲۱)، ۸۵-۱۲۰.

-رحیمی، مجید؛ کامران، ندری؛ یزدانی، مهدی، (۱۴۰۰). "نحوه اثرگذاری مهمترین متغیرهای مهم موثر بر سازوکار انتقال سیاست پولی در ایران" فصلنامه اقتصاد کاربردی، ۱۱-۳۱-۱۵.

-زارعی، سعید؛ فلاحی، محمد؛ ملک‌الساداتی، حسین؛ و سیدسعید، محمد، (۱۴۰۳). "تأثیر تحریم‌های بین‌المللی بر اقتصاد ایران با تأکید بر نقش صندوق توسعه ملی: رویکرد مدل DSGE"، فصلنامه سیاست‌گذاری اقتصادی، ۱۶ (۳۱)، ۳۵-۸۰.

-عمارتی‌بخشایش؛ محمدحسین، نجفی‌مقدم؛ علی، باغانی؛ علی، حمیدیان؛ محسن، امام‌وردی؛ قدرت‌الله، (۱۴۰۱). "بررسی تأثیر نوسانات نرخ ارز به‌عنوان شاخص ارزیابی ثبات اقتصادی بر شاخص پایداری ارزش‌داری‌ها"، اقتصاد مالی، ۱۶ (۳)، ۲۳۷-۲۴۸.

-محمودزاد، محمود و صادقی، سمیه، (۱۳۹۵). "انتخاب نظام ارزی بهینه برای اقتصاد ایران: فصلنامه تحقیقات اقتصادی"، ۱۶ (۲)، ۵۲-۱۶۲.

-مزینی، امیرحسین، و قربانی، سعید، (۱۳۹۷). "بررسی روند و ماهیت انحراف نرخ ارز واقعی در ایران. تحقیقات اقتصادی"، ۵۴ (۹۸)، ۱۷۱-۱۹۲.

-منظور، داود و تقی‌پور، انوشیروان، (۱۳۹۴). "بررسی آثار تکانه‌های نفتی در اقتصاد ایران با استفاده از مدل DSGE"، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۱۵ (۳)، ۶۷-۹۵.

-نصیری، سمیرا؛ داودی، محمد؛ صمصامی، فرشاد؛ و توکلیان، حسن، (۱۴۰۲). "سیاست پولی بهینه و برآورد اعتبار سیاست‌گذار پولی در ایران با رویکرد DSGE"، پژوهشنامه اقتصادی (دانشگاه علامه طباطبائی)، ۲۳ (۸۸)، ۱۱-۵۳.

-نظری، سیدهادی؛ عادل، امیدعلی؛ عربی، محمد؛ و گودرزی‌فراهانی، امیر، (۱۴۰۴). "بررسی آثار نرخ سود واقعی صفر بر اقتصاد ایران در قالب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی" فصلنامه سیاست‌گذاری اقتصادی، ۱۶ (۳۲)، ۳۳۶-۳۷۱.

Aysun, U. (2024). Identifying the external and internal drivers of exchange rate volatility in small open economies. *Emerging Markets Review*, 58, 101085.

Adrian, T., Gaspar, V., & Vitek, F. (2022). A medium-scale DSGE model for integrated monetary and macroprudential policy analysis. *International Monetary Fund*.

Aikman, D., Giese, J., Kapadia, S., & McLeay, M. (2019). Targeting financial stability: Macprudential or monetary policy? Working Paper Series No. 2278, European Central Bank.

Billi, R., Galí, J., & Nakov, A. (2024). Optimal monetary policy with $r^* < 0$. *Journal of Monetary Economics*, 142, 103518.

Berg, A., Portillo, R., Yang, S.-C. S., & Zanna, L.-F. (2010). The short-run macroeconomics of aid inflows: Understanding the interaction of fiscal and reserve policy. *IMF Working Paper WP/10/65*.

Brandao-Marques, L., Mies, Z., & Nguyen, T. (2024). Monetary policy under inflation uncertainty. [Working paper].

- Camehl, G., & Woźniak, P. (2023). Time-Varying Identification of Monetary Policy Shocks. [Working paper].
- Caporin, M., Rodriguez-Caballero, C. V., & Ruiz, E. (2024). The Factor Structure of Exchange Rates Volatility: Global and Intermittent Factors. *Empirical Economics*, 67, 31–45
- Coenen, G., Mazelis, F., Motto, R., Ristinieni, A., Smets, F., Warne, A., & Wouters, R. (2025). Inflation and monetary policy in medium-sized New Keynesian DSGE models. In *Research Handbook on Inflation* (pp. 62–98). Edward Elgar Publishing.
- Cwik, T., & Winter, C. (2024). Unconventional monetary policy and FX interventions: Evidence from the Swiss National Bank. *Swiss National Bank Research Report*.
- Corsetti, G., Dedola, S., & Leduc, L. (2024). Exchange rate regimes and macroeconomic stabilization in a small open economy. *Journal of Monetary Economics*, 141, 102–120. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2023.12.005>
- Gopinath, G., Boz, E., Casas, C., Díez, F. J., Chen, K., Kolasa, M., Lindé, J., Wang, H., Zabczyk, P., & Zhou, M. J. (2023). An Estimated DSGE Model for Integrated Policy Analysis. *International Monetary Fund*.
- Di Bartolomeo, G., & Serpieri, C. (2025). Robust optimal monetary policies in behavioral New Keynesian DSGE models. *The B.E. Journal of Macroeconomics*, 25(1), 147–189.
- Dizioli, A. (2025). Interest rate sensitivity scenarios for monetary policy under supply and demand shocks. *IMF Working Paper*.
- Elekdag, S., & Tuuli, J. (2022). Flexible exchange rates and external shocks. *IMF Working Paper*.
- Gourinchas, P.-O., & Plagborg-Møller, M. (2022). Dominant currency paradigm and monetary policy. *American Economic Journal: Macroeconomics*, 14(2), 1–35. <https://doi.org/10.1257/mac.20200319>
- Hofmann, B., Manea, C., & Mojon, B. (2024). Targeted Taylor rules: Monetary policy responses to demand- and supply-driven inflation. *BIS Quarterly Review*, 19–35.
- Karadi, P., Nakov, A., Nuño, G., Pasten, E., & Thaler, D. (2025). Strike while the iron is hot: Optimal monetary
- Kaplan, G., Moll, B., & Violante, G. L. (2018). Monetary policy according to HANK. *American Economic Review*, 108(3), 697–743.
- Kolasa, M., Ravgotra, S., & Zabczyk, P. (2022). Monetary Policy and Exchange Rate Dynamics in a Behavioral Open Economy Model. [Working paper].
- Korobilis, D. (2025). Exploring Monetary Policy Shocks with Large-Scale Bayesian VARs. [Working paper].
- Moutsianas, A., & Nisticò, S. (2010). Optimal monetary policy in open economies: The role of exchange rates and oil shocks. [Working paper].
- Nisticò, S. (2012). Monetary policy and stock prices in a DSGE framework. *Journal of Macroeconomics*, 34(1), 302–314.
- Obstfeld, M., & Zhou, H. (2022). The global dollar cycle. *Brookings Papers on Economic Activity*, 53(2), 361–447.
- Yang, L. (2024). News shocks and the exchange rate in a DSGE model of China (Doctoral dissertation, Cardiff University).

سپاسگزاری

نویسندگان از داوران مقاله بابت نظراتشان که به بهبود مقاله کمک کردند، قدردانی می کنند.

درصد مشارکت نویسندگان

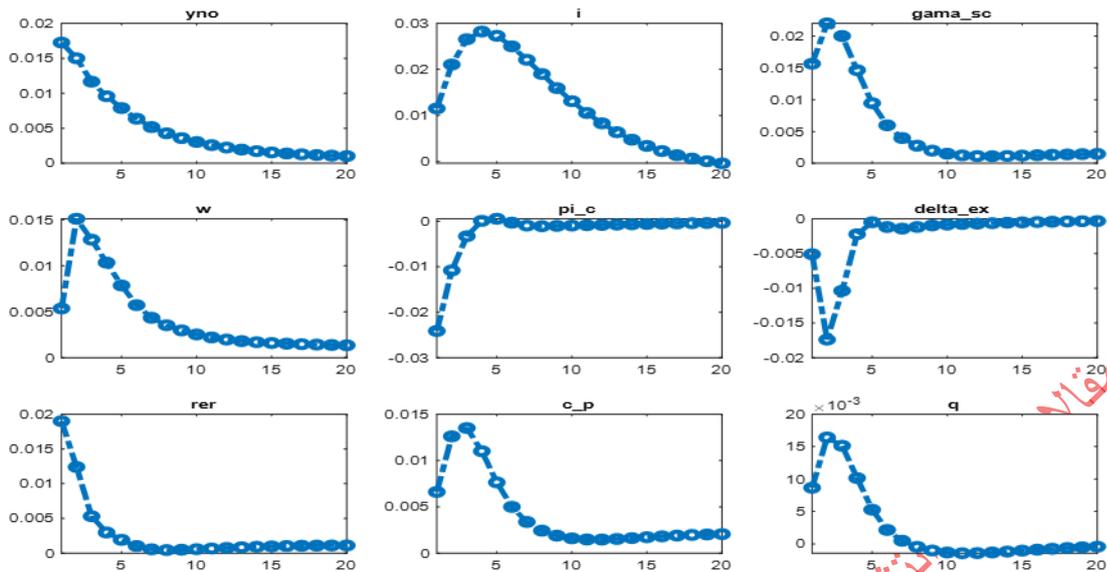
نویسندگان در نگارش مقاله دارای سهم برابر هستند.

تعارض منافع

نویسندگان ضمن رعایت اخلاق نشر در ارجاع دهی، اعلام می دارند که هیچ گونه تضاد منافی وجود ندارد.

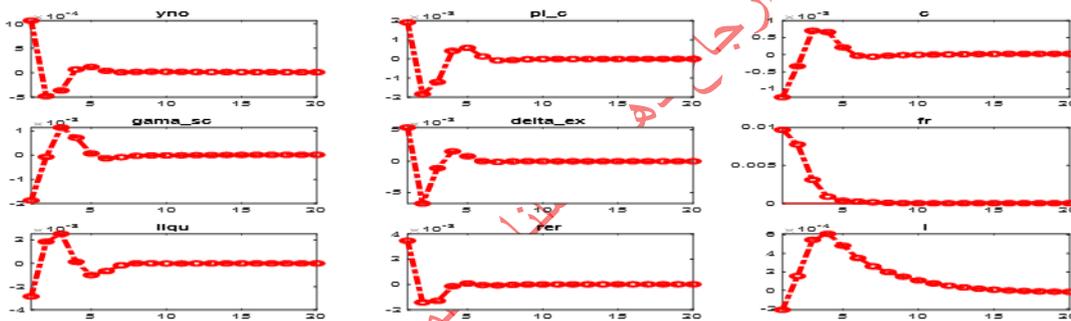
پیوست شماره یک - نمودارهای عکس العمل آئی

نمودار (۱) توابع عکس العمل آئی متغیرها نسبت به تکانه بهره‌وری کل عوامل به اندازه ۲٪



منبع: یافته‌های پژوهش

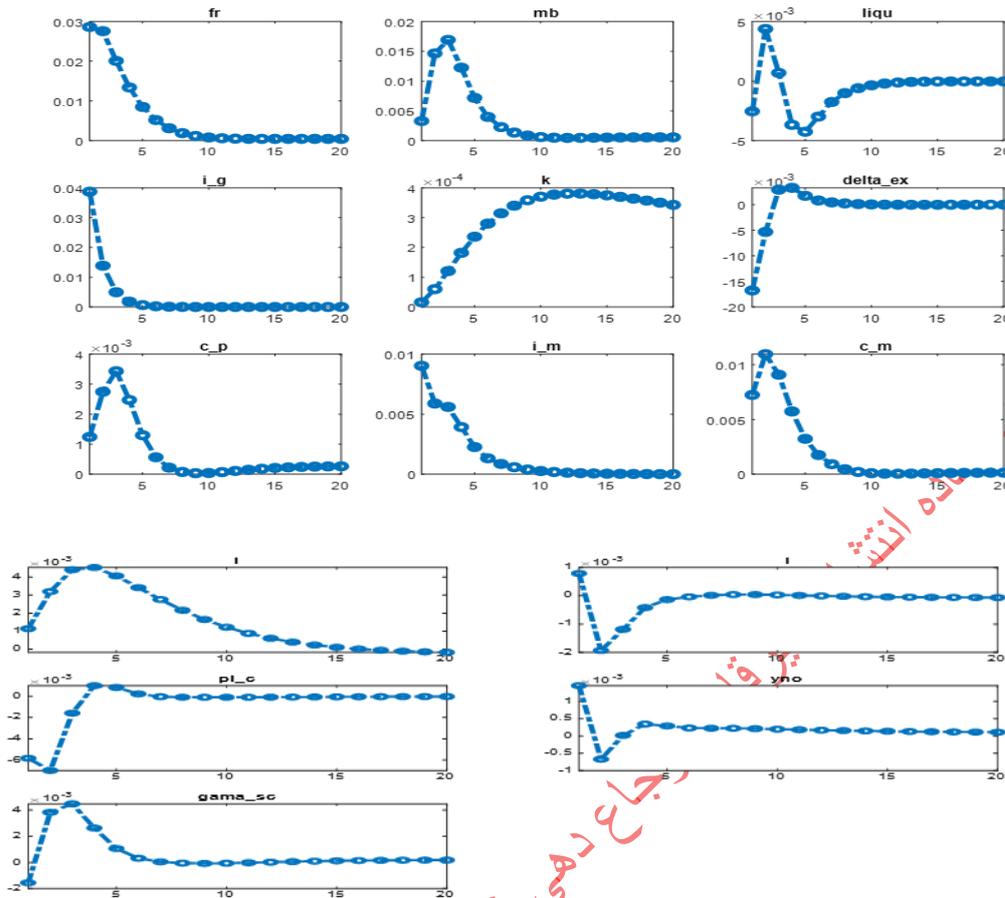
YNO: تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام، w : دستمزد، q : موجودی سرمایه، $delta_ex$: رشد نرخ ارز، rer : نرخ ارز حقیقی، c_p : مصرف خصوصی، i : سرمایه‌گذاری نمودار (۲) توابع عکس‌العمل آنی متغیرها نسبت به تکانه نرخ رشد ارز در بازار به اندازه ۵٪



ماخذ: یافته‌های پژوهش

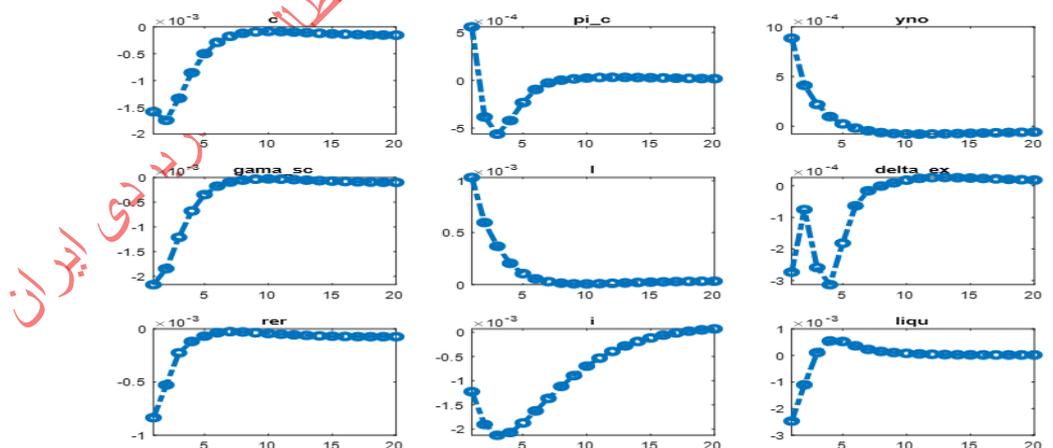
YNO: تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام، $delta_ex$: رشد نرخ ارز، rer : نرخ ارز حقیقی، c : مصرف، fr : خالص ذخائر خارجی بانک مرکزی، $liqu$: رشد نقدینگی نمودار (۳) توابع عکس‌العمل آنی متغیرها نسبت به تکانه ارزی نفتی دولت به اندازه ۲٪

نمودار (۳) توابع عکس‌العمل آنی متغیرها نسبت به تکانه ارزی نفتی دولت به اندازه ۲٪



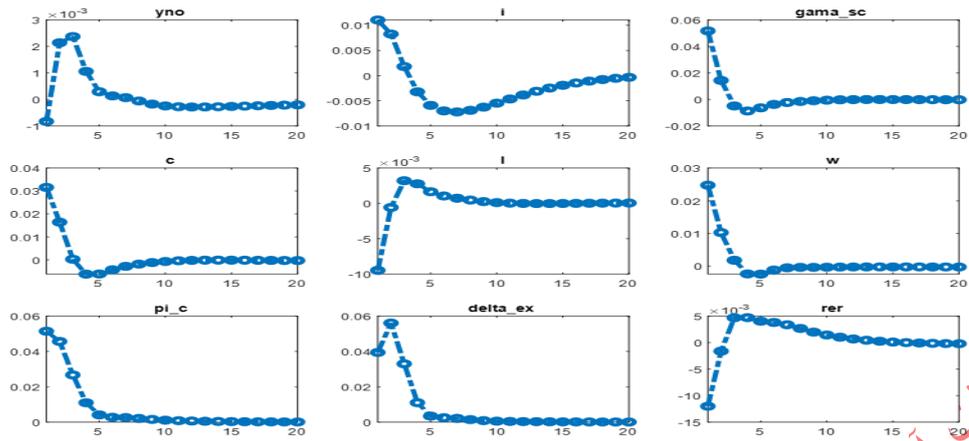
ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO : تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام، L : اشتغال، i : سرمایه‌گذاری، $delta_ex$: رشد نرخ ارز، rer : نرخ ارز حقیقی، $liqu$: رشد نقدینگی، c_p : مصرف خصوصی، mb : پایه پولی، fr : خالص ذخائر خارجی بانک مرکزی، k : موجودی سرمایه، i_g : سرماگذاری عمرانی دولت، i_m : کالای وارداتی سرمایه‌ای و c_m : کالای وارداتی مصرفی نمودار (۴) توابع عکس‌العمل آنی متغیرها نسبت به تکانه هزینه‌های دولت به اندازه ۲٪



ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO : تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام، L : اشتغال، i : سرمایه‌گذاری، $delta_ex$: رشد نرخ ارز، rer : نرخ ارز حقیقی، c : مصرف، $liqu$: رشد نقدینگی نمودار (۵) توابع عکس‌العمل آنی متغیرها نسبت به تکانه رشد نقدینگی به اندازه ۲٪



ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO : تولید کل بدون نفت، pi_c : نرخ تورم؛ $gama_sc$: شاخص قیمت سهام، w : دستمزد، q : موجودی سرمایه، $delta_ex$: رشد نرخ ارز، rer : نرخ ارز حقیقی، p : مصرف، w : دستمزد

مقاله آماده انتشار غیر قابل ارجاع دهی فصلنامه علمی مطالعات کاربردی ایران

Optimal Monetary Policy Analysis under Exchange Rate Shocks: Reconfiguring Inflation, Output, and "Exchange Rate Stability Objectives in a Dynamic Stochastic General Equilibrium Framework"

Hassan Naraqghi¹

✉Ahmad Sarlak²

Seyed Fakhreddin Fakhrhosseini³

Maryam Sharifnejad⁴

Abstrat

This study evaluates the impact of exchange rate shocks on optimal monetary policy in the Iranian economy, employing a dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model calibrated to reflect the institutional and behavioral characteristics of Iran's economy. The model framework captures the interactions among households, firms, the government, and the central bank in an open-economy setting, while simultaneously incorporating both domestic shocks and external disturbances. Using quarterly data from 2006:Q1 to 2023:Q4, the propagation of shocks in productivity, exchange rates, government oil revenues, current government expenditures, and monetary growth through the main channels of the macroeconomy is simulated. The results indicate that these shocks exert significant effects on output, inflation, and asset prices. Strengthening the weight of inflation control in the monetary policy rule reduces the magnitude of these shocks on production and financial indicators, while it increases interest rate volatility. The novelty of this study lies in its simultaneous analysis of multiple macroeconomic shocks within an integrated DSGE framework for an oil-dependent economy, an approach that has been scarcely applied in prior research on Iran. The findings suggest that achieving macroeconomic stability requires a careful balance between inflation containment and support for economic activity, particularly in an environment where exchange rate fluctuations play a prominent role in shock transmission.

Keywords: Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model, optimal monetary policy, exchange rate shocks

Classification JEL: C68, E52, F31, E62, Q43

¹ Department of Economics, Ar.C., Islamic Azad University, Arak, Iran. h.naraqghi@iau.ac.ir

² Corresponding Author, Department of Economics, Ar.C., Islamic Azad University, Arak, Iran. ah.sarlak@iau.ac.ir

³ Department of Financial Management, Ka.C., Islamic Azad University, Karaj, Iran. SF.Fakhrhosseini@iau.ac.ir

⁴ Department of Economics, Ar.C., Islamic Azad University, Arak, Iran. m_sharifnejad@iau.ac.ir