

بررسی پویایی تکانه‌های مخارج جاری، ارزی نفتی دولت و نرخ ارز در چارچوب سیاست پولی بهینه مبتنی بر نرخ ارز

حسن نراقی

گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

احمد سرلک 

گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

سید فخرالدین فخر حسینی

گروه مدیریت مالی، واحد کرج، دانشگاه آزاد اسلامی، کرج، ایران.

مریم شریف نژاد

گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران.

<https://doi.org/10.22067/mfe.2025.95675.1617>

نوع مقاله: پژوهشی

چکیده

این مطالعه تأثیر تکانه‌های نرخ ارز و درآمد نفتی و مخارج جاری دولت بر سیاست پولی بهینه در ایران را با استفاده از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی کالبره‌شده مطابق ویژگی‌های ساختاری ایران تحلیل می‌کند. مدل تعاملات میان خانوارها، بنگاه‌ها، دولت و بانک مرکزی را در بر می‌گیرد و هم تکانه‌های داخلی و هم اختلالات بیرونی را مدنظر قرار می‌دهد. با استفاده از داده‌های فصلی دوره ۱۳۸۵:۱ تا ۱۴۰۲:۴، مدل کالبره‌شده شبیه‌سازی می‌کند که چگونه تکانه‌های بهره‌وری کل عوامل تولید، تکانه‌های نرخ ارز، درآمدهای نفتی دولت و مخارج جاری دولت از طریق کانال‌های اصلی اقتصاد کلان منتشر می‌شوند. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که هر دو نوع تکانه به‌طور معناداری بر تولید، تورم و قیمت دارایی‌ها تأثیر می‌گذارند. تقویت مؤلفه تثبیت تورم در قاعده سیاست پولی، آثار نامطلوب تکانه‌ها بر تولید و شاخص‌های سهام را کاهش می‌دهد، اما نوسان‌پذیری نرخ بهره را افزایش می‌دهد. نوآوری این مطالعه در بررسی هم‌زمان تکانه‌های کلان در چارچوب یکپارچه DSGE برای یک اقتصاد وابسته به نفت است؛ رویکردی که پیش‌تر برای ایران اعمال نشده بود. یافته‌ها بینش‌های جدیدی درباره موازنه‌های سیاستی پیش‌روی بانک مرکزی ایران ارائه می‌کنند و تأکید دارند که حفظ ثبات کلان نیازمند توازن دقیق میان کنترل تورم و اهداف رشد، به‌ویژه در شرایط نوسانات نرخ ارز، است.

کلیدواژه: مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE)، سیاست پولی بهینه، تکانه نرخ ارز.

* نویسنده مسئول: ah.sarlak@iau.ac.ir

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۰۷/۰۶ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۹/۲۵

صفحات:

مقدمه

انتظارات عمومی نسبت به نرخ ارز، به عنوان یک لنگر اسمی معتبر (پول خارجی کشور با تورم پایین و پایدار)، به عنوان ابزاری کارآمد برای مهار تورم و تثبیت انتظارات تورمی مطرح می شود. با این حال، نوسانات نرخ ارز می تواند اختلالات جدی در اقتصاد ایجاد کند. تشخیص منشأ این نوسانات چه ناشی از کارکردهای ساختاری و چه از ناترازی های اقتصادی در تدوین سیاست های کلان اهمیت بالایی دارد، زیرا عملکرد منفی دولت می تواند آشفته گی اقتصادی را تشدید و عملکرد مثبت، همراهی عمومی را به دنبال داشته باشد. علاوه بر این، شرایط محیطی و نحوه استفاده از ابزارهای سیاست گذاری می تواند اثرات متفاوتی بر اقتصاد داشته باشد؛ بنابراین، توجه به انتظارات عمومی و اصلاح عدم تعادل ها از دیدگاه اقتصاددانان ضروری است.

استفاده از سیاست پولی برای تثبیت شرایط اقتصادی و کاهش آثار تکانه های برونزا همواره مورد تأکید بوده است. انتخاب قاعده ای بهینه که رفاه اجتماعی را حداکثر کند، نقش محوری در مدیریت تورم و تولید دارد. بانک های مرکزی تلاش می کنند با استفاده از قواعد سیاست پولی، مسیر مشخصی برای کنترل متغیرهای کلان و واکنش پذیری نسبت به تحولات گذشته ترسیم کنند. در اقتصادهایی با وابستگی نسبی به بخش خارجی، جریان های بین المللی و تحولات بخش خارجی اثرگذاری بالایی بر تورم و سایر متغیرهای کلان دارند. با این حال، به دلیل محدودیت های ورود و خروج سرمایه در اقتصاد ایران، درجه باز بودن آن نسبت به سایر اقتصادهای کوچک و باز محدود است. بنابراین، آثار تکانه های خارجی بر اقتصاد کشور به شیوه ای متفاوت از کشورهای کاملاً باز تجربه می شود.

این مطالعه یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) ویژه اقتصاد ایران توسعه می دهد تا بررسی کند تکانه های کلان اقتصادی چگونه بر سیاست پولی بهینه تأثیر می گذارند. مدل شامل خانوارها، بنگاه ها، دولت و بانک مرکزی است و نوسانات درآمدهای نفتی، تکانه های نقدینگی و قیدهای ساختاری اقتصاد ایران را در نظر می گیرد. در حالی که برخی پارامترهای مدل از مطالعات پیشین درباره اقتصادهای باز اقتباس شده اند، این چارچوب ویژگی های نوآورانه ای چون نسبت های مالی بخش محور، مدل سازی صریح رژیم های نرخ ارز و محدودیت های وابسته به نقدینگی را معرفی می کند که بازتاب دهنده ویژگی های ساختاری خاص ایران است.

هدف اصلی این پژوهش تحلیل شرایطی است که در آن انواع مختلف تکانه های کلان تکانه های حقیقی، طرف تقاضا و طرف عرضه بر سیاست پولی بهینه اثر می گذارند و کمی سازی حساسیت اهداف سیاستی مانند تثبیت شکاف تولید و کنترل تورم نسبت به این تکانه ها. مطالعه از قاعده تیلور به عنوان چارچوب پایه

استفاده می‌کند، اما اجازه می‌دهد تا در مواجهه با تکانه‌های شناسایی‌شده، اصلاحاتی در آن صورت گیرد تا نمایانگرتر و واقع‌گرایانه‌تر از اجرای سیاست در یک اقتصاد کوچک باز وابسته به نفت باشد. علاوه بر این، مطالعه سهم ادبیات پیشین را از نوآوری‌های مطرح‌شده در این کار متمایز می‌سازد. در حالی که کاربردهای پیشین DSGE عمدتاً بر اقتصادهای باز عمومی یا اقتصادهای صادرکننده نفت با ساختارهای مالیاتی ساده‌شده متمرکز بوده‌اند، این پژوهش تعاملات مالی و پولی خاص ایران را به‌صراحت مدل‌سازی می‌کند و نقش نوسانات نرخ ارز، وابستگی به درآمدهای نفتی و اصطکاک‌های بازار مالی را در شکل‌دهی پاسخ‌های سیاستی بهینه برجسته می‌سازد. این رویکرد امکان درک عمیق‌تری از مکانیزم‌های انتقال، مصالحه‌های سیاستی و تنظیم پارامترهای مدل‌های DSGE در اقتصادهایی با ویژگی‌های مشابه را فراهم می‌کند.

در پایان، با تلفیق ویژگی‌های ساختاری داخلی و تکانه‌های خارجی، این مطالعه تحلیلی دقیق و متن‌محور از سیاست پولی بهینه در ایران ارائه می‌دهد. یافته‌ها نه تنها سیاست‌گذاران را در مورد تنظیم مناسب قواعد نرخ بهره آگاه می‌سازد، بلکه به ادبیات گسترده‌تر سیاست پولی تحت عدم قطعیت، وابستگی به نفت و شرایط اقتصاد کوچک باز نیز کمک می‌کند.

مبانی نظری

بررسی اثر سیاست‌های پولی بر متغیرهای کلان، به‌ویژه نرخ ارز و بازار سرمایه، از مسائل محوری اقتصاد کلان به شمار می‌رود. یافته‌های نظری و تجربی نشان می‌دهد که سیاست پولی از طریق کانال‌هایی مانند نقدینگی، نرخ بهره و شکل‌دهی انتظارات، بر متغیرهای حقیقی و اسمی اقتصاد تأثیر می‌گذارد. نوسانات نرخ ارز علاوه بر بازتاب تحولات بنیادین، می‌تواند محرکی برای ایجاد بی‌ثباتی یا تقویت ثبات اقتصادی باشد و به تبع آن بر تخصیص منابع و رفاه اثرگذار باشد.

از دیدگاه پست‌کینزی، نرخ ارز واقعی تعادلی تابعی از متغیرهای بنیادین مانند بهره‌وری، سیاست‌های تجاری و مالی و درآمدهای نفتی است؛ انحراف از این سطح می‌تواند مسیر رشد اقتصادی را مخدوش و فرآیند تصمیم‌گیری اقتصادی را دچار ناکارآمدی کند. پژوهش‌های تجربی این انحرافات را با رویکردهایی همچون برابری قدرت خرید، بررسی شکاف نرخ رسمی و غیررسمی و مدل‌های ساختاری بنیادین مورد آزمون قرار داده‌اند که نتایج متنوعی ارائه می‌دهند.

نوسانات نرخ ارز از مسیرهای مختلفی بر بازار سهام اثر می‌گذارد؛ مسیر مستقیم از طریق تغییر قیمت نسبی کالاها و تجارت خارجی و مسیر غیرمستقیم از طریق تأثیر بر سودآوری شرکت‌ها، ساختار بدهی و

انتظارات سرمایه‌گذاران عمل می‌کند. در اقتصادهای در حال توسعه که دسترسی به پوشش ریسک ارزی محدود و ساختار مالی شکننده است، تکانه‌های نرخ ارز می‌توانند نقدینگی بازار را کاهش، ریسک سیستماتیک را افزایش و سرمایه‌گذاری را تضعیف کنند که در نتیجه بازده و ارزش بازار سهام تحت فشار قرار می‌گیرد. به همین دلیل، در تحقیقات اخیر از مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای تحلیل هم‌زمان تعامل سیاست پولی، نرخ ارز و بازده بازار سرمایه استفاده شده است.

مطالعات قبلی که از مدل‌های DSGE برای سیاست پولی بهینه استفاده کرده‌اند، درک پایه‌ای از چارچوب‌های مبتنی بر قاعده و پیش‌نگر در مواجهه با تکانه‌های کلان‌اقتصادی فراهم کرده‌اند. شرکت‌های کلاسیک شامل مدل‌های نوکیزی DSGE برای اقتصادهای کوچک باز، مدل‌سازی تکانه‌های درآمد نفتی در بازارهای نوظهور (Nisticò, 2012)، بررسی تعاملات مالی بودجه‌ای در کشورهای در حال توسعه (Berg et al., 2010)، و به‌کارگیری رویکردهای DSGE برای شرایط کلان‌اقتصادی ایران هستند. این مطالعات عمدتاً بر پاسخ‌های تعادل عمومی به ابزارهای متعارف سیاست پولی متمرکزاند، با فرض یا یک نرخ ارز واحد یا انتقالات بودجه‌ای برون‌زا.

تحقیقات اخیر بر چارچوب‌های تطبیقی در مواجهه با عدم قطعیت ساختاری تأکید کرده‌اند. سیاست بهینه در حضور تکانه‌های پایدار و نوسان‌های تصادفی در مطالعات (Brandão Marques et al., 2024; Dizioli, 2025) بررسی شده و نشان داده شده که قواعد پیش‌نگر نیازمند به‌روزرسانی مستمر هستند. همچنین تعامل بین نوسان نرخ ارز و بازارهای مالی در مطالعات (Caporin et al., 2024; Adrian et al., 2022) برجسته شده و بیان می‌شود که نادیده گرفتن بازخورد بازار دارایی‌ها می‌تواند به سیاست‌های کمتر از بهینه منجر شود.

ملاحظات رفتاری همچون عقلانیت محدود و پردازش محدود اطلاعات، اثربخشی راهنمایی آینده‌نگر را کاهش می‌دهند (Kolasa et al., 2022). این یافته‌ها به‌ویژه برای اقتصادهای نوظهور و وابسته به نفت که شکست‌ها و ناکارآمدی‌های بازار مالی در آن‌ها پررنگ است، اهمیت دارد.

در ایران، شواهد تجربی نشان می‌دهد که تکانه‌های قیمت نفت و نرخ ارز بر سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه، تولید و تورم اثر قابل توجهی دارند. همچنین رشد عرضه پول، گسترش اعتباری و پویایی‌های نرخ ارز، هسته مکانیزم انتقال پولی را شکل می‌دهند (Rahimi et al., 2021). عدم قطعیت سیاست‌های اقتصادی نیز شکنندگی بازار سهام را افزایش داده و ریسک سیستمیک را تشدید می‌کند. مطالعات داخلی بر نقش

ساختارهایی مانند نظام ارزی دوگانه، جریان مالی نفت دلاری و محدودیت‌های نقدینگی ناشی از نظام بانکی اسلامی تأکید دارند (Borumand et al., 2019).

این ادبیات نشان می‌دهد که مدل‌های استاندارد DSGE باید برای ایران سفارشی‌سازی شوند تا تکانه‌های درآمد نفتی مؤثر بر نقدینگی و بودجه، رژیم‌های نرخ ارز مؤثر بر تورم و شکاف تولید، و اصطکاک‌های مالی مؤثر بر بازار سهام را دربرگیرند.

بر همین اساس، این مطالعه یک مدل چندبخشی DSGE نوکینزی شامل خانوارها، بنگاه‌ها، دولت و بانک مرکزی ارائه می‌کند که تکانه‌های کلان را به‌طور صریح وارد می‌کند. این مدل، چارچوب‌های پیشین (Nisticò, 2012) را گسترش می‌دهد تا امکان وقوع هم‌زمان تکانه‌های درآمد نفتی، نرخ ارز و نقدینگی در بازار سهام فراهم شود و بینش‌هایی ارائه کند که مدل‌های متعارف قادر به آشکارسازی آن نیستند. این رویکرد، موازنه‌های سیاستی بین تثبیت تورم، حمایت از تولید و حفظ ثبات مالی را در اقتصاد کوچک و نفت‌محور ایران برجسته می‌سازد.

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

پیشینه پژوهش

در مطالعات پیشین انجام شده در این زمینه می‌توان به تحقیقات نیستیکو (۲۰۱۲)، برگ و همکاران (۲۰۱۰) و 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 به‌روز هستند؛ بنابراین، نیاز به بررسی و تحلیل‌های جدید در سال ۱۴۰۴ احساس می‌شود. در مطالعه‌ای که توسط دی بارتولومئو و سرپیری (۲۰۲۵) انجام شد، قواعد سیاست پولی بهینه در مدل رفتاری نوکینزی DSGE با تأکید بر کنترل مقاوم بررسی گردید. نتایج نشان داد که طراحی سیاست پولی مبتنی بر رفتار واقعی اقتصاد، باعث افزایش پایداری و کارایی در مواجهه با انتظارات غیرعقلایی و عدم قطعیت می‌شود.

دی‌زیولی (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای برای صندوق بین‌المللی پول، سناریوهای حساسیت نرخ بهره را به‌عنوان ابزاری برای تحلیل واکنش سیاست‌های پولی به تکانه‌های عرضه و تقاضا بررسی کرد. این پژوهش چارچوبی برای کمک به تصمیم‌گیری بانک‌های مرکزی در شرایط عدم قطعیت اقتصاد کلان ارائه داد و

نشان داد که تحلیل حساسیت نرخ بهره به تکانه‌ها، در طراحی سیاست‌های پولی قاعده‌مند و انعطاف‌پذیر اهمیت دارد. در مطالعه‌ای که توسط برنندائو مارکیز، میکس و نگوین (۲۰۲۴) انجام شد، چارچوب تحلیلی برای بررسی سیاست پولی در شرایط عدم قطعیت نسبت به پایداری تورم ارائه گردید. این پژوهش با طراحی مدلی جدید نشان داد که سیاست پولی بهینه نمی‌تواند ایستا باشد و باید به صورت پویا و انطباق‌پذیر نسبت به تغییرات انتظارات تورمی عمل کند. یافته‌ها اهمیت نقش انتظارات و رفتار آینده‌نگر در فرآیند سیاست‌گذاری پولی را برجسته کرده و بر لزوم انعطاف‌پذیری بانک‌های مرکزی در مواجهه با نااطمینانی‌های ساختاری تأکید دارد. کاپورین، رودریگز-کابایرو و رویز (۲۰۲۴) نوسانات نرخ ارز را با تمرکز بر عوامل کلان جهانی و ارتباط آن با بازار سهام بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که این نوسانات به طور معناداری به هم مرتبط‌اند و بر انتقال سیاست پولی اثرگذارند؛ بنابراین، نادیده گرفتن این ارتباط در سیاست‌گذاری می‌تواند خطا ایجاد کند و اهمیت بررسی همزمان بازار ارز و سرمایه را در اقتصاد کلان نشان می‌دهد.

مطالعه کولاسا، راوگوترا و زابچیک (۲۰۲۲) با استفاده از مدل نیوکینزی رفتاری نشان داد که محدودیت عقلانیت در بازیگران اقتصادی و نوسانات شدید نرخ ارز، کارایی سیاست‌های پولی، به ویژه ابزارهای پیش‌رونده هدایت انتظارات، را کاهش می‌دهد. این نتایج بر اهمیت در نظر گرفتن رفتار واقعی و پویایی نرخ ارز در سیاست پولی اقتصادهای باز تأکید دارد.

آدریان، گاسپار و ویتک (۲۰۲۲) با مدل DSGE در مقیاس متوسط، نقش مداخلات بازار ارز را به عنوان مکمل سیاست پولی بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که این مداخلات در تقویت ثبات مالی و مدیریت انتظارات بازار، به ویژه در شرایط نوسان بالا، مؤثر است و اهمیت هماهنگی سیاست‌های پولی و ارزی را برجسته می‌کند. مطالعه‌ای توسط کان و میشل (۲۰۱۹) به بررسی تأثیر بازار سرمایه بر متغیرهای کلان اقتصادی در کشور در شرایط قبل و پس از بحران‌ها پرداخت. نتایج نشان داد که بازدهی بازار سرمایه اثر معناداری بر متغیرهای کلان اقتصادی دارد؛ به طوری که تأثیر تکانه بازار سرمایه بر تولید ناخالص داخلی مثبت و معنادار و بر تورم و نرخ بهره منفی و معنادار بود. همچنین، تأثیر بازار سرمایه بر متغیرهای کلان در دوران قبل از بحران بیشتر از دوران بحران و پس از بحران مشاهده شد.

کیلینگتون (۲۰۱۸) به بررسی اثرات تکانه نقدینگی بازار سرمایه بر پویایی متغیرهای کلان اقتصادی انگلستان پرداخت. نتایج نشان داد که اکثر متغیرهای کلان پس از بحران مالی ۲۰۰۸ واکنش مثبت به تکانه وارد شده از ناحیه نقدینگی بازار سرمایه نشان داده‌اند و رابطه غیرخطی بین این متغیرها وجود دارد. ارمغان

و همکاران (۲۰۲۲) سازوکار اثرگذاری تکانه‌های وارده از سوی قیمت نفت، ارز و سرمایه‌گذاری در بازار سرمایه ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که یک تکانه از ناحیه قیمت نفت باعث کاهش ۵ درصدی تولید و افزایش ۳۳ درصدی شاخص سهام می‌شود. رحیمی و همکاران (۲۰۲۱) نحوه اثرگذاری مهم‌ترین عوامل بر سازوکار انتقال سیاست پولی در اقتصاد ایران را بررسی کردند. نتایج نشان داد که در کوتاه‌مدت بالاترین تأثیر توسط نرخ ارز حقیقی و در میان‌مدت توسط حجم پول و رشد اعتبارات بخش خصوصی بر سازوکار انتقال سیاست پولی اعمال می‌شود. حاتمی‌زاده و همکاران (۲۰۲۱) عدم قطعیت سیاست اقتصادی را بر ریسک سقوط قیمت سهام در بازار سرمایه ایران بررسی کردند. یافته‌ها نشان داد که بین عدم قطعیت سیاست اقتصادی و ریسک سقوط قیمت سهام رابطه مثبت و معناداری وجود دارد.

روش‌شناسی

مطابق با مطالعه گالی و مونا سلی (۲۰۰۵)، پژوهش حاضر یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای اقتصاد ایران ارائه می‌دهد که مبتنی بر چارچوب نیستیکو (۲۰۱۲) تنظیم شده است. ساختار مدل شامل خانوارها، بنگاه‌ها، دولت و بانک مرکزی است و ویژگی‌های منحصربه‌فردی نسبت به مطالعات پیشین داراست؛ از جمله واردکردن بازار سرمایه و پویایی قیمت سهام به عنوان کانال‌های اثرگذار بر فرآیند سیاست‌گذاری پولی. بدین ترتیب، این رویکرد امکان بررسی دقیق‌تری از اثرات سیاست‌های پولی در شرایطی را فراهم می‌سازد که بازار سرمایه نقش تعیین‌کننده‌ای در انتقال سیاست‌ها به بخش واقعی اقتصاد دارد. پارامترها با استفاده از روش برازش بیزی و داده‌های سری‌زمانی اقتصادی (شامل شاخص‌های تولید، قیمت، نرخ بهره، نرخ ارز، بازده بازار سهام و درآمدهای نفتی) برآورد می‌شوند و معیارهای اعتبارسنجی و تحلیل حساسیت برای آزمون تطابق مدل با ویژگی‌های اقتصاد ایران به کار گرفته خواهد شد.

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 نظیر 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.

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.

فروشد. تولیدکننده کالای نهایی، کالاهای واسطه‌ای که متمایز و جانشین ناقص همدیگر هستند را بر اساس یک جمعگر دیکسیت-استیگلitz که به شکل ذیل تعریف می‌شود، ترکیب می‌کند:

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

که در آن پارامتر ϵ مارک‌آپ 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 تولید کننده نهایی را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\begin{aligned} \max_{y_t^j} \quad & P_t^d y_t - \int_0^1 P_t^j y_t^j dj \\ \text{s.t.} \quad & y_t = \left[\int_0^1 y_t^j \frac{\epsilon-1}{\epsilon} dj \right]^{\frac{\epsilon}{\epsilon-1}} \end{aligned} \quad (2)$$

با حل شرایط مرتبه اول معادله (۲)، 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:

$$y_t^j = \left(\frac{P_t^j}{P_t^d} \right)^{-\epsilon} y_t \quad j \in [0,1] \quad (3)$$

که در آن P_t^j قیمت کالای واسطه‌ای j ام و P_t^d شاخص قیمت کالاهای تولیدی داخلی است. با جایگزینی رابطه (۳) در رابطه (۱)، می‌توان رابطه بین شاخص قیمت کالای نهایی تولیدی داخلی و قیمت کالاهای واسطه‌ای را به‌دست آورد؛ این رابطه به‌صورت زیر نمایش داده می‌شود:

$$P_t^d = \left[\int_0^1 P_t^j \frac{1}{1-\epsilon} dj \right]^{\frac{1}{1-\epsilon}} \quad (4)$$

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 ژمی پردازند. 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 زیر تصریح می‌شود:

$$y_t^j = A_t L_t^{1-\alpha} K_t^{j\alpha} \quad (5)$$

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 را به دنبال آن است که هزینه‌هایش را با توجه مقدار معین تولید حداقل می‌کند. لذا تابع هدف بنگاه j به صورت زیر است:

$$\min_{K_t^j, L_t^j} \frac{W_t}{P_t^d} L_t^j + R_t^k K_t^j \quad \text{s.t.} \quad y_t^j = A_t L_t^{1-\alpha} K_t^{j\alpha} \quad (6)$$

که در آن W_t دستمزد اسمی بخشی، R_t^k نرخ بازدهی سرمایه و y_t^j تقاضای کالای j 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 زیر نوشت:

$$\frac{W_t}{P_t^d} = A_t \mu_t (1 - \alpha) L_t^{j-\alpha} K_t^{j\alpha} \left(L_t^{1-\alpha} K_t^{j\alpha} \right)^{-1} = \mu_t (1 - \alpha) \frac{y_t^j}{L_t^j} \quad (7)$$

$$R_t^k = A_t \mu_t (\alpha) L_t^{j-\alpha} K_t^{j\alpha-1} = \mu_t \alpha \frac{y_t^j}{K_t^j} \quad (8)$$

که در آن μ_t ضریب لاگرانژ و بیانگر هزینه نهایی بر حسب قیمت‌های حقیقی است. از ترکیب دو معادله (۷) و (۸) رابطه نسبت سرمایه به نیروی کار به صورت زیر بدست می‌آید:

$$\frac{\alpha W_t}{(1 - \alpha) R_t^k P_t^d} = \frac{K_t^j}{L_t^j} \quad (9)$$

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 زیر نوشت:

$$mc_t = \frac{W_t}{(1 - \alpha)P_t^d \frac{y_t}{L_t^j}} \quad (10)$$

مسئله دیگری که بنگاه تولیدکننده کالای واسطه‌ای با آن مواجه است، تعدیل قیمت‌ها است. در این مطالعه برای تعدیل قیمت‌ها از روش کالو (۱۹۸۳) 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 زیر بصورت جزئی قیمت‌ها را شاخص‌بندی می‌کنند. (شاخص نسبی نسبت به یک دوره پایه)

$$P_{t1}^i = (\pi_t^i)^{\tau_p} P_t^i \quad (11)$$

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 تولید کنندگان نهایی انجام می‌شود، حداکثر می‌کنند، یعنی

$$MAX_{P_t^i} \mathbb{E}_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_P)^k \frac{\lambda_{t+k}}{\lambda_t} \left\{ \prod_{s=1}^k (\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_p} \frac{P_t^i}{P_{t+k}^d} - mc_{t+k}^i \right\} y_{t+k}^i \quad (12)$$

$s.t$

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

مفهوم λ_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 در آمد 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 زیر می‌رسیم:

$$\begin{aligned} \text{Max}_{P_t^i} E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_P)^k \frac{\lambda_{t+k}}{\lambda_t} & \left\{ \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_P} P_t^i}{\pi_{t+s}^i P_t^d} \right]^{1-\zeta} \right. \\ & \left. - \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_P} P_t^i}{\pi_{t+s}^i P_t^d} \right]^{-\zeta} mc_{t+k}^i \right\} y_{t+k} \end{aligned}$$

با مشتق‌گیری از رابطه 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 زیر خلاصه نمود:

$$\begin{aligned} E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_P)^k \lambda_{t+k} (\zeta - 1) & \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_P}}{\pi_{t+s}^i} \right]^{1-\zeta} \frac{\bar{P}_t}{P_t^d} y_{t+k} \\ & = E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta \theta_P)^k \lambda_{t+k} \zeta \left[\prod_{s=1}^k \frac{(\pi_{t+s-1}^i)^{\tau_P} \bar{P}_t}{\pi_{t+s}^i P_t^d} \right]^{-\zeta} \bar{P}_t^{-1} mc_{t+k}^i y_{t+k} \end{aligned} \quad (13)$$

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 (۱۳) نشان می‌دهد قیمتی که توسط بنگاه نام 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 $\frac{\zeta}{(\zeta-1)}$ که در این صورت $\bar{P} = \left(\frac{\zeta}{\zeta-1} \right) mc_t^i$ 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 می‌

^۱ Symetric Equilibrium

^۲ Mark-Up

شود، 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 (۱۳)، شاخص قیمت کل در زمان t براساس فرمول متوسط وزنی زیر عمل می‌کند.

$$[P_t^d]^{1-\zeta} = \theta_P [(\pi_{t-1}^d)^{\tau_P} P_{t-1}^d]^{1-\zeta} + (1 - \theta_P) [\bar{P}_t]^{1-\zeta} \quad (14)$$

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 به‌صورت زیر (برحسب لگاریتم و به شکل خطی) بیان کرد:

$$\widehat{rer}_t = \widehat{EX}_t + \hat{p}_t^* - \hat{p}_t^c = (\widehat{EX}_t + \hat{p}_t^* - \hat{p}_t^{im}) + \hat{p}_t^{im} - \hat{p}_t^c = \hat{\varphi}_t^{im} + \hat{p}_t^{im} - \hat{p}_t^c \quad (15)$$

که در آن $\hat{p}_t^*$ ، $\hat{p}_t^{im}$ و $\hat{p}_t^c$ 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 (۱۵)، $\hat{\varphi}_t^{im} = \widehat{EX}_t + \hat{p}_t^* - \hat{p}_t^{im}$ معیاری برای انحراف از قانون قیمت واحد می‌باشد و بیانگر میزان انحراف قیمت جهانی واردات از قیمت واردات در بازار داخلی می‌باشد. معادله (۱۶) 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 $\hat{\varphi}_t^{im}$ نقش مهمی در تعیین پویاییهای تورم واردات ایفا می‌کند. دومی به‌سبب انحراف قیمت‌های داخلی از خارجی است که در رابطه مبادله خودش را نشان می‌دهد.

رابطه (۱۵) را می‌توان بر حسب تورم به صورت بیان نمود:

$$\widehat{rer}_t = \widehat{rer}_{t-1} \hat{\varphi}_t^{im} + \hat{\varphi}_{t-1}^{im} + \hat{\pi}_t^{im} - \hat{\pi}_t^c \quad (16)$$

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 زیر است:

$$E_0 \sum_{i=0}^{\infty} \beta^i U_t^i = \left[\frac{1}{1-\sigma_c} (c_t^i - h c_{t-1})^{1-\sigma_c} - \frac{1}{1+\sigma_l} (L_t^i)^{1+\sigma_l} \frac{1}{1-\sigma_m} \left(\frac{M_t^{c,t}}{P_t^c} \right)^{1-\sigma_m} \right] \quad (17)$$

در معادله شماره (۱۸) 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 (۱۷)، 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 $\left(m_t^{c,t} = \frac{M_t^{c,t}}{P_t^c} \right)$ نسبت به نرخ بهره را نشان می‌دهد. تابع مطلوبیت در معادله (۱۷)، عادات بیرونی (رفتار چشم هم چشمی) رفتار مصرف کننده 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 مصرف کننده 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 به‌دست‌آوردن توابع تقاضای مصرف

در معادله (۱۷) فرض می‌شود مصرف کل به قیمت حقیقی (c_t^i) ، ترکیبی از مصرف کالاها داخلی (c_t^d) و کالاها 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

$$c_t = \left[\xi_c \frac{1}{\mu_c} (c_t^d)^{\frac{\mu_c-1}{\mu_c}} + (1-\xi_c) \frac{1}{\mu_c} (c_t^m)^{\frac{\mu_c-1}{\mu_c}} \right]^{\frac{\mu_c}{\mu_c-1}} \quad (18)$$

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 $c_t^d, L_t, \frac{M_t^c}{P_t^c}$ را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که مطلوبیت آن‌ها 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 زیر را حل می‌کنند:

$$\min_{c_t^d} P_t^d c_t^d + P_t^m c_t^m \quad s. t \quad (19)$$

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

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 (۱۹) می‌توان توابع تقاضا برای کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی به صورت زیر به دست آورد:

$$c_t^m = (1 - \xi_c) \left(\frac{P_t^m}{P_t^c} \right)^{-\mu_c} c_t \quad (20)$$

$$c_t^d = \xi_c \left(\frac{P_t^d}{P_t^c} \right)^{-\mu_c} c_t \quad (21)$$

با جایگزینی روابط (۲۰) و (۲۱) در سبد مصرفی خانوارها $P_t^d c_t^d + P_t^m c_t^m = P_t^c c_t$ شاخص کل قیمت مصرف‌کننده (P_t^c)، با اجزای آن به دست می‌آید، یعنی

$$P_t^c = \left[\xi_c (P_t^d)^{1-\eta_c} + (1 - \xi_c) (P_t^m)^{1-\eta_c} \right]^{\frac{1}{1-\eta_c}} \quad (22)$$

که در آن P_t^c بیانگر تغییرات شاخص کل قیمت مصرف‌کننده 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. به پول هیچ سودی تعلق نمی‌گیرد 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، سبدی از سهام $N_t(j)$ که توسط بنگاه‌های واسطه‌ای j ام منتشر می‌شود. قیمت اسمی هر سهم بنگاه j در دوره t با $P_t^s(j)$ نشان می‌دهیم. بنابراین، ثروت سهام خانوار i ام شامل سبدی 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 خالص 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 نیستیکو (۲۰۰۳) استفاده می‌کنیم. دارایی‌های (ثروت) سهام خانوار i ام را که از دوره قبل به همراه داشته $(\Omega_{t-1}^{*,i})$ را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\Omega_{t-1}^{*,i} = \int_0^1 (P_t^s(j) + DV_t(j)) N_t(j) dj \quad (23)$$

قید بودجه بین دوره‌ای خانوارها را بر حسب قیمت‌های حقیقی را می‌توان بصورت زیر بیان کرد:

$$c_t^i + I_t^i + b_t^i + \frac{1}{P_t^c} \int_0^1 P_t^s(j) \frac{N_t(j)}{\varepsilon_t^s} dj + m_t^{c,i} \quad (24)$$

$$= (1r_{t-1}^d) \frac{b_{t-1}^i}{\pi_t^c} + \frac{m_{t-1}^{c,i}}{\pi_t^c} + \frac{1}{P_t^c} \Omega_{t-1}^{*,i} + TR_t^i - T_t^i + y_t^i$$

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 یارانه‌ای دولت، P_t^l شاخص قیمت سرمایه‌گذاری می‌باشد و خانوار ثروت خود را بصورت مانده واقعی پول $m_t^{c,i}$ و اوراق مشارکت b_t^i نگهداری می‌کنند، π_t^c نرخ تورم بر مبنای شاخص کل قیمت مصرف کننده، ε_t^s

تکانه قیمت سهام می‌باشد که در واقع حباب قیمت را تشکیل می‌دهد. سایر متغیرها قبلاً در متن تعریف شده است و y_t^i بیانگر درآمد خانوارها می‌باشد که بصورت زیر تعریف می‌شود:

$$y_t^i = \frac{W_t^i}{P_t^c} L_t^i + R_t^k k_{t-1}^i - k_{t-1}^i + Div_t^i \quad (25)$$

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 کالاهای واسطه‌ای Div_t^i به دست می‌آید. در رابطه (۲۵)، W_t^i 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 کالاهای واسطه‌ای اجاره می‌دهند. فرض می‌شود که فرایند انباشت سرمایه از طریق معادله زیر انجام می‌شود:

$$k_t^i = (1 - \delta) k_{t-1}^i + \left[1 - S \left(\frac{I_t^i}{I_{t-1}^i} \right) \right] I_t^i \quad (26)$$

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:

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

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

$$(\partial c_t) \quad (c_t - hc_{t-1})^{-\sigma_c} = \lambda_t \quad (27)$$

$$\begin{aligned} (\partial I_t) \quad Q_t & \left[1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) - S' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \cdot \frac{I_t}{I_{t-1}} \right] + \beta E_t Q_{t+1} S' \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right)^2 \\ & = \lambda_t \end{aligned} \quad (28)$$

$$(\partial K_t) \quad Q_t = \beta E_t \lambda_{t+1} R_{t+1}^k + \beta (1-\delta) E_t Q_{t+1} \quad (29)$$

$$(\partial b_t) \quad Q_t = \beta E_t \lambda_{t+1} (1+r_t^d) \frac{1}{\pi_{t+1}^c} = \lambda_t \quad (30)$$

$$(\partial m_t^c) \quad \varepsilon_t^M (m_t^c)^{-\sigma_m} = \lambda_t - \beta E_t \lambda_{t+1} \frac{1}{\pi_{t+1}^c} \quad (31)$$

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

$$(\partial L_t) - L_t^{\sigma_l} + \lambda_t \frac{W_t}{P_t^c} = 0 \quad (32)$$

$$(\partial N_t) \frac{1}{P_t^c \varepsilon_t^s} \lambda_t P_t^s(j) + E \left\{ \beta \frac{1}{P_{t+1}^c} \lambda_{t+1} (P_{t+1}^s(j) + DV_{t+1}(j)) \right\} = 0 \quad (33)$$

از ترکیب معادلات (۲۷) و (۲۹) می توان به رابطه تعادلی بین زمانی مصرف بصورت زیر رسید:

$$\beta E_t \lambda_{t+1} (1 + r_t^d) \frac{1}{\pi_{t+1}^c} = E_t \frac{(c_t)^{-\sigma_c}}{(c_{t+1})^{-\sigma_c}} \quad (34)$$

معادله (۳۵) تخصیص بهینه مصرف بین دوره ای خانوارها را نشان می دهد که خانوارها با توجه به نرخ تنزیل و نرخ سود این تخصیص را انجام می دهند. از ترکیب معادله (۲۷)، (۳۰) و (۳۲) می توان معادله تقاضای برای پول خانوارها را به دست آورد که به شرح زیر می باشد:

$$(m_t^c)^{-\sigma_m} = (c_t)^{-\sigma_c} \times \frac{r_t^d}{1r_t^d} \quad (35)$$

مانده حقیقی پول با مصرف رابطه مثبت و کشش آن برابر σ_m است ولی با نرخ سود (بهره) سپرده ها رابطه منفی دارد. از ترکیب معادلات (۲۸) و (۲۹) می توان رابطه Q نهایی توین را نوشت که از نسبت $q_t = \frac{Q_t}{\lambda_t}$ به دست می آید و بیانگر ارزش میزان سرمایه گذاری بر حسب هزینه جایگزینی سرمایه می باشد پس از انجام عملیات جبری لازم به ترتیب می توان به صورت زیر نوشت:

$$1 = q_t \left[1 - S \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) - S' \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} \right) \cdot \frac{I_t}{I_{t-1}} \right] + \beta E_t q_{t+1} \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} S' \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right) \left(\frac{I_{t+1}}{I_t} \right)^2 \quad (36)$$

$$q_t = \beta E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\lambda_t} [q_{t+1} (1 - \delta) + R_{t+1}^k] \quad (37)$$

معادله (۳۶) را می توان به عنوان معادله اوایلر سرمایه گذاری تفسیر کرد که بیانگر مسیر بهینه سرمایه گذاری است. باید گفت که وقتی که هیچ هزینه تعدیل سرمایه گذاری 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 استهلاك و نرخ بهره برداری از سرمایه را بیان می کند.

گرچه در اقتصاد کینزی جدید به دلایل مختلفی چسبندگی دستمزدها وجود دارد و این دستمزدها از طریق اتحادیه‌های کارگری تعیین می‌شود ولی در این مطالعه فرایند چسبندگی تنها برای قیمت‌ها انجام شده و برای تبیین رفتار عرضه نیروی کار توسط خانوارها از شرایط مرتبه اول یعنی رابطه (۲۸) و (۳۲) استفاده می‌شود. یعنی خانوارها نیروی کار خود را در قیمت کاملاً رقابتی عرضه می‌کنند. لذا رابطه عرضه نیروی کار خانوارها را به صورت زیر بیان می‌شود:

$$-L_t^{\sigma_l}(c_t - hc_{t-1})^{-\sigma_c} \frac{W_t}{P_t^c} = 0 \quad (38)$$

پویایی‌های قیمت سهام

معادله شماره (۳۳) پویایی‌های بازده سهام را نشان می‌دهد. با ترکیب معادلات (۲۷) و (۳۳)، پویایی‌های بازده سهام (شامل سود تقسیمی و عایدی سرمایه) را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$P_t^s(j) = \varepsilon_t^s E \left\{ \beta \frac{\varepsilon_{t+1}^s (c_{t+1} - hc_t)^{-\sigma_c}}{\varepsilon_t^s (c_t - hc_{t-1})^{-\sigma_c}} (P_{t+1}^s(j) + DV_{t+1}(j)) \frac{P_t^c}{P_{t+1}^c} \right\} \quad (39)$$

یا با استفاده از رابطه (۳۴)، رابطه اخیر را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$P_t^s(j) = \varepsilon_t^s E \left\{ \beta \frac{\pi_{t+1}^c}{(1 + r_t^d)} (P_{t+1}^s(j) + DV_{t+1}(j)) \frac{P_t^c}{P_{t+1}^c} \right\} \quad (40)$$

و یا بر حسب قیمت‌های حقیقی می‌توان به صورت زیر بیان کرد:

$$\gamma_t^{sc}(j) = \varepsilon_t^s E \left\{ \beta \frac{\pi_{t+1}^c}{(1 + r_t^d)} (\gamma_{t+1}^{sc}(j) + dv_{t+1}(j)) \right\} \quad (41)$$

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 (۴۱)، 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.

دولت و بانک مرکزی

مشابه مطالعه برگ و همکاران (۲۰۱۰) برای کشورهای در حال توسعه با درآمد پائین و دارای درآمد نفتی و مطالعه دقیر (۲۰۱۰) برای کشور غنا، قید بودجه دولت به قیمت حقیقی از طریق رابطه زیر بیان می‌شود:

$$g_t + \frac{(1r_{t-1}^d)b_{t-1}}{\pi_t^c} = \frac{\omega EX_t o_t}{P_t^c} + T_t + TR_t + other_t + fa_t + \frac{GBD_t}{P_t^c} \quad (42)$$

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 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 تعریف می‌شود:

$$g_t = c_t^g + I_t^g \quad (43)$$

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

$$\log \hat{c}_t^g = \rho_{cg} \log \hat{c}_{t-1}^g + \varepsilon_t^{cg} \quad \varepsilon_t^{cg} \sim N(0, \sigma_{cg}^2) \quad (44)$$

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 مطالعه از مدل‌سازی تولید نفت توسط بنگاه‌ها صرف نظر 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 زیر در نظر گرفت:

$$\hat{o}_t = \rho_o \hat{o}_{t-1} + \varepsilon_t^o \quad \varepsilon_t^o \sim N(0, \sigma_o^2) \quad (45)$$

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

بانک مرکزی

با توجه به مطالعه منظور و تقی پور (۲۰۱۵)، قاعده سیاستی ارز را می‌توان به صورت زیر نوشت:

$$\frac{\Delta EX_t}{\Delta EX} = \frac{\Delta EX_{t-1}}{\Delta EX} \left(\frac{\pi_t^c}{\pi_t^T} \right)^{k_1} \left(\frac{\frac{FR_t}{MB_t}}{\frac{FR}{MB}} \right)^{k_2} u_t^{EX} \quad (46)$$

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. براین 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 مطالعه بیات و همکاران (۲۰۱۶) 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 زیر خواهد بود:

$$\hat{\theta}_t = \rho_{\theta} \hat{\theta}_{t-1} + \theta_{\pi} \hat{\pi}_t^c + \theta_y \hat{y}_t + \theta_{rer} \hat{r} \hat{e} \hat{r}_t + \varepsilon_t^{\theta} \quad (47)$$

$$\hat{\theta}_t = \hat{m}_t^c - \hat{m}_{t-1}^c \hat{\pi}_t^c \quad (48)$$

$$\varepsilon_t^{\theta} = \rho_{\theta} \varepsilon_{t-1}^{\theta} + u_t^{\theta} \quad u_t^{\theta} \sim N(0, \sigma_{\theta}^2) \quad (49)$$

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 سیاست گذاری به ترتیب برای شکاف تورم، تولید و نرخ ارز لحاظ می کند. ε_t^θ نکانه سیاست گذاری پولی است که خود از یک فرایند تصادفی $AR(1)$ تبعیت می کند.

تعیین سیاست پولی بهینه

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

تابع هدف

بانک مرکزی یک تابع زیان درجه دوم را کمینه می کند که انحراف متغیرهای کلان اقتصادی کلیدی از سطوح هدف آن ها را جریمه می کند. فرم کلی تابع زیان به صورت زیر است:

$$\min_y E(y_t' W y_t) \quad (1)$$

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 می کند. E : عملگر امید ریاضی غیرشرطی. برای این مسئله، مسئله بهینه سازی به صورت زیر بازنویسی می شود:

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

این تابع متناظر با ماتریس وزنی زیر است:

$$W = \begin{bmatrix} 1 & 0 & 0 \\ 0 & 1 & 0 \\ 0 & 0 & 1 \end{bmatrix}$$

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

در اینجا: $(\pi_c - \pi_{tar})^2$: 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.

محدودیت پویا

پویایی‌های مدل توسط معادله زیر انجام می‌شود:

$$A_1 E_t[y_{t+1}] + A_2 y_t + A_3 y_{t-1} + C e_t = 0$$

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 ۴۷) در ماتریس‌های A_1, A_2, A_3 جاسازی شده‌اند که ساختار پویایی مدل را تعریف می‌کنند.

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 بیان می‌کنید:

$$E_t[y_{t+1}] = F y_t + G u_t$$

که در آن: F : ماتریس انتقال که از A_1, A_2, A_3 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 حل می‌شود:

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

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.

¹ Riccati Equation

مرحله ۳: قاعده بازخورد بهینه

قاعده بازخورد بهینه به شکل زیر داده می شود:

$$u_t = -Ky_t$$

که در آن:

$$K = (R + G'PG)^{-1}(G'PF)$$

ماتریس بهره بازخورد که تعیین می کند بانک مرکزی چگونه ابزار سیاست خود را در پاسخ به انحرافات در متغیرهای حالت تنظیم می کند.

مرحله ۴: کمینه سازی

تابع زیان را نسبت به پارامترهای سیاست $(\theta_\pi, \theta_y, \theta_{rer})$ با استفاده از تکنیک های بهینه سازی عددی

کمینه کنید. این شامل حل معادلات زیر است:

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

تسویه بازار

بازار کالای نهایی وقتی در تعادل است که تولید برابر تقاضای خانوارها برای مصرف و سرمایه گذاری،

مخارج دولت و صادرات منهای واردات باشد:

$$y_t = c_t + c_t^g + I_t^T + \frac{EX_t o_t}{P_t^c} - \frac{P_t^{mc} c_t^m + P_t^{mc} I_t^m}{P_t^c} \quad (50)$$

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

$$y_t = c_t + c_t^g + I_t + I_t^T + I_t^T + rer_t \times o_t - \gamma_t^{mc}(c_t^m + I_t^m) \quad (51)$$

نتایج

در این قسمت نتایج حاصل از مقداردهی پارامترها ساختاری الگو و محاسبه مقادیر باثبات متغیرهای الگو ارائه می گردد. 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 می باشد. برای روندزدایی متغیرها از رهیافت فیلتر هدریک پر سکا استفاده شده است. سایر ضرایب نیز بر اساس الگوریتم معرفی شده توسط کانوا (۲۰۰۷) به گونه ای مقداردهی شده است که بیشترین انطباق

بین گشتاورهای مدل طراحی شده با داده‌های واقعی را حاصل نماید. نتایج حاصل از مقداردهی الگو در جدول (۱) آورده شده است.

جدول (۱): نتایج حاصل از مقداردهی نسبت‌های مدل

منبع	مقدار	عنوان	متغیر
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	۰/۹۷	نرخ ترجیحات زمانی مصرف‌کننده	β
فخرحسینی (۲۰۱۳)	۰/۳	درجه پایداری عادات	h
کاوند (۲۰۱۰)	۰/۸	عکس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف	σ_c
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	۲/۹۲	عکس کشش نیروی کار نسبت به دستمزد واقعی	σ_l
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	۱/۳۱۵	عکس کشش مانده حقیقی پول نسبت به نرخ بهره	σ_m
محاسبات تحقیق	۱/۶	کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف	η_c
محاسبات تحقیق	۰/۲۱	ضریب سرمایه در تولید	α
محاسبات تحقیق	۰/۷۹	سهم کالاهای سایر بخش‌ها	χ_s
رهبر و همکاران (۲۰۱۴)	۰/۵۱۱	درجه شاخص بندی قیمت	τ_p
پارسا و همکاران (۲۰۱۵)	۰/۲۰	درصد بنگاه‌هایی که قادر به تعدیل قیمت خود نیستند	θ_p
پارسا و همکاران (۲۰۱۵)	۱/۰۵	کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی و وارداتی در داخل	η_c
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	۰/۶۶	ضریب فرایند خودرگرسیون تکانه مخارج جاری دولت	ρ_g
محاسبات تحقیق	۰/۴۲	ضریب فرایند خودرگرسیون تکانه بهره‌وری	ρ_M
شاهمرادی (۲۰۱۰)	۰/۰۴۲	نرخ استهلاك سرمایه	δ
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	-۱/۵۴	ضریب اهمیت تورم در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	θ_π
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	-۱/۷۰	ضریب اهمیت تولید در تابع عکس‌العمل سیاست پولی	θ_y
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	۰/۸۰	ضریب اهمیت نرخ ارز حقیقی در تابع عکس‌العمل پولی	θ_{rer}
منظور و تقی‌پور (۲۰۱۵)	۰/۳۷	ضریب خودرگرسیونی مرتبه اول تکانه پولی	ρ_θ
پارسا و همکاران (۲۰۱۵)	۰/۲۵	ضریب خودرگرسیونی مرتبه اول تکانه درآمدهای نفتی	ρ_o
محاسبات تحقیق	۰/۳۹۴	سهم درآمدهای نفتی در بودجه دولت	o_gbar
محاسبات تحقیق	۰/۷۲۸	نسبت سرمایه‌گذاری خصوصی به کل سرمایه‌گذاری	$ibar_i_Tbar$
محاسبات تحقیق	۰/۲۷۲	نسبت سرمایه‌گذاری دولتی به کل سرمایه‌گذاری	$i_gbar_i_Tbar$
محاسبات تحقیق	۱/۶۸	نسبت صادرات نفتی به خالص دارائیهای خارجی بانک مرکزی	$obar_frbar$
محاسبات تحقیق	۰/۵۱۲	نسبت صادرات غیر نفتی به خالص دارائیهای خارجی بانک	pe_xx_frbar

	مرکزی	
$gama_mc_cm$	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
i_ybar	نسبت کل سرمایه گذاری به تولید	۰/۳۲۱ محاسبات تحقیق

ماخذ: یافته‌های پژوهش

سنجش اعتبار مدل

برای بررسی و ارزیابی میزان موفقیت مدل ارایه 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 شبیه سازی شده با گشتاورهای سری‌های زمانی متناظر در دنیای واقعی بیشتر به هم نزدیک باشد، نشان از موفقیت مدل ارایه 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
تورم	۰/۰۱۸	۰/۰۲۵
مصرف	۰/۰۳۲	۰/۰۲۱
تولید	۰/۰۲۹	۰/۰۲۶
سرمایه گذاری	۰/۰۴۴	۰/۰۴۳

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

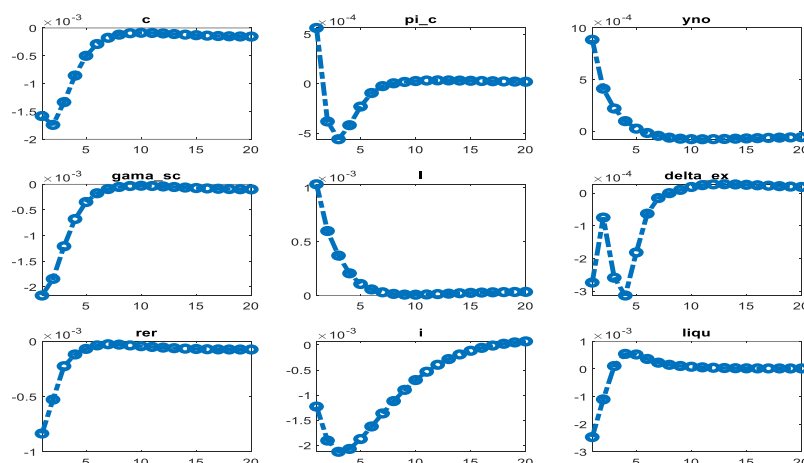
تجزیه و تحلیل توابع عکس العمل آنی و یافته‌های پژوهش

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.

آثار تکانه مخارج جاری دولت

بر اساس نمودارهای شماره (۱) افزایش مخارج جاری دولت منجر به کاهش مصرف خصوصی به میزان حدود ۱.۵٪ می‌شود، زیرا افزایش ضرایب و تقاضای دولت از منابع مالی فشار مالی بر مصرف‌کنندگان وارد می‌کند.



شکل ۱: 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: سرمایه گذاری، delta_ex: رشد نرخ ارز، rer: نرخ ارز حقیقی، c: مصرف، liqu: رشد نقدینگی
نرخ تورم نیز حدود ۲٪ کاهش می‌یابد، به دلیل کاهش تقاضای کل ناشی از استفاده بیشتر دولت از منابع مالی که فشار قیمت‌ها را کاهش می‌دهد. تولید کل بدون نفت به میزان ۲٪ کاهش می‌یابد، زیرا کاهش تقاضای کل تولیدکنندگان را به کاهش تولید وامی‌دارد. شاخص قیمت سهام نیز حدود ۲٪ کاهش می‌یابد، به دلیل کاهش انتظارات سرمایه‌گذاران از سودآوری شرکت‌ها. اشتغال به میزان ۲٪ کاهش می‌یابد، زیرا کاهش تقاضای کل و تولید، تقاضای نیروی کار را کاهش می‌دهد. سرمایه‌گذاری نیز به دلیل افزایش ضرایب و کاهش امیدواری سرمایه‌گذاران، حدود ۲٪ کاهش می‌یابد. رشد نرخ ارز و نرخ ارز حقیقی به

ترتیب ۲٪ و ۱.۵٪ کاهش می‌یابد، زیرا کاهش تقاضای کل منجر به کاهش صادرات و افزایش واردات می‌شود. در نهایت، رشد نقدینگی نیز حدود ۲٪ کاهش می‌یابد، به دلیل استفاده بیشتر دولت از منابع مالی که موجودی نقدینگی در دست سرمایه‌گذاران و مصرف‌کنندگان را کاهش می‌دهد. این تحلیل نشان می‌دهد که افزایش هزینه‌های دولت اثرات منفی بر بسیاری از متغیرهای کلان اقتصادی دارد و با کاهش تقاضای کل، تولید، اشتغال و سرمایه‌گذاری همراه است.

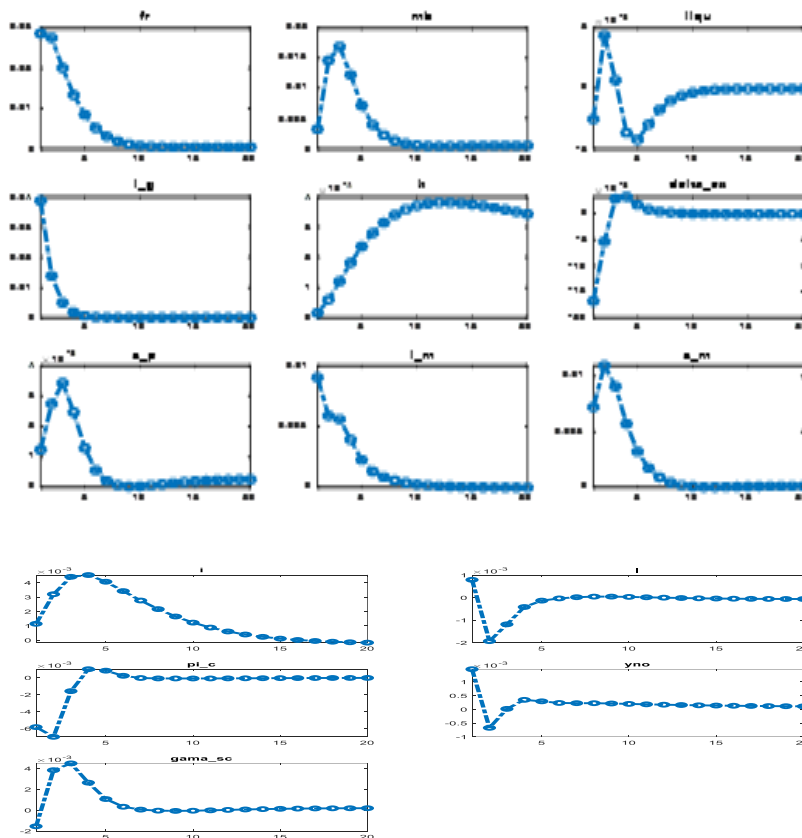
بطور خلاصه تکانه مثبت ۲٪ در هزینه‌های دولت به عنوان یک تکانه منفی در اقتصاد عمل می‌کند و بر اساس نمودارهای شماره (۱)، اثرات آن شامل کاهش مصرف خصوصی، نرخ تورم، تولید کل بدون نفت، شاخص قیمت سهام، اشتغال، سرمایه‌گذاری، رشد نرخ ارز، نرخ ارز حقیقی و رشد نقدینگی است. این تأثیرات به دلیل کاهش تقاضای کل و افزایش ضرایب یا تقاضای دولت از منابع مالی ایجاد می‌شوند. با این حال، این اثرات به تدریج کاهش می‌یابند و به حالت تعادل بازمی‌گردند.

آثار تکانه درآمدهای نفتی دولت

بر اساس نمودار (۲) تحلیل واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به تکانه ۲٪ ارزی نفتی دولت نشان می‌دهد اثرات گسترده و متنوعی بر اقتصاد دارد. ذخایر خارجی بانک مرکزی حدود ۳٪ افزایش می‌یابد، به دلیل ورود جریان‌های پولی ناشی از صادرات کالاهای نفتی، که پایه پولی و نقدینگی را به ترتیب حدود ۱.۵٪ افزایش می‌دهد. سرمایه‌گذاری عمرانی دولت و موجودی سرمایه نیز هر کدام حدود ۲٪ رشد می‌کنند، زیرا درآمدهای نفتی منابع مالی بیشتری برای پروژه‌های توسعه‌ای فراهم می‌کنند و ظرفیت تولیدی اقتصاد را ارتقا می‌دهند. نرخ ارز و نرخ ارز حقیقی به ترتیب ۳٪ و ۲٪ افزایش می‌یابند، ناشی از افزایش تقاضای ارز داخلی و کاهش نرخ تورم. مصرف خصوصی و سرمایه‌گذاری کل هر کدام حدود ۲٪ رشد می‌کنند، به دلیل افزایش درآمد خانوارها و موجودی سرمایه که فرصت‌های سرمایه‌گذاری را بهبود می‌بخشد. شاخص قیمت سهام حدود ۲٪ افزایش می‌یابد، زیرا انتظارات سودآوری شرکت‌ها و تقاضای سرمایه‌گذاران تقویت می‌شود، و در نهایت، اشتغال حدود ۱.۵٪ افزایش می‌یابد، به دلیل افزایش تولید و تقاضای نیروی کار در بخش‌های مرتبط با صادرات نفت.

افزایش نرخ ارز و نرخ ارز حقیقی باعث کاهش تقاضای کالای وارداتی مصرفی و سرمایه‌ای هر یک حدود ۱.۵٪ می‌شود، زیرا بالاتر رفتن قیمت‌ها مصرف‌کنندگان و سرمایه‌گذاران را به کاهش خرید کالاها وامی‌دارد. در پی کاهش تقاضای واردات، ورود مواد اولیه و تجهیزات سرمایه‌ای به بخش‌های غیرنفتی کاهش یافته و تولید کل این بخش‌ها تقریباً ۲٪ افت می‌کند. کاهش تقاضای کالاهای وارداتی مصرفی همچنین فشار قیمتی را کم کرده و نرخ تورم حدود ۱٪ کاهش می‌یابد. بنابراین، تکانه نرخ ارز اثراتی

ترکیبی بر اقتصاد دارد: از یک سو به تعدیل قیمت‌ها و کنترل تورم کمک می‌کند و از سوی دیگر ظرفیت تولید غیرنفتی را تحت فشار قرار می‌دهد. اثرات منفی بر بخش‌های غیرنفتی نشان‌دهنده نیاز به مدیریت دقیق سیاست‌ها برای کاهش آسیب‌های احتمالی است. به طور کلی، این تغییرات یک اصلاح نسبی در اقتصاد ایجاد می‌کند، اما توازن بین کنترل تورم و حمایت از تولید ضروری است.



شکل ۲: توابع عکس‌العمل آنی متغیرها نسبت به تکانه ارزی نفتی دولت به اندازه ۲٪

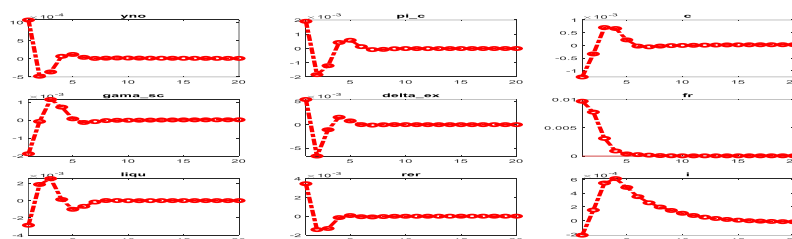
ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO: تولید کل بدون نفت، π_c : نرخ تورم؛ γ_{sc} : شاخص قیمت سهام، L : اشتغال، i : سرمایه گذاری، δ_{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

آثار تکانه نرخ ارز

بر اساس نمودار (۳)، یک تکانه مثبت ۵٪ در نرخ رشد ارز آثار متفاوتی بر متغیرهای کلان اقتصادی دارد: تولید ناخالص داخلی بدون نفت حدود ۵٪ افزایش می‌یابد به دلیل کاهش قیمت کالاهای وارداتی و تحریک صادرات که مصرف و تولید را تقویت می‌کند، تورم تقریباً ۲٪ کاهش می‌یابد به علت ارزان‌تر شدن کالاهای وارداتی و کاهش فشار قیمتی، شاخص قیمت سهام حدود ۲٪ کاهش می‌یابد ناشی از کاهش انتظارات سودآوری شرکت‌ها و تأثیر منفی بر تقاضای داخلی و صادرات، و مصرف کل نزدیک ۱٪ افزایش می‌یابد به دلیل دسترسی بیشتر مصرف‌کنندگان به کالاهای وارداتی ارزان‌تر.

خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی حدود ۱٪ افزایش می‌یابد، زیرا افزایش نرخ ارز تقاضای ارز خارجی را بالا برده و بانک مرکزی برای تثبیت نرخ ارز، ذخایر خود را افزایش می‌دهد. در مقابل، رشد نقدینگی حدود ۴٪ کاهش می‌یابد، زیرا افزایش نرخ ارز می‌تواند نرخ بهره را بالا ببرد و به کاهش رشد نقدینگی منجر شود. همچنین، نرخ ارز حقیقی و سرمایه‌گذاری هر کدام حدود ۲٪ کاهش می‌یابند، زیرا سیاست‌های دولت و بانک مرکزی برای تعادل بازار و افزایش نرخ بهره، به ترتیب نرخ ارز حقیقی و هزینه سرمایه‌گذاری را تحت تأثیر قرار می‌دهند.



شکل ۳: توابع عکس العمل آنی متغیرها نسبت به تکانه نرخ رشد ارز در بازار به اندازه ۵٪

ماخذ: یافته‌های پژوهش

YNO: تولید کل بدون نفت، π_c : نرخ تورم؛ γ_{sc} : شاخص قیمت سهام، Δ_{ex} : رشد نرخ ارز، c : مصرف، fr : خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی، $liqu$: رشد نقدینگی، rer : نرخ ارز حقیقی، i : نرخ بهره. این تکانه مثبت در نرخ رشد ارز در بازار به عنوان یک تکانه مثبت عمل می‌کند، اما اثرات آن بر متغیرهای مختلف متفاوت است. این تکانه منجر به افزایش تولید کل بدون نفت، مصرف و خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی می‌شود، در حالی که نرخ تورم، شاخص قیمت سهام، رشد نقدینگی، نرخ ارز حقیقی و سرمایه‌گذاری کاهش می‌یابند. این تحلیل نشان می‌دهد که افزایش نرخ رشد ارز می‌تواند به

عنوان یک عامل محرک برای برخی بخش‌های اقتصاد عمل کند، اما مدیریت دقیق برای کاهش پیامدهای منفی آن ضروری است.

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-)/۳۱۳۸۷۲^۸ بسیار نزدیک به صفر است. این نشان می‌دهد که مدل به خوبی بهینه‌سازی شده و تابع هدف به حداقل ممکن رسیده است.

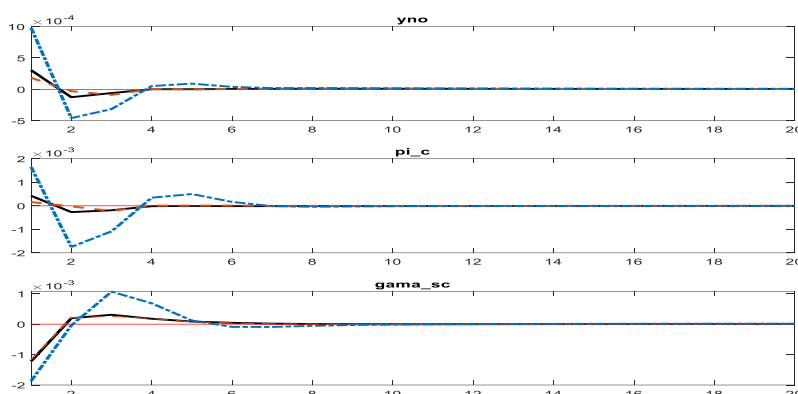
جدول (۳): نتایج حاصل از مقایسه مقادیر کالیبره شده و مقادیر بهینه تابع سیاست پولی

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

سیاست متمرکز بر تورم و تکانه‌های نرخ ارز

همان‌طور که در نمودار (۴) نشان داده شده است، هنگامی که تمامی وزن‌های سیاستی برابر باشند، یک تکانه رشد نرخ ارز باعث کاهش موقت تولید غیرنفتی، افزایش کوتاه‌مدت تورم و کاهش شاخص قیمت سهام می‌شود. وقتی وزن تورم (θ_{π}) به پنج و ده افزایش می‌یابد، دامنه این نوسانات به‌طور قابل توجهی کاهش می‌یابد. این اتفاق به این دلیل رخ می‌دهد که وزن بالاتر تورم باعث می‌شود نهاد پولی به‌طور قاطع‌تر به ناپایداری قیمت‌ها واکنش نشان دهد و شرایط پولی را سخت‌تر کند. در نتیجه، نرخ تورم سریع‌تر تثبیت می‌شود و بیشینه پاسخ آن کمتر از سناریوی پایه است.

^۱ Optimal Simple Rules



شکل ۴: واکنش متغیرها نسبت به تکانه نرخ رشد ارز با تغییر وزن تورم در تابع سیاست پولی به اندازه ۰.۵٪

ماخذ: یافته‌های پژوهش

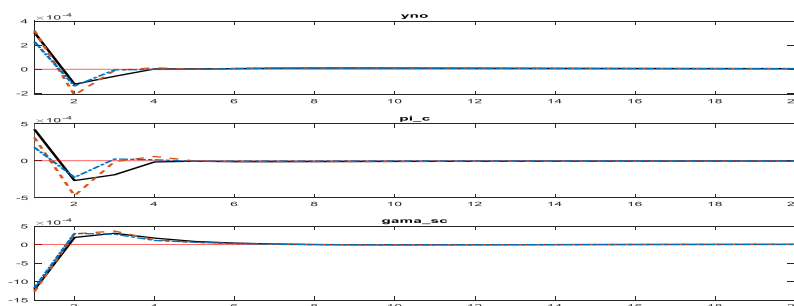
YNO: تولید کل بدون نفت، π_c : نرخ تورم، γ_{sc} : شاخص قیمت سهام

خط سیاه نشان‌دهنده حالتی است که در آن تورم، تولید و نرخ ارز هر یک وزن برابر یک در قاعده سیاست پولی دارند؛ خط نارنجی مربوط به سناریویی است که در آن وزن تورم به پنج افزایش یافته است؛ و خط آبی منعکس‌کننده حالتی است که وزن تورم به ده افزایش یافته است.

با این حال، پاسخ‌های قوی‌تر ضد تورمی نیز با مصالحه‌هایی همراه هستند. هرچه سخت‌گیری پولی شدیدتر شود، هزینه‌های استقرار کوتاه‌مدت افزایش می‌یابد، که می‌تواند سرمایه‌گذاری را کاهش داده و فشار کاهنده بر قیمت سهام وارد کند. کاهش شدیدتر شاخص قیمت سهام در شرایط وزن بالاتر تورم، منعکس‌کننده این رویکرد سیاستی سخت‌گیرانه‌تر است. در همین حال، کاهش نوسانات تولید نشان می‌دهد که سیاستی با تمرکز بیشتر بر تورم به محافظت از اقتصاد واقعی در برابر تکانه‌های تورمی ناشی از نرخ ارز کمک می‌کند. نتایج اهمیت انتخاب وزن‌های متعادل در تابع واکنش بانک مرکزی را برجسته می‌کنند. اختصاص وزن بیش از حد بالا به کنترل تورم ممکن است در تثبیت قیمت‌ها موفق باشد، اما این امر با هزینه عملکرد بازارهای مالی و رشد سرمایه‌گذاری همراه خواهد بود. وزن متوسط برای تورم، مانند مقداری بین پنج تا ده، به نظر می‌رسد برای حفظ ثبات قیمتی بدون ایجاد اثرات انقباضی بیش از حد، بهینه باشد. بنابراین، بانک‌های مرکزی در اقتصادهای وابسته به نفت مانند ایران باید اهداف تورمی را به صورت انعطاف‌پذیر تنظیم کنند و اقدامات پولی خود را با مدیریت نرخ ارز هماهنگ سازند تا نوسانات محدود شود و در عین حال تولید و ثبات بازار حفظ گردد.

واکنش پولی مبتنی بر تولید نسبت به تکانه‌های نرخ ارز

در این بخش، تأثیر تکانه‌های رشد نرخ ارز مورد بررسی قرار می‌گیرد، زمانی که وزن تولید در تابع واکنش سیاست پولی تغییر می‌کند. نمودار (۵) توابع پاسخ تکانه‌ای (IRFs) متغیرهای کلیدی، از جمله تولید کل غیرنفتی (YNO)، نرخ تورم (π_c) و شاخص قیمت سهام (gama_sc) را در پاسخ 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 هستند، در حالی که خطوط نارنجی و آبی مربوط به مواردی هستند که وزن تولید به ترتیب به پنج و ده افزایش یافته است. همان‌طور که در نمودار (۵) نشان داده شده است، هنگامی که وزن‌های سیاستی برابر هستند، یک تکانه نرخ ارز منجر به کاهش موقت تولید غیرنفتی، افزایش کوتاه‌مدت تورم و کاهش شاخص قیمت سهام می‌شود. با افزایش وزنی که به تولید اختصاص داده می‌شود، سیاست پولی بیشتر به سمت تثبیت فعالیت واقعی اقتصاد گرایش پیدا می‌کند تا اینکه صرفاً بر تورم متمرکز باشد. این تنظیم، کاهش تولید غیرنفتی را تعدیل کرده و امکان بازگشت سریع‌تر اقتصاد به تعادل را فراهم می‌سازد.



شکل ۵: واکنش متغیرها نسبت به تکانه نرخ رشد ارز با تغییر وزن تولید در تابع سیاست پولی به اندازه ۵٪

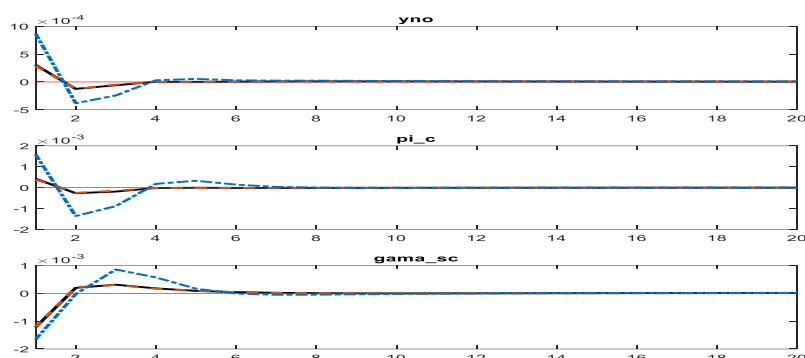
ماخذ: یافته‌های پژوهش

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

ثبات نرخ ارز و توازن‌های سیاست پولی

نمودار (۶) 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 رشد نرخ ارز نشان می‌دهد، هنگامی که وزن نرخ ارز واقعی در قانون سیاست پولی تغییر می‌کند. خط سیاه نمایانگر حالت پایه است که در آن تورم، تولید و نرخ ارز واقعی هر یک وزن یکسانی در تابع سیاست پولی دارند.

خطوط نارنجی و آبی نشان‌دهنده حالاتی هستند که وزن نرخ ارز واقعی به ترتیب به پنج و ده افزایش یافته است.



نمودار ۶: 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، π_c : نرخ تورم؛ gama_sc : شاخص قیمت سهام
زمانی که تمامی وزن‌های سیاستی برابر در نظر گرفته شوند، تکانه نرخ ارز منجر به کاهش موقت تولید کل غیرنفتی، افزایش کوتاه‌مدت نرخ تورم و کاهش شاخص قیمت سهام می‌شود. با این حال، با افزایش وزن نرخ ارز واقعی، سیاست پولی تأکید بیشتری بر تثبیت نرخ ارز به جای هدف‌گذاری تهاجمی تورم دارد. این تغییر موجب می‌شود مسیر تولید پایدارتر باشد و اقتصاد سریع‌تر به وضعیت تعادلی بازگردد.

در رابطه با تورم، افزایش وزن نرخ ارز واقعی باعث تعدیل سخت‌گیری پولی از طریق حفظ نرخ بهره نسبتاً پایین‌تر می‌شود. این امر به‌طور غیرمستقیم نوسانات تورمی را کاهش داده و ثبات قیمت‌ها 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، ملایم‌تر باقی می‌ماند.

به‌طور کلی، اختصاص وزن بالاتر به نرخ ارز واقعی در تابع سیاست پولی، به کاهش آثار منفی تکانه‌های نرخ ارز بر تولید و بازار سهام کمک کرده و فشارهای تورمی را نیز کاهش می‌دهد. با این وجود، این انتخاب همراه با یک موازنه است: اتخاذ موضع کمتر تهاجمی علیه تورم ممکن است کنترل کوتاه‌مدت بانک مرکزی بر دینامیک قیمت‌ها را کمی تضعیف کند.

نتایج نشان می‌دهد که اهمیت دادن بیشتر به نرخ ارز واقعی در چارچوب قانون سیاست پولی می‌تواند ثبات کلان اقتصادی را در اقتصادهایی که در برابر تکانه‌های خارجی آسیب‌پذیر هستند به‌ویژه اقتصادهایی با

حساب‌های سرمایه باز یا وابستگی بالای وارداتی تقویت کند. با این حال، سیاست‌گذاران باید تعادل دقیقی بین تثبیت نرخ ارز و کنترل تورم حفظ کنند تا عملکرد اقتصادی پایدار تضمین شود.

بحث و نتیجه

در این مطالعه، به منظور بررسی اثر تکانه‌های ساختاری بر اقتصاد کلان ایران، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) با لحاظ تکانه‌های بهره‌وری کل عوامل تولید، هزینه‌های جاری دولت، درآمدهای نفتی، نقدینگی و نرخ ارز برای دوره زمانی (۱۳۸۵:۱-۱۴۰۲:۴) شبیه‌سازی شد. مدل مذکور با استفاده از داده‌های اقتصادی کلان و روش تخمین بیزین بر پایه شبیه‌سازی‌های ماکسیم احتمال شرطی، واکنش متغیرهای کلان اقتصادی را به تکانه‌های مختلف تحلیل کرد. نتایج نشان داد که واکنش متغیرهای کلان اقتصادی به انواع تکانه‌های ساختاری متفاوت و گاه ناهمسو است. به‌طور مشخص:

تکانه‌های مخارج جاری دولت: تکانه مثبت در هزینه‌های جاری دولت موجب کاهش مصرف خصوصی، سرمایه‌گذاری، اشتغال، تولید و شاخص قیمت سهام می‌شود و با کاهش تورم و نرخ ارز، اثرات انقباضی و غیرمولدی بر اقتصاد برجای می‌گذارد.

تکانه‌های درآمد نفتی: درآمدهای مثبت نفتی باعث افزایش نقدینگی و سرمایه‌گذاری دولتی می‌شوند اما نرخ ارز واقعی را تقویت کرده و تولید غیرنفتی را کاهش می‌دهند، که نشانه‌ای از اثر متوسط «بیماری هلندی» است.

رشد نقدینگی در کوتاه‌مدت سطح تولید و بازار سهام را تحریک می‌کند، اما هم‌زمان افزایش تورم و کاهش سرمایه‌گذاری، ثبات بلندمدت اقتصادی را تهدید می‌کند.

تکانه‌های نرخ ارز: تکانه مثبت در نرخ رشد ارز موجب افزایش تولید، مصرف و ذخایر ارزی می‌شود، اما بر بازار سرمایه، نقدینگی، سرمایه‌گذاری و نرخ ارز حقیقی اثر کاهنده دارد.

پیامدها و توصیه‌های سیاستی:

۱. اجرای چارچوب پولی چندهدف ساختاری: بانک مرکزی باید یک تابع واکنش سیاستی مبتنی بر قاعده با هدف تثبیت تورم، تولید و نرخ ارز واقعی تدوین کند. بازه‌های بهینه برآورد شده -1.6 to $\theta_{\pi} \approx -1.6$ (0.8 $\approx \theta_{rer}$; $-1.7 \approx \theta_y$; 1.8 می‌تواند راهنمای کالیبراسیون ابزارهای سیاستی باشد. بازآورد دوره‌ای این ضرایب، امکان سازگاری با شرایط متغیر اقتصاد کلان را فراهم می‌کند.

۲. تعیین توالی اقدامات سیاستی در پاسخ به تکانه‌ها:

-برای تکانه‌های تورمی: اولویت با محدود کردن نقدینگی و مدیریت انتظارات از طریق θ_{π} بالاتر است.

- برای کاهش تولید یا اشتغال: افزایش موقت θ_v و اجازه به گسترش معتدل نقدینگی توصیه می‌شود.
- برای تکانه‌های نرخ ارز: پاسخ متعادل اعمال شود؛ سیاست پولی محدودکننده همراه با هماهنگی با عملیات مالی برای جلوگیری از افزایش بیش از حد نرخ ارز.
۳. هماهنگی سیاست‌های مالی و پولی در مدیریت درآمدهای نفتی: ایجاد صندوق تثبیت دولت برای جذب و کنترل درآمدهای نفتی و استفاده بخشی از مازاد برای زیرساخت‌های افزایش‌دهنده بهره‌وری، نوسانات نقدینگی و افزایش نرخ ارز را محدود می‌کند و سرمایه‌گذاری در بخش‌های صادراتی را حفظ می‌کند.
۴. تقویت تاب‌آوری بازار مالی: با توجه به حساسیت قیمت سهام نسبت به سیاست پولی محدودکننده، اقدامات کلان‌نظارتی مانند الزامات سرمایه ضدچرخه‌ای و نسبت پوشش نقدینگی باید همراه با تغییرات نرخ بهره اعمال شوند تا از خروج سرمایه مخرب جلوگیری شود.
۵. اولویت‌بخشی به اصلاحات ساختاری و رشد بهره‌وری: کاهش وابستگی به نفت از طریق تنوع‌بخشی، نوآوری و انعطاف‌پذیری بازار کار، ظرفیت رشد بلندمدت اقتصاد را افزایش می‌دهد. رشد مبتنی بر بهره‌وری، مسیر پایداری بدون تورم به سوی ثبات ارائه می‌دهد.
۶. نهاده‌سازی پیش‌بینی مبتنی بر مدل و شفافیت سیاستی: بانک مرکزی باید پیش‌بینی‌های فصلی مبتنی بر DSGE و تجزیه تکانه‌ها را منتشر کند تا انتظارات تثبیت و شفافیت سیاستی افزایش یابد. داشبورد سیاستی با ادغام شاخص‌های OSR می‌تواند راهنمایی پیش‌رو و پاسخگویی را تقویت کند.

محدودیت‌ها و تحقیقات آتی

اگرچه مدل مکانیسم‌های اصلی اقتصاد کلان ایران را پوشش می‌دهد، اما عدم قطعیت‌های سیاسی، ناکارآمدی مالی و بازارهای اعتباری غیررسمی را نادیده می‌گیرد. تحقیقات آینده باید عوامل نامتجانس، قواعد مالی و نوسانات قیمت جهانی نفت را وارد کنند تا اثرات چندبخشی و کارایی تثبیت هماهنگ تحت عدم قطعیت بررسی شود. از محدودیت‌های مدل حاضر، عدم لحاظ اصطکاک‌های مالی صریح و محدودیت‌های اعتباری در بازار سرمایه است. با این حال، تمرکز مطالعه بر تحلیل سیاست پولی بهینه مبتنی بر نرخ ارز ایجاب می‌کرد از پیچیدگی‌های مالی صرف‌نظر شود تا شفافیت کانال‌های اصلی انتقال شوک‌ها حفظ گردد. گسترش مدل با افزودن کانال‌های مالی می‌تواند به‌عنوان مسیر پژوهشی آینده مورد توجه قرار گیرد.

نتیجه‌گیری کلی

ثبات پایدار اقتصاد کلان در اقتصادهای وابسته به نفت مانند ایران، تنها از طریق هدف گذاری تورم حاصل نمی‌شود. استراتژی پولی چندهدف تطبیقی، همراه با ارتباط معتبر و سیاست مالی هماهنگ، نقشه راه عملی برای تعادل بین کنترل تورم، تثبیت تولید و مدیریت نرخ ارز در محیط جهانی ناپایدار ارائه می‌دهد.

منابع

- Adrian, T.; Gaspar, V., & Vitek, F. (2022). A medium-scale DSGE model for integrated monetary and macroprudential policy analysis, *IMF Working Papers*, 2022(015). doi: [10.5089/9781616359706.001](https://doi.org/10.5089/9781616359706.001)
- Aikman, D.; Giese, J.; Kapadia, S., & McLeay, M. (2019). Targeting financial stability: macroprudential or monetary policy? *European Central Bank Working Paper Series*, No. 2278. doi: [10.2866/038222](https://doi.org/10.2866/038222)
- Ammarati Bakhshayesh, M. H.; Najafi Moqaddam, A.; Baghani, A.; Hamidian, M., & Emamvardi, G. (2022). Examining the impact of exchange rate fluctuations, as an indicator of economic stability, on the asset value sustainability index, *Eghtesad-e Mali*, 16(3), 237-248. (in Persian) doi: [10.30495/fed.2022.697613](https://doi.org/10.30495/fed.2022.697613)
- Asghari, M.; Haghighat, A.; Nonejad, M., & Zare, H. (2019). Exchange rate dynamics in Iran using dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) models, *Economic Modelling*, 13(46), 171-192. (in Persian) Available at: https://journals.iau.ir/article_667954.html
- 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. doi: [10.5089/9781451982091.001](https://doi.org/10.5089/9781451982091.001)
- Borumand, S.; Mohammadi, T.; Pejuyan, J.; Farzinvas, A., & Memarnajad, A. (2019). The welfare cost of expenditure shocks and the optimal monetary policy rule for the Iranian economy, *Eghtesad-e Mali*, 13(48), 75-110. (in Persian) doi: [20.1001.1.25383833.1398.13.48.3.8](https://doi.org/20.1001.1.25383833.1398.13.48.3.8)
- Brandao-Marques, L.; Mies, Z., & Nguyen, T. (2024). Monetary policy under inflation uncertainty. Working paper. doi: [10.5089/9798400269394.001](https://doi.org/10.5089/9798400269394.001)
- Camehl, G., & Woźniak, P. (2023). Time-varying identification of monetary policy shocks. Working paper.
- Caporin, M.; Rodríguez-Caballero, C. V., & Ruiz, E. (2024). The factor structure of exchange rates volatility: global and intermittent factors, *Empirical Economics*, 67(1), 31-45. doi: [10.1007/s00181-023-02542-3](https://doi.org/10.1007/s00181-023-02542-3)
- Cwik, T., & Winter, C. (2024). *Unconventional monetary policy and FX interventions: evidence from the Swiss National Bank*. Swiss National Bank Research Report. <https://dx.doi.org/10.2139/ssrn.4773689>
- Davoodi, P., & Sezavar, M. R. (2022). Exchange Rate Changes and their Impact on Some Macroeconomic Variables for the Iranian Economy under

Sanctions, *Pazhuhesh-ha va Cheshmandaz-haye Eghtesadi*, 22(4), 99-117. (in Persian) https://ecor.modares.ac.ir/article_13536.html

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. doi: [10.1515/bejm-2024-0093](https://doi.org/10.1515/bejm-2024-0093)

Dizioli, A. (2025). Interest rate sensitivity scenarios for monetary policy under supply and demand shocks. *IMF Working Paper*. Doi: [10.5089/9798229010825.001](https://doi.org/10.5089/9798229010825.001)

Elekdag, S., & Tuuli, J. (2022). Flexible exchange rates and external shocks. *IMF Working Paper*. Doi: [10.5089/9798400207600.001](https://doi.org/10.5089/9798400207600.001)

Haji-Molamirzaei, M. S.; Mahmudzadeh, M.; Ghoveydel, S., & Fathabadi, M. (2024). Government spending policy uncertainty and Iran's economic activity, *Eghtesad-e Mali*, 18(4), 483-504. (in Persian) doi: [10.30495/fed.2024.709383](https://doi.org/10.30495/fed.2024.709383)

Kaplan, G.; Moll, B., & Violante, G. L. (2018). Monetary policy according to HANK, *American Economic Review*, 108(3), 697-743. doi: [10.1257/aer.20160042](https://doi.org/10.1257/aer.20160042)

Khosrosereshki, M., & Keikha, A. (2022). The effect of sanctions and oil revenue conditions on the degree of exchange rate pass-through, *Pazhuhesh-ha va Cheshmandaz-haye Eghtesadi*, 22(4), 119-142. (in Persian) doi: [20.1001.1.17356768.1401.22.4.5.6](https://doi.org/20.1001.1.17356768.1401.22.4.5.6)

Kolasa, M.; Ravgotra, S., & Zabczyk, P. (2022). Monetary policy and exchange rate dynamics in a behavioral open economy model. Working paper. doi: [10.1016/j.jinteco.2025.104087](https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2025.104087)

Korobilis, D. (2025). Exploring monetary policy shocks with large-scale Bayesian VARs. Working paper. doi: [10.48550/arXiv.2505.06649](https://doi.org/10.48550/arXiv.2505.06649)

Mahmodzadeh, M., & Sadeghi, S. (2016). Optimal Exchange Regim for Iranian economy: DSGE Approach, *Tahghighat-e Eghtesadi*, 16(2), 52-162. (in Persian) doi: [10.22059/jte.2017.59608](https://doi.org/10.22059/jte.2017.59608)

Manzur, D., & Taghipour, A. (2015). Examining the effects of oil shocks on the Iranian economy using a DSGE model, *Pazhuhesh-ha-ye Eghtesadi*, 15(3), 67-95. (in Persian) doi: [10.22059/jte.2023.357877.1008817](https://doi.org/10.22059/jte.2023.357877.1008817)

Moutsianas, A., & Nisticò, S. (2010). Optimal monetary policy in open economies: the role of exchange rates and oil shocks. Working paper. doi: [10.1016/B978-0-444-53454-5.00004-9](https://doi.org/10.1016/B978-0-444-53454-5.00004-9)

Mozayani, A. H., & Ghorbani, S. (2019). Study of Trend and Nature of Real Exchange Rate Deviation in Iran Economy, *Tahghighat-e Eghtesadi*, 54(1), 173-207. (in Persian) doi: [10.22059/jte.2019.247119.1007776](https://doi.org/10.22059/jte.2019.247119.1007776)

Nisticò, S. (2012). Monetary policy and stock prices in a DSGE framework, *Journal of Macroeconomics*, 34(1), 302-314. doi: [10.1016/j.jmacro.2011.09.008](https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2011.09.008)

Rahimi, M.; Nadri, K., & Yazdani, M. (2021). How key variables affect the monetary policy transmission mechanism in Iran, *Eghtesad-e Karbordi*, 11, 15-31. (in Persian) <http://noo.rs/O3Oaj>

Tavakolian, H., & Sarem, M. (2017). *DSGE models in DYNARE (modeling, solution, and estimation based on the Iranian economy)*. Tehran: Monetary and Banking Research Institute. (in Persian)