



University of
Sistan and Baluchestan



Simulation and Forecasting of Optimal Monetary Policy with a Monte Carlo Approach

Anita Dowlatzadeh¹ | Hamid Reza Horry² | Sayyed Abdolmajid Jalae³

1. PhD Student of International Economics, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. E-mail: a.dowlatzadeh@aem.uk.ac.ir
2. Corresponding Author, Associate Professor of Economics, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. E-mail: horryhr@uk.ac.ir
3. Professor of Economics, Department of Economics, Faculty of Management and Economics, Shahid Bahonar University of Kerman, Kerman, Iran. E-mail: jalae@uk.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 24December2025

Revised in revised

form:5May 2026

Accepted: 10May 2026

Published online: 11May
2026

JEL: C61, E52, E58.

Keywords:

Optimal Monetary Policy,
Optimal Control,
Central Bank Loss Function,
Monte Carlo Simulation.

ABSTRACT

This study is conducted with the primary objective of determining the optimal rate of monetary growth and identifying the preferences of monetary policymakers within a backward-looking expectations framework. To achieve this aim, the loss function of the central bank was formulated by incorporating structural constraints, including aggregate supply and demand equations. The parameters of this function were estimated using the Vector Autoregression (VAR) method, based on data covering the period from 1978 to 2022. The empirical results indicate that the preferences of monetary policymakers are structured in such a way that the central bank's loss function is minimized. Specifically, the dominant weight is assigned to controlling liquidity ($\lambda_m = 0.95$), followed by the containment of inflation. This finding suggests that fluctuations in inflation in the Iranian economy are largely driven by changes in the money supply, and that effective liquidity management plays a pivotal role in reducing welfare losses and enhancing macroeconomic stability. In addition to the historical analysis, the study extends its scope to forecasting future trends in monetary growth. Using Monte Carlo simulation techniques, the growth rate of liquidity was projected for the period 2023 to 2061. The simulation results reveal that the liquidity growth rate is expected to remain close to 26 percent over the long run. If realized, such a trajectory would likely generate persistent inflationary pressures and pose significant challenges for the efficient allocation of resources. These outcomes underscore the critical importance of revisiting current monetary policies and adopting innovative strategies aimed at moderating liquidity expansion. By doing so, policymakers can mitigate inflationary risks, improve resource distribution, and strengthen the overall effectiveness of the monetary system.

Cite this article: Dowlatzadeh, A. , Horry, H. R. & Jalae, S. A. (2026). Simulation and Forecasting of Optimal Monetary Policy with a Monte Carlo Approach. *Stable Economy Journal*, 7(1), 171-205. DOI: 10.22111/sedj.2026.54210.1671



© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

DOI: 10.22111/sedj.2026.54210.16710

Extended Abstract

Introduction Monetary policy is one of the central instruments of macroeconomic management, through which policymakers seek to influence key variables such as inflation, economic growth, employment, and financial stability. Beyond controlling the general price level, the central bank is tasked with maintaining the dynamism of economic activity and safeguarding the value of the national currency. Within its legal mandate, objectives such as price stability, accelerated growth, full employment, and efficient resource allocation are defined. Yet, in most countries, inflation stabilization emerges as the dominant goal of monetary policy. The fundamental question is how monetary policy can be guided to achieve these objectives simultaneously. Addressing this requires the adoption of an appropriate policy rule that reflects the structural characteristics of each economy—including inflationary trends, recessions, unemployment, exchange rate volatility, central bank independence, fiscal dominance, capital market conditions, and budget deficits—so that policy benefits outweigh its costs.

In the case of Iran, the economy has faced persistent structural challenges over recent decades. Chronic budget deficits, dependence on imports, inefficient currency allocation, excessive monetary expansion, and declining production capacity have contributed to sustained and unstable inflation. Many empirical studies, however, due to methodological limitations, have treated these factors as temporary, thereby restricting the practical relevance of their findings for policymakers. Given that monetary policy operates with time lags and nonlinear effects, a precise understanding of inflation components, differentiation between temporary and permanent drivers, and forecasting of inflation dynamics are essential for more effective central bank decision-making.

Moreover, economic and financial decision-making often relies on forward-looking variables subject to uncertainty. This necessitates forecasting and the design of models capable of separating predictable and stochastic elements while identifying the statistical properties of the random component. Simulation techniques, in turn, provide a powerful means of reproducing stochastic behavior and assessing forecast risk, thereby playing a crucial role in optimizing monetary policy and enhancing the accuracy of forward-looking decisions.

Method Structural Macroeconomic Model and Optimal Monetary Policy

This study develops a simplified structural macroeconomic model for an open economy under backward-looking expectations, following Rudebusch and Svensson (1999) and Freitas and Muinhos (2001). The model is composed of three fundamental equations:

1. Phillips Curve

$$\pi_{t+1} = \alpha_1 \pi_t + \alpha_2 \pi_{t-1} + \alpha_3 \pi_{t-2} + \alpha_4 \pi_{t-3} + \alpha_5 \Delta q_t + \alpha_6 y_{t-1} + \varepsilon_{\pi,t+1}$$

Here, π_t denotes quarterly annualized inflation, q_t the nominal exchange rate, and y_t the output gap (defined as the percentage deviation of actual GDP from potential GDP). The error term $\varepsilon_{\pi,t+1}$ represents supply shocks.

2. IS Curve

$$y_{t+1} = \beta_1 y_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 r_t + \varepsilon_{y,t+1}$$

where $r_t = i_t - \pi_t$ is the real interest rate, defined as the difference between the nominal policy rate i_t and inflation. The error term $\varepsilon_{y,t+1}$ captures demand shocks.

3. Exchange Rate Equation

$$q_{t+1} = q_t + \varepsilon_{q,t+1}$$

This equation assumes that the nominal exchange rate follows a random walk, with $\varepsilon_{q,t+1}$ interpreted as exchange rate shocks.

All shocks are assumed to be normally distributed, independent, and identically distributed (N.I.I.D) with zero mean and constant variance.

Central Bank Optimization Problem

Following Rudebusch and Svensson (1999), the monetary authority seeks to minimize the expected discounted intertemporal loss function:

$$E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^\tau L_{t+\tau}$$

with the per-period loss function defined as:

$$L_t = \lambda_\pi (\pi_t^\alpha - \pi^*)^2 + \lambda_y y_t^2 + \lambda_i (i_t - i_{t-1})^2$$

where:

- π^* is the inflation target (normalized to zero since all variables are expressed as deviations from their mean),
- $\lambda_\pi, \lambda_y, \lambda_i$ are preference parameters reflecting the relative importance of inflation stabilization, output gap closure, and interest rate smoothing, respectively,
- δ is the discount factor ($0 < \delta < 1$).

The preference parameters sum to unity:

$$\lambda_\pi + \lambda_y + \lambda_i = 1$$

State-Space Representation

The system can be expressed in state-space form:

$$X_{t+1} = AX_t + Bi_t + \varepsilon_{t+1}$$

where X_t is the vector of state variables, A the transition matrix, B the policy instrument matrix, and ε_{t+1} the vector of shocks.

The loss function can be rewritten in quadratic form:

$$L_t = X_t^T R X_t + 2i_t^T W X_t + i_t^T Q i_t$$

where R, Q, W are matrices derived from the preference weights and structural coefficients.

Optimal Policy Rule

Using Hamiltonian optimization, the first-order condition for the control variable yields:

$$i_t = -FX_t$$

where FF is a feedback matrix that depends on the preference parameters, the discount factor, and the structural coefficients of the model. This rule implies that the optimal nominal interest rate is a linear function of the state variables, ensuring that inflation is stabilized around its target, the output gap is minimized, and interest rate volatility is smoothed.

Role of Simulation

To evaluate the robustness of the optimal policy under uncertainty, Monte Carlo simulation is employed. This method reproduces the stochastic behavior of the model, generates artificial data, and allows policymakers to assess forecast risks. By repeatedly simulating the system, the distribution of possible outcomes can be analyzed, providing insights into the reliability of forecasts and the effectiveness of policy rules.

Results : Empirical Calibration Strategy for Central Bank Preferences

This study applies an empirical calibration method to identify the preferences of Iran's monetary policymakers. Using a structural macroeconomic model estimated through Vector Autoregression (VAR) for the period 1978–2022, key

parameters of the Phillips curve and IS curve are derived. The calibration process minimizes the squared deviation between the optimal and actual money growth paths:

$$SD = \sum_{t=1}^T [i_t - i_t(\lambda_\pi \lambda_y \lambda_m)]^2$$

where λ_π , λ_y , and λ_m represent the weights on inflation stabilization, output gap stabilization, and money growth smoothing in the central bank's loss function.

Results show that when the weight on output is high and inflation is neglected, deviations are large, indicating poor policy alignment. As the weight on inflation increases and the weight on output decreases, deviations steadily decline, highlighting that in an inflationary environment the central bank must prioritize price stability. Moderate weights on money growth smoothing complement this focus, since liquidity is the main transmission channel to inflation.

The calibrated loss function suggests that optimal monetary policy in Iran should be anti-inflationary, even at the cost of short-term output losses, as this anchors expectations and enhances long-term stability. Comparison of optimal versus actual money growth (1991–2022) reveals frequent divergence: excessive liquidity growth led to inflationary pressures, while restrictive growth caused recessionary effects. Overall, Iranian monetary policy has oscillated between extremes—too expansionary or too contractionary. The key policy message is that sustainable stability requires balancing inflation control with adequate liquidity provision to support growth.

Monetary Policy, Money Growth, and Monte Carlo Simulation

One key measure of monetary policy success is the alignment between money supply growth and GDP growth. Analysis of Iran's economy (1991–2022) shows that when liquidity expands at its optimal rate, a balanced relationship between money and output emerges. This enhances the effectiveness of monetary policy and helps reduce inflation. Liquidity plays a decisive role: if actual growth exceeds the optimal level, excess money fuels inflation and erodes purchasing power; if it falls short, investment and consumption decline, leading to recession. Thus, keeping money growth close to its optimal path is essential for sustainable GDP growth and economic stability.

To forecast future dynamics (2023–2061), the study employs Monte Carlo simulation, which models uncertainty by generating thousands of scenarios based on probability distributions for key variables such as inflation and GDP growth. Results indicate a generally rising trend in money supply, with growth stabilizing around 26 percent. While this level supports liquidity, it exceeds the productive capacity of the economy and implies persistent inflationary pressures. Occasional dips (to ~25.4%) suggest possible periods of tighter monetary control, while late-period increases (to ~26.5%) reflect scenarios of higher fiscal demand or money demand.

Overall, the projections warn that Iran may face sustained high liquidity growth, which risks chronic inflation and financial instability. Policymakers must therefore implement structural reforms to align money growth with real production capacity, ensuring that liquidity stimulates investment and output without fueling long-term inflation.

Conclusion:

This study investigates the optimal growth rate of liquidity and the preferences of monetary policymakers under a backward-looking expectations framework. A loss function for the central bank was constructed, incorporating aggregate supply and demand equations, and its parameters were estimated using a VAR model for the period 1978–2022. The results indicate that policymakers place the greatest weight on liquidity control ($\lambda_m=0.95$), with much lower emphasis on inflation stabilization ($\lambda_\pi=0.049$) and output support ($\lambda_y=0.001$). This highlights that managing liquidity is the central priority for minimizing welfare costs.

The analysis of the monetary rule shows that Iran's policies have often deviated from the optimal path. In many years, excessive liquidity growth fueled inflation and reduced purchasing power, while insufficient growth led to recession, lower investment, and declining output. These fluctuations reveal weak coordination between monetary policy and the economy's productive capacity, preventing the achievement of a stable balance between liquidity and output. The

consequences are clear: too much liquidity raises inflationary expectations and undermines confidence in the national currency, while too little restricts financing, raises interest rates, and reduces employment.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: All ethical principles were strictly observed, and the study was conducted in accordance with relevant regulations.

Funding: This research received no specific grant from any funding agency, commercial, or not-for-profit sectors.

Authors' contribution:

Anita Dowlatzadeh: methodology, Conceptualization, Data, Software, formal analysis, Supervision, writing—original draft.

Hamid Reza Horry: methodology, Conceptualization, writing- final draft- review& editing, Supervision.

Sayyed Abdolmajid Jalae: methodology, Conceptualization, writing- final draft- review& editing, Supervision.

All authors read and approved the final manuscript.

Conflict of interest: The authors declare that there is no conflict of interest regarding the publication of this paper.

Acknowledgments: The authors would like to express their sincere gratitude to the editor, the reviewers, and the editorial board for their valuable comments and support.

شبیه‌سازی و پیش‌بینی سیاست پولی بهینه با رهیافت مونت کارلو

آنی‌تا دولت‌زاده^۱ | حمیدرضا حری^۲ | سیدعبدالمجید جلائی^۳

۱. دانشجوی دکتری اقتصاد بین‌الملل، گروه اقتصاد، دانشکده‌ی مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه:

a.dowlatzadeh@aem.uk.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، دانشیار اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده‌ی مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه:

horryhr@uk.ac.ir

۳. استاد تمام اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشکده‌ی مدیریت و اقتصاد، دانشگاه شهید باهنر کرمان، کرمان، ایران. رایانامه:

jalae@uk.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	این پژوهش با هدف تعیین نرخ بهینه رشد نقدینگی و شناسایی ترجیحات سیاست‌گذاران پولی در چارچوب انتظارات گذشته‌نگر طراحی شده است. در این راستا، ابتدا تابع زیان بانک مرکزی با در نظر گرفتن محدودیت‌های ساختاری اقتصاد ایران شامل معادلات عرضه و تقاضای کل تدوین گردید. سپس پارامترهای این تابع با بهره‌گیری از روش خودرگرسیون برداری (VAR) و بر اساس داده‌های دوره زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۴۰۱ برآورد شدند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که ترجیحات سیاست‌گذاران پولی به گونه‌ای تنظیم شده‌اند که تابع زیان بانک مرکزی در سطح حداقل قرار گیرد؛ به طوری که وزن اصلی بر کنترل نقدینگی ($\lambda m=0.95$) متمرکز بوده و پس از آن مهار تورم در اولویت قرار دارد. این یافته‌ها بیانگر آن است که تغییرات تورم در اقتصاد ایران عمدتاً ناشی از نوسانات حجم پول بوده و مدیریت نقدینگی نقش کلیدی در کاهش زیان رفاهی و ارتقای ثبات اقتصادی ایفا می‌کند. افزون بر این، برای پیش‌بینی روند آینده نقدینگی، نرخ رشد آن در بازه‌ی زمانی ۱۴۰۲ تا ۱۴۴۰ با استفاده از روش شبیه‌سازی مونت‌کارلو مورد بررسی قرار گرفت. نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که نرخ رشد نقدینگی عمدتاً در سطحی نزدیک به ۲۶ درصد باقی خواهد ماند. چنین سطحی از رشد، در صورت تحقق، می‌تواند فشارهای تورمی پایدار ایجاد کرده و چالش‌های جدی در زمینه تخصیص بهینه منابع و کارایی سیاست‌های پولی به وجود آورد. بنابراین، یافته‌های پژوهش بر ضرورت بازنگری در سیاست‌های کنترل نقدینگی و اتخاذ رویکردهای نوین برای کاهش آثار تورمی و ارتقای کارآمدی نظام پولی کشور تأکید دارند.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۳	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۵/۲/۱۵	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۵/۲/۲۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۵/۲/۲۱	
JEL : C61, E52, E58	
واژه‌های کلیدی: سیاست پولی بهینه، کنترل بهینه، تابع زیان بانک مرکزی، شبیه‌سازی مونت‌کارلو.	

استناد: دولت‌زاده، آنی‌تا؛ حری، حمیدرضا؛ جلائی، سیدعبدالمجید (۱۴۰۵). شبیه‌سازی و پیش‌بینی سیاست پولی بهینه با رهیافت مونت کارلو. *اقتصاد*

باثبات، ۷(۱)، ۱۷۱-۲۰۵.

DOI: 10.22111/sedj.2026.54210.16710

حق مؤلف © نویسندگان.

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان



۱. مقدمه

سیاست پولی یکی از ابزارهای کلیدی در مدیریت اقتصاد کلان است که از طریق آن نهاد سیاست‌گذار پولی تلاش می‌کند بر متغیرهای اساسی نظیر تورم، رشد اقتصادی، اشتغال و ثبات مالی اثر بگذارد. این نهاد، علاوه بر کنترل سطح عمومی قیمت‌ها، وظیفه حفظ پویایی فعالیت‌های اقتصادی و صیانت از ارزش پول ملی را نیز بر عهده دارد. بنابراین، منطقی است که ابزارهای سیاستی در راستای اهدافی به کار گرفته شوند که در تحقق آن‌ها از مزیت نسبی برخوردارند (Dargahi & Sharbatoghli, 2011).

در چارچوب وظایف قانونی بانک مرکزی، اهدافی چون تثبیت قیمت‌ها، تسریع رشد اقتصادی، اشتغال کامل و تخصیص بهینه منابع تعریف شده‌اند. با این حال، در اغلب کشورها، تثبیت نرخ تورم به‌عنوان هدف محوری سیاست پولی شناخته می‌شود. پرسش اساسی آن است که چگونه می‌توان سیاست پولی را به‌گونه‌ای هدایت کرد که تحقق هم‌زمان این اهداف ممکن شود؟ پاسخ به این پرسش مستلزم انتخاب قاعده‌ای مناسب برای هدایت سیاست پولی است؛ قاعده‌ای که با در نظر گرفتن ویژگی‌های ساختاری اقتصاد هر کشور، از جمله نرخ تورم، رکود، بیکاری، نوسانات نرخ ارز، استقلال بانک مرکزی، سلطه مالی، وضعیت بازارهای سرمایه و کسری بودجه، بتواند منافع سیاستی را بر هزینه‌های آن غالب سازد (Yazdani et al, 2017).

در این میان، اقتصاد ایران طی دهه‌های اخیر با چالش‌های ساختاری متعددی مواجه بوده است. عواملی نظیر کسری بودجه مزمن، وابستگی تولید به واردات، تخصیص ناکارآمد ارز، رشد بی‌رویه نقدینگی و کاهش ظرفیت تولید، زمینه‌ساز شکل‌گیری تورم مزمن و ناپایدار در کشور شده‌اند. با وجود این، بسیاری از مطالعات تجربی، به دلیل محدودیت‌های روش‌شناختی، اثر این متغیرها را صرفاً موقتی فرض کرده‌اند؛ فرضی که کاربرد نتایج آن را برای سیاست‌گذاران پولی محدود می‌سازد. از آنجا که سیاست پولی با تأخیرهای زمانی و اثرگذاری غیرخطی عمل می‌کند، شناخت دقیق اجزای تورم، تفکیک آثار موقتی و دائمی، تحلیل نحوه اثرگذاری عوامل در دوره‌های مختلف و پیش‌بینی روند تورم، می‌تواند زمینه‌ساز تصمیم‌گیری‌های مؤثرتر بانک مرکزی باشد (Aboulhassani et al, 2020).

در کنار این ملاحظات، باید توجه داشت که تصمیم‌گیری در حوزه‌های اقتصادی، مالی، بانکداری، بیمه، مدیریت ریسک و سرمایه‌گذاری، اغلب بر پایه روابطی صورت می‌گیرد که در آن‌ها متغیرهایی با ماهیت آینده‌نگر نقش دارند. از آنجا که مقادیر آتی این متغیرها با عدم قطعیت همراه‌اند، فرآیند تصمیم‌گیری ناگزیر به پیش‌بینی آینده متکی می‌شود. طراحی مدل‌هایی که بتوانند اجزای قابل پیش‌بینی و تصادفی یک پدیده را تفکیک کرده و ویژگی‌های آماری جزء تصادفی را مشخص سازند، از جمله اقدامات ضروری در این مسیر است. شبیه‌سازی نیز به‌عنوان ابزاری قدرتمند، امکان بازتولید رفتار بخش تصادفی مدل و سنجش سطح ریسک پیش‌بینی‌ها را فراهم می‌آورد؛ امری که در بهینه‌سازی سیاست پولی و افزایش دقت تصمیم‌گیری‌های آینده‌نگر نقش کلیدی دارد (Salami, 2003).

با توجه به مطالب مطرح شده، سوال اصلی در این مطالعه این است که سیاست پولی بهینه چقدر با مقادیر واقعی آن اختلاف دارد لذا به بهینه‌یابی آن پرداخته شده و سپس مقدار آن برای آینده شبیه‌سازی و پیش‌بینی خواهد شد. لذا در بخش دوم به بیان پیشینه تحقیق پرداخته می‌شود. در بخش سوم، مبانی نظری مطرح گردیده و در بخش چهارم برآوردهای تحقیق ارائه خواهند شد. در نهایت نتیجه‌گیری بیان می‌گردد.

۲. ادبیات موضوع و پیشینه تحقیق

سیاست پولی بهینه یکی از مباحث کلیدی در اقتصاد کلان است که هدف اصلی آن دستیابی به ثبات قیمت‌ها، حمایت از تولید و ایجاد تعادل در بازارهای مالی است. در چارچوب نظریه‌های جدید، بانک‌های مرکزی با استفاده از قواعد سیاستی و تابع زیان، تلاش می‌کنند تا میان کنترل تورم، کاهش شکاف تولید و مدیریت نقدینگی تعادل برقرار کنند. اهمیت این موضوع به‌ویژه در اقتصادهایی که با نوسانات شدید تورمی و محدودیت‌های ساختاری مواجه‌اند، دوچندان می‌شود؛ زیرا انتخاب وزن‌های مناسب در تابع زیان می‌تواند مسیر سیاست پولی را به واقعیت نزدیک‌تر کرده و هزینه‌های رفاهی جامعه را کاهش دهد.

از این رو، بررسی پیشینه تحقیق در زمینه سیاست پولی بهینه، شامل مطالعات داخلی و خارجی، می‌تواند تصویری روشن از رویکردهای نظری و تجربی ارائه دهد و نشان دهد که چگونه

پژوهشگران مختلف به استخراج ترجیحات سیاست‌گذاران پولی و تعیین نرخ رشد بهینه نقدینگی پرداخته‌اند. در ادامه، به مرور این مطالعات پرداخته می‌شود.

۲-۱. مطالعات داخلی

ایزدی و دهمرده (۲۰۱۲)، در پژوهش خود با استفاده از روش *ARDL* به تخمین و بررسی ثبات تابع تقاضای پول ایران طی دوره ۱۳۵۰ تا ۱۳۸۸ پرداخته‌اند. نتایج نشان می‌دهد میان متغیرهای این تابع رابطه بلندمدت تعادلی برقرار است؛ به‌گونه‌ای که تولید ناخالص داخلی اثر مستقیم و نرخ ارز و نرخ تورم اثر معکوس بر تقاضای پول دارند. آزمون‌های انجام‌شده نیز بیانگر ثبات ساختاری این تابع در بلندمدت است. بر این اساس، تغییر متغیرهای اثرگذار یا اعمال سیاست‌های پولی و مالی مناسب می‌تواند دستیابی به اهداف بلندمدت اقتصادی را با وقفه کوتاه‌تری امکان‌پذیر سازد.

قلی‌زاده کناری و همکاران (۲۰۱۸) در مقاله‌ای با عنوان «بررسی تطبیقی کارایی سیاست پولی بهینه در ایران» تلاش کرده‌اند تا با بهره‌گیری از تکنیک برنامه‌ریزی پویا، قاعده سیاست پولی بهینه را برای اقتصاد ایران استخراج کنند. هدف اصلی آن‌ها دستیابی به تورم پایین و اثبات در کنار رشد اقتصادی، به عنوان اهداف نهایی بانک مرکزی، بوده است. در این راستا، تابع زیان سیاست‌گذار پولی با توجه به قید مکانیزم‌های انتقال پولی حداقل شده و قاعده سیاستی مناسب برای تثبیت تولید و تورم تعیین گردیده است. نتایج پژوهش نشان می‌دهد که انتخاب قاعده سیاست پولی بهینه می‌تواند نقش مؤثری در بهبود عملکرد اقتصاد کلان ایفا کند، به‌ویژه در شرایطی که سیاست‌گذار با محدودیت‌های ساختاری و نوسانات اقتصادی مواجه است.

باستان‌زاد و همکاران (۲۰۱۹)، در مقاله با عنوان سیاست پولی بهینه و ثبات مالی در ایران با استفاده از رویکرد خودبازگشت برداری تحت سیاست، با توجه به اهمیت فزاینده ثبات مالی پس از بحران جهانی ۲۰۰۷، به تحلیل نحوه تعامل سیاست پولی با متغیرهای مالی در اقتصاد ایران پرداخته‌اند. آن‌ها با استفاده از رویکرد *PVAR*، که به‌عنوان جایگزینی برای مدل‌های ساختاری پیچیده پیشنهاد شده، تابع واکنش بهینه سیاست‌گذار پولی را در شرایطی که ثبات مالی نیز به‌عنوان هدف سیاست‌گذاری در نظر گرفته می‌شود، استخراج کرده‌اند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که لحاظ کردن ثبات مالی در قاعده سیاست پولی می‌تواند به بهبود عملکرد اقتصادی و کاهش آسیب‌پذیری‌های مالی کمک کند.

مقاله رحیم‌زاده‌نامور و خلیلی‌عراقی (۲۰۲۰) به بررسی ناسازگاری زمانی در سیاست پولی ایران با تمرکز بر قاعده هدف‌گذاری نرخ ارز پرداخته است. نویسندگان با استفاده از داده‌های فصلی اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۳۶۸ تا ۱۳۹۶ و بهره‌گیری از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، نشان داده‌اند که سیاست‌گذار پولی در ایران به دلیل ضعف در تعهد به سیاست‌های اعلام‌شده، دچار ناسازگاری زمانی بوده و این امر موجب کاهش اعتبار و اثربخشی سیاست‌های پولی شده است. همچنین یافته‌ها حاکی از آن است که نظام ارزی شناور بازه‌ای در کاهش انحراف نرخ ارز عملکرد بهتری نسبت به نظام ارزی ثابت داشته و شکاف تولید نقش مهمی در تعدیل نوسانات نرخ ارز ایفا می‌کند. این مطالعه با تأکید بر اهمیت تعهد سیاست‌گذار و انتخاب نظام ارزی مناسب، زمینه‌ای تحلیلی برای بررسی کارایی سیاست‌های پولی در اقتصاد ایران فراهم می‌سازد.

در مطالعه حیدرپور (۲۰۲۱)، رابطه تاریخی تورم و نقدینگی که پیش‌تر همسو بوده، در سال‌های اخیر تضعیف شده است؛ با این حال رشد نقدینگی همچنان اثر قابل توجهی بر سطح قیمت‌ها دارد. مقام پولی برای حفظ رفاه اجتماعی، کنترل تورم را از طریق ابزارهای پولی و به‌ویژه مهار رشد پایه پولی دنبال می‌کند. این پژوهش با بهره‌گیری از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی و رویکرد کینزین جدید، نقش مصرف خانوار در سیاست پولی بهینه و پیامدهای رفاهی تورم را بررسی کرده است. نتایج نشان می‌دهد تورم حتی در سطوح پایین نیز موجب کاهش رفاه می‌شود؛ به طور نمونه، تورم ۱۱ درصدی هزینه رفاهی معادل ۵/۵ درصد ایجاد می‌کند. در نهایت، هدف‌گذاری تورم به عنوان چارچوب سیاست پولی پیشنهاد شده است، هرچند تضمین‌کننده تحقق کامل رفاه بهینه نیست اما می‌تواند نقش کلیدی ایفا کند.

صبوری و همکاران (۲۰۲۳) در مقاله‌ای با عنوان «تأثیر سیاست پولی بهینه بر نقدینگی و نابرابری توزیع درآمد» به بررسی تجربی رابطه میان سیاست پولی و شاخص‌های کلان اقتصادی در ایران پرداختند. با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۳۵۷ تا ۱۳۹۹ و روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL)، نویسندگان نشان دادند که سیاست پولی بهینه می‌تواند نقش مؤثری در کنترل رشد نقدینگی و کاهش نابرابری درآمد ایفا کند. آن‌ها با توجه به شرایط خاص اقتصادی ایران از جمله تحریم‌ها، کسری بودجه و نوسانات نرخ ارز، تأکید کردند که طراحی سیاست پولی باید با در نظر گرفتن اهداف توزیعی و پایداری مالی صورت گیرد. یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که اتخاذ

سیاست‌های پولی هدفمند و مبتنی بر مدل‌های بهینه می‌تواند به بهبود عدالت اقتصادی و ثبات پولی کمک کند.

اسکندری و همکاران (۲۰۲۵)، در مقاله با عنوان تحلیل اثر شوک‌های اقتصادی و سیاست پولی بهینه بر رفاه در اقتصاد ایران با الگوی *DSGE*، با استفاده از داده‌های آماری بانک مرکزی و مرکز آمار ایران، به مدل‌سازی رفتار اقتصاد ایران در مواجهه با شوک‌های مختلف پرداخته‌اند. آن‌ها با بهره‌گیری از چارچوب *DSGE*، اثرات سیاست‌های پولی بهینه را بر متغیرهای کلان اقتصادی و سطح رفاه خانوارها بررسی کرده‌اند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که اتخاذ سیاست پولی مبتنی بر قواعد بهینه، می‌تواند نوسانات ناشی از شوک‌های بیرونی را کاهش داده و به بهبود رفاه اقتصادی منجر شود.

۲-۲. مطالعات خارجی

باتاچاریا و پاتنیک^۱ (۲۰۱۴) با تمرکز بر اقتصاد هند، به تحلیل سیاست پولی در چارچوب هدف‌گذاری تورم در اقتصادهای نوظهور می‌پردازند. نویسندگان با بهره‌گیری از مدل‌های اقتصادسنجی ساختاری، واکنش بانک مرکزی هند را نسبت به متغیرهای کلیدی مانند تورم، شکاف تولید و نرخ بهره بررسی می‌کنند. یافته‌های مقاله نشان می‌دهد که در چارچوب هدف‌گذاری تورم، سیاست پولی هند به‌طور معناداری به انحرافات تورم از هدف واکنش نشان می‌دهد، اما حساسیت آن نسبت به شکاف تولید کمتر است. این مطالعه بر اهمیت طراحی قواعد سیاست پولی متناسب با ویژگی‌های ساختاری اقتصادهای نوظهور تأکید دارد و نشان می‌دهد که موفقیت چارچوب هدف‌گذاری تورم مستلزم استقلال عملیاتی بانک مرکزی، شفافیت سیاستی و تقویت سازوکارهای انتقال سیاست پولی است. مقاله باکچیوچی و گیومبینی^۲ (۲۰۲۱) با عنوان «مسئله کنترل بهینه در سیاست پولی» به بررسی طراحی سیاست پولی بهینه در چارچوب یک مدل کنترل بهینه در زمان پیوسته می‌پردازد. در این مطالعه، بانک مرکزی به‌عنوان سیاست‌گذار، با هدف تثبیت تورم و تولید، از نرخ بهره اسمی به‌عنوان ابزار سیاستی استفاده می‌کند. مدل ارائه‌شده بر پایه یک منحنی فیلیپس غیرخطی و پویایی خطی تولید طراحی شده و امکان تحلیل پاسخ سیاست پولی به سناریوهای مختلف اقتصادی از جمله

¹ Bhattacharya & Patnaik (2014).

² Bacchiocchi & Giombini (2021).

رکود، رشد پایدار، تورم بالا و کاهش تورم را فراهم می‌سازد. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که مسیر بهینه نرخ بهره، حاصل حل یک مسئله مینیم‌سازی تابع زیان در چارچوب کنترل بهینه است و می‌تواند به‌عنوان راهنمایی برای تصمیم‌گیری‌های سیاستی در مواجهه با شوک‌های اقتصادی مورد استفاده قرار گیرد. این مقاله با ارائه بینشی دقیق نسبت به تعامل میان اهداف سیاست پولی، به ادبیات طراحی قواعد بهینه در شرایط پویای اقتصاد کلان کمک شایانی می‌کند.

شاپیرو و ویلسون^۱ (۲۰۲۲) رویکردی نوین برای برآورد اهداف بانک مرکزی ایالات متحده ارائه می‌دهند که مبتنی بر تحلیل محتوای متون سیاست‌گذاران است. برخلاف روش‌های سنتی که به داده‌های اقتصادی و واکنش‌های سیاستی متکی‌اند، این مطالعه با استفاده از تحلیل احساسات و محتوای جلسات داخلی کمیته بازار آزاد فدرال (FOMC)، تابع هدف ضمنی بانک مرکزی را استخراج می‌کند. نتایج تحقیق نشان می‌دهد که ترجیحات سیاست‌گذاران در طول زمان تغییر کرده و به‌طور مستقیم در زبان و بیان آن‌ها قابل ردیابی است. این روش، بدون نیاز به فروض ساختاری درباره مدل‌های اقتصاد کلان، امکان شناخت دقیق‌تری از اولویت‌های تورمی و تولیدی بانک مرکزی فراهم می‌سازد و افق جدیدی برای تحلیل سیاست پولی در مطالعات تجربی می‌گشاید.

لی و همکاران^۲ (۲۰۲۳) در مطالعه خود به بررسی واکنش غیرخطی بانک‌های مرکزی به متغیرهای کلان اقتصادی پرداخته است و نشان می‌دهد که ترجیحات سیاست‌گذاران پولی در شرایط مختلف اقتصادی تغییر می‌کند؛ به‌طوری‌که در دوره‌های رکود، تمایل به حمایت از رشد اقتصادی افزایش می‌یابد و در دوره‌های تورمی، تمرکز بر کنترل قیمت‌ها بیشتر می‌شود. این رفتار تطبیقی و وابسته به شرایط، اهمیت استفاده از مدل‌های غیرخطی در تحلیل و پیش‌بینی سیاست پولی را برجسته کرده و نشان می‌دهد که قواعد سیاستی باید منعطف و متناسب با وضعیت اقتصادی هر کشور طراحی شوند.

بیلی و همکاران^۳ (۲۰۲۴) در مطالعه خود به بررسی چالش‌های سیاست‌گذاری پولی در شرایطی می‌پردازد که نرخ طبیعی بهره (*^{*}) به‌طور دائمی منفی شده است. نویسندگان با استفاده از چارچوب

¹ Shapiro & Wilson (2022).

² Li & et al (2023).

³ Billi & et al (2024).

اقتصاد کینزی جدید و در نظر گرفتن محدودیت کف صفر نرخ بهره اسمی (ZLB)، نشان می‌دهند که در چنین شرایطی، سیاست پولی بهینه مستلزم حرکت تدریجی به سوی یک وضعیت تعادلی جدید با نرخ تورم مثبت است. در این حالت، حتی با باقی ماندن نرخ بهره اسمی در نزدیکی کف صفر، بانک مرکزی می‌تواند با اتخاذ یک قاعده غیرخطی مناسب برای نرخ بهره، مسیر بهینه‌ای برای تورم و تولید در واکنش به شوک‌ها ترسیم کند. این مطالعه اهمیت طراحی قواعد سیاستی منعطف و سازگار با شرایط ساختاری جدید اقتصاد را برجسته می‌سازد.

۳. مبانی نظری:

۳-۱- ساختار اقتصاد:

در این مطالعه، یک مدل اقتصاد کلان ساختاری ساده را برای یک اقتصاد باز با انتظارات گذشته‌نگر در نظر گرفته می‌شود. این مدل بر اساس رودبوش و اسونسون^۱ (۱۹۹۹) و فریتاس و موئینهوس^۲ (۲۰۰۱) تنظیم شده است. سه معادله‌ای که مدل را تشکیل می‌دهند عبارتند از:

$$\pi_{t+1} = \alpha_1 \pi_t + \alpha_2 \pi_{t-1} + \alpha_3 \pi_{t-2} + \alpha_4 \pi_{t-3} + \alpha_5 \Delta q_t + \alpha_6 y_{t-1} + \varepsilon_{\pi,t+1} \quad (1)$$

$$y_{t+1} = \beta_1 y_t + \beta_2 y_{t-1} + \beta_3 r_t + \varepsilon_{y,t+1} \quad (2)$$

$$q_{t+1} = q_t + \varepsilon_{q,t+1} \quad (3)$$

که در آن π_t نرخ تورم سه ماهه سالانه، q_t نرخ ارز اسمی، y_t شکاف تولید (محاسبه شکاف بین تولید ناخالص داخلی واقعی و بالقوه بر حسب درصد) و I_t نرخ بهره واقعی است که به عنوان تفاوت بین نرخ بهره اسمی به عنوان ابزار سیاست پولی \hat{I}_t و نرخ تورم، π_t در نظر گرفته می‌شود. عبارات خطای $\varepsilon_{\pi,t+1}$ ، $\varepsilon_{y,t+1}$ و $\varepsilon_{q,t+1}$ - فرض می‌شود که به طور نرمال، یکسان و مستقل (N.I.I.D) با میانگین صفر و واریانس ثابت توزیع شده‌اند می‌توانند به ترتیب به عنوان شوک‌های عرضه، شوک‌های تقاضا و شوک‌های نرخ ارز تفسیر شوند. همه متغیرها به صورت انحراف از میانگین بیان می‌شوند. بنابراین، هیچ مقدار ثابتی در سیستم (۱)-(۳) ظاهر نمی‌شود.

¹ Rudebusch & Svensson (1999).

² Freitas & Muinhos (2001).

منحنی فیلیپس در رابطه (۱) نشان می‌دهد که نرخ تورم فعلی، به مقادیر با وقفه خود، به نوسانات نرخ ارز اسمی در دوره قبل و به شکاف تولید با تاخیر بستگی دارد. معادله (۲) یک منحنی IS معمولی است که در آن شکاف تولید در زمان t به مقادیر با وقفه خود و به نرخ بهره واقعی ($\pi_t - \dot{I}_t$) در دوره قبل بستگی دارد. در معادله (۳)، بر اساس فریتاس و موئینهوس (۲۰۰۱) و موریرا و همکاران^۱ (۲۰۰۷) فرض می‌شود که نرخ اسمی ارز از یک گام‌برداری تصادفی پیروی می‌کند. نشانه‌های مورد انتظار برای واکنش نرخ تورم به نوسانات نرخ ارز و شکاف تولید $\alpha_5 > 0$ و $\alpha_6 > 0$ است. با این حال، انتظار می‌رود ضریب اندازه‌گیری پاسخ شکاف تولید به نرخ بهره واقعی (β_3) یک مقدار منفی باشد.

۳-۲- مسئله بانک مرکزی و قانون سیاست پولی بهینه:

با پیروی از رودبوش و اسونسون (۱۹۹۹)، فرض می‌شود که مقام پولی به دنبال انتخاب مسیری برای ابزار سیاستی (نرخ بهره اسمی) است تا موارد زیر را به حداقل برساند:
(۱) تابع زیان بین دوره‌ای سیاست‌گذار:

$$\min_{\{i_t\}} E_t \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^{\tau} L_{t+\tau} \quad (4)$$

که در آن تابع زیان بین دوره‌ای به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$L_t = \lambda_{\pi} (\pi_t^{\alpha} - \pi^*)^2 + \lambda_y y_t^2 + \lambda_i (M_t - M_{t-1})^2 \quad (5)$$

در این چارچوب، تورم، π_t ، شکاف تولید و y_t نرخ بهره اسمی هستند. پارامترهای ترجیحی سیاست‌گذار به گونه‌ای نرمال‌سازی شده‌اند که:

$$\lambda_{\pi} + \lambda_y + \lambda_M = 1.$$

(۲) نمایش فضای حالت مدل ساختاری

مدل خطی شده ساختاری را می‌توان به صورت یک سیستم فضای حالت نوشت:

$$X_{t+1} = AX_t + Bi_t + \varepsilon_{t+1} \quad (6)$$

که در آن:

¹ Moreira et al (2007).

$$X_t = \begin{bmatrix} \pi_t \\ \pi_{t-1} \\ \pi_{t-2} \\ \pi_{t-3} \\ y_t \\ y_{t-1} \\ q_t \\ q_{t-1} \\ i_{t-1} \end{bmatrix} \quad (7)$$

ماتریس‌های A ، B و بردار اختلال ε_{t+1} براساس معادلات ساختاری تورم، شکاف تولید و معادله رشد نقدینگی استخراج شده‌اند.

(۳) بازنویسی تابع زیان در قالب ماتریسی:

ابتدا بردار متغیرهای هدف را تعریف می‌کنیم:

$$Y_t = C_X X_t + C_i i_t \quad (8)$$

که در آن:

C_X : ماتریس استخراج‌کننده تورم، شکاف تولید و تغییرات نرخ بهره از بردار حالت است.

C_i : اثر مستقیم نرخ بهره بر تابع زیان را نشان می‌دهد.

بنابراین، تابع زیان به صورت ماتریسی:

$$L_t = Y_t^T K Y_t \quad (9)$$

که در آن:

$$K = \text{diag}(\lambda_\pi, \lambda_y, \lambda_M)$$

با جایگذاری (۸) در (۹):

$$L_t = X_t^T R X_t + 2i_t^T W X_t + i_t^T Q i_t$$

که در آن:

$$R = C_X^T K C_X, W = C_i^T K C_X, Q = C_i^T K C_i$$

(۴) مسئله کنترل بهینه (LQR)

بالانویس T نشان‌دهنده‌ی ترانهاده‌ی یک بردار (یا ماتریس) است و K یک ماتریس 3×3 با

قطر اصلی برابر با $(\lambda_\pi, \lambda_y, \lambda_M)$ و تمام عناصر باقی‌مانده برابر با صفر است.

مسئله بهینه‌سازی مقام پولی را می‌توان به عنوان یک مسئله تنظیم‌کننده خطی تصادفی در نظر گرفت که با رابطه زیر نشان داده می‌شود:

$$\min_{\{i_t\}_{t=0}^{\infty}} \sum_{\tau=0}^{\infty} \delta^{\tau} [X_{\tau}^T R X_{\tau} + i_{\tau}^T Q i_{\tau} + 2i_{\tau}^T W X_{\tau}] \quad (10)$$

با محدودیت:

$$X_{t+1} = A X_t + B i_t + \varepsilon_{t+1} \quad (11)$$

(۵) تابع همیلتون:

$$H(X_t, i_t, \lambda_{t+1}) = X_t^T R X_t + i_t^T Q i_t + 2i_t^T W X_t + \delta \lambda_{t+1}^T (A X_t + B i_t) \quad (12)$$

(۶) شرایط مرتبه اول:

الف. شرط کنترل بهینه

$$\frac{\partial H}{\partial i_t} = 2Q i_t + 2W X_t + \delta B^T \lambda_{t+1} = 0 \quad (13)$$

ب. معادله حالت:

$$X_{t+1} = A X_t + B i_t + \varepsilon_{t+1}$$

ج. معادله همیلتون برای متغیرهای حالت:

$$\lambda_t = 2R X_t + 2W^T i_t + \delta A^T \lambda_{t+1} \quad (14)$$

۷. حل سیستم و استخراج قاعده سیاستی:

فرض می‌کنیم:

$$\lambda_t = P X_t \quad (15)$$

با جایگذاری در شرط کنترل:

$$i_t = -F X_t \quad (16)$$

که در آن:

$$F = \left(1 + \frac{\delta}{2} Q^{-1} B^T P B\right)^{-1} Q^{-1} \left(W + \frac{\delta}{2} B^T P A\right) \quad (17)$$

این رابطه نشان می‌دهد که نرخ بهره اسمی بهینه، تابعی خطی از بردار حالت X_t است.

از آنجا که :

$$\lambda_t = 2RX_t + 2W^T i_t + \delta A^T \lambda_{t+1} \quad (18)$$

و با توجه به :

$$\lambda_t = PX_t, \quad \lambda_{t+1} = PX_{t+1} = P(AX_t + Bi_t)$$

و همچنین:

$$i_t = -FX_t$$

رابطه زیر به دست می‌آید:

$$PX_t = 2RX_t - 2W^T FX_t + \delta A^T P(AX_t + Bi_t)$$

با توجه به اینکه این رابطه باید برای هر X_t برقرار باشد، نتیجه می‌گیریم:

$$PX_t = 2R - 2W^T F + \delta A^T P(A + BF) \quad (19)$$

پس از حل معادله ریکاتی (۱۹)، ماتریس P به دست می‌آید.

$$P = 2R - 2W^T \left(1 + \frac{\delta}{2} Q^{-1} B^T P B\right)^{-1} Q^{-1} \left(W + \frac{\delta}{2} B^T P A\right) + \delta A^T P B \left(1 + \frac{\delta}{2} Q^{-1} B^T P B\right)^{-1} Q^{-1} \left(W + \frac{\delta}{2} B^T P A\right) \quad (20)$$

از آنجا که سیاست پولی بهینه مجموعه‌ای از تصمیمات بانک مرکزی است که با هدف دستیابی به ثبات اقتصادی اتخاذ می‌شود و برای طراحی آن، شبیه‌سازی و پیش‌بینی نقش مکمل و حیاتی دارند. شبیه‌سازی با استفاده از مدل‌های اقتصاد کلان، امکان آزمون سناریوهای مختلف را فراهم می‌سازد، در حالی که پیش‌بینی با تحلیل داده‌های گذشته، مسیر آتی متغیرهای اقتصادی را ترسیم می‌کند. ترکیب این دو ابزار به سیاست‌گذار اجازه می‌دهد تا در شرایط عدم قطعیت، تصمیماتی دقیق‌تر و اثربخش‌تر اتخاذ کند و به اهدافی چون کنترل تورم و رشد پایدار نزدیک‌تر شود (آراگون و پورتوگال^۱، ۲۰۰۹). همچنین لازم به ذکر است که جایگاه نرخ بهره به‌طور شفاف تبیین شده است. بدین معنا که نرخ بهره به‌عنوان ابزار سیاست پولی در مدل لحاظ نشده و در صورت حضور، صرفاً نقش یک متغیر درون‌زا یا قید نهادی را ایفا می‌کند و نه یک متغیر کنترلی در اختیار سیاست‌گذار پولی.

۳-۳- اثرگذاری گسترده‌تر حجم نقدینگی بر فعالیت‌های اقتصادی

¹ Aragón & Portugal, (2009).

افزایش یا کاهش حجم پول در گردش، به شکل مستقیم بر سطح نقدینگی اقتصاد اثر می‌گذارد و می‌تواند مسیر تورم و روند رشد اقتصادی را تغییر دهد. در برخی موقعیت‌ها، این دگرگونی‌ها نقشی پررنگ‌تر و کارآمدتر از تغییر نرخ بهره ایفا می‌کنند؛ چرا که نرخ بهره عمدتاً بر هزینه‌های وام‌گیری و تصمیم‌های سرمایه‌گذاری اثرگذار است، در حالی که تغییرات پولی دامنه‌ای وسیع‌تر از کل فعالیت‌های اقتصادی را در بر می‌گیرد.

۱. کاهش نوسانات نرخ بهره: در برخی شرایط، سیاست‌گذاران ترجیح می‌دهند به جای اعمال تغییرات مکرر در نرخ بهره، از مدیریت حجم پول و سطح نقدینگی به عنوان ابزار تنظیمی استفاده کنند. این رویکرد می‌تواند به کاهش بی‌ثباتی در بازارهای مالی منجر شود و احتمال وقوع شوک‌های ناگهانی در فعالیت‌های اقتصادی را کاهش دهد. در واقع، کنترل متغیرهای پولی به مثابه مکانیزمی مکمل عمل می‌کند که ثبات سیستم مالی را تقویت کرده و کارایی سیاست‌های کلان اقتصادی را افزایش می‌دهد.
۲. مدیریت تورم: تنظیم سطح پول و نقدینگی در اقتصاد یکی از ابزارهای کلیدی برای کنترل فشارهای تورمی محسوب می‌شود. افزایش عرضه پول معمولاً به رشد تقاضای کل برای کالاها و خدمات منجر می‌گردد و این امر می‌تواند زمینه‌ساز افزایش سطح عمومی قیمت‌ها باشد. در نقطه مقابل، محدودسازی حجم پول در گردش با کاهش توان خرید و تقاضا همراه است که به عنوان مکانیزمی بازدارنده، روند تورم را مهار می‌کند. بدین ترتیب، سیاست‌های پولی از طریق مدیریت نقدینگی نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ ثبات قیمت‌ها و دستیابی به اهداف کلان اقتصادی ایفا می‌نمایند.
۳. نقش نقدینگی در شکل‌دهی انتظارات اقتصادی: سطح نقدینگی موجود در اقتصاد نه تنها بر متغیرهای واقعی اثرگذار است، بلکه می‌تواند انتظارات ذهنی فعالان اقتصادی را نیز تحت تأثیر قرار دهد. افزایش عرضه پول معمولاً به تقویت انتظارات تورمی منجر می‌شود، زیرا بازیگران اقتصادی با پیش‌بینی رشد تقاضا و فشار بر قیمت‌ها، رفتارهای خود را متناسب با این چشم‌انداز تنظیم می‌کنند. در مقابل، کاهش حجم نقدینگی به تعدیل این انتظارات کمک کرده و چشم‌انداز تورمی را محدود می‌سازد. از این رو، انتظارات ناشی از

تغییرات پولی به عنوان یک سازوکار میانجی عمل کرده و در تصمیم‌گیری‌های مصرف‌کنندگان و بنگاه‌ها نقشی اساسی ایفا می‌کند (Gorgini et al, 2025).

۳-۴- شبیه‌سازی به روش مونت کارلو

شبیه‌سازی روشی تحلیلی است که به‌وسیله آن می‌توان رفتار بخش تصادفی یک مدل طراحی شده را بازآفرینی کرد. این فرآیند امکان ارزیابی پیش‌بینی‌ها را فراهم می‌سازد، به‌گونه‌ای که میزان اطمینان و در نتیجه سطح ریسک مرتبط با آن‌ها قابل اندازه‌گیری و تحلیل باشد. از جمله این روش‌ها می‌توان به شبیه‌سازی مونت کارلو اشاره داشت.

شبیه‌سازی فرآیندی علمی است که در آن با بهره‌گیری از یک مدل نظری، محیطی مصنوعی—اعم از واقعی یا مجازی—ایجاد می‌شود تا رفتار یک سیستم واقعی مورد تخمین و تحلیل قرار گیرد. در این محیط، تحلیل‌گر تلاش می‌کند تا ساختار و دینامیک سیستم مورد نظر را بازسازی و الگوبندی کند.

برای نمونه، در حوزه مالی که معمولاً با مدل‌های حسابداری جریان‌های نقدی ورودی و خروجی سروکار دارد، می‌توان با اتکا به شناخت (یا فرضیات) موجود درباره رفتار اجزای مؤثر بر متغیر مورد بررسی و نحوه تعامل میان آن‌ها، داده‌هایی مصنوعی برای آن متغیر تولید کرد. این داده‌ها بر اساس همان مدل نظری و در محیطی مانند رایانه شبیه‌سازی می‌شوند.

با تکرار کافی این فرآیند، امکان شناخت دقیق‌تر رفتار متغیر پیش از وقوع آن در دنیای واقعی فراهم می‌شود؛ به‌گونه‌ای که تحلیل‌گر قادر خواهد بود پیش‌بینی‌هایی همراه با سنجش عدم قطعیت و ریسک ارائه دهد.

نوع شبیه‌سازی مورد استفاده، به اهداف پژوهش و محدودیت‌های اجرایی آن بستگی دارد. بر این اساس، می‌توان چهار دسته اصلی از روش‌های شبیه‌سازی را از یکدیگر متمایز کرد؛ این دسته‌ها در مطالعات تجربی، بسته به نیاز، به‌صورت مستقل یا ترکیبی به‌کار گرفته می‌شوند:

۱- شبیه‌سازی تولید نمونه (نمونه‌ساز)^۱

^۱ Sample Generator Simulation

۲- شبیه‌سازی تاکتیکی یا تحلیل حساسیت^۱

۳- شبیه‌سازی راهبردی یا اکتشافی^۲

۴- شبیه‌سازی ذهنی یا شهودی^۳

روش مونت کارلو در زمره شبیه‌سازی‌های دسته نخست قرار می‌گیرد و به همین دلیل، تمرکز این پژوهش صرفاً بر همین نوع خواهد بود (Salami, 2003).

۴. تصریح مدل و برآورد قاعده بهینه پولی

۴-۱- الگوی ساختاری

در این پژوهش، مدلی ساختاری مبتنی بر انتظارات پس‌نگر برای اقتصاد ایران تدوین گردیده است. چارچوب نظری این مدل بر اساس مطالعات رودبوش و اسونسون (۱۹۹۹) و همچنین آرگون و پورتوگال (۲۰۰۹) شکل گرفته است. به منظور دستیابی به برآوردی بهینه و سازگار با واقعیت‌های اقتصاد کلان، مجموعه‌ای از قیود تحلیلی و نظری در فرآیند بهینه‌یابی مدل اعمال شده است که مبنای اصلی تنظیم روابط ساختاری آن را تشکیل می‌دهد.

$$\pi_{t+1} = \alpha_1 \pi_t + \alpha_2 \Delta q_t + \alpha_3 y_{t-1} + \varepsilon_{\pi,t+1} \quad (20)$$

$$y_{t+1} = \beta_1 y_t + \beta_2 (m_t - \pi_t) + \varepsilon_{y,t+1} \quad (21)$$

در این معادلات، π_t نرخ تورم، y_t شکاف تولید (اختلاف بین تولید ناخالص داخلی واقعی (Y_t) و تولید ناخالص داخلی بالقوه (Y_t^P)) با فیلتر هودریک پرسکات به صورت $y_t = 100 * [Y_t - Y_t^P / Y_t^P]$ می‌باشد، m_t رشد حجم نقدینگی و $(m_t - \pi_t)$ رشد حجم نقدینگی حقیقی می‌باشد.

معادله شماره ۲۰ به منحنی فیلیپس مربوط می‌شود که ارتباط میان نرخ تورم، سطح تولید، وقفه‌های تورمی و نوسانات نرخ ارز اسمی را بررسی می‌کند. با توجه به اینکه تورم در اقتصاد ایران عمدتاً ماهیتی پولی دارد، نرخ رشد نقدینگی نیز به عنوان یک عامل مؤثر در این رابطه لحاظ شده

¹ Tactical or Sensitivity Analysis Simulation

² Strategic or Exploratory Simulation

³ Mental or Intuitive Simulation

است. در ادامه، معادله شماره ۲۱ به منحنی IS اختصاص دارد که پیوند میان شکاف تولید با نقدینگی واقعی را تبیین می‌کند.

لازم به ذکر است که در پژوهش آرگون و پورتوگال (۲۰۰۹)، محدودیت‌ها بر پایه نرخ بهره تعریف شده‌اند. با این حال، در تحقیق حاضر بنا به دلایل مشخصی که در ادامه مطرح خواهد شد، به جای نرخ بهره از نرخ رشد نقدینگی بهره گرفته‌ایم.

۲-۴- استراتژی کالیبراسیون تجربی برای ترجیحات بانک مرکزی

در این مطالعه، برای استخراج ترجیحات سیاست‌گذاران پولی، از رویکرد کالیبراسیون بهره گرفته شده است؛ روشی که پیش‌تر توسط پژوهشگران دیگر نیز به کار رفته و مبتنی بر تحلیل رفتار گذشته‌نگر عاملان اقتصادی است. روند کالیبراسیون در این مطالعه به صورت زیر سامان یافته است:

۱. ابتدا مجموعه‌ای از پارامترهای کلیدی که ساختار اقتصاد ایران را شکل می‌دهند، با استفاده از معادلات (۲۰ تا ۲۲) برآورد می‌شوند. ضرایب حاصل پس از تخمین، در قالب فضای حالت بازنویسی و بازنمایی می‌گردند.
۲. در گام بعد، ضرایب قاعده پولی بهینه برای طیف وسیعی از مقادیر ترجیحات سیاست‌گذاران محاسبه می‌شود. به طور مشخص، برای یک مقدار مفروض از ترجیح هموارسازی رشد نقدینگی λ_m ، قاعده بهینه پولی برای تمامی ترکیب‌های ممکن از λ_π و λ_y در بازه $[0.001 - (1 - \lambda_m - 0.001)]$ با گام‌های مشخص حل می‌شود. در این فرآیند، پارامتر ترجیح λ_m می‌تواند در محدوده (۰-۰,۹۵) تغییر کند.
۳. در نهایت، مقادیر به‌دست‌آمده از برآورد وضعیت در مدل جایگذاری شده و مسیر بهینه حجم پول استخراج می‌گردد.

$$SD = \sum_{t=1}^T [i_t - i_t(\lambda_\pi \lambda_y \lambda_m)]^2 \quad (22)$$

۳-۴- نتایج برآورد مدل اقتصاد کلان

به منظور استخراج ترجیحات سیاست‌گذاران پولی در چارچوب تابع زیان بانک مرکزی، لازم است یک مدل ساختاری اقتصاد کلان برای بازه زمانی ۱۳۵۷ تا ۱۴۰۱ برآورد شود. این فرآیند بر پایه

معادلات (۲۰ و ۲۱) انجام می‌گیرد تا مبنای تحلیلی مناسبی برای شناسایی رفتار و تصمیم‌گیری‌های مقام پولی فراهم گردد.

این معادلات به روش خودرگرسیون برداری^۱ (VAR) برآورد می‌شوند. پیش از برآورد این معادلات، ابتدا مانایی متغیرها بررسی شده و در جدول (۱) نشان داده می‌شود. سپس معادلات ساختاری به روش VAR برآورد گردیده و پارامترهای برآورد شده در جدول (۲) نشان داده می‌شود.

جدول (۱): مانایی متغیرها

متغیرها	آماره احتمال	t-Statistic	وضعیت
yt	۰,۰۰۰۱	-۴,۶۹۷۹۴۹	I(0)
π_t	۰,۰۹۲۲	-۲,۶۱۳۱۹۳	I(0)
mt	۰,۰۸۵۸	-۲,۶۴۶۴۵۴	I(0)
Δq_t	۰,۰۰۰۰	-۶,۲۰۹۴۰۷	I(0)

منبع: محاسبات پژوهش

جدول (۲): نتایج برآورد معادلات

معادله دوم			معادله اول		
t	ضریب	پارامتر	t	ضریب	پارامتر
۳۸,۸۸۵۶	۰,۹۴۲۵۲۶	b1	۴۵,۰۳۴۱	۰,۹۷۱۳۷۳	a1
-۰,۱۴۸۰۵	-۰,۰۰۲۲۶۶	b2	۲,۷۸۱۰۱	۰,۰۲۰۳۳۶	a2
			۲,۲۴۲۳۶	۰,۰۷۶۱۹۱	a3
R-squared: 90%			R-squared: 93%		
Adj. R-squared: 90%			Adj. R-squared: 93%		
F-statistic: 557.9147			F-statistic: 657.8365		

منبع: محاسبات پژوهش

نتایج برآورد معادله منحنی فیلیپس نشان می‌دهد که متغیرهای نرخ تورم، نوسانات نرخ ارز اسمی و شکاف تولید دوره قبل معنادارند و اثر مثبتی بر نرخ تورم دوره t از خود بر جای می‌گذارند.

¹ Vector Autoregression

نتایج منحنی IS حاکی از آن است که متغیر شکاف تولید دوره گذشته اثر مثبت و معناداری بر شکاف تولید دوره t دارد. نرخ رشد حجم نقدینگی دوره گذشته اثر منفی بر شکاف تولید دوره t از خود برجای می‌گذارد.

در هر دو معادله با توجه به آماره معناداری کل مدل، مشخص است که کل مدل معنادار است و لذا می‌توان از این ضرایب برای مراحل بعد استفاده نمود.

۴-۴- کالیبراسیون ترجیحات بانک مرکزی در رژیم هدف‌گذاری تورمی

در این بخش، هدف ما برآورد پارامترهای تابع زیان بانک مرکزی است. برای این منظور، وزن‌هایی را انتخاب می‌کنیم که انحراف مربعی مسیر بهینه حجم نقدینگی از مسیر واقعی آن را به حداقل برسانند. مسیر بهینه حجم نقدینگی به صورت دوره‌به‌دوره محاسبه می‌شود، به این صورت که مقادیر واقعی متغیرهای وضعیت در قاعده بهینه سیاست پولی جای‌گذاری می‌شوند. از آنجا که مقادیر پارامترهای منحنی فیلیپس و منحنی IS مشخص هستند، قاعده بهینه سیاست پولی و در نتیجه مسیر بهینه ابزار سیاستی، به وزن‌هایی بستگی دارد که مقام پولی برای تثبیت تورم، شکاف تولید و هموارسازی حجم نقدینگی در نظر می‌گیرد.

برای آغاز فرایند کالیبراسیون، برآوردهای پارامترهای مدل اقتصاد کلان را که با روش خودرگرسیون برداری (VAR) به دست آمده‌اند، انتخاب می‌شود. مطابق با مطالعه‌ی موریرا و همکاران^۱ (۲۰۰۷)، فرض می‌شود که ضریب تنزیل برابر با ۰,۹۸ باشد. همچنین در نظر گرفته می‌شود که وزن مربوط به هموارسازی نرخ بهره می‌تواند در بازه‌ی [۰ تا ۰,۹۵] با گام‌های ۰,۰۵ تغییر کند. برای هر مقدار از این وزن (λ_m)، قاعده‌ی بهینه‌ی سیاست پولی برای تمام ترکیب‌های ممکن از وزن‌های مربوط به تثبیت تورم (λ_π) و شکاف تولید (λ_y) در بازه‌ی $[0.001 - (1 - \lambda_m)]$ (۰,۰۰۱ با گام‌های ۰,۰۰۱ محاسبه می‌شود. این راهبرد کالیبراسیون این امکان را می‌دهد تا ۱۰,۴۸۰ قاعده‌ی سیاست پولی تولید شود و پارامترهایی از تابع زیان انتخاب شود که انحراف مربعی مسیر بهینه از مسیر واقعی حجم نقدینگی را به حداقل می‌رسانند.

¹ Moreira et al (2007).

نتایج کالیبراسیون تابع زیان بانک مرکزی در جدول ۳ ارائه شده است. برای هر مقدار از وزن مربوط به هموارسازی حجم نقدینگی (λ_m) آن دسته از وزن‌های مربوط به تثبیت تورم (λ_π) و شکاف تولید (λ_y) گزارش شده‌اند که منجر به کمترین انحراف مربعی (SD) می‌شوند. در ابتدا مشاهده شد، زمانی که فرض می‌شود مقام پولی به هموارسازی ابزار سیاست پولی توجهی ندارد، انحراف مربعی حجمی نقدینگی بهینه از مقدار واقعی بسیار زیاد است. این موضوع نشان می‌دهد که بانک مرکزی در تابع زیان خود برای هموارسازی نرخ بهره، وزنی مثبت در نظر گرفته است.

جدول (۳): پارامترهای برآورد شده تابع زیان بانک مرکزی

λ_m	λ_π	λ_y	SD
۰,۰۵	۰,۲۴۸	۰,۷۰۲	۲۳۰۷,۹۸۸۷۶
۰,۱۰	۰,۴۴۵	۰,۴۵۵	۲۳۳۶,۵۰۲۹۳۱
۰,۱۵	۰,۶۰۰	۰,۲۵۰	۲۳۴۲,۱۳۶۹۸۶۳
۰,۲۰	۰,۷۲۷	۰,۰۷۳	۲۳۵۸,۹۹۳۳
۰,۲۵	۰,۷۴۹	۰,۰۰۱	۲۴۱۸,۱۴۴۵۷۹
۰,۳۰	۰,۶۹۹	۰,۰۰۱	۲۴۱۵,۰۳۲۶۲۶
۰,۳۵	۰,۶۴۹	۰,۰۰۱	۲۴۰۱,۵۲۵۰۳۳
۰,۴۰	۰,۵۹۹	۰,۰۰۱	۲۳۹۴,۲۰۶۸۲۸
۰,۴۵	۰,۵۴۹	۰,۰۰۱	۲۳۸۰,۳۷۶۱۰۵
۰,۵۰	۰,۴۹۹	۰,۰۰۱	۲۳۸۳,۰۹۶۶۹۱
۰,۵۵	۰,۴۴۸	۰,۰۰۲	۲۳۸۲,۲۶۳۴۲۷
۰,۶۰	۰,۳۹۹	۰,۰۰۱	۲۳۷۹,۵۵۸۷۰۶
۰,۶۵	۰,۳۴۹	۰,۰۰۱	۲۳۶۳,۹۳۱۳۲۳
۰,۷۰	۰,۲۹۹	۰,۰۰۱	۲۳۶۶,۵۶۴۴۷۷
۰,۷۵	۰,۲۴۹	۰,۰۰۱	۲۳۶۳,۳۲۰۳۰۸
۰,۸۰	۰,۱۹۸	۰,۰۰۲	۲۳۵۰,۰۰۹۰۷۸
۰,۸۵	۰,۱۴۹	۰,۰۰۱	۲۳۲۱,۰۷۳۴۱۴
۰,۹۰	۰,۰۹۸	۰,۰۰۲	۲۳۰۸,۲۶۷۵۴
۰,۹۵	۰,۰۴۹	۰,۰۰۱	۲۳۰۲,۲۹۰۳۳۴

منبع: محاسبات پژوهش

تحلیل حساسیت وزن‌ها در تابع زیان بانک مرکزی، در عمل در قالب جدول (۳) انجام شده است؛ به این معنا که برای مقادیر مختلف λ_m ، ترکیب‌های متناظر λ_π و λ_y که منجر به کمترین SD

می‌شوند، گزارش شده‌اند و می‌توان دید که با تغییر وزن هموارسازی نقدینگی، چگونه وزن تورم و تولید در تابع زیان تغییر می‌کند.

نتایج محاسباتی که انجام داده‌ای نشان می‌دهد هرچه وزن تورم در تابع زیان بانک مرکزی بیشتر شود و وزن تولید کاهش یابد، سیاست پولی بهینه به واقعیت نزدیک‌تر می‌شود و انحراف نرخ رشد نقدینگی به حداقل می‌رسد. در ابتدای جدول که تقریباً تمام وزن بر تولید قرار داشت، انحراف بسیار بزرگ بود؛ این وضعیت بیانگر آن است که تمرکز صرف بر رشد اقتصادی بدون توجه کافی به تورم، سیاست پولی را از مسیر واقعی دور می‌کند.

با افزایش تدریجی وزن تورم و کاهش وزن تولید، مقدار انحراف به‌طور پیوسته کاهش یافته است. این روند نشان می‌دهد که در شرایط تورمی، بانک مرکزی باید تورم را در مرکز توجه قرار دهد و تولید را با وزن کمتر لحاظ کند. در همین مسیر، وزن نقدینگی نیز به‌صورت متوسط افزایش یافته و نقش مکمل تورم را ایفا کرده است؛ زیرا نقدینگی کانال اصلی انتقال به تورم است اما حساسیت مستقیم آن به تولید کمتر و زمان‌برتر است.

از نظر اقتصادی، این یافته‌ها بیانگر یک پیام روشن هستند: سیاست پولی بهینه در محیط تورمی باید ضدتورمی باشد و تمرکز اصلی بر مهار تورم قرار گیرد. بانک مرکزی با پذیرش هزینه‌های کوتاه‌مدت در تولید، اعتبار ضدتورمی خود را تقویت می‌کند و انتظارات تورمی را لنگر می‌اندازد. این امر در میان‌مدت حتی هزینه‌های تولیدی را کاهش می‌دهد و ثبات اقتصادی بیشتری ایجاد می‌کند. به این ترتیب، لامبدهای پایانی که وزن تورم بالا، وزن تولید پایین و وزن نقدینگی متوسط دارند، بهترین گزینه‌ها هستند؛ زیرا توانسته‌اند انحراف را به حداقل برسانند و مسیر سیاست پولی را به واقعیت نزدیک کنند.

بر اساس رابطه (۱۷) و با استفاده از قیدهای برآورد شده مطابق جدول (۲)، تابع زیان بانک مرکزی از طریق نرم‌افزار پایتون حداقل شده و میزان رشد بهینه پول به شرح جدول (۴) محاسبه گردیده است.

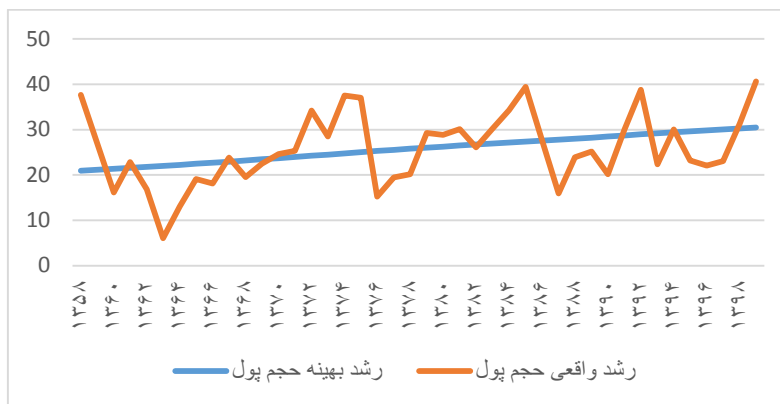
جدول (۴): مقایسه رشد حجم بهینه و حجم واقعی پول در سالهای ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۱

سال	رشد حجم واقعی پول	رشد حجم بهینه پول	سال	رشد حجم واقعی پول	رشد حجم بهینه پول
۱۳۷۰	۲۴,۶۳	۲۳,۷۰	۱۳۸۶	۲۷,۷۳	۲۷,۵۵
۱۳۷۱	۲۵,۲۸	۲۳,۹۵	۱۳۸۷	۱۵,۹۱	۲۷,۷۸

۲۸,۰۱	۲۳,۹۰	۱۳۸۸	۲۴,۲۳	۳۴,۲۰	۱۳۷۲
۲۸,۲۴	۲۵,۱۷	۱۳۸۹	۲۴,۴۸	۲۸,۴۸	۱۳۷۳
۲۸,۴۸	۲۰,۱۳	۱۳۹۰	۲۴,۷۶	۳۷,۵۶	۱۳۷۴
۲۸,۷۲	۳۰,۰۴	۱۳۹۱	۲۵,۰۲	۳۷,۰۰	۱۳۷۵
۲۸,۹۶	۲۸,۸۲	۱۳۹۲	۲۵,۲۹	۱۵,۲۱	۱۳۷۶
۲۹,۱۹	۲۲,۳۳	۱۳۹۳	۲۵,۵۵	۱۹,۴۴	۱۳۷۷
۲۹,۴۳	۳۰,۰۲	۱۳۹۴	۲۵,۷۸	۲۰,۱۳	۱۳۷۸
۲۹,۶۴	۲۳,۲۱	۱۳۹۵	۲۶,۰۲	۲۹,۲۸	۱۳۷۹
۲۹,۸۵	۲۲,۰۶	۱۳۹۶	۲۶,۲۵	۲۸,۸۴	۱۳۸۰
۳۰,۰۶	۲۳,۰۶	۱۳۹۷	۲۶,۴۹	۳۰,۰۸	۱۳۸۱
۳۰,۲۸	۳۱,۲۹	۱۳۹۸	۲۶,۷۱	۲۶,۱۲	۱۳۸۲
۳۰,۴۹	۴۰,۶۱	۱۳۹۹	۲۶,۹۱	۳۰,۲۴	۱۳۸۳
۳۰,۶۸	۳۹,۰۱	۱۴۰۰	۲۷,۱۲	۳۴,۲۸	۱۳۸۴
۳۰,۸۸	۳۱,۱۵	۱۴۰۱	۲۷,۳۳	۳۹,۴۳	۱۳۸۵

منبع: محاسبات پژوهش

قاعده پولی فوق نشان می‌دهد که روند سیاست پولی بهینه یک روند صعودی با شیب ملایم دارد. رشد نقدینگی در بسیاری از دوره‌ها با سطح بهینه فاصله داشته و همین امر موجب نوسانات تورمی و رکودی شده است. زمانی که نقدینگی بیش از حد رشد کرده، فشار تورمی و کاهش قدرت خرید رخ داده و در دوره‌های رشد کمتر از بهینه، رکود و محدودیت در تأمین مالی تولید شکل گرفته است. این نوسان‌ها نشان می‌دهد سیاست پولی به‌طور پایدار با ظرفیت‌های واقعی اقتصاد هماهنگ نبوده و چالش اصلی، ایجاد ثبات و همسویی میان نقدینگی و توان تولیدی است. پس از تعیین حجم بهینه پول، امکان استخراج مسیر مطلوب نرخ رشد نقدینگی فراهم می‌شود. در شکل (۱)، مسیر نرخ رشد بهینه نقدینگی در کنار مسیر واقعی آن نمایش داده شده است.



شکل (۱): نرخ رشد حجم پول مشاهده شده و نرخ رشد حجم پول واقعی

منبع: یافته‌های پژوهش

بر اساس شکل (۱)، به‌طور کلی، مقایسه رشد واقعی حجم پول با رشد بهینه محاسبه‌شده نشان می‌دهد که سیاست پولی در ایران طی دوره مورد بررسی، در بسیاری از سال‌ها از مسیر بهینه فاصله داشته است. این فاصله گاهی به شکل رشد بیش از حد نقدینگی و گاهی به صورت رشد کمتر از سطح بهینه ظاهر شده و هر دو حالت پیامدهای اقتصادی متفاوتی به همراه داشته‌اند.

مدیریت نقدینگی در اقتصاد نقش تعیین‌کننده‌ای در حفظ ثبات و جلوگیری از نوسانات تورمی و رکودی دارد. هنگامی که رشد حجم پول از سطح بهینه فراتر می‌رود، اقتصاد با فشارهای تورمی مواجه می‌شود؛ زیرا نقدینگی بیش از ظرفیت تولیدی در گردش قرار می‌گیرد و این امر به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها، کاهش قدرت خرید و بی‌ثباتی در بازارها منجر می‌شود. در مقابل، زمانی که رشد نقدینگی کمتر از سطح بهینه باشد، کمبود پول در جریان می‌تواند رکود، کاهش سرمایه‌گذاری و افت تولید را به دنبال داشته باشد. بنابراین، فاصله میان نرخ رشد واقعی و نرخ رشد بهینه نقدینگی، شاخصی مهم برای ارزیابی کیفیت سیاست‌های پولی محسوب می‌شود.

در تفسیر نتایج لازم است به این نکته توجه شود که چارچوب به‌کاررفته در این پژوهش ماهیتی هنجاری دارد و هدف آن استخراج مسیر بهینه رشد حجم پول بر اساس تابع هدف سیاست‌گذار است، نه بازتولید نوسانات تاریخی ناشی از شوک‌های ارزی، محدودیت‌های خارجی یا وقفه‌های ساختاری. اگرچه نرخ ارز و متغیرهای تحریمی به‌صورت صریح در معادلات مدل وارد نشده‌اند، اثرگذاری آن‌ها به‌طور غیرمستقیم و از طریق متغیرهایی مانند شکاف تولید و رشد

نقدینگی—که کانال‌های اصلی انتقال این شوک‌ها در اقتصاد ایران محسوب می‌شوند—درون‌زا لحاظ شده است. از آنجا که چارچوب خطی و مبتنی بر کنترل بهینه تمایل ذاتی به هموارسازی مسیرهای سیاستی دارد، خروجی مدل به‌طور طبیعی فاقد نوسانات شدید مشاهده‌شده در داده‌های واقعی است. این تفاوت خود بیانگر فاصله میان سیاست پولی تحقق‌یافته و سیاست پولی بهینه است. با این حال، تعمیم تحلیل به مدل‌های غیرخطی، رژیم‌سوئیچینگ یا چارچوب‌های دارای وقفه‌های ساختاری می‌تواند مسیر مناسبی برای پژوهش‌های آتی باشد.

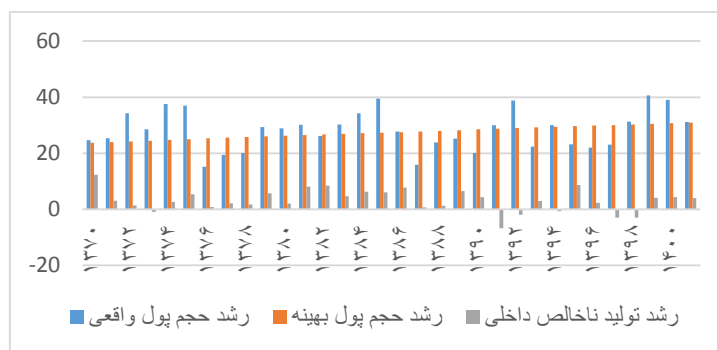
بررسی روندها نشان می‌دهد که اقتصاد به‌طور مکرر میان دو وضعیت افراط و تفریط حرکت کرده است؛ دوره‌هایی با رشد بیش از حد نقدینگی که تورم‌زا بوده‌اند و دوره‌هایی با رشد کمتر از نیاز که رکود را تشدید کرده‌اند. این نوسان‌ها بیانگر ضعف در هماهنگی سیاست پولی با ظرفیت‌های واقعی اقتصاد هستند و نشان می‌دهند که مدیریت نقدینگی به ندرت در حالت تعادل پایدار قرار داشته است.

پیامدهای این عدم تعادل روشن است: رشد بیش از حد نقدینگی موجب افزایش تورم انتظاری، کاهش اعتماد به پول ملی و تشدید فعالیت‌های غیرمولد می‌شود، در حالی که رشد کمتر از بهینه، محدودیت در تأمین مالی تولید، افزایش نرخ بهره و کاهش اشتغال را به همراه دارد. در مجموع، نوسان‌های شدید میان این دو وضعیت، بی‌ثباتی اقتصادی را افزایش داده و برنامه‌ریزی بلندمدت را دشوار کرده است.

از این منظر، چالش اصلی سیاست پولی نه صرفاً کنترل نقدینگی، بلکه ایجاد ثبات و همسویی پایدار میان رشد نقدینگی و ظرفیت‌های واقعی اقتصاد است. دستیابی به این هدف نیازمند هماهنگی سیاست‌های پولی با سیاست‌های مالی و ساختاری، افزایش بهره‌وری و تقویت سرمایه‌گذاری است. تنها در چنین شرایطی می‌توان انتظار داشت که نقدینگی در سطحی متناسب با نیازهای اقتصاد رشد کند و از نوسانات شدید تورمی و رکودی جلوگیری شود. یکی از معیارهای سنجش موفقیت سیاست‌های پولی، هماهنگی میان حجم نقدینگی و تولید ناخالص داخلی است.

بررسی روند بهینه رشد پول و تولید ناخالص داخلی ایران طی سال‌های ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۱ (مطابق شکل ۲) نشان می‌دهد که اگر نقدینگی مطابق نتایج این پژوهش افزایش یابد، رابطه‌ای متوازن

میان رشد پول و رشد تولید برقرار خواهد شد. در چنین شرایطی، سیاست پولی بیشترین اثربخشی را خواهد داشت و پیامد این کارایی نیز در کاهش نرخ تورم کشور قابل مشاهده است.



شکل (۲): رابطه حجم پول بهینه و واقعی با تولید ناخالص داخلی در ایران

منبع: یافته‌های پژوهش

رابطه میان رشد نقدینگی واقعی، رشد نقدینگی بهینه و رشد تولید ناخالص داخلی نشان می‌دهد که اقتصاد در بسیاری از دوره‌ها با عدم تعادل پولی مواجه بوده است. زمانی که نقدینگی بیش از سطح بهینه رشد کرده، ظرفیت تولیدی اقتصاد نتوانسته هم‌پای آن حرکت کند و نتیجه این وضعیت بیشتر به شکل تورم و کاهش کارایی پول ظاهر شده است. در مقابل، دوره‌هایی که رشد نقدینگی کمتر از سطح بهینه بوده، با رکود، کاهش سرمایه‌گذاری و افت تولید همراه شده‌اند، زیرا کمبود نقدینگی مانع تأمین مالی فعالیت‌های اقتصادی شده است. این نوسان‌ها نشان می‌دهد که سیاست پولی به‌طور پایدار با ظرفیت‌های واقعی اقتصاد هماهنگ نبوده و همین امر موجب شده رشد تولید ناخالص داخلی در بسیاری از سال‌ها یا بسیار پایین باشد یا حتی منفی شود. تنها در دوره‌هایی که نقدینگی واقعی به سطح بهینه نزدیک بوده، تولید ناخالص داخلی توانسته رشد مثبت و قابل اتکا داشته باشد. بنابراین، جمع‌بندی کلی آن است که چالش اصلی سیاست پولی، ایجاد ثبات و همسویی پایدار میان رشد نقدینگی و توان تولیدی اقتصاد است تا از نوسانات تورمی و رکودی جلوگیری شود و زمینه برای رشد اقتصادی پایدار فراهم گردد.

به طور کلی، ارتباط میان این سه متغیر نشان می‌دهد که سیاست پولی باید به گونه‌ای تنظیم شود که رشد نقدینگی واقعی نزدیک به سطح بهینه باشد. تنها در این حالت است که نقدینگی می‌تواند نقش مثبت خود را در تحریک تولید ایفا کند، بدون آنکه فشار تورمی شدید بر اقتصاد وارد

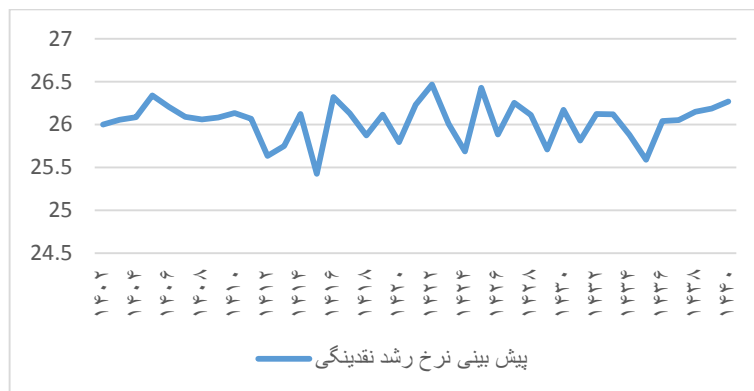
شود. هماهنگی میان نقدینگی واقعی و نقدینگی بهینه، شرط لازم برای دستیابی به رشد پایدار تولید ناخالص داخلی و ثبات اقتصادی محسوب می‌شود.

۵-۴- شبیه سازی مونت کارلو

در این پژوهش به منظور بررسی روند تغییرات حجم پول در اقتصاد ایران طی سال‌های ۱۴۰۲ تا ۱۴۴۰، از روش شبیه‌سازی مونت کارلو استفاده شده است. این روش به دلیل توانایی در مدل‌سازی عدم قطعیت و ارائه طیف وسیعی از سناریوهای محتمل، یکی از ابزارهای قدرتمند در تحلیل‌های اقتصادی محسوب می‌شود.

ابتدا پارامترهای کلیدی مؤثر بر حجم پول (مانند نرخ تورم و رشد تولید ناخالص داخلی) شناسایی و برای هر یک توزیع احتمالی مناسب تعریف شد. سپس با اجرای هزاران تکرار شبیه‌سازی، مسیرهای مختلفی برای تغییرات حجم پول در بازه زمانی مورد نظر تولید گردید. در نهایت، میانگین نتایج به عنوان پیش‌بینی پایه و بازه‌های اطمینان به عنوان محدوده عدم قطعیت حاصل شدند.

نتایج شبیه‌سازی نشان می‌دهد که حجم پول در طول دوره ۱۴۰۲ تا ۱۴۴۰ روندی افزایشی دارد، هرچند شدت رشد در سال‌های مختلف تحت تأثیر شرایط اقتصادی و سیاست‌های پولی متفاوت خواهد بود. این نتایج می‌تواند به سیاست‌گذاران در درک بهتر پویایی‌های پولی و طراحی راهبردهای مناسب کمک کند.



شکل (۳): پیش‌بینی و شبیه‌سازی نرخ رشد حجم نقدینگی در ایران طی سال‌های ۱۴۰۲-۱۴۴۰
منبع: یافته‌های پژوهش

بررسی داده‌های شبیه‌سازی شده نشان می‌دهد که نرخ رشد حجم نقدینگی در این دوره عمدتاً در سطحی نزدیک به ۲۶ درصد تثبیت شده است. چنین سطحی از رشد نقدینگی، اگر تحقق یابد، پیامدهای مهمی برای اقتصاد خواهد داشت و می‌تواند بر تورم، سرمایه‌گذاری و ثبات مالی اثرگذار باشد.

نخست، تثبیت نقدینگی در این سطح بالا بیانگر آن است که اقتصاد در صورت وقوع چنین روندی با فشارهای تورمی مستمر مواجه خواهد شد. رشد نقدینگی در حدود ۲۶ درصد معمولاً فراتر از ظرفیت رشد واقعی تولید است و در نتیجه می‌تواند به افزایش سطح عمومی قیمت‌ها منجر شود. این امر نشان می‌دهد که در صورت تحقق این پیش‌بینی، مدیریت نقدینگی برای جلوگیری از تورم مزمن اهمیت حیاتی خواهد داشت.

دوم، افت‌های مقطعی در میانه‌ی دوره (تا حدود ۲۵,۴ درصد) در داده‌های پیش‌بینی شده، می‌تواند به‌عنوان سناریویی محتمل برای کاهش سرعت تزریق نقدینگی در نظر گرفته شود. این افت‌ها الزاماً به معنای تصمیم واقعی سیاست‌گذاران نیست، بلکه نشان‌دهنده‌ی امکان وقوع دوره‌هایی است که نقدینگی تحت فشار یا کنترل بیشتری قرار گیرد.

سوم، افزایش‌های پایانی (تا سطح ۲۶,۴۶ درصد) نیز در قالب پیش‌بینی مطرح شده‌اند و می‌توانند بازتابی از سناریوهایی باشند که در آن نیازهای مالی دولت یا تقاضای پول در اقتصاد افزایش می‌یابد. در صورت تحقق چنین روندی، فشارهای تورمی و کاهش قدرت خرید خانوارها محتمل خواهد بود. همچنین، این سطح از رشد نقدینگی می‌تواند موجب انحراف منابع مالی از بخش‌های مولد به فعالیت‌های غیرمولد شود.

در مجموع، داده‌های شبیه‌سازی شده نشان می‌دهند که اقتصاد در بازه‌ی ۱۴۰۲ تا ۱۴۴۰ ممکن است با رشد نقدینگی بالا و نسبتاً پایدار مواجه شود. این وضعیت بیش از آنکه نشانه‌ی ثبات اقتصادی باشد، بیانگر احتمال تداوم فشارهای تورمی و وابستگی سیاست‌های مالی به خلق نقدینگی است. بنابراین، اگر این پیش‌بینی‌ها محقق شوند، نیاز به اصلاحات ساختاری در سیاست‌های پولی و مالی وجود خواهد داشت تا رشد نقدینگی با ظرفیت‌های واقعی تولید هماهنگ شود و از تبدیل آن به تورم مزمن جلوگیری گردد.

همچنین لازم به ذکر است که هدف از پیش‌بینی تا افق ۱۴۴۰، ارائه یک «سناریوی بلندمدت» از پیامدهای سیاست پولی و رشد حجم نقدینگی است، نه ادعای پیش‌بینی نقطه‌ای دقیق برای آن سال‌ها. تأکید بر این است که نتایج بلندمدت بیشتر جنبه سناریویی و تحلیلی دارند و عدم قطعیت در افق‌های دور به‌طور طبیعی بسیار بالاست. با این حال، می‌توان افق پیش‌بینی را کاهش داد و تمرکز را بر افق میان‌مدت (مثلاً ۵ تا ۱۰ ساله) قرار داد.

۶. بحث

از سوی دیگر، نتایج این تحقیق از نظر تمرکز بر نقش نقدینگی در ایجاد تورم و ضرورت طراحی قاعده سیاست پولی بهینه، مشابهت قابل توجهی با مطالعه قلی‌زاده کناری و همکاران (۱۳۹۶) دارد؛ آن‌ها نیز با استفاده از برنامه‌ریزی پویا نشان دادند که انتخاب قاعده سیاست پولی مناسب می‌تواند به تثبیت تولید و تورم کمک کند. همچنین یافته‌های ما در خصوص اهمیت مدیریت نقدینگی و کاهش زیان رفاهی، با نتایج حیدرپور (۱۴۰۰) همسو است؛ وی نیز تأکید کرده بود که رشد نقدینگی همچنان اثر قابل توجهی بر سطح قیمت‌ها دارد و کنترل آن برای حفظ رفاه اجتماعی ضروری است. بنابراین، پژوهش حاضر در امتداد این مطالعات قرار گرفته و با ارائه برآورد کمی ترجیحات سیاست‌گذاران و شبیه‌سازی روند آتی نقدینگی، گامی تازه در تکمیل ادبیات سیاست پولی ایران برداشته است.

۷. نتیجه‌گیری

این پژوهش با هدف تعیین نرخ رشد بهینه نقدینگی و بررسی ترجیحات سیاست‌گذاران پولی در چارچوب انتظارات گذشته‌نگر انجام شد. برای دستیابی به این هدف، تابع زیان بانک مرکزی با در نظر گرفتن معادلات عرضه و تقاضای کل تدوین گردید و پارامترهای آن با استفاده از روش VAR در دوره‌ی ۱۳۵۷ تا ۱۴۰۱ برآورد شدند. نتایج نشان داد که ترجیحات مقامات پولی عمدتاً بر کنترل نقدینگی و سپس مهار تورم متمرکز بوده است؛ به‌گونه‌ای که وزن نقدینگی (۰,۹۵) $(\lambda m =)$ بسیار بالاتر از وزن تورم $(\lambda \pi = 0,049)$ و تولید $(\lambda y = 0,001)$ قرار دارد. این امر بیانگر آن است که بانک مرکزی برای کاهش هزینه‌های رفاهی جامعه، مدیریت نقدینگی را در اولویت اصلی قرار داده است. برآورد قاعده پولی نشان می‌دهد که سیاست‌های اجراشده در ایران طی دوره‌ی مورد بررسی، فاصله قابل توجهی با مسیر بهینه داشته‌اند. در بسیاری از سال‌ها رشد نقدینگی بیش از حد

بوده و فشار تورمی و کاهش قدرت خرید را به همراه داشته است؛ در حالی که در برخی سال‌ها کمتر از سطح بهینه بوده و رکود، کاهش سرمایه‌گذاری و افت تولید را ایجاد کرده است. این نوسانات بیانگر ضعف در هماهنگی سیاست پولی با ظرفیت‌های واقعی اقتصاد و عدم دستیابی به تعادل پایدار میان نقدینگی و تولید هستند. پیامدهای این عدم تعادل روشن است: رشد بیش از حد نقدینگی موجب افزایش تورم انتظاری، کاهش اعتماد به پول ملی و گسترش فعالیت‌های غیرمولد می‌شود؛ در مقابل، رشد کمتر از سطح بهینه محدودیت در تأمین مالی تولید، افزایش نرخ بهره و کاهش اشتغال را به دنبال دارد. بنابراین، چالش اصلی سیاست پولی نه صرفاً کنترل حجم پول، بلکه ایجاد ثبات و همسویی پایدار میان نقدینگی و توان تولیدی اقتصاد است. تنها زمانی که رشد نقدینگی واقعی به سطح بهینه نزدیک باشد، می‌توان انتظار داشت که نقدینگی نقش مثبت در تحریک تولید ایفا کند بدون آنکه فشار تورمی شدید بر اقتصاد وارد شود.

پیش‌بینی‌های انجام‌شده با روش مونت کارلو برای دوره‌ی ۱۴۰۲ تا ۱۴۴۰ نشان می‌دهد نرخ رشد نقدینگی عمدتاً در سطحی نزدیک به ۲۶ درصد باقی خواهد ماند. چنین سطحی از رشد، در صورت تحقق، می‌تواند فشارهای تورمی پایدار و کاهش قدرت خرید را به همراه داشته باشد. هرچند نوسانات کوتاه‌مدت در این دوره محتمل است، اما مسیر کلی همچنان بر رشد بالا و نسبتاً ثابت دلالت دارد. این امر نشان‌دهنده‌ی ضرورت مدیریت دقیق نقدینگی و هماهنگ‌سازی آن با ظرفیت‌های واقعی تولید برای جلوگیری از تبدیل این روند به تورم مزمن و بی‌ثباتی اقتصادی است. بر مبنای این یافته‌ها، چند توصیه سیاستی مشخص قابل طرح است: نخست، بانک مرکزی باید قاعده‌ای شفاف و مبتنی بر هدف‌گذاری رشد نقدینگی در سطحی نزدیک به نرخ رشد بهینه اتخاذ کند و از نوسانات شدید حول این سطح پرهیز نماید. دوم، هماهنگی سیاست پولی با سیاست مالی ضروری است؛ به‌گونه‌ای که کسری بودجه مزمن و تأمین مالی تورمی دولت، قاعده بهینه نقدینگی را خنثی نکند. سوم، توجه هم‌زمان به مهار تورم و کاهش شکاف تولیدی ایجاب می‌کند که بخشی از نقدینگی به‌صورت هدفمند به سمت فعالیت‌های مولد و سرمایه‌گذاری هدایت شود، نه بازارهای سفته‌بازانه. چهارم، تقویت شفافیت، پاسخ‌گویی و پایبندی به قواعد اعلام‌شده می‌تواند انتظارات تورمی را مهار کرده و هزینه‌های رفاهی ناشی از انحراف از مسیر بهینه را کاهش دهد.

در مجموع، نتایج این پژوهش تأکید می‌کند که سیاست پولی مطلوب باید بر کنترل نقدینگی، مهار تورم و توجه به شکاف تولیدی به‌طور همزمان تمرکز داشته باشد. دستیابی به این هدف نیازمند هماهنگی سیاست‌های پولی با سیاست‌های مالی و ساختاری، افزایش بهره‌وری و تقویت سرمایه‌گذاری است تا نقدینگی در سطحی متناسب با نیازهای اقتصاد رشد کند و زمینه برای رشد پایدار تولید ناخالص داخلی و ثبات اقتصادی فراهم گردد.

References

- Aboulhassani, A., Shaygani, B., & Zandian, Z. (2020). The effect of interest rate and exchange rate on inflation targeting with heterogeneous inflation expectations approach. *Journal of Econometric Modelling*, 5(1), 87- 110. (In Persian) <https://doi.org/10.22075/jem.2020.18166.1338>
- Aragón, E. K. D. S. B., & Portugal, M. S. (2009). Central Bank preferences and monetary rules under the inflation targeting regime in Brasil. *Brazilian Review of Econometrics*, 29(1), 79-109.
- Bacchiocchi, A., & Giombini, G. (2021). An optimal control problem of monetary policy. *Discrete & Continuous Dynamical Systems-Series B*, 26(11). <https://doi.org/10.3934/dcdsb.2021224>
- Bastanzad, H., & Davoudi, P. (2019). Optimal Monetary Policy and Financial stability in Iran (VAR under Policy Approach). *Journal of Econometric Modelling*, 4(1), 57- 91. (In Persian) <https://doi.org/10.22075/jem.2019.17882.1317>
- Bhattacharya, R., & Patnaik, I. (2014). Monetary policy analysis in an inflation targeting framework in emerging economies: The case of India. *India Macro Policy Review*. https://macrofinance.nipfp.org.in/PDF/12Pr-Bhattacharya_BP2014_fpas.pdf
- Billi, R., Galí, J., & Nakov, A. (2024). Optimal monetary policy with $r^* < 0$. *Journal of Monetary Economics*, 142, 103518. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2023.09.005>
- Dargahi, H., & Sharbatoghli, R. (2011). Monetary Policy Rule in Case of Inflation Persistency of Iran: An Optimal Control Approach. *Journal of Economic Research*, 45(4), 1- 27. (In Persian) <https://dorl.net/20.1001.1.00398969.1389.45.4.1.8>
- Eskandari, M., Memarnejad, A., & Hoseini, S. S. (2025). Analyzing the Effect of Economic Shocks and Optimal Monetary Policy on Welfare in the Iranian Economy with Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE). *Economic Growth and Development Research*, 15(75), 151- 170. (In Persian) <https://doi.org/10.30473/egdr.2025.72959.6923>

- Freitas, P., & Muinhos, M. (2001). *A simple model for inflation targeting in Brazil* (No. 18). Central Bank of Brazil, Research Department. <https://www.bcb.gov.br/content/publicacoes/WorkingPaperSeries/wps18.pdf>
- Gholizadeh Kenari, S., Pourfaraj, A., & Jafari Samimi, A. (2018). A Comparative Study of the Efficiency of Optimal Monetary Policy in Iran. *Journal of Applied Theories of Economics*, 4(4), 27- 60. (In Persian) https://ecoj.tabrizu.ac.ir/article_6907_84b7d15f7ea24fb20e12e3b27285452f.pdf
- Gorgini, M., Salehi Asfiji, N., & Jalaei, 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. <https://doi.org/10.22059/jte.2025.385929.1008952>
- Heidarpour, A. (2021). Welfare Analysis of Monetary policy in Iran's Economy. *Stable Economy Journal*, 2(2), 45- 80. (In Persian) <https://doi.org/10.22111/sedj.2021.39349.1121>
- Izadi, H. R., & Dahmardeh, N. (2012). The Relationship between Money Demand Function, Performance of Monetary and Financial Policies and Forecasting the Money Demand Function in Iran. *Journal of Applied Economics Studies Iran*, 1(1), 165- 190. (In Persian) <https://dorl.net/20.1001.1.23222530.1391.1.1.7.9>
- Li, X., Zhou, X., Ruoxi, Z., & Wan, Y. (2023). Growth Preference or Inflation Preference: An Investigation on the Nonlinear Monetary Policy Response of Central Banks. <https://doi.org/10.21203/rs.3.rs-2423812/v1>
- Moreira, T. B. S., Souza, G. S., & Almeida, C. L. (2007). Fiscal theory of the price level and the interaction of monetary and fiscal policies: the Brazilian case. *Brazilian Review of Econometrics*, 27(1). <https://ssrn.com/abstract=992331>
- Rahimzadeh Namvar, M., & Khalili Araghi, M. (2020). Assessment of Time Inconsistency of Monetary Policy in the Approach of Exchange Rate Targeting Rule in Iran. *Journal of Economic Studies and Policies*, 7(1), 177-202. (In Persian) <https://doi.org/10.22096/esp.2020.102886.1193>
- Rudebusch, G., & Svensson, L. E. (1999). Policy rules for inflation targeting. *In Monetary policy rules* (pp. 203-262). University of Chicago Press. <https://www.nber.org/system/files/chapters/c7417/c7417.pdf>
- Sabouri, A., Rabiei, M., Zandi, F., & Shakouri, B. (2023). The effect of optimal monetary policy on liquidity and inequality of income distribution. *Journal of Islamic Economics & Banking*, 12(42), 387- 405. (In Persian) URL: <http://mieaoi.ir/article-1-1358-fa.html>

- Salami, A.B. (2003). An overview of the Monte Carlo simulation method. *Economic Research*, 3(8), 117- 138. (In Persian)
https://joer.atu.ac.ir/article_3457.html?lang=en
- Shapiro, A. H., & Wilson, D. J. (2022). Taking the fed at its word: A new approach to estimating central bank objectives using text analysis. *The Review of Economic Studies*, 89(5), 2768-2805.
<https://doi.org/10.1093/restud/rdab094>
- Yazdani, M., Dargahi, H., & Akbari Afrouzi, R. (2017). Inflation Targeting with Emphasis on Real Exchange Rate in Iran's Economy. *Iranian Journal of Economic Research*, 22(72), 151- 186. (In Persian)
<https://doi.org/10.22054/ijer.2017.8295>