The Relative Contribution of Macroeconomic Shocks in Iran's Inflation Dynamics: Evidence from a DSGE Model with an Interest-Rate Corridor Framework

Hossein Tavakolian[1] | hossein.tavakolian@atu.ac.ir

Received: 08/Apr/2025 | Accepted: 06/May/2025

Abstract This article estimates the relative contribution of major categories of macroeconomic shocks to inflation fluctuations in Iran over 1989:Q2–2025:Q1. To this end, a small-open-economy dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) model is constructed that identifies four structural disturbances—supply-side shocks, aggregate-demand shocks, monetary-policy shocks, and asset-wealth shocks originating from equity-market movements. The model incorporates the key institutional characteristics of Iran's monetary and exchange-rate framework as well as features specific to Iran's economy, enabling a more accurate assessment of the determinants of inflation dynamics. The forecast-error variance decompositions indicate that supply-side shocks explain 55 percent of inflation volatility at the one-quarter horizon, increasing to 63 percent at the one-year horizon. Demand-side shocks account for about 22 percent in the short run and less than 15 percent in the longer run, while the influence of monetary-policy shocks declines from 18 percent in the short run to around 10 percent over a three-year horizon. Asset-wealth shocks related to stock-market fluctuations never exceed a 5-percent share. From a temporal perspective, the periods 2011–2013 and 2018 onward—characterized by restrictions on oil exports and sharp exchange-rate depreciations—register the highest contribution of supply-side shocks. Overall, the findings suggest that maintaining low and stable inflation in Iran is unattainable without a sufficiently strong foreign-exchange buffer and substantive banking-sector reforms, as supply-driven shocks rapidly spill over to consumer prices through exchange-rate and cost-push channels.

Keywords: Supply Shocks, Aggregate Demand, Interbank-rate Corridor, Monetary Policy, DSGE Model; Iran Economy.

JEL Classification: E52; E31; C32; E58; F41.

1. Associate Professor, Faculty of Economics, Allameh Tabataba'i University.

The Journal of ECONOMIC & PLANNING Research
Vol. 30 | No. 1 | Spring 2025 | PP 3-44
doi 10.52547/jpbud.30.1.3 | ISSN: 3115-7092

سهم نسبی شوک‌های کلان اقتصادی در نوسانات تورم ایران: مطالعه‌ای مبتنی بر مدل تعادل عمومی پویای تصادفی با سازوکار کریدور نرخ بهره

حسین توکلیان | hossein.tavakolian@atu.ac.ir
دانشیار، دانشکده اقتصاد، دانشگاه علامه طباطبائی، تهران، ایران.

مقاله پژوهشی

دریافت: ۱۴۰۴/۰۴/۱۰ | پذیرش: ۱۴۰۴/۰۸/۱۰

چکیده: این مقاله سهم نسبی گونه‌های اصلی شوک‌های کلان در نوسانات تورم ایران را برای دورهٔ ۱۳۶۸:۱-۱۴۰۳:۴ برآورد می‌کند. چهار طبقه تکانه طرف عرضه، تقاضای کل، سیاست پولی و شوک ثروت دارایی‌ها در یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی با ساختاری منطبق بر ویژگی‌های اقتصاد باز کوچکِ ایران شناسایی می‌شوند. محور نهادی مدل، ابزارهای مختلف سیاست پولی و ارزی و همچنین ویژگی‌های خالص اقتصاد ایران است که بتواند با دقت عوامل تعیین‌کننده نرخ تورم را تحلیل کنند. نتایج تجزیهٔ واریانس پیش‌بینی نشان می‌دهد در افق یک فصل، شوک‌های عرضه‌ای ۵۵ درصد از واریانس تورم را توضیح می‌دهند؛ همین سهم در افق چهار فصل به ۶۳ درصد افزایش می‌یابد. تکانه‌های تقاضا در کوتاه‌مدت ۲۲ درصد و در بلندمدت کمتر از ۱۵ درصد نوسان تورم را دربرمی‌گیرند، درحالی‌که سهم سیاست پولی از ۱۸ درصد (کوتاه‌مدت) به حدود ۱۰ درصد (سه‌ساله) کاهش می‌یابد. شوک ثروت ناشی از بازار سهام هرگز از ۵ درصد فراتر نمی‌رود. از منظر زمانی، دوره‌های ۱۳۹۰-۱۳۹۲ و ۱۳۹۷ به بعد که با محدودیت صادرات نفت و جهش نرخ ارز مقارن بوده‌اند، بالاترین سهم عرضه‌ای را ثبت می‌کنند. یافته‌ها دلالت دارد که پایایی تورم پایین در ایران بدون سپر ارزی کافی و اصلاح بخش بانکی دست‌یافتنی نیست؛ زیرا شوک‌های عرضه‌محور از کانال ارز و هزینه‌های تولید به‌سرعت به شاخص قیمت مصرف‌کننده سرریز می‌شوند.

کلیدواژه‌ها: شوک‌های عرضه، تقاضای کل، سیاست پولی کریدور نرخ بین‌بانکی، مدل DSGE اقتصاد ایران.

طبقه‌بندی JEL: E58, F41, E52, E31, C32.

پژوهشنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی
شاپا (چاپی) ۷۰۹۲-۳۱۱۵ | doi 10.52547/jpbud.30.1.3
سال سی‌ام | شماره ۱ | بهار ۱۴۰۴ | ص‌ص ۴۴-۳

مقدمه

تورمِ مزمن و پرنوسان، در تمام چهار دهه گذشته شاخصی بنیادین از بی‌ثباتی اقتصاد کلان ایران بوده است. میانگین تورم سالانه در دوره ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۳ بیش از دو برابر میانه اقتصادهای نوظهور در همین بازه بوده و حلقه‌های معیوبی از کاهش رفاه، تقاضای سفته‌بازانه برای دارایی‌های غیرمولد و گسترش نابرابری درآمدی ایجاد کرده است. فهم منشأ این نوسانات نه‌تنها از حیث سیاست پولی بلکه برای سازوکارهای بودجه‌ای دولت و طراحی سپر ارزی نیز اهمیتی راهبردی دارد. ادبیات کلاسیک «پول‌گرایانه» که ریشه در مفهوم «تورم همیشه و همه‌جا یک پدیده پولی است» دارد، رشد نقدینگی را عامل اولیه افزایش قیمت‌ها تبیین می‌کند؛ اما شواهد برگرفته از اقتصادهای مبتنی بر صادرات کالاهای اولیه نشان می‌دهد که شوک‌های طرف عرضه‌ای، به‌ویژه نوسانات شدید قیمت و مقدار صادرات نفت، می‌توانند از طریق نرخ ارز و تابع هزینه بنگاه‌ها آثار پایدارتری بر سطح عمومی قیمت‌ها بگذارند. برای ایران، پژوهش‌های تجربی متعددی نقش غالب شوک‌های ارزی و تحریم‌های تجاری را در چرخه‌های قیمتی تأیید کرده‌اند (Mohaddes & Raissi, 2017).

بااین‌حال، تعیین وزن نسبی شوک‌های عرضه، تقاضا و سیاست پولی همچنان محل مناقشه است. در سوی نظری، رویکرد پول‌گرایان کلاسیک رشد نقدینگی را علت نخستین تورم می‌داند؛ درحالی‌که مطالعات نهادگرا بر قیود ظرفیت عرضه و تکانه‌های درآمد ارزی تأکید می‌گذارند. از نظر عملی، معرفی چهارچوب عملیات بازار باز و کریدور نرخ بین‌بانکی در خرداد ۱۳۹۹ نخستین‌گام نظام‌مند بانک مرکزی برای انتقال سیگنال سیاست پولی از کانال نرخ سود بازار بین‌بانکی بود؛ این ایده‌ای برگرفته از تجربهٔ بانک مرکزی اروپا و سایر اقتصادهای نوظهور در گذار از رژیم کف به رژیم کریدور بود. در فضای نظری، کریدور در صورتی کارآمد است که (الف) نرخ بازار درون بازهٔ کف و سقف بماند، و (ب) بانک مرکزی بتواند با عملیات بازار باز مازاد یا کسری ذخایر بانکی را تعدیل کند (Bindseil, 2014).

مطالعهٔ حاضر با بهره‌گیری از یک مدل اقتصاد باز کوچک شامل خانوارهای قرض‌دهنده و قرض‌گیرنده، دو نوع بانک با تعامل در بازار بین‌بانکی، بخش نفت و رژیم دوگانهٔ ارزی و چهارچوب تجزیه واریانس ساختاری، سه خلأ در ادبیات را هدف می‌گیرد: نخست، برای اولین‌بار سهم کریدور نرخ بین‌بانکی در مهار تورم ایران به‌صورت کمّی ارزیابی می‌شود؛ ادبیاتی که تاکنون عمدتاً به توصیف نهادی بسنده کرده است. دوم، با به‌کارگیری از نظریات اقتصاد کلان و پولی سعی می‌شود کلیه شوک‌های اثرگذار بر نرخ تورم به‌صراحت مدل می‌شود. سوم، داده‌های تا فصل چهارم ۱۴۰۳ را دربرمی‌گیرد و شوک‌های استثنایی نظیر همه‌گیری کووید-۱۹ و تشدید تحریم‌ها پس از ۱۳۹۷ را پوشش می‌دهد.

ایران تا سال ۱۳۹۹ از ابزار بازار باز به‌معنای کلاسیکِ آن بهره نمی‌برد و سیاست پولی عملاً بر کنترل مستقیم پایه پولی و تثبیت نرخ سود رسمی استوار بود؛ اما با راه‌اندازی عملیات ریپو و تعریف سقف و کف نرخ در بازار بین‌بانکی، چهارچوبی شبه‌کریدور برقرار شد. این تحوّل نهادی ظرفیتی تازه برای ارزیابی اثر سیاست پولی فراهم کرده است؛ زیرا نرخ بین‌بانکی از یک متغیر منفعل به لنگر عملیاتی بانک مرکزی تبدیل شده و می‌تواند درون یک مدل ساختاری آزمون شود.

ادبیات کلاسیک پول‌گرایانه، به‌ویژه رابطه مقداری پول، تورم را محصول رشد پایدار حجم پول می‌داند (Friedman, 1971). در نقطه مقابل، شواهد اقتصادهای متکی بر منابع اولیه ـ از شیلی دهه ۱۹۸۰ تا نیجریه ۲۰۱۰ ـ حکایت از آن دارد که جهش قیمت کالاهای صادراتی می‌تواند از طریق نرخ ارز و تابع هزینه بنگاه اثر ماندگار بر سطح قیمت‌ها بگذارد (Bleaney & Greenaway, 2001). پیکره وسیعی از پژوهش‌های داخلی ازجمله فرزانگان[1] (۲۰۱۱)، قیائی و همکاران[2] (۲۰۲۲) و زمان‌زاده (۱۴۰۲)، شواهد ناپایداری رابطهٔ تقاضای پول و ضعف سیاست پولی کمّی در ایران را ارائه می‌کنند. بااین‌حال، ضعف اصلی این مطالعات فقدان شناسایی مستقل تکانه‌های عرضه و غفلت از چهارچوب نهادی جدید بانک مرکزی است. افزون‌برآن، ادبیات موجود عمدتاً به دوره داده‌ای منتهی به ۱۳۹۹ خاتمه یافته و بازهٔ پس از راه‌اندازی کریدور را شامل نمی‌شود.

پژوهش حاضر سه خلأ مزبور را به کمک یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) برای اقتصاد باز کوچک ایران مرتفع می‌سازد. نخست، کریدور نرخ بین‌بانکی و رفتار ذخیره‌گیری دو گروه بانک (سپرده‌پذیر و تسهیلاتی) درون مدل نهادی‌سازی می‌شود تا پویایی نرخ سود کوتاه‌مدت به‌صورت درون‌زا تعیین گردد. دوم، شوک‌های عرضه، تقاضا، سیاست پولی و ثروت دارایی‌ها به‌طور هم‌زمان شناسایی می‌شود و امکان تجزیه واریانس پیش‌بینی تورم به عوامل چهارگانه فراهم می‌آید. سوم، دامنه داده‌ها تا فصل چهارم ۱۴۰۳ امتداد می‌یابد و شوک‌های کم‌سابقه‌ای چون همه‌گیری کووید-۱۹ و جهش ارزی ۱۴۰۱ را دربرمی‌گیرد.

نقشه مدل بدین‌ترتیب است: خانوارها شامل دو زیرگروه قرض‌دهنده و قرض‌گیرنده‌اند؛ بنابراین شوک نرخ بهره مستقیماً بر ترجیحات مصرف و تسهیلات اثر می‌گذارد. بنگاه‌های تولید غیرنفتی با هزینه تعدیل سرمایه و قیمت‌گذاری چسبنده کالوو، کانال انتقال شوک‌های هزینه‌ای و سیاست پولی را به تورم فراهم می‌کنند. بخش نفت ـ با شوک‌های قیمت و ظرفیت صادرات ـ منبع اصلی تکانه‌های

1. Farzanegan
2. Ghiaie *et al*.

طرف عرضه است و از رهگذر بازار ارز و درآمد دولت بر قیمت مصرف‌کننده اثرگذار است. بخش بانکی دو لایه با امکان بسط یا انقباض ذخایر بین‌بانکی، محور اجرای سیاست کریدور است و توازن نقدینگی آن تعیین‌کننده نرخ متغیر کلیدی مدل یعنی نرخ بین‌بانکی است. سرانجام، رژیم ارزی دوگانه (بازار رسمی و بازار آزاد) حلقه اتصال شوک‌های برون‌زا به نرخ ارز و در نتیجه سطح عمومی قیمت‌هاست.

از جنبه داده، مجموعه فصلی گسترده‌ای شامل تولید غیرنفتی، تورم، نرخ ارز بازار آزاد، اجزای پایه پولی، نرخ بین‌بانکی، قیمت حقیقی مسکن و شاخص بازار سهام برای دوره ۱۳۶۸:۱ تا ۱۴۰۳:۴ گردآوری و فصلی‌سازی شده است. شوک‌های ساختاری با استفاده از ماتریس اثر آنی محدودشده به قیود علامت و الگوی صفرگذاری شناسایی می‌شوند؛ برای‌مثال، شوک عرضه نفت همزمان موجب افزایش نرخ ارز و کاهش تولید غیرنفتی می‌شود، درحالی‌که شوک سیاست پولی تنها نرخ سود و پایه پولی را جابه‌جا می‌کند.

بدین‌ترتیب، این مقاله سه پرسش اصلی را دنبال می‌کند: (۱) وزن نسبی شوک‌های عرضه، تقاضا، سیاست پولی و دارایی‌ها در واریانس تورم ایران چیست؟ (۲) چه سهمی از این واریانس از راه‌اندازی کریدور نرخ بین‌بانکی متأثر شده است؟ و (۳) آیا اصلاح معادلات سیاستی بانک مرکزی بدون سپر ارزی و بازسازی ترازنامه شبکه بانکی کفایت دارد یا خیر؟ پاسخ‌های تجربی به این پرسش‌ها می‌تواند به پالایش «تابع واکنش» بانک مرکزی و تنظیم مشترک سیاست ارزی–پولی کمک کند، تا از بازتولید چرخه «شوک عرضه ← جهش ارز ← تورم ← نرخ بهره بالا ← ناترازی بانکی» جلوگیری شود.

در ادامه و در بخش دوم مدل و اجزای تشکیل‌دهنده آن معرفی شده و در بخش سوم مقداردهی پارامترها بحث خواهد شد. در بخش چهارم از طریق تجزیه شوک‌ها به این پرسش که نقش شوک‌های مختلف در ایجاد نوسانات نرخ تورم در اقتصاد ایران چقدر بوده، پاسخ داده خواهد شد. درنهایت در بخش ۵ نتیجه‌گیری مطالعه ارائه می‌شود.

مدل پژوهش

مدل مورد استفاده در این‌جا بر اساس مطالعه قیائی و همکاران[1] (۲۰۲۲) است که بخش بانک بر اساس مطالعه یاکوویلو[2] (۲۰۰۵) به آن اضافه شده است. برای این منظور بر خلاف مطالعه قیائی و همکاران (۲۰۲۲)، خانوارها به دو نوع قرض‌دهنده و قرض‌گیرنده تقسیم شده‌اند و برای تعمیق بازار تسهیلات، بخش مسکن نیز به آن اضافه شده است. دو نوع بانک قرض‌دهنده و قرض‌گیرنده نیز برای تحلیل بازار

1. Ghiaie *et al.*
2. Iacoviello

بین‌بانکی بر اساس مطالعه یاکوویلو (۲۰۰۵) در نظر گرفته شده است. سیاست‌گذاری پولی و ارزی عیناً همانند مطالعه قیائی و همکاران (۲۰۲۲) است با این تفاوت که سیاست کریدور نرخ بین‌بانکی نیز به آن افزوده شده است. در ادامه اجزای مدل به تفکیک توضیح داده خواهد شد. در این بخش به اختصار نشان داده می‌شود که هر یک از اجزای مدل چگونه به پرسش‌های اصلی پژوهش یعنی تشخیص سهم نسبی شوک‌ها، ارزیابی نقش کریدور نرخ بین‌بانکی و سنجش کفایت اصلاح ابزارهای بانک مرکزی، مرتبط می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر، پیش از ورود به جزئیات کمی، نقشه مفهومی مدل به صورت زیر ترسیم می‌گردد:

نخست، بلوک خانوارها شامل دو گروه قرض‌دهنده و قرض‌گیرنده است. معادله اویلر مصرف نشان می‌دهد چگونه تغییرات نرخ بهره بین‌بانکی، از راه تعدیل مصرف فعلی در برابر مصرف آتی، فشار تقاضای کل را بر سطح قیمت‌ها منتقل می‌کند. درنتیجه، هر شوک پولی که نرخ بهره را جابه‌جا کند، از طریق این معادله به تورم سرایت می‌یابد.

دوم، در بنگاه‌های غیرنفتی، منحنی فیلیپس هیبرید کانال اساسی انتقال شوک‌های هزینه نهایی و سیاست پولی به تورم نقطه‌به‌نقطه را فراهم می‌کند. چسبندگی کالوو در قیمت‌گذاری سبب می‌شود افزایش هزینه نهاده‌ها یا دستمزدها به‌تدریج در قیمت نهایی منعکس شود و پایداری تورم را توضیح می‌دهد.

سوم، بخش بانکی دو لایه بر پایه شرط تراز ذخایر بین‌بانکی عمل می‌کند؛ این شرط مشخص می‌کند که مازاد یا کسری ذخایر چگونه از طریق عملیات ریپو در چهارچوب کریدور، نرخ بین‌بانکی را تنظیم می‌کند؛ بنابراین، شوک‌های پولی، نخست بر ذخایر تأثیر گذارده و سپس با گذر از این شرط، نرخ بهره و درنهایت تورم را تحت تأثیر قرار می‌دهند.

چهارم، بخش نفت با تابع عرضه نفت منشأ اصلی شوک‌های طرف عرضه است. نوسان قیمت یا ظرفیت صادرات نفت ابتدا درآمد ارزی دولت را تغییر می‌دهد، سپس از طریق بازار ارز و بودجه عمومی بر هزینه واردات و قیمت مصرف‌کننده اثر می‌گذارد؛ به‌این‌ترتیب، جهش‌های عرضه‌ای در تورم بازتاب می‌یابد.

پنجم، رژیم ارزی دوگانه با شرط برابری غیرکامل بهره حلقه اتصال بین نرخ بهره داخلی و نرخ ارز بازار آزاد را تکمیل می‌کند. جهش نرخ ارز، به‌ویژه هنگام محدودیت‌های ارزی، مستقیماً تورم وارداتی را بالا می‌برد و اثر آن در منحنی قیمت مصرف‌کننده هویدا می‌شود.

ترکیب این پنج بلوک، سازوکاری منسجم ایجاد می‌کند که در آن چهار دسته شوک (عرضه،

تقاضا، بخش پولی و ثروت دارایی‌ها) می‌توانند هم‌زمان شناسایی و سهم هر یک در واریانس تورم در افق‌های گوناگون اندازه‌گیری شوند.

خانوارها

فرض می‌شود در اقتصاد دو نوع خانوار قرض‌دهنده و قرض‌گیرنده وجود دارد. خانوارهای قرض‌دهنده به‌دنبال حداکثرسازی ترجیحات خود در طول زمان هستند که این ترجیحات تحت تأثیر سبد مصرفی خانوار، حجم حقیقی پول نگهداری شده، حجم حقیقی دارایی خارجی در اختیار و تعداد ساعات کار قرار می‌گیرد. نکته قابل توجه در این زمینه، دارایی‌های خارجی این نوع خانوار ایران است. در الگوهای مرسوم، اوراق قرضه بین‌المللی (معمولاً اوراق قرضه ایالات متحده) به‌عنوان نماینده دارایی خارجی در نظر گرفته می‌شود. این فرض درواقع تعیین‌کننده ویژگی حساب سرمایه در تراز پرداخت‌های اقتصاد خواهد بود که بر اساس آن رابطه کلیدی شرط برابری نرخ بهره پوشش داده نشده[1] (UIP) به‌دست می‌آید. درواقع، همین فرض بیان‌گر متحرک بودن کامل سرمایه در اقتصاد خواهد بود درحالی‌که در ایران حساب سرمایه دارای این ویژگی نیست. به‌بیان‌دیگر، سرمایه خارجی به‌راحتی در اختیار خانوار ایرانی قرار ندارد بلکه تنها نوع دارایی خارجی که خانوار در اختیار دارد، پول خارجی است. پول خارجی را می‌توان همان اوراق قرضه خارجی دانست که بهره‌ای در اختیار دارنده آن قرار نمی‌دهد بلکه صرفاً به دلیل این‌که ارزش آن بر اساس پول داخلی در طول زمان تغییر می‌کند، عایدی در اختیار دارنده آن قرار می‌دهد. ضمن آن‌که این دارایی از ویژگی بسیار نزدیک به پول داخلی برخوردار است، ابزار بسیار مناسبی در راستای تسهیل در مبادلات خانوار ایرانی است. این ویژگی نیز از آن‌جایی نشئت می‌گیرد که خانوارهای ایرانی معمولاً از ابزارهای پرداخت بین‌المللی برخوردار نیستند؛ بنابراین معمولاً انگیزه لازم برای نگه داشتن پول خارجی در راستای تسهیل در مبادلات را دارند.

ضمن آن‌که این فروض تعیین‌کننده بخش بسیار مهمی از طرف تقاضای بازار آزاد ارز نیز خواهد بود چرا که فرض شده است بخشی از کالاهای وارداتی اقتصاد با ارز بازار آزاد تأمین می‌شود که در ادامه به تفصیل به این نکته اشاره خواهد شد. باید دقت داشت که در این بخش خانوار نوعی از طریق سبد مصرفی کسب مطلوبیت می‌کند؛ اما در بخش بعد خواهیم دید که سبد مصرفی خانوار خود از زیربخش‌های دیگری تشکیل شده که تعیین‌کننده اجزای مختلف شاخص بهای مصرف‌کننده، تقاضای اقتصاد و واردات کالاها و خدمات خواهد بود. این طبقه‌بندی در وهله اول مربوط به کالاهای وارداتی و کالاهای داخلی است که دسته

1. Uncovered Interest Parity Condition

اول خود به دو دسته کالاهای وارداتی با ارز رسمی و ارز غیررسمی طبقه‌بندی شده‌اند. این طبقه‌بندی به ما امکان بررسی شوک‌های ارزی مانند آن‌چه اخیراً رخ داده را خواهد داد.

خانوار نوع دوم خانوارهای قرض‌گیرنده هستند که درواقع نمایان‌گر آن دسته از خانوارهایی هستند که از حجم دارایی بالایی برخوردار نبوده و کسری منابع خود در حداکثرسازی مطلوبیت را از طریق استقراض از نظام بانکی می‌کنند. با این توضیح، خانوارهای قرض‌گیرنده تنها به‌دنبال حداکثرسازی مطلوبیت خود نسبت به قید بودجه‌ای هستند که سمت درآمد آن مشتمل بر درآمد دستمزد، یارانه دریافتی از دولت، مانده حقیقی پول منتقل شده از دوره قبل و تسهیلات دریافتی از نظام بانکی است. سمت هزینه‌های این نوع خانوار نیز شامل هزینه‌های مصرفی، مانده حقیقی پول در دوره جاری، اصل و سود تسهیلات دریافتی از دوره قبل و مالیات پرداختی به دولت است؛ بنابراین ویژگی بارز این نوع خانوار عدم دسترسی به بازارهای دارایی است. به همین دلیل در ادبیات مرسوم این نوع خانوارها را خانوارهای دست به دهان[1] می‌نامند. در ادامه به تفصیل نحوه رفتار این دو نوع خانوار در اقتصاد بررسی می‌شود.

خانوار قرض‌دهنده

فرض می‌شود که خانوار قرض‌دهنده به‌دنبال حداکثرسازی ترجیحات بین‌دوره‌ای خود است. ترجیحات خانوار قرض‌دهنده به‌صورت زیر تابعی از مصرف خصوصی C_t^L، مخارج مصرفی عمومی C_{Gt} ، به‌عنوان معیاری از کالاهای عمومی، ارزش ریالی مانده حقیقی پول خارجی $e_{St}m_{St} = S_{St}\frac{M_{St}^L}{P_t}$، تعداد ساعات کار N_t^L، مانده حقیقی پول داخلی X_t^L (که ترکیب کاب-داگلاسی از اسکناس و مسکوک، M_{Ct}^L، و سپرده، D_t^L، است) و نگهداری دارایی مسکن، H_t^L، است. لازم به توضیح است که S_{St} نرخ ارز اسمی در بازار آزاد است که با فرض شاخص قیمت خارجی P_t^*، $e_{St} = \frac{S_{St}P_t^*}{P_t}$ بیان‌گر نرخ ارز حقیقی بر اساس نرخ ارز اسمی بازار آزاد تعریف می‌شود و $m_{St} = \frac{M_{St}^L}{P_t^*}$ مانده حقیقی پول خارجی به ارزش پول خارجی خواهد بود.

(۱)

$$E_0\sum_{t=0}^{\infty}\beta_L^t\left[\frac{(C_t^L C_{Gt}^{\gamma_L})^{1-\sigma_L}}{1-\sigma_L}+\frac{\kappa_{s_L}}{1-b_{s_L}}\left(\frac{S_{St}M_{St}^L}{P_t}\right)^{1-b_{s_L}}-\chi_L\varepsilon_t^{LN}\frac{N_t^{L^{1+\eta_L}}}{1+\eta_L}+v_L\,lg\,X_t^L+\epsilon_L\,l\,o\,g\,H_t^L\right]$$

$$E_0\sum_{t=0}^{\infty}\beta_L^t\left[\frac{(C_t^L C_{Gt}^{\gamma_L})^{1-\sigma_L}}{1-\sigma_L}+\frac{\kappa_{s_L}}{1-b_{s_L}}\left(\frac{S_{St}M_{St}^L}{P_t}\right)^{1-b_{s_L}}-\chi_L\varepsilon_t^{LN}\frac{N_t^{L^{1+\eta_L}}}{1+\eta_L}+v_L\,lg\,X_t^L+\epsilon_L\,l\,o\,g\,H_t^L\right]$$

که در آن مانده حقیقی پول X_t^L ترکیب کاب-داگلاسی از اسکناس و مسکوک و سپرده است. همچنین γ_L تعیین‌کننده میزان اثرگذاری مخارج دولتی در رفاه خانوار قرض‌دهنده، σ_L عکس کشش

1. Hand to Mouth Households

جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف، b_{s_L} عکس کشش بهره‌ای تقاضای ارز، η_L عکس کشش عرضه کار، $\epsilon_L, V_L, \chi_L, \kappa_{s_L}$ به‌ترتیب پارامترهایی هستند که تعیین‌کننده سطح وضعیت پایدار متغیرهای تقاضای ارز، عرضه کار، تقاضای پول و تقاضای مسکن خانوار قرض‌دهنده هستند. ε_t^{LN} نیز شوک عرضه کار این نوع خانوار است که برای توضیح‌دهندگی همه‌گیری کرونا در نظر گرفته شده است.

$$X_t^L = \left(\frac{M_{Ct}^L}{P_t}\right)^{\delta_L} \left(\frac{D_t^L}{P_t}\right)^{1-\delta_L} \qquad (۲)$$

که در این ترکیب پارامتر δ_L بیان‌گر سهم اسکناس و مسکوک در مانده حقیقی پول خانوار قرض‌دهنده است. خانوارها ترجیحات خود در رابطه (۱) را نسبت به قیود پیش روی خود که عبارت‌اند از: قید بودجه خود در رابطه (۳) و مسیر انباشت سرمایه در رابطه (۴) حداکثر می‌نماید. در قید بودجه خانوار فرض شده که مخارج عبارت‌اند از: مخارج مصرفی C_t^L، مخارج سرمایه‌گذاری خصوصی I_t، مانده حقیقی اسکناس و مسکوک $m_{Ct}^L = \frac{M_{Ct}^L}{P_t}$، نگهداری پول خارجی $e_{St}m_{St} = S_{St}\frac{M_{St}}{P_t}$، نگهداری سهام بانک، V_t، با قیمت P_t^V، مالیات پرداختی T_t و نگهداری دارایی مسکن، H_t^L، با قیمت P_t^h و درآمدها عبارت‌اند از: درآمد دستمزد $w_t N_t^L$، درآمد اجاره سرمایه $R_t u_t K_{t-1}$ که در آن u_t نرخ بهره‌برداری از سرمایه و R_t نرخ اجاره حقیقی سرمایه است که به‌دلیل وجود هزینه بهره‌برداری از سرمایه $\Psi(u_t)$، به همین میزان از درآمد اجاره سرمایه کم می‌شود. (تابع $\Psi(u_t)$ به‌نحوی تعریف می‌شود که $\Psi(1) = 0$ و $\Psi', \Psi'' > 0$ باشد)، انتقال مانده حقیقی پول از دوره قبل $\frac{m_{Ct-1}^L}{\pi_t} = \frac{M_{Ct-1}^L}{P_t}$ که در آن $\pi_t = \frac{P_t}{P_{t-1}}$ نرخ تورم ناخالص یعنی یک به‌اضافه نرخ تورم است، سود حقیقی توزیع شده بنگاه‌ها Div_t، اصل و سود سپرده‌های دوره قبل $\frac{(1+r_{t-1}^d)D_{t-1}^L}{P_t}$، مانده حقیقی نگهداری پول خارجی از دوره قبل $\frac{e_{St}m_{St-1}}{\pi_t^*} = \frac{S_{St}M_{St-1}}{P_t}$ که در آن $\pi_t^* = \frac{P_t^*}{P_{t-1}^*}$ نرخ تورم ناخالص خارجی است و پرداخت انتقالی حقیقی دولت TA_t.

$$\begin{aligned} C_t^L + \frac{M_{Ct}^L}{P_t} + \frac{D_t}{P_t} + I_t + \frac{S_{St}M_{St}^L}{P_t} + \frac{P_t^V}{P_t}V_t + T_t + \frac{P_t^h}{P_t}(H_t^L - (1-\delta_L^h)H_{t-1}^L) \\ = w_t N_t^L + R_t u_t K_{t-1} - \psi(u_t)K_{t-1} + \frac{S_{St}M_{St-1}^L}{P_t} + \frac{M_{Ct-1}^L}{P_t} + \frac{(1+r_{t-1}^d)D_{t-1}^L}{P_t} \\ + TA_t + Div_t + (1+i_{t-1}^V)\frac{P_{t-1}^V}{P_t}V_{t-1} \end{aligned} \qquad (۳)$$

که در آن $(1+i_{t-1}^V)\frac{P_{t-1}^V}{P_t}V_{t-1}$ عبارت است از سود تقسیم شده بانک که در آن فرض شده i_{t-1}^V عایدی اسمی سهام بانک است.

قید دوم، انباشت سرمایه است که در آن فرض شده سرمایه با نرخ مستهلک می‌شود و تعدیل هر واحد سرمایه با هزینه $F(\bullet)$ مواجه خواهد بود که این تابع هزینه تعدیل سرمایه دارای ویژگی $F(1)=0, F'(1)=0, F''(\bullet)>0$ است. به‌علاوه فرض شده که $(1-b_I)$ درصد از سرمایه‌گذاری صورت گرفته در بخش غیرنفتی صورت می‌گیرد و b_I درصد باقی‌مانده در بخش نفت انجام می‌شود.

$$K_t=(1-\delta)K_{t-1}+\left[1-F\left(\frac{I_t}{I_{t-1}}\right)\right](1-b_I)I_t z_t \qquad (۴)$$

$$K_t=K_t^h+K_t^y \qquad (۵)$$

رابطه (۵) بیان‌گر آن است که کل سرمایه انباشتی به سرمایه مورد استفاده در بخش تولید کالاها و خدمات، K_t^y، و تولید مسکن، K_t^h، اختصاص می‌یابد. همچنین فرض شده که یک تکانه بهره‌وری خاص سرمایه‌گذاری z_t وجود دارد که از فرایند خودرگرسیون زیر تبعیت می‌کند.

$$\log z_t=\rho_z \log z_{t-1}+\varepsilon_{zt}, \quad \varepsilon_{zt}\sim i.i.d.N(0,\sigma_z^2) \qquad (۶)$$

با توضیحات ارائه شده، از مسئله خانوار به‌ترتیب شرط بهینه‌یابی مصرف، رابطه (۷)؛ تقاضای مانده حقیقی پول خارجی در بازار آزاد، رابطه (۸)؛ تقاضای مانده حقیقی اسکناس و مسکوک، رابطه (۹)؛ معادله عرضه کار، رابطه (۱۰)؛ اویلر مصرف که معادل منحنی IS اقتصاد است، رابطه (۱۱)؛ تقاضای مسکن، رابطه (۱۲)؛ Q توبین، رابطه (۱۳)؛ معادله اویلر سرمایه‌گذاری، رابطه (۱۴)؛ شرط بهینه بهره‌برداری از سرمایه، رابطه (۱۵)؛ و تقاضای سهام بانک، رابطه (۱۶) به‌دست می‌آید.

$$\mu_t=\left(C_t^L C_{Gt}^{L\gamma_L}\right)^{-\sigma_L} C_{Gt}^{L\gamma_L} \qquad (۷)$$

$$\kappa_{s_L} e_{St}^{1-b_{s_L}} m_{St}^{-b_{s_L}}=\mu_t\left[e_{St}-\beta_L E_t \frac{\mu_{t+1}}{\mu_t}\frac{e_{S(t+1)}}{\pi_{t+1}^*}\right] \qquad (۸)$$

$$\frac{\delta_L v}{m_{Ct}^{L}}=\mu_t-\beta_L E_t\frac{\mu_{t+1}}{\pi_{t+1}} \qquad (۹)$$

$$\frac{\chi_L \varepsilon_t^{LN} N_t^{L\eta_L}}{\frac{\mu_t}{\mu_t}}=w_t \qquad (۱۰)$$

$$\frac{(1-\delta_L)v_L}{d_t^L}=\mu_t-\beta_L E_t\frac{\mu_{t+1}(1+r_t^d)}{\pi_{t+1}} \qquad (۱۱)$$

$$\frac{\in_L}{H_t^L}=\mu_t p_t^h-\beta_L(1-\delta_L^h)E_t\mu_{t+1}p_{t+1}^h \qquad (۱۲)$$

$$q_t=\beta_L E_t\frac{\mu_{t+1}}{\mu_t}[R_{t+1}u_{t+1}-\psi(u_{t+1})+(1-\delta_L^k)q_{t+1}] \qquad (۱۳)$$

$$1 = (1-b_I)q_t z_t\left[1 - F(\frac{I_t}{I_{t-1}}) - F'(\frac{I_t}{I_{t-1}})\frac{I_t}{I_{t-1}}\right]$$
$$q_{t+1}z_{t+1}\frac{q_t}{R_{t+1}u_{t+1} - \psi(u_{t+1}) + (1-\delta_L^k)q_{t+1}}F'(\frac{I_{t+1}}{I_t})(\frac{I_{t+1}}{I_t} \quad (۱۴)$$

$$R_t = \psi'(u_t) \quad (۱۵)$$

$$\mu_t = \beta_L(1+i_t^V)E_t\frac{\mu_{t+1}}{\pi_{t+1}} \quad (۱۶)$$

با توجه به این‌که تحلیل مدل مورد استفاده به‌صورت خطی صورت می‌گیرد، فرم لگاریتم-خطی شده مسئله خانوار قرض‌دهنده به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\hat{\mu}_t = -\sigma_L\hat{C}_t^L + \gamma_L(1-\sigma_L)\hat{C}_{Gt}^L \quad (۱۷)$$

$$\hat{m}_{St}^L = \frac{-1}{b_{s_L}}\frac{\bar{\pi}^*}{(\bar{\pi}^*-\beta_L)}\hat{\mu}_t - \frac{\bar{\pi}^* - (\bar{\pi}^*-\beta_L)(1-b_{s_L})}{b_{s_L}(\bar{\pi}^*-\beta_L)}\hat{e}_{St} + \frac{\beta_L}{b_{s_L}(\bar{\pi}^*-\beta_L)}E_t(\hat{\mu}_{t+1} + \hat{e}_{S(t+1)} - \hat{\pi}_{t+1}^*) \quad (۱۸)$$

$$\hat{m}_{Ct}^L = \frac{-\bar{\pi}}{\bar{\pi}-\beta_L}\hat{\mu}_t + \frac{\beta_L}{\bar{\pi}-\beta_L}E_t(\hat{\mu}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+1}) \quad (۱۹)$$

$$\hat{w}_t = \eta_L\hat{n}_t^L - \hat{\mu}_t + \varepsilon_t^{LN} \quad (۲۰)$$

$$\hat{d}_t^L = \frac{-\bar{\pi}}{\bar{\pi}-\beta_L(1+\bar{r}^d)}\hat{\mu}_t + \beta_L\frac{(1+\bar{r}^d)}{\bar{\pi}-\beta_L(1+\bar{r}^d)}E_t(\hat{\mu}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+1} + \frac{\bar{r}^d}{1+\bar{r}^d}\hat{r}_t^d) \quad (۲۱)$$

$$\hat{h}_t = \frac{-1}{1-\beta_L(1-\delta_L^h)}[\hat{\mu}_t + \hat{p}_t^h + \frac{\beta_L(1-\delta_L^h)}{1-\beta_L(1-\delta_L^h)}E_t(\hat{\mu}_{t+1} + \hat{p}_{t+1}^h)] \quad (۲۲)$$

$$\hat{q}_t = E_t(\hat{\mu}_{t+1} - \hat{\mu}_t)\left[\frac{\bar{R}\bar{U}(1-\beta_L(1-\delta_L^k))}{\bar{R}\bar{U}-\psi(\bar{U})}\hat{R}_{t+1} + \frac{(\bar{R}\bar{U}-\psi'(\bar{U}))(1-\beta_L(1-\delta_L^k))}{\bar{R}\bar{U}-\psi(\bar{U})}\hat{u}_{t+1} + \beta_L(1-\delta_L^k)\hat{q}_{t+1}\right] \quad (۲۳)$$
$$-\delta_L^k)\hat{q}_{t+1}]$$

$$\hat{\imath}_t = \frac{1}{(1+\beta_L)\in}\hat{q}_t + \frac{1}{1+\beta_L}\hat{\imath}_{t-1} - \frac{\beta_L}{1+\beta_L}E_t\hat{\imath}_{t+1} + \frac{1}{(1+\beta_L)\in}\hat{z}_t \quad (۲۴)$$

$$\widehat{R_t} = \frac{\psi''(\bar{U})}{\bar{R}}\hat{u}_{t+1} \quad (۲۵)$$

$$\hat{\mu}_t = \frac{\bar{\imath}^V}{1+\bar{\imath}^V}\hat{\imath}_t^V + E_t\hat{\mu}_{t+1} - E_t\pi_{t+1} \quad (۲۶)$$

خانوار قرض‌گیرنده

فرض می‌شود که خانوار قرض‌گیرنده‌به دنبال حداکثرسازی ترجیحات خود به‌صورت زیر است:

$$E_0\sum_{t=0}^{\infty}\beta_B^t\left[\frac{(c_t^B C_{Gt}^{BYB})^{1-\sigma_B}}{1-\sigma_B} + \frac{\kappa_{MB}}{1-b_{MB}}(\frac{M_{Ct}^B}{P_t})^{1-b_{MB}} - \chi_B\varepsilon_t^{BN}\frac{(N_t^B)^{1+\eta_B}}{1+\eta_B} + \zeta_t^h\phi^h\, log\, H_t^B\right] \quad (۲۷)$$

که در آن C_t^B مصرف خانوار قرض‌گیرنده، $\frac{M_{Ct}^B}{P_t}$ مانده حقیقی اسکناس و مسکوک این نوع خانوار، N_t^B عرضه کار آن و H_t^L نگهداری دارایی مسکن، ζ_t^h شوک تقاضای مسکن است. ε_t^{BN} نیز شوک عرضه کار این نوع خانوار است که برای توضیح‌دهندگی همه‌گیری کرونا در نظر گرفته شده است. این نوع خانوارها به‌دنبال حداکثرسازی ترجیحات خود نسبت به قید بودجه‌ای به‌صورت زیر هستند که توضیحات مربوط به آن همانند خانوار نوع اول است با این تفاوت که L_t^B بیان‌گر تقاضای تسهیلات این نوع خانوار است.

(۲۸)

$$C_t^B + \frac{M_{Ct}^B}{P_t} + (1 + r_{t-1}^{LB})\frac{L_{t-1}^B}{P_t} + T_t + \frac{P_t^h}{P_t}(H_t^B - (1-\delta^h)H_{t-1}^B) = w_t N_t^B + TA_t + \frac{L_t^B}{P_t} + \frac{M_{Ct-1}^B}{P_t}$$

علاوه بر این قید، خانوار قرض‌گیرنده با قید وثیقه در دریافت تسهیلات مواجه است که بر اساس آن به اندازه m^h درصد از ارزش انتظاری مسکن خانوار تسهیلات اعطا می‌گردد. این قید را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$\frac{L_t^B}{P_t} \leq m^h \zeta_t^{m^h} E_t\left[\frac{(p_{t+1}^h H_t^B)\pi_{t+1}}{1+r_t^{LB}}\right] \quad (۲۹)$$

که در آن $\zeta_t^{m^h}$ شوک وثیقه تسهیلات است که فرض می‌شود از یک فرایند خودرگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کند.

با فرض اینکه λ_t و φ_t به ترتیب ضرایب لاگرانژ قیود بودجه و تسهیلات باشد، بهینه‌یابی مسئله خانوار شرایط مرتبه اول بهینه‌یابی مسئله خانوار قرض‌گیرنده نسبت به دو قید پیش روی خود به‌صورت زیر خواهد بود که در آن رابطه (۳۰) بیان‌گر شرط بهینه‌یابی نسبت به مصرف، رابطه (۳۱) تقاضای مانده حقیقی اسکناس و مسکوک، رابطه (۳۲) عرضه کار، رابطه (۳۳) معادله اویلر (یا همان شرط مرتبه اول تقاضا برای تسهیلات) و رابطه (۳۴) تقاضای مسکن است.

$$\lambda_t = (C_t^B C_{Gt}^{B\gamma_B})^{-\sigma_B} C_{Gt}^{B\gamma_B} \quad (۳۰)$$

$$\kappa_{MB}(m_{Ct}^B)^{-b_{MB}} = \lambda_t - \beta_B E_t(\frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}}) \quad (۳۱)$$

$$\lambda_t w_t = \chi_B \varepsilon_t^{BN}(N_t^B)^{\eta_B} \quad (۳۲)$$

$$\varphi_t(1 + r_t^{LB}) + \beta_B E_t \frac{(1 + r_t^{LB})}{\pi_{t+1}}\lambda_{t+1} = \lambda_t \quad (۳۳)$$

$$\frac{\zeta_t^h \phi^h}{H_t^B} + \varphi_t m^h \zeta^{m^h} E_t[p_{t+1}^h \pi_{t+1}] + \beta_B(1-\delta^h)E_t\lambda_{t+1}p_{t+1}^h = \lambda_t p_t^h \quad (۳۴)$$

فرم لگاریتم-خطی شده مسئله این نوع خانوار به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$\hat{\lambda}_t = -\sigma_B \hat{C}_t^B + \gamma_B(1-\sigma_B)\hat{C}_{Gt} \quad (۳۵)$$

$$-b_{m_B}\widehat{m}_{Ct}^B = \frac{\bar{\pi}\bar{r}^{LB}}{\bar{\pi}-\beta}(\hat{\lambda}_t + \frac{1}{1+\bar{r}^{LB}}\hat{r}_t^{LB}) + \frac{1}{1+\bar{r}^{LB}}\hat{\psi}_t^h \quad (۳۶)$$

$$\widehat{w_t} = \eta_B \hat{n}_t^B - \hat{\lambda}_t + \varepsilon_t^{BN} \quad (۳۷)$$

$$\hat{\lambda}_t - \frac{\hat{r}_t^{LB}}{1+\bar{r}^{LB}} = \frac{\beta_B}{\bar{\pi}}E_t(\hat{\lambda}_{t+1} - \hat{\pi}_{t+1}) + \hat{\psi}_t^h(\frac{1}{1+\bar{r}^{LB}} - \frac{\beta_B}{\bar{\pi}}) \quad (۳۸)$$

ترکیب سبد مصرفی

در مسئله خانوارها، ترجیحات تابعی است از سبد مصرفی کل و خانوار در بهینه‌یابی خود این سبد را تعیین می‌کنند؛ اما ترکیب سبد به‌صورت مجزا و از طریق مسئله حداقل‌سازی هزینه‌های مصرفی خانوار تعیین می‌شود. با فرض این‌که $C_t = C_t^L + C_t^B$ بیان‌گر مصرف کل اقتصاد باشد فرض می‌شود که سبد مصرفی خانوارها ترکیبی CES[1] از کالاهای مصرفی تولید داخل، C_{Dt}، و کالاهای مصرفی وارداتی، C_{Nt}، به‌صورت رابطه (۳۹) است:

$$C_t = \left(a_C^{\frac{1}{\theta_C}} C_{Dt}^{\frac{\theta_C-1}{\theta_C}} + (1-a_C)^{\frac{1}{\theta_C}} C_{Nt}^{\frac{\theta_C-1}{\theta_C}}\right)^{\frac{\theta_C}{\theta_C-1}} \quad (۳۹)$$

خانوارها به‌دنبال حداقل کردن مخارج مصرفی کل خود در رابطه (۴۰) نسبت به سبد (۳۹) است:

$$P_t C_t = P_{Dt} C_{Dt} + P_{Nt} C_{Nt} \quad (۴۰)$$

که در آن P_{Dt} قیمت کالاهای تولید داخل (معادل شاخص بهای تولیدکننده) و $P_{C_{Nt}}$ بیان‌گر قیمت کل کالاهای وارداتی است. از مسئله فوق به‌ترتیب تقاضای کالاهای مصرفی تولید داخل و وارداتی، روابط (۴۱) و (۴۲) به‌دست می‌آید:

$$C_{Dt} = a_C\left(\frac{P_{Dt}}{P_t}\right)^{-\theta_C} C_t \quad (۴۱)$$

$$C_{Nt} = (1-a_C)\left(\frac{P_{C_{Nt}}}{P_t}\right)^{-\theta_C} C_t \quad (۴۲)$$

با ترکیب روابط (۴۱) و (۴۲) با رابطه (۳۹) شاخص قیمت کل (معادل شاخص بهای مصرف‌کننده) به‌صورت زیر به‌دست می‌آید.

$$P_t = \left(a_C P_{Dt}^{1-\theta_C} + (1-a_C)(P_{C_{Nt}})^{1-\theta_C}\right)^{\frac{1}{1-\theta_C}} \quad (۴۳)$$

با توجه به این‌که کالاهای وارداتی ترکیبی هستند از کالاهای وارداتی با ارز رسمی و ارز بازار آزاد،

1. Constant Elasticity of Substitution

کل واردات کالاهای مصرفی ترکیبی از وارداتی کالاهای مصرفی با ارز رسمی، C_{Nt}^{F}، و بازار آزاد، C_{Nt}^{S}، به‌صورت رابطه (۴۴) فرض می‌شود:

$$C_{Nt}=\left(a_{C_N}^{\frac{1}{\theta_{C_N}}}(C_{Nt}^{F})^{\frac{\theta_{C_N}-1}{\theta_{C_N}}}+(1-a_{C_N})^{\frac{1}{\theta_{C_N}}}(C_{Nt}^{S})^{\frac{\theta_{C_N}-1}{\theta_{C_N}}}\right)^{\frac{\theta_{C_N}}{\theta_{C_N}-1}} \quad (۴۴)$$

با منطق پیش‌تر گفته شده، تقاضای کالاهای وارداتی با ارز رسمی و ارز بازار آزاد به‌صورت روابط (۴۵) و (۴۶) به‌دست می‌آید.

$$C_{Nt}^{F}=a_{C_N}\left(\frac{P_{Nt}^{F}}{P_{C_Nt}}\right)^{-\theta_{C_N}}C_{Nt} \quad (۴۵)$$

$$C_{Nt}^{S}=(1-a_{C_N})\left(\frac{P_{Nt}^{S}}{P_{C_Nt}}\right)^{-\theta_{C_N}}C_{Nt} \quad (۴۶)$$

که در آن P_{Nt}^{F} شاخص قیمت کالاهای وارداتی با ارز رسمی و P_{Nt}^{S} شاخص قیمت کالاهای وارداتی با ارز بازار آزاد است.

با ترکیب روابط (۴۴)، (۴۵) و (۴۶) شاخص قیمت کالاهای وارداتی بر اساس ترکیبی از قیمت واردات با ارز رسمی و ارز بازار آزاد به‌صورت زیر خواهد بود:

$$P_{C_Nt}=\left(a_{C_N}(P_{Nt}^{F})^{1-\theta_{C_N}}+(1-a_{C_N})(P_{Nt}^{S})^{1-\theta_{C_N}}\right)^{\frac{1}{1-\theta_{C_N}}} \quad (۴۷)$$

تولیدکننده کالای نهایی

به پیروی از دیگیزیت و استیگریتز[1] (۱۹۷۷) فرض می‌شود که بخش تولید در فضای رقابت انحصاری انجام می‌شود که در آن کالای iام، $y_t(i), i\in(0,1)$ توسط بنگاه تولیدکننده کالای واسطه iام تولید شده و بعد از این‌که هر کدام از کالاها تولید شدند، توسط بنگاه تولیدکننده کالای نهایی که درواقع تنها جمع‌گر است، با یکدیگر جمع شده و تولید کل کالاها و خدمات اقتصاد، Y_{Dt}، را شکل می‌دهد؛ بنابراین تولید بنگاه تولیدکننده کالای نهایی به‌صورت زیر یک ترکیب CES از محصولات تولید شده توسط بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه خواهد بود:

$$Y_{Dt}=\left(\int_0^1 y_t(i)^{\frac{1}{\theta_t}}di\right)^{\theta_t} \quad (۴۸)$$

که در آن θ_t تعیین‌کننده تکانه مارک-آپ خواهد بود که در ادامه بیشتر به آن پرداخته می‌شود و فرض می‌شود از یک فرایند خودرگرسیون مرتبه اول به‌صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$log\,\theta_t=(1-\rho_\theta)\,log\,\theta+\rho_\theta\,log\,\theta_{t-1}+\varepsilon_{\theta t},\quad \varepsilon_{\theta t}\sim i.i.d.N(0,\sigma_\theta^2) \quad (۴۹)$$

1. Dixit and Stiglitz

از طریق مسئله حداقل‌سازی هزینه بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، تقاضای هر کدام از کالاهای واسطه به‌صورت تابعی از نسبت قیمت کالای iام، $P_{Dt}(i)$، به قیمت کالاهای تولید داخل، P_{Dt} و تولید کل به‌دست می‌آید:

$$y_t(i) = \left(\frac{P_{Dt}(i)}{P_{Dt}}\right)^{-\frac{\theta_t}{\theta_t - 1}} Y_{Dt} \qquad (۵۰)$$

این رابطه به‌عنوان محدودیت حداکثرسازی سود بنگاه در بازار رقابت انحصاری خواهد بود که از بهینه‌یابی سود بنگاه منحنی فیلیپس کینزی جدید به‌دست می‌آید. با ترکیب رابطه (۵۰) و (۴۸) شاخص قیمت کالاهای تولید داخل به‌صورت ترکیبی از قیمت هر کدام از کالاهای iام به‌دست می‌آید:

$$P_{Dt} = \left(\int_0^1 P_{Dt}\,(i)^{\frac{1}{1-\theta_t}} di\right)^{1-\theta_t} \qquad (۵۱)$$

بنگاه تولیدکننده کالای واسطه

فرض می‌شود بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه در فضای رقابت انحصاری نیروی کار را استخدام و سرمایه خصوصی را اجاره کرده و با پرداخت دستمزد و اجاره خدمات سرمایه، $\widetilde{K}_{t-1}(i) = u_t K_{t-1}$، اقدام به تولید محصول خود با استفاده از تابع تولید کاب-داگلاس زیر می‌کنند. لازم به توضیح است که محصول کل بنگاه تولیدکننده کالای واسطه، $y_t(i)$، ترکیب ارزش افزوده حاصل از ترکیب سرمایه و نیروی کار، یعنی $Y_t^{no}(i)$ و انرژی خواهد بود که در ادامه بحث خواهد شد.

$$Y_t^{no}(i) = a_t\left[\widetilde{K}_{t-1}(i) K_{Gt-1}^{\psi}\right]^{\alpha} N_{Yt}(i)^{1-\alpha}, \quad 0 < \alpha < 1 \qquad (۵۲)$$

همچنین در این تابع تولید فرض شده که حجم سرمایه عمومی،، به‌مثابه کالاهای عمومی با سرمایه خصوصی ترکیب شده و سرمایه ترکیبی به همراه نیروی کار منجر به تولید می‌شود. در این تابع، پارامتر $\psi \in [0,1]$ تعیین‌کننده نحوه اثرگذاری حجم سرمایه عمومی بر تولید بخش خصوصی خواهد بود. در ادامه و در بخش دولت خواهیم دید که دولت به دلیل این‌که با مواجه با نوسانات درآمدهای نفتی بیشتر از طریق تعدیل هزینه‌های سرمایه‌ای خود واکنش نشان می‌دهد، لحاظ سرمایه عمومی در تابع تولید امکان بروز واکنش‌های بخش غیرنفتی نسبت به نوسانات بخش نفتی را بهتر نشان می‌دهد. همچنین در رابطه (۵۲) تکانه بهره‌وری از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول به‌صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$log\, a_t = \rho_a\, log\, a_{t-1} + \varepsilon_{at}, \quad \varepsilon_{at} \sim i.i.d.N(0, \sigma_a^2) \qquad (۵۳)$$

با توجه به این‌که انرژی خود از جنس ارزش افزوده هست، نمی‌توان آن را به‌صورت مستقیم با

نیروی کار و سرمایه ترکیب کرد؛ بنابراین در گام نخست، ارزش افزوده ناشی از ترکیب سرمایه و نیروی کار در رابطه (۵۲) به‌دست آمده و حاصل با انرژی ترکیب شده و تولید محصول iام، $y_t(i)$، به‌دست می‌آید که فرض شده این ترکیب به‌صورت CES زیر است که در آن $(1-\gamma_y)$ سهم انرژی و γ_y سهم سرمایه و کار در تولید غیرنفتی است. همچنین ϱ عبارت از هزینه ثابت تولید است که تضمین‌کننده سود صفر در وضعیت پایدار خواهد بود:

$$y_t(i)=\left[\gamma_y^{\frac{1}{\theta_y}}(Y_t^{no}(i))^{\frac{1-\theta_y}{\theta_y}}+(1-\gamma_y)^{\frac{1}{\theta_y}}(X_{et})^{\frac{1-\theta_y}{\theta_y}}\right]^{\frac{\theta_y}{1-\theta_y}}-\varrho \qquad (۵۴)$$

به‌علاوه فرض می‌شود که انرژی با قیمت P_{et} در اختیار بنگاه‌ها قرار می‌گیرد که این قیمت به‌صورت زیر بر اساس ارزش ریالی قیمت جهانی نفت P_{Ot} تعیین می‌شود:

$$P_{et}=(S_{Ft}P_{Ot})^{\tau_e} \qquad (۵۵)$$

در رابطه (۵۵)، $0<\tau_e<1$ نرخ پرداخت انتقالی صورت گرفته بر مصرف انرژی داخلی است.

در مرحله نخست، بنگاه مسئله حداقل‌سازی هزینه خود را انجام می‌دهد. فرض می‌شود که بنگاه بخشی از هزینه‌های جاری خود را از طریق استقراض از نظام بانکی و به شکل دریافت تسهیلات از آن تأمین می‌کند. این بخش از هزینه‌های بنگاه را می‌توان سرمایه در گردش در نظر گرفت که به‌صورت قید زیر در تحلیل در نظر گرفته می‌شود:

$$L_t^F(i)\le\eta_L w_t N_{Yt}(i) \qquad (۵۶)$$

که در آن فرض شده η_L درصد از هزینه دستمزد بنگاه از طریق تسهیلات دریافتی در قالب سرمایه در گردش تأمین می‌شود. با لحاظ این فرض و نرخ سود تسهیلات تولید r_t^{LF}، و این‌که بنگاه می‌بایست هزینه کل خود را نسبت به تابع تولید و قید تسهیلات در رابطه فوق حداقل کند روابط تقاضای کار، رابطه (۵۷)، تقاضای انرژی، رابطه (۵۸) و هزینه نهایی حقیقی بنگاه، رابطه (۵۹) به‌دست می‌آید.

$$\alpha(1+r_t^{LF})w_tN_{Yt}(i)=(1-\alpha)R_t\widetilde{K}_{t-1}(i) \qquad (۵۷)$$

$$X_{et}(i)=(1-\alpha)^{-\theta_y}\left(\frac{1-\gamma_y}{\gamma_y}\right)\left(\frac{(1+r_t^{LB})w_tN_{Yt}}{\mathcal{P}_{et}}\right)^{\theta_y}(y_t^{no}(i))^{1-\theta_y} \qquad (۵۸)$$

(۵۹)

$$mc_t=\phi_t=\{\gamma_y^{\theta_y}[\alpha^{-\alpha}(1-\alpha)^{-(1-\alpha)}a_t^{-1}R_t^{\alpha}((1+r_t^{LB})w_t)^{1-\alpha}K_{Gt-1}^{-\alpha\psi}]^{1-\theta_y}+(1-\gamma_y)^{\theta_y}\mathcal{P}_{et}^{1-\theta_y}\}^{\frac{1}{1-\theta_y}}$$

باید دقت داشت که قید استقراض از نظام بانکی با هزینه نیروی کار بنگاه ادغام شده و با فرض نرخ سود تسهیلات i_t^l تقاضای کار و انرژی تابعی از نرخ دستمزد و نرخ سود تسهیلات به‌دست آمده است.

در ادامه، با توجه به این‌که بنگاه در فضای رقابت انحصاری فعالیت می‌کند، می‌بایست قیمت خود

را به‌نحوی تعیین نماید که منجر به حداکثرسازی سود شود؛ اما دراین‌راستا بنگاه‌ها با چسبندگی قیمت از نوع کالوو[1] (۱۹۸۳) مواجه هستند که بر اساس آن در هر دوره تنها مابقی $\xi - 1$ درصد از بنگاه‌ها قادر به تعدیل قیمت خواهند بود و با احتمال ξ درصد بنگاه‌ها قادر به تعدیل خود نیستند و بنابراین قیمت خود را بر اساس نسبتی از نرخ تورم دوره قبل تعیین می‌کنند:

$$P_{Dt}(i) = \pi_{Dt-1}^{\tau} P_{Dt-1}(i) \qquad (۶۰)$$

در این رابطه $0 < \tau < 1$ پارامتر تعیین‌کننده شاخص‌بندی قیمت است که بر اساس آن قیمت کالاها با نسبت کمتری از نرخ تورم تعدیل می‌شود.

مسئله بنگاهی که قادر به تعدیل قیمت است عبارت از به‌دست آوردن سطح قیمت $P_{Dt}(i)$ به‌نحوی که سود زیر نسبت به قید تقاضای بنگاه، یعنی رابطه (۵۰) حداکثر شود:

$$\max_{P_{Dt}(i)} \; E_t \sum_{j=0}^{\infty} (\xi\beta)^j \frac{\lambda_{t+j}}{\lambda_t} \left[\prod_{k=1}^{j} (\pi_{D\,t+k})^{\tau} \frac{P_{Dt}^{*}(i)}{P_{D\,t+j}} - mc_{t+j} \right] Y_{t+j}(i) \qquad (۶۱)$$

با توجه به تقسیم بنگاه‌ها به دو دسته بنگاه‌هایی که قادر به تعدیل قیمت خود هستند که از مسئله (۶۱) قیمت بهینه آن‌ها P_{Dt}^{*} خواهد بود و بنگاه‌هایی که قادر به تعدیل خود نیستند و قیمت خود را بر اساس رابطه (۶۰) تعیین می‌کنند، شاخص قیمت کالاهای غیرنفتی تولید داخلی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$P_{Dt} = \left[\xi (\pi_{Dt-1}^{\tau} P_{Dt-1})^{\frac{1}{1-\theta_t}} + (1-\xi)(P_{Dt}^{*})^{\frac{1}{1-\theta_t}} \right]^{1-\theta_t} \qquad (۶۲)$$

ترکیب جواب بهینه مسئله (۶۱) با شاخص قیمت در رابطه (۶۰) و خطی کردن نتیجه حاصله، منحنی فیلیپس کینزی جدید را به‌شکل زیر ارائه خواهد داد:

$$\hat{\pi}_{Dt} = \frac{\beta}{1+\beta\tau} E_t \hat{\pi}_{Dt+1} + \frac{\tau}{1+\beta\tau} \hat{\pi}_{Dt-1} + \frac{(1-\beta\xi)(1-\xi)}{(1+\beta\tau)\xi} (\widehat{mc}_t + \theta_t) \qquad (۶۳)$$

همان‌گونه که پیش‌تر نیز اشاره شد، θ_t تکانه مارک-آپ است که در این رابطه به‌صورت مشخص‌تر ماهیت آن مشخص می‌شود. در واقع این تکانه را می‌توان نوعی تکانه فشار هزینه دانست که منجر به افزایش قیمت‌ها خواهد شد.

بنگاه تولیدکننده مسکن

بخش مسکن به عنوان یک بخش سودآور در این الگو مورد توجه است، یاکوویلو[2] (۲۰۰۵) در

1. Calvo
2 Iacoviello

مقاله خود یکی از دلایل اهمیت بخش مسکن را روند رو به بالای ارزش ملک در دهه‌های اخیر می‌داند. وی چنین عنوان می‌کند که نرخ آهسته فناوری در ساخت مسکن، روند رو به بالا در ارزش ملک را توجیه می‌کند. بخشی از این رشد منعکس‌کننده محدودیت زمین است که در این مدل به دلیل عرضه ثابت به یک نرمال شده است.

بخش مسکن در اقتصاد با به‌کارگیری نیروی کار و سرمایه از خانوارها به تولید مسکن و ساختمان با فناوری زیر می‌پردازد:

$$y_t^H = (A_{H,t}N_t^H)^{1-\alpha_H}(K_t^H)^{\alpha H} \quad (۶۴)$$

فناوری در تولید مسکن از فرایند خودرگرسیون برداری مرتبه اول به شکل زیر تبعیت می‌کند:

$$lnA_{Ht} = \left(1-\rho_{A_H}\right)\bar{ln A}_H + \rho_{A_H} lnA_{Ht-1} + \varepsilon_t^{A_H} \varepsilon_t^{A_H} \sim \left(0, \sigma_{A_H}^2\right) \quad (۶۵)$$

معادله حرکت موجودی مسکن از این قرار است:

$$H_t = (1-\delta^H)H_{t-1} + y_t^H \quad (۶۶)$$

کل موجودی مسکن در اقتصاد بین خانوار و بانک، H_t^l، تقسیم می‌شود:

$$H_t = H_t^B + H_t^l \quad (۶۷)$$

تابع سود حقیقی بخش مسکن به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\Pi_t^H = p_t^h y_t^H - r_t K_t^H - w_t^H N_t^H \quad (۶۸)$$

معادلات متناظر با شرایط مرتبه اول بهینه‌یابی بخش مسکن نسبت به استخدام نیروی کار، سرمایه و تولید مسکن به ترتیب از این قرار است:

$$w_t^H - (1-\alpha^H)p_t^h \frac{y_t^H}{N_t^H} = 0 \quad (۶۹)$$

$$r_t - (\alpha^H)p_t^h \frac{y_t^H}{K_t^H} = 0 \quad (۷۰)$$

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

بانک قرض‌دهنده

در هر دوره بانک قرض‌دهنده سپرده‌ها را از خانوارهای قرض‌دهنده جمع کرده و بعد از دریافت سپرده از خانوارها، با لحاظ ارزش سهام (سرمایه) خود در بازار بین‌بانکی تسهیلات IB_t با نرخ i_t^{IB} در اختیار بانک‌های قرض‌گیرنده قرار می‌دهد. در انتهای هر دوره بانک بدهی خود به بانک مرکزی را با نرخ i_t^{CB} بازپرداخت می‌کند که درواقع همان نرخ تنزیل است. همچنین بانک ذخایر قانونی و اضافی خود به ترتیب به اندازه RR_t و ER_t نزد بانک مرکزی نگهداری می‌کند. به‌علاوه در هر دوره دولت

به اندازه $B^G_{LB,t}$ از بانک با نرخ i^{BG}_t استقراض می‌کند (خرید اوراق قرضه دولتی توسط بانک). با این توضیحات، ترازنامه بانک به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$B^G_{LB,t} + RR_t + P^h_t H^{LB}_t + ER_t + IB_t = D_t + P^V_t V_t \qquad (۷۱)$$

که در آن

$$V^{LB}_t = V^R_{LB,t} + V^E_{LB,t} \qquad (۷۲)$$

به‌بیان‌دیگر، سرمایه کل بانک به دو دسته سرمایه الزامی $V^R_{LB,t}$ و سرمایه مازاد $V^E_{LB,t}$ تقسیم می‌شود. بر این اساس اگر $V^{LB}_t < V^R_{LB,t}$ باشد بانک سرمایه‌ای کمتر از سرمایه مورد اشاره در قواعد بال ۲ یا ۳ داشته و با هزینه مواجه خواهد شد. همچنین فرض می‌شود که ذخایر قانونی درصدی از سپرده‌ها به‌صورت زیر باشد که در آن فرض می‌شود این نرخ به‌صورت برون‌زا و بر اساس یک فرایند خودرگرسیون مرتبه اول تعیین می‌شود.

$$RR_t = \xi_t D_t \qquad (۷۳)$$

$$\ln\xi_t = (1-\rho_\xi)\ln\bar{\xi} + \rho_\xi \ln\xi_{t-1} + \varepsilon_{\xi t} \qquad \varepsilon_{\xi t} \sim i.i.d.N(0,\sigma^2_\xi) \qquad (۷۴)$$

همچنین بانک با نوعی قید کفایت سرمایه مبتنی بر دارایی‌های موزون به ریسک خود مواجه است. به‌بیان‌دیگر بانک ملزم به داشتن سرمایه‌ای معادل درصدی از دارایی‌های ریسکی خود است که توسط بانک مرکزی تعیین می‌شود. با توجه به این‌که معمولاً استقراض دولت با ریسک حداقلی مواجه است، وزن آن در کفایت سرمایه صفر در نظر گرفته می‌شود درحالی‌که سایر دارایی‌ها یعنی تسهیلات اعطایی به خانوارها، تسهیلات اعطایی به بانک‌های قرض‌گیرنده و نگهداری مسکن در سبد دارایی‌های بانک، H^I_t، وزن مثبت می‌گیرند. وزن این سه دارایی به‌ترتیب به‌صورت σ^F، σ^B و $1-\sigma^F-\sigma^B$ تعریف می‌شوند. با در نظر گرفتن ρ_V به‌عنوان نسبت کفایت سرمایه، قید کفایت سرمایه بانک به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P^V_t V^R_{LB,t} = \rho_V(\sigma^{IB}\mathrm{IB_t} + (1-\sigma^{IB})P^h_t H^{LB}_t) \qquad (۷۵)$$

بانک سپرده، انواع تسهیلات، سرمایه مازاد و نگهداری مسکن در سبد دارایی خود را به‌نحوی تعیین می‌کند که سود آن حداکثر شود. سود بانک را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$E\left(\frac{\Pi^I_{t+1}}{P_t}\right) = (1+i^{BG}_t)b^G_{LB,t} + (1+i^{ER}_t)er_t \;+\omega^{IB}(1+i^{IB}_t)ib_t + \xi_t d_t + R^{HB}_t H^{LB}_t$$
$$-(1+i^d_t)d_t - \left(1+i^V_{LB,t}\right)p^V_t V^{LB}_t - \gamma_{BG}\frac{(b^G_{LB,t})^2}{2} - \gamma_{IB}\frac{ib^2_t}{2}$$
$$-\gamma_V p^V_t V^{LB}_t + 2\gamma_{VV}p^V_t(V^E_{LB,t} - p^h_t(H^{LB}_{t+1} - (1-\delta^h)H^{LB}_t)$$

که در آن $\gamma_{BG},\gamma_{IB},\gamma_{ER},\gamma_{V},\gamma_{VV}>0$ و $\omega^{IB}\in(۰,۱)$ احتمال بازپرداخت تسهیلات اعطایی به بانک‌های قرض‌گیرنده در بازار بین‌بانکی است؛ بنابراین $(1-\omega^{IB})\in(۰,۱)$ احتمال نکول اعطایی به بانک‌های قرض‌گیرنده در بازار بین‌بانکی است. $(1+i_t^{BG})b_{LB,t}^{G}$ اصل و سود تسهیلات اعطایی بانک به دولت، $(1+i_t^{ER})er_t$ اصل و سود پرداختی به ذخایر اضافی بانک نزد بانک مرکزی است که i_t^{ER} تعیین‌کننده کف کریدور نرخ بهره است که در ادامه و در بخش سیاست‌گذاری پولی به آن اشاره خواهد شد. $\omega^{IB}(1+i_t^{IB})ib_t$ اصل و سود تسهیلات اعطایی به بانک‌های قرض‌گیرنده با لحاظ احتمال بازپرداخت است. عبارت $R_t^{HB}H_t^{I}$ اجاره دریافتی بانک از مانده دارایی مسکن خود است که با نرخ R_t^{HB} صورت می‌گیرد. $(1+i_t^{d})d_t$ اصل و سود پرداختی به سپرده‌هاست. همچنین، $(1+i_{LB,t}^{V})p_t^{V}V_t$ ارزش سرمایه و سود پرداختی به سهام‌داران بانک است. عبارت $\gamma_{IB}\frac{ib_t^{۲}}{۲}$ ،$\gamma_{BG}\frac{(b_{LB,t}^{G})^{۲}}{۲}$ به‌ترتیب بیان‌گر هزینه‌های ناشی از خرید اوراق قرضه دولتی، نگهداری ذخایر مازاد و اعطای تسهیلات بین‌بانکی است که می‌توان آن را به‌صورت معوقات در بازپرداخت این نوع تسهیلات دانست. جز خطی $\gamma_V p_t^V V_t^{LB}$ تعیین‌کننده هزینه‌های مرتبط با انتشار سهام است؛ اما $۲\gamma_{VV}p_t^{V}(V_{LB,t}^{E})^{\frac{1}{2}}$ بیان‌گر این است که انباشت مازاد سرمایه به معنای منافع ناشی از بافر سرمایه مازاد مثبت است. درنهایت $p_t^h(H_{t+1}^{LB}-(1-\delta^h)H_t^{LB})$ بیان‌گر سود یا زیان ناشی از نگهداری مسکن در سبد دارایی بانک است.

بهینه‌یابی سود بانک قرض‌دهنده نسبت به قید ترازنامه خود صورت می‌گیرد. بر این اساس نتیجه بهینه‌یابی سود بانک روابط زیر است:

$$-d_t-\left[(1+i_t^{d})-\xi_t-(1-\xi_t)(1+i_t^{ER})\right]\frac{\partial d_t}{\partial i_t^{d}}=0 \qquad (۷۶)$$

$$(1+i_t^{BG})-(1+i_t^{ER})-\gamma_{BG}b_{LB,t}^{G}=0 \qquad (۷۷)$$

$$\omega^{IB}(1+i_t^{IB})-(1+i_t^{ER})-\gamma_{IB}ib_t=0 \qquad (۷۸)$$

$$R_t^{HB}-(1+i_t^{ER})p_t^h\left(1-\rho_V(1-\sigma^{IB})\right)-p_t^h-(1-\delta^h)\rho_V(1-\sigma^{IB})p_t^h[(1+i_t^{V})+\gamma_V]=0 \qquad (۷۹)$$

$$(1+i_t^{ER})-\left[(1+i_t^{V})+\gamma_V-\frac{\gamma_{VV}}{\sqrt{V_{LBt}^{E}}}\right]=0 \qquad (۸۰)$$

که در آن رابطه (۷۸) تقاضای سپرده، رابطه (۷۹) عرضه تسهیلات به بنگاه‌ها، رابطه (۸۰) عرضه تسهیلات به خانوارهای قرض‌گیرنده، رابطه (۸۱) عرضه تسهیلات به دولت، رابطه (۸۲) تقاضای مسکن و رابطه (۸۳) شرط بهینه‌یابی نسبت به کفایت سرمایه است. همچنین طبق تعریف بازده سهام بانک به‌صورت نسبت سود بانک، Π_t^{LB}، به ارزش سهام بانک، $p_t^{v}v_t$، تعریف می‌شود. بنابراین

$$i_{LB,t}^{v} = \frac{\Pi_t^{LB}}{p_t^v V_t^{LB}} \quad (۸۱)$$

با تعریف e_d^i، به‌ترتیب به‌عنوان کشش بهره‌ای عرضه سپرده خانوارهای قرض‌دهنده، معادلات خطی شده بانک‌های قرض‌دهنده به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{\hat{\imath}_t^d(1-e_d^i)}{e_d^i} = \frac{\bar{r}\bar{r}.\bar{\imath}^{ER}r\hat{r}_t}{\bar{\imath}^d} + \frac{\bar{\imath}^{ER}(\bar{r}\bar{r}-1)\hat{\imath}_t^{ER}}{\bar{\imath}^d} \quad (۸۲)$$

$$\bar{\imath}^{BG}\hat{\imath}_t^{BG} - \bar{\imath}^{ER}\hat{r}_t^{ER} = \gamma_{BG}\bar{b}^G\hat{b}_t^G \quad (۸۳)$$

$$\bar{\imath}^{IB}\hat{\imath}_t^{IB} - \bar{\imath}^{ER}\hat{\imath}_t^{ER} = \gamma_{IB}\bar{\imath}\bar{b}\hat{\imath}\hat{b}_t \quad (۸۴)$$

$$\hat{R}_t^{HB} = \hat{p}_t^h + \frac{\bar{\imath}^{ER}(1-\rho_V(1-\sigma^{IB}))\bar{p}^h\hat{\imath}_t^{ER}}{\bar{R}^{HB}} + \frac{\rho_V(1-\sigma^{IB})(1-\delta_h)\bar{\imath}^v\bar{p}^h\hat{\imath}_{LB,t}^v}{\bar{R}^{HB}} \quad (۸۵)$$

$$\bar{\imath}^{cb}\hat{\imath}_t^{ER} - \bar{\imath}\bar{b}_{IB}^v\hat{\imath}_{IB,t}^v = \frac{\gamma_{vv}\hat{v}_{IB,t}^e}{2\sqrt{\bar{v}_{IB}^e}} \quad (۸۶)$$

$$\hat{v}_t^{IB} = \frac{\bar{v}_{IB}^r}{v^{IB}}\hat{v}_{IB,t}^r + (1-\frac{\bar{v}_{IB}^r}{v^{IB}})\hat{v}_{IB,t}^e \quad (۸۷)$$

$$\frac{\bar{B}^G}{\bar{D}}\hat{b}_t^g + \frac{\overline{ER}}{\bar{D}}\widehat{er}_t + \frac{\overline{IB}}{\bar{D}}\hat{\imath}b_t + \bar{r}\bar{r}(r\hat{r}_t + \hat{d}_t) + \frac{\bar{p}^h\bar{H}^{LB}}{\bar{D}}(\hat{p}_t^h + \hat{h}_t^{LB}) = \hat{d}_t + \frac{\bar{p}^v\bar{v}^{LB}}{\bar{D}}(\hat{p}_t^v + \hat{v}_t^{LB}) \quad (۸۸)$$

$$\hat{p}_t^v + \hat{v}_{LB,t}^r = \rho_v(\frac{\sigma_{IB}\overline{IB}}{\bar{p}^v\bar{v}_{LB}^r}\hat{\imath}b_t + (1-\sigma_{IB})\frac{\bar{p}^h\bar{H}^{LB}}{\bar{p}^v\bar{v}^{LB}}) \quad (۸۹)$$

$$\begin{aligned}\hat{\Pi}_t^{LB} = {} & \frac{\bar{B}^G}{\bar{\Pi}^{LB}}(1+\bar{\imath}^{GB})\hat{b}_t^G + \frac{\bar{B}^G}{\bar{\Pi}^{LB}}\bar{\imath}^{GB}\hat{\imath}_t^{GB} + \frac{\overline{ER}}{\bar{\Pi}^{LB}}(1+\bar{\imath}^{ER})\widehat{er}_t + \frac{\overline{ER}}{\bar{\Pi}^{LB}}\bar{\imath}^{ER}\hat{\imath}_t^{ER} \\ & + \frac{\overline{IB}}{\bar{\Pi}^{LB}}\bar{\imath}^{IB}\hat{\imath}_t^{IB} + \omega_{IB}\frac{\overline{IB}}{\bar{\Pi}^{LB}}(1+\bar{\imath}^{IB})ib_t \\ & + \frac{\bar{r}\bar{r}}{\bar{\Pi}^{LB}}(\hat{d}_t + r\hat{r}_t) + \frac{\bar{R}^{HB}\bar{H}^{LB}}{\bar{\Pi}^{LB}}(\hat{h}_t^{LB} + \hat{R}_t^{HB}) - \frac{\bar{D}}{\bar{\Pi}^l}(1+\bar{\imath}^d)\hat{d}_t \\ & + \frac{\bar{p}^v\bar{v}_{LB}^e}{\bar{\Pi}^{LB}}\gamma_{vv}(\hat{v}_{LB,t}^e + 2\hat{p}_t^v) - \delta_h\frac{\bar{p}^h}{\bar{\Pi}^{LB}}\hat{p}_t^h - \frac{\bar{p}^h\bar{H}^{LB}}{\bar{\Pi}^{LB}}(\hat{h}_t^{LB} - (1-\delta_h)\hat{h}_{t-1}^{LB})\end{aligned} \quad (۹۰)$$

$$\hat{\imath}_{LB,t}^v = \hat{\Pi}_t^{LB} - \hat{p}_t^v - \hat{v}_t^{LB} \quad (۹۱)$$

بانک قرض‌گیرنده

در هر دوره بانک قرض گیرنده به خانوارهای قرض‌گیرنده و بنگاه‌ها تسهیلات ارائه می‌کند. بانک بعد از دریافت سپرده از بانک‌های قرض‌دهنده در بازار بین‌بانکی، با لحاظ ارزش سهام (سرمایه) خود تسهیلات در اختیار خانوارها و بنگاه‌ها قرار داده، در صورت کسری، اقدام به استقراض از بانک مرکزی

به اندازه $L_{BB,t}^{CB}$ می‌کند. در انتهای هر دوره بانک بدهی خود به بانک مرکزی را با نرخ i_t^{CB} بازپرداخت می‌کند که درواقع همان نرخ تنزیل است. همچنین بانک ذخایر قانونی و اضافی خود به ترتیب به اندازه RR_t و ER_t نزد بانک مرکزی نگهداری می‌کند. به‌علاوه در هر دوره دولت به اندازه $B_{BB,t}^{G}$ از بانک با نرخ i_t^{BG} استقراض می‌کند. با این توضیحات، ترازنامه بانک به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L_t^B + L_t^F + B_{BB,t}^G + P_t^h H_t^{BB} = IB_t + P_t^V V_t^{BB} + L_{BB,t}^{CB} \quad (۹۲)$$

که در آن

$$V_t^{BB} = V_{BB,t}^R + V_{BB,t}^E \quad (۹۳)$$

به‌بیان‌دیگر، سرمایه کل بانک به دو دسته سرمایه الزامی $V_{BB,t}^R$ و سرمایه مازاد $V_{BB,t}^E$ تقسیم می‌شود. بر این اساس اگر $V_t^{LB} < V_{LB,t}^R$ باشد بانک سرمایه‌ای کمتر از سرمایه مورد اشاره در قواعد بال ۲ یا ۳ داشته و با هزینه مواجه خواهد شد. همانند بانک قرض‌دهنده، این نوع بانک نیز با نوعی قید کفایت سرمایه مبتنی بر دارایی‌های موزون به ریسک خود مواجه است. به‌بیان‌دیگر بانک ملزم به داشتن سرمایه‌ای معادل درصدی از دارایی‌های ریسکی خود است که توسط بانک مرکزی تعیین می‌شود. دارایی‌های بانک قرض‌گیرنده یعنی تسهیلات اعطایی به خانوارها، تسهیلات اعطایی به بنگاه‌ها و نگهداری مسکن در سبد دارایی‌های بانک، H_t^{BB}، وزن مثبت می‌گیرند. وزن این سه دارایی به‌ترتیب به‌صورت σ^F، σ^B و $1-\sigma^F-\sigma^B$ تعریف می‌شوند. با در نظر گرفتن ρ_V به‌عنوان نسبت کفایت سرمایه، قید کفایت سرمایه بانک به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$P_t^V V_{BB,t}^R = \rho_v^{BB}(\sigma^F L_t^F + \sigma^B L_t^B + (1-\sigma^F-\sigma^B)P_t^h H_t^{BB}) \quad (۹۴)$$

بانک سپرده، انواع تسهیلات، سرمایه مازاد و نگهداری مسکن در سبد دارایی خود را به‌نحوی تعیین می‌کند که سود آن حداکثر شود. سود بانک را می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$E\left(\frac{\Pi_{t+1}^I}{P_t}\right) = (1+i_t^{BG})b_{BB,t}^G + \omega^F(1+i_t^{LF})\frac{L_t^F}{P_t} + (1-\omega^F)\kappa_F\tilde{K}_t + \omega^B(1+i_t^{LB})\frac{L_t^B}{P_t}$$
$$+(1-\omega^B)\kappa_B H_t^B + \xi_t d_t + R_t^{HB}H_t^{BB} - (1+i_t^{IB})ib_t - (1+i_t^{CB})\frac{L_t^{CB}}{P_t} - (1+i_{BB,t}^V)p_t^V V_t^{BB}$$
$$-\gamma_{BG}\frac{(b_t^G)^2}{2} - \gamma_{IB}\frac{ib_t^2}{2} - \gamma_V p_t^V V_t^{BB} + 2\gamma_{VV}p_t^V V_{BB,t}^E - p_t^h(H_{t+1}^{BB} - (1-\delta^h)H_t^{BB})$$

که در آن $\omega^F, \omega^B \in (۰,۱)$ و $\gamma_{BG}, \gamma_V, \gamma_{VV} > 0 \kappa \in (۰,۱)$ احتمال بازپرداخت تسهیلات (به‌ترتیب تسهیلات بنگاه‌ها و تسهیلات مسکن خانوار) است؛ بنابراین $(1-\omega^F), (1-\omega^B) \in (۰,۱)$ احتمال نکول تسهیلات است که بر اساس نسبت مطالبات معوق به کل تسهیلات تعیین می‌شود.

$(1+i_t^{BG})b_{BB,t}^G$ اصل و سود تسهیلات اعطایی بانک به دولت، $(1+i_t^{CB})ib_t$ اصل و سود پرداختی به تسهیلات دریافتی از بانک‌های در بازار بین‌بانکی است که i_t^{ER} تعیین‌کننده کف کریدور نرخ بهره است که در ادامه و در بخش سیاست‌گذاری پولی به آن اشاره خواهد شد. $(\omega^B\,(1+i_t^{LB})\frac{L_t^B}{P_t})\omega^F\,(1+i_t^{LF})\frac{L_t^F}{P_t}$ اصل و سود تسهیلات اعطایی به بنگاه (خانوار) با لحاظ احتمال بازپرداخت است. عبارت $(1-\omega^F)\kappa_F\widetilde{K}_t$ $(1-\omega^B)\kappa_B H_t^B$ بیان‌گر دریافتی بانک از بنگاه (خانوار قرض‌گیرنده) در صورت نکول تسهیلات بنگاه (مسکن خانوار) و اعمال وثیقه است. عبارت $R_t^{HB}H_t^l$ اجاره دریافتی بانک از مانده دارایی مسکن خود است که با نرخ R_t^{HB} صورت می‌گیرد. $(1+i_t^d)d_t$ اصل و سود پرداختی به سپرده‌ها، $(1+i_t^{CB})\frac{L_t^{CB}}{P_t}$ اصل و سود پرداختی به استقراض بانک از بانک مرکزی است که در آن i_t^{CB} تعیین‌کننده سقف کریدور نرخ بهره خواهد بود. همچنین، $p_t^V V_t^{BB}(1+i_{BB,t}^V)$ ارزش سرمایه و سود پرداختی به سهام‌داران بانک است. عبارت $(\gamma_{ER}\frac{ib_t^2}{2})$ $\gamma_{BG}\frac{(b_t^G)^2}{2}$ بیان‌گر هزینه‌های ناشی نگهداری اوراق قرضه دولتی (استقراض در بازار بین‌بانکی) است. جز خطی $\gamma_V p_t^V V_t^{BB}$ تعیین‌کننده هزینه‌های مرتبط با انتشار سهام است؛ اما $2\gamma_{VV}p_t^V V_{BB,t}^E$ بیان‌گر این است که انباشت مازاد سرمایه به‌معنای منافع ناشی از بافر سرمایه مازاد مثبت است. درنهایت $p_t^h(H_{t+1}^{BB}-(1-\delta^h)H_t^{BB})$ بیان‌گر سود یا زیان ناشی از نگهداری مسکن در سبد دارایی بانک است.

بهینه‌یابی سود بانک نسبت به سه قید صورت می‌گیرد. دو قید اول به‌صورت زیر حاصل از تجمیع کل تسهیلاتی است که توسط بنگاه‌ها و خانوارها دریافت می‌شود که فرض می‌شود تابعی از نرخ سود تسهیلات این دو بخش هستند:

$$\frac{L_t^F}{P_t}=\int_0^1\frac{L_t^F(i)}{P_t}di=\Phi\left[\frac{(1+r_t^{LF})w_t}{R_t};A_t\right] \quad (۹۵)$$

$$\frac{L_t^B}{P_t}=\Theta(r_t^{LB}) \quad (۹۶)$$

و قید سوم آن هم ترازنامه بانک است. بر این اساس نتیجه بهینه‌یابی سود بانک روابط زیر است:

(۹۷)

$$\omega^F\,l_t^F+\left\{\omega^F\,(1+i_t^{LF})-(1+i_t^{CB})(1-\rho_v^{BB}\sigma^F)-\rho_v^{BB}\sigma^F[(1+i_t^V)+\gamma_V]\right\}\frac{\partial\Phi}{\partial i_t^{LF}}=0$$

(۹۸)

$$\omega^B\,l_t^B+\left\{\omega^B\,(1+i_t^{LB})-(1+i_t^{CB})(1-\rho_v^{BB}\sigma^B)-\rho_v^{BB}\sigma^B[(1+i_t^V)+\gamma_V]\right\}\frac{\partial\Theta}{\partial i_t^{LB}}=0$$

$$(1+i_t^{BG})-(1+i_t^{CB})-\gamma_{BG}b_t^G=0 \quad (۹۹)$$

$$\left(1+i_t^{ib}\right)-(1+i_t^{CB})+\gamma_{IB}ib_t=0 \quad (۱۰۰)$$

$$(۱۰۱)$$

$$R_t^{HB}-(1+i_t^{CB})p_t^h(1-\rho_v^{BB}(1-\sigma^F-\sigma^B))-p_t^h-(1-\delta^h)\rho_v^{BB}(1-\sigma^F-\sigma^B)p_t^h[(1+i_t^V)+\gamma_V]=0$$

$$(1+i_t^{CB})-\left[(1+i_{BB,t}^V)+\gamma_V-\frac{\gamma_{VV}}{\sqrt{V_{BB,t}^E}}\right]=0 \quad (۱۰۲)$$

که در آن رابطه (۷۸) تقاضای سپرده، رابطه (۷۹) عرضه تسهیلات به بنگاه‌ها، رابطه (۸۰) عرضه تسهیلات به خانوارهای قرض‌گیرنده، رابطه (۸۱) عرضه تسهیلات به دولت، رابطه (۸۲) تقاضای مسکن و رابطه (۸۳) شرط بهینه‌یابی نسبت به کفایت سرمایه است. همچنین طبق تعریف بازده سهام بانک به‌صورت نسبت سود بانک، Π_t^{BB}، به ارزش سهام بانک، $p_t^v v_t$، تعریف می‌شود؛ بنابراین

$$i_{BB,t}^v=\frac{\Pi_t^{BB}}{p_t^v V_t^{BB}} \quad (۱۰۳)$$

با تعریف e_L^F و e_L^B به‌ترتیب به‌عنوان کشش بهره‌ای عرضه سپرده، تقاضای تسهیلات بنگاه‌ها و تقاضای تسهیلات خانوارها، معادلات خطی شده بخش بانکی به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\frac{\omega^F\bar{\imath}^{LF}\hat{\imath}_t^{LF}}{\bar{\imath}^{LF}+\omega^F(1+e_L^F)}=(1-\rho_v^{BB})\sigma_f(1+\bar{\imath}^{cb})\hat{r}_t^{cb}-\rho_v^{BB}\sigma_f(1+\bar{\imath}^v+\gamma_v)\hat{\imath}_t^v \quad (۱۰۴)$$

$$\frac{\omega^F\bar{\imath}^{LB}\hat{\imath}_t^{LB}}{\bar{\imath}^{LF}+\omega^F(1+e_L^B)}=(1-\rho_v^{BB})\sigma_b(1+\mathrm{i}^{cb})\hat{\imath}_t^{cb}-\rho_v\sigma_f(1+\bar{\imath}^v+\gamma_v)\hat{\imath}_t^v \quad (۱۰۵)$$

$$\bar{\imath}^{BG}\hat{\imath}_t^{BG}-\bar{\imath}^{cb}\hat{\imath}_t^{cb}=\gamma_{BG}\bar{b}^G\hat{b}_t^G \quad (۱۰۶)$$

$$\bar{\imath}^{IB}\hat{\imath}_t^{IB}-\bar{\imath}^{cb}\hat{\imath}_t^{cb}=\gamma_{IB}\bar{\imath b}\ \ \widehat{\imath b}_t \quad (۱۰۷)$$

$$(۱۰۸)$$

$$\hat{R}_t^{HB}=\hat{p}_t^h+\frac{\bar{\imath}^{cb}(1-\rho_v^{BB}(1-\sigma^F-\sigma^B))\bar{p}^h\hat{\imath}_t^{cb}}{\bar{R}^{HB}}+\frac{\rho_v^{BB}(1-\sigma^F-\sigma^B)(1-\delta_h)\bar{\imath}^v\bar{p}^h\hat{\imath}_t^v}{\bar{R}^{HB}}$$

$$\bar{\imath}^{cb}\hat{\imath}_t^{CB}-\bar{\imath b}_{IB}^v\hat{\imath}_{IB,t}^v=\frac{\gamma_{vv}\hat{v}_{IB,t}^e}{2\sqrt{\bar{v}_{IB}^e}} \quad (۱۰۹)$$

$$\hat{v}_t^{BB}=\frac{\bar{v}_{BB}^r}{v^{BB}}\hat{v}_{BB,t}^r+(1-\frac{\bar{v}_{BB}^r}{v^{BB}})\hat{v}_{BB,t}^e \quad (۱۱۰)$$

$$(۱۱۱)$$

$$\frac{\bar{L}^B}{\bar{L}^{cb}}\hat{l}_t^b+\frac{\bar{L}^F}{\bar{L}^{cb}}\hat{l}_t^F+\frac{\bar{B}^G}{\bar{L}^{cb}}\hat{b}_t^g+\frac{\bar{p}^h\bar{H}^{BB}}{\bar{L}^{cb}}\left(\hat{p}_t^h+\hat{h}_t^{BB}\right)=\frac{\overline{IB}}{\bar{L}^{cb}}\widehat{\imath b}_t\ +\frac{\bar{p}^v\bar{v}^{BB}}{\bar{L}^{cb}}(\hat{p}_t^v+\hat{v}_t^{BB})+\hat{l}_t^{cb}$$

$$\hat{p}_t^v+\hat{v}_{BB,t}^r=\rho_v^{BB}(\frac{\sigma_f\bar{L}^F}{\bar{p}^v\bar{v}_{BB}^r}\hat{l}_t^F+\frac{\sigma_b\bar{L}^B}{\bar{p}^v\bar{v}_{BB}^r}\hat{l}_t^B+(1-\sigma_f-\sigma_b)\frac{\bar{p}^h\bar{H}^l}{\bar{p}^v v}) \quad (۱۱۲)$$

(۱۱۳)

$$\hat{\Pi}_t^{BB} = \omega_f \bar{\imath}^{LB}\hat{\imath}_t^{LB} + \omega_f \bar{\imath}^{LF}\hat{\imath}_t^{LF} + \frac{\bar{B}^G}{\bar{\Pi}^{LB}}(1+\bar{\imath}^{GB})\hat{b}_t^G + \frac{\bar{B}^G}{\bar{\Pi}^{LB}}\bar{\imath}^{GB}\hat{\imath}_t^{GB} + \omega_F \frac{\bar{L}^F}{\bar{\Pi}^{BB}}(1+\bar{\imath}^{LF})\hat{l}_t^F$$
$$+(1-\omega_f)\kappa_F \frac{\bar{K}}{\bar{\Pi}^{BB}}\hat{k}_t + \omega_f \frac{\bar{L}^B}{\bar{\Pi}^{BB}}(1+\bar{\imath}^{LB})\hat{l}_t^B + (1-\omega_f)\kappa_B \frac{\bar{H}^B}{\bar{\Pi}^{BB}}\hat{h}_t^B - \frac{\overline{IB}}{\bar{\Pi}^{LB}}(1+\bar{\imath}^{IB})\widehat{ib}_t$$
$$-\frac{\overline{IB}}{\bar{\Pi}^{LB}}\bar{\imath}^{IB}\hat{\imath}_t^{IB} + \frac{\bar{R}^{HB}\bar{H}^{BB}}{\bar{\Pi}^{BB}}(\hat{h}_t^{BB} + \hat{R}_t^{HB}) - \frac{\bar{p}^v\bar{v}^{BB}}{\bar{\Pi}^{BB}}(1+\bar{\imath}_{BB}^v - \gamma_v)(\hat{p}_t^v + \hat{v}_t^{BB}) - \frac{\bar{p}^v\overline{v^{BB}}\bar{\imath}_{BB}^v}{\bar{\Pi}^{BB}}\hat{\imath}_{BB,t}^v$$
$$-\frac{\bar{B}_{BB}^G}{\bar{\Pi}^{BB}}\gamma_{BG}\hat{b}_{BB,t}^G + \frac{\bar{p}^v\bar{v}_{BB}^e}{\bar{\Pi}^{BB}}\gamma_{vv}(\hat{v}_{BB,t}^e + 2\hat{p}_t^v) - \delta_h\frac{\bar{p}^h}{\bar{\Pi}^{BB}}\hat{p}_t^h - \frac{\bar{p}^h\bar{H}^{BB}}{\bar{\Pi}^{BB}}(\hat{h}_t^{BB} - (1-\delta_h)\hat{h}_{t-1}^{BB})$$

$$\hat{\imath}_{BB,t}^v = \hat{\Pi}_t^{BB} - \hat{p}_t^v - \hat{v}_t^{BB} \qquad (۱۱۴)$$

بخش نفت

فرض می‌شود که تولید نفت تابعی است از نیروی کار، N_{Ot}، و ذخایر نفتی، X_{Ot}. تابع تولید نفت به‌صورت زیر فرض می‌شود:

$$Y_{Ot} = a_{Ot}\left[\gamma_O X_{Ot}^{1-\theta_O} + (1-\gamma_O)N_{Ot}^{1-\theta_O}\right]^{\frac{1}{1-\theta_O}} \qquad (۱۱۵)$$

در این رابطه a_{Ot} تکانه بهره‌وری تولید نفت است که فرض می‌شود از یک فرایند خودرگرسیون مرتبه اول به‌صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$log\, a_{Ot} = (1-\rho_O)a_O + \rho_O\, log\, a_{Ot-1} + \varepsilon_{Ot}, \quad \varepsilon_{Ot} \sim i.i.d.N(0,\sigma_O) \qquad (۱۱۶)$$

وجود این تکانه در الگو از اهمیت بالایی برخوردار است چرا که با استفاده از آن می‌توان تحریم‌های نفتی را تحلیل کرد چرا که تحریم‌های نفتی را می‌توان به‌عنوان یک تکانه بهره‌وری منفی که منجر به افت تولید نفت می‌شود، در نظر گرفت. فرض می‌شود که انباشت ذخایر نفتی به‌صورت موجودی ذخایر دوره قبل به‌اضافه ذخایر جدید اکتشاف شده، G_{Ot}، منهای برداشت‌های صورت گرفته به‌شکل تولید نفت، Y_{Ot}، است:

$$X_{Ot} = X_{Ot-1} + G_{Ot} - Y_{Ot} \qquad (۱۱۷)$$

همچنین فرض می‌شود که میزان اکتشاف ذخایر جدید تابعی است از سرمایه‌گذاری صورت گرفته در بخش اکتشاف، I_{Xt}، و همچنین سطح ذخایر در هر دوره به‌صورت زیر

$$G_{Ot} = \Phi_O\left(\frac{I_{Xt}}{X_{Ot}}\right)X_{Ot} \qquad (۱۱۸)$$

که در آن فرض می‌شود I_{Xt} ترکیبی است از سرمایه‌گذاری خصوصی، $b_I I_t$، و دولتی، $b_{IG}I_{Gt}$، صورت گرفته در بخش نفت:

$$I_{Xt} = A_{Xt}^{I}\left[\gamma_{IX}(b_{IG}I_{Gt})^{1-\theta_{IX}} + (1-\gamma_{IX})(b_{I}I_{t})^{1-\theta_{IX}}\right]^{\frac{1}{1-\theta_{IX}}} \quad (۱۱۹)$$

که در آن A_{Xt}^{I} تکانه بهره‌وری خاص سرمایه‌گذاری در بخش نفت است. b_I و b_{IG} به‌ترتیب درصدی از سرمایه‌گذاری خصوصی و دولتی است که به بخش نفت اختصاص می‌یابند. وجود این تکانه به ما امکان بررسی فرانامه‌هایی مانند خروج شرکت‌های نفتی سرمایه‌گذار در بخش نفت ایران را مهیا می‌سازد چرا که فرض شده سرمایه‌گذاری دولتی ترکیبی است از سرمایه‌گذاری داخلی و خارجی. تابع اکتشاف ذخایر نفتی، $\Phi_O\left(\frac{I_{Xt}}{X_{Ot}}\right)$، به‌نحوی تعریف می‌شود که $\Phi_O'(\bullet) > 0$ و $\Phi_O''(\bullet) < 0$ باشد. همچنین در وضعیت پایدار $\Phi_O(\frac{\bar{I}_X}{\bar{X}_O}) = \frac{\bar{Y}_O}{\bar{X}_O}$ و $\Phi_O'(\frac{\bar{I}_X}{\bar{X}_O}) = 1$ است. به‌بیان‌دیگر در وضعیت پایدار $G_{Ot} = \frac{\bar{Y}_O}{\bar{X}_O}\bar{X}_O = \bar{Y}_O$ است؛ بنابراین سطح برداشت‌های صورت گرفته در هر دوره (یعنی تولید نفت) عامل اصلی تعیین‌کننده استهلاک ذخایر کل نفتی خواهد بود. درنهایت فرض می‌شود که تکانه بهره‌وری سرمایه‌گذاری نفتی از فرایند خودرگرسیون به‌صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$log\, A_{Xt}^{I} = \rho_{IX}\, log\, A_{Xt-1}^{I} + \varepsilon_{Xt}^{I}, \varepsilon_{Xt}^{I} \sim i.i.d.N(0, \sigma_{IX}^{2}) \quad (۱۲۰)$$

از طریق حداکثرسازی سود بخش نفتی، تقاضای کار در بخش نفت، رابطه (۱۲۱) و شرط برداشته بهینه از ذخایر نفتی، رابطه (۱۲۲)، (با فرض یک عامل تنزیل تصادفی ζ_{Ot+1}) به‌دست می‌آید:

$$\frac{w_t}{(1-\gamma_O)\left(\frac{N_{Ot}}{Y_{Ot}}\right)^{-\theta_O}} = P_{Ot} - P_{Xt} \quad (۱۲۱)$$

$$P_{Xt} = E_t\{\zeta_{Ot+1}[(P_{Ot+1} - P_{Xt+1})\gamma_O\left(\frac{X_{Ot+1}}{Y_{Ot+1}}\right)^{-\theta_O} + P_{Xt+1}(1 + \Phi_{Ot+1} - \Phi_{Ot+1}\frac{I_{Xt+1}}{X_{Ot+1}})]\} \quad (۱۲۲)$$

کل تولید نفت یا به مصرف انرژی داخلی در بخش تولید، X_{et}، رسیده و یا به خارج از اقتصاد صادر، Y_{Ot}^{X}، می‌شود؛ بنابراین شرط تسویه بازار نفت عبارت است از:

$$Y_{Ot} = X_{et} + Y_{Ot}^{X} \quad (۱۲۳)$$

شرط تسویه بازار کار نیز به‌صورت زیر خواهد بود:

$$N_t = N_{Yt} + N_{Ot} \quad (۱۲۴)$$

برای سادگی فرض می‌شود که صادرات غیرنفتی، Y_{Xt}، به‌صورت زیر تابعی است از قیمت نسبی داخلی به خارجی و درآمد خارجی، Y_t^*،

$$Y_{Xt} = a_X\left(\frac{P_{Dt}}{P_t^*}\right)^{-\theta_X} Y_t^* \quad (۱۲۵)$$

که در آن a_X سهم کالاهای تولید داخل در سبد مصرفی خانوارهای خارجی است و θ_X کشش قیمتی تقاضای کالاهای داخلی توسط افراد خارجی است. فرض می‌شود که ارز حاصل از صادرات غیرنفتی در بازار آزاد عرضه می‌شود.

بانک مرکزی و بخش عمومی

فرض می‌شود که بانک مرکزی اعتبارات داخلی را منتشر کرده و خالص ذخایر بین‌المللی را به پول خارجی نگه می‌دارد. کل درآمدهای حاصل از صادرات نفت با نرخ ارز رسمی، S_{Ft}، در اختیار بانک مرکزی قرار گرفته و تبدیل به ریال می‌شود. آن‌گاه بانک مرکزی تصمیم می‌گیرد که چه درصدی از این خالص ذخایر را در بازار رسمی ارز عرضه کند و چه درصدی را به‌صورت مداخله در بازار آزاد، به‌فروش رساند. بخش اول از عرضه ارز مستقیماً به واردات کالاها و خدمات و سرمایه‌گذاری دولتی اختصاص پیدا می‌کند و بخش دوم نیز یا به واردات کالاها به ارز بازار آزاد و یا به نگهداری دارایی خارجی خانوارها به شکل تقاضای مانده حقیقی پول خارجی تبدیل می‌شود. فرض می‌شود این میزان عرضه ارز توسط بانک مرکزی در بازار آزاد به‌صورت درصد متغیری، $\hbar_t$، از کل ذخایر در اختیار بانک مرکزی تعیین می‌شود. این نسبت با توجه به شکاف نرخ ارز بازار آزاد و رسمی تعیین می‌شود که در ادامه به آن پرداخته خواهد شد. با فرض این‌که بانک مرکزی هزینه‌های عملیاتی ندارد، ترازنامه جاری بانک مرکزی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$M_t - (1+i_t^{CB})L_t^{CB} - B_t^{CB} - S_{Ft}FR_t + S_{St}\hbar_t FR_t = M_{t-1} - L_{t-1}^{CB} - B_{t-1}^{CB} - S_{Ft}FR_{t-1} + S_{St}\hbar_{t-1}FR_{t-1} \qquad (۱۲۶)$$

در هر دوره دولت مخارج جاری، C_{Gt}، مخارج سرمایه‌ای، I_{Gt}، اصل و سود استقراض سررسید شده از بانک‌ها، $(1+r_{t-1})\frac{B_t^G}{P_t}$، و پرداختی‌های انتقالی، TA_t، را به‌عنوان هزینه‌های خود دارد. طرف درآمد دولت عبارت است از مالیات یکجا، T_t، استقراض از بانک‌ها، $\frac{B_t^G}{P_t}$، استقراض از بانک مرکزی، $\frac{B_t^{CB}-B_{t-1}^{CB}}{P_t}$، و درآمدهای نفتی، $e_{Ft}\mathcal{P}_{Ot}^*Y_{Ot}^X + \mathcal{P}_{et}X_{et}$، که در آن $\mathcal{P}_{Ot}^*$ و $\mathcal{P}_{et}$ به‌ترتیب قیمت حقیقی نفت به پول خارجی و قیمت حقیقی انرژی به پول داخلی است؛ بنابراین قید بودجه دولت به شرح زیر خواهد بود:

$$\mathcal{P}_{CGt}C_{Gt} + \mathcal{P}_{IGt}I_{Gt} + (1+r_{t-1})\frac{B_{t-1}^G}{P_t} + \frac{B_{t-1}^{CB}}{P_t} + TA_t = T_t + \frac{B_t^G}{P_t} + \frac{B_t^{CB}}{P_t} + e_{Ft}\mathcal{P}_{Ot}^*Y_{Ot}^X + \mathcal{P}_{et}X_{et} \qquad (۱۲۷)$$

همان‌گونه که اشاره شد، فرض بر این است که مصرف دولتی و سرمایه‌گذاری دولتی ترکیبی از کالاهای تولید داخل و کالاهای وارداتی باشند. بر این اساس، ترکیب CES مخارج مصرفی و سرمایه‌ای دولت به‌صورت زیر تعریف می‌شوند:

$$C_{Gt} = \left(a_{CG}^{\frac{1}{\theta_{CG}}}(C_{Gt}^D)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}} + (1-a_{CG})^{\frac{1}{\theta_{CG}}}(C_{Gt}^N)^{\frac{\theta_{CG}-1}{\theta_{CG}}}\right)^{\frac{\theta_{CG}}{\theta_{CG}-1}} \qquad (۱۲۸)$$

$$I_{Gt} = \left(a_{IG}^{\frac{1}{\theta_{IG}}}(I_{Gt}^D)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}} + (1-a_{IG})^{\frac{1}{\theta_{IG}}}(I_{Gt}^N)^{\frac{\theta_{IG}-1}{\theta_{IG}}}\right)^{\frac{\theta_{IG}}{\theta_{IG}-1}} \qquad (۱۲۹)$$

با حداقل‌سازی هزینه‌های مخارج مصرفی و سرمایه‌ای دولت، تقاضای کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای داخلی و وارداتی دولت به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$C_{Gt}^{D} = a_{CG}\left(\frac{P_{Dt}}{P_{CGt}}\right)^{-\theta_{CG}} C_{Gt} \quad (۱۳۰)$$

$$C_{Gt}^{N} = (1-a_{CG})\left(\frac{P_{Nt}^{F}}{P_{CGt}}\right)^{-\theta_{CG}} C_{Gt} \quad (۱۳۱)$$

$$I_{Gt}^{D} = a_{IG}\left(\frac{P_{Dt}}{P_{IGt}}\right)^{-\theta_{IG}} I_{Gt} \quad (۱۳۲)$$

$$I_{Gt}^{N} = (1-a_{IG})\left(\frac{P_{Nt}^{F}}{P_{IGt}}\right)^{-\theta_{IG}} I_{Gt} \quad (۱۳۳)$$

با ترکیب روابط (۱۳۰)، (۱۳۱) و (۱۲۸) شاخص قیمت کالاهای مصرفی دولت به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$P_{CGt} = \left(a_{CG}P_{Dt}^{1-\theta_{CG}} + (1-a_{CG})(P_{Nt}^{F})^{1-\theta_{CG}}\right)^{\frac{1}{1-\theta_{CG}}} \quad (۱۳۴)$$

با ترکیب روابط (۱۳۲)، (۱۳۳) و (۱۲۹) نیز شاخص قیمت کالاهای سرمایه‌ای دولت به‌صورت زیر به‌دست می‌آید:

$$P_{IGt} = \left(a_{IG}P_{Dt}^{1-\theta_{IG}} + (1-a_{IG})(P_{Nt}^{F})^{1-\theta_{IG}}\right)^{\frac{1}{1-\theta_{IG}}} \quad (۱۳۵)$$

نظر به ماهیت مخارج عمرانی و سرمایه‌ای دولت و تأخیرهایی که بین بودجه مصوب و بودجه محقق شده در این بخش وجود دارد، فرض شده که انباشت سرمایه عمومی به‌صورت مستقیم و از طریق سرمایه‌گذاری عمومی صورت نمی‌گیرد بلکه سرمایه‌گذاری عمومی به‌صورت تدریجی و از طریق بودجه سرمایه‌ای مصوب، A_{It-N+1}، انجام می‌پذیرد که در آن N عبارت است از تعداد دوره‌های زمانی که جهت تکمیل یک پروژه عمومی مورد نیاز است؛ بنابراین فرایند انباشت سرمایه عمومی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$K_{Gt} = (1-\delta_G)K_{Gt-1} + (1-b_{IG})A_{It-N+1} \quad (۱۳۶)$$

که در آن δ_G نرخ استهلاک سرمایه دولتی است. به‌علاوه، فرض می‌شود که A_{It} از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول به‌صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$\log A_{It} = (1-\rho_A)\log A_I + \rho_A \log A_{It-1} + \iota\varepsilon_{\pi_o^* t} + \varepsilon_{At}, \quad \varepsilon_{At} \sim i.i.d.N(0,\sigma_A^2) \quad (۱۳۷)$$

با این توضیحات کل سرمایه‌گذاری عمومی، I_{Gt}، عبارت است از جمع وزنی بودجه‌های مصوب اختصاص‌یافته برای پروژه‌هایی که با وقفه زمانی، A_{It-n}، در حال تکمیل هستند؛ بنابراین کل سرمایه‌گذاری عمومی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$I_{Gt} = \sum_{n=0}^{N-1} \varphi_n A_{It-n} \quad (۱۳۸)$$

که در آن $\sum_{n=0}^{N-1}\varphi_n = 1$ است و پارامتر φ_n نرخ هزینه‌کرد بودجه مصوب بر پروژه با وقفه nام را نشان می‌دهد. زمانی که $N = 1$ است، تفاوتی بین بودجه مصوب و سرمایه‌گذاری عمومی رخ داده وجود نخواهد داشت و خواهیم داشت: $\varphi_0 = 1, I_{Gt} = A_{It}$.

درنهایت فرض می‌شود که مخارج جاری و مصرفی دولت از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول به‌صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$log\ C_{Gt} = (1-\rho_G)\ log\ C_G + \rho_G\ log\ C_{Gt-1} + \varepsilon_{Gt}, \varepsilon_{Gt} \sim i.i.d.N(0,\sigma_G^2) \qquad (۱۳۹)$$

شرط تسویه بازار

بر اساس اجزای الگو تولید ناخالص داخلی حقیقی را می‌توان به‌صورت زیر بیان نمود:

$$Y_t = (C_{Dt} + C_{Nt}) + (I_{Dt} + I_{Nt}) + (C_{Gt}^D + C_{Gt}^N) + (I_{Gt}^D + I_{Gt}^N) + Y_{Ot} + Y_{Xt} - \aleph_t \qquad (۱۴۰)$$

که در آن $\aleph_t$ واردات کل است که به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$\aleph_t \equiv C_{Nt} + I_{Nt} + C_{Gt}^N + I_{Gt}^N \qquad (۱۴۱)$$

همچنین تولید ناخالص داخلی غیرنفتی را نیز می‌توان به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$Y_t^{no} = C_{Dt} + I_{Dt} + C_{Gt}^D + I_{Gt}^D + Y_{Xt} + \Psi(u_t)K_{t-1} \qquad (۱۴۲)$$

انباشت ذخایر خارجی (تراز پرداخت‌ها)

با تکمیل شدن نسبی الگو، می‌توان تراز پرداخت‌های اقتصاد که منجر به انباشت خالص ذخایر خارجی بانک مرکزی $(1-\hbar_t)FR_t$ به ارزش پول خارجی می‌شود را به‌صورت زیر تعریف کرد:

$$(1-\hbar_t)FR_t = (1-\hbar_{t-1})FR_{t-1} + P_{Ot}^* Y_{Ot}^X - P_t^*(C_{Nt}^F + I_{Nt} + C_{Gt}^N + I_{Gt}^N) \qquad (۱۴۳)$$

باید دقت داشت که رابطه فوق تبیین‌کننده بازار رسمی ارز است که شامل $(1-\hbar_t)$ درصد از کل مبادلات ارزی در هر لحظه را نشان می‌دهد و مابقی مبادلات ارزی در بازار آزاد ارز انجام می‌شود که در ادامه به آن پرداخته می‌شود:

بازار آزاد ارز

با در نظر گرفتن دو تقاضای اصلی ارز در بازار آزاد ارز یعنی تقاضای واردات کالاها و خدمات با ارز آزاد، C_{Nt}^S، و تقاضای سفته‌بازی خانوار، M_{St}، و دو عامل طرف عرضه ارز یعنی مداخله بانک مرکزی

در بازار آزاد، $\hbar_t FR_t - \hbar_{t-1} FR_{t-1}$، و عرضه ارز حاصل از صادرات غیرنفتی در این بازار، شرط تسویه بازار آزاد ارز به‌صورت زیر خواهد بود:

$$\hbar_t FR_t - \hbar_{t-1} FR_{t-1} + P_t^* Y_{Xt} = M_{St} - M_{St-1} + P_t^* C_{Nt}^S \qquad (۱۴۴)$$

اما نکته بسیار مهم در مورد مداخله بانک مرکزی در بازار آزاد، نحوه تعیین متغیر $\hbar_t$ یعنی درصدی از ذخایر خارجی که در هر لحظه در بازار آزاد عرضه می‌شود، است. فرض بر این است که هدف بانک مرکزی حداقل کردن شکاف بین نرخ ارز بازار آزاد و رسمی است؛ بنابراین متغیر به‌نحوی تعیین می‌شود که در هر لحظه نسبت نرخ ارز بازار آزاد به نرخ ارز رسمی، $\frac{S_{St}}{S_{Ft}}$، کاهش یابد. با توجه به این‌که در وضعیت پایدار می‌بایست شکاف بین این دو نرخ صفر شده و $\frac{S_{St}}{S_{Ft}}$ برابر با یک شود، پس یک مداخله حداقلی برای این امر لازم است. با لحاظ این نکته، فرض می‌شود که متغیر سیاستی $\hbar_t$ به‌صورت زیر تعیین می‌شود:

$$\hbar_t = \frac{\frac{S_{St}}{S_{Ft}}}{1+\omega_\hbar \frac{S_{St}}{S_{Ft}}} \nu_t \qquad (۱۴۵)$$

که در آن $\omega_\hbar$ پارامتری است که تعیین‌کننده مقدار وضعیت پایدار $\hbar$ است. هر چقدر $\omega_\hbar$ بالاتر باشد، مقدار وضعیت پایدار $\hbar$ کمتر خواهد بود. همچنین ν_t تکانه ارز بازار آزاد است که فرض می‌شود از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول به‌صورت زیر تبعیت می‌کند:

$$log\, \nu_t = (1-\rho_\nu)\, log\, \nu + \rho_\nu\, log\, \nu_{t-1} + \varepsilon_{\hbar t}, \quad \varepsilon_{\hbar t} \sim i.i.d.N(0, \sigma_\hbar^2) \qquad (۱۴۶)$$

سیاست پولی و ارزی

با توجه به این‌که در اقتصاد ایران نرخ بهره به‌گونه‌ای که در ادبیات مرسوم اقتصاد و همچنین در اقتصادهای مرسوم به‌عنوان ابزار سیاست‌گذاری پولی مبتنی بر قاعده تیلور استفاده نمی‌شود، نمی‌توان از این قاعده و ابزار نرخ بهره در چهارچوب آن استفاده کرد بلکه ابزار سیاست‌گذار پولی پایه پولی است که از طریق کنترل نرخ رشد آن اقدام به سیاست‌گذاری در راستای رسیدن به اهداف کنترل تورم و رشد اقتصادی می‌کند؛ اما از خرداد ۱۳۹۹ طبق اعلام رسمی بانک مرکزی، سیاست کنترل نرخ سود یک‌شبه در بازار بین‌بانکی در چهارچوب کریدور نرخ سود که کف آن را نرخ سود ذخایر مازاد بانک‌های نزد بانک مرکزی و سقف آن را هم استقراض از بانک مرکزی تشکیل می‌دهد، از طریق عملیات بازار باز اجرایی شد. بر این اساس فرض می‌شود که بانک مرکزی از طریق تعیین نرخ سود یک‌شبه در بازار بین‌بانکی بر اساس دو هدف خود به‌صورت رابطه زیر عمل می‌کند:

$$\hat{\imath}_t^{IB} = \rho_{IB}\hat{\imath}_{t-1}^{IB} + (1-\rho_{IB})[\omega_\pi \hat{\pi}_t + \omega_y \hat{y}_t] + \vartheta_t \quad (۱۴۷)$$

بنابراین، می‌توان گفت که عملاً قاعده تیلور از نوع فوق در چهارچوب عملیات بازار باز صورت می‌پذیرد.

اقتصاد خارجی

نظر به این‌که اقتصاد ایران نسبت به اقتصاد جهانی، اقتصادی کوچک به حساب می‌آید، پس نمی‌تواند تأثیری بر شرایط اقتصاد جهانی داشته باشد. به همین دلیل می‌توان این‌گونه گفت که شرایط اقتصاد جهانی برای اقتصاد ایران برون‌زا تلقی می‌شود؛ بنابراین فرض می‌شود سه متغیر قیمت جهانی نفت، تورم جهانی و تولید جهانی از فرایند خودرگرسیون مرتبه اول به شرح زیر تبعیت می‌کنند:

$$log\,\pi_{Ot} = (1-\rho_{\pi_O})\,log\,\pi_O + \rho_{\pi_O}\,log\,\pi_{Ot-1} + \varepsilon_t^{\pi_O} \quad \varepsilon_t^{\pi_O} \sim i.i.d.N(0,\sigma_{\pi_O}^2) \quad (۱۴۸)$$

$$log\,\pi_t^* = (1-\rho_{\pi^*})\,log\,\pi^* + \rho_{\pi^*}\,log\,\pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^{\pi^*} \quad \varepsilon_t^{\pi^*} \sim i.i.d.N(0,\sigma_{\pi^*}^2) \quad (۱۴۹)$$

$$log\,Y_t^* = (1-\rho_{Y^*})\,log\,Y^* + \rho_{Y^*}\,log\,Y_{t-1}^* + \varepsilon_t^{Y^*} \quad \varepsilon_t^{Y^*} \sim i.i.d.N(0,\sigma_{Y^*}^2) \quad (۱۵۰)$$

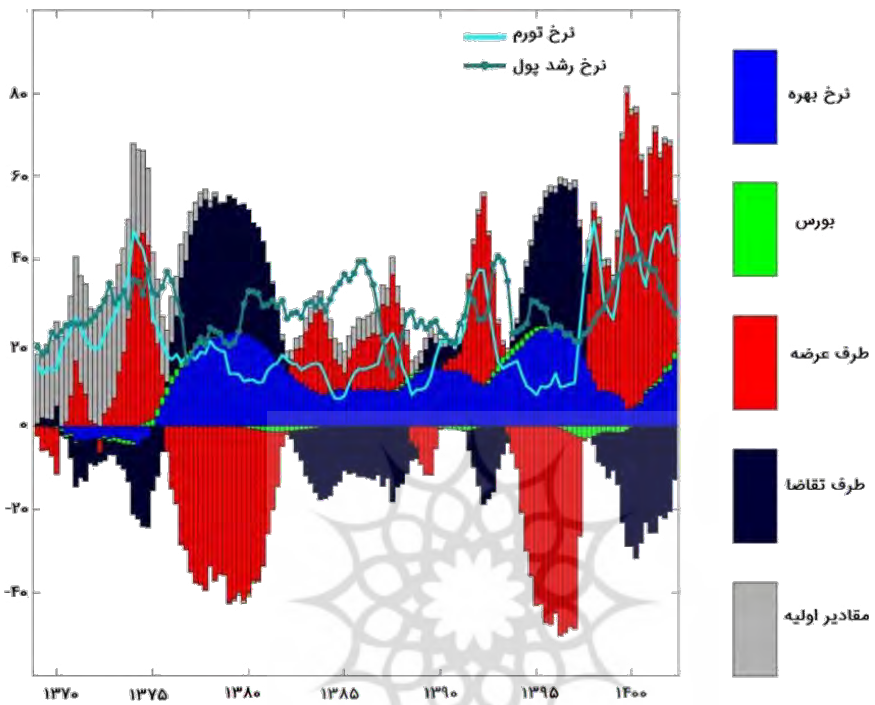
الگوی ارائه شده برای اقتصاد ایران در مراحل بعدی خطی شده و سپس پارامترهای آن با استفاده از رویکرد اقتصادسنجی بیزی برآورد می‌شوند. پس از این مرحله می‌توان با استفاده از الگوی تکمیل شده اقدام به فرانامه‌سازی، شبیه‌سازی و پیش‌بینی برای اقتصاد ایران نمود.

مقداردهی پارامترها

از آن‌جا که مطالعه حاضر بر اساس مدل قیائی و همکاران (۲۰۲۲) صورت گرفته که بخش بانکی به آن افزوده شده و این‌که کریدور نرخ بین‌بانکی از سال ۱۳۹۹ به بعد عملیاتی شده، در این مطالعه پارامترهای مدل بر اساس پارامترهای مطالعه قیائی و همکاران (۲۰۲۲) مقداردهی شده و پارامترهای بخش بانکی بر اساس داده‌های کلان موجود برای این بخش طوری تعیین شده‌اند که خروجی مدل انطباق حداکثری با داده‌های اقتصاد کلان ایران داشته باشد. عدم وجود داده‌های مناسب برای برآورد مدل باعث شد تا این رویکرد در پیش گرفته شود که خروجی‌های مدل انطباق مناسبی هم با مطالعه قیائی و همکاران (۲۰۲۲) و هم داده‌های کلان دارد. مقداردهی پارامترهای مدل در جدول پیوست ۱ به تفصیل گزارش شده است.

نتایج تجزیه شوک‌های مدل

سه پرسش اصلی این مطالعه این است که نخست نقش عوامل و شوک‌های مختلف در واریانس تورم در دوره‌های مختلف چه میزان بوده و چگونه می‌توان آن را ارزیابی کرد؟ دوم میزان تأثیرگذار بودن سیاست کریدور نرخ بین‌بانکی در کنترل تورم چقدر بوده است؟ و درنهایت آیا اصلاح معادلات سیاستی بانک مرکزی بدون سپر ارزی و بازسازی ترازنامه شبکه بانکی کفایت دارد یا خیر؟ برآیند تجزیهٔ واریانس پیش‌بینی خطای تورم نقطه‌به‌نقطه را با تفکیک منشأ چهارگانهٔ تکانه‌ها در قالب هیستوگرام‌های تجمعی به نمایش می‌گذارد. برای توضیح‌دهندگی بهتر، نرخ رشد پول نیز در کنار این متغیر رسم شده تا بتوان دید بهتری نسبت به میزان اثرگذاری رشد پول بر نرخ تورم پیدا کرد. در نمودار (۱) شوک نرخ بین‌بانکی و شوک سهام شرکت به‌صورت مجزا در کنار شوک‌های طرف عرضه و تقاضا نشان داده شده است. هر ستون عمودی بیانگر سهم شرطی هر دسته شوک در انحراف تورم از مقدار تعادلی مدل در یک فصل معین است؛ به بیان‌دقیق، اگر $\hat{\pi}_t$ درصد انحراف تورم از وضعیت پایدار و ε_t^j شوک ساختاری j در فصل t باشد، مساحت بخش رنگی j در فصل t تقریباً معادل $\frac{var(\hat{\pi}_t|\varepsilon_t^j)}{var(\hat{\pi}_t)}$ است. درمقابل، خطوط ممتد، نرخ تورم شاخص قیمت مصرف‌کننده و نرخ رشد حجم پول را منعکس می‌کند؛ بدین‌ترتیب هم‌پوشانی دیداری بین میله‌ها و خطوط، امکان تفسیر کیفی قوای محرک در هر دوره را فراهم می‌سازد. در نمودار (۱) مجموعه شوک‌های بهره‌وری تولید، بهره‌وری مسکن، عرضه کار خانوارهای قرض‌دهنده و قرض‌گیرنده (به‌عنوان شوک‌های کرونا)، شوک تولید نفت (به‌عنوان تحریم‌های نفتی)، شوک ذخایر نفتی، شوک قیمت نفت، شوک بهره‌وری سرمایه‌گذاری و شوک مارک-آپ به‌عنوان شوک‌های طرف عرضه و مجموعه شوک‌های مخارج جاری دولت، سرمایه‌گذاری دولتی، مداخله بانک مرکزی در بازار آزاد ارز، شوک ارزی و شوک پولی به‌عنوان شوک‌های طرف تقاضا تعریف شده‌اند. همچنین یک عامل مقادیر اولیه هم در نمودار وجود دارد که بیان‌گر سطح وضعیت پایدار تورم در مدل است.



نمودار ۱: برآیند تجزیهٔ واریانس تورم نقطه‌به‌نقطه
با تفکیک منشأ چهارگانهٔ تکانه‌ها در قالب هیستوگرام‌های تجمعی

همان‌گونه که در نمودار (۱) مشخص است، مدل توانایی توضیح‌دهندگی پایینی در مورد عوامل تعیین‌کننده نرخ تورم در نیمه اول دهه ۷۰ دارد چرا که سهم مقادیر اولیه در این دوره نسبت به سایر عوامل بسیار بالاتر ارزیابی شده است. این نتیجه خیلی دور از ذهن نیست چرا که رویکرد مورد استفاده در تجزیه شوک‌ها بر اساس روش مونت کارلو است و برای مشاهدات اول با خطا مواجه است. در نمودار (۱) به‌وضوح می‌توان نقش عوامل طرف عرضه و تقاضا بر نرخ تورم در دوره‌های مختلف را مشاهده نمود. برای‌مثال نرخ تورم کاهنده در نیمه دوم دهه ۷۰ و اوایل دهه ۸۰ بیشتر به‌دلیل عوامل طرف عرضه بوده چرا که در برهه بسیاری از بازسازی تخریب‌های ناشی از جنگ به بهره‌برداری رسیده و طرف عرضه اقتصاد در حال تقویت بود. نکته قابل توجه آن است که عامل نرخ بهره به‌عنوان هزینه فرصت پول همیشه به‌عنوان یکی از عوامل تعیین‌کننده نرخ تورم بوده است.

نتایج مدل نشان می‌دهدکه میانگین پسین سهم تکانه‌های عرضه در افق یک فصل برابر با ۵۵ درصد است. این نسبت در افق چهار فصل به ۶۳ درصد و در افق دوازده فصل به ۶۵ درصد افزایش می‌یابد؛ فاصلهٔ اعتباری ۹۰ درصدی برای افق یکساله نیز در بازهٔ [۵۷، ۶۹] قرار می‌گیرد که بر برتری آماری این‌گروه از تکانه‌ها دلالت می‌کند. چنین پایداری زمانی نشان می‌دهد که شوک‌های عرضه در اقتصادهای با وابستگی درآمد ارزی بالا، از طریق قیمت نسبی ارز و تابع هزینه بنگاه‌ها، فرآیندی نزدیک به واحد ریشه ایجاد می‌کنند؛ بنابراین اثر آن‌ها در هسته تورم محو نمی‌شود. به بیان‌روشن‌تر، پدیده‌ای مانند تحریم بر خلاف شوک‌های دیگر یک شوک گذرا نبوده بلکه از منظر آماری دارای ریشه واحد است و اثرهای ناشی از آن بر متغیرهای کلان باقی می‌ماند. در مورد ایران، دو خوشهٔ زمانی به‌وضوح برجسته است. در بازه ۱۳۹۰-۱۳۹۲، تحریم بانک مرکزی و کاهش صادرات نفت باعث جهش ناگهانی نرخ ارز آزاد شد. با لحاظ کشش بالای واردات کالای واسطه‌ای در بخش تولید، تابع هزینه بنگاه داخلی به‌سرعت جانشینی را به نفع نهاده‌های داخلی محدود کرد و منحنی فیلیپس جدید را به چپ انتقال داد؛ نتیجهٔ کمی این فرایند سهم ۷۱ درصدی شوک‌های عرضه در واریانس تورم در فصل پاییز ۱۳۹۱ است.

در دوره ۱۳۹۷ به بعد، خروج ایالات متحده از برجام و بازگشت تحریم‌های ثانویه، بار دیگر کانال درآمد ارزی را مختل کرد. مدل نشان می‌دهد از تابستان ۱۳۹۷ تا زمستان ۱۳۹۹، سهم تجمعی تکانه‌های نفتی و تجاری در تورم به‌طور میانگین ۶۷ درصد بوده است. واکاوی بلوک قیمت وارداتی در معادلهٔ شاخص قیمت مصرف‌کننده حاکی از آن است که ۴۲ درصد از این سهم از طریق مسقیم نرخ ارز و ۲۵ درصد از طریق جانشینی نهاده در تابع تولید منتقل شده است.

بر خلاف ادبیات پول‌گرایانه کلاسیک که غالباً رشد نقدینگی را مهم‌ترین مفسّر تورم در ایران می‌داند، یافته‌های حاضر نشان می‌دهند تکانه‌های تقاضای کل (شامل مؤلفه‌های مخارج حقیقی دولت، تغییر در اعتبارات بانکی و شوک‌های انتظارات مصرفی) تنها در افق یک فصل ۲۲ درصد از واریانس تورم را توضیح می‌دهند و این سهم در افق سه‌ساله به حدود ۱۵ درصد تقلیل می‌یابد. باید دقت داشت که این سهم مستقل از تکانه سیاست پولی تعریف شده است؛ زیرا در چهارچوب DSGE استفاده شده، متغیرهای پولی (نرخ بین‌بانکی و اجزای پایه پولی) در قاعدهٔ واکنش مستقل مدل‌سازی شده‌اند. حداکثر سهم تقاضا در میانه دههٔ ۱۳۹۰ رقم خورده است؛ جایی‌که ثبات نرخ ارز و گشایش‌های ناشی از توافق موقت ژنو (۲۰۱۳) موجب شد انتظارات درآمد واقعی بهبود پیدا کند و کشش مصرف خصوصی نسبت به درآمد قابل تصرف بالا رود. بااین‌حال، پس از شوک تورمی ۱۳۹۷،

تعداد زیادی از خانوارها در محدودهٔ دست-به-دهان مدل قرار گرفتند و شوک تقاضا، به‌ویژه از مسیر اعتبارات مصرفی، مهار شد؛ این امر با شتاب سهم شوک‌های عرضه نیز هم‌زمان بوده است.

تکانه‌های سیاست پولی در این مدل دو مؤلفه دارد: انحراف نرخ بین‌بانکی از قاعدهٔ تیلور تعمیم‌یافته و تغییر در سقف و کف کریدور از طریق عملیات بازار باز. سهم شرطی این تکانه‌ها، بلافاصله پس از وقوع، نزدیک ۱۸ درصد است؛ اما در افق یک‌سال تقریباً به ۱۴ درصد می‌رسد؛ مقدار میانگین ضریب تورمی تابع واکنش نشان می‌دهد بانک مرکزی در دوره مشاهداتی واکنش قویِ اسمی به تورم داشته است. بااین‌حال، دو عامل ساختاری از کارایی این سیاست کاسته‌اند. پارامتر چسبندگی قیمت (نسبت بنگاه‌های بازنگری‌کننده در هر فصل) بر اساس کالیبراسیون برابر با ۰/۲۵ برآورد شده است که تقریباً معادل طول نیمه‌عمر ۵ ماهه برای شوک قیمت است. این میزان چسبندگی به‌معنای آن است که حتی افزایش سریع نرخ سود اسمی، در نبود عقلانیت کامل انتظارات، بلافاصله به نرخ سود حقیقی تبدیل نمی‌شود.

تا این‌جا، نگاه کلی بر عوامل مسلط تعیین‌کننده نرخ تورم تأکید شد؛ اما در این‌جا بیشتر به دنبال تحلیل نقش سیاست کریدور نرخ بین‌بانکی در کنترل تورم هستیم. همان‌گونه در نمودار (۱) مشخص است، تقریباً در کل دوره‌ها، نرخ بهره یکی از عوامل اصلی تعیین‌کننده نرخ تورم بوده است؛ اما نکته قابل توجه آن است که در سال ۱۳۹۹ و همزمان با اعمال سیاست کریدور نرخ بین‌بانکی شاهد افت قابل توجه سهم نرخ بهره در ایجاد تورم هستیم. درواقع، افزایش نرخ بین‌بانکی در واکنش به افزایش نرخ تورم بر اساس قاعده تیلور عمل کرده و مانعی بر سر راه تورم بوده؛ اما شوک‌های قابل‌توجه طرف عرضه مانع از موفقیت در کاهش تورم شده است. بیان دیگر این موضع آن است که اگر این سیاست اعمال نمی‌شد، احتمالاً شاهده تورم‌های بالاتری نسبت به آن‌چه در واقع رخ داد می‌بودیم. بااین‌حال، از اواسط ۱۴۰۰ به بعد ارتباط نزدیک نرخ بین‌بانکی با تورم را شاهد نیستیم. نتایج نشان می‌دهد که دقیقاً از همین زمان به بعد، نقش نرخ بهره در تورم فزاینده شده است. به‌بیان‌دقیق‌تر، کریدور نرخ بین‌بانکی در بازه پایینی تعریف شده بوده و می‌بایست سقف کریدور بسیار زودتر از آن‌چه در عمل رخ داد، افزایش پیدا می‌کرد. در این‌صورت، احتمالاً می‌توانستیم شاهد اثرگذاری بیشتر این ابزار بر نرخ تورم باشیم. قفل شدن نرخ بازار در سقف کریدور و قرارگیری نرخ بین‌بانکی در سقف، بر اساس شبیه‌سازی پسین ۱۰۰,۰۰۰ تکراری، نشان می‌دهد از مرداد ۱۴۰۰ به بعد، این احتمال در هر فصل بالاتر از ۰/۷ بوده است. در چنین شرایطی سیگنال تعدیلی بعدی نرخ فاقد محتوای اطلاعاتی تازه است و سازوکار انتقال از کانال بدهی بانکی متوقف می‌شود.

نکته حائز اهمیت دیگر آن است که می‌بینیم بانک مرکزی از ۱۴۰۰ به بعد کاملاً انقباضی عمل کرده و نرخ رشد پول را نزولی نموده است؛ اما نقش عوامل طرف تقاضا، با وجود منفی بودن، همزمان در حال افزایش بوده است. این نکته را می‌توان در ترکیب اجزای پایه پولی دید چرا که افت رشد پایه پولی به‌واسطه مداخله قابل توجه در بازار ارز بوده در حالی که بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی کاملاً در حال افزایش بوده است. هم‌زمان تسهیل‌های بین‌المللی که منجر به افزایش صادرات نفت کشور شده نیز در شوک‌های طرف عرضه مشهود است که روند نزولی به خود گرفته؛ اما کماکان عامل مسلط در تورم‌زایی بوده است. گرچه خط آبی کم‌رنگ در نمودار (۱) نشان می‌دهد رشد نقدینگی به‌طور همزمان با جهش تورم بالا رفته است، تجزیهٔ واریانس روشن می‌سازد که این هم‌حرکتی بیشتر بازتاب واکنش درون‌زای حجم پول به شوک‌های عرضه است، نه علت اولیه تورم. در چهارچوب مدل، رشد پول عمدتاً تابعی از سه عامل است: (i) ترازنامه بانک مرکزی و خرید ارز، (ii) خلق اعتبار شبکه بانکی، و (iii) الگوی بازتوزیع ذخایر در بازار بین‌بانکی. وقتی شوک عرضه با افزایش نرخ ارز ذخایر ارزی را دچار کاهش می‌کند، بانک مرکزی به‌ناچار برای تأمین بودجهٔ دولت، پایه پولی را بالا می‌برد؛ ازاین‌رو همزمانی مشاهده‌شده نوعی هم‌خطی درون‌مدلی است.

پرسشی که بسیاری در پی حباب بازار بورس در سال ۱۳۹۹ مطرح می‌کردند این بود که بورس در ایجاد تورم نقش قابل‌توجهی داشته است. جهت پاسخ به این پرسش، شوک سهام نیز به‌صورت تفکیک شده گزارش شده است. برخلاف روایت‌های بسیار دربارهٔ «سرریز حباب بورس» به تورم، مدل نشان می‌دهد سهم واقعی تکانه‌های قیمت دارایی‌ها از واریانس تورم هرگز از ۵ درصد فراتر نرفته است. در تابستان ۱۳۹۹ یعنی اوج رشد شاخص کل، سهم سبزرنگ در حداکثر به ۴/۸ درصد می‌رسد و دو فصل بعد به زیر ۲ درصد افت می‌کند؛ علت این رفتار در سازوکار مدل آن است که کانال اثر ثروت نیازمند اهرم اعتباری یا حداقل کشش بالای مصرف نسبت به ثروت بازار سهام است، درحالی‌که قید وثیقه خانوارهای قرض‌گیرنده در اقتصاد ایران غالباً بر مسکن و سپرده استوار است و سهام نقش وثیقه‌ای فعالی ندارد.

شواهد کمی تبیین‌شده فوق سه نتیجه به‌دست می‌دهد: نخست، هرگونه راهبرد مهار تورم بدون سپر ارزی و ثبات محیط تجارت خارجی، تنها اثر کوتاه‌مدت خواهد داشت؛ زیرا مؤلفهٔ پایدار شوک‌های عرضه بزرگ‌تر از آن است که صرفاً با نرخ سود اسمی جبران شود. دوم، پایداری سازوکار کریدور مشروط به انعطاف سقف و کف در همگام‌سازی با انتقال منحنی فیلیپس است؛ در غیر این‌صورت، نرخ بازار در سقف تثبیت شده و قدرت علامتی سیاست کاهش خواهد یافت. سوم، بازسازی ترازنامهٔ

بانک‌های تجاری و تفکیک ورشکسته‌های فنی از سبد بانک مرکزی می‌تواند حساسیت نرخ بین‌بانکی به شوک‌های عرضه را تعدیل کند و به کاهش ناراستای ناترازی-تورم بینجامد.

نتایج تجزیه واریانس نشان داد که شوک‌های عرضه در افق یک‌ساله ۶۳درصد و در افق سه‌ساله ۶۵درصد از نوسانات تورم را توضیح می‌دهند؛ درمقابل، شوک‌های تقاضا و سیاست پولی جمعاً کمتر از یک‌سوم این واریانس را شکل می‌دهند. این نتیجه دو پیام کلیدی دارد: نخست، سیاست پولی بدون پشتوانه ارزی نمی‌تواند پایایی تورم پایین را تضمین کند؛ زیرا کانال نرخ ارز با ریشهٔ واحد، سطح قیمت‌ها را بالا نگه می‌دارد. دوم، اثر کریدور نرخ بین‌بانکی مادامی پایدار است که سقف کریدور قابلیت جابه‌جایی همگام با تغییر منحنی فیلیپس را داشته باشد؛ قفل شدن نرخ بازار در سقف از اواسط ۱۴۰۰ مصداق فرسایش علامتی سیاست پولی است.

شکستن همزمانی رشد نقدینگی و جهش تورم نیز نشان داد که افزایش پایه پولی بیش از آن‌که علت اولیه باشد، پیامد کمبود ذخایر ارزی و تأمین مالی دولت است؛ بنابراین، حتی رویکرد انقباضی وسیع بانک مرکزی پس از ۱۴۰۰، به علت جانشینی دارایی‌های ارزی با بدهی بانک‌ها در ترازنامه، نتوانسته فشار قیمت‌ها را مهار کند. افزون‌براین، سهم ناچیز شوک بازار سهام (حداکثر ۵درصد) مؤید آن است که کانال ثروتِ سهام در اقتصاد ایران، به‌دلیل وثیقه‌محور بودن بازار اعتبار، محدود است و سیاست‌گذار نباید مهار تورم را به تنظیم بازار سرمایه گره بزند.

نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

شاید یکی از مهم‌ترین چالش‌های پیش‌روی بانک مرکزی در اقتصاد ایران، علاوه بر پایین بودن استقلال در عمل، فقدان ابزارهای سیاست‌گذاری موثر پولی بوده است. در این میان یکی از مهم‌ترین چالش‌های بانک مرکزی کنترل نرخ تورم در اقتصاد ایران است. برای رسیدن به این هدف ابتدا باید عوامل عمده تعیین‌کننده نرخ تورم شناسایی شود. این مطالعه به دنبال پاسخ به این پرسش است که سهم شوک‌های مختلف در نرخ تورم ایران چه مقدار بوده است؟ برای پاسخ به این پرسش، پس از بررسی شواهد آماری در این زمینه، یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی اقتصاد باز کوچک طراحی و بر اساس داده‌های اقتصاد ایران مقداردهی شد. نخستین یافته، غلبه پایدار شوک‌های طرف عرضه است: در افق یک فصل، این گروه تکانه‌ها ۵۵ درصد و در افق یک‌ساله بیش از ۶۳ درصد واریانس تورم را توضیح می‌دهد؛ حاشیه اطمینان ۹۰ درصدی [۵۷، ۶۹] برتری آماری این عامل را تثبیت می‌کند. دو دوره ۱۳۹۰–۱۳۹۲ و ۱۳۹۷ به‌بعد که با قطع یا محدودیت صادرات نفت و جهش نرخ

ارز همراه بود، سهم عرضه را به ترتیب به اوج ۷۱ و ۶۷ درصد رساند. چنین رفتاری بیانگر آن است که شوک‌های تحریمی و نفتی ماهیت تقریباً «ریشه‌واحد» دارند: کانال قیمت نسبی ارز و تابع هزینه بنگاه‌ها اثر آن‌ها را در هسته تورم ماندگار می‌سازد؛ بنابراین بدون سپر ارزی کافی یا تنوع تجاری، سرکوب پایدار تورم عملاً ناممکن می‌شود.

دوم، تکانه‌های تقاضای کل یعنی مؤلفه‌های مخارج حقیقی دولت، اعتبارات بانکی و انتظارات مصرف‌کننده، نقش فرعی ولی غیرقابل اغماضی دارند: سهم این عوامل از ۲۲ درصد در افق یک فصل به کمتر از ۱۵ درصد در افق سه‌ساله تنزل می‌یابد. این تنزل پس از شوک تورمی ۱۳۹۷ تشدید شد؛ زیرا با افت درآمد واقعی، بخش بزرگی از خانوارها در وضعیت «دست-به-دهان» قرار گرفت و کشش مصرف نسبت به اعتبار تضعیف شد. بررسی الگوی هم‌حرکتی رشد نقدینگی و تورم نشان داد جهش حجم پول بیشتر واکنش درون‌زای ترازنامه بانک مرکزی به کاهش ذخایر ارزی است؛ بنابراین رشد پول را نمی‌توان علت اولیه تورم دانست بلکه پیامد شوک عرضه است.

سوم، کارایی سیاست پولی از طریق کریدور نرخ بین‌بانکی فقط در دوره کوتاه اولیه قابل مشاهده است. معرفی کریدور در سال ۱۳۹۹، با افزایش سریع نرخ بازار و هم‌راستا با قاعده تیلور، سهم سیاست پولی در تورم را موقتاً به زیر ۱۰ درصد کاهش داد؛ اما از اواسط ۱۴۰۰، به‌دلیل عدم بازتنظیم سقف و کف و قفل شدن نرخ بازار در سقف کریدور (احتمال پسین بیش از ۰/۷ در هر فصل)، سهم این ابزار دوباره رو به افزایش گذاشت و به ۱۸ درصد در کوتاه‌مدت رسید. پارامتر چسبندگی قیمت (۰/۲۵) و نیمه‌عمر پنج‌ماهه شوک قیمتی نیز نشان می‌دهد که حتی واکنش شدید اسمیِ نرخ سود، در نبود تعدیل انتظارات و اصلاح ساختاری، نمی‌تواند به‌سرعت به نرخ سود حقیقی ترجمه شود.

چهارم، شوک ثروت دارایی‌ها نقشی حاشیه‌ای دارد. حتی در اوج حباب سهام ۱۳۹۹، سهم آن از واریانس تورم از ۴/۸ درصد فراتر نرفت و ظرف دو فصل به کمتر از ۲ درصد فروکش کرد؛ دلیل اصلی، فقدان اهرم اعتباری مبتنی بر سهام در تابع وثیقه خانوارهای ایرانی است.

این نتایج سه پیام سیاستی روشن دارد: یکم، مهار پایدار تورم مستلزم بسته‌ای هماهنگ از تنوع منابع ارزی، مدیریت شناور هدایت‌شده نرخ ارز و اصلاح یارانه‌های انرژی است؛ زیرا منشأ غالب تورم سمت عرضه است و با ابزار نرخ بهره به تنهایی قابل خنثی سازی نیست. دوم، سازوکار کریدور تنها زمانی مؤثر است که سقف و کف آن به طور پیش‌دستانه و در تناسب با جابه‌جایی منحنی فیلیپس بازتنظیم شود؛ در غیر این‌صورت، چسبندگی نرخ بازار در سقف، سیگنال سیاستی را از بین می‌برد. سوم، بازسازی ترازنامه بانک‌های تجاری، از جمله تفکیک دارایی‌های موهوم، افزایش کفایت سرمایه

و ایجاد بازار ثانویه بدهی دولتی، برای شکستن حلقه «ناترازی بانکی ← فشار نقدینگی ← خلق نقدینگی ← تورم» ضروری است. تنها با تحقق هم‌زمان این سه محور می‌توان چشم‌انداز تورم تک‌رقمی پایدار را در اقتصاد ایران واقع‌بینانه ارزیابی کرد.

اظهاریه و قدردانی

نویسنده از حمایت و همکاری معنوی سردبیر محترم و داوران ناشناس پژوهشنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی کمال تشکر را دارد .

منابع

زمان‌زاده، حمید (۱۴۰۲). ارزیابی اثربخشی ابزار نرخ سود سیاستی در اجرای چارچوب هدفگذاری تورمی در ایران. فصلنامه پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی؛ ۳۱ (۱۰۸)، ۲۵۱-۲۷۹.

Bindseil, U. (2014). Monetary policy operations and the financial system. Oxford University Press.

Bleaney, M., & Greenaway, D. (2001). The impact of terms of trade and real exchange rate volatility on investment and growth in sub-Saharan Africa. Journal of development Economics, 65(2), 491-500. https://doi.org/10.1016/S0304-3878(01)00147-X

Calvo, G. A. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. Journal of Monetary Economics, 12(3), 383–398. https://doi.org/10.1016/0304-3932(83)90060-0

Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. American Economic Review, 67(3), 297–308.

Farzanegan, M. R. (2011). Oil revenue shocks and government spending behavior in Iran. Energy Economics, 33(6), 1055–1069. https://doi.org/10.1016/j.eneco.2011.04.007

Friedman, M. (1971). Government revenue from inflation. Journal of Political Economy, 79(4), 846-856.

Ghiaie, H., Tabarraei, H. R., & Tavakolian, H. (2022). Alternative monetary policy regimes in an oil-exporting economy. The Quarterly Review of Economics and Finance, 83, 161–177. https://doi.org/10.1016/j.qref.2021.06.018

Iacoviello, M. (2005). House prices, borrowing constraints, and monetary policy in the business cycle. American Economic Review, 95(3), 739–764. https://doi.org/10.1257/0002828054201477

Mohaddes, K., & Raissi, M. (2017). Do sovereign wealth funds dampen the negative effects of commodity price volatility? Journal of Commodity Markets, 8, 18–27. https://doi.org/10.1016/j.jcomm.2017.05.005

پیوست ۱) مقداردهی پارامترها

پارامتر	مقدار	توضیحات	پارامتر	مقدار	توضیحات
σ_L	۱/۱۹۷	عکس کشش جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف قرض‌دهنده	ω_π	-۸/۸۰۰	واکنش بانک مرکزی به تورم در سیاست پولی
γ_I	۰/۱۹۱	سهم مخارج دولت در مطلوبیت قرض‌دهنده	ω_y	-۳/۴۵۰	واکنش بانک مرکزی به تولید در سیاست پولی
b_S	۰/۰۰۳	کشش بهره‌ای تقاضای پول خارجی قرض‌دهنده	ρ_d	۰/۷۰۰	ضریب خودرگرسیون سیاست ارزی
$\bar{\pi}^*$	۱/۰۰۰	نرخ تورم خارجی	ϖ_π	-۰/۵۰۰	واکنش بانک مرکزی به تورم در سیاست ارزی
$\bar{\pi}$	۱.۰۴۱	نرخ تورم داخلی	ϖ_y	-۰/۲۵۰	واکنش بانک مرکزی به تولید در سیاست ارزی
η_L	۲/۸۹۰	عکس کشش عرضه کار قرض‌دهنده	ϖ_e	۰/۵۰۰	واکنش بانک مرکزی به نرخ حقیقی ارز در سیاست ارزی
$\bar{r}^d$	۰/۰۵۰	نرخ سود سپرده	τ_e	۰/۶۰۰	پارامتر یارانه انرژی
δ_h	۰/۰۲۰	نرخ استهلاک مسکن	a_C	۰/۶۰۰	سهم کالاهای داخلی از مصرف کل
$\bar{R}$	۰/۰۴۷	نرخ بهره حقیقی	a_{C_N}	۰/۶۰۵	سهم وارادات رسمی از کل واردات مصرفی
δ	۰/۰۳۹	نرخ استهلاک سرمایه	γ_{ix}	۰/۸۰۰	سهم سرمایه عمومی از سرمایه‌گذاری بخش نفت
ϵ	۰/۰۱۸	پارامتر بهره‌برداری از سرمایه	b_{IG}	۰/۰۵۰	درصدی از سرمایه عمومی در بخش نفت
b_I	۰/۰۱۰	سهم سرمایه خصوصی در بخش نفت	α_h	۰/۵۰۰	سهم سرمایه از تولید مسکن
$\bar{r}^v$	۰/۰۵۰	وضعیت پایدار عایدی اسمی سهام بانک	e_d^r	۱/۵۰۰	کشش بهره‌ای سپرده
σ_B	۲/۱۹۷	عکس کشش جانشینی بین‌دوره‌ای مصرف قرض‌گیرنده	ω_f	۰/۲۰۰	احتمال نکول وام بنگاه
γ_B	۰/۱۹۱	هم مخارج دولت در مطلوبیت قرض‌گیرنده	e_l^f	۰/۰۴۵	کشش بهره‌ای وام بانک‌ها
b_m^B	۱/۰۹۶	کشش بهره‌ای تقاضای پول خارجی قرض‌گیرنده	ρ_v	۰/۰۸۰	کفایت سرمایه
β_l	۰/۹۹۰	عامل بین‌دوره‌ای مصرف قرض‌دهنده	σ^F	۰/۳۰۰	وزن تسهیلات به بانک قرض‌گیرنده
η_B	۲/۰۰۰	عکس کشش عرضه کار قرض‌گیرنده	γ_v	۰/۱۰۰	پارامتر تأثیر سرمایه بانک
β_b	۰/۹۶۹	عامل بین‌دوره‌ای مصرف قرض‌گیرنده	e_l^b	۰/۷۰۰	کشش بهره‌ای وام خانوارها
$\bar{r}^L$	۰/۱۰۰	نرخ بهره وام مسکن	σ^B	۰/۲۰۰	وزن تسهیلات به خانوارها

$\frac{\bar{m}}{\bar{h}}$	۰/۲۵۰	ضریب اهرمی وام مسکن	γ_{bg}	۰/۰۵۰	پارامتر تأثیر اوراق دولت
ϱ	۰/۰۴۰۶	سهم هزینه ثابت از تولید	γ_{vv}	۰/۰۰۱	پارامتر تاثیر مسکن
α	۰/۶۰۳	سهم سرمایه از تولید	δ_g	۰/۰۲۲	نرخ استهلاک سرمایه دولتی
γ_y	۰/۷۷۰	سهم ارزش افزوده سرمایه و کار از تولید	ρ_z	۰/۷۳۰	ضریب خودرگرسیون شوک سرمایه‌گذاری
θ_y	۰/۴۹۲	کشش جانشینی بین انرژی و سایر عوامل	$\rho_{\xi^{mh}}$	۰/۸۰۰	ضریب خودرگرسیون شوک وثیقه مسکن
ψ	۰/۰۸۴	نقش سرمایه عمومی در تولید	ρ_{ζ^h}	۰/۸۰۰	ضریب‌خودرگرسیون‌شوک‌تقاضای‌مسکن
τ	۰/۶۵۸	پارامتر شاخص‌بندی تورم	ρ_θ	۰/۷۸۸	ضریب خودرگرسیون شوک مارک-آپ
ξ	۰/۷۵۶	ضریب چسبندگی قیمت	ρ_a	۰.۱۷۶	ضریب خودرگرسیون شوک بهره‌وری
γ_o	۰/۷۰۰	سهم ذخایر نفت در تولید نفت	ρ_{a^h}	۰.۸۰۰	ضریب خودرگرسیون شوک بهره‌وری مسکن
θ_o	۰/۳۰۳	کشش جانشینی بین ذخایر و نفت در تولید نفت	ρ_O	۰.۲۵۳	ضریب خودرگرسیون شوک نفت
θ_C	۲/۹۰۴	کشش جانشینی مصرف خصوصی	ρ_A	۰.۸۶۱	ضریب خودرگرسیون سرمایه‌گذاری دولت
θ_{C_N}	۳/۹۰۰	کشش جانشینی مصرف وارداتی	ρ_{IX}	۰.۷۸۶	ضریب خودرگرسیون شوک ذخایر نفتی
θ_{CG}	۵/۵۰۱	کشش جانشینی مصرف دولتی	ρ_{CG}	۰.۲۲۵	ضریب خودرگرسیون مخارج جاری دولت
θ_I	۱/۲۶۹	کشش جانشینی سرمایه‌گذاری خصوصی	ρ_{rr}	۰/۹۰۰	ضریب خودرگرسیون شوک نرخ ذخیره قانونی
θ_{IG}	۱/۴۶۶	کشش جانشینی سرمایه‌گذاری دولتی	ρ_{π^T}	۰/۹۵۶	ضریب خودرگرسیون شوک تورم هدف
$\hbar$	۰/۴۹۵	وضعیت پایدار مداخله بانک مرکزی در بازار آزاد ارز	ρ_{π^*}	۰/۲۷۶	ضریب خودرگرسیون تورم خارجی
$\omega_\hbar$	۱/۳۵۰	پارامتر تعیین‌کننده مداخله بانک مرکزی	ρ_{y^*}	۰/۲۷۶	ضریب خودرگرسیون تولید خارجی
$\rho_{\dot{m}}$	۰/۳۵۹	ضریب خودرگرسیون سیاست پولی	ρ_{π^o}	۰/۲۶۲	ضریب خودرگرسیون قیمت نفت
$\rho_{r^{cb}}$	۰/۹۴۰	ضریب خودرگرسیون نرخ بین‌بانکی			

پارامتر	مقدار	توضیحات
σ_{y^*}	۰/۰۰۴۷	انحراف معیار شوک تولید خارجی
σ_{π^*}	۰/۰۰۹۸	انحراف معیار شوک تورم خارجی
σ_{π_O}	۰/۲۲۶۶	انحراف معیار شوک قیمت نفت
σ_z	۱/۳۸۳	انحراف معیار شوک سرمایه‌گذاری
σ_θ	۱/۰۸۲۸	انحراف معیار شوک مارک-آپ
σ_a	۰/۶۴۹۸	انحراف معیار شوک بهره‌وری
σ_o	۲/۱۸۹۴	انحراف معیار شوک نفت
σ_A	۳/۷۳۹۴	انحراف معیار شوک سرمایه‌گذاری دولتی
σ_{CG}	۰/۱۱۳۲	انحراف معیار شوک مخارج دولت
$\sigma_{\hbar}$	۰/۷۰۰۹	انحراف معیار شوک مداخله در بازار آزاد ارز
$\sigma_{\dot{m}}$	۰/۱۳۷۱	انحراف معیار شوک پولی
σ_d	۰/۳۷۷۹	انحراف معیار شوک ارزی
$\sigma_{r^{cb}}$	۰/۱۶۴۹	انحراف معیار نرخ بین‌بانکی
σ_{LN}	۰/۲۴۷۹	انحراف معیار عرضه کار خانوار قرض‌دهنده
σ_{BN}	۰/۲۰۶۴	انحراف معیار عرضه کار خانوار قرض‌گیرنده

پژوهشگاه علوم انسانی و مطالعات فرهنگی
پرتال جامع علوم انسانی

نحوه ارجاع به مقاله:

توکلیان، حسین (۱۴۰۴). سهم نسبی شوک‌های کلان اقتصادی در نوسانات تورم ایران: مطالعه‌ای مبتنی بر مدل تعادل عمومی پویای تصادفی با سازوکار کریدور نرخ بهره. *پژوهشنامه اقتصاد و برنامه‌ریزی*، ۳۰(۱)، ۴۴-۳.

Tavakolian, H. (2025). The Relative Contribution of Macroeconomic Shocks in Iran's Inflation Dynamics: Evidence from a DSGE Model with an Interest-Rate Corridor Framework. *Economic and Planning Research*, 30(1). 3-44.
DOI: https://doi.org/10.52547/jpbud.30.1.3

Copyrights:
Copyright for this article is retained by the author(s), with publication rights granted to Planning and Budgeting. This is an open-access article distributed under the terms of the Creative Commons Attribution License (http://Creativecommons.org/licenses/by/4.0), which permits unrestricted use, distribution, and reproduction in any medium, provided the original work is properly cited.