

Money in the Production Function: Interactions with Oil and Government in a DSGE Model for Iran

Molod Aghabozorgnejad Khoshkrodi^{*1}

Mohamad Ali Ehsani²

¹ Molod Aghabozorgnejad Khoshkrodi, PhD in Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Email: m.aghabozorgnejad01@umail.umz.ac.ir, [https:// orcid.org/ 0009-0001-0068-644X](https://orcid.org/0009-0001-0068-644X)

² Mohamad Ali Ehsani, Associate Professor in Economics, Department of Theoretical Economics, University of Mazandaran, Babolsar, Email: m.ehsani@umz.ac.ir, [https:// orcid.org/ 0000-0001-7563-8920](https://orcid.org/0000-0001-7563-8920)

Abstract

This paper investigates the role of money as an effective variable in the production process within the framework of a New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model. In this framework, real money balances enter the production function alongside conventional factors such as labor, capital, and technology. To achieve this, money demanded by firms is explicitly separated from household money demand. The model is linearized around its non-stochastic steady state and subsequently solved numerically using calibration and simulation techniques implemented in Dynare. Model parameters are estimated using prior literature benchmarks and empirical data from the Iranian economy spanning the period 1989–2021. Subsequently, utilizing Iranian economic data, the impact of money on output is assessed via Impulse Response Functions (IRFs) to examine the dynamic response of output to monetary shocks, and Variance Decomposition (VD) to quantify the relative contribution of various shocks to output fluctuations. The modeling results indicate that the effect of money on output in the Iranian economy is limited, particularly through firms' money demand. Conversely, household money demand exerts a larger and more significant impact on output. This divergence may be attributable to the crucial role of real money balances held by households in facilitating consumption and investment transactions, as well as in shaping household expectations and confidence. These findings suggest that money does not function as a strong, independent factor of production in Iran; however, household money demand behavior significantly influences the aggregate output level. Furthermore, this study demonstrates that differentiating between firm and household money demand offers a superior understanding of monetary transmission mechanisms within the economy.

Keywords: Dynamic Stochastic General Equilibrium, Production Function, Household Money Demand, Impulse Response Function, Variance Decomposition.

Classification JEL: C62, E52, D24, E41, C61

Introduction

* Corresponding Author: Molod Aghabozorgnejad Khoshkrodi

Output and income constitute the central focus of macroeconomic analysis. The production function, defined by the inputs of labor, capital, and technology, provides the analytical structure for assessing the determinants of output. The influence of money on output can be examined from two primary perspectives: first, the demand-side, which investigates whether an increase in the money supply leads to a corresponding rise in aggregate demand and, consequently, production; and second, the supply-side, which explores whether money itself can be considered a factor of production whose variation directly alters output levels. A precise understanding of the fundamental concepts underlying money is a prerequisite for correctly grasping the functioning of the macroeconomy and the intricate interactions among its constituent elements. Money, as the core of any financial system, fulfills multiple and vital roles. The Iranian economy has consistently presented unique structural characteristics that complicate the comprehension of monetary policy transmission mechanisms. Its substantial dependence on volatile oil revenues directly influences government budgetary constraints and, consequently, the volume and composition of the money supply. Furthermore, persistently high inflation rates and chronic economic uncertainty have fundamentally reshaped the behavior of economic agents, thus increasing the significance of holding real money balances by households to facilitate daily consumption and by firms for managing transaction costs. However, domestic empirical studies have, to date, not comprehensively addressed this structural dichotomy between consumption-oriented (household) and production-oriented (firm) money demand. This research aims to address this gap by investigating which of these two channels plays a more effective role in stimulating or dampening Gross Domestic Product (GDP) in the Iranian economy. The most recognized function of money is its role as a medium of exchange, which substantially contributes to economic efficiency by minimizing transaction costs and streamlining the exchange process for goods and services. Moreover, money also functions as a unit of account and a store of value. While traditional economic theories, particularly the Cobb-Douglas production function, traditionally emphasize capital and labor, emphasizing money's role primarily in facilitating exchange, the significance of money as a key productive factor has become increasingly evident in today's complex and dynamic economy. Money, not only as a medium of exchange but also as an agent that facilitates optimal resource allocation, project financing, and transaction cost reduction, can have a substantial impact on the level of output. The theoretical concept of integrating money as a factor of production (Money in the Production Function - MPF) has its origins in the seminal works of Jovisaides (1968) and Fisher (1974), who postulated that real money balances can aid the production process by reducing transaction costs (a direct consequence of money's role as a medium of exchange) or by enhancing overall productivity. This concept, known as "Money in the Production Function" (MPF), elucidates one of the primary channels through which money affects the real sector of the economy. This debate is also intrinsically linked to the enduring controversy in monetary economics regarding the neutrality or non-neutrality of money, where Keynesian and Neoclassical schools present divergent views on money's capacity to influence real economic variables. The relationship between the real and monetary sectors of an economy remains one of the most significant and analytically challenging subjects in monetary economics, and its proper understanding is indispensable for analyzing the role of money in production. One viable and often debated approach in the theoretical literature involves the inclusion of real money balances directly within the aggregate production function. Consequently, studies have been undertaken to incorporate money into neoclassical production theory, deriving money demand analogously to the derivation of demand for labor and capital.

Methodology

Our Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model comprises eight equations and eight endogenous variables: inflation, the nominal interest rate, GDP, GDP under flexible prices, the real money balance held for production purposes and its flexible-price counterpart, and the real money balance held for non-productive purposes and its flexible-price counterpart. In essence, the DSGE model seeks to understand how changes in policy rules, economic shocks, and other exogenous factors influence inflation, interest rates, output, and money demand within an economy. By accounting for various scenarios (e.g., the difference between flexible and sticky price regimes), the model endeavors to provide a comprehensive depiction of the economy's dynamics.

Conclusion

This paper developed a novel DSGE model covering the period 1989 - 2021 with the objective of estimating the effect of money as a factor of production in the Iranian economy. The theoretical framework is founded upon the separation of household and firm real money balances; these balances are incorporated into the firm's production function alongside traditional factors (labor, capital, and technology). This approach, stemming from an extensive review of theoretical and empirical literature on the role of money in production and reflecting the divergent outcomes of previous studies, strives to present a more precise depiction of monetary transmission mechanisms in Iran. Following calibration and solution using Dynare (MATLAB), the proposed model yielded the following key findings:

1. **Dominant Impact of Household Money Demand:** Results indicate that money demanded by households plays a larger and more significant role in determining the output level in the Iranian economy. This finding suggests the critical importance of real money balances within household portfolios for facilitating consumption, covering current expenditures, and potentially underpinning micro-level investment, which ultimately stimulates aggregate demand and, consequently, the overall economy's output.
2. **Weak Impact of Firm Money and Causal Factors:** In contrast, the impact of real money balances demanded by firms on the production process is assessed as weak. Potential reasons for this phenomenon within the Iranian context can be summarized as follows:
 - **Financing Structure and Credit Reliance:** Firms in Iran traditionally exhibit a significant reliance on the banking system and credit facilities to finance their working capital and investments. Consequently, holding real money balances may be a lower priority compared to accessing credit resources, even when considered alongside other production factors.
 - **Limited Direct Role in Production Facilitation:** While money theoretically functions to reduce transaction costs and ease access to inputs, in practice, other factors such as technology quality, raw material accessibility, and labor productivity may play a more dominant role in the production process.

Funding

There is no funding support.

Authors' Contribution

Authors contributed to the conceptualization and writing of the article. All of the authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

Conflict of Interest

Authors declare no conflict of interest.

تحلیل تأثیر ورود پول به تابع تولید و تعامل آن با بخش نفت و دولت در چارچوب مدل DSGE برای اقتصاد ایران

مولود آقابزرگ نژادخشکرودی^{۱*}

محمدعلی احسانی^۲

^۱ مولود آقابزرگ نژادخشکرودی (نویسنده مسئول)، دکتری اقتصاد، دانشگاه مازندران، بابلسر، ۰۹۰۵۹۵۳۲۴۸۱، ایمیل: -

[https:// orcid.org/ 0009-0001-0068-644X](https://orcid.org/0009-0001-0068-644X) شناسه ارکید: m.aghabozorgnejad01@umail.umz.ac.ir

^۲ محمدعلی احسانی، دانشیار اقتصاد، گروه اقتصادنظری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ۰۹۱۱۱۵۵۴۶۶۳، ایمیل: m.ehsani@umz.ac.ir

شناسه ارکید: [https:// orcid.org/ 0000-0001-7563-8920](https://orcid.org/0000-0001-7563-8920)

چکیده:

این مقاله به بررسی نقش پول به عنوان یک متغیر مؤثر در فرآیند تولید در چارچوب یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید می‌پردازد. در این چارچوب، مانده حقیقی به همراه عوامل تولید معمول مانند نیروی کار، سرمایه و تکنولوژی وارد تابع تولید می‌شود. برای این منظور، پول تقاضا شده توسط بنگاه‌ها از تقاضای پول خانوارها جدا می‌شود. مدل پس از خطی‌سازی حول حالت باثبات خود، با استفاده از روش‌های عددی کالیبراسیون و شبیه‌سازی در نرم‌افزار داینار حل شده است. پارامترهای مدل از مطالعات پیشین و با استفاده از داده‌های اقتصاد ایران برای سالهای ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۰ برآورد شده‌اند. سپس با به‌کارگیری داده‌های اقتصاد ایران، تأثیر پول بر تولید از طریق توابع واکنش آنی برای بررسی پویایی پاسخ تولید به شوک‌های پولی و تجزیه واریانس برای تعیین سهم نسبی شوک‌ها در نوسانات تولیدی مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاصل از مدل‌سازی نشان می‌دهد که تأثیر پول بر تولید در اقتصاد ایران، خصوصاً از طریق تقاضای پول بنگاه‌ها، محدود است. در عین حال، تقاضای پول توسط خانوارها تأثیر بزرگ‌تری بر تولید داشته است، که می‌تواند ناشی از نقش پول در تسهیل مبادلات مصرفی و سرمایه‌گذاری و تأثیر آن بر انتظارات و اطمینان خانوارها باشد. این یافته‌ها حاکی از آن است که در اقتصاد ایران، نقش پول به‌عنوان یک عامل تولیدی مستقل چندان قوی نیست، اما رفتار خانوارها در تقاضای پول می‌تواند تأثیر قابل‌توجهی بر سطح تولید داشته باشد. این مطالعه همچنین نشان می‌دهد که تفکیک تقاضای پول بنگاه‌ها و خانوارها می‌تواند به درک بهتری از مکانیسم‌های انتقال پولی در اقتصاد کمک کند. در مجموع، این پژوهش بر اهمیت در نظر گرفتن تفاوت‌های رفتاری بین بنگاه‌ها و خانوارها در تحلیل‌های کلان اقتصادی تأکید دارد و نشان می‌دهد که سیاست‌های پولی باید با توجه به این تفاوت‌ها طراحی شوند تا اثربخشی بیشتری داشته باشند.

کلید واژه: تعادل عمومی پویای تصادفی، تابع تولید، تقاضای پول خانوار، تابع عکس العمل، تجزیه واریانس

طبقه‌بندی Jel: C62, E52, D24, E41, C61

۱-مقدمه

تولید و درآمد، موضوع اصلی در اقتصاد کلان هستند. تابع تولید، با در نظر گرفتن عوامل تولید کار، سرمایه و تکنولوژی، چارچوبی برای تحلیل عوامل مؤثر بر تولید ارائه می‌دهد. تأثیر پول بر تولید از دو منظر قابل بررسی است: نخست، از منظر تقاضا، که آیا افزایش حجم پول، موجب افزایش تقاضای کل و به تبع آن تولید می‌شود. دوم، از منظر عرضه، که آیا می‌توان پول را به عنوان یک عامل تولید در نظر

گرفت، که تغییرات در آن، موجب تغییر در تولید گردد. درک صحیح مفاهیم پایه‌ای پول، شرط اساسی درک صحیح نحوه کارکرد اقتصاد کلان و تعامل اجزای آن محسوب می‌شود. پول، به عنوان هسته اصلی سیستم مالی هر اقتصاد، نقش‌های حیاتی و چندگانه‌ای ایفا می‌کند. اقتصاد ایران همواره با ساختارهای منحصر به فردی مواجه بوده است که درک مکانیزم‌های انتقال سیاست‌های پولی را پیچیده می‌سازد. وابستگی قابل توجه به درآمدهای نفتی و نوسانات ناشی از آن، به طور مستقیم بر محدودیت‌های بودجه دولت و در نتیجه بر حجم و ترکیب عرضه پول تأثیرگذار است. از سوی دیگر، نرخ‌های بالای تورم و نااطمینانی‌های اقتصادی مزمن رفتار فعالان اقتصادی را دگرگون کرده است؛ به طوری که نگهداری مانده‌های حقیقی پول توسط خانوارها برای تسهیل مصرف روزمره و توسط بنگاه‌ها برای مدیریت هزینه‌های مبادله، اهمیت ویژه‌ای می‌یابد. با این حال، مطالعات تجربی داخلی تاکنون به طور کامل به این تفکیک ساختاری میان تقاضای پول مصرفی (خانوار) و تقاضای پول تولیدی (بنگاه) نپرداخته‌اند. این پژوهش با هدف پر کردن این شکاف، به بررسی این موضوع می‌پردازد که کدام یک از این دو کانال، نقش مؤثرتری در تحریک یا تضعیف تولید ناخالص داخلی در اقتصاد ایران ایفا می‌کنند. مهم‌ترین و شناخته‌شده‌ترین نقش آن "واسطه مبادله" بودن است که با کاهش هزینه‌های معاملاتی و تسهیل فرایند خرید و فروش کالاها و خدمات، به کارایی اقتصادی کمک شایانی می‌کند. علاوه بر این، پول به عنوان معیار ارزش و ذخیره ارزش نیز عمل می‌کند. در حالی که تئوری‌های سنتی اقتصاد، به ویژه تابع تولید کاب-داگلاس، عمدتاً بر دو عامل سرمایه و نیروی کار تأکید دارند و نقش اصلی پول را در تسهیل مبادلات می‌بینند، اما در دنیای پیچیده و پویای اقتصاد امروز، نقش پول به عنوان یک عامل تولید کلیدی بیش از پیش آشکار شده است. پول نه تنها به عنوان وسیله‌ای برای مبادله، بلکه به عنوان عاملی تسهیل‌کننده در تخصیص بهینه منابع، تامین مالی پروژه‌ها و کاهش هزینه‌های معاملاتی، می‌تواند تأثیر قابل توجهی بر سطح تولید داشته باشد. ایده ورود پول به عنوان یک عامل تولید^۱، ریشه‌هایی در کارهای ژوزفایدس^۲ (۱۹۶۸) و فیشر^۳ (۱۹۷۴) دارد که بر این باور بودند مانده‌های حقیقی پولی می‌توانند با کاهش هزینه‌های مبادلاتی (که خود ناشی از نقش پول به عنوان واسطه مبادله است) یا افزایش بهره‌وری، به فرایند تولید کمک کنند. این مفهوم که به عنوان "پول در تابع تولید" شناخته می‌شود، یکی از کانال‌های مهم اثرگذاری پول بر بخش واقعی اقتصاد را تبیین می‌کند. این بحث همچنین با مناقشات دیرینه در اقتصاد پولی درباره خنثایی یا عدم خنثایی پول مرتبط است؛ جایی که نظریات کینزی و نئوکلاسیک دیدگاه‌های متفاوتی را در مورد توانایی پول برای تأثیرگذاری بر متغیرهای واقعی اقتصاد ارائه می‌دهند. رابطه بین بخش واقعی و پولی اقتصاد، یکی از مهم‌ترین و چالش‌برانگیزترین مباحث در اقتصاد پولی است که درک آن، برای تحلیل نقش پول در تولید ضروری است. یکی از رویکردهای ممکن و قابل بحث در ادبیات نظری، گنجاندن مانده‌های حقیقی پول در تابع تولید کل است. از این رو، مطالعاتی برای ورود پول در تئوری تولید نئوکلاسیک صورت گرفته است. به این ترتیب، تقاضا برای پول به همان روشی که تقاضا برای کار و سرمایه است، به دست می‌آید. این مقاله، با بهره‌گیری از چارچوب مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی^۴، به بررسی اثرات ورود پول به عنوان یک عامل تولید در کنار موجودی سرمایه و نیروی کار می‌پردازد. مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی با توانایی خود در بازنمایی دقیق تعاملات بین عاملان اقتصادی و پیش‌بینی‌های بلندمدت، چارچوبی قدرتمند برای آزمون تجربی فرضیه پول در تابع تولید و بررسی پیامدهای سیاست‌های پولی در شرایط عدم خنثایی پول فراهم می‌آورند. استفاده از این مدل‌ها، امکان تحلیل دقیق‌تر و پویاتر از تعاملات بین بخش پولی و واقعی اقتصاد و تأثیر سیاست‌های پولی بر متغیرهای کلان اقتصادی را فراهم می‌سازد.

سازماندهی مقاله حاضر به صورت زیر است: در ادامه بعد از مقدمه در بخش اول، در بخش دوم تعاریف مفاهیم و واژگان کلیدی مطرح می‌شود. در بخش سوم، مروری بر ادبیات نظری و تجربی صورت می‌گیرد. بخش چهارم به معرفی مدل، حل آن و تجزیه و تحلیل الگو اختصاص دارد. در بخش پنجم نتیجه گیری ارائه می‌شود.

۲- ادبیات نظری

۲-۱- تابع تولید

با وجود گذر زمان و تحولات نظری در اقتصاد کلان، چارچوب مفهومی تابع تولید و نقش پول در آن همچنان مبتنی بر مبانی نظری کلاسیک و نئوکلاسیک است. مرور منابع جدید نشان می‌دهد که ادبیات اخیر نیز عمدتاً در امتداد دیدگاه‌های پایه‌ای آثار پیشین حرکت

¹ Money in the Production Function(MPF)

² Jovisaides

³ Fisher

⁴ Dynamic Stochastic General Equilibrium(DSGE)

کرده و تغییرات بنیادینی در ساختار نظری این حوزه ایجاد نشده است. از این رو، در این پژوهش برای تبیین مبانی نظری و حفظ انسجام مفهومی، از منابع معتبر و کلاسیک استفاده شده است که مبنای اکثر مطالعات کاربردی امروز نیز محسوب می‌شوند. برآورد تابع تولید اقتصاد از مهمترین مباحث اقتصادی و سیاستگذاری کلان در هر اقتصادی محسوب می‌شود. تابع تولید بیان ریاضی رابطه تکنیکی بین مقادیر مصرفی نهاده‌ها و تولید یک بنگاه اقتصادی هست (آغه میری، ۱۳۹۲). به عبارت دیگر، تابع تولید مبین رابطه فنی تبدیل نهاده‌ها به محصولات هست. تابع تولید یک مفهوم کاملاً فنی است و به طور ساده رابطه بین ستانده و نهاده‌های تولید را نشان می‌دهد. در واقع، این تابع بیانگر حداکثر محصولی است که از ترکیبات مختلف نهاده‌های تولید به دست می‌آید. فعالیت اصلی هر بنگاه این است که عوامل تولید را به محصولات تبدیل کند. عموماً، نهاده‌های نیروی کار و سرمایه به عنوان نهاده‌های استاندارد در تابع تولید شناخته می‌شوند به گونه‌ای که بیشتر کاربردهای تجربی، تولید به عنوان تابعی از تنها دو نهاده نیروی کار و سرمایه ارائه می‌شود. در مطالعات تخصصی با توجه به هدف محقق متغیرهای دیگری نیز به تابع تولید اضافه می‌شود. در این الگو پول بعنوان عامل تولید در کنار سرمایه و کار وارد تابع تولید می‌شود.

$$Y = f(K, L, M) \quad (۱)$$

که در رابطه (a)، Y نشان دهنده تولیدات بنگاه از یک کالای مشخص در طول یک دوره زمانی است. K سرمایه استفاده شده در همان دوره زمانی، L ساعات نیروی کار استفاده شده و M حجم پول را نشان می‌دهند (نیکلسون، ۱۳۸۷). برآورد تابع تولید یکی از مسائل اساسی در اقتصادسنجی کاربردی است. یکی از معروفترین توابعی که در بیان روابط ساختاری در تولید از گذشته‌های دور مورد استفاده قرار گرفته است، تابع تولید کاب داگلاس هست. این تابع خصوصیات ضرورت، همگنی، یکنواختی، تقعر، پیوستگی، مشتق پذیری، غیر منفی و غیر تهی بودن را دارد. پارامترهای تابع کاب داگلاس، کشش‌های تولید نهاده‌ها را نشان می‌دهد. این تابع خصوصیت ضرورت مصرف نهاده را به خوبی نمایان می‌سازد. ازجمله محدودیتهای این تابع میتوان به ثابت بودن کشش تولید نهاده‌ها در آن اشاره کرد. از مزایای این نوع تابع، سهولت تفسیر نتایج حاصل است. درواقع، این تابع اجازه می‌دهد که به سادگی نوع بازده به مقیاس، کار آیی عوامل تولید، کشش جانشینی بین نهاده‌ها و کشش تولید آنها تعیین شود. از دیگر دلایل استفاده از این تابع، سادگی و سودمند بودن در زمینه کارهای تجربی اقتصادسنجی است. شکل تبعی تابع کاب داگلاس با وجود پول در آن به صورت زیر است :

$$Y = AL^{\alpha}K^{\beta}M^{\gamma} \quad (۲)$$

در رابطه (b)، α ، γ و β پارامتر A ضریب تکنولوژی هست و α و β به ترتیب کشش تولیدی نهاده‌های کار و سرمایه هستند.

۳- پول در چارچوب نظریه تولید :

پول ابزاری ناشی از یک قرارداد اجتماعی برای انجام مبادلات هست، یعنی پول در حقیقت یک پدیده اجتماعی است که جوامع بشری برای رفع مشکلات آن را ابداع کردند. به عبارت دیگر، پول در جامعه در چهارچوب اقتصادی و اجتماعی خاصی قرار میگیرد و حتی در طول زمان و با تغییر الگوی تکامل تاریخی یک جامعه نیز تغییر میکند. پول یک مطالبه یا اعتبار و بستانکاری و یا وعده پرداخت است که به وسیله ارتباطات اجتماعی تأسیس شده است (بابوی به نقل از اینگام، ۲۰۰۴). در نظر کینز، پول یک واحد محاسبه (وسیله سنجش ارزش) است که از یک کنش سیاسی نشأت گرفته و به وسیله قانون یا پیمان و قرارداد اجتماعی تأسیس شده است، به عقیده کینز هدف مردم در بکارگیری پول ممکن است تصفیه تعهدات بدهی‌شان باشد. در این دیدگاه پول به طور تاریخی به عنوان واحد محاسبه شکل گرفته و مقدم بر مبادلات بازار است. تابع تولید نئوکلاسیک استاندارد، از داده‌ها و ستانده‌های حقیقی استفاده میکند. استفاده از پول به عنوان یک وسیله مبادله، برخلاف اقتصاد تهاتری، زمان جستجو برای خرید را کاهش می‌دهد. در اینجا، هدف اضافه کردن مانده حقیقی به تابع تولید است. بنابراین، می‌توان گفت که مشارکت در مبادله (استفاده از پول) به بنگاه‌ها کمک می‌کند تا داده‌های بهتری جمع‌آوری کنند، منابع را به طور بهینه تخصیص دهند، هزینه‌های مبادله را کاهش دهند، و در نتیجه، تولید افزایش می‌یابد. اضافه کردن مانده حقیقی به تابع تولید، این اثرات پولی را به طور مستقیم در نظر می‌گیرد (فرجی، ۱۳۹۶).

درباره مانده حقیقی به عنوان یک عامل در تولید باید بدانیم که پول مانند سایر نهاده‌ها دارای بازده (تولید) نهایی است؛ تقاضای بنگاه‌ها برای مانده حقیقی مانند تابع تقاضای سایر نهاده‌ها است؛ تغییرات درآمد در مانده حقیقی بر محصول حقیقی اثر می‌گذارد؛ به این ترتیب،

مانده حقیقی ممکن است، بخشی از نرخ رشدهای بهره وری کل (باقیمانده سولو) را توضیح دهد (ایلری سوی^۱، ۱۹۹۸ و بنجی مول^۲، ۲۰۱۱). در مطالعات کلاسیک، پول بیش از اینکه در چهارچوب "نظریه تولید" مورد مطالعه قرار بگیرد در چهارچوب "نظریه مطلوبیت" مورد بحث و مطالعه قرار گرفته است. البته تلاش هایی برای مطالعه پول در "نظریه تولید نئوکلاسیک" انجام شده است و درواقع، وجود پول در تابع تولید امکان ایجاد تطابق تقاضای پول و تقاضا برای نیروی کار و سرمایه را فراهم کرده است.

گروهی از محققان چارچوب نظری را برای گنجاندن پول در تابع تولید مطرح کرده اند (لوحری و پتینکین^۳، ۱۹۶۸ و و جانسون^۴، ۱۹۶۹) پول با تسهیل مبادلات، بهره وری را افزایش می دهد؛ افزون بر این، تقاضا برای پول، مانند تقاضا برای سایر نهادهای معمول تولید، یک تقاضای مشتقه است که از فرایند حداکثرسازی سود بنگاه ها ناشی می شود. با این حال، خط مشی فوق از طرف گروه های مختلف به چالش کشیده شده است. به عنوان مثال، بر اساس دستاوردهای مورونی^۵ (۱۹۷۲) پول از نظر ذاتی یک "نوآوری برای مبادله" است و بار مفهومی آن بیشتر از آن است که صرفاً به عنوان یک ورودی تلقی شود. حتی اگر پول به عنوان عامل تولید در نظر گرفته شود نیز هیچ توضیحی از قابلیت جایگزینی بین پول، کار و سرمایه وجود ندارد (دیویدسون^۶، ۱۹۷۹ و مقدم^۷، ۲۰۱۰).

در نظر گرفتن مانده حقیقی پول به عنوان یک عامل تولید پیامدهای متعددی داشته است. پول یک ساختار تولیدی فیزیکی نهایی مانند سایر نهاده ها دارد و تقاضای بنگاه ها برای مانده حقیقی از همان شیوه مشابه سایر عوامل تابع تقاضا، نشأت خواهد گرفت (بنجی مول، ۲۰۱۲).

در چارچوب نقش پول در تابع تولید، نادیری (۱۹۶۹) استدلال کرد که مانده حقیقی پول به عنوان نهاده ای بهره ور در تولید به خدمت گرفته میشود. به بیان دیگر، از دیدگاه وی، مانده حقیقی پول بخشی از سرمایه به کار گرفته شده بنگاه است که فرایند تولید بنگاه را (اغلب به طور غیرمستقیم مانند جلوگیری از ضرر به واسطه تغییر در قیمتهای سرمایه و نیروی کار و نرخ بهره) تسهیل میکند. نگهداری مانده حقیقی پول، عدم اطمینان از تأمین پرداختهای جاری را کاهش میدهد و در نتیجه از نقد شدن غیرضروری سایر داراییها جلوگیری میکند.

یو^۸ (۱۹۸۱) دریافت که تغییرات ناشناخته بخش تولید (جزء تصادفی تابع تولید) عملاً با وارد کردن مانده حقیقی در تابع تولید کاهش می یابد. به این ترتیب، علاوه بر نیروی کار و سرمایه، مانده حقیقی پول تبدیل به یک عامل مهم تولید، به ویژه برای کشورهای در حال توسعه شده است (بنجی مول، ۲۰۱۲).

در راستای تبیین جامع اثرگذاری پول بر بخش واقعی اقتصاد، این تحقیق بر مبنای یک الگوی مفهومی مشخص بنا شده است که در آن موجودی پول نه صرفاً به عنوان یک پوشش اسمی، بلکه به عنوان یک عامل فعال و مؤثر در فرایند تولید عمل می کند. این چارچوب مفهومی، که ریشه در نظریات "پول در تابع تولید" دارد، بر این فرضیه محوری استوار است که پول به طور مستقیم بر تابع تولید کل اقتصاد اثر می گذارد.

مکانیزم های اصلی این اثرگذاری از طریق دو کانال عمده قابل توضیح است:

۱. **کاهش هزینه های مبادلاتی:** پول با تسهیل مبادلات و کاهش نیاز به صرف زمان و منابع برای یافتن شریک مبادله ای و تطابق نیازها به عنوان یک روغن کاری کننده در چرخ دنده های اقتصاد عمل می کند. این امر، هزینه های اصطکاکی و مبادلاتی

¹ Ilerrisoy

² Benchimol

³ Levhari & Patinkin

⁴ Johnson

⁵ Moroney

⁶ Davidson

⁷ Moghadam

⁸ You

تولیدکنندگان را کاهش داده و در نتیجه، کارایی تخصیص منابع را افزایش می‌دهد. کاهش این هزینه‌ها به تولیدکنندگان اجازه می‌دهد تا با منابع موجود، محصول بیشتری تولید کنند، که نهایتاً منجر به افزایش تولید کل می‌شود.

۲. **تسهیل فرایندهای تولید و سرمایه‌گذاری:** موجودی پول کافی و پایدار، امکان تأمین مالی بهینه فعالیت‌های تولیدی و سرمایه‌گذاری‌های جدید را فراهم می‌آورد. این تسهیل‌گری مالی، به بنگاه‌ها اجازه می‌دهد تا با اطمینان بیشتری به برنامه‌ریزی و اجرای پروژه‌های توسعه‌ای بپردازند، که این خود به افزایش ظرفیت تولیدی و رشد اقتصادی بلندمدت منجر می‌گردد. به عبارت دیگر، پول با کاهش عدم قطعیت‌های مالی و فراهم آوردن نقدینگی لازم، نقش کاتالیزور را برای انباشت سرمایه و بهره‌برداری مؤثر از دیگر عوامل تولید ایفا می‌کند. (بنجی‌مول، ۲۰۱۴)

بنابراین، الگوی مفهومی این تحقیق بر رابطه علی مستقیم بین حجم پول در گردش و سطح تولید کل تأکید دارد، به گونه‌ای که تغییرات در عرضه پول می‌تواند از طریق کانال‌های فوق، بر سمت عرضه اقتصاد و در نهایت بر رشد اقتصادی تأثیرگذار باشد. هدف این پژوهش، بررسی دقیق و کمی این روابط علی و تحلیل چگونگی تأثیر سیاست‌های پولی بر این مکانیزم‌ها و پیامدهای آن‌ها بر تولید است. این الگوی مفهومی، مبنای نظری برای طراحی و کالیبراسیون مدل تعادل عمومی پویای تصادفی در بخش‌های بعدی خواهد بود.

۴- مروری بر ادبیات تجربی :

با مرور منابع داخلی و خارجی مشخص شد که در زمینه «نقش پول در تابع تولید» مطالعات جدید و روزآمد اندکی وجود دارد و بیشتر پژوهش‌های برجسته و مبنایی مربوط به دهه‌های گذشته‌اند. در سال‌های اخیر نیز تحقیقات محدود انجام‌شده، عموماً همان رویکرد کلاسیک یا نئوکلاسیک گذشته را دنبال کرده و نظریه تازه‌ای به چارچوب تولید اضافه نکرده‌اند. از این‌رو، در این بخش برای حفظ جامعیت و اتکای نظری، از مطالعات پایه‌ای و معتبر گذشته استفاده شده است که همچنان مبنای تحلیل‌های تجربی در تحقیقات اقتصادی جدید به شمار می‌روند.

جدول ۱: خلاصه مطالعات پیشین خارجی

نویسنده/سال	عنوان	نتیجه
پنگ و همکاران ^۱ (۲۰۲۵)	مدل پول در تابع مطلوبیت و تولید؛ تأثیر تأثیر سیاست پولی انبساطی بر عرضه کل	نشان می‌دهد که در حضور چسبندگی اسمی، سیاست پولی انبساطی اثرات مثبت سمت عرضه را فعال کرده و اثرات تقاضا را تقویت می‌کند؛ کشش خروجی نسبت به مانده‌های حقیقی تعیین‌کننده قدرت این اثر است.
کانکو و ماتسوزاکی ^۳ (۲۰۱۸)	مدل پول در تابع تولید و بهینه‌سازی رفاه دولت	جایگزینی مالیات تورمی با مالیات بر درآمد باعث افزایش نسبت پول حقیقی به سرمایه می‌شود؛ برای بهینه‌سازی رشد، دولت باید عرضه پول را ثابت نگه دارد.
بنجی‌مول (۲۰۱۵)	مدل پول در تابع مطلوبیت و تولید	پولی که بنگاه‌ها نگهداری می‌کنند تأثیر قابل توجهی بر فعالیت اقتصادی دارد.
بافایل و پیرر گالینی ^۴ (۲۰۱۷)	مدل پول در تابع تولید	تقاضای پول توسط بنگاه‌ها نقش مهمی در پویایی‌های اقتصاد کلان دارد؛ فرض دریافت مستقیم پول از خانوارها یا بانک

¹ Peng et al.

² Money-in-the-Utility-and-Production-Function (MIUP)

³ Kaneko & Matsuzak

⁴ Bafile and Piergallini

مرکزی ساده‌نگارانه است.		
مقدم (۲۰۱۰)	بررسی تجربی پول به‌عنوان عامل تولید	با استفاده از تعاریف مختلف پول، اثر آن به‌عنوان نهاده تولید مورد تأیید قرار گرفت.
سفتون ^۱ (۱۹۸۸)	نقش مانده حقیقی پول در تابع تولید کاب-داگلاس	مانده حقیقی پول یک عامل مبنایی در تابع تولید است.
خان و احمد ^۲ (۱۹۸۵)	مانده حقیقی پول به‌عنوان نهاده تولید	نتایج با فرضیه تأثیرگذاری مانده حقیقی بر تولید سازگار است.
سیموس ^۳ (۱۹۸۱)	رابطه سرمایه، نیروکار و مانده حقیقی	مانده حقیقی مکمل نیروی کار و جایگزین سرمایه است، و بر عرضه کل تأثیرگذار است.
سینایی و استوکس (۱۹۸۱)	تخمین تابع تولید کل ژاپن	مانده حقیقی به‌عنوان نهاده مؤثر در تولید عمل می‌کند.
شورت ^۴ (۱۹۷۹)	توسعه تابع تولید کاب-داگلاس با مانده حقیقی	ارتباط معناداری میان مانده حقیقی پول و تولید یافت شد.
بن‌زیون و راتان ^۵ (۱۹۷۵)	نقش پول در تغییرات فناورانه در تابع تولید	پول به‌عنوان عامل تولید در تغییرات تکنولوژیکی نقش دارد و نرخ تغییر پول حقیقی نسبت به سطح آن مهم‌تر است.
باترفیلد ^۶ (۱۹۷۵)	تخمین تابع تولید لئونتیف تعمیم‌یافته	مانده حقیقی عامل تولید مهمی است؛ نتایج مشابه مطالعات سینایی و استوکس ^۷ (۱۹۷۲)
سینایی و استوکس (۱۹۷۲)	اولین بررسی تجربی پول در تابع تولید	پول عامل تولید مهمی است؛ افزودن آن به تابع تولید، اهمیت روند زمانی (تغییرات فنی) را کاهش می‌دهد.

منبع: یافته‌های پژوهش حاضر

در بررسی انجام شده در میان مطالعات داخلی تحقیقی در خصوص تأثیر پول به‌عنوان یک نهاده در تابع تولید مشاهده نشده است. لیکن در زمینه‌هایی که تا حدودی به موضوع مورد مطالعه در این مقاله نزدیک هستند، میتوان به مقالات زیر اشاره کرد:

جدول ۲: خلاصه مطالعات پیشین داخلی

نویسنده/ سال	عنوان	نتیجه
سیفی و دهقان‌پور (۱۳۹۳)	بررسی ساختار هزینه نیروگاه‌های حرارتی ایران با استفاده از تابع هزینه ترانس‌لوگ و شاخص‌های صرفه مقیاس	صرفه‌جویی ناشی از مقیاس در تمام نیروگاه‌ها وجود دارد؛ تغییرات تکنولوژی ابتدا رشد فزاینده و سپس روند نزولی دارد.
غلامی و همکاران (۱۳۹۲)	تحلیل اثر نامتقارن سیاست پولی بر تولید	اثر سیاست پولی بر تولید ناخالص داخلی

¹ Sephton

² Khan & Ahmad

³ Simos

⁴ Short

⁵ Ben-zion & Ruttan

⁶ Butterfield

⁷ Sinai & Stokes

نامتقارن است؛ واکنش GDP به شوک‌های پولی بسته به رشد درآمد نفتی و سرمایه‌گذاری متفاوت است.	ناخالص داخلی ایران (۱۳۳۸-۱۳۸۸) با الگوی خودرگرسیون انتقال ملایم (STAR)	
افزایش حجم پول در کوتاه‌مدت تولید را افزایش می‌دهد، اما در بلندمدت بی‌اثر است.	بررسی اثرات سیاست پولی بر تولید و سطح عمومی قیمت‌ها در ایران با مدل تصحیح خطای برداری ساختاری (SVECM)	رنانی (۱۳۹۰)
شوک‌های پولی دارای اثرات نامتقارن هستند؛ در دوره رکود اثرگذاری سیاست‌های پولی بیش از دوره رونق است.	تحلیل اثر شوک‌های پولی مثبت و منفی بر تولید با الگوی DSGE تغییر رژیم مارکوف (۱۳۵۸-۱۳۹۳)	وفامند و همکاران (۱۳۹۰)
نتایج نشان داد تولید متغیری برون‌زا بوده و حجم پول نقش معناداری در نوسانات تولید ندارد.	بررسی تعامل میان بخش پولی و حقیقی در اقتصاد ایران با مدل VAR ^۲	لشگری (۱۳۸۹)
تأثیرات تکانه‌های پولی بر تولید متقارن نیستند؛ تکانه‌های مثبت و منفی شدت متفاوتی دارند.	بررسی تقارن یا عدم تقارن تأثیر تکانه‌های پولی مثبت و منفی بر تولید	جلالی نائینی و نظیفی (۱۳۸۰)

منبع: یافته‌های پژوهش حاضر

۵- نوآوری ها و سهم پژوهش

اگرچه چارچوب تئوریک این پژوهش بر پایه مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی کینزی جدید با پول در تابع تولید، به ویژه کار بنجی‌مول (۲۰۱۵) بنا شده است، اما سهم اصلی این مقاله در بومی‌سازی دقیق و توسعه مدل برای پوشش ساختار منحصر به فرد اقتصاد ایران است. این بومی‌سازی شامل سه رکن کلیدی است که مدل پایه را از حالت استاندارد به ابزاری تحلیلی برای اقتصاد ایران تبدیل می‌کند:

۶. تفکیک دقیق تقاضای پول (خانوار در مقابل بنگاه)

برخلاف مدل‌های مرجع که ممکن است تقاضای پول را یکپارچه در نظر بگیرند، این پژوهش به صراحت تقاضای پول را میان خانوارها (با تمرکز بر نقش تسهیل مبادلات مصرفی) و بنگاه‌ها (به عنوان نهاده تولیدی در تابع تولید) تفکیک کرده است. این تفکیک، پاسخ مدل را به شوک‌های پولی از نظر تجربی به واقعیت اقتصاد ایران نزدیک‌تر می‌سازد و نشان می‌دهد که کانال تقاضای پول خانوار در این اقتصاد نقش مسلط‌تری در نوسانات تولید ایفا می‌کند.

۲. یکپارچه‌سازی ساختار بودجه دولت و شوک نفتی

برای انطباق با اقتصاد ایران، مدل توسعه داده شده است تا کانال‌های انتقال سیاست‌های مالی و پولی را به طور همزمان لحاظ کند:

- محدودیت بودجه دولت به گونه‌ای اصلاح شده است که درآمد دولت تابعی از یک فرآیند برون‌زای $AR(1)$ برای درآمدهای نفتی باشد. این امر امکان تحلیل اثرات شوک‌های نفتی بر مخارج دولت و در نهایت بر متغیرهای بخش حقیقی را فراهم می‌آورد.
- شرط توازن در بازار پول، نحوه تأمین مالی کسری بودجه دولت از طریق خلق پول را نیز در معادله تقاضای کل لحاظ کرده است، که به طور مستقیم بر کانال‌های تورم و بهره پرداخته می‌شود.

¹ Structural Vector Error Correction Model

² Vector Autoregression

³ Autoregressive

۳. کالیبراسیون مبتنی بر داده‌های داخلی

پارامترهای مدل صرفاً از مطالعات خارجی اتخاذ نشده‌اند؛ بلکه بخش قابل توجهی از پارامترها، به ویژه آن‌هایی که مستقیماً به اقتصاد ایران مربوط می‌شوند (مانند پارامترهای مرتبط با شوک‌های نفتی، ψ_x ، ψ_m و ضریب حساسیت تقاضای پول)، با استفاده از داده‌های سری زمانی اقتصاد ایران (دوره ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۰) و با اتکا بر تخمین‌های محقق یا مطالعات داخلی معتبر (همانند داده‌های جدول کالیبراسیون)، تعیین شده‌اند.

نتیجه‌گیری نوآوری:

بنابراین، نوآوری اصلی این پژوهش در تولید یک چارچوب تحلیلی جامع (شامل نفت، دولت و تفکیک پول) است که توانایی تفکیک و ارزیابی دقیق اثرات کانال‌های مختلف پول بر تولید در اقتصاد ایران را فراهم می‌آورد، امری که در مدل‌های استاندارد پیشین به طور کامل مورد توجه قرار نگرفته بود.

۶- معرفی مدل

مدل مورد مطالعه، شامل خانواری است که نیروی کار را عرضه می‌کند، کالاها را برای مصرف خریداری می‌کند. بنگاه محصولات متمایز را در بازار رقابت انحصاری به فروش می‌رساند. مدل پایه رقابت انحصاری از دیگزیت و استیگلیتز (۱۹۷۷) گرفته شده است. چسبندگی قیمتی با استفاده از روش کالوو^۱ (۱۹۸۳) تعریف می‌شود. بدین صورت که هر بنگاه قیمت محصول تولیدی خود را تعیین می‌کند؛ اما همه بنگاه‌ها قیمت خود را در هر دوره، مجدداً تنظیم نمی‌کنند. خانوارها و بنگاه‌ها به نحو بهینه رفتار می‌کنند. خانوارها ارزش فعلی مطلوبیت انتظاری و بنگاه‌ها سود خود را حداکثر می‌کنند. همچنین، یک بانک مرکزی وجود دارد که نرخ بهره اسمی را تعیین و کنترل می‌کند.

۱-۶- خانوار

فرض می‌شود که یک خانوار نماینده، با عمر نامحدود وجود دارد که به دنبال حداکثر کردن تابع مطلوبیت با توجه به قید بودجه است. مطلوبیت دوران زندگی خانوار:

$$E_t[\sum_{k=0}^{\infty} \beta^k U_{t+k}] \quad (3)$$

β عامل تنزیل و کوچکتر از واحد است

$$K=[0,1]$$

ترجیحات خانوار با استفاده از یک تابع مطلوبیت مشترک در زمان‌های مختلف اندازه‌گیری می‌شود:

$$U_t = e^{\varepsilon_t^u} \left(\frac{c_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{\gamma e^{\varepsilon_t^n}}{1-\nu} \left(\frac{M_{n,t}}{P_t} \right)^{1-\nu} - \frac{\chi N_t^{1+\eta}}{1+\eta} \right) \quad (4)$$

مصرف، عرضه نیروی کار، تقاضای پول و دارایی اوراق قرضه به گونه‌ای انتخاب می‌شوند با توجه به قید ۳ و شرط وجود جواب برای معادله ۱، آن را ماکزیمم کند. در اینجا، پول وارد تابع مطلوبیت شده است. تابع پول در تابع مطلوبیت با مصرف کالا، C_t ، و مانده واقعی پول، $\frac{M}{P}$ ، رابطه مثبت و با نیروی کار، N_t ، رابطه منفی دارد.

ε_t^u شوک در ترجیحات، ε_t^n شوک تقاضای پول خانوار، σ ضریب ریسک‌گریزی نسبی خانوارها، γ معکوس کشش نگهداری پول نسبت به نرخ بهره، و η معکوس کشش کار نسبت به دستمزد واقعی C_t مصرف خانوار، $\frac{M_{n,t}}{P_t}$ مانده حقیقی پول، N_t عرضه نیروکار است.

¹ Calvo

خانوار تصمیم می‌گیرد که چگونه هزینه های مصرفی خود را بین کالاهای مختلف تخصیص دهد. این مستلزم آن است که شاخص مصرف C_t برای هر سطح معینی از مخارج حداکثر شود. قید بودجه ای که خانوار با مواجه است:

$$P_t C_t + M_{n,t} + M_{p,t} + Q_t B_t \leq B_{t-1} + W_t N_t + M_{n,t-1} + M_{p,t-1} \quad (5)$$

p_t : شاخص قیمت کل

$M_{n,t}, M_{p,t}$: پول اسمی که به ترتیب برای اهداف مولد و غیرمولد نگهداری می‌شود.

B_t : مقدار اوراق قرضه تنزیل شده یک دوره ای که در دوره t خریداری میشود و سررسید آن $t+1$ است. هر ورقه قرضه در سررسید یک واحد پول ارزش دارد و قیمت آن در حال حاضر Q_t است، به طوری که نرخ بهره اسمی کوتاه مدت آن تقریباً برابر با $\ln Q_t$ است.

W_t : دستمزد اسمی

N_t : ساعات کار

$$\ln(1 - Q_t) = a_1 + a_2 i_t$$

مسئله مصرف کننده حداکثر کردن تابع مطلوبیت نسبت به معادله (5) است. به این ترتیب، مسئله مصرف کننده به شکل رابطه زیر خواهد بود:

$$\mathcal{L}_t = E_t \sum_{k=0}^{\infty} \beta^k \left[e^{\varepsilon_t^u} \left(\frac{c_t^{1-\sigma}}{1-\sigma} + \frac{\gamma e^{\varepsilon_t^n}}{1-\nu} \left(\frac{M_{n,t}}{P_t} \right)^{1-\nu} - \frac{\chi N_t^{1+\eta}}{1+\eta} \right) \right] - \lambda \left[P_t \left[E_t[c_{t+1}] - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma} E_t[\Delta \varepsilon_{t+1}^u] \right] + M_{n,t} + M_{p,t} + Q_t B_t - B_{t-1} - W_t N_t - M_{n,t-1} - M_{p,t-1} \right] \quad (6)$$

رابطه (7) براساس مشتق تابع لاگرانژ نسبت به اوراق قرضه (بزار پس انداز) و نوشتن شرط مرتبه اول مربوطه برحسب مصرف بدست آمده است.

$$C_t = E_t[c_{t+1}] - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma} E_t[\Delta \varepsilon_{t+1}^u] \quad (7)$$

$$\rho_c = -\ln(\beta)$$

π_{t+1} نشان دهنده تورم انتظاری است.

که در این رابطه، λ مطلوبیت نهایی درآمد را نشان میدهد. خانوار مقادیر N_t , $M_{n,t}$, C_t را به نحوی انتخاب می‌کند که مطلوبیت مورد انتظار کل دوران زندگی اش با توجه به محدودیت ها حداکثر می‌گردد.

تقاضا برای پول نقد، که از مسئله بهینه سازی خانوار ناشی می‌شود توسط رابطه زیر نشان داده می‌شود:

$$\varepsilon_t^n + \sigma c_t - \nu m_{p,t} - \rho_m = a_2 i_t \quad (8)$$

$$\rho_m = -\ln(\gamma) + a_1$$

در این مدل، رفتار بهینه خانوارها در قبال نگهداری پول و اوراق قرضه، منجر به شکل گیری معادلات مرتبط با نرخ بهره اسمی (i_t) و قیمت اوراق قرضه (Q_t) می‌شود. به طور خاص، با خطی سازی روابط مربوط به قیمت اوراق قرضه Q_t حول نرخ بهره اسمی حالت باثبات¹ که در این مدل برابر با $\frac{1}{\beta}$ تعریف شده است، ضرایب a_1 و a_2 معرفی می‌شوند. در چارچوب مدل تعادل عمومی پویای تصادفی تحلیل شده، ضرایب a_1 و a_2 به عنوان پارامترهای مشتق شده ظاهر می‌شوند که از فرآیند خطی سازی معادلات غیرخطی مدل حول نقطه تعادل

¹ Steady-state nominal interest rate

پایدار حاصل می‌گردند. این ضرایب، که مقدار آن‌ها به پارامترهای اساسی مدل مانند (β) و نحوه تعریف روابط غیرخطی وابسته است، در معادلات خطی شده مانند تقاضای پول نقش کلیدی ایفا می‌کنند. (بنجی مول، ۲۰۱۱)

بانک مرکزی، نرخ بهره اسمی (i_t) را به عنوان ابزار سیاست پولی اولیه در نظر گرفته و آن را بر اساس قاعده تیلور تنظیم می‌کند، به طوری که در برابر انحرافات تورم و شکاف تولید واکنش نشان دهد. ضرایب زیر از تقریب مرتبه اول تیلور برای تابع $\ln(1-Q_t)$ به دست می‌آیند. فرمول‌های دقیق این ضرایب به شرح زیر است:

$$a_1 = \ln(1 - \exp(-\frac{1}{\beta})) - \frac{1}{\beta} e^{\frac{1}{\beta}-1} \quad (9)$$

$$a_2 = \frac{1}{\beta} e^{\frac{1}{\beta}-1} \quad (10)$$

در این معادله، a_2 به عنوان ضریب نرخ بهره اسمی (i_t) عمل می‌کند و نشان‌دهنده حساسیت تقاضای پول به تغییرات نرخ بهره پس از خطی‌سازی مدل است. رابطه زیر فرم خطی - لگاریتمی شده شرط مرتبه اول مربوط به بهینه سازی مبادله مصرف- اوقات فراغت است که بیان می‌کند چگونه دستمزد واقعی با تغییر در مصرف، تغییر عرضه نیروکار و یک شوک بهره وری مرتبط است.

$$W_t - P_t = \sigma c_t + \eta n_t - \rho_n \quad (11)$$

$$\rho_n = -\ln(\chi)$$

در نهایت، این معادلات شرط اوایل را نشان می‌دهند: رابطه (۵) تخصیص بهینه فرادوره‌ای مصرف را نشان می‌دهد. معادله (۶) شرط بهینگی بین دوره‌ای را با برابر قرار دادن نرخ نهایی جانشینی بین پول و مصرف با هزینه فرصت نگهداری پول برای مقاصد غیر مولد نشان می‌دهد: و معادله (۷) شرط بهینگی فرادوره‌ای را با برابر قرار دادن نرخ نهایی جانشینی به فراغت و مصرف را نشان می‌دهد.

۲-۶- بنگاه‌ها:

فرض می‌کنیم که زنجیره‌ای از بنگاه‌ها وجود دارد. هر بنگاه یک کالای متمایز تولید می‌کند، اما همه آن‌ها از یک فناوری یکسان استفاده می‌کنند. (بنجی مول ۲۰۱۵) تابع تولید هر بنگاه مشابه و با وجود پول بصورت زیر نشان داده می‌شود:

$$Y_t(i) = e^{\varepsilon_t^a} (e^{\varepsilon_t^p} \frac{M_{P,t}}{P_t})^{\alpha_m} N_t(i)^{1-\alpha_n} \quad (12)$$

$\text{Exp}(\varepsilon_t^a)$ نشان دهنده سطح فناوری است که فرض می‌شود برای همه بنگاه‌ها مشترک است و به طور برونزا در طول زمان ارتقا می‌یابد.

ε_t^p شوک برای تقاضای پول بنگاه است.

۳-۶- دولت و درآمدهای نفتی:

۱-۳-۶- بخش نفت

حال برای اینکه این مدل با اقتصاد ایران بیشتر هماهنگ شود، بخش نفت و بودجه دولت به مدل اضافه می‌شود. درآمدهای حاصل از صادرات نفت را می‌توان به شکل یک فرایند برونزای $AR(1)$ با فرض یک شوک که می‌تواند ناشی از تغییر در صادرات نفت یا تغییر در قیمت نفت باشد بیان نمود (فخر حسینی، ۱۳۹۱).

درآمد نفتی دولت بصورت رابطه زیر بیان می‌شود:

$$\ln(or_t) = \rho_{or} \ln(or_{t-1}) + (1 - \rho_{or}) \ln(\overline{or}) + \varepsilon_t^{or} \quad (13)$$

or : جریان درآمد حقیقی نفت

OR_t سطح باثبات جریان درآمدهای نفتی
 ε_t^{or} : شوک نفتی برونزا که سایر عوامل غیرقابل مشاهده مؤثر بر درآمد نفتی را در برمی گیرد.

۲-۳-۵- دولت

در ایران تمام درآمد حاصل از صادرات نفت به دولت اختصاص دارد. در این مدل فرض بر این است که دولت- مقام پولی، کارگذاری واحد در اقتصاد است که با توجه به درجه پایین استقلال بانک مرکزی در بسیاری از کشورهای نفت خیز، چندان فرض دور از ذهنی نیست. دولت مسئول اعمال سیاستهای پولی و مالی بوده و مخارج دولت از محل خلق پول، درآمدهای مالیاتی و نیز درآمد حاصل از فروش نفت و صادرات آن به خارج از کشور تامین مالی می شود.

$$P_t G_t = \tau_y P_t y_t + OR_t + \mu M_t \quad (14)$$

$P(t)G(t)$ کل هزینه های دولت

τ_y مالیات بر درآمد

$P(t)y(t)$ تولید اسمی (تولید کل اقتصاد)

$OR(t)$ درآمد نفتی اسمی (درآمد حاصل از فروش نفت)

$M(t)$ عرضه پول اسمی

μ نرخ رشد اسمی پول

$\mu M(t)$ درآمد حاصل از خلق پول

به عبارت دیگر براساس قیمت های حقیقی خواهیم داشت:

$$g_t = \tau_y y_t + or_t + \mu m_t \quad (15)$$

از طرف دیگر، بنا به واقعیت آشکار شده در ایران، تبدیل دلارهای حاصل از درآمدهای نفتی به پول داخلی به ناچار ارتباطی اجتناب ناپذیر بین نوسانات حجم پول و نوسانات درآمدهای نفتی ایجاد نموده است (فخر حسینی، ۱۳۹۰). تجربه سال های گذشته نشان داده است که هر چه درآمدهای حاصل از فروش نفت بیش تر شود هزینه های دولت نیز افزایش یافته، به حدی که از درآمدها پیشی گرفته و موجب ایجاد کسری بودجه می شود. افزایش بهای نفت سبب سرمایه گذاری در تاسیسات عمومی می شود. از طرفی با افزایش ظرفیت ها، هزینه جاری افزایش یافته و چون دولت عملاً نتوانسته توازن سایر درآمدهای غیر نفتی را در این رشد متعادل کند، این منابع جایگزین، از درآمدهای نفتی تامین می شود.

$$or_t = \rho_{or} or_{t-1} + (1 - \rho_{or})or + \varepsilon_t^{or} \quad (16)$$

این معادله، کانال انتقال شوک های نفتی به اقتصاد را مشخص می کند: تغییرات در قیمت و/یا کمیت نفت مستقیماً بر درآمد حقیقی دولت (or_t) تأثیر می گذارد و از طریق محدودیت بودجه، مخارج دولت (g_t) را تحت تأثیر قرار داده و در نهایت بر تقاضای کل (منحنی IS) اثر می گذارد.

با جایگذاری معادله (۱۶) در معادله (۱۵) محدودیت بودجه جدید بصورت زیر در می آید:

$$g_t = \tau_y y_t + \rho_{or} or_{t-1} + (1 - \rho_{or})or + \varepsilon_t^{or} + \mu m_t \quad (17)$$

معادله (۱۷) نشان می دهد که شوک های نفتی برونزا، مخارج درونزای دولت (g_t) را تحت تأثیر قرار می دهد.

حالا میخواهیم معادله مخارج دولت (۱۷) را وارد معادله تقاضای کل بکنیم. همانطور که به (معادله ۱۸)، معادله اوایلر بین زمانی خانوارها (منحنی IS پایه) که انحراف لگاریتمی تولید (y_t) را با نرخ بهره حقیقی و انتظارات مرتبط می‌کند، در ادامه میرسیم که به صورت زیر است:

$$y_t = E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma}E_t[\Delta\varepsilon_{t+1}^u] \quad (18)$$

با این حال، در یک مدل با حضور دولت، تقاضای کل صرفاً شامل مصرف خانوار نیست، بلکه مخارج دولت نیز بخشی از آن است. بنابراین، منحنی IS فوق باید برای لحاظ کردن این مخارج و اثرات سیاست‌های مالی و شوک نفتی اصلاح شود.

$$y_t = E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma}E_t[\Delta\varepsilon_{t+1}^u] + \varphi_g g_t \quad (19)$$

$$y_t = E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma}E_t[\Delta\varepsilon_{t+1}^u] + \varphi_g(\tau_y y_t + or_t + \mu m_t) \quad (20)$$

در این معادله، φ_g یک ضریب مثبت است که نشان‌دهنده حساسیت تقاضای کل به تغییر در مخارج دولت است. این معادله نهایی نقش حیاتی در مدل ما ایفا می‌کند:

۱. **کانال مالی:** نشان می‌دهد که g_t (مخارج دولت) از طریق ضریب φ_g بر تقاضای کل (y_t) تأثیر می‌گذارد.
۲. **کانال نفتی:** شوک‌های نفتی برونزا (or) مستقیماً مخارج دولت را افزایش داده و از این طریق تقاضای کل را تحریک می‌کنند.
۳. **کانال خلق پول:** تأمین مالی کسری بودجه از طریق خلق پول (μm_t) نیز به عنوان یک عامل انبساطی بر تقاضای کل عمل می‌کند.

این معادله، کانال‌های اثرگذاری شوک نفتی و سیاست مالی بر تولید را به وضوح نشان می‌دهد:

$$y_t = \frac{1}{1-\psi_g \tau_y} E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma}E_t[\Delta\varepsilon_{t+1}^u] + \varphi_g or_t + \varphi_g \mu m_t \quad (21)$$

۴-۶- تعادل و تسویه بازار :

تساوی عرضه و تقاضا در بازار کالا ایجاب می‌کند که $Y_t(i) = C_t(i)$ برای همه $i \in [0, 1]$ و هم t برقرار باشد. تولید کل به صورت $Y_t = \left(\int_0^1 Y_t(i)^{1-\frac{1}{\varepsilon}} di \right)^{\frac{\varepsilon}{\varepsilon-1}}$ تعریف می‌شود؛ از این رو، $Y_t = C_t$ باید برای همه t برقرار باشد. شرط تساوی عرضه و تقاضا در بازار کالا را می‌توان با معادله اوایلر مصرف‌کننده ترکیب کرد تا شرط تعادلی به دست آید. شرط تعادل به طور کلی نشان‌دهنده حالتی است که در آن هم تولید و هم مصرف به گونه‌ای انجام می‌شود که بازارها در تعادل باشند. عدم تعادل در هر یک از بازارها (مانند بازار کالاها یا بازار پول) ممکن است منجر به نوسانات و تغییرات قیمت شود. در واقع، این تحلیل نشان می‌دهد که در یک اقتصاد، رفتار بنگاه‌ها در تولید و انتخاب قیمت‌ها، باید متناسب با رفتار مصرف‌کنندگان در مصرف کالاها باشد تا تعادل برقرار شود. با توجه به اینکه تولید کل و مصرف کل برابر هستند در رابطه (۷) Y_t جایگزین C_t می‌شود و خواهیم داشت :

$$Y_t = E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma}(i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma}E_t[\Delta\varepsilon_{t+1}^u] \quad (22)$$

$$n_t = \frac{1}{1-\alpha_n}(y_t - \varepsilon_t^a - \alpha_m \varepsilon_t^p - \alpha_m m p_{p,t}) \quad (23)$$

۵-۶- استخراج مقادیر تعادل پایدار^۱ مدل: تبیین وضعیت بلندمدت اقتصاد

¹ Steady-State: S-S

استخراج مقادیر تعادل پایدار مدل یک گام بنیادین و ضروری در تحلیل مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی است. مقادیر تعادل پایدار نمایانگر وضعیت بلندمدت اقتصاد در غیاب شوک‌های تصادفی و با فرض ثبات تمامی متغیرهای اساسی در طول زمان است. دستیابی به تعادل پایدار نه تنها یک پیش‌نیاز فنی برای خطی‌سازی مدل و تحلیل پویایی‌های کوتاه‌مدت است، بلکه بینش‌های عمیقی نسبت به روابط تعادلی بلندمدت بین متغیرهای کلان اقتصادی و مکانیسم‌های تنظیم‌کننده‌ی آن‌ها فراهم می‌آورد. در این بخش، فرآیند گام به گام استخراج مقادیر تعادل پایدار مدل پیشنهادی را، با استناد به چارچوب نظری و معادلات ارائه شده در مقاله بنجی‌مول (۲۰۱۲)، تشریح خواهیم کرد. این فرآیند شامل تنظیم معادلات مدل برای شرایط ثبات، حل دستگاه معادلات جبری حاصل و تبیین مقادیر تعادلی متغیرهای کلان است.

۱-۵-۶- تعیین شرایط تعادل پایدار:

تعادل پایدار به وضعیتی اطلاق می‌شود که در آن اقتصاد از هرگونه نوسان ناشی از شوک‌های تصادفی یا انتظارات پویا عاری است. برای مدل‌سازی این وضعیت:

حذف شوک‌های تصادفی: تمامی شوک‌ها $(\varepsilon^i, \varepsilon^a, \varepsilon^u, \varepsilon^p)$ صفر در نظر گرفته می‌شوند.

- ثبات متغیرها در طول زمان: تمامی متغیرهای مدل به مقادیر ثابت و بدون تغییر در زمان همگرا می‌شوند. به عبارت دیگر، برای هر متغیر X_t داریم $X_t = X_{t+1} = X^{SS}$ که نشان‌دهنده مقدار حالت پایدار آن متغیر است.

- تثبیت انتظارات: با توجه به ثبات متغیرها، انتظارات آینده نیز تثبیت می‌شوند: $E_t[X_{t+k}] = X^{SS}$ برای هر

$$K \geq 0$$

پس از اعمال شرایط حالت پایدار، تمامی معادلات ساختاری مدل از فرم پویای خود به مجموعه‌ای از معادلات جبری تبدیل می‌شوند. در این مرحله، هر متغیر وابسته به زمان (X_t) با مقدار حالت باثبات خود (X^{SS}) جایگزین می‌شود و تمامی عملگرهای انتظارات حذف می‌گردند.

$$\bullet \text{ مقدار حالت پایدار معادله (۷)، } C_t = E_t[c_{t+1}] - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma} E_t[\Delta \varepsilon_{t+1}^u],$$

$$i^{SS} - \pi^{SS} = \rho_c \quad (۲۴)$$

اگر نرخ تورم بلندمدت را صفر فرض کنیم ($\pi^{SS}=0$)، آنگاه $i^{SS}=\rho_c=-\ln(\beta)$ خواهد بود. این رابطه نشان می‌دهد که در بلندمدت، نرخ بهره اسمی با نرخ تنزیل ذهنی خانوار برابر است.

این همان قاعده اول تیلور یا تعادل نرخ بهره حقیقی است که در حالت پایدار برقرار است.

$\bullet$ مقدار حالت پایدار معادله (۸)، $\varepsilon_t^n + \sigma c_t - vmp_{n,t} - \rho_m = a_2 i_t$ ، با این فرض که شوک ε_t^n برابر صفر است رابطه بصورت زیر تصریح می‌شود:

$$\sigma c^{SS} - v m_n^{SS} - a_1 - 2\rho_m = a_2 i^{SS} \quad (۲۵)$$

$$\bullet \text{ مقدار حالت پایدار معادله (۱۱)، } W_t - P_t = \sigma c_t + \eta n_t - \rho_n$$

پس از لگاریتمی کردن متغیرها و خطی‌سازی حول حالت پایدار معادله ۶ بصورت زیر در می‌آید:
(ω_t لگاریتم دستمزد واقعی است)

$$\omega^{SS} - p^{SS} = \sigma c^{SS} + \eta n^{SS} - \rho_n \quad (۲۶)$$

- مقدار حالت پایدار معادله (۱۲)، $Y_t(i) = e^{\varepsilon_t^a} (e^{\varepsilon_t^p} \frac{M_{P,t}}{P_t})^{\alpha_m} N_t(i)^{1-\alpha_n}$

$$y^{ss} = \alpha_m m p^{ss} + (1 - \alpha_n) n^{ss} \quad (۲۷)$$

این معادله نشان می‌دهد که تولید حالت پایدار به مانده پول حقیقی مولد و نیروی کار بستگی دارد.

- مقدار حالت پایدار معادله (۱۵)، $g_t = \tau_y y_t + or_t + \mu m_t$

در حالت پایدار تمام متغیرهای سطح ثابت هستند یعنی $(m_t = m^{ss}$ و $or_t = or^{ss}$ و $g_t = g^{ss}$ و $y_t = y^{ss})$

میانگین شوک درآمد نفتی در بلندمدت صفر است.

$$g^{ss} = \tau_y y^{ss} + \mu m^{ss} \quad (۲۸)$$

- مقدار حالت پایدار معادله (۱۶)، $or_t = \rho_{or} or_{t-1} + (1 - \rho_{or}) or + \varepsilon_t^{or}$

تمام شوک‌ها صفر هستند.

تورم مورد انتظار بلندمدت هم صفر است.

$$or^{ss} = \rho_{or} or^{ss} + 0$$

$$or^{ss} = 0 \quad (۲۹)$$

- مقدار حالت پایدار معادله (۲۲)، $y_t = E_t[y_{t+1}] - \sigma^{-1}(i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \sigma^{-1} E_t[\Delta \varepsilon_{t+1}^u] + \psi_g(\tau_y y_t + or_t + \mu m_t)$

$$i^{ss} = \rho_c + \sigma \varphi_g g^{ss} \quad (۳۰)$$

۶-۶- معادلات نهایی الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی :

مدل تعادل عمومی پویای تصادفی ما شامل هشت معادله و هشت متغیر وابسته است: تورم، نرخ بهره اسمی، تولید ناخالص داخلی، تولید ناخالص داخلی با قیمت‌های انعطاف‌پذیر، میزان مانده حقیقی پول نگهداری‌شده برای اهداف تولید و معادل آن با قیمت‌های انعطاف‌پذیر، و میزان مانده حقیقی پول نگهداری‌شده برای اهداف غیرتولیدی و معادل آن با قیمت‌های انعطاف‌پذیر است. به طور خلاصه، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی به دنبال درک چگونگی تأثیرگذاری تغییرات در سیاست‌ها، شوک‌های اقتصادی و سایر عوامل بر تورم، نرخ بهره، تولید، و تقاضا برای پول در یک اقتصاد است. این مدل با در نظر گرفتن سناریوهای مختلف (مانند قیمت‌های انعطاف‌پذیر در مقابل قیمت‌های چسبنده) تلاش می‌کند تا تصویری جامع از پویایی‌های اقتصاد ارائه دهد.

الف: اقتصاد با قیمت‌های انعطاف‌پذیر

$$y_t^f = U_a^y \varepsilon_t^a + U_p^y \varepsilon_t^p + U_m^y m p_{p,t} + U_c^y \quad (۳۱)$$

$$U_a^y = \frac{1+\eta}{\eta + \alpha_n - (1-\sigma)(1-\alpha_n)}$$

$$U_p^y = \frac{\alpha_m(1+\eta)}{\eta + \alpha_n - (1-\sigma)(1-\alpha_n)}$$

$$U_m^y = \frac{\alpha_n + \alpha_m(1+\eta) - 1}{\eta + \alpha_n - (1-\sigma)(1-\alpha_n)}$$

$$U_c^y = \frac{(1-\alpha_n)(\ln(\alpha_m(1-\alpha_n)) + \rho_n - \mu)}{\eta + \alpha_n - (1-\sigma)(1-\alpha_n)}$$

اگر U_a و U_p و U_m و U_c ضرایب ثابتی باشند، آنگاه معادله S-S:

$$y^{f,ss} = U_m mp_p^{ss} + U_c \quad (32)$$

$$mp_{n,t}^f = \left(\frac{\sigma}{v}\right) y_t^f - \left(\frac{a_2}{v}\right) \sigma E_t[\Delta y_{t+1}^f] - \rho_m + \frac{\rho_c a_2}{v} + \frac{1}{v} \varepsilon_t^n \quad (33)$$

باجایگذاری مقدار $y^{f,ss}$ از مرحله قبل داریم که:

$$mp_n^{f,ss} = \frac{\sigma}{v} (U_m mp_p^{ss} + U_c) - \rho_m + \frac{\rho_c a_2}{v} \quad (38)$$

$$mp_{p,t}^f = y_t^f - mp_{n,t}^f - \zeta_t \quad (39)$$

ζ_t یک شوک تصادفی است که بر سرعت گردش پول تأثیر می‌گذارد.

$$mp_p^{f,ss} = \frac{U_c(1-\frac{\sigma}{v}) + \rho_m - \frac{\rho_c a_2}{v}}{1 - v_m + \frac{\sigma v m}{v}} \quad (40)$$

ب: اقتصاد با قیمت های چسبنده

$$\pi_t = \beta E_t[\pi_{t+1}] + \varphi_x(y_t - y_t^f) + \varphi_m(mp_{p,t} - mp_{p,t}^f) \quad (41)$$

$$\pi^{ss} = \frac{\psi_x(y^{ss} - y^{f,ss}) + \psi_m(mp_p^{ss} - mp_p^{f,ss})}{1-\beta} \quad (42)$$

$$Y_t = E_t[y_{t+1}] - \frac{1}{\sigma} (i_t - E_t[\pi_{t+1}] - \rho_c) - \frac{1}{\sigma} E_t[\Delta \varepsilon_{t+1}^u] \quad (43)$$

حالت پایدار برای تولیدکل:

$$Y^{ss} = Y^{ss} \quad (44)$$

$$mp_{n,t} = \left(\frac{\sigma}{v}\right) y_t - \left(\frac{a_2}{v}\right) i_t - \frac{\rho_m}{v} + \varepsilon_t^n \quad (45)$$

$$mp_n^{ss} = \left(\frac{\sigma}{v}\right) y^{ss} - \left(\frac{a_2}{v}\right) i^{ss} - \frac{\rho_m}{v} \quad (46)$$

$$i_t = (1 - \lambda_i)(\lambda_\pi(\pi_t - \pi^*) + \lambda_x(y_t - y_t^f) + M_{k,t}) + \lambda_i i_{t-1} + \varepsilon_t^i \quad (47)$$

$$i^{ss} = \lambda_\pi(\pi^{ss} - \pi^*) + M_k^{ss} \quad (48)$$

این معادله مهم است: نرخ بهره حالت پایدار (i^{ss}) به هدف تورمی بانک مرکزی (π^*), نرخ تورم حالت پایدار (π^{ss}), و مقدار شوک سیاست پولی در حالت پایدار (M_k^{ss}) بستگی دارد. همچنین، فرض بر این است که λ_π به اندازه کافی بزرگ است تا اطمینان حاصل شود که i^{ss} به سطوح معقولی واکنش نشان می‌دهد.

¹ تمام محاسبات توسط نویسنده انجام شده و در صورت لزوم قابل دریافت است.

جدول ۳: متغیر پولی در قاعده تیلور

K	$M_{k,t}$
۱	.
۲	$\lambda_2(mp_{n,t} - mp_{p,t}^f)$
۳	$\lambda_3(mp_{n,t} - mp_{n,t}^f)$
۴	$\lambda_4(mp_t - mp_t^f)$
۵	$\lambda_5(mp_{p,t} - mp_{p,t}^f) + \lambda_6(mp_{n,t} - mp_{n,t}^f)$

منبع: بنجی مول (۲۰۱۵)

$M_{k,t}$ یک متغیر پولی است که در قاعده سیاست پولی به کار می‌رود و نقش پول را در فرمول‌بندی این قاعده مشخص می‌کند. این متغیر بسته به مقدار پارامتر k ، که نشان‌دهنده نحوه ورود پول به قاعده تیلور است، مقادیر متفاوتی به خود می‌گیرد. k می‌تواند مقادیر ۱، ۲، ۳، ۴ یا ۵ را داشته باشد و هر مقدار یک تعریف خاص برای $M_{k,t}$ ارائه می‌دهد. به طور خلاصه، $M_{k,t}$ به بانک مرکزی اجازه می‌دهد تا در تصمیم‌گیری‌های مربوط به نرخ بهره، نه تنها به تورم و شکاف تولید، بلکه به متغیرهای پولی و شکاف‌های آن‌ها نیز توجه کند. (بنجی مول و فورکانس، ۲۰۱۲)

$$mp_{p,t} = y_t - mp_{n,t} - \zeta_t \quad (۴۹)$$

مقدار y^{ss} و mp_n^{ss} را قبلاً بدست آوردیم و با جایگذاری در اینجا به معادله زیر می‌رسیم:

$$mp_p^{ss} = \frac{uc(1 - \frac{\sigma}{v}) + \rho_m - \frac{\rho_c a_2}{v}}{1 - v_m + \frac{\sigma v m}{v}} \quad (۵۰)$$

شوکهایی که داریم:

ε_t^a شوک تکنولوژی

ε_t^n شوک به تقاضای پول خانوارها

ε_t^p شوک به تقاضای پول شرکت

ε_t^i نرخ بهره کوتاه مدت یا شوک سیاست پولی

ε_t^u شوک در ترجیحات

ε_t^{or} شوک نفتی

۷-۶-کالیبره کردن

یکی از مهمترین مراحل تکمیل الگوهای تعادل عمومی پویای تصادفی مقداردهی پارامترهای الگو (کالیبره کردن) می‌باشد. برای این امر معمولاً از یافته‌های تحقیقات پیشین استفاده میشود. بیست و هشت پارامتر زیر رفتار معادلات فوق را در حالت پایدار نشان میدهد.

جدول ۴: مقدار کالیبره پارامترها

منبع	مقدار کالیبره شده	توضیحات	نام پارامتر
اسمت و واترز (۲۰۰۳، ۲۰۰۷)	۰/۸	عامل تنزیل	β
اسمت و واترز (۲۰۰۳، ۲۰۰۷)	۰/۶۶	اندازه کاهش بازدهی به مقیاس	θ
اسمت و واترز	۰/۰۱	معکوس کشش عرضه کار	η

	نسبت به دستمزد حقیقی		(۲۰۰۳، ۲۰۰۷)
γ	کشش تولید نسبت به مانده حقیقی پول	۰/۴۴	بنجی مول (۲۰۱۵)
σ	ضریب ریسک گریزی نسبی	۰/۲	بنجی مول (۲۰۱۵)
α_1	ضریب ثابت	۰/۲	اسمت و واترز (۲۰۰۳، ۲۰۰۷)
α_2	ضریب نرخ بهره اسمی در معادله تقاضای پول	۰/۰۲	اسمت و واترز (۲۰۰۳، ۲۰۰۷)
α_n	سهم نیروکار در تولید	۰/۵	اسمت و واترز (۲۰۰۳، ۲۰۰۷)
α_m	سهم پول در تولید	۰/۲۵	اسمت و واترز (۲۰۰۳، ۲۰۰۷)
ε	کشش جانشینی	۰/۵۱	بنجی مول (۲۰۱۵)
λ_x	ضریب شکاف تولید در معادله تورم	۰/۰۵	بنجی مول (۲۰۱۵)
λ_p	ضریب شکاف تورم در معادله تورم	۰/۵	بنجی مول (۲۰۱۵)
λ_{pi}	ضریب نرخ بهره در معادله تورم	۱/۵	بنجی مول (۲۰۱۵)
λ_i	ضریب نرخ بهره دوره قبل در معادله تورم	۰/۲	بنجی مول (۲۰۱۵)
λ_k	جمع همه لانداها	۰/۲	بنجی مول (۲۰۱۵)
χ	ضریب نیروی کار در تابع مطلوبیت	۰/۲	بنجی مول (۲۰۱۵)
ν	معکوس کشش تقاضای پول نسبت به نرخ بهره	۰/۰۳	بنجی مول (۲۰۱۵)
ζ	سرعت گردش پول	۰/۳۱	بنجی مول (۲۰۱۵)
ψ_x	ضریب شکاف تولید حقیقی در معادله تورم	۰/۶۲	محاسبه محقق
ψ_m	ضریب شکاف مانده حقیقی در معادله تورم	۰/۳۲	محاسبه محقق
ρ_n	اثر ثابت عرضه کار بر مطلوبیت	۱/۶	محاسبه محقق
ρ_m	هزینه فرصت نگهداری پول نقد	۱/۰۲	محاسبه محقق
ρ_c	$-\ln(\beta)$	۰/۲۲	محاسبه محقق
μ	حاشیه سود (Markup)	۰/۳	متوسلی و همکاران (۱۳۸۹)
U_a	ضریب شوک ترجیحی	۹/۱	بنجی مول (۲۰۱۵)، مقیاس دهی داخلی

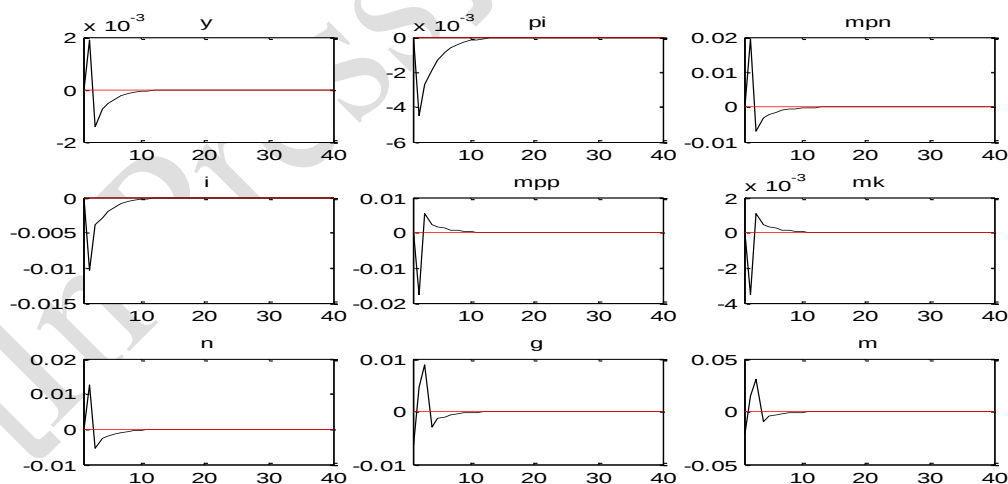
U_p	ضریب شوک تقاضاپول شرکتها	۲/۳	بنجی مول (۲۰۱۵)، مقیاس دهی داخلی
U_m	ضریب موازنه پول واقعی	- ۲/۲۵	بنجی مول (۲۰۱۵)، مقیاس دهی داخلی
U_c	عرض از مبدا	۲/۴	بنجی مول (۲۰۱۵)، مقیاس دهی داخلی
ψ_g	ضریب حساسیت تقاضای کل نسبت به مخارج دولت	۰/۳	ایلزترکی و همکاران (۲۰۱۳)
τ_y	نرخ مالیات بر درآمد	۰/۲	فخر حسینی (۱۳۹۱)
ρ_r	پایداری فرایند درآمدنفتی در $AR(1)$	۰/۸	فخر حسینی (۱۳۹۱)

منبع: محاسبات پژوهش

۸-۶- توابع واکنش آنی (IRF)

۱. شوک ترجیحات (u)

این شوک بیانگر تغییر ناگهانی در ترجیحات مصرف و پس انداز خانوارهاست. نمودار واکنش آنی نشان می‌دهد که در واکنش اولیه، تولید کاهش یافته و پس از چند دوره به سطح تعادل بازمی‌گردد. تورم نیز همزمان با افت تقاضای کل، کاهش می‌یابد. نرخ بهره نیز در نتیجه رکود کوتاه مدت و کاهش فشار تورمی، نزولی است. این یافته‌ها با ساختار استاندارد مدل‌های نیوکینزی سازگارند و نشان می‌دهند که تغییر در ترجیحات مصرفی خانوارها می‌تواند به طور موقتی فعالیت‌های اقتصادی را تحت تأثیر قرار دهد. این نتیجه با ادبیات استاندارد تعادل عمومی پویای تصادفی مانند مدل گالی (۲۰۱۵) سازگار است.



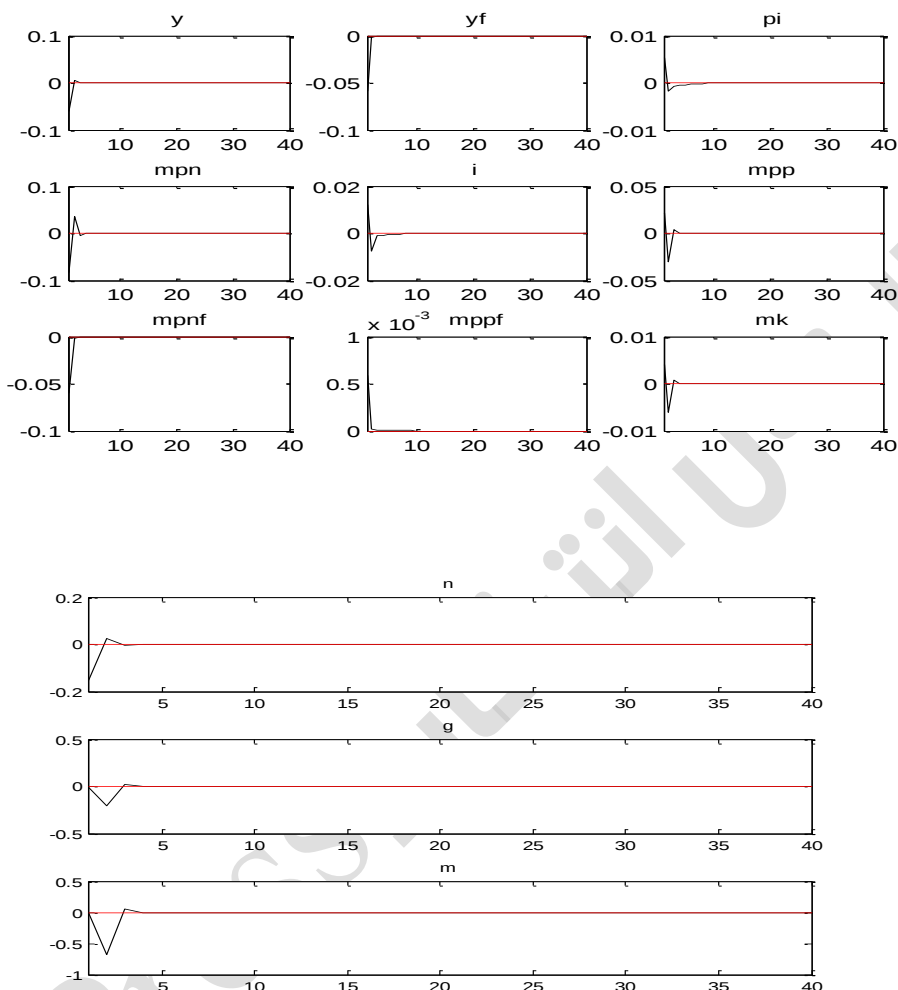
نمودار ۱: توابع واکنش آنی متغیرها نسبت به تکانه u

منبع: محاسبات پژوهش

۲. شوک تقاضای پول خانوار (nu)

این شوک بازتاب تغییر در تمایل خانوارها به نگهداری مانده‌های حقیقی پول است. نتایج نشان می‌دهند که واکنش تولید به این شوک بسیار قوی و مثبت است؛ افزایش تقاضای پول خانوار موجب رشد فعالیت‌های اقتصادی و تقویت مبادلات می‌شود. نرخ بهره در ابتدا

افزایش یافته، سپس در مراحل بعدی تثبیت می‌شود و تورم واکنش خنثی یا اندکی مثبت دارد. این رفتار بیانگر آن است که پول، از طریق کانال خانوار، در تسهیل مبادلات و افزایش اطمینان اقتصادی نقش محوری دارد. به عبارت دیگر، اثر پول بر تولید بیشتر از مسیر رفتار مصرف‌کنندگان منتقل می‌شود تا از مسیر بنگاه‌ها، و این امر فرضیه نقش پول در تابع تولید از دید تقاضای خانوار را تأیید می‌کند.

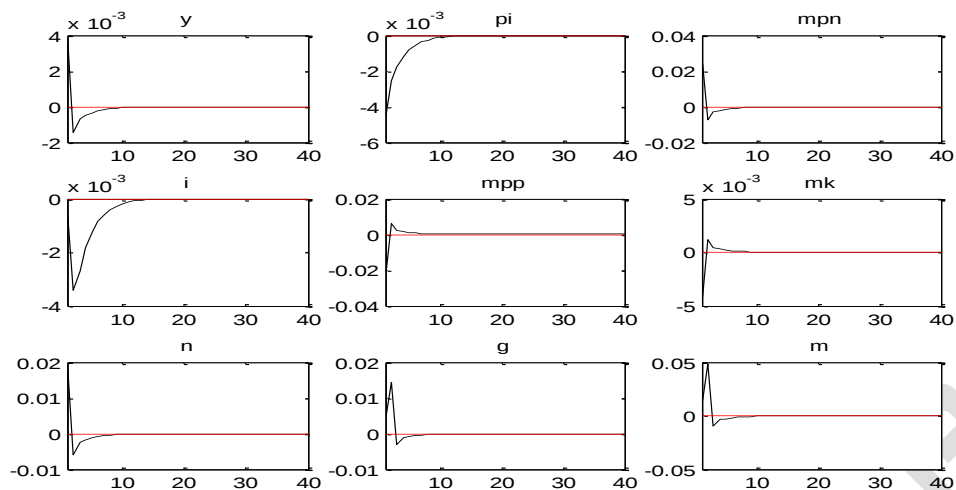


نمودار ۲: توابع واکنش آنی متغیرها نسبت به تکانه πu

منبع: محاسبات پژوهش

۳. شوک سیاست پولی (ui)

شوک سیاست پولی تغییرات ناگهانی در قاعده نرخ بهره یا تصمیمات مقام پولی را دربردارد. واکنش نرخ بهره آنی و شدید است و در نتیجه، تولید کاهش و تورم نیز با تأخیر کاهش می‌یابد. این پاسخ‌ها الگوی کلاسیک سیاست انقباضی پولی را منعکس می‌کنند: افزایش نرخ بهره هزینه اعتباری را بالا برده، مخارج مصرفی و سرمایه‌گذاری را تضعیف کرده و در نهایت موجب رکود موقتی می‌شود. اثر این شوک گذراست و پس از چند دوره، متغیرها به مسیر باثبات خود بازمی‌گردند.

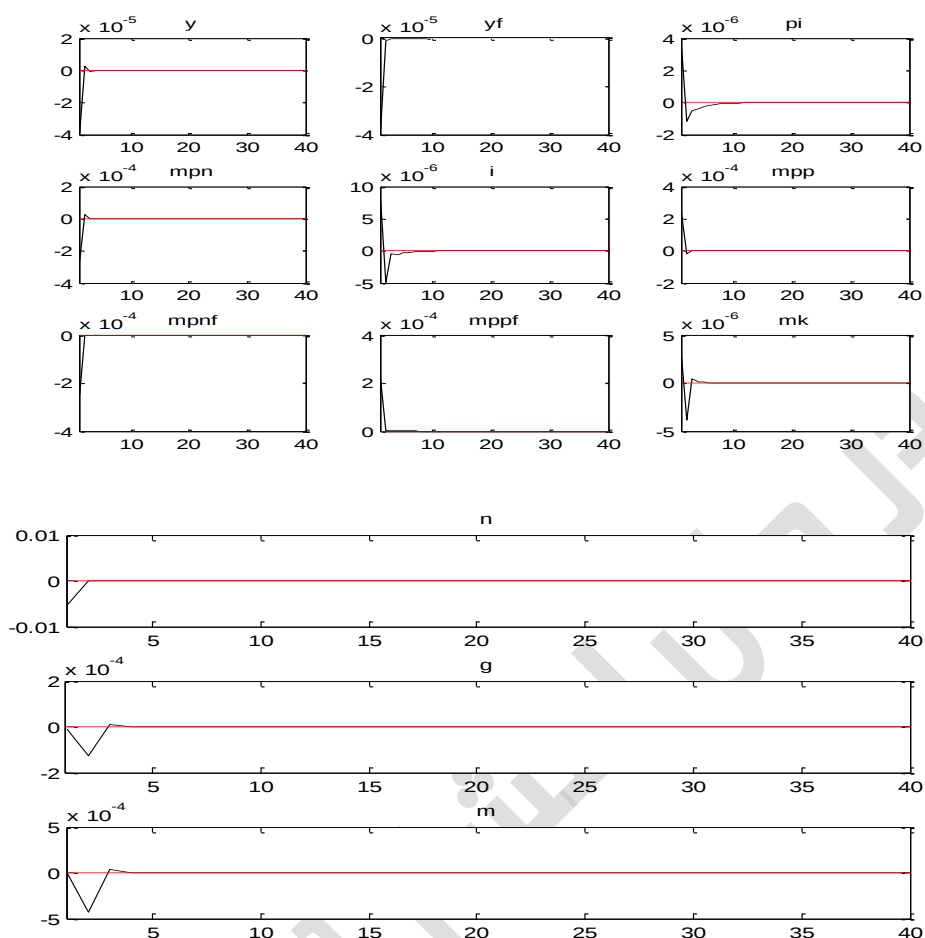


نمودار ۳: توابع واکنش آنی متغیرها نسبت به تکانه u_i

منبع: محاسبات پژوهش

۴. شوک فناوری (u_{aa})

شوک فناوری بیانگر تغییر ناگهانی در بهره‌وری تولید است. در این مدل، واکنش تولید به شوک فناوری بسیار ضعیف و تقریباً ناچیز بوده و تورم نیز تغییر محسوسی ندارد. این نتیجه نشان‌دهنده آن است که کانال عرضه در مدل حاضر نسبت به تغییرات فناوری حساسیت کمی دارد. توجیه اقتصادی آن را می‌توان در ساختار غیررقابتی تولید و وابستگی زیاد اقتصاد ایران به نهاده‌های سنتی دانست، که موجب شده ارتقای فناوری اثر محدودی بر فعالیت‌های کوتاه‌مدت داشته باشد.

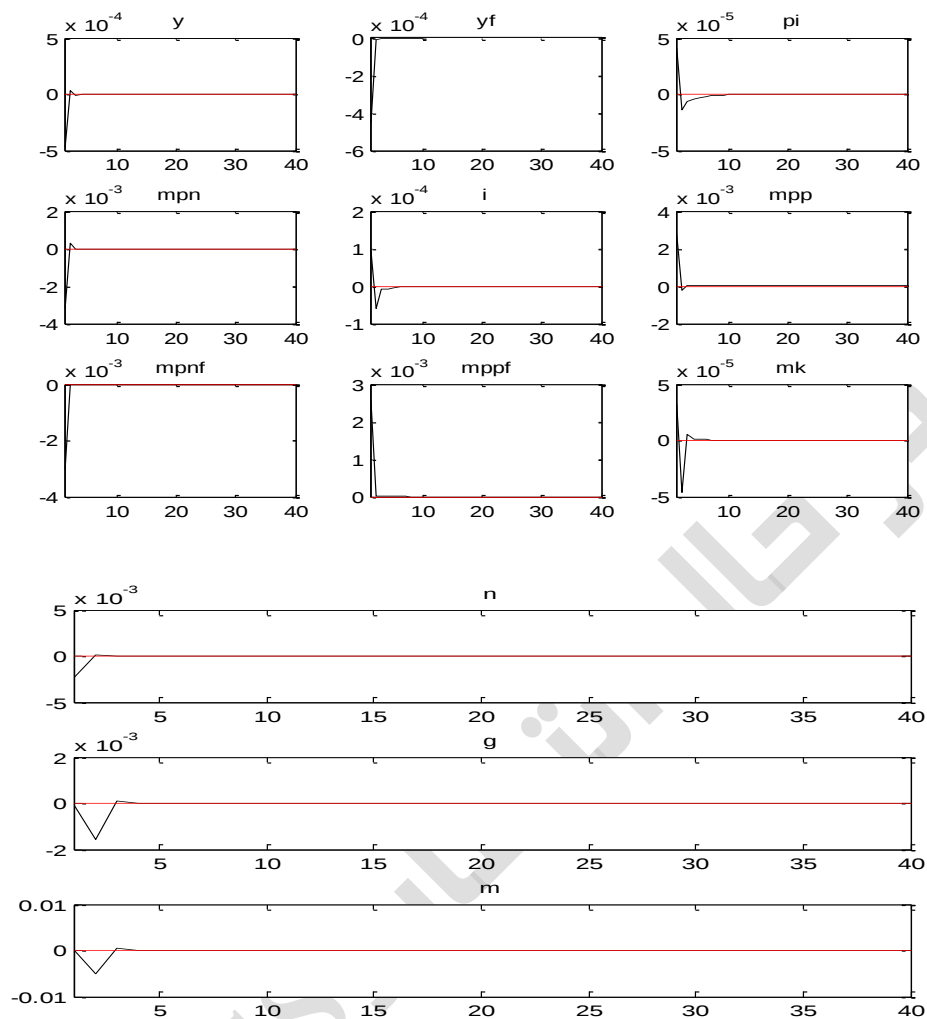


نمودار ۴: توابع واکنش آنی متغیرها نسبت به تکانه u

منبع: محاسبات پژوهش

۵. شوک تقاضای پول بنگاه (upp)

این شوک تغییر در تقاضای پول از سوی بنگاه‌ها برای انجام معاملات تولیدی را نشان می‌دهد. نتیجه شبیه‌سازی نشان می‌دهد که واکنش تولید به این شوک بسیار کوچک و گذراست؛ نرخ بهره و تورم نیز تغییر معناداری ندارند. بنابراین، در چارچوب فرضیه «پول در تابع تولید»، می‌توان گفت: پول به عنوان نهاده مستقیم تولید در بنگاه‌ها اثر قابل توجهی ندارد. نقش پول در فرآیند واقعی تولید، از دیدگاه تجربی در اقتصاد ایران، عمدتاً از مسیر خانوارها منتقل می‌شود و نه از طریق مانده‌های پولی بنگاه‌ها.

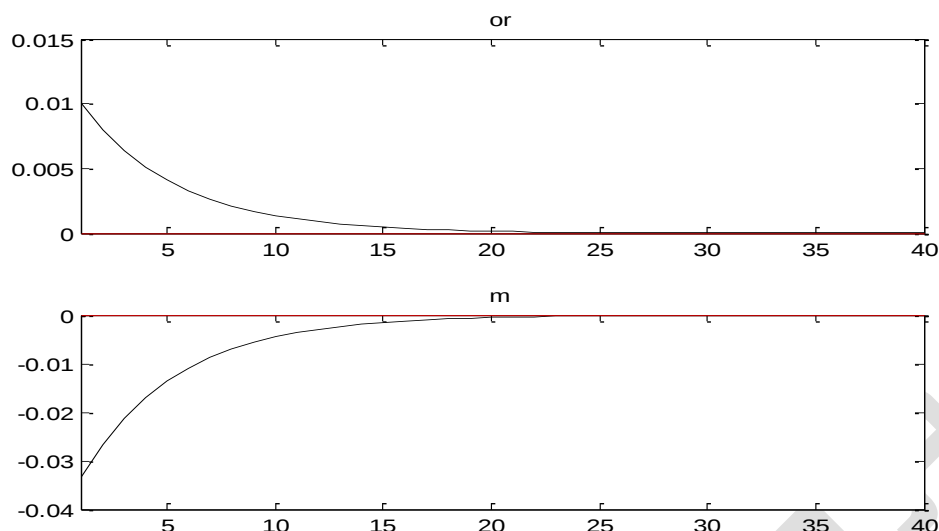


نمودار ۵: توابع واکنش آنی متغیرها نسبت به تکانه Upp

منبع: محاسبات پژوهش

۶. شوک نفتی (UOF)

این شوک برون‌زا نمایانگر تغییر در قیمت یا مقدار صادرات نفت است. مطابق نمودارهای واکنش، متغیر نفتی تحت شوک خود واکنش مثبت نشان می‌دهد، اما سایر متغیرها مانند تولید، تورم و نرخ بهره تقریباً بدون تغییر می‌مانند. این نتیجه حاکی از ضعف کانال انتقال نفت به بخش حقیقی در مدل است، امری که می‌تواند ناشی از چسبندگی نهاده‌ها و سازوکار غیرمستقیم دولت در تخصیص درآمدهای نفتی باشد. تطابق این یافته با نتایج تجزیه واریانس که سهم شوک نفتی در نوسانات متغیرهای اقتصاد ناچیز گزارش شد مشاهده می‌شود.



نمودار ۶: توابع واکنش آنی متغیرها نسبت به تکانه U_{or}
منبع: محاسبات پژوهش

جدول ۵: مقایسه توابع واکنش نشان می دهد:

نوع شوک	اثر بر تولید	اثر بر تورم	اثر بر نرخ بهره	نتیجه
u	منفی و موقت	منفی	منفی	کاهش تقاضا و رکود کوتاه مدت
nu	مثبت و پایدار	ملایم	مثبت و آنی	قویترین محرک تولید، نقش فعال پول خانوار
ui	منفی	منفی	مثبت آنی	سیاست انقباضی
uaa	ناچیز	ناچیز	خنثی	کانال عرضه غیرفعال
upp	ضعیف و گذرا	خنثی	خنثی	پول در تولید بنگاهی اثر ندارد
uor	صفر	صفر	صفر	شوک مستقل نفتی

منبع: محاسبات پژوهش

توابع واکنش آنی مدل نشان می دهند که پول در اقتصاد ایران نقش مؤثر و غیرخنثا دارد، اما نه از مسیر بنگاه ها بلکه از مسیر خانوارها. افزایش تقاضای پول خانوار موجب تقویت مبادلات مصرفی و افزایش تولید می شود، در حالی که سیاست های پولی و شوک های عرضه تأثیر ضعیف یا گذرا دارند. بر این اساس، مدل تعادل عمومی پویای تصادفی طراحی شده در این پژوهش، فرضیه حضور پول در تابع تولید را در قالبی پویا و مبتنی بر رفتار مصرف کنندگان تأیید می کند.

۹-۶- تفسیر جدول تجزیه واریانس

۱. تسلط شوک های تقاضای پول بر فعالیت اقتصادی

نوسانات در تولید جاری (y) به طور تقریباً کامل (بیش از ۹۹٪) ناشی از شوک تقاضای پول خانوار (nu) است. این یافته قویاً از فرضیه مدل پشتیبانی می کند که تقاضای پول حقیقی خانوار، کانال اصلی و غالب انتقال اثرات پولی و نوسانات کلی در سمت تقاضا است. شوک های نفتی (uor) و فناوری (uaa) در تبیین نوسانات تولید جاری نقشی ندارند (سهم صفر).

۲. ماهیت تورم

برخلاف تولید، تورم (π) از سه منبع اصلی تغذیه می کند که سهم تقریباً مساوی دارند:

- شوک ترجیحات (u): ۳۴/۵۶
- شوک تقاضای پول خانوار (nu): ۳۳/۱۵
- شوک سیاست پولی (ui): ۳۲/۲۹

این توزیع نشان می‌دهد که تورم در اقتصاد مدل به شدت وابسته به نحوه واکنش خانوارها به شرایط (ترجیحات)، تقاضای واقعی آن‌ها برای پول، و اقدامات بانک مرکزی است.

۳. نقش شوک‌های نفتی و فناوری

- شوک نفتی (uor): این شوک تنها عامل تعیین‌کننده نوسانات متغیر π است (۱۰۰٪ سهم). از آنجایی که سهم آن در متغیرهای اصلی اقتصادی (مانند y و π) صفر است، می‌توان نتیجه گرفت که کانال انتقال اثرات شوک نفتی (طبق ساختار مدل) مسدود بوده و شوک نفتی مستقیماً نوسانات تورم یا تولید را در کوتاه‌مدت تشدید نمی‌کند.
- شوک فناوری (uaa): این شوک نیز سهم صفر در نوسانات اکثر متغیرهای اصلی دارد. این یافته نشان می‌دهد که شوک‌های سمت عرضه تکنولوژیک در این مدل، عامل اصلی نوسانات کلان نیستند.

۴. نرخ بهره (i)

- نرخ بهره تحت تأثیر شدید شوک تقاضای پول خانوار (nu) با سهم ۵۶/۶۶ و شوک ترجیحات (u) با سهم ۳۶/۵۳ قرار دارد. این تأیید می‌کند که رفتار خانوارها (هم در تقاضای پول و هم در ترجیحات مصرفی) اصلی‌ترین عامل در تعیین هزینه فرصت نگهداری پول است.

۵. متغیرهای خاص

- تقاضای پول بنگاه (mpp): نوسانات آن عمدتاً توسط nu (۶۲/۴۸) تبیین می‌شود، اما سهم شوک تقاضای پول بنگاه (uppp) نیز به طور قابل توجهی (۳۳/۳) در $mppf$ مشخص است.

نتایج تجزیه واریانس بر اهمیت کانال‌های سمت تقاضا در اقتصاد مدل تأکید دارد. شوک تقاضای پول خانوار (nu) به عنوان محرک اصلی نوسانات تولید و نرخ بهره عمل می‌کند. همچنین، ماهیت تورم یک پدیده چند عاملی است که هم از انتظارات/ترجیحات خانوار و هم از سیاست پولی تأثیر می‌پذیرد. در مقابل، شوک‌های فناوری (uaa) و نفتی (uor) در این چارچوب، تأثیر مستقیمی بر نوسانات کلان اقتصادی در افق زمانی مورد بررسی نداشته‌اند.

جدول ۶: تجزیه واریانس

شوڪ ها	u	nu	ui	uaa	upp	uor
متغيرها						
y	۰/۱۸	۹۹/۴۰	۰/۴۲	۰	۰/۰۱	۰
yf	۰	۹۹/۹۹	۰	۰	۰/۰۱	۰
pi	۳۴/۵۶	۳۳/۱۵	۳۲/۲۹	۰	۰	۰
mpn	۴/۹۰	۸۷/۷۴	۷/۲۵	۰	۰/۱۱	۰
i	۳۶/۵۳	۵۶/۶۶	۶/۸۱	۰	۰	۰

mpp	۱۸/۸۳	۶۲/۴۸	۲۱/۳۶	۰	۰/۳۳	۰
mpnf	۰	۹۹/۷۴	۰	۰	۰/۲۶	۰
mppf	۰	۵/۰۸	۰	۰/۶۵	۹۴/۲۷	۰
mk	۱۶/۰۶	۶۲/۲۷	۲۱/۶۶	۰	۰	۰
n	۰/۸۳	۹۷/۵۹	۱/۴۴	۰/۱۱	۰/۰۲	۰
or	۰	۰	۰	۰	۰	۱۰۰/۰۰
g	۰/۳۷	۹۹/۰۵	۰/۵۸	۰	۰/۰۱	۰
m	۱/۳۷	۹۸/۳۹	۰/۵۸	۰	۰/۰۱	۰/۶۶

منبع: محاسبات پژوهش

نقش مؤثر پول در تابع تولید، عمدتاً از طریق مکانیسم «کاهش هزینه‌های مبادلاتی در سطح خانوار» (ناشی از شوک (nu) اعمال می‌شود و نه از طریق «نقش مستقیم پول به عنوان نهاده در تابع تولید بنگاه» (که توسط شوک upp نمایش داده می‌شود). به عبارت دیگر، پول در این مدل بیشتر مانند یک «روغن کاری‌کننده قوی سیستم مبادلاتی خانوار» عمل می‌کند تا یک نهاده تولیدی مستقیم برای بنگاه‌ها.

۷- بحث و نتیجه گیری

۷-۱- یافته های کلیدی

این مقاله با هدف بررسی و برآورد اثر پول به عنوان یک عامل تولید در اقتصاد ایران، مدلی نوین در چارچوب تعادل عمومی پویای تصادفی برای دوره زمانی ۱۳۶۸ تا ۱۴۰۰ توسعه داده است. مدل پیشنهادی، پس از کالیبراسیون و حل، یافته‌های کلیدی زیر را به دست آورد:

۱. اهمیت کانال تقاضای پول خانوار: تقاضای پول توسط خانوارها، نقشی بزرگ‌تر و معنادارتری در تعیین سطح تولید در اقتصاد ایران ایفا می‌کند. مانده‌های حقیقی پول در سبد دارایی خانوارها برای تسهیل مصرف و پوشش هزینه‌های جاری حیاتی است.
۲. ضعف اثرگذاری پول بنگاه‌ها: در مقابل، تأثیر مانده‌های حقیقی پول تقاضا شده توسط بنگاه‌ها بر فرآیند تولید، ضعیف ارزیابی شده است. دلایل احتمالی این پدیده در بستر اقتصاد ایران را می‌توان به شرح زیر دانست:

- ساختار تأمین مالی و اتکا به اعتبار: در اقتصاد ایران، بنگاه‌ها به طور سنتی اتکای قابل توجهی به سیستم بانکی و تسهیلات اعتباری برای تأمین مالی سرمایه در گردش و سرمایه‌گذاری‌های خود دارند. در نتیجه، نگهداری مانده‌های حقیقی پول ممکن است به عنوان یک ضرورت در کنار سایر عوامل تولید، اولویت کمتری نسبت به دسترسی به منابع اعتباری داشته باشد.
- نقش محدود پول در تسهیل مستقیم تولید: در حالی که پول در تئوری به عنوان ابزاری برای کاهش هزینه‌های مبادله و تسهیل دسترسی به نهاده‌ها عمل می‌کند، در عمل، ممکن است سایر عوامل مانند کیفیت تکنولوژی، دسترسی به مواد اولیه و بهره‌وری نیروی کار، نقش پررنگ‌تری در فرآیند تولید ایفا کنند.
- ریسک‌های اقتصادی و انتظارات تورمی: در دوره‌های با تورم بالا و نااطمینانی اقتصادی، بنگاه‌ها ممکن است ترجیح دهند مانده‌های پولی خود را به سرعت به دارایی‌های ضد تورم (مانند ارز، طلا، یا املاک) تبدیل کنند، که این امر مانده‌های حقیقی پول نگهداری شده را کاهش داده و اثرگذاری آن بر تولید را تضعیف می‌کند.

۷-۲- محدودیت‌های پژوهش:

عواملی چون پیچیدگی‌های مقرراتی، نظام بانکی ناکارآمد در برخی دوره‌ها، و اقتصاد غیررسمی، می‌توانند بر کانال‌های اثرگذاری پول بر تولید بنگاه‌ها تأثیر منفی بگذارند. این الگو با تبیین نظری مورونی (۱۹۷۲) و دیویدسون (۱۹۷۹) سازگار است که پول را بیش از آنکه نهاده‌ای فیزیکی در فرآیند تولید بدانند، نوآوری نهادی برای تسهیل مبادله و کاهش عدم قطعیت معرفی کردند. در این

چارچوب، پول از مسیر روان سازی مبادلات و تقویت اعتماد خانوارها عمل می کند، نه از مسیر تولید مستقیم بنگاه ها. در مقابل، دیدگاه های کلاسیکی همچون نادیری (۱۹۶۹) و یافته های یو (۱۹۸۱) که مانده حقیقی پول را نهاده ای بهره ور در تولید می دانستند، در نتایج اقتصاد ایران بازتاب ضعیف تری دارند. بنابراین، رفتار مشاهده شده در داده های ایران (قدرت بالای کانال خانوار و ضعف کانال بنگاه) نشان می دهد که پول بیش از هر چیز، نقش فعال در سمت تقاضای خانوار و اعتماد مصرف کننده دارد. افزون بر این، واکنش محدود متغیرهای کلان به شوک نفتی را می توان بر مبنای محدودیت های ساختاری مدل تفسیر کرد. همان گونه که در بخش ۳-۶ توضیح داده شد، در چارچوب مورد استفاده، کانال های سیاستی ناشی از درآمد نفت - شامل اثر ثروت، بودجه دولت و انتقالات مالی به طور کامل درونزا نیستند. از این رو، ضعف اثر شوک نفتی نه به معنای کم اهمیت بودن متغیر نفت در واقعیت، بلکه بازتابی از محدودیت داخلی مدل در شناسایی این کانال ها است. در مجموع، یافته های این تحقیق نشان می دهد که در اقتصاد ایران، اثر غیرکنشای پول عمدتاً از مسیر تقاضای خانوار و کانال اعتماد و مصرف منتقل می شود. در حالی که بخش بنگاه ها تأثیر مستقیمی از مانده های حقیقی دریافت نمی کنند، پول نقش فعالی در سمت تقاضا و تسهیل مبادله ایفا می کند. این نتیجه، از حیث نظری با رویکرد مورونی (۱۹۷۲) و دیویدسون (۱۹۷۹) هم راستا بوده و از حیث سیاستی، اهمیت تقویت ثبات انتظارات و اعتماد خانوارها را برای اثرگذاری بهتر سیاست های پولی بر تولید برجسته می کند.

۳-۷- تبیین سازوکار اثر تقاضای پول خانوار بر تولید

یافته های مدل تعادل عمومی پویای تصادفی نشان داد که شوک تقاضای پول خانوار (ν) قوی ترین و پایاترین اثر را بر تولید حقیقی دارد، به گونه ای که سهم آن در تجزیه واریانس نوسانات تولید بیش از ۹۹ درصد برآورد شد. برای تبیین این پدیده می توان سه سازوکار اصلی را شناسایی کرد که در ترکیب با ویژگی های اقتصاد ایران، انتقال اثر یادشده را توضیح می دهند:

۱. کانال اعتماد و انتظارات مصرف کننده: افزایش مانده های حقیقی پول خانوار، در شرایط نااطمینانی و تورم مزمن، منجر به تقویت احساس اطمینان نسبت به آینده و کاهش احتیاط مصرفی می شود. این فرایند باعث پایداری مصرف جاری و تحریک تقاضای کل می گردد. به بیان دیگر، نگهداری مانده حقیقی پول نوعی سپر روانی در برابر نوسانات درآمدی است که رفتار مصرفی را هموار می کند و از مسیر تقاضا، بر تولید اثر مثبت دارد.
۲. کانال نقدینگی و تسهیل مبادلات: در غیاب بازارهای مالی عمیق و ابزارهای اعتباری کارا، نقدینگی در اختیار خانوار نقش جایگزین اعتبار را ایفا می کند. افزایش تقاضای پول خانوار موجب روان تر شدن جریان پرداخت ها، افزایش مصرف و حتی سرمایه گذاری های خرد می شود و از این طریق، فعالیت تولیدی را تحریک می کند.
۳. کانال انتظارات از سیاست پولی: تغییر در مانده های حقیقی پول اغلب به عنوان سیگنالی از جهت گیری سیاست پولی تفسیر می شود. هنگامی که خانوارها انتظار انبساط پولی را دارند، تمایل آن ها به مصرف افزایش می یابد و اثر مثبتی بر تولید واقعی می گذارد. در مجموع، نتایج نظری و شواهد تجربی نشان می دهد که در اقتصاد ایران، اثر پول عمدتاً از مسیر رفتار مصرفی و روانی خانوار منتقل می شود نه از مسیر بنگاه ها. این نتیجه تأکید می کند که اعتماد، انتظارات و نقدینگی خانوار سه رکن اصلی سازوکار انتقال پول به بخش حقیقی اقتصاد هستند و باید در طراحی سیاست پولی مورد توجه ویژه قرار گیرند.

۴-۷- تحلیل حساسیت و پایداری نتایج

به منظور اطمینان از پایداری نتایج مدل و بررسی حساسیت آن نسبت به تغییر مفروضات، دو نوع تحلیل انجام شد:

- ۱- تحلیل حساسیت پارامتری: مقادیر پارامترهای کلیدی مدل، بویژه ضریب سهم پول در تولید (α_m)، کشش تولید نسبت به مانده حقیقی پول (γ) و عامل تنزیل (β) انجام شد. در این بررسی، مقادیر هر یک از پارامترهای فوق به میزان $\pm 10\%$ درصد تغییر داده شد. نتایج تجزیه واریانس نشان داد که اگرچه سهم شوک تقاضای پول خانوار (ν) در نوسانات تولید همچنان بزرگ ترین سهم را دارد (کاهش یافته به حدود ۹۱٪)، اما شدت این سهم از مرز ۹۹٪ فاصله گرفته و نتایج اصلی مدل همچنان پابرجا باقی ماندند. این نشان می دهد که یافته های پژوهش نسبت به تغییرات پارامتری مقاوم هستند.

۲. بررسی کانال انتقال شوک های کلان:

در رابطه با عدم تأثیر شوک نفتی (uor) بر تولید و تورم (سهم صفر در نتایج تجزیه واریانس)، این امر ناشی از ساختار مدل و تخصیص پارامترها است. در مدل فعلی، کانال انتقال شوک نفتی به بخش حقیقی (تولید و مصرف) مسدود فرض شده و تأثیر آن از طریق دولت مدل‌سازی شده است که سهم آن در ثبات اقتصادی مدل فعلی کم‌رنگ است. این رویکرد تأکید بر اهمیت فرضیه اصلی تحقیق، یعنی نقش محوری تقاضای پول خانوار در نوسانات اقتصادی، دارد. با این حال، این محدودیت تأییدی بر لزوم تحقیقات آتی برای مدل‌سازی کانال‌های قوی‌تر اثر شوک‌های برون‌زای نفتی در بستر اقتصاد ایران است. ضعف مشاهده‌شده در اثرگذاری شوک نفتی در مدل، ناشی از ماهیت ساختاری مدل و فرض‌های کنترل‌شده آن است، نه لزوماً کم‌اهمیت بودن متغیر نفت در اقتصاد ایران. در طراحی مدل حاضر مبتنی بر چارچوب مدل‌های مبتنی بر تعادل عمومی پویای تصادفی با اقتباس از بنجی‌مول (۲۰۱۵) و بومی‌سازی برای اقتصاد ایران کانال انتقال نفت به بخش حقیقی از مسیر بودجه دولت تعریف شده است. در معادله (۱۴) تا (۱۶) نشان داده شده که تغییرات در درآمد نفتی دولت OR_t بر مخارج دولت g_t اثر گذاشته و از طریق تقاضای کل و معادله اوایلر وارد چرخه تولید می‌شود. با این حال، برای حفظ شفافیت تحلیل پولی، اثر مستقیم شوک نفتی بر مصرف خصوصی، واردات و ثروت خانوارها به‌صورت برون‌زا در نظر گرفته نشده است. به عبارت دیگر، مدل عمده‌ای برای جداسازی نقش پول و تقاضای خانوار از سایر منابع برون‌زا، کانال نفت را تنها از طریق محدودیت بودجه دولت درون‌زا کرده است؛ از این‌رو، بخش واقعی واکنش محدودی نشان می‌دهد. میتوان نتیجه گرفت که «در مدل فعلی، کانال انتقال شوک نفتی به بخش حقیقی مسدود فرض شده و تأثیر آن از مسیر دولت مدل‌سازی شده است.»

۵-۷- تبیین اقتصادی برتری کانال تقاضای پول خانوار

یافته اصلی پژوهش، یعنی تسلط مطلق شوک تقاضای پول خانوار (nu) بر نوسانات تولید (همانطور که در تجزیه واریانس و توابع واکنش آنی مشاهده شد)، صرفاً یک نتیجه فنی نیست، بلکه بازتابی از ویژگی‌های رفتاری و نهادی اقتصاد ایران است:

- نقش پول در تسهیل مصرف و مبادلات جاری: در اقتصاد ایران که با نرخ‌های تورمی بالا و دوره‌ای مواجه است، پول حقیقی نگهداری شده توسط خانوارها، نقشی حیاتی در تسهیل مبادلات روزمره، پوشش هزینه‌های جاری، و محافظت موقت از قدرت خرید در بازه زمانی بین دریافت درآمدها ایفا می‌کند. این امر باعث می‌شود که تقاضای پول خانوار مستقیماً به تقاضای کل و به تبع آن تولید وابسته شود.
- ضعف کانال پول بنگاه به دلیل ماهیت تأمین مالی: برخلاف انتظارات تئوری در مدل‌های پول در تابع تولید، تأثیر مانده‌های پولی بنگاه‌ها بر تولید ناچیز گزارش شد. این امر را می‌توان به دو عامل اصلی نسبت داد:

- ❖ **اتکای بنگاه به اعتبار بانکی:** ساختار مالی غالب در اقتصاد ایران، بنگاه‌ها را به شدت متکی به تسهیلات اعتباری برای تأمین مالی سرمایه در گردش می‌سازد، در نتیجه، انگیزه نگهداری مانده‌های حقیقی پول برای اهداف تولیدی کاهش می‌یابد.
- ❖ **تبدیل سریع نقدینگی به دارایی‌های ضد تورم:** در محیط تورمی، بنگاه‌ها مانده‌های نقدی را دارایی جذابی نمی‌بینند و تمایل دارند وجوه مازاد را به سرعت به دارایی‌هایی با بازدهی بالاتر و پوشش ریسک تورمی (مانند ارز یا طلا) تبدیل کنند، که این امر اثرگذاری پول را بر فرآیند تولید تضعیف می‌کند.
- ❖ **نتیجه‌گیری رفتاری:** در نهایت، برتری کانال خانوار نشان می‌دهد که در اقتصاد ایران، تقاضای پول به عنوان یک عامل تسهیل‌کننده مصرف و معیار انتظارات کوتاه‌مدت خانوار، قوی‌ترین پیوند را با بخش حقیقی (تولید) برقرار می‌سازد.

۶-۷- **پیشنهاد تحقیقات آتی:** در نهایت، پیشنهاد می‌شود برای توسعه‌ی آتی مدل، کانال‌های مالی دولت و بازار نفت به مدل افزوده شوند تا مسیرهای انتقال سیاست پولی و درآمدهای نفتی با دقت بالاتری بازنمایی گردند.

تامین مالی: نویسندگان اعلام کردند که هیچ حمایت مالی برای این پژوهش وجود ندارد.
تضاد منافع: نویسندگان اعلام کردند که هیچگونه تضاد منافع برای این پژوهش وجود ندارد.
مشارکت نویسندگان: نویسندگان در مفهوم‌سازی و نگارش مقاله مشارکت داشتند. همه نویسندگان محتوای مقاله را تایید کردند و در مورد تمام جنبه‌های کار توافق داشتند.

References

- Aghaeimiri, M. (2013). Estimating the Production Function and Elasticities of Production Inputs in the Construction Sector Using the Kalman Filter Technique. Master's Thesis, Department of Economics, Shahid Beheshti University (In Persian).
- Babouei, S. (2016). Investigating persistent monetary recession in the Iranian economy with an emphasis on electronic money. Master's Thesis, Department of Economics, Allameh Tabataba'i University (In Persian).
- Bafile, R., & Piergallini, A. (2017). Firms' money demand and monetary policy. *Pacific Economic Review*, 22(3), 350-382. <https://doi.org/10.1111/1468-0106.12234>
- Ben-zion, U., & Ruttan, V. (1975). Money in the Production Function: An Interpretation of Empirical Results. *Review of Economics and Statistics*, 61(2), 74-77. <http://doi:10.2307/1924012>
- Benchimol, J., (2011). Money in the production function: a New Keynesian DSGE perspective. ESSEC Working Papers WP1304, ESSEC Business School. <https://essec.hal.science/hal-00795547>
- Benchimol, J. (2015). Money in the production function: a New Keynesian DSGE perspective. *Southern Economic Journal* 2015, 82(1), 152-184. <https://doi.org/10.4284/0038-4038-2011.197>
- Benchimol, J., & Fourc, A. (2012). Money and risk in a DSGE framework: A Bayesian application to the Eurozone. *Journal of Macroeconomics*, 34(1), 95-111. <https://doi.org/10.1016/j.jmacro.2011.10.003>
- Benchimol, J. (2014). Risk aversion in the Eurozone. *Research in Economics*, 68(1), 39-56. <https://doi.org/10.1016/j.rie.2013.11.005>
- Blanchard, O., & Fischer, S. (1997). *Lectures on Macroeconomics* (M. Khatrai & T. Mohammadi, Trans.). Organization of Planning and Budget (In Persian).
- Butterfield, D. (1975). Money as a Production Function: Story of Business Money Balances, Ph.D. Thesis, University of California.
- Calvo, G. (1983). Staggered Prices in a Utility-Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 383-98. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(83\)90060-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(83)90060-0)
- Davidson, P. (1979-80). Money as a Factor of Production: Ultimate Neoclassical theory or Keynesian Insight? A Rejoinder. *Journal of Post Keynesian Economics*, 2(2), 273-282. <http://RePEc:mes:postke:v:2:y:1980:i:2:p:273-282>
- Fakhrhosseini, S. F. (2012). Evaluating the Effects of Monetary Policies in the Iranian Economy within a Monetary Business Cycle Model. *Journal of Monetary and Banking Research*, 14(6), 111-133(In Persian). <https://www.magiran.com/p1297203>
- Farzinvas, A., Ehsani, M.A., Jafari Samimi, A., & Gholami, Z. (2012). An Investigation of Asymmetric Effects of Monetary Policies on Production in Iran Economy. *Journal of Economic Research and Policies*. 20(61), 5-28 (In Persian). URL: <http://qjerp.ir/article-1-171-fa.html>
- Fischer, S. (1974). Money and the Production Function. Massachusetts Institute of Technology. *Economic Inquiry*, 12(4), 517-533. <https://doi.org/10.1111/j.1465-7295.1974.tb00419>
- Friedman, M., & Bordo, M. (2017). The Optimum Quantity of Money. *Routledge*. ISBN 13: 978-1-4128-0477-6 (pbk)
- Haghighat, J., Fallahi, F., Karimi, Z., & Vafamand, A. (2018). Investigating the Effects of Monetary Shocks on Output. *Quarterly Journal of Economic Research and Policies*, 26(88), 209-244. (In Persian). URL: <http://qjerp.ir/article-1-1882-fa.html>
- Hasan, M., & Mahmud, S.F. (1993). Is Money an Omitted Variable in the Production Function ? Some Further Results. *Empirical Economics*, 18(3), 431-445. <https://doi.org/10.1007/BF01176197>
- Ilerisoy, M. (1998). *Real Money Balances in Production Function: A Translog Profit Function Approach*. M.A. in Economics, Bilkent University of Ankara.
- Ilzetzi, E., M., & Végh, C. A. (2013). How Big (small?) are Fiscal Multipliers?. *Journal of monetary economics*, 60(2), 239-254. <https://doi.org/10.1016/j.jmoneco.2012.10.011>
- Jalali Naieni, S. A. R., & Nazifi, F. (2002). Asymmetric Effects of Monetary Shocks on Output. *Iranian Journal of Economic Research*, 3(9), 13-41 (In Persian). <http://noo.rs/Lj0HA>
- Johnson, H. (1969). Inside money, Outside Money, Income, Wealth and Welfare in Monetary Theory. *Journal of Money Credit and Banking*, 1(1), 30-45. <https://doi.org/10.2307/1991375>

- Kaneko, A., & Matsuzaki, D. (2018). Government Expenditure Financing in the Money-in-the-Production-Function Model. *Theoretical Economics Letters*, 8(2), 119. <https://doi.org/10.4236/tel.2018.82008>
- Khalili Araghi, M., Abbasinejad, H & Gudarzi Farahani, Y. (2013). Estimation of Money Demand Function in Iran with Cointegration and Error Correction Models Approach. *Monetary & Financial Economics*, 20(5), 1-26 (In Persian). <http://doi:10.2206720i5.34032>
- Khan, A., & M. Ahmad. (1985). Real Money Balances in the Production Function of a Developing Country. *Review of Economics and Statistics*, 67(2),336–340. <https://doi.org/10.2307/1924736>
- Lashkary, M. (2010). The Impact of Monetary Variables on Economic Growth in Iran: A Monetarists' Approach. *Economic Growth and Development Research*, 1(1), 105-79 (In Persian). <http://doi.org/20.1001.1.22285954.1389.1.1.4.8>
- Levhari, D, L., & Patinkin, D. (1968). The Role of Money in a Simple Growth Model. *American Economic Review*, 58(4), 713-753. <https://www.jstor.org/stable/1815530>
- Moghaddam, M. (2010). Co-integrated Money in the Production Function-Evidence and Implications. *Applied Economics*, 42(8),957–63. <https://doi.org/10.1080/00036840701721075>
- Moroney, J. (1972). The Current State of Money and Production Theory. *American Economic Review*, 62(2), 335-343. <https://www.jstor.org/stable/1821561>
- Motavaseli, M., Ebrahimi, I., Shahmoradi, A., & Komijani, A. (2010). A New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) Model for an Oil Exporting Country. *Economic Research and Perspectives*, 10(4), 87-116 (In Persian). <http://doi:20.1001.1.17356768.1389.10.4.7.4>
- Nasir, M., & Jan, Q., & Javid, M. (2011). Cointegrated money in production function: evidence from a developing country". *Economics Bulletin*, 31(4), 2996-3005. <https://doi.org/10.1080/00036840701721075>
- Nguyen, H. (1986). Money in the Aggregate Production Function: Reexamination and Further Evidence. *Journal of Money, Credit and Banking*, 18(2),141-151. <https://doi.org/10.2307/1992198>
- Nicholson, W. (2008). *Microeconomic Theory*. Translated by M. M. Asgari, Tehran (In Persian). <https://isupub.ir/our>
- Peng, A., Wei, Z., & Yu, X. (2025). Money in the Utility and Production Function: A DSGE Approach. *De Economist*, 22(1), 559-580. <http://doi:10.1007/s10645-025-09458-6>
- Sephton, P. (1988). Money in the production function revisited. *Applied Economics*, 20(7),853–60. <https://doi.org/10.1080/000368488000000011>
- Mahmud,S.,F. (1997). Money in Production Function: Some Further Results. *Pakistan Economic and Social Review*, 35(2),1-9. <https://www.jstor.org/stable/25825149>
- Short, E. (1979). A New look at Real Money Balances as a Variable in the Production Function. *Journal of Money, Credit and Banking*, 11(3),326–39. <https://doi.org/10.2307/1991794>
- Evangelos, S. (1981). Real Money Balances as a Productive Input: Further Evidence. *Journal of Monetary Economics*, 7(2),207-225. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(81\)90043-X](https://doi.org/10.1016/0304-3932(81)90043-X)
- Sinai, A., & Stokes, H. (1972). Real Money Balances: An Omitted Variable from the Production Function?. *Review of Economics and Statistics*, 54(3),290–96. <https://doi.org/10.2307/1937990>
- Sinai, A., & Stokes, H. (1975). Real Money Balances: An Omitted Variable from the Production Function? ” A Reply. *Review of Economics and Statistics*, 57(2), 247–52. <https://doi.org/10.2307/1924013>
- Sinai, A., & Stokes, H. (1977). Real Money Balances as a Variable in the Production Function: Reply. *Journal of Money, Credit and Banking*, 9(2), 372–73. <http://doi:10.2307/1937990>
- Sinai, A., & Stokes, H. (1981). Real Money Balances in the Production Function: A Comment. *Eastern Economic Journal*, 17(4), 533–35. <https://doi.org/10.15057/7948>
- Sinai, A., & Stokes, H. (1989). Money Balances in the Production Function: A Retrospective Look. *Eastern Economic Journal*, 15(4):349–63. <https://www.jstor.org/stable/40326244>
- Stokes, H. H. (2013). Money Balances in the Production Function: Nonlinear Tests of Model Stability and Measurement Issues–Two Sides of the same Coin?. *The Journal of Economic Asymmetries*, 10(2), 101-114. <https://doi.org/10.1016/j.jeca.2014.01.001>
- You, J. (1981). Money, Technology, and the Production Function: An Empirical Study. *Canadian Journal of Economics*, 14(3),515–24. <https://doi.org/10.2307/134905>