



# The Optimal Monetary Rule in the Iranian Economy Based on the Optimization of the Preference Function of the Central Bank

Mostafa Gorgini<sup>a</sup> , Noorullah Salehi Asfiji<sup>\*</sup> ,  
Seyyed Abdolmajid Jalae<sup>a</sup> 

a. Department of Theoretical Economics, Faculty of Economics and Management, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran.

<sup>\*</sup> Corresponding author

| Article Info                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                | Abstract                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                |
|-------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|---------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p><b>Article Type:</b><br/>Research Article</p> <p><b>Article History:</b><br/> <b>Received:</b><br/>24 Nov. 2024<br/> <b>Revised:</b><br/>21 June 2025<br/> <b>Accepted:</b><br/>01 Sept. 2025<br/> <b>Published:</b><br/>30 Sept. 2025</p> <p><b>Keywords:</b><br/> <i>Central Bank Loss Function, Iran, Monetary Authorities' Preferences, Optimal Control, Optimal Monetary Rule.</i></p> <p><b>JEL Classification:</b><br/> <i>C61, E52, E58.</i></p> | <p>This study aims to determine the optimal growth rate of money supply and the preference parameters of monetary authorities through an optimization framework under backward-looking expectations. By formulating the central bank's loss function with structural constraints including aggregate supply, aggregate demand, and money demand equations, and estimating these constraints using Ordinary Least Squares (OLS) for the period 1978-2022, the study derives the monetary authorities' preferences that minimize social welfare loss by stabilizing inflation, output, and smoothing money supply growth. The estimated preferences indicate that the central bank prioritizes inflation deviations, followed by deviations in money growth. Given that inflation changes predominantly stem from money supply variations in Iran, close attention to money growth deviations is critical. The optimal monetary policy rule suggests that stabilizing money growth should take precedence over output stabilization. Empirical evidence reveals a significant and persistent deviation between actual and optimal money growth, contributing to high inflation in Iran. Policy implications recommend aligning monetary policy with the optimal money growth framework to achieve effective inflation control and economic stability.</p> |

**Cite to this paper:** Gorgini, M., Salehi Asfiji, N., & Jalae, S. A. (2025). The Optimal Monetary Rule in the Iranian Economy Based on the Optimization of the Preference Function of the Central Bank. *Journal of Economic Research*, 60(3), 1302-1325.



©The Authors retain the copyright and full publishing rights.

**Publisher:** The University of Tehran Press.

**DOI:** [10.22059/JTE.2025.385929.1008952](https://doi.org/10.22059/JTE.2025.385929.1008952)

## تعیین رشد حجم بهینه پول در اقتصاد ایران بر اساس بهینه‌یابی تابع رجحان بانک مرکزی

مصطفی گرگینی<sup>۱</sup> , نوراله صالحی اسفیجی<sup>\*۱</sup> ,

سیدعبدالمجید جلایی<sup>۱</sup> 

۱. گروه اقتصاد نظری، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران.

\* نویسنده مسئول

| اطلاعات مقاله                                                                                                                                                                                                                                                                                                                      | چکیده                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                                  |
|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------------|
| <p>نوع مقاله: پژوهشی</p> <p>تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۰۹/۰۴</p> <p>تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۰۴/۰۱</p> <p>تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۶/۱۱</p> <p>تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۰۷/۰۸</p> <p><b>کلیدواژه‌ها:</b></p> <p>تابع زیان بانک مرکزی،<br/>رجحان‌های مقامات پولی،<br/>قاعده پولی بهینه،<br/>کنترل بهینه.</p> <p><b>طبقه‌بندی JEL:</b><br/>C61, E52, E58.</p> | <p>هدف مطالعه حاضر تعیین رشد حجم بهینه پول و به دنبال آن تعیین رجحان‌های مقامات پولی از طریق مسأله بهینه‌یابی در چارچوب انتظارات گذشته‌نگر است. برای رسیدن به این هدف، مسأله بهینه‌یابی تابع زیان بانک مرکزی را با توجه به قیود ساختاری از جمله معادله عرضه کل، تقاضای کل و تقاضای پول را تشکیل و پس از برآورد پارامترهای قیود از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برای دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۴۰۱، رجحان‌های مقامات پولی برای تثبیت تورم، تولید و هموارسازی رشد حجم نقدینگی که میزان زیان رفاه اجتماعی را حداقل می‌کند، انتخاب می‌گردد. نتایج حاکی از آن است که مقامات پولی با وزن‌های کالیبره شده، نرخ رشد حجم نقدینگی را بالاتر از نرخ بهینه آن تعیین کرده که این موضوع به طور همزمان به رشد تورم و شکاف تولید واکنش نشان می‌دهد در حالی که قاعده پولی بهینه حاصل از رجحان‌های بهینه، بیانگر این است که بانک مرکزی باید دستیابی به هدف ثبات نرخ رشد حجم نقدینگی را از ثبات تولید ارجح‌تر بداند. با توجه به دلایل فوق پیشنهاد می‌گردد که مقامات پولی با نگاه به حجم بهینه پول در اقتصاد ایران سیاست‌های پولی و میزان تولید را برنامه‌ریزی کنند. همچنین پژوهش حاضر می‌تواند زمینه‌ای برای انجام تحقیقاتی با موضوعات تأثیر حجم بهینه پول بر متغیرهای اقتصادی در ایران باشد.</p> |

**استناد به مقاله:** گرگینی، مصطفی، صالحی اسفیجی، نوراله، و جلایی، سیدعبدالمجید. (۱۴۰۴). تعیین رشد حجم بهینه پول در اقتصاد ایران بر اساس بهینه‌یابی تابع رجحان بانک مرکزی. *تحقیقات اقتصادی*، ۶۰(۳)، ۱۳۲۵-۱۳۰۲.



© نویسندگان.

ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: [10.22059/JTE.2025.385929.1008952](https://doi.org/10.22059/JTE.2025.385929.1008952)

## ۱- مقدمه

مطالعه نقش پول در اقتصاد کشورهای در حال توسعه و تأثیر آن بر متغیرهای کلان اقتصادی، تحلیل سیاستهای پولی و دیگر مسائل مرتبط با پول، در فرآیند برنامه‌ریزی اقتصاد از اهمیت به سزایی برخوردار است. با توجه به نقش پول در اقتصاد، ضروری است با بررسی نظریات جدید علمی در این زمینه، روند درازمدت عرضه پول براساس قاعده‌های علمی تبیین و اثرات رفاهی ناشی از عرضه پول در ایران، طبق آن قاعده مورد بررسی قرار گیرد و در نهایت، مقدار بهینه حجم پول محاسبه شود (دلالی اصفهانی، ۱۳۸۶).

شواهد بیانگر آن است که طی سه دهه گذشته، در غالب اوقات بانک مرکزی ایران قادر به دستیابی به اهداف سیاستی خود نبوده و متعهد نبودن به اهداف اعلام شده میانی، منجر به کاهش اعتبار سیاست‌های بانک مرکزی شده است. از سوی دیگر، با توجه به استمرار نرخ رشد پولی بالاتر از اهداف تعیین شده در سال‌های برنامه توسعه، می‌توان این گونه استنباط کرد که عملکرد بانک مرکزی دارای تورش انبساطی است و بانک مرکزی به طور قاعده‌مند به شکاف تولید و تورم واکنش نشان نمی‌دهد (کمیجانی، ۱۳۸۹). در این شرایط سیاست‌گذاری پولی با محدودیت‌های فراوانی مواجه است که به شکل شکاف نقدینگی، شکاف تولید، انتظارات تورمی بالا و زیان اعتباری<sup>۱</sup> برای بانک مرکزی خود را نمایان می‌سازد. حال چنانچه سیاست‌گذار پولی خود را متعهد به اجرای قاعده پولی بداند، ضمن کاهش تورش‌های تثبیت می‌تواند در شکل‌دهی به انتظارات تورمی و کسب اعتبار و مقبولیت به خوبی عمل کند.

هدف اصلی این مطالعه تعیین رجحان مقامات پولی ایران و در نتیجه آن تعیین میزان رشد بهینه حجم پول طی دوره زمانی ۱۳۷۲-۱۴۰۱ با بهره‌گیری از روش کنترل بهینه است. سؤالی که مطرح می‌شود این است که آیا در ایران نرخ حجم پول به صورت بهینه تغییر می‌کند؟ و همچنین میزان نرخ مذکور با میزان واقعی چه تفاوتی دارد؟ اطلاع از میزان رشد بهینه حجم پول به دلیل کمک به درک چگونگی اجرای سیاست‌ها و آثاری که انتظارات عاملان اقتصادی و در نتیجه آن تعیین متغیرهای کلیدی اقتصاد خواهند داشت، از اهمیت به سزایی برخوردار می‌باشد. آنچه این مطالعه را از مطالعات پیشین متمایز می‌سازد، بهره‌گیری از روش کالبراسیون، دوره زمانی متفاوت، چارچوب هدف‌گذاری تورم در تعیین رجحان‌های بانک مرکزی و نهایتاً بهره‌گیری از

۱. زیان اعتباری نقش کلیدی در مدیریت ریسک نکول ایفا می‌کند و به کسب‌وکارها امکان می‌دهد بر پایه پیش‌بینی‌های داده‌محور، زیان‌های احتمالی ناشی از عدم پرداخت اقساط را برآورد کرده و استراتژی‌های مناسبی برای کاهش این ریسک اتخاذ کنند. این ابزار از ابتدا به شرکت‌ها امکان می‌دهد تا احتمال

نکول مشتریان را ارزیابی کرده و بر مبنای آن، حد اعتبار اعطا شده را تنظیم کنند و بدین ترتیب از زیان‌های غیرمنتظره جلوگیری و سلامت مالی خود را حفظ کنند.

آزمون‌ها و روش‌های مختلف در اثبات علمی الگو می‌باشد. مطالعه حاضر مشتمل بر پنج بخش مقدمه، ادبیات تحقیق، مبانی نظری، تصریح الگو و نتیجه‌گیری می‌باشد.

## ۲- پیشینه پژوهش

کارایی حجم پول به انتظارات عاملان اقتصادی درباره سیاست فعلی و یا عملکرد سیاست آینده بستگی دارد. برای پیش‌بینی اینکه چگونه سیاست‌های اقتصادی اثرگذار هستند، اطلاع از نحوه شکل‌گیری انتظارات برای سیاست‌گذاران ضروری است و این درک تنها وقتی ممکن است که رفتار سیاستی قاعده‌مند باشد که در این صورت قاعده می‌تواند در تعیین انتظارات عقلایی عملکرد سیاست آینده، نقش مهمی ایفا کند (والش<sup>۱</sup>، ۲۰۱۳). از سوی دیگر، تحمیل تعهد بر رفتار پولی، همچون قواعد قیمتی و پولی، خطر بالقوه به‌کارگیری سیاست‌های ناگهانی را کاهش می‌دهد و نرخ‌های تعادلی تورم و رشد پولی می‌تواند با حرکت از نهادهای پولی صلاح‌دیدگی به سمت نهادهای قاعده‌مند، کاهش یابد (بارو<sup>۲</sup>، ۱۹۸۳).

مطالعات در مورد قاعده پولی بهینه بیشتر به سمت تحلیل حجم پول و سیاست‌های پولی گرایش داشته که در این حوزه می‌توان به پاسکا<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۱۳) اشاره نمود که قاعده پولی بهینه را در کشور پرو بررسی نموده است و نتایج این مطالعه نشان می‌دهد حجم پول واقعی در این کشور تفاوت زیادی با حجم بهینه پول داشته و اقتصاد این کشور با تورم بالا و انعطاف‌پذیر در حال حرکت می‌باشد.

آندراد و دیوینو<sup>۴</sup> (۲۰۱۵) حجم پول بهینه را در برزیل بررسی نمودند. نتایج این تحقیق نشان می‌دهد قاعده پولی بهینه در این کشور عمل نکرده و باعث گردیده حجم پول واقعی از میزان بهینه تفاوت داشته و باعث می‌شود در این کشور ثبات تورم مشاهده نگردد و در این کشور تمرکز بر ثبات تولید وجود دارد.

چای-تینگ<sup>۵</sup> (۲۰۲۰) با بررسی موضوع قوانین پولی در مالزی، سنگاپور و تایلند، نشان دادند که تورم گذشته و شکاف تولید در تابع واکنش سیاست پولی در مالزی و تایلند نقش دارند لذا توجه به تولید نسبت حجم بهینه پول در این کشورها نقش مهمتری ایفا می‌کند.

جلایی<sup>۶</sup> (۲۰۲۱) با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۷۹ تا ۲۰۱۸ و با به‌کارگیری چارچوب ARIMA، فرضیه‌های خنثایی بلندمدت پول (LMN) و ابرخنثایی بلندمدت پول (LMSN) را

1. Walsh

2. Barro

3. Pasca

4. Andrade and Divino

5. Chai-Thing

6. jalae

برای بخش صنعت و کل اقتصاد ایران بررسی می‌کند. یافته‌های بررسی خنثایی پول در بخش صنعت ایران نشان می‌دهد که وقتی پایه پولی ملاک باشد، خنثایی پول تأیید می‌شود، اما وقتی نقدینگی و حجم پول ملاک باشند، خنثایی پول رد می‌شود.

ال شاگی و ایشو<sup>۱</sup> (۲۰۲۳)، قوانین تیلور را برای ۵۰ کشور در سراسر جهان برآورد و نتایج این پژوهش نشان می‌دهد که استفاده از نرخ بهره به عنوان هدف میانی بیشترین اثرگذاری بر عملکرد بانک مرکزی یک کشور خواهد داشت لذا تغییر نرخ بهره و به طبع آن تغییر حجم پول در یک کشور می‌تواند تابع زیان بانک مرکزی را بهینه نماید.

نیپلت<sup>۲</sup> (۲۰۲۴)، نقش ارز دیجیتال بانک مرکزی (CBDC) و تحول نقدینگی را تجزیه و تحلیل می‌کند. نشان دادند که تعیین حجم بهینه پول، هزینه‌های اجتماعی تأمین نقدینگی را به حداقل می‌رساند و سیاست پولی بهینه از قوانین اصلاح‌شده فریدمن پیروی می‌کند و سهم بهینه ارز دیجیتال بانک مرکزی در پرداخت‌ها معمولاً از سهم سپرده‌ها بیشتر است.

در مطالعات انجام شده برای اقتصاد ایران نیز می‌توان به موارد زیر اشاره نمود:

صمدی (۱۳۷۷) کم‌خطرترین راه برای مقابله با عدم تعادل خارجی را کنترل بسط و اعتبارات داخلی توسط سیستم بانکی عنوان می‌کند. مطالعات فرزین وش و گودرزی (۱۳۸۰) و خورسندیان (۱۳۸۴) حاکی از تأیید دیدگاه نگرش پولی در اقتصاد ایران است. همچنین شقاقی شهری (۱۳۸۴) و نجارزاده و شقاقی شهری (۱۳۸۴) نیز به این نتیجه می‌رسند که اتخاذ افزایش حجم پول و به تبع آن تنزل ارزش پول ملی به منظور دستیابی به هدف کاهش کسری بخش خارجی سیاست کارآمدی نیست.

توکلیان و کمیجانی (۱۳۸۹) از طریق معرفی یک قاعده پولی برای رشد حجم پول، میزان حساسیت بانک مرکزی را در تعیین حجم پول در دوران رونق و رکود را بررسی کردند. برآورد مدل مارکوف سوئیچینگ در مقاله مذکور نشان می‌دهد که در دوران رکود حساسیت بانک مرکزی بر روی شکاف تولید و در دوران رونق بر روی تورم است. فرازمند و همکاران (۱۳۹۱) با بررسی قواعد پولی و مالی بهینه تحت شرایط اصلاح قیمت حامل‌های انرژی در ایران پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان می‌دهد که قاعده پولی بهینه تابعی از متغیرهای نرخ سود حقیقی، رشد شکاف تولید، نرخ تورم، رشد درآمدهای حقیقی نفت، رشد قیمت نسبی انرژی، ضریب جینی است.

قلی زاده و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از تکنیک برنامه‌ریزی پویا به بررسی قاعده بهینه پولی در اقتصاد ایران طی دوره زمانی ۱۳۷۳ تا ۱۳۹۴ پرداخته‌اند. نتایج حاصل از بهینه‌یابی بیانگر

<sup>1</sup>. El-Shagi and Yishuo

<sup>2</sup>. Niepelt

این است که در کل دوره مورد بررسی، واکنش نرخ رشد نقدینگی نسبت به شکاف تولید بیشتر از انحراف تورم بوده است.

بیابانی و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی قاعده بهینه پولی بانک مرکزی ایران در خصوص متغیرهای سیاستی نرخ ارز و پایه پولی پرداخته است. نتایج پژوهش نشان می دهد که با افزایش شکاف تولید چنانچه نرخ ارز در رژیم پایین باشد، منجر به افزایش نرخ ارز و چنانچه نرخ ارز در رژیم بالا باشد، منجر به کاهش آن می شود. همچنین با افزایش شکاف تورم، چنانچه نرخ ارز در رژیم بالا قرار داشته باشد، نرخ ارز می تواند افزایش یابد؛ اما در رژیم پایین نرخ ارز تاثیر معناداری ندارد. افزایش شکاف تولید در تمام رژیم های حاکم بر پایه پولی، منجر به افزایش پایه پولی در کشور شده است؛ اما افزایش شکاف تورمی چنانچه پایه پولی در رژیم بالا باشد، منجر به کاهش و چنانچه در رژیم پایین باشد، می تواند موجب افزایش پایه پولی در کشور شود. براساس این نتایج، توصیه می کنیم بانک مرکزی در تعیین حجم پول به رژیم های رفتاری پایه پولی و نرخ ارز توجه داشته باشد و در هر رژیم، بسته به شرایط، حجم پول مناسب را تعیین کند.

### ۳- مبانی نظری

این بخش بر اساس رفتار عاملان اقتصادی گذشته نگر به دنبال برآورد یک الگوی پایه می باشیم. این مدل حالتی از مدل بررسی شده توسط سونسون<sup>۱</sup> (۱۹۹۷) و بال<sup>۲</sup> (۱۹۹۷) است. اقتصاد توسط دو معادله تقاضای کل و عرضه کل معرفی می شود.

$$Y_t = -\beta m_{t-1} + u_t^{IS}, \beta > 0 \quad (1)$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha(y_{t-1} - y_{t-1}^n), \alpha > 0 \quad (2)$$

$$u_t^{IS} = \rho_{IS} u_{t-1}^{IS} + \varepsilon_t^{IS}, -1 < \rho_{IS} < +1 \quad (3)$$

$$y_t^n = \rho_Y y_{t-1}^n + \varepsilon_t^Y, 0 < \rho_Y < +1 \quad (4)$$

$$y_t^* - y_t^n = \Delta, \Delta \geq 0 \quad (5)$$

معادله اول، منحنی IS مرسوم است و واکنش با وقفه نسبت به رشد حجم پول دارد. معادله دوم، منحنی فیلیپس است که تغییر در تورم توسط شکاف بین سطح ارزش اسمی و واقعی تولید تعیین می شود. دو معادله دیگر، شوک های وارد شده به منحنی IS و سطح ارزش اسمی تولید را شرح می دهند. معادله آخر بیانگر وجود شکاف ثابت میان سطح قیمت والرایی و منعطف تولید است. با توجه به اینکه انحراف تولید و تورم از سطح والرایی نامطلوب است. بنابراین بانک مرکزی

<sup>1</sup>. Svensson

<sup>2</sup>. Ball

به دنبال حداقل کردن رابطه  $E[(y - y^*)^2] + \lambda E[\pi^2]$  است. اولین گام برای حل مدل مذکور، تعریف شکاف تولید،  $y$  به صورت  $y - y^n$  است.

با توجه به توضیحات فوق معادلات ۱ و ۲ به صورت زیر بازنویسی می‌گردد:

$$y = -\beta m_{t-1} + u_t^{IS} - y_t^n \quad (۶)$$

$$\pi_t = \pi_{t-1} + \alpha y_{t-1} \quad (۷)$$

با توجه به اینکه در دوره  $t+1$  مسیرهای تورم و تولید توسط  $E_t[y_{t+1}]$  و  $\pi_{t+1}$  و شوک‌های آینده تعیین می‌شوند. به همین دلیل، بر اساس سیاست بهینه،  $E_t[y_{t+1}]$  تابعی از  $\pi_{t+1}$  می‌باشد. لذا سیاست بهینه با فرض خطی بودن به شکل زیر است:

$$E_t y_{t+1} = -q \pi_{t+1} \quad (۸)$$

برای بدست آوردن میزان  $q$ ، باید  $E[(y - y^*)^2] + \lambda E[\pi^2]$  تابعی  $q$  باشد. بدین منظور معادله ۶ به صورت زیر خواهد بود:

$$y_t = E_{t-1} y_t + \varepsilon_t^{IS} - \varepsilon_t^{IS} \quad (۹)$$

$$y_t = -q \pi_t + \varepsilon_t^{IS} - \varepsilon_t^{IS}$$

بنابراین معادله ۷ دلالت بر این دارد که:

$$\pi_{t+1} = \pi_t + \alpha y_t \quad (۱۰)$$

$$\pi_{t+1} = (1 - \alpha q) \pi_t + \alpha \varepsilon_t^{IS} - \alpha \varepsilon_t^Y$$

در بلندمدت  $E[\pi_t^2]$  و  $E[\pi_{t+1}^2]$  برابر هستند. بنابراین می‌توان معادله ۱۰ را برای  $E[\pi_t^2]$  حل کرد، لذا خواهیم داشت:

$$E[\pi^2] = \frac{\alpha^2}{1 - (1 - \alpha q)^2} (\sigma_Y^2 + \sigma_{IS}^2) \quad (۱۱)$$

$$E[\pi^2] = \frac{\alpha^2}{\alpha q (2 - \alpha q)} (\sigma_Y^2 + \sigma_{IS}^2)$$

برای پیدا کردن  $E[(y - y^*)^2]$ ، می‌دانیم که:

$$(y - y^*) = (y - y^n) - (y^* - y^n)$$

از این رو برابر است با  $y - \Delta$ . بنابراین با استفاده از معادله ۹ خواهیم داشت:

$$E\left[(y-y^*)^2\right]=\Delta^2+q^2E\left[\pi^2\right]+\sigma_Y^2+\sigma_{IS}^2 \quad (12)$$

عبارت ۱۱ و ۱۲ بیانگر این هستند که میزان زیان بانک مرکزی تابعی از  $q$  است. شرط مرتبه اول برای  $q$  درجه دو است. با توجه به صفر شدن واریانس  $y$  و  $\pi$ ، خواهیم داشت:

$$q^* = \frac{-\lambda\alpha + \sqrt{\alpha^2\lambda^2 + 4\lambda}}{2} \quad (13)$$

معادله ۱۳ دلالت بر این دارد که وقتی  $\lambda$  به صفر میل می‌کند،  $q^*$  به صفر میل می‌کند و بانک مرکزی همواره سیاست را به گونه‌ای اعمال می‌کند که  $E_t[y_{t+1}]$  صفر باشد. وقتی  $\lambda$  افزایش می‌یابد،  $q^*$  افزایش می‌یابد و بانک مرکزی وزن بیشتری برای ثبات تورم در نظر می‌گیرد، تا تورم را به سطح بهینه بازگرداند. وقتی  $\lambda$  به بی‌نهایت میل می‌کند،  $q^*$  به  $\frac{1}{\alpha}$  میل می‌کند که مطابق با سیاستی است که بعد از شوک، تورم را بسیار سریع به صفر بر می‌گرداند.

سونسون (۱۹۹۷) و بال (۱۹۹۹) بیان می‌کنند، سیاست بهینه می‌تواند به صورت هدف‌گذاری تورمی تفسیر شود. چنانچه معادله ۱۰ برای  $\pi_{t+2}$  بکار برده شود،  $E_t[\pi_{t+2}]$  برابر با  $(1-\alpha q)\pi_{t+1}$  خواهد بود. چون  $q$  بین صفر و  $\frac{1}{\alpha}$  است،  $(1-\alpha q)$  نیز بین صفر و یک است. بنابراین سیاست بهینه منطبق با قاعده‌ای برای رفتار تورم‌انتظاری به شکل زیر است:

$$E_t[\pi_{t+2}] = \varphi\pi_{t+1} \quad (14)$$

در این جا  $\varphi$  بین صفر و یک است. در حالت حدی اگر  $\lambda$  به سمت بی‌نهایت میل کند (بانک مرکزی تنها مراقب تورم باشد)،  $q$  برابر  $\frac{1}{\alpha}$  و  $\varphi$  برابر صفر است و گفته می‌شود بانک مرکزی بر اساس یک هدف‌گذار تورمی محض<sup>۱</sup> رفتار می‌کند. برای مقادیر مثبت  $\varphi$  و  $\lambda$  بین صفر و یک است و سیاست انعطاف‌پذیر خواهد بود (با توجه به هدف‌گذاری تورمی).

رشد واقعی حجم پول  $m_t^n$  مقداری از  $m_t$  است که  $y_{t+1}^n = y_{t+1}$  قرار می‌دهد. از رابطه ۱ یا ۶ این پارامتر عبارت است از:

$$m_t^n = -\frac{1}{\beta}(y_{t+1}^n - u_{t+1}^{IS}) \quad (15)$$

با این تعریف می‌توان رابطه ۶ را دوباره به صورت زیر می‌توان بازنویسی کرد:

$$y_t = -\beta(r_{t-1} - m_{t-1}^n) \quad (16)$$

<sup>1</sup>. Strict inflation targeted

از این رو؛

$$E[y_{t+1}] = \beta(r_t - E[m_t^n]) \quad (۱۷)$$

حال بانک مرکزی  $m_t$  را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که  $E[y_{t+1}]$  برابر  $-q\pi_{t+1}$  و  $\pi_{t+1}$  برابر  $\pi_t + \alpha y_t$  باشد. با جای‌گذاری این عوامل در رابطه ۱۷ خواهیم داشت:

$$-q[\pi_t + \alpha y_t] = -\beta(r_t - E[m_t^n]) \quad (۱۸)$$

یا

$$m_t = E[m_t^n] + \frac{q}{\beta}\pi_t + \frac{\alpha q}{\beta}y_t \quad (۱۹)$$

بنابراین با عنایت به قیود تعریف شده در معادلات ۳ تا ۵ مشخص گردید، سیاست پولی بهینه می‌تواند به صورت قاعده رشد حجم پول شرح داده شود و بانک مرکزی میزان رشد حجم پول را برابر برآورد آن از تعادل یا رشد واقعی به علاوه تابعی خطی از تولید و تورم تنظیم می‌کند.

#### ۴- تصریح الگو و روش برآورد قاعده پولی بهینه

##### ۴-۱- الگوی ساختاری اقتصاد

در این مطالعه یک الگوی ساختاری با انتظارات گذشته‌نگر برای اقتصاد ایران بیان نموده‌ایم. این الگوی بر مبنای مطالعه رودبوسک و سونسون<sup>۱</sup> (۱۹۹۹) و آرگون و پورتوگال<sup>۲</sup> (۲۰۰۹) می‌باشد. قیود در نظر گرفته شده جهت بهینه‌یابی الگو عبارتند از:

$$\pi_{t+1} = \alpha_1\pi_t + \alpha_2m_t + \alpha_3y_t + \alpha_4\Delta q + \varepsilon_{\pi t} \quad (۲۰)$$

$$y_{t+1} = c + \beta_1(m_{t-1} - \pi_{t-1}) + \beta_2y_t + \beta_3y_{t-1} + \beta_4re_{t-1} + \varepsilon_{yt} \quad (۲۱)$$

$$m_{t+1} = c + \sigma_1y_t + \sigma_2\pi_t + \sigma_3m_t + \varepsilon_{mt} \quad (۲۲)$$

که در آن؛  $\pi_t$  نرخ تورم،  $y_t$  درصد شکاف تولید (بین تولید ناخالص داخلی واقعی ( $Y_t$ ) و تولید ناخالص داخلی بالقوه ( $Y_t^p$ ) به صورت،  $y_t = 100 * [(Y_t - Y_t^p) / Y_t^p]$  است؛  $m_t$  رشد حجم نقدینگی؛  $(m_{t-1} - \pi_{t-1})$  رشد حجم نقدینگی حقیقی؛  $re_t$  لگاریتم نرخ ارز حقیقی است. برای متغیر شکاف، میزان روند با استفاده از روش فیلتر هادریک-پرسکات محاسبه نموده‌ایم. بخش‌های  $\varepsilon_y$ ،  $\varepsilon_m$  و  $\varepsilon_{\pi}$  شوک‌های عرضه، تقاضا و پول هستند.

<sup>۱</sup>. Rudebusch and Svensson

<sup>۲</sup>. Aragon and Portugal

معادله ۲۰، منحنی فیلیپس می‌باشد که تورم را به متغیر تولید و وقفه تورم مرتبط می‌کند. با پذیرش پولی بودن تورم در اقتصاد ایران<sup>۱</sup>، میزان رشد حجم نقدینگی، به عنوان عاملی دیگر در رابطه وارد شده است. معادله ۲۱، منحنی IS می‌باشد که رابطه بین شکاف تولید را با حجم نقدینگی حقیقی و نرخ ارز حقیقی نشان می‌دهد.<sup>۲</sup>

معادله ۲۲، رشد حجم پول را بر مبنای تولید و تورم در نظر گرفته می‌گیریم (جندقی، ۱۳۹۷).

لازم به توضیح است در خصوص معادله ۲۲ در مقاله (رودبوسک و سونسون) بر اساس نرخ بهره قبود در نظر گرفته شده است اما در این مقاله به دلایل ذیل از نرخ رشد حجم نقدینگی به جای نرخ بهره استفاده می‌کنیم.

#### ۴-۲- تأثیر گسترده‌تر بر فعالیت‌های اقتصادی

تغییرات در حجم پول می‌تواند به طور مستقیم بر میزان نقدینگی موجود در اقتصاد، تورم و رشد اقتصادی تأثیر بگذارد. این تأثیرات گسترده‌تر می‌تواند در شرایط خاص، ابزاری کارآمدتر از تغییرات نرخ بهره باشد که بیشتر بر هزینه استقراض و سرمایه‌گذاری تأثیر می‌گذارد.

- **کاهش نوسانات نرخ بهره:** در برخی موارد، سیاست‌گذاران ممکن است ترجیح دهند به جای تغییرات مکرر نرخ بهره، از حجم پول و نقدینگی به عنوان ابزاری برای تثبیت بازار استفاده کنند. این رویکرد می‌تواند به کاهش نوسانات در بازارهای مالی و جلوگیری از ایجاد شوک‌های ناگهانی در اقتصاد کمک کند.

- **تنظیم تورم:** کنترل حجم پول و نقدینگی می‌تواند ابزاری مؤثر برای مدیریت تورم باشد. با افزایش حجم نقدینگی، تقاضا برای کالاها و خدمات افزایش می‌یابد که می‌تواند منجر به افزایش قیمت‌ها شود. در مقابل، کاهش حجم پول می‌تواند به کاهش تورم کمک کند.

- **تأثیر بر انتظارات:** حجم نقدینگی می‌تواند بر انتظارات فعالان اقتصادی از آینده تأثیر بگذارد. افزایش حجم پول می‌تواند انتظارات تورمی را افزایش دهد، در حالی که کاهش آن می‌تواند انتظارات تورمی را کاهش دهد. این انتظارات می‌توانند نقش مهمی در شکل‌گیری رفتار اقتصادی افراد و شرکت‌ها داشته باشند (صمصامی، ۱۳۸۸).

۱. معاونت اقتصادی بانک مرکزی ایران (۱۳۸۲): کاکویی (۱۳۹۳) و طیب نیا (۱۳۸۹)

۲. تعیین تعداد وقفه در معادلات فوق، از طریق تحلیل همبستگی نگار (Correlogram-Cross) بدست آمده است.

با توجه به اینکه بیشتر ابزارهای پولی‌ایی که بانک مرکزی استفاده می‌کند و باعث تغییر در نرخ‌های بهره و حجم نقدینگی می‌شوند عبارتند از: نرخ تنزیل مجدد، نسبت سپرده قانونی و عملیات بازار باز و از طرف دیگر با عنایت به اینکه در ایران قابلیت استفاده از نرخ بهره به دلیل وجود عملیات بانکداری بدون ربا وجود ندارد لذا تغییر حجم پول مهمترین ابزار پولی بانک مرکزی محسوب می‌شود. همچنین با توجه به اینکه نرخ بهره در طول سال ثابت است و بانک مرکزی نمی‌تواند از آن به عنوان یک ابزار کاربردی استفاده نماید. به همین دلیل در نهایت قاعده‌ای که حاصل خواهد شد بر پایه کنترل رشد حجم پول خواهد بود (فیضی و همکاران، ۱۳۹۷).

### ۴-۳- تعیین قاعده پولی بهینه و رجحان‌های بانک مرکزی

با عنایت به اینکه مقامات پولی به دنبال حداقل کردن ارزش انتظاری تابع زیان می‌باشند لذا بر اساس روابط زیر خواهیم داشت:

$$E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^{\tau} LOSS_{t+\tau} \quad (23)$$

که در آن؛

$$LOSS_t = \lambda_{\pi} (\pi_t - \pi^*)^2 + \lambda_y y_t^2 + \lambda_{\Delta m} (m_t - m_{t-1})^2 \quad (24)$$

در رابطه فوق  $\delta^1$ ، که نرخ تنزیل بین دوره‌ای در نظر گرفته شده است بین صفر و یک می‌باشد  $(0 < \delta < 1)$ ،  $E_t$  متغیر انتظارات در زمان  $t$  بوده و همه وزن‌ها مثبت و یا مساوی صفر هستند.  $\lambda_{\pi} \geq 0$ ،  $\lambda_y \geq 0$  و  $\lambda_{\Delta m} \geq 0$  با این هدف، فرض می‌کنیم مقامات پولی تورم سالانه را تثبیت می‌کنند تا شکاف تورم را به سمت صفر هدایت کنند و مسیر رشد حجم نقدینگی را هموار نمایند. پارامترهایی که رجحان‌های مقامات پولی در اجرای سیاست‌های مختلف اندازه‌گیری می‌کنند،  $\lambda_{\pi}$ ،  $\lambda_y$  و  $\lambda_{\Delta m}$ ، دلیل بر میزان اهمیت تثبیت تورم، شکاف تولید و شکاف نقدینگی (با تغییر رشد حجم پول) دارد. همچنین فرض می‌کنیم مجموع پارامترهای رجحان‌های مقامات پولی برابر با یک است  $(\lambda_{\pi} + \lambda_y + \lambda_{\Delta m} = 1)$ .

۱. تابع زیان بانک مرکزی بر اساس (Aragon and Portugal, 2009) تابعی از شکاف نرخ بهره می‌باشد اما در ایران به دلیل اینکه عمده ابزارهای پولی مورد استفاده بانک مرکزی نرخ تنزیل مجدد، نسبت سپرده قانونی و عملیات بازار باز می‌باشد که موجب تغییر

نرخ‌های بهره و حجم نقدینگی می‌شوند. اما به دلیل وجود عملیات بانکداری بدون ربا در ایران قابلیت استفاده از نرخ بهره در سیاست‌گذاری‌های پولی وجود ندارد. بنابراین مهمترین ابزار اجرای سیاست پولی در ایران بر پایه تغییر در حجم پول استوار است. به همین دلیل از نرخ رشد حجم پول بجای نرخ بهره استفاده شده است.

با عنایت به مراتب فوق جهت برآورد حجم بهینه پول و قاعده پولی بهینه، ابتدا قیود را در قالب فضا-حالت<sup>۱</sup> بیان می‌شوند. ابتدا از طریق سیستم معادلات ۲۰، ۲۱ و ۲۲ مسأله را بهینه یابی می‌کنیم.

رابطه فضا-وضعیت متناسب عبارت است از:

$$X_{t+1} = AX_t + Bi_t + \varepsilon_{t+1} \quad (25)$$

که در آن  $X_{t+1}$  یک بردار  $(1 \times 9)$  از متغیرهای وضعیت،  $i_t$  متغیر کنترل برای رشد حجم نقدینگی و  $\varepsilon_{t+1}$  یک برداری است که شوک‌های عرضه، تقاضا و پول را نشان می‌دهد ضمناً فرض می‌شود این متغیر نرمال می‌باشد.

بنابراین عناصر بردار  $X$  به صورت زیر است:

$$X'_t = [\pi_t \pi_{t-1} \pi_{t-2} y_t y_{t-1} y_{t-2} y_{t-3} e_{t-1} m_{t-1}] \quad (26)$$

پس از نشان دادن سیستم معادلات به شکل فوق، بایستی تابع زیان به صورت ماتریسی بیان گردد؛ بدین منظور ابتدا بایستی متغیرهای وضعیت و کنترل تفکیک و ارائه شود:

$$Z_t = C_x X_t + C_i i_t \quad (27)$$

بر اساس رابطه فوق، تابع ۲۳ خواهد شد:

$$LOSS = Z'_t K Z_t \quad (28)$$

که در آن  $K$  ماتریس قطری است و پارامترهای رجحان مقامات پولی عناصر قطره‌ای آن را تشکیل می‌دهند.

با جای گذاری معادله ۲۷ در معادله ۲۸، تابع زیان بانک مرکزی به صورت زیر بیان می‌گردد:

$$\begin{aligned} LOSS &= X'_t R X_t + i' Q i_t + 2 X'_t H i_t \\ R &= C'_x K C_x \\ H &= C'_x K C_i \\ Q &= C'_i K C_i \end{aligned} \quad (29)$$

بنابراین تابع زیان بانک مرکزی به صورت یک تابع خطی با افق نامحدود تبدیل می‌گردد:

$$\min_{t=0}^{\infty} E_0 \sum \delta^t [Z'_t K Z_t] = \min_{t=0}^{\infty} E_0 \sum \delta^t [X'_t R X_t + i' Q i_t + 2 X'_t H i_t] \quad (30)$$

با توجه به مفروضات ساختاری:

$$X_{t+1} = AX_t + Bi_t + \varepsilon_{t+1} \quad (31)$$

<sup>1</sup>. state space model

معادله بلمن<sup>۱</sup> ۳۰ که در واقع تابع مقدار می باشد به صورت زیر می باشد:

$$V(X_t) = -X_0 PX - d \quad (32)$$

P معادله ماتریس ریکارتی<sup>۲</sup> (ماتریس متقارن شبه معین مثبت است) را نشان می دهد. با استفاده از شرایط مرتبه اول و قواعد ریاضی حجم پول بهینه را می توان به صورت زیر بدست آورد:

$$m_t = fX_t$$

$$m_t = -(Q + \beta B'PB)^{-1}(\beta B'PA + H')X_t \quad (33)$$

معادله ۳۳ بیانگر این است که در صورت در نظر گرفتن رجحان های مقامات پولی با قیود عرضه کل، تقاضای کل و تقاضای پول، حجم پول بهینه یک تابع خطی از متغیرهای وضعیت ( $X_t$ ) و بردار خطی f است.

#### ۴-۴- کالیره کردن رجحان های مقامات پولی

برای تعیین رجحان های مقامات پولی، از روش کالیبراسیون که سایر محققان<sup>۳</sup> استفاده کرده اند، استفاده می کنیم که رفتار گذشته نگر عاملان اقتصادی را بررسی کرده اند. به طور کلی کالیبراسیون به روش زیر انجام می گردد:

- ۱- پارامترهایی که ساختار اقتصاد ایران را تشکیل می دهند (معادلات ۲۰، ۲۱ و ۲۲)، برآورد می کنیم و پس از برآورد، ضرایب بدست آمده در قالب فضا-وضعیت بازنویسی می شوند.
- ۲- ضرائب قاعده بهینه برای مجموعه بزرگی از مقادیر رجحان ها حل می شود. بطور خاص برای یک مقدار مفروض رجحان هموار سازی رشد حجم نقدینگی  $\lambda_{\Delta m}$  قاعده پولی بهینه برای هر ترکیب ممکن از  $\lambda_\pi$  و  $\lambda_y$  در فاصله  $[0/001 - (1 - \lambda_{\Delta m} - 0/001)]$  بدست می آید. پارامتر رجحان  $\lambda_{\Delta m}$  می تواند در فاصله  $(0 - 0/95)$  با گام  $0/05$  تغییر کند.
- ۳- مقادیر بدست آمده از متغیرهای برآوردی وضعیت را جای گذاری کرده تا مسیر بهینه حجم پول را بدست آوریم.

$$SD = \sum_{t=1}^T [i_t - i_t(\lambda_\pi \lambda_y \lambda_{\Delta m})] \quad (34)$$

<sup>1</sup>. Bellman's Equation

<sup>2</sup>. Matrix Ricatti equation

<sup>3</sup>. Castelnuevo and Suricoo (2003); Collins and Siklos (2004); Castelnuevo (2004); Portugal and Aragón (2009)

## ۵-نتایج

### ۵-۱- نتایج برآورد الگوی اقتصاد کلان ایران

برای تعیین رجحان‌های مقامات پولی در تابع زیان بانک مرکزی می‌بایست الگوی اقتصاد کلان ساختاری برای دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۴۰۱ (معادلات ۲۰، ۲۱ و ۲۲)، برآورد گردد.

معادلات مذکور به روش حداقل مربعات معمولی<sup>۱</sup> (OLS) برآورد می‌کنیم. پارامترهای برآورد شده معادلات فوق در جدول (۱) نشان داده‌ایم.

نتایج منحنی فیلیپس نشان می‌دهد ضریب متغیر شکاف تولید در زمان  $t-1$  باعث افزایش ۲۵ درصدی در تورم سالانه در زمان  $t$  می‌شود. در مجموع نتایج برآورد معادله فوق نشان‌دهنده نقش کلیدی و مهم میزان رشد حجم پول و شکاف تولید بر تورم است.

ضرایب نرخ ارز حقیقی و رشد حجم نقدینگی حقیقی در معادله IS معنی‌دار است. به طوری که با یک درصد افزایش در متغیر رشد حجم نقدینگی در دوره  $t-1$ ، شکاف تولید حدود ۱۹ درصد در دوره  $t$  کاهش می‌یابد. تورم‌های بالا در شرایط بی‌ثبات موجب افزایش کسری بودجه دولت می‌شود. چون دولت خود بزرگترین مصرف‌کننده است و از مجرای اثر الیورا-تانزی هزینه‌های دولت فوراً با تورم افزایش می‌یابد (اسکویی، ۱۴۰۲) و از طرفی با عنایت به اینکه سهم قابل توجهی از تولید ناخالص داخلی هزینه‌های دولت می‌باشد لذا با افزایش مخارج دولت GDP افزایش یافته و در نتیجه شکاف تولید کاهش می‌یابد (حسین زاده، ۱۳۹۶).

نتیجه مهم دیگر درباره معادله ۲۲، اثر تورم بر رشد حجم پول و همبستگی مثبت بین این دو متغیر است. با عنایت به همبستگی تورم و حجم پول در صورتی که حجم پول با افزایش قابل توجهی روبه‌رو گردد در این حالت کشور به سمت تورم شدید (ابر تورم) خواهد رفت که در این صورت بر اساس مدل کاگان تعیین نرخ ارز در وضعیت ابر تورم توسط عرضه و تقاضای پول و در بازار پول انجام می‌پذیرد.

نتایج حاصل از برآورد معادله ۲۲ نشان می‌دهد با ثابت بودن سایر شرایط در صورتی که تورم یک درصد در دوره  $t$  افزایش یابد حجم پول در دوره  $t+1$  به میزان ۲۱ درصد افزایش خواهد یافت. در انتها، آزمون‌های مربوط به خودهمبستگی<sup>۲</sup>، ناهمسانی واریانس<sup>۳</sup> و نرمال بودن<sup>۴</sup> معادلات برآورد شده را نشان می‌دهیم. نتایج آن حاکی از عدم وجود خودهمبستگی و ناهمسانی واریانس برای پسماندهای معادلات برآوردی می‌باشد.

1. Ordinary Least Squares

2. Autocorrelation

3. Conditional heteroskedasticity

4. Non-normality

با توجه به اینکه در این مطالعه از مدل گذشته‌نگر استفاده شده است، انتقاد لوکاس ممکن است بر آن وارد باشد. اهمیت تجربی این انتقاد می‌تواند از طریق آزمون ثبات اقتصادسنجی<sup>۱</sup> مورد بررسی قرار گیرد (اولینر<sup>۲</sup>، ۱۹۹۴). معادلات برآورد شده، این انتقاد را رد می‌کنند.

جدول ۱. نتایج برآورد معادلات

| معادله اول |         |       | معادله دوم |       |        | معادله سوم |       |       |
|------------|---------|-------|------------|-------|--------|------------|-------|-------|
| پارمتر     | ضریب    | t     | پارمتر     | ضریب  | t      | پارمتر     | ضریب  | t     |
| $\alpha_1$ | ۰/۵۴    | ۴/۰۶* | $\beta_1$  | -۰/۱۹ | -۲/۰۱  | $\sigma_1$ | -۰/۲۱ | -۱/۴۷ |
| $\alpha_2$ | ۰/۵۷    | ۶/۲۵  | $\beta_2$  | -۰/۰۷ | -۰/۵۲  | $\sigma_2$ | ۰/۲۱  | ۲/۰۲  |
| $\alpha_3$ | ۰/۲۵    | ۱/۷۶  | $\beta_3$  | ۰/۰۴  | ۰/۲۸   | $\sigma_3$ | ۰/۴   | ۲/۴   |
| $\alpha_4$ | ۰/۰۰۰۱  | ۰/۷۶  | $\beta_4$  | -۵/۸  | -۳/۶۴۴ | C          | ۲۳/۵  | ۶/۸۹  |
| $\alpha_4$ | -۰/۰۰۰۱ | -۰/۷۶ | C          | ۳۲/۴  | ۵/۳۲   |            |       |       |

| معادله اول |      |            | معادله دوم |      |            | معادله سوم |      |         |
|------------|------|------------|------------|------|------------|------------|------|---------|
| $R^2$      | DW   | $X_N^2$    | $R^2$      | DW   | $X_N^2$    | $R^2$      | DW   | $X_N^2$ |
| ۰/۵        | ۱/۸۲ | ۰/۶        | ۰/۲۸       | ۱/۹۵ | ۰/۸        | ۰/۳۲       | ۱/۸۹ | ۰/۸     |
| $X_{sc}^2$ | ۰/۴  | $X_H^2$    | ۰/۳        | ۰/۳  | $X_{RR}^2$ | $X_{sc}^2$ | ۰/۵  | ۰/۱     |
| $X_H^2$    | ۰/۲  | $X_{RR}^2$ | ۰/۱        | ۰/۳  |            | $X_H^2$    | ۰/۱  | ۰/۳     |

منبع: یافته‌های پژوهش.

## ۵-۲- کالیبره کردن رجحان‌های بانک مرکزی در رژیم هدف گذاری تورم

رجحان‌های مقامات پولی بر اساس تثبیت تورم، تولید و هموارسازی رشد حجم نقدینگی که میزان زیان رفاه اجتماعی را حداقل می‌کنند، انتخاب می‌شوند. با جایگذاری بردار وضعیت در هر دوره میزان رشد بهینه حجم پول در هر نقطه از زمان بدست می‌آید. به پیروی از آرگون و پورتوگال (۲۰۰۹) و پاسکا (۲۰۱۳) فرض می‌شود که عامل تنزیل ۰/۹۸ باشد.

در ابتدا در نظر گرفتن وزن‌های کم برای هموارسازی رشد حجم پول، زیان رفاه اجتماعی زیادی ایجاد می‌کند. این نتیجه نشان می‌دهد که مقامات پولی باید وزن بیشتری برای هموارسازی رشد حجم پول در تابع زیان بانک مرکزی در نظر گیرند. نتایج نشان می‌دهد وقتی رجحان‌های

<sup>1</sup>. Jarque-Bera test

<sup>2</sup>. Oliner

بانک مرکزی در بازه ۰/۰۵ تا ۰/۴۰ افزایش می‌یابد، از طرف دیگر، رجحان‌ها برای ثبات تولید کاهش یافته و حتی قابل چشم پوشی است.

علاوه بر این، بر اساس روش برآوردی موریاس<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۰۷)، وزن هموارسازی رشد نقدینگی در بازه [0-0.95] به صورت ثابت ۰/۰۵ تغییر می‌کند. برای هر مقدار  $\lambda_{\Delta m}$ ، قانون سیاست بهینه را برای هر ترکیب ممکن از  $\lambda_y$  و  $\lambda_\pi$  در بازه  $[0.001 - (1 - \lambda_{\Delta m} - 0.001)]$  در مراحل ۰/۰۰۱ محاسبه می‌کنیم. این استراتژی کالیبراسیون، به ما امکان می‌دهد قانون سیاست پولی را به دست آوریم و پارامترهای تابع زیان را انتخاب کنیم که انحراف مجذور مسیر بهینه را از مسیر واقعی به حداقل می‌رساند.

جدول ۲. پارامترهای برآورد شده تابع زیان بانک مرکزی

| $\lambda_{\Delta m}$ | $\lambda_\pi$ | $\lambda_y$ | LOSS    |
|----------------------|---------------|-------------|---------|
| ۰/۰۰                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۹۹۹       | ۲۸۲/۴۲  |
| ۰/۰۵                 | ۰/۲۴۸         | ۰/۷۰۲       | ۲۶۷/۳۵  |
| ۰/۱۰                 | ۰/۴۴۵         | ۰/۴۵۵       | ۲۳۹/۳۴  |
| ۰/۱۵                 | ۰/۶۰۰         | ۰/۲۵۰       | ۲۲۴/۳۴  |
| ۰/۲۰                 | ۰/۷۲۷         | ۰/۰۷۳       | ۲۱۸/۰۱  |
| ۰/۲۵                 | ۰/۷۴۹         | ۰/۰۰۱       | ۱۱۳/۰۸  |
| ۰/۳۰                 | ۰/۶۹۹         | ۰/۰۰۱       | ۱۳۵/۹۲  |
| ۰/۳۵                 | ۰/۶۴۹         | ۰/۰۰۱       | ۱۵۸/۷۷  |
| ۰/۴۰                 | ۰/۵۹۹         | ۰/۰۰۱       | ۱۸۱/۶۱  |
| ۰/۴۵                 | ۰/۵۴۹         | ۰/۰۰۱       | ۲۰۴/۴۶  |
| ۰/۵۰                 | ۰/۴۹۹         | ۰/۰۰۱       | ۲۲۷/۳۰  |
| ۰/۵۵                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۴۴۹       | ۶۷۳/۹۸  |
| ۰/۶۰                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۳۹۹       | ۷۰۶/۹۹  |
| ۰/۶۵                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۳۴۹       | ۷۴۰/۰۰۶ |
| ۰/۷۰                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۲۹۹       | ۷۷۳/۰۱  |
| ۰/۷۵                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۲۴۹       | ۸۰۶/۰۳  |
| ۰/۸۰                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۱۹۹       | ۸۰۸/۹۹  |
| ۰/۸۵                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۱۴۹       | ۷۸۸/۴۶  |
| ۰/۹۰                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۰۹۹       | ۷۲۹/۳۰  |
| ۰/۹۵                 | ۰/۰۰۱         | ۰/۰۴۹       | ۵۸۹/۲۷  |

منبع: یافته‌های پژوهش.

<sup>1</sup>. Moreira

تجزیه و تحلیل جدول فوق دو نکته مهم را اشاره می‌کند: نخست اینکه هر چه بانک مرکزی از قدرت کمتری برخوردار باشد، انحراف رشد حجم پول وزن بیشتری خواهد داشت و در نتیجه بانک مرکزی جهت دستیابی به اهداف خود از توان کمتری برخوردار است. اعمال سیاست‌های صلاح‌دید و عدم دستیابی به اهداف مورد نظر در اجرای این سیاست‌ها باعث کاهش اعتبار مقام پولی می‌شود. دوم اینکه وزن بیشتر شکاف تولید نسبت به تورم نشانگر وجود شرایط رکود تورمی در ایران است. لذا بانک مرکزی برای رسیدن به رونق اقتصادی (از طریق افزایش حجم پول) بایستی از هدف تورمی خود چشم‌پوشی کند.

### ۵-۳- تعیین حجم بهینه پول

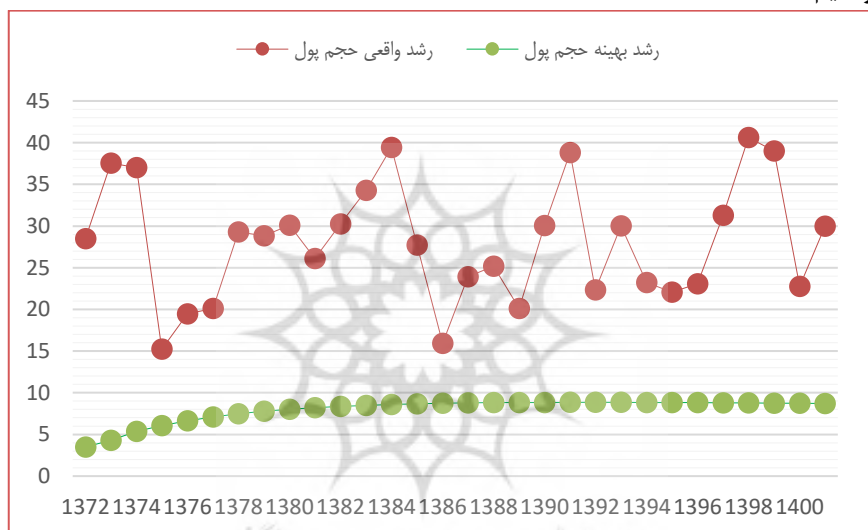
بر اساس رابطه ۳۳ و با استفاده از قیود برآوردی طبق جدول (۱) تابع زیان بانک مرکزی را از طریق نرم افزار GAMS حداقل کرده‌ایم و میزان رشد بهینه پول به شرح جدول (۳) محاسبه می‌گردد.

جدول ۳. مقایسه رشد حجم بهینه و واقعی پول در سال‌های ۱۳۷۲ لغایت ۱۴۰۱

| سال  | رشد حجم پول واقعی | رشد حجم پول بهینه | سال  | رشد حجم پول واقعی | رشد حجم پول بهینه |
|------|-------------------|-------------------|------|-------------------|-------------------|
| ۱۳۷۲ | ۲۸/۴۸             | ۳/۵۰              | ۱۳۸۷ | ۲۳/۹۱             | ۸/۷۷              |
| ۱۳۷۳ | ۳۷/۵۶             | ۴/۳۱              | ۱۳۸۸ | ۲۵/۱۷             | ۸/۸۱              |
| ۱۳۷۴ | ۳۷                | ۵/۳۷              | ۱۳۸۹ | ۲۰/۱۳             | ۸/۸۳              |
| ۱۳۷۵ | ۱۵/۲۲             | ۶/۰۴              | ۱۳۹۰ | ۳۰/۰۵             | ۸/۸۴              |
| ۱۳۷۶ | ۱۹/۴۵             | ۶/۶۳              | ۱۳۹۱ | ۳۸/۸۲             | ۸/۸۵              |
| ۱۳۷۷ | ۲۰/۱۳             | ۷/۰۸              | ۱۳۹۲ | ۲۲/۳۳             | ۸/۸۵              |
| ۱۳۷۸ | ۲۹/۲۸             | ۷/۴۶              | ۱۳۹۳ | ۳۰/۰۱             | ۸/۸۵              |
| ۱۳۷۹ | ۲۸/۸۴             | ۷/۷۷              | ۱۳۹۴ | ۲۳/۲۱             | ۸/۸۴              |
| ۱۳۸۰ | ۳۰/۰۹             | ۸/۰۱              | ۱۳۹۵ | ۲۲/۰۷             | ۸/۸۳              |
| ۱۳۸۱ | ۲۶/۱۲             | ۸/۲۱              | ۱۳۹۶ | ۲۳/۰۷             | ۸/۸۱              |
| ۱۳۸۲ | ۳۰/۲۵             | ۸/۳۷              | ۱۳۹۷ | ۳۱/۳۰             | ۸/۸۰              |
| ۱۳۸۳ | ۳۴/۲۹             | ۸/۴۹              | ۱۳۹۸ | ۴۰/۶۱             | ۸/۷۸              |
| ۱۳۸۴ | ۳۹/۴۳             | ۸/۵۹              | ۱۳۹۹ | ۳۹/۰۲             | ۸/۷۶              |
| ۱۳۸۵ | ۲۷/۷۳             | ۸/۶۷              | ۱۴۰۰ | ۲۲/۷۶             | ۸/۷۳              |
| ۱۳۸۶ | ۱۵/۹۲             | ۸/۷۳              | ۱۴۰۱ | ۳۰                | ۸/۷۱              |

منبع: یافته‌های پژوهش.

قاعده پولی فوق دلالت بر این دارد که رشد حجم پول واقعی اختلاف زیاد و معناداری با رشد بهینه حجم پول در ایران دارد که این موضوع یکی از دلایل مهم بالا بودن نرخ تورم می باشد. با توجه به خروجی نرم افزار GAMS در صورتی که حجم بهینه پول در ایران برقرار باشد بالاترین نرخ تورم سالانه ۱۳ درصد محاسبه می گردید به عبارت دیگر در صورتی که نرخ تورم بین ۲ تا ۱۳ درصد نوسان داشته باشد در این حالت تابع زیان بانک مرکزی به حداقل خود می رسد. پس از حصول حجم بهینه پول می توان مسیر بهینه نرخ رشد حجم نقدینگی را بدست آورد. در شکل (۱)، مسیر نرخ بهینه حجم نقدینگی و مسیر نرخ واقعی رشد حجم نقدینگی ارائه نموده ایم.



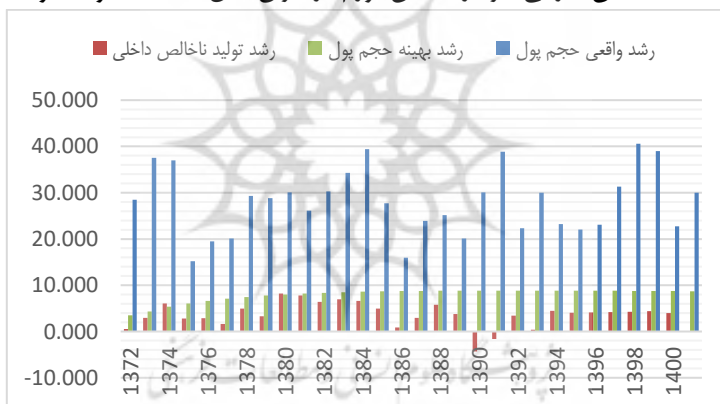
شکل ۱. نرخ رشد حجم پول مشاهده شده و نرخ رشد حجم پول بهینه

منبع: یافته های پژوهش.

همان گونه که در شکل فوق مشاهده می گردد، تفاوت هایی در برخی دوره ها وجود دارد. مقام های پولی با وزن های کالیبره شده، نرخ رشد حجم نقدینگی را بالاتر از نرخ بهینه تعیین می کنند که این موضوع باعث ایجاد تورم در سال های مختلف می گردد حسب بررسی آمار سری زمانی نرخ تورم مشخص می گردد. در سال های ۹۸ و ۹۹ ایران بیشترین نرخ تورم را تجربه کرده است که با بررسی شکل (۱) در این سال ها بیشترین اختلاف بین نرخ رشد واقعی حجم پول و نرخ رشد بهینه حجم پول می باشد. لذا می توان گفت یکی از دلایل مهم ایجاد تورم سیاست های انبساطی پولی و افزایش حجم پول در اقتصاد ایران می باشد.

تفاوت مهم دیگر مربوط به سال‌های ۱۳۸۵ و ۱۳۸۶ است که حکایت از اعمال سیاست‌های پولی انقباضی و کاهش رشد حجم نقدینگی طی دوره مذکور دارد که به رفتار بهینه حجم پول نزدیک‌تر شده است. این موضوع تورم پایین در این سال‌ها را دنبال می‌کند. در این بخش از شواهد پیشنهاد می‌شود که مقام پولی با رفتار بهینه می‌تواند از یک سیاست پولی انقباضی حمایت کند تا نتایج معکوس محیط اقتصاد کلان (پویایی‌های زیاد تقاضای داخلی، نوسانات نرخ ارز و افزایش در قیمت‌های بین‌المللی) که منجر به فشارهای تورمی می‌شود را پایان دهد.

یکی از نشانه‌های کارایی سیاست‌های پولی در یک کشور تناسب بین حجم پول و تولید ناخالص داخلی می‌باشد. با بررسی رشد بهینه حجم پول و تولید ناخالص داخلی در ایران در سال‌های ۱۳۷۲ لغایت ۱۴۰۱ به شرح شکل ۲ مشخص می‌گردد؛ در صورتی که حجم پول در ایران طبق نتایج این مطالعه رشد داشته باشد آن گاه بین رشد حجم پول و تولید ناخالص داخلی تناسب قابل قبولی به وجود خواهد آمد در این صورت بیشترین کارایی سیاست پولی در کشور وجود دارد که نتیجه این کارایی نیز در کاهش تورم در ایران قابل مشاهده خواهد بود.



شکل ۲. رابطه حجم پول واقعی و حجم پول بهینه با تولید ناخالص داخلی در ایران

منبع: یافته‌های پژوهش.

## ۶- نتیجه‌گیری و بحث

هدف مطالعه حاضر تعیین رشد حجم بهینه پول و به دنبال آن تعیین پارامترهای رجحان‌های مقامات پولی از طریق مسأله بهینه‌یابی در چارچوب انتظارات گذشته‌نگر است. برای رسیدن به این مهم مسأله بهینه‌یابی تابع زیان بانک مرکزی را با توجه به قیود ساختاری از جمله معادله عرضه کل، تقاضای کل و تقاضای پول را تشکیل و پس از برآورد پارامترهای قیود از روش حداقل مربعات معمولی (OLS) برای دوره زمانی ۱۳۵۷-۱۴۰۱، رجحان‌های مقامات پولی برای تثبیت

تورم، تولید و هموارسازی رشد حجم نقدینگی که میزان زیان رفاه اجتماعی را حداقل می‌کند، انتخاب شدند.

رجحان‌های باآورد شده که تابع زیان بانک مرکزی را حداقل می‌کنند،  $\lambda_\pi = 0/749$ ،  $\lambda_y = 0/001$  و  $\lambda_{\Delta m} = 0/25$  می‌باشد. با این تفسیر بانک مرکزی باید بیشترین توجه خود را به انحراف تورم و بعد از آن به انحراف رشد حجم پول داشته باشد. با توجه به اینکه تغییرات تورم عموماً از طریق تغییرات حجم پول در ایران شکل می‌گیرد لذا توجه به تغییرات حجم پول و انحراف رشد حجم نقدینگی در جهت حداقل کردن تابع زیان بانک مرکزی بسیار مورد توجه می‌باشد.

قاعده پولی بهینه حاصله از رجحان‌های بهینه، بیانگر این است که بانک مرکزی باید دستیابی به هدف ثبات نرخ رشد حجم نقدینگی را از ثبات تولید ارجح‌تر بداند. قاعده بهینه پولی حاصله از رجحان‌های بهینه، نشان دهنده این است که بانک مرکزی باید به طور همزمان به تغییرات تورم، شکاف تولید و تغییرات حجم پول واکنش نشان دهد.

قاعده پولی بهینه برآورد شده دلالت بر این دارد که رشد حجم پول واقعی به دلیل انجام سیاست‌های پولی در سال‌های متوالی، اختلاف زیاد و معناداری با رشد بهینه حجم پول در ایران دارد که این موضوع یکی از دلایل مهم بالا بودن نرخ تورم می‌باشد.

همچنین مقام‌های پولی باوزن‌های کالیبره شده، نرخ رشد حجم نقدینگی را بالاتر از نرخ بهینه تعیین می‌کنند که این موضوع باعث ایجاد تورم در سال‌های مختلف می‌گردد، لذا می‌توان گفت یکی از دلایل مهم ایجاد تورم در سال‌های اخیر افزایش حجم پول در اقتصاد ایران می‌باشد. با توجه به دلایل فوق پیشنهاد می‌گردد که مقامات پولی با نگاه به حجم بهینه پول در اقتصاد ایران سیاست‌های پولی را برنامه‌ریزی کنند. به عبارت دیگر نتایج این مطالعه جهت برنامه‌ریزی در تعیین میزان تولید و تورم بسیار مؤثر بوده و از طرف دیگر در صورتی که رشد حجم پول متناسب با تولید ناخالص داخلی در کشور صورت گردد سیاست‌های پولی کارا بوده که این موضوع در کنترل تورم بسیار تاثیرگذار خواهد بود. همچنین پژوهش فوق می‌تواند زمینه‌ای برای انجام تحقیقاتی با موضوعات تأثیر حجم بهینه پول بر متغیرهای اقتصادی در ایران باشد.

## منابع

- بیابانی، جهانگیر، نادری، کامران، و طاهری، حامد. (۱۴۰۰). قاعده سیاست‌گذاری پولی در ایران با تأکید بر نرخ ارز و پایه پولی. *پژوهش‌های پولی بانکی*، ۱۴ (۴۷)، ۳۵-۶۸.
- بیات، ندا، بهرامی، جاوید، و محمدی، تیمور. (۱۳۹۶). هدف‌گذاری تورم و تولید در دو قاعده نرخ رشد حجم پول و تیلور برای اقتصاد ایران. *نظریه‌های کاربردی اقتصاد (پژوهش‌های اقتصادی کاربردی سابق)*، ۴ (۱)، ۲۹-۵۸.
- درگاهی، حسن، و شربت‌اوغلی، رؤیا. (۱۳۸۹). تعیین قاعده سیاست پولی در شرایط تورم پایدار اقتصاد ایران با استفاده از روش کنترل بهینه. *تحقیقات اقتصادی*، ۴۵ (۹۳)، ۱-۲۷.
- عرفانی، علیرضا، و شمسیان، اسماعیل. (۱۳۹۵). کاربرد قاعده تیلور در اقتصاد ایران و تأثیرپذیری سیاست‌ها از بازار مسکن، املاک و مستغلات. *فصلنامه علمی پژوهشی دانش سرمایه‌گذاری*، ۵ (۱۸)، ۱۹۷-۲۱۰.
- فرازمند، حسن، قربان‌نژاد، مجتبی، و پورجوان، عبدالله. (۱۳۹۲). تعیین قواعد سیاست پولی و مالی بهینه در اقتصاد ایران. *پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی*، ۲۱ (۶۷)، ۱-۲۰.
- قلی‌زاده کناری، صدیقه، پورفرج، علیرضا، و جعفری صمیمی، احمد. (۱۳۹۶). بررسی تطبیقی کارایی سیاست پولی بهینه در ایران. *نظریه‌های کاربردی اقتصاد*، ۴ (۴)، ۲۷-۶۰.
- خلیلی عراقی، سیدمنصور، شکوری گنجوی، حامد، و زنگنه، محمد. (۱۳۸۸). تعیین قاعده بهینه سیاست پولی در اقتصاد ایران با استفاده از تئوری کنترل بهینه. *تحقیقات اقتصادی*، ۴۴ (۸۸)، ۶۹-۹۴.
- کميجانی، اکبر، و توکلیان، حسین. (۱۳۹۰). تحلیل و آزمون عدم تقارن در رفتار سیاست‌گذاری پولی بانک مرکزی. *تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، ۲ (۶)، ۱۹-۴۲.
- کیان‌پور، پرتو، امینی‌فرد، عباس، زارع، هاشم، و ابراهیمی، مهرزاد. (۱۳۹۸). منحنی فیلپس هایبریدی نئوکینزینی در چارچوب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی. *مطالعات و سیاست‌های اقتصادی*، ۱۱ (۱)، ۲۶۷-۳۰۰.
- ملکشاهی، طاهره، داودی، پرویز، و صمصامی، حسین. (۱۴۰۲). بررسی تأثیر ابزار پرداخت الکترونیک بر بخش حقیقی اقتصاد ایران: رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی. *اقتصاد و الگوسازی*، ۱۴ (۱)، ۳۵-۸۱.

## References

- Andrade, J. P., & Divino Jose, A. (2015). Optimal Rules for Monetary Policy in Brazil. Institute for Applied Economic Research. *Discussion Paper, 101*, Retrieved from [https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1967/1/TD\\_806.pdf](https://repositorio.ipea.gov.br/bitstream/11058/1967/1/TD_806.pdf)
- Aragón, E. K. D. S. B., & Portugal, M. S. (2009). Central Bank Preferences and Monetary Rules under the Inflation Targeting Regime in Brazil. *Brazilian Review of Econometrics*, 29(1), 79-109.
- Castelnuovo, E., & Surico, P. (2003). What does monetary policy reveal about a Central Bank's Preferences? *Economic Notes*, 32(3), 335-359.
- Chai-Thing, T., & Azali, M. (2020). Monetary Policy Rules in Malaysia, Singapore and Thailand. *Bulletin of Monetary Economics and Banking, Bank Indonesia*, 23(4), 565-596.
- Cecchetti, S. G., & Ehrmann, M. (1999). *Does Inflation Targeting Increase Output Volatility? An International Comparison of Policymakers' Preferences and Outcomes*. Cambridge: National Bureau of Economic Research.
- Clarida, R., Gali, J., & Gertler, M. (1999). The Science of Monetary Policy: A New Keynesian Perspective. *NBER Working Paper*. Retrieved from [https://www.nber.org/system/files/working\\_papers/w7147/w7147.pdf](https://www.nber.org/system/files/working_papers/w7147/w7147.pdf)
- Collins, S., & Siklos, P. L. (2004). Optimal Monetary Policy Rules and Inflation Targets: Are Australia, Canada, and New Zealand different from the US? *Open Economies Review*, 15(4), 347- 362.
- El-Shagi, M., & Ma, Y. (2023). Taylor rules around the world: Mapping monetary policy. *Economics Letters*, 232(C). Retrieved from <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0165176523003002>
- Favero, C. A., & E-Rovelli, R. (2003). Macroeconomic Stability and the preferences of the Fed: A formal analysis, 1961-98. *Journal of Money, Credit, and Banking*, 35(4), 545-556.
- Fuhrer, J. (1997). The (UN) Importance of Forward-Looking Behavior in Price Specifications. *Journal of Money, Credit and Banking*, 28(3), 338-350. Retrieved from <https://www.jstor.org/stable/pdf/2953698>
- Goodfriend, M., & King, R. (1997). The New Neoclassical Synthesis and the Role of Monetary Policy. *NBER Working Paper*, Retrieved from <https://www.journals.uchicago.edu/doi/pdf/10.1086/654336>

Ljungqvist, L., & Sargent, T. (2004). *Recursive Macroeconomic Theory* (2<sup>nd</sup> Ed.). Cambridge: MIT Press.

Lucas, R. (1976). Econometric Policy Evaluation Critique. *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, 1, 19-46. Retrieved from [https://people.sabanciuniv.edu/atilgan/FE500\\_Fall2013/2Nov2013\\_CevdetAkca/LucasCritique\\_1976.pdf](https://people.sabanciuniv.edu/atilgan/FE500_Fall2013/2Nov2013_CevdetAkca/LucasCritique_1976.pdf)

Miranda, M., & Fackler, P. (2002). *Applied Computational Economics and Finance*. Massachusetts: The MIT Press.

Moreira, T. B. S., Souza, G. S., & Almeida, C. L. (2007). The fiscal theory of the price level and the interaction of monetary and fiscal policies. *Brazilian Review of Econometrics*, 27(1), 85–106. Retrieved from <https://papers.ssrn.com/sol3/Delivery.cfm?abstractid=992331>

Onuchuku, O., Chukueggu, C. C., Nenbee, S. G., & Wosu, C. (2018). Monetary Policy and Nigeria's Balance of Payments. *Proceedings of ISER 128th International Conference of New York*, 16-17 May. Retrieved from [https://www.academia.edu/86245911/Monetary\\_policy\\_and\\_Nigeria\\_s\\_Balance\\_of\\_payments](https://www.academia.edu/86245911/Monetary_policy_and_Nigeria_s_Balance_of_payments)

Pasca, N. M., Aragin, E. K., & Portugal, M. S. (2013). Preferences of the Central Reserve Bank of Peru and Optimal Monetary Rules in the Inflation Targeting Regime. *Economia, São Paulo*, 42, 5-42.

Rodriguez, G. (2008). The Efficiency of Monetary Policy and the Stability of Central Bank Preferences: Evidence for Peru. *Journal of Economic Studies of the Central Reserve Bank of Peru*, Retrieved from <https://www.bcrp.gob.pe/docs/Publicaciones/Revista-Estudios-Economicos/15/Estudios-Economicos-15-1.pdf>

Rudebusch, G. D., & Svensson, L. E. O. (1999). Policy Rules for Inflation Targeting. In J. B. Taylor (Ed). *Monetary Policy Rules*. Chicago: The University of Chicago Press.

Salemi, M. K. (1995). Revealed Preference of the Federal Reserve: Using Inverse-Control Theory to Interpret the Policy Equation of a Vector Autoregression. *Journal of Business & Economic Statistics*, 13(4), 419-433.

Svensson, L. E. O. (1999). Inflation Targeting as a Monetary Policy Rule. *Journal of Monetary Economics*, 43, 607-654.

Tachibana, M. (2004). Central Bank's Preferences in Japan, the UK, and the US. *Japan and the World Economy*, 16, 81-93.

Taylor, J. B. (1993). Discretion versus Policy Rules in Practice. *Carnegie Rochester Conference Series on Public Policy*, 39, 195-214.

Ting, Y. Y. (2016). Implication of Taylor Rule on China's Monetary Policy and Interest Rate Liberalization. *China Studies Economics Concentration Hong Kong Baptist University*.

Woodford, M. (2000). Optimal Interest Rate Smoothing. *Review of Economic Studies*, 70, 861-886.

