نشریه علمی پژوهشهای اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)
مقاله پژوهشی/ سال بیست و سوم، شماره یک، بهار ۱۴۰۲، ص: ۵۳-۲۹

طراحی الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی اقتصاد باز جهت بررسی تأثیر سیاست‌های پولی بر متغیرهای کلان اقتصاد ایران

لیلا ترکی[۱]
والا صنیع زاده[۲]

تاریخ دریافت: ۱۴۰۱/۳/۸ تاریخ پذیرش: ۱۴۰۱/۳/۲۹

چکیده

در این پژوهش، با استفاده از الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید، آثار تکانه‌های پولی ناشی از رژیم‌های مختلف سیاست پولی بر متغیرهای کلان اقتصاد ایران، بررسی شده است. برای این منظور، دو رژیم سیاست پولی، هدف‌گذاری نرخ بهره بین بانکی با استفاده از قاعده تیلور و هدف‌گذاری نرخ رشد پول به‌طور جداگانه، به الگو وارد شده‌اند. ساختار الگو شامل بخش‌های اصلی خانوار، بنگاه، دولت، بانک و بانک مرکزی بوده، و به منظور انطباق با شرایط اقتصاد ایران، درآمدهای نفتی در قید بودجه دولت لحاظ شده است. همچنین بنگاه‌های حاضر در الگو، با توجه به فرض باز بودن اقتصاد، به سه دسته تولیدی، صادراتی و وارداتی تقسیم شده‌اند. نتایج ارزیابی تکانه مثبت نرخ بهره بازار بین بانکی، حاکی از آن است که تولید غیرنفتی و واردات، کاهش یافته و نرخ‌های بهره تسهیلات و سپرده بانکی و تورم، افزایش می‌یابد. همچنین تکانه نرخ رشد پایه پولی به عنوان سیاست انبساطی، با افزایش قدرت تسهیلات‌دهی بانک‌ها و کاهش نرخ تسهیلات، تولید را افزایش و نرخ تورم را کاهش می‌دهد. بر اساس مقایسه توابع واکنش آنی، آثار تکانه نرخ رشد پایه پولی در دوره‌های کوتاه‌تری تعدیل شده، ولی نوسانات بزرگتری بر متغیرها دارد.

واژگان کلیدی: الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی، اقتصاد باز، سیاست‌های پولی، متغیرهای کلان اقتصاد ایران

طبقه بندی JEL: E44, E58, E62

۱. استادیار گروه اقتصاد دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان (نویسنده مسوول) .torki@ase.ui.ac.ir

۲. کارشناس ارشد گروه اقتصاد دانشکده علوم اداری و اقتصاد دانشگاه اصفهان v.sanizadeh@ase.ui.ac.ir

۱. مقدمه

سیاست پولی، روشی اصولی است که به‌وسیله آن مقام پولی، اقتصاد کلان را تحت تأثیر قرار می‌دهد (استون و بلوم[1]، ۲۰۱۰). به‌طورکلی، سیاست‌گذاری پولی، جزئی از مجموعه سیاست‌گذاری‌های اقتصادی هر کشوری قلمداد می‌شود که به‌صورت ویژه، به بانک‌های مرکزی محول می‌شود. در این فرایند مجموعه اهدافی را قانون‌گذاران برای سیاست‌گذاری پولی تعیین می‌کنند که اهداف نهایی بانک مرکزی قلمداد می‌شود و عمدتاً شامل حفظ ثبات قیمت‌ها و ثبات تولید است. سیاست‌گذاران پولی، به دلیل اینکه آثار سیاست پولی با تأخیر نمایان می‌شود، از دولایه هدف واسط برای نیل به اهداف نهایی استفاده می‌کنند: در لایه اول، هدف میانی و در لایه دوم، هدف عملیاتی که معمولاً نرخ ارز، میزانی از ذخایر بانکی و یا نرخ بهره بازار بین بانکی است، تعیین می‌شود تا به این ترتیب، اهداف بلندمدت به اهداف‌کوتاه مدت‌تر و با قابلیت ارزیابی بیشتر، تبدیل گردد.

انتخاب میان نرخ بهره و حجم پول به‌عنوان هدف سیاست پولی، همواره به‌عنوان یک سؤال در ادبیات اقتصادی مطرح بوده است. بر اساس نتایج بسیاری از مطالعات اقتصادی، نرخ بهره هدف مناسب‌تری است. به علت بی‌ثباتی تقاضا برای پول، از اواسط دهه ۱۹۸۰ میلادی، عرضه پول عمومیت خود را از دست داد و در عوض، استفاده از نرخ بهره مورد استفاده قرار گرفت (همتی،۱۳۹۰).

در اقتصاد ایران، به دلیل ممنوعیت استفاده از اوراق قرضه به دلیل ماهیت ربوی و تعیین نرخ‌های بهره، سپرده‌های بانکی به صورت دستوری، عملاً امکان استفاده از نرخ بهره به عنوان هدف سیاست پولی در سالیان اخیر فراهم نبوده است و در بیشتر پژوهش‌ها، از نرخ رشد پایه پولی به عنوان هدف سیاست پولی بانک مرکزی استفاده می‌شود.

هدف از انجام این پژوهش، طراحی یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی اقتصاد باز برای تحلیل آثار رژیم‌های مختلف سیاست پولی بر متغیرهای کلان اقتصاد ایران است. در این الگو، سعی شده، تا ویژگی‌های اقتصاد ایران مانند وجود درآمدهای نفتی و وابستگی بودجه دولت و ترازنامه بانک مرکزی به آن، لحاظ شود. همچنین بر اساس الگوی مکتب کینزی جدید، چسبندگی قیمت‌ها در این الگو، با پیروی از روش کالوو (۱۹۸۳) برای بنگاه‌های واسطه‌ای داخلی، وارداتی و صادراتی در نظر گرفته شده است.

نوآوری این پژوهش، بررسی آثار اجرای سیاست پولی از طریق تنظیم نرخ بهره بین بانکی با خرید و فروش اوراق بدهی دولت و مقایسه آثار آن بر متغیرهای کلان اقتصاد ایران، با ابزار متداول کنونی سیاست پولی بانک مرکزی (تنظیم نرخ رشد پایه پولی از طریق تغییر نرخ ذخیره قانونی) می‌باشد.

در این پژوهش، در ادامه، ابتدا ساختار الگو و معادلات مربوط به بهینه‌سازی بخش‌های مختلف اقتصاد و قیود مربوط به تسویه بازار بیان می‌شود. سپس معادلات خطی شده به روش کالیبراسیون و با استفاده از مطالعات پیشین و نسبت‌های بلندمدت اقتصاد ایران برآورد می‌گردد. در انتها، نتایج حاصل از خروجی حل معادلات الگو، مورد تجزیه و تحلیل قرار می‌گیرند. در پایان مقاله نیز یافته‌های پژوهش، جمع‌بندی و نتیجه‌گیری می‌شوند.

1. Steven and Blume (2010)

۲. طراحی الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی

چهارچوب اصلی الگو در این پژوهش، برمبنای استفاده از مقالات درگاهی و هادیان (۱۳۹۵) و پروین و همکاران (۱۳۹۴)، طراحی شده است. به منظور دستیابی به اهداف تحقیق (شبیه سازی اقتصاد ایران و تحلیل آثار تکانه‌های پولی)، ساختار کلی الگوی طراحی شده شامل شش بخش اصلی خانوارها، بنگاه‌ها، بانک، سیاست‌گذار پولی (بانک مرکزی)، دولت و تولید نفت است. در این الگو، بخش بانکی نقش واسطه را بین خانوار به‌عنوان سپرده‌گذار و دولت و بنگاه‌ها به‌عنوان وام گیرنده را ایفا می‌کند و در صورتی که سپرده‌های خانوار کافی نباشد، می‌تواند از بازار بین بانکی و بانک مرکزی استقراض نماید. بخش خارجی نیز از طریق در نظر گرفتن بنگاه‌های وارد کننده و صادرکننده، به الگو وارد شده است.

در ادامه، معادلات مربوط به هریک از بخش‌های شش‌گانه اقتصادی، به‌طور جداگانه مورد بررسی قرار می‌گیرد.

۲-۱. خانوار

هدف خانوار نماینده‌ای که در این الگو، شبیه سازی شده، حداکثر نمودن تابع مطلوبیت برمبنای فرض طول عمر نامحدود و بر اساس قید بودجه است. خانوار در این الگو، عوامل تولید شامل سرمایه و نیروی کار را در اختیار بنگاه‌ها قرار می‌دهد و درآمد کسب می‌کند. همچنین خانوار می‌تواند مانده‌های پولی را نگهداری کرده و یا بر اساس الگوی استاندارد کینزی جدید که خانوار ریسک گریز فرض می‌شود، با سپرده‌گذاری در بانک، سود کسب نماید. با فرض اینکه خانوار مالک بنگاه‌های تولیدی در الگو به حساب می‌آید، سود بنگاه نیز در قید بودجه خانوار، بخشی از منابع را تشکیل می‌دهد. تابع مطلوبیت خانوار بر اساس الگوی پول در تابع مطلوبیت (MIU) طراحی شده که در آن، خانوار از مصرف و نگهداری مانده‌های پولی، مطلوبیت کسب کرده و کار کردن از مطلوبیت وی می‌کاهد.

فرض دیگر در زمینه الگو سازی بخش خانوار، یکسان در نظر گرفتن ترجیحات و قید بودجه تمام خانوارهای اقتصاد است که باعث می‌شود، بتوانیم نتایج حاصل از بهینه یابی رفتار یک خانوار را به کل خانوارهای اقتصاد تعمیم دهیم.

خانوار تلاش می‌کند تا رفاه خود را بر اساس تابع مطلوبیت خود که طبق فروض گفته شده به دست آمده، حداکثرسازی نماید.

$$U = E_t \sum \beta^t [\frac{{c_t}^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - \frac{{N_t}^{1+\sigma_n}}{1+\sigma_n} + \frac{m_t^{1-\varphi}}{1-\varphi}] \quad (۱)$$

E_t: عملگر انتظارات

σ_c: عکس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف

σ_n: عکس کشش جانشینی عرضه نیروی کار نسبت به دستمزد حقیقی

β^t: نرخ تنزیل بین زمانی

c_t: مصرف حقیقی خانوار

m_t: مانده‌های پولی حقیقی خانوار

φ: کشش بهره‌ای پول

N_t: عرضه نیروی کار خانوار

خانوار قید بودجه خود را بر اساس فروض بیان شده تشکیل داده و سعی می‌کند تابع مطلوبیت خود را بر اساس این قید، حداکثر سازی نماید. قید بودجه خانوار، عبارت است از:

$$c_t + m_t + d_t + i_t = w_t N_t + \frac{1+r_{t-1}^d}{\pi_t} d_{t-1} + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} - t_t + div_t + div_t^b + r_t^k k_{t-1} \quad (۲)$$

div_t^b: سود بانک

t_t: مالیات

div_t: سود پرداختی بنگاه به خانوار

w_t: دستمزد حقیقی نیروی کار

d_t: سپرده حقیقی خانوار در بانک

k_t: انباشت سرمایه حقیقی

r_t^k: نرخ بهره سرمایه‌گذاری حقیقی

r_{t-1}^d: نرخ بهره سپرده‌های بانکی

π_t: نرخ تورم ناخالص

i_t: سرمایه‌گذاری حقیقی خانوار

معادله انباشت سرمایه، عبارت است از:

$$k_t = (1-\delta)k_{t-1} + i_t \quad (۳)$$

δ: نرخ استهلاک سرمایه

در معادله قید بودجه خانوار، به پیروی از خیابانی و امیری (۱۳۹۱)، c_t دارای فرم CES از کالاهای مصرفی داخلی و وارداتی، به صورت زیر می‌باشند:

$$c_t = \left[(1-\alpha_c)^{\frac{1}{c}} (c_t^D)^{\frac{c-1}{c}} + (\alpha_c)^{\frac{1}{c}} (c_t^F)^{\frac{c-1}{c}} \right]^{\frac{c}{1-c}} \quad (۴)$$

c_t^D: مصرف کالاهای داخلی

c_t^F: مصرف کالاهای وارداتی

α_c سهم واردات در مصرف کل

c: کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی داخل و وارداتی

$$P_t^D c_t^D + P_t^F c_t^F = P_t^c c_t \quad (۵)$$

P_t^D: شاخص قیمت کالاهای داخلی

P_t^F: شاخص قیمت کالاهای وارداتی

شاخص کل قیمت CPI

$$P_t^c = [(1-\alpha_c)(P_t^D)^{1-C} + \alpha_c (P_t^F)^{1-C}]^{\frac{1}{1-c}} \quad (۶)$$

با حداکثر سازی مصرف خانوار نسبت به قید بودجه مصرف کالاهای داخلی و وارداتی به دست می‌آید:

$$c_t^D = (1-\alpha_c)\left(\frac{P_t^D}{P_t^c}\right)^{-c} c_t \quad (۷)$$

$$c_t^F = \alpha_c\left(\frac{P_t^F}{P_t^c}\right)^{-c} c_t \quad (۸)$$

برای بهینه‌یابی رفتار خانوار، لازم است با تشکیل تابع لاگرانژ و مشتق گیری از آن نسبت به N_t، c_t، m_t، d_t و k_t شرایط مرتبه اول را به دست آوریم. تابع لاگرانژ خانوار، به‌صورت زیر است:

$$L = E_t \sum \beta^t [\frac{{c_t}^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - \frac{{N_t}^{1+\sigma_n}}{1+\sigma_n} + \frac{1}{1-\varphi} m_t^{1-\varphi}] +$$
$$\lambda_t \left[w_t n_t + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} - t_t + Div_t - c_t - m_t + r_t^k k_{t-1}\right]$$
$$+\mu_t[k_t - (1-\delta)k_{t-1} - i_t] \quad (۹)$$

شرایط مرتبه اول:

$$\frac{\partial L}{\partial d_t} = 0 \rightarrow 1 + r_t^d = \frac{\lambda_t \pi_{t+1}}{\beta \lambda_{t+1} \mathrm{E}_t} \quad (۱۰)$$

$$\frac{\partial L}{\partial c_t} = 0 \rightarrow \beta^t {c_t}^{-\sigma_c} = \lambda_t \quad (۱۱)$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t} = 0 \rightarrow \beta^t {N_t}^{\sigma_n} = \lambda_t w_t \quad (۱۲)$$

$$\frac{\partial L}{\partial m_t} = 0 \rightarrow \beta^t {m_t}^{-\varphi} = -\lambda_t + E_t \frac{\lambda_{t+1}}{\pi_{t+1}} \quad (۱۳)$$

$$\frac{\partial L}{\partial k_t} = 0 \rightarrow \lambda_t = E_t \lambda_{t+1}\left(r_{t+1}^k + (1-\delta)\right) \quad (۱۴)$$

با ترکیب کردن و مرتب سازی معادلات داریم:

$$\frac{{m_t}^{-\varphi}}{{c_t}^{-\sigma_c}} = \frac{r_t^d}{1+r_t^d} \quad (۱۵)$$

$$\frac{{N_t}^{\sigma_n}}{{c_t}^{-\sigma_c}} = w_t \quad (۱۶)$$

$$\left(\frac{c_t}{c_{t+1}}\right)^{-\sigma_c} = \beta\left(r_{t+1}^k + 1 - \delta\right) \quad (۱۷)$$

۲-۲. بنگاه

یکی از تفاوت‌های بنیادین الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید با ادوار تجاری حقیقی، وجود فرض رقابت انحصاری با قیمت‌های چسبنده در بخش بنگاه است تا بتوانیم آثار سیاست‌های پولی بر اقتصاد را بررسی نماییم.

برای لحاظ کردن رقابت انحصاری در الگو، دو روش با بهره گیری از شاخص دیکسیت-استیگلیتز[1] وجود دارد: روش اول، این است که فرض کنیم تولیدکنندگان، کالاهای متفاوت خود را به مصرف-کنندگان می‌فروشند و آنها بر اساس شاخص دیکسیت-استیگلیتز، این کالاها را ترکیب می‌کنند. در روش دوم که در این پژوهش هم از آن استفاده شده، دو گروه بنگاه واسطه‌ای و نهایی در الگو را در نظر می‌گیریم، سپس فرض می‌کنیم که بنگاه‌های تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای، تولیدات خود را به بنگاه تولیدکننده کالای نهایی می‌فروشند که تابع تولیدش جمع‌گر دیکسیت-استیگلتز است. استفاده از هر یک از این دو روش، تأثیری بر نتیجه تحلیل‌ها ندارد (جعفری طادی، ۱۳۹۷).

۱-۲-۲. تولید کننده کالای واسطه

تولیدکننده کالای واسطه با ترکیب نهاده‌های سرمایه و نیروی کار که از خانوار اجاره می‌کند، تحت فنّاوری مشخص، کالای واسطه‌ای تولید کرده و آن را در بازار رقابت انحصاری می‌فروشد. فرض می‌شود که تابع تولید بنگاه، از فرم کاب داگلاس پیروی کرده و کلیه بنگاه‌های واسطه، مشابه هستند.

$$Y_{jt} = A_t N_{jt}^{1-\alpha} K_{jt}^{\alpha} \qquad (۱۸)$$

A_t: شوک فناوری

α: سهم سرمایه در تولید کالای واسطه

شوک فناوری از فرایند خود همبستگی مرتبه اول پیروی می‌کند:

$$A_t = \rho_A A_{t-1} + (1-\rho_A)\bar{A} + \varepsilon_A \qquad (۱۹)$$

ρ_A: ضریب خود همبستگی مرتبه اول فناوری

ε_A: تکانه فناوری

$\bar{A}$: فناوری در وضعیت پایا

هر بنگاه برای پرداخت هزینه نیروی کار و سرمایه خود، نیاز دارد که از بانک وام دریافت نماید:

$$l_t = \left(w_t N_t + r_t^k k_t\right) \qquad (۲۰)$$

l_t: تسهیلات حقیقی اعطایی بانک به بنگاه

هدف بنگاه، حداکثر سازی سود حقیقی تنزیل شده خود در حال و آینده می‌باشد.

$$\text{Max}\, E_t \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \lambda_t \frac{Div_{jt}}{P_t} \qquad (۲۱)$$

λ_t: مطلوبیت نهایی ثروت

تابع سود بنگاه تولیدکننده کالای واسطه‌ای نیز بر اساس مفروضات شامل هزینه تعدیل، اجاره نیروی کار، اجاره سرمایه و تسهیلات دریافتی و درآمد حاصل از فروش کالاها به بنگاه نهایی می‌باشد:

$$Div_{jt} = P_{jt} Y_{jt} - P_t r_t^k k_t - P_t w_t N_t - P_t\left(1 + r_t^l\right) w_t N_t \qquad (۲۲)$$

با مشتق گیری از تابع سود بنگاه بر اساس قید تابع تولید نسبت به سرمایه و نیروی کار داریم:

1. Dixit-Stiglitz

$$\frac{\partial L}{\partial k_t} = \lambda_t\left(1 + r_t^l\right) r_t^k - \mu_t \alpha A_t N_{jt}^{1-\alpha} k_{jt}^{\alpha} = 0 \quad (۲۳)$$

$$\frac{\partial L}{\partial N_t} = \lambda_t\left(1 + r_t^l\right) w_t - \mu_t (1-\alpha) A_t N_{jt}^{-\alpha} k_{jt}^{1-\alpha} = 0 \quad (۲۴)$$

با تقسیم معادلات بر هم داریم.

$$\frac{r_t^k}{w_t} = \frac{\alpha}{(1-\alpha)} \frac{N_t}{k_t} \quad (۲۵)$$

هزینه نهایی نیز از حداقل سازی هزینه بنگاه به دست می‌آید:

$$mc_{jt} = \frac{\left(1 + r_t^l\right) {w_t}^{1-\alpha} {r_t^k}^{\alpha}}{\alpha^{\alpha}(1-\alpha)^{1-\alpha} A_t} \quad (۲۶)$$

با توجه به اینکه الگو در چهارچوب مکتب کینزی جدید قرار دارد، لازم است تا فرض چسبندگی اسمی را به الگو اضافه کنیم. بر اساس روش کالوو (۱۹۸۳) در هر دوره تنها $(1-\theta)$ از بنگاه‌ها می‌توانند به صورت بهینه قیمت‌هایشان را تعدیل کنند و برای بنگاه‌هایی که نمی‌توانند، قیمت‌ها با تورم دوره قبل، شاخص بندی می‌شود:

$$P_{t+1}^D = (\pi_t^D)^{\tau} P_t^D \quad (۲۷)$$

$\tau \geq 0$: پارامتر درجه شاخص بندی قیمت کالاهای داخلی

از حداکثر سازی سود انتظاری بنگاه‌ها با توجه به محدودیت چسبندگی قیمت‌ها، منحنی فیلیپس هایبریدی کینزین‌های جدید به دست می‌آید که صورت لگاریتم خطی سازی شده آن، عبارت است از:

$$\hat{\pi}_t^D = \frac{\beta}{1+\beta\tau} E_t \hat{\pi}_{t+1}^D + \frac{\tau}{1+\beta\tau} \hat{\pi}_{t-1}^D + \frac{1}{1+\beta\tau} \frac{(1-\theta\beta)(1-\theta)}{\theta} (\widehat{mc}_t + \hat{u}_t^F) \quad (۲۸)$$

۲-۲-۲. بنگاه تولیدکننده کالای نهایی

بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، کالای متمایز عرضه شده توسط بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه‌ای j را خریداری کرده و بر اساس جمع‌گر دیکسیت- استیگلیتز، کالای نهایی تولید کرده و به خریداران نهایی می‌فروشد.

$$Y_t = \left(\int_0^1 Y_{jt}^{\left(\frac{\theta-1}{\theta}\right)} d_j\right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad (۲۹)$$

$\theta>1$ کشش جانشینی ثابت کالاهای واسطه‌ای که جانشین ناقص یکدیگرند.

بنگاه تولیدکننده نهایی، کالای خود را در بازار رقابتی می‌فروشد. بنگاه سعی می‌کند که خرید خود از کالای واسطه‌ای را بر اساس قیمت کالاهای متمایز واسطه‌ای، به‌گونه‌ای انتخاب نماید که سود خود را حداکثر سازی نماید. بنابراین، تابع سود بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، به این صورت است:

$$Div_t^f = P_t Y_t - \int_0^1 P_{jt} Y_{jt} d_j \quad (۳۰)$$

با جای‌گذاری مقدار Y_t از رابطه و مشتق گیری نسبت به Y_{jt}، تابع تقاضا برای محصول هریک از بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه‌ای، عبارت خواهد بود از:

$$Y_{jt} = \left(\frac{P_{jt}}{P_t}\right)^{-\theta} Y_t \qquad (۳۱)$$

رابطه، نشان می‌دهد که تقاضا برای محصول هر یک از بنگاه‌های واسطه‌ای، تابعی منفی از $\frac{P_{jt}}{P_t}$ (نسبت قیمت کالای واسطه‌ای به قیمت کالای نهایی) و تابعی مثبت از کل تولید خواهد بود. شرط $\theta > 1$ بیانگر این است که بنگاه رقابت انحصاری در قسمت با کشش منحنی تقاضا تولید می‌کند (توکلیان و صارم، ۱۳۹۸).

با تحمیل شرایط سود صفر برای بنگاه تولیدکننده کالای نهایی، قیمت کالای نهایی به دست می‌آید:

$$P_t = \left(\int_0^1 {P_{jt}}^{1-\theta} d_j\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \qquad (۳۲)$$

۳-۲-۲. واردکنندگان و صادرکنندگان

با توجه به فرض باز بودن اقتصاد، لازم است تا واردات و صادرات کالاها در الگو در نظر گرفته شود. این بخش به پیروی از مطالعه خیابانی و امیری (۱۳۹۱)، بیان شده است. در بخش واردات، تعداد زیادی بنگاه وجود دارند که کالای همگن را از خارج در قیمت P_t^{cx} خریداری کرده و با استفاده از برند سازی، آن را به کالاهای متمایز تبدیل می‌کنند.

شاخص بندی قیمت کالاهای وارداتی، به صورت زیر می‌باشد:

$$P_t^F = \left(\int_0^1 {P_{jt}^F}^{1-\theta} d_j\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \qquad (۳۳)$$

کالاهای وارد شده، ترکیبی پیوسته از j کالای وارداتی متمایز هستند که هر یک با قیمت P_{jt}^F عرضه می‌شود و از یک تابع CES پیروی می‌کند:

$$imp_t = \left(\int_0^1 {imp_{jt}}^{1-\theta} d_j\right)^{\frac{1}{1-\theta}} \qquad (۳۴)$$

بنابراین، تقاضا برای کالاهای وارداتی، به دست می‌آید:

$$imp_{jt} = \left(\frac{P_{jt}^F}{P_t^F}\right)^{-\theta_F} imp_t \qquad (۳۵)$$

مشابه با تولیدکنندگان کالاهای واسطه‌ای داخلی، تمام بنگاه‌های وارد کننده نیز نمی‌توانند در هر دوره، قیمت خود را بهینه‌یابی کنند و بر اساس روش کالوو (۱۹۸۳)، برای آن دسته از بنگاه‌هایی که نمی‌توانند بهینه‌یابی کنند، قیمت به صورت زیر، به دست می‌آید:

$$P_{t+1}^F = (\pi_t^F)^{\tau_F} P_t^F \qquad (۳۶)$$

τ_F: پارامتر درجه شاخص بندی قیمت کالاهای وارداتی

بنگاه‌های واردکننده، سود خود را بر اساس محدودیت چسندگی قیمت، حداکثر سازی می‌کنند. در این چهارچوب، فرم لگاریتم خطی سازی شده منحنی فیلیپس تورم کالاهای وارداتی، به صورت زیر خواهد بود:

$$\hat{\pi}_t^F = \frac{\beta}{1+\beta\tau_F} E_t \hat{\pi}_{t+1}^F + \frac{\tau_F}{1+\beta\tau_F} \hat{\pi}_{t-1}^F + \frac{1}{1+\beta\tau_F} \frac{(1-\theta_F\beta)(1-\theta_F)}{\theta_F} (\widehat{mc}_t^F + \hat{u}_t^F) \quad (۳۷)$$

در چهارچوب مشابه، برای صادرکنندگان با فرض θ_x به عنوان ضریب چسبندگی قیمت کالاهای صادراتی و τ_x درجه شاخص بندی قیمت کالاهای صادراتی، منحنی فیلیپس برای کالاهای صادراتی که از حداکثر سود انتظاری بنگاه‌ها به دست می‌آید، عبارت است از:

$$\hat{\pi}_t^X = \frac{\beta}{1+\beta\tau_X} E_t \hat{\pi}_{t+1}^X \frac{\tau_X}{1+\beta\tau_X} \hat{\pi}_{t-1}^X \frac{1}{1+\beta\tau_X} \frac{(1-\theta_X\beta)(1-\theta_X)}{\theta_X} (\widehat{mc}_t^X + \hat{u}_t^X) \quad (۳۸)$$

همچنین با فرض پیروی صادرات از یک تابع CES، تقاضای خارجی برای کالاهای داخلی، به دست می‌آید:

$$exp_t = \left(\frac{P_t^x}{P_t^{cx}}\right)^{-\eta} y_t^* \quad (۳۹)$$

y_t^*: تولید ناخالص جهان

P_t^x: شاخص قیمت کالاهای صادراتی

P_t^{cx}: شاخص قیمت مصرف‌کننده کالاهای خارجی

۳-۲. بخش بانکی

در این پژوهش، بانک نقش واسطه را بین سپرده‌گذاران که همان خانوارها هستند و وام گیرندگان که دولت و بنگاه‌های تولیدکننده کالای واسطه‌ای‌اند، ایفا می‌کند. در صورتی که بانک نتواند منابع کافی را از سپرده گذاران جذب کند، می‌تواند از بازار بین بانکی و یا بانک مرکزی استقراض نماید. بنابراین، ترازنامه بانک در این الگو، عبارت است از:

جدول ۱. ترازنامه بخش بانکی

دارایی‌ها	بدهی‌ها
اوراق بدهی دولت	سپرده‌های خانوار
تسهیلات اعطایی به بنگاه‌های تولیدکننده	استقراض از بانک مرکزی
ذخایر قانونی نزد بانک مرکزی	استقراض از بازار بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

معادله ترازنامه بانک، به شرح زیر است:

$$l_t + (1-\omega_t)b_t = (1-rr_t)d_t + d_t^c + d_t^i \quad (۴۰)$$

d_t^i: استقراض از بازار بین بانکی

d_t^c: استقراض از بانک مرکزی

rr_t: نسبت ذخیره قانونی

ω_t: نسبت خرید اوراق بدهی دولت توسط بانک مرکزی

نرخ بهره در بازار بین بانکی به‌صورت توافقی بین بانک‌ها و بر اساس عرضه و تقاضای ذخایر تعیین می‌شود. لازم است که نرخ بهره بازار بین بانکی، از نرخ بهره تسهیلات اعطایی کمتر باشد؛ زیرا در غیر این صورت، بانک‌ها به‌جای وام دهی به بنگاه، تمایل به قرض دهی در بازار بین بانکی پیدا می‌کنند.

برای حفظ این شرایط لازم است که فرض شود، بانک‌ها باید نسبت مشخصی از بدهی در بازار بین بانکی را رعایت نمایند وگرنه با هزینه‌های کوآدراتیک مواجه می‌شوند.

$$\frac{1}{2}\varphi_{d_i}\left(\frac{d_i^t}{\bar{d}}-1\right)^2 \quad (۴۱)$$

از آنجایی که بر اساس الگو، تسهیلات‌دهی بانک‌ها به منظور تأمین نقدینگی مورد نیاز بنگاه‌ها صورت می‌گیرد، استقراض بانک‌ها از بانک مرکزی در الگو، تابعی از سطح تولید است که به‌طور غیرمستقیم، وابسته به تقاضای تسهیلات از جانب بنگاه‌ها است و بنابراین، فرم تبعی تابع رفتاری بانک‌ها، عبارت است از:

$$d_t^i = y_t^{\varphi_{d_i}^y} rr_{t-1}^{\varphi_{d_i}^{d_i}} \varepsilon_{d_i} \quad (۴۲)$$

تابع سود بانک با توجه به اقلام ترازنامه، عبارت است از:

$$div_t^b = \left(1+r_t^l\right)l_t + (1+r_t^b)(1-\omega_t)b_t - \left(1+r_t^d\right)d_t - (1+r_t^c)d_t^c - \left(1+r_t^i\right)d_t^i \quad (۴۳)$$

r_t^i: نرخ بهره بازار بین بانکی

r_t^c: نرخ بهره استقراض از بانک مرکزی

بانک‌ها به دنبال حداکثر سازی سود خود نسبت به قید ترازنامه هستند و بنابراین، تابع لاگرانژ برای بخش بانکی، عبارت است از:

$$L = \left(\left(1+r_t^l\right)l_t + \left(1+r_t^b\right)(1-\omega_t)b_t - \left(1+r_t^d\right)d_t - (1+r_t^c)d_t^c - \left(1+r_t^i\right)d_t^i - \frac{1}{2}\varphi_{d_i}\left(\frac{d_t^i}{\bar{d}}-1\right)^2\right) - \lambda_t\left((l_t + (1-\omega_t)b_t - (1-rr_t)d_t - d_t^c - d_t^i\right) \quad (۴۴)$$

شرایط مرتبه اول:

$$\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial \mathrm{d}_t} = \left(1+r_t^d\right) - (1-rr)\lambda_t = 0 \quad (۴۵)$$

$$\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial \mathrm{l}_t} = \left(1+r_t^l\right) - \lambda_t = 0 \rightarrow \lambda_t = \left(1+r_t^l\right) \quad (۴۶)$$

$$\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial d_t^i} = \left(\varphi_{d_i}\left(\frac{d_t^i}{\bar{d}}-1\right) + \left(1+r_t^i\right)\right) - \lambda_t = 0 \quad (۴۷)$$

$$\frac{\partial L}{\partial \mathrm{b}_t} = \left(1+r_t^b\right)(1-\omega_t) - \lambda_t(1-\omega_t) = 0 \quad (۴۸)$$

$$\frac{\partial \mathrm{L}}{\partial \mathrm{d}_t^c} = (1+r_t^c) - \lambda_t = 0 \quad (۴۹)$$

از ساده سازی شرایط مرتبه اول و جای‌گذاری معادلات داریم:

$$r_t^c = r_t^b = r_t^l \quad (۵۰)$$

$$\left(1+r_t^l\right) = \frac{\left(1+r_t^d\right)}{(1-rr)} \quad (۵۱)$$

$$\left(\varphi_{d_i}\left(\frac{d_t^i}{\bar{d}}-1\right) + \left(1+r_t^i\right)\right) = \left(1+r_t^l\right) \quad (۵۲)$$

روابط بالا، نشان می‌دهد که نرخ بهره تسهیلات بانکی، نرخ بهره استقراض از بانک مرکزی و نرخ بهره اوراق بدهی دولت، در تعادل، باید برابر باشند.

۴-۲. بخش نفت

به دلیل اینکه تولید نفت، بیشتر به ذخایر نفتی و شرایط تحریمی کشور بستگی دارد و با افزایش کار و سرمایه، تغییر چندانی نمی‌کند، همچنین از طرفی، به دلیل سهم محدود ایران در بازار جهانی نفت، پارامترهای اقتصاد ایران بر قیمت جهانی آن، تأثیر قابل توجهی ندارد، درآمد حقیقی نفتی که حاصل از صادرات آن است، با فرایند خود همبستگی مرتبه اول به‌صورت برونزا تعیین می‌شود:

$$or_t = \rho_{or} or_{t-1} + (1-\rho_{or})\overline{or} + \varepsilon_{or} \quad (۵۳)$$

ε_{or}: تکانه در آمد نفتی

ρ_{or}: ضریب خود همبستگی مرتبه اول درآمدهای نفتی

در این مقاله، با پیروی از مطالعات پیشین و بر اساس واقعیات اقتصاد ایران، فرض می‌شود که تمام درآمد نفتی به دولت تعلق دارد و ارز حاصل از صادرات آن، به بانک مرکزی فروخته می‌شود و معادل ریالی آن، در اختیار دولت قرار می‌گیرد.

۵-۲. دولت

برای بودجه دولت، یک رابطه تعادلی در نظر گرفته می‌شود. دولت در این الگو، از محل درآمدهای نفتی انتشار اوراق بدهی و درآمدهای مالیاتی، تأمین مالی می‌شود تا بتواند مخارج خود و اصل و بهره اوراق بدهی منتشر شده در دوره قبل را بپردازد. با توجه به این مفروضات، تابع مخارج حقیقی دولت عبارت است از:

$$g_t + \left(1 + r_{t-1}^{b}\right)\frac{b_{t-1}}{\pi_t} = b_t + t_t + e_t or_t \quad (۵۴)$$

b_t: اوراق بدهی حقیقی دولت

g_t: هزینه‌های حقیقی دولت

or_t: درآمد نفتی حقیقی ریالی

درآمد مالیاتی دولت، تابعی از سطح درآمد حقیقی غیرنفتی است و بنابراین، تابع درآمد مالیاتی دولت، عبارت است از:

$$t_t = y_t^{\varphi_t^y} \quad (۵۵)$$

φ_t^y: کشش در آمد مالیاتی نسبت به تولید

مخارج دولت نیز به تبعیت از الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی برونزا در نظر گرفته شده و از یک فرایند خود رگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کند.

$$g_t = \rho_g g_{t-1} + \left(1-\rho_g\right)\bar{g} + \varepsilon_g \quad (۵۶)$$

ε_g: تکانه مخارج دولت

$\bar{g}$: مخارج حقیقی دولت در حالت پایا

ρ_g: ضریب خود همبستگی مرتبه اول مخارج دولت

۶-۲. بانک مرکزی

بانک مرکزی، مرجع سیاست‌گذاری پولی در ایران به شمار می‌رود. پایه پولی بانک مرکزی بر حسب منابع، شامل خالص دارایی‌های خارجی، خالص بدهی‌های دولت و بدهی بخش بانکی به بانک مرکزی است که مقادیر حقیقی آن، با تقسیم اجزا بر شاخص قیمت‌ها به دست می‌آید و معادله آن، عبارت است از:

$$mb_t = fr_t + d_t^g + d_t^b \quad (۵۷)$$

نرخ رشد پایه پولی به‌صورت زیر تعریف می‌شود:

$$rmb_t = \left[\frac{mb_t}{mb_{t-1}}\right]\pi_t \quad (۵۸)$$

با توجه به ساختار اقتصاد ایران که بخش عمده خالص دارایی‌های بانک مرکزی را ارز حاصل از صادرات دولت تشکیل می‌دهد، خالص دارایی‌های خارجی بانک مرکزی، تابعی از ذخایر دوره قبلی و درآمد نفتی دولت است که به بانک مرکزی فروخته می‌شود:

$$fr_t = e_t or_t + \frac{fr_{t-1}}{\pi_t} \quad (۵۹)$$

e_t نرخ ارز حقیقی است که از معادله زیر به دست می‌آید:

$$e_t = o_t \frac{PR_t}{P_t} \quad (۶۰)$$

o_t نرخ ارز اسمی است که به شکل فرایند اتورگرسیون مرتبه اول تعریف شده است:

$$o_t = \rho_o o_{t-1} + (1-\rho_o)\bar{o} + \varepsilon_o \quad (۶۱)$$

خالص بدهی دولت در این الگو، بر اساس نسبت خرید بانک مرکزی از اوراق بدهی دولت تعیین می‌شود و ابزار سیاست پولی بانک مرکزی، از طرف منابع پایه پولی برای اثر گذاری بر ذخایر بانکی به شمار می‌رود. طبق این فرض، خالص بدهی دولت، تابعی از نسبت خرید اوراق بدهی دولت توسط بانک مرکزی و بدهی دوره قبلی دولت محسوب می‌شود.

$$d_t^g = \omega_t b_t + \frac{d_{t-1}^g}{\pi_t} \quad (۶۲)$$

در مطالعات مربوط به الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی در اقتصاد ایران، به دلیل وجود قانون بانکداری بدون ربا و عدم انتشار اوراق قرضه که عملاً امکان هدف‌گذاری منطبق بر نرخ بهره توسط سیاست‌گذار پولی و اجرای عملیات بازار باز را نامقدور ساخته است، معمولاً برخلاف الگوی‌های متعارف، هدف عملیاتی بانک مرکزی، نرخ رشد پایه پولی و یا نرخ بهره دستوری سپرده‌های بانکی در نظر گرفته شده است (درگاهی و هادیان، ۱۳۹۶).

در این تحقیق بر اساس هدف پژوهش، برای شبیه سازی آثار رژیم‌های مختلف سیاست پولی، دو قاعده سیاست پولی به‌طور جداگانه به الگو وارد شده تا بتوانیم تکانه‌های پولی را مقایسه نماییم.

۱- سیاست هدف‌گذاری نرخ بهره: تابع عکس‌العمل بانک مرکزی بر اساس قاعده تیلور، از طریق واکنش نرخ بهره در جهت رسیدن به اهداف سیاست پولی یعنی کاهش شکاف تولید و تورم و نرخ رشد پایه پولی، مدل‌سازی شده است. فرض دیگر این قسمت، وزن بیشتر نرخ تورم نسبت به

تولید در تابع سیاست پولی که با توجه به تورم بالای اقتصاد ایران و وظیفه بانک مرکزی در کنترل نرخ تورم، قابل توجیه است.

$$1 + r_t^i = \left[\frac{1+r_{t-1}^i}{1+\overline{r_i}}\right]^{\rho_r} \left[\frac{1+\pi_t}{1+\overline{\pi}}\right]^{\rho_\pi} \left[\frac{y_t}{\overline{y}}\right]^{\rho_y} \left[\frac{rmb_t}{\overline{rmb}}\right]^{\rho_{rmb}} \varepsilon_{r_i} \quad (۶۳)$$

ρ_π: وزن شکاف نرخ تورم در قاعده سیاست پولی

ρ_y: وزن شکاف تولید غیرنفتی در قاعده سیاست پولی

ρ_r: وزن نرخ بهره بازار بین بانکی در قاعده سیاست پولی

ρ_{rmb}: وزن شکاف نرخ رشد پایه پولی در قاعده سیاست پولی

ε_{r_i}: تکانه ناشی از خطای سیاست‌گذاری بانک مرکزی در تعیین نرخ بهره بازار بین بانکی است که به‌صورت مستقیم وارد الگو شده و به‌عنوان یک متغیر برونزا و تصادفی نرخ بهره هدف‌گذاری شده بازار بین بانکی را تحت تأثیر قرار می‌دهد.

۲- سیاست هدف‌گذاری نرخ رشد پایه پولی: تابع عکس‌العمل بانک مرکزی به نحوی در این حالت بیان می‌شود که در آن، نرخ رشد پایه پولی بر اساس کاهش شکاف تولید و نرخ تورم تعیین می‌گردد. در این حالت انحراف تورم، از مقدار تورم هدف که از یک فرایند خود رگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کند، در نظر گرفته می‌شود.

$$rmb_t = \left[\frac{1+\pi_t}{1+\pi_t^*}\right]^{\rho_\pi} \left[\frac{y_t}{\overline{y}}\right]^{\rho_y} \left[\frac{rmb_{t-1}}{\overline{rmb}}\right]^{\rho_{rmb}} \varepsilon_{rmb_t} \quad (۶۴)$$

$$\pi_t^* = \rho_{\pi^*}\pi_{t-1}^* + (1-\rho_{\pi^*})\overline{\pi} + \varepsilon_\pi \quad (۶۵)$$

۷-۲. شرط تسویه بازار

با توجه به ساختار الگو، نیاز به دو شرط برای تسویه بازار کالا و بازار پول داریم. تسویه بازار کالا، بیانگر این است که تولید غیرنفتی و درآمد نفتی و کالاهای وارداتی، توسط دولت و خانوار مصرف، سرمایه-گذاری و یا صادر می‌گردد.

$$y_t + e_t or_t = c_t + i_t + g_t + exp_t - imp_t \quad (۶۶)$$

شرط تسویه بازار پول به‌صورت مصارف پایه پولی تعریف می‌شود که بر اساس آن، پایه پولی حقیقی، با مانده‌های پولی خانوار و ذخایر قانونی بانک‌ها نزد بانک مرکزی برابر است.

$$mb_t = m_t + rr * d_t \quad (۶۷)$$

۸-۲. بخش خارج

برای شبیه سازی اقتصاد جهانی، آن را برونزا فرض می‌کنیم و متغیرهای تورم خارجی و تولید ناخالص جهان از فرایند خود رگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کنند.

$$y_t^* = \rho_y y_{t-1}^* + \left(1-\rho_y\right)\overline{y^*} + \varepsilon_{y^*} \quad (۶۸)$$

$$\pi_t^{cx} = \rho_\pi \pi_{t-1}^{cx} + (1-\rho_\pi)\overline{\pi^{cx}} + \varepsilon_{\pi^{cx}} \quad (۶۹)$$

۳. کالیبراسیون (مقدار دهی) الگو

کالیبراسیون، یکی از مهم‌ترین مراحل ارزیابی تجربی الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی است و پس از خطی سازی معادلات، لازم است تا پارامترها و ضرایب، پیش از حل آنها، مقدار دهی شوند. برای این منظور، از اطلاعات موجود در مطالعات پیشین که با ساختار الگو و متغیرهای اقتصادی کشور مورد بررسی همخوانی قابل قبولی داشته باشند و یا برخی منابع آماری برای کالیبره کردن پارامترها استفاده می‌گردد.

ضرایب و پارامترها در این الگو، به سه شیوه مقدار دهی می‌شوند: دسته اول، پارامترهایی هستند که از مطالعات پیشین برای تعیین مقدار آنها استفاده به‌عمل می‌آید؛ دسته دوم، پارامترهای سیاستی هستند که بر اساس توصیه پلاسر[1](۱۹۸۹)، مقدار آنها به‌گونه‌ای تعیین می‌شود که الگو، بیشترین شباهت را با داده‌های واقعی داشته باشد؛ دسته سوم، ضرایبی هستند که مقدار آنها از روند بلندمدت متغیرهای اقتصاد ایران گزارش شده توسط بانک مرکزی و معادلات حالت پایدار، برآورد می‌شوند.

جدول۲. مقدار پارامترهای الگو بر مبنای مطالعات پیشین

پارامتر	نماد	مقدار	منبع
عامل تنزیل بین زمانی	β	۰/۹۷	پروین و همکاران (۱۳۹۳)
معکوس کشش جانشینی عرضه نیروی کار نسبت به دستمزد حقیقی	σ_n	۲/۱۷	درگاهی و هادیان (۱۳۹۵)
سهم سرمایه در تولید	α	۰/۲۱۸	درگاهی و هادیان (۱۳۹۵)
معکوس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف	σ_c	۱/۳	درگاهی و هادیان (۱۳۹۵)
کشش بهره‌ای مانده‌های حقیقی پولی خانوار	φ	۲/۲	درگاهی و هادیان (۱۳۹۵)
نرخ استهلاک	δ	۰/۰۲۳	پروین و همکاران (۱۳۹۳)
ضریب چسبندگی قیمت تولیدکنندگان داخلی	θ	۰/۵	پروین و همکاران (۱۳۹۳)
ضریب چسبندگی قیمت کالاهای وارداتی	θ_F	۰/۵	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
ضریب چسبندگی قیمت کالاهای صادراتی	θ_X	۰/۵	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
کشش جانشینی بین کالاهای صادرات داخلی و خارجی	η	۷/۲۴	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
درجه شاخص بندی قیمت کالاهای داخلی	τ	۰/۷۱۵	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
درجه شاخص بندی قیمت کالاهای وارداتی	τ_F	۰/۵	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
درجه شاخص بندی قیمت کالاهای صادراتی	τ_X	۰/۵	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
کشش جانشینی بین کالاهای مصرفی داخلی و خارجی	c	۱/۵۶	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
هزینه انحراف بدهی بین بانکی نسبت به حالت تعادل پایدار	φ_{d_i}	۰/۰۰۱	علی دیب (۲۰۱۰)
ضریب خود همبستگی فناوری	ρ_A	۰/۷۶	پروین و همکاران (۱۳۹۳)
کشش مالیات نسبت به تولید	φ_t^y	۲/۰۸	پروین وهمکاران (۱۳۹۳)
ضریب تولید در بدهی به بازار بین بانکی	$\varphi_{d_i}^y$	۰/۴۷	پروین و همکاران (۱۳۹۳)
ضریب تولید در تابع نسبت ذخیره قانونی	$\varphi_{d_i}^{d_i}$	۰/۴۶	پروین وهمکاران (۱۳۹۳)
سهم واردات در مصرف کل	α_c	۰/۱۱	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
ضریب خود همبستگی تولید جهانی	ρ_y	۰/۸	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)
ضریب خود همبستگی تورم جهانی	ρ_π	۰/۸	امیری و خیابانی (۱۳۹۱)

مأخذ: یافته‌های پژوهش

1. Pelaser (1989)

جدول ۳. مقدار پارامترهای سیاستی بر اساس توصیه پلاسر

پارامتر	نماد	مقدار
وزن نرخ بهره بین بانکی دوره گذشته در سیاست پولی	ρ_r	۰/۷۳
وزن نرخ تورم در سیاست پولی	ρ_π	۱/۵
وزن تولید غیرنفتی در سیاست پولی	ρ_y	۰/۱
وزن نرخ رشد پول در سیاست پولی	ρ_{rmb}	۰/۸۵

مأخذ: یافته‌های پژوهش

بر اساس توصیه پلاسر، از آنجایی که مقادیر پارامترهای سیاستی را نمی‌توان از طریق داده‌ها به دست آورد و معمولاً توابع سیاستی بانک مرکزی، در دسترس قرار ندارند لذا مقادیر مربوط به این پارامترها را به‌گونه‌ای انتخاب می‌کنیم که گشتاور مرتبه اول متغیرهای کلان اقتصاد را که از طریق داده ها به دست می‌آید، با خروجی الگو، بیشترین انطباق را داشته باشد. در این الگو نیز مقادیر پارامترهای سیاستی به‌گونه‌ای انتخاب شده که این انطباق، برای متغیرهای کلیدی مانند نرخ تورم و تولید ناخالص داخلی، بیشینه شود و نتایج حاصل از الگو، با فرضیه‌های موجود همخوانی داشته باشد.

جدول ۴. نسبت‌های بلندمدت اقتصاد ایران در حالت پایا

پارامتر	نماد	مقدار
نسبت مصرف خانوار به تولید غیرنفتی	$\frac{\bar{c}}{\bar{y}}$	۰/۶۶
نسبت بدهی دولت به بانک مرکزی به پایه پولی	$\frac{\overline{d^g}}{\overline{mb}}$	۰/۳
نسبت سپرده به پایه پولی	$\frac{\bar{d}}{\overline{mb}}$	۵/۰۵
نسبت مانده‌های پولی خانوار به پایه پولی	$\frac{\bar{m}}{\overline{mb}}$	۰/۲۶
نسبت مخارج دولت به تولید غیرنفتی	$\frac{\bar{g}}{\bar{y}}$	۰/۱۷
نسبت درآمد نفتی به تولید غیرنفتی	$\frac{\overline{or}}{\bar{y}}$	۰/۱
نسبت سرمایه‌گذاری به تولید غیرنفتی	$\frac{\bar{\imath}}{\bar{y}}$	۰/۲۷
نسبت نرخ بهره تسهیلات به نرخ بهره بازار بین بانکی	$\frac{\overline{r^l}}{\overline{r^i}}$	۱/۲۵
نسبت درآمد نفتی به دارایی‌های خارجی بانک مرکزی	$\frac{\overline{or}}{\overline{fr}}$	۰/۱۷
نسبت دارایی‌های خارجی بانک مرکزی به پایه پولی	$\frac{\overline{fr}}{\overline{mb}}$	۰/۴۷
نسبت هزینه اجاره سرمایه بنگاه به تسهیلات بانکی	$\frac{\overline{r^k}\bar{k}}{\bar{l}}$	۰/۴۲
نسبت هزینه نیروی کار بنگاه به تسهیلات بانکی	$\frac{\bar{w}\bar{N}}{\bar{l}}$	۰/۵۸

پارامتر	نماد	مقدار
نسبت بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی به پایه پولی	$\frac{\overline{d^b}}{\overline{mb}}$	۰/۲۳
نسبت بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی به تسهیلات	$\frac{\overline{d^b}}{\overline{l}}$	۰/۰۶
نسبت استقراض از بازار بین بانکی به تسهیلات	$\frac{\overline{d^i}}{\overline{l}}$	۰/۰۵
نسبت اوراق بدهی دولت نزد بانک مرکزی به سپرده‌های بانکی	$\frac{\overline{\omega} * \overline{b}}{\overline{d}}$	۰/۰۵
نرخ تورم ناخالص	$\overline{\pi}$	۱/۲
نسبت ذخیره قانونی	rr	۰/۱۲
ضریب خود همبستگی مرتبه اول درآمدهای نفتی	ρ_{or}	۰/۵۶
ضریب خود همبستگی مرتبه اول مخارج دولت	ρ_g	۰/۶۴

مأخذ: یافته‌های پژوهش

برای به دست آوردن نسبت‌های بلندمدت اقتصاد با استفاده از داده‌های سری زمانی بانک مرکزی در بازه زمانی سال‌های ۹۶-۱۳۸۰۶، پس از آماده سازی داده‌ها بر اساس معادلات الگو، از نسبت بلندمدت متغیرها، مقادیر جدول ۴ به دست می‌آید. ضرایب خود همبستگی شوک‌های برونزا نیز به روش حداقل مربعات، از داده‌های بانک مرکزی در بازه زمانی مذکور استخراج شده است. برای محاسبات این بخش، با توجه به اینکه مقادیر متغیرها، انحراف از وضعیت پایا را نشان می‌دهد، لازم است تا با استفاده از فیلتر هودریک-پرسکات و روند زدایی از داده‌ها، جزء سیکلی آنها مورد استفاده در تخمین قرار گیرد.

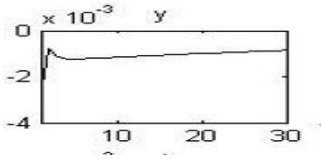
۴. تحلیل توابع واکنش آنی

۴-۱. قاعده تیلور نرخ بهره بین بانکی

فرض می‌شود یک تکانه مثبت نرخ بهره بین بانکی به اندازه یک انحراف معیار برابر با یک درصد به الگو وارد می‌گردد. بر اساس نمودارهای توابع واکنش آنی در اثر اعمال این تکانه، تقاضای بانک‌ها جهت استقراض کاهش یافته و با کاهش پایه پولی و محدودیت منابع بانکی، تسهیلات اعطایی به بنگاه‌ها کاهش می‌یابد. ثابت بودن تقاضای بنگاه، باعث اضافه تقاضای تسهیلات می‌شود و نرخ بهره تسهیلات نیز افزایش یابد.

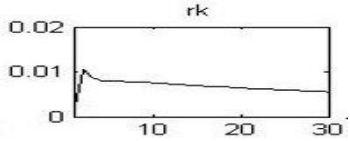
با توجه به واکنش‌های بخش بانکی از دو کانال اعتباری و نرخ بهره، این تکانه بر متغیرهای حقیقی اقتصاد اثرگذار است. با کاهش تسهیلات اعطایی به بنگاه‌ها، بنگاه به دلیل افزایش تأمین مالی، بر اساس بهینه‌یابی، باید عوامل کمتری را به علت هزینه تأمین مالی بیشتر استخدام کند و تقاضا و دستمزد نیروی کار خانوار کاهش می‌یابد. با توجه به کاهش تقاضای نیروی کار و سرمایه از جانب بنگاه به عنوان عوامل تولید، تولید غیرنفتی نیز کاهش می‌یابد و در نتیجه، با کاهش عرضه و ثابت بودن تقاضا، در ابتدا نرخ تورم افزایش می‌یابد.

از طرف دیگر، با افزایش نرخ بهره حقیقی بر اساس رابطه اویلر و کاهش درآمد خانوار ناشی از کاهش دستمزد و استخدام نیروی کار از سوی بنگاه‌ها، مخارج مصرفی، کمتر می‌شود و بنابراین، سطح قیمت‌ها نیز در واکنش به کاهش تقاضای کل اقتصاد، به تدریج کاهش می‌یابد و اقتصاد به سمت تعادل باز می‌گردد. با توجه به اینکه در الگو، واردات محدود به کالاهای مصرفی است با کاهش مخارج مصرفی خانوار، واردات نیز کمتر می‌شود.



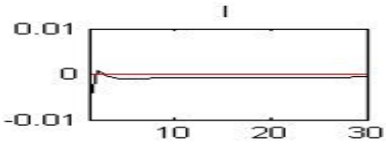
تابع واکنش آنی تولید غیر نفتی نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



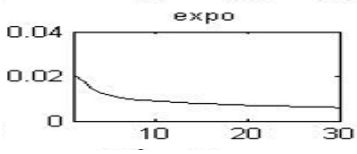
تابع واکنش آنی نرخ بهره حقیقی نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



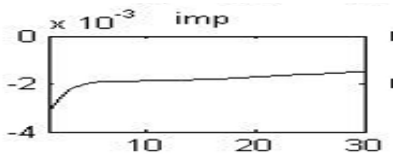
تابع واکنش آنی تسهیلات بانکی نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



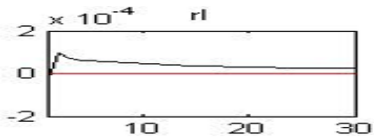
تابع واکنش آنی صادرات غیر نفتی نسبت به تکانه نرخ نرخ بهره بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



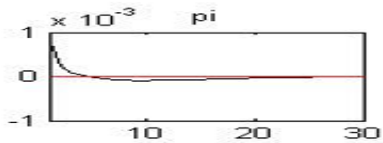
تابع واکنش آنی واردات نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



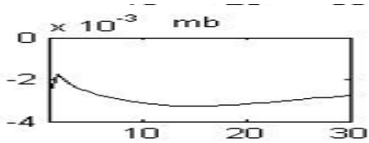
تابع واکنش آنی نرخ بهره تسهیلات نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



تابع واکنش آنی نرخ تورم نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



تابع واکنش آنی نرخ رشد پایه پولی نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی

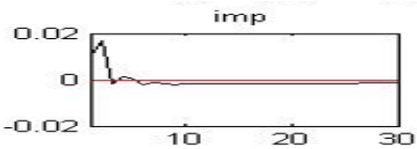
مأخذ: یافته‌های پژوهش

۲-۴. قاعده نرخ رشد پایه پولی

به منظور شبیه سازی سیاست پولی با استفاده قاعده نرخ رشد پایه پولی، فرض می‌شود یک تکانه مثبت نرخ رشد پایه پولی، به اندازه یک انحراف معیار برابر با یک درصد به الگو وارد می‌شود. بر اساس نمودارهای توابع واکنش آنی در اثر اعمال این تکانه، با افزایش نرخ رشد پایه پولی، منابع در دسترس بانک‌ها بیشتر می‌گردد و از آنجایی که بر اساس فرض الگو، تسهیلات بانکی در اختیار بنگاه‌ها به منظور تأمین هزینه‌های عوامل تولید قرار داده می‌شود، تسهیلات اعطایی به بنگاه‌ها افزایش می‌یابد و با توجه به ثابت بودن تقاضای بنگاه، در ابتدا، با کاهش نرخ بهره تسهیلات، هزینه تأمین مالی بنگاه‌ها کاهش یابد. در نتیجه، بنگاه بر اساس بهینه‌یابی با کاهش هزینه نهایی استخدام عوامل، باید عوامل

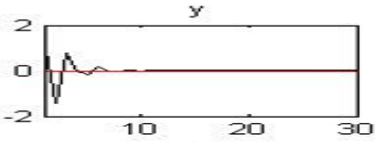
بیشتری را به کارگیرند و در نتیجه، تقاضا برای نیروی کار خانوار افزایش می‌یابد. با استخدام عوامل بیشتر از جانب بنگاه، تولید غیر نفتی در اقتصاد، پس از اعمال تکانه افزایش می‌یابد.

از آنجایی که پس از اعمال تکانه، تقاضای کل اقتصاد ثابت است، با افزایش عرضه از سوی بنگاه‌ها تورم کاهش می‌یابد. با کاهش نرخ بهره و افزایش درآمد بنگاه، ناشی از تقاضای بیشتر عوامل تولید، مخارج مصرفی خانوار به تدریج افزایش می‌یابد و در نتیجه، واردات هم بیشتر می‌شود. از طرفی با کاهش نرخ بهره، خانوار منابع کمتری را به سپرده‌گذاری در بانک اختصاص می‌دهد و با کاهش تسهیلات اعطایی، به تدریج تولید کاهش می‌یابد. از آنجایی که تقاضا پس از اعمال تکانه در حال افزایش تدریجی است، با کاهش تولید و عرضه کل، تورم افزایش یافته و از مقدار تعادلی بیشتر می‌شود و اثر تکانه پولی، نسبتاً سریع از بین می‌رود.



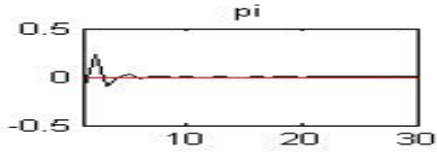
تابع واکنش آنی واردات نسبت به تکانه نرخ رشد پایه پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



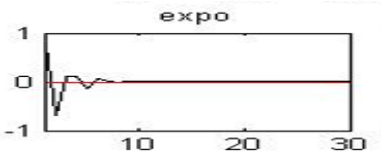
تابع واکنش آنی تولید غیر نفتی نسبت به تکانه نرخ رشد پایه پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



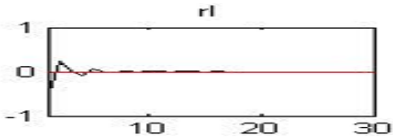
تابع واکنش آنی نرخ تورم نسبت به تکانه نرخ رشد پایه پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



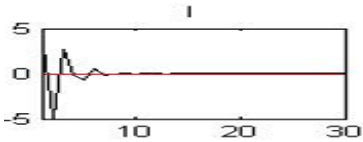
تابع واکنش آنی واردات نسبت به تکانه نرخ رشد پایه پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



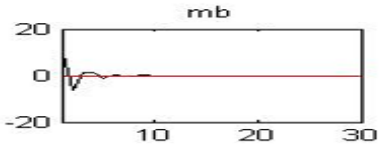
تابع واکنش آنی نرخ بهره تسهیلات نسبت به تکانه نرخ رشد پایه پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



تابع واکنش آنی تسهیلات بانکی نسبت به تکانه نرخ رشد پایه پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش



تابع واکنش آنی پایه پولی نسبت به تکانه نرخ رشد پایه پولی

مأخذ: یافته‌های پژوهش

۵. نتیجه گیری

این پژوهش، با طراحی یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی اقتصاد باز برای ایران، آثار تکانه‌های سیاست پولی تحت دو قاعده هدف‌گذاری نرخ بهره بین بانکی و نرخ رشد پایه پولی بر متغیرهای کلان را بررسی نموده است. نتایج حاصل از خروجی حل الگو، در توابع واکنش آنی، بیانگر آن است که تکانه مثبت نرخ بهره بازار بین بانکی (به عنوان سیاست انقباضی بانک مرکزی)، با افزایش هزینه تأمین مالی بنگاه‌ها و کاهش تسهیلات اعطایی بر تولید غیر نفتی، اثر منفی دارد. با کاهش عرضه کل اقتصاد، نرخ تورم نیز پس از اعمال تکانه افزایش می‌یابد. انتظار می‌رود که تکانه مثبت نرخ رشد پایه پولی (به عنوان سیاست انبساطی بانک مرکزی) بر اساس ساختار الگو، با افزایش منابع بانکی، موجب رشد تسهیلات دهی بانک‌ها و در نتیجه، کاهش نرخ بهره تسهیلات گردد. توابع واکنش آنی حاصل از الگو، با تأیید این فرض افزایش تولید و کاهش نرخ تورم پس از اعمال تکانه را نشان می‌دهند.

با مقایسه این توابع، واکنش آنی تحت اعمال هر یک از رژیم‌های سیاست پولی، این‌طور به نظر می‌آید که اثر تکانه نرخ رشد پایه پولی نسبت به تکانه نرخ بهره بین بانکی بر اقتصاد، در دوره‌های کوتاه‌تری از بین می‌رود ولی آثار آن بر متغیرهای مورد بررسی بیشتر است و نوسانات بزرگتری ایجاد می‌کند. این نتایج، با توجه به این واقعیت که هدف‌گذاری نرخ بهره بین بانکی در ایران به دلیل

محدودیت‌های انتشار اوراق بدهی دولتی و اجرای عملیات بازار باز توسط بانک مرکزی، اثرگذاری کمتری بر متغیرهای کلان اقتصاد دارد، قابل انتظار است.

در نظر گرفتن بخش بانکی در الگو و فرض وابستگی کامل تأمین سرمایه در گردش بنگاه به تسهیلات بانکی بر روی نتایج حاصل از الگو، تأثیر قابل توجهی دارد؛ زیرا باعث می‌شود که محدودیت-های اعتباری ناشی از سیاست انقباضی بانک مرکزی، باعث کاهش تولید ناخالص داخلی شود و بر روی نرخ تورم در دوره‌های ابتدایی، اثر مثبت داشته باشد. این نتایج، با توجه به انطباق گشتاورهای خروجی الگو و داده‌ها و نتایج پژوهش مبنای الگو (درگاهی و هادیان، ۱۳۹۵) تأیید می‌شود و نظریاتی نیز مانند اثر کانال اعتباری از آن حمایت می‌کند ولی می‌توان در پژوهش‌های آتی، از فروض دیگری که در آن نکول تسهیلات و یا کاهش وابستگی تأمین سرمایه در گردش بنگاه‌ها به تسهیلات بانکی در نظر گرفته می‌شود، استفاده کرد و نتایج را با این الگو مقایسه کرد تا بتوان تأثیر احتمالی این محدودیت بر نتایج تکانه‌های سیاست پولی را بررسی نمود.

Refrences

Dargahi, H., & Hadiyan, Mahdi. (2016). “Evaluating the Effects of Monetary and Financial Impulses with an Emphasis on the Interaction between the Banking System and the Real Sector of Iran's Economy: DSGE Approach”. Applied Economic Theories, 3(1):1-28 (in Farsi).

Dargahi, H., & Hadiyan, Mahdi. (2016). “Comparing the Effects of Monetary Impulses Caused by the Future Multiplier and the Monetary Base in Iran's Economy”. Economic Research Paper.17(67): 189-219 (in Farsi).

Hemati,M.(2011). “Interest rate-based monetary policy instruments compared to non-interest monetary policy instruments”. Economic news, 9(132): 70-75 (in Farsi).

Hoseini Dolatabadi, S.M., Bahador, S.M., Madanizadeh, S.A., Rahmani, T., & Nadri, K. (2019). Central Bank's open market operations in Iran. Tehran: Researrch Center of Majlis (in Farsi)

Khalilzadeh, J., Heidari, H., Feizi, S., & Bashiri, S. (2017). “Investigating the Challenges of Financing Companies with an Emphasis on the Role of Monetary Policies and Banking Sector Credits: A Stochastic Dynamic General Equilibrium Approach”. Applied economic theories, 4(4): 61-90 (in Farsi).

Khiyabani,N., & Amiri, H. (2014). “Designing a Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of an Open Economy to Investigate the Impact of Oil Shocks On Macroeconomic Variables”. Quantitative economics, 9(3): 25-59 (in Farsi).

Manzoor, D., & Taghipour, A. (2016). “A Dynamic Stochastic General Equilibrium Model For An Oil Exporting and Small Open Economy: The Case of Iran”. Quarterly Journal of Economic Research and Policies, 23(75): 7-44 (in Farsi).

Mehregan, N., & Daliri, H. (2013). “Banks Respond to Monetary Policy Shocks Based on DSGE Model”. Quarterly Journal of Economic Research and Policies, 21(66): 39-68 (in Farsi).

Mehregan, N., & Daliri, H. (2014). “Effects of Removing Forced Interest Rate Rules in the Banking Industry on the Effect of Monetary Policy by DSGE Model”. Quarterly Journal Of Economic Research, 49(1) (in Farsi).

Mohebbi, S., Shahrestani, H., & Kiani, K. (2017). “Financial Shocks and the Role of Monetary Policy in Iran's Economy: Interbank Market in DSGE Model”. Quarterly Journal of Economic Research and Policies. 25(81): 123-153 (in Farsi).

Motavaseli, M., Ebrahimi, I., Shahmoradi, A., & Komijani, A. (2011). “A New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) Model for an Oil Exporting Country”. The Economic Research (Sustainable Growth and Development). 10 (4): 87-116 (in Farsi).

Parvin, S., Shakeri, A., & Ahmadiyan, A. (2014). “An Analysis on the Impact of Balance Sheet Shocks of the Banking System on Production and Inflation in Iran's Economy”. Economic Research Paper, 14(1): 149-186 (in Farsi).

Parvin, S., Shakeri, A., & Ahmadiyan, A. (2014). "Evaluating the Balance Sheet Effects of Monetary Policy in the Country's Banking Network on the Key Variables of Iran's Economy (Stochastic Dynamic General Equilibrium Approach)". Economic Researches of Iran, 19(57): 77-115 (in Farsi).

Tavakoliyan, H., & Sarem, M. (2017). *DSGE Models in Dynare Software (Modelling, Solution and Estimation Based on Iranian Economy)*. Tehran: Monetary and Banking Research Institute (in Farsi).

Vafamand, A., Haghighi, J., Falahi, F., & Karimi, Z. (2018). "Examining the Effects of Monetary Shocks on Production: Markov-switching DSGE Approach". Quarterly Journal of Economic Research and Policies, 26(88): 209-244.

Quarterly Journal of The Economic Research (Sustainable Growth and Development)
Original Research Article/ Vol.23, No.1, Spring 2023, P:.29-53

Designing a Stochastic Dynamic General Equilibrium Model of Open Economy to Investigate the Impact of Monetary Policy on Macroeconomic Variables in Iran

Leila Torki[1]
Vala Sanizadeh[2]

Received: 29-5-2022 Accepted: 19-6-2022

Aim and Introduction:
The choice between interest rate and money supply as the objective of monetary policy has always been a question in economic literature. Based on the results of many economic studies, the interest rate is a more appropriate target. Due to the instability of the demand for money, since the mid-1980s, the money supply has lost its generality, and instead, the use of interest rates has been used.
In Iran's economy, due to the prohibition of using bonds because of their usurious nature and determining the interest rates of bank deposits in a mandatory manner, it has not been possible to use the interest rate as the goal of monetary policy in recent years. In most of the researches, the monetary base growth rate is used as the target of the central bank's monetary policy.
This research tries to use dynamic stochastic general equilibrium approach in Iran, to examine the effects of implementing monetary policy through the regulated interbank interest rate and transaction of government debt securities and to compare its effects on the macroeconomic variables with the effects of common monetary policy of the central bank (setting the growth rate of the monetary base through changing the rate legal reserve).

Methodology:
In this research, a stochastic dynamic general equilibrium model of an open economy has been designed to analyze the effects of different monetary policy regimes on the macro variables of the Iranian economy. This model analyzes the characteristics of the Iranian economy such as the dependency on oil revenues, the persistent budget deficit and the misalignment of central bank's balance sheet. Also, based on the new Keynesian school, price stickiness has been considered in the model by Calvo's method (1983) for domestic, import and export intermediary companies.

Results and Discussion:
According to the graphs of impulse-response functions, as a result of the positive impulse of the interbank interest rate, the demand of banks for borrowing and the monetary base are reduced. The bank resources are limited, and the facilities granted to the companies are reduced. Due to the stability of the company's

1. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, (Corresponding Author), E-mail: l.torki@ase.ui.ac.ir
2. M.A. in Economics, Department of Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, University of Isfahan, E-mail: v.sanizadeh@ase.ui.ac.ir

demand, as a result of the additional demand for facilities, the interest rate of the facilities will increase.
By reducing the facilities granted to companies, the company must hire fewer factors based on optimization due to the higher cost of financing. The demand and wages of household labor will decrease. Due to the decrease in the demand for labor and capital by the company, the non-oil production also decreases. As a result, the inflation rate increases with the decrease in supply. On the other hand, with an increase in the real interest rate based on Euler's relationship and a decrease in household income due to a decrease in wages and employment of labor by companies, consumer spending decreases. Therefore, in response to the decrease in the demand of the whole economy, the price level gradually decreases and the economy returns to equilibrium. Due to the fact that in the model, imports are limited to consumer goods, with the reduction of household consumption expenses, imports also decrease.
According to the graphs of the impulse response function, with the increase in the growth rate of the monetary base, the resources available to banks increase, and bank facilities get available to companies in order to cover expenses. The facilities granted to the companies will increase, and due to the constant demand of the company, the cost of financing will decrease by reducing the interest rate of the facilities. As a result of optimization, by reducing the final cost of hiring agents, the company should employ more agents. So, the demand for household labor will increase. By hiring more factors by the company, non-oil production in the economy increases after impulse.

Conclusion:
The positive impulse of the interest rate of the interbank market (as a contractionary policy of the central bank) has a negative effect on the non-oil production by increasing the cost of financing of companies and reducing the facilities granted. As the supply of the entire economy decreases, the inflation rate also increases after the impulse is applied.
The positive momentum of the growth rate of the monetary base (as the central bank's expansionary policy) is expected to increase the lending of banks, and to reduce the interest rate of the facilities, if bank resources increase.
By comparing these impulse response functions under the application of each monetary policy regime, it seems that the effect of the impulse of the monetary base growth rate compared to the impulse of the interbank interest rate on the economy disappears in shorter periods.
These results are expected due to the fact that the targeting of interbank interest rates has less effect on the macroeconomic variables in Iran due to the restrictions on the issuance of government debt bonds and the implementation of open market operations by the central bank.

Keywords: Stochastic Dynamic General Equilibrium Model, Open Economy, Monetary Policy, Macroeconomic Variables of Iran
JEL Classification: E44, E58, E62