

Examining the Effects of Fiscal, Exchange rate, and Oil Shocks on Military Expenditures in Iran: DSGE approach

Farideh Khodadadi¹| Seyyed Reza Nakhli²

1. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Economics and political science, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran. E-mail: F_khodadadi@sbu.ac.ir
2. Corresponding Author, Assistant Professor, Faculty of Governance, University of Tehran, Tehran, Iran. E-mail: s.reza.nakhli65@ut.ac.ir

Article Info

Article type:

Research Article

Article history:

Received: 6 December 2024

Revised in revised form:
19 March 2025

Accepted: 20 March 2025

Published online:
20 March 2025

JEL: E27, E42, E51, G21

Keywords:

Fiscal Shock,
Exchange rate Shock,
Oil Shock, Military
Expenditures,
Dynamic Stochastic
General Equilibrium
Model

ABSTRACT

The aim of this research is to investigate the effects of fiscal shock, exchange rate shock and trade shock on military expenditures in Iran as a major oil-producing country in the Middle East. To achieve this goal, a New Keynesian Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model was designed, incorporating the realities of the Iranian economy in the macroeconomic variables and calibration of the parameters. The model was then used to analyze the effects of various shocks. After determining the input values of the model and estimating the parameters using Bayesian estimation methods with seasonal data from the Iranian economy over the period 1991-2023, the simulation results of the model variables indicate the model's validity in describing the fluctuations of the Iranian economy. The results of the model show that oil and exchange rate shocks have a positive effect on military expenditures. However, fiscal shocks initially have a negative impact on military expenditures, but over time, that shock exerts a different effect on the trend of expenditures. Except for the exchange rate and oil shocks, where the return to a stable state of military expenditure variables is prolonged and the effects of the shock dissipate slowly, the tax shock returns to its stable state after a short period. In other words, the effects of these two shocks (oil and exchange rate shocks) differ slightly from the fiscal shock in both amplitude and duration of fluctuations. This underscores the importance of oil and the value of the national currency for the Iranian economy.

Cite this article: Nakhli, S. R. & Khodadadi, F. (2025). Examining the Effects of Fiscal, Exchange rate, and Oil Shocks on Military Expenditures in Iran: DSGE approach. *Stable Economy Journal*, 6 (1), 175-209. DOI: 10.22111/sedj.2025.50439.1534

© The Author(s).

Publisher: University of Sistan and Baluchestan

DOI: 10.22111/sedj.2025.50439.1534



Extended Abstract

Introduction: In the context of rapid global economic and political transformations, examining the effects of fiscal, currency, and trade shocks on military expenditures of countries has become an increasingly vital area of study in political and economic sciences. As nations navigate the complexities of international relations and economic interdependencies, understanding how these shocks influence defense budgets has become a necessity for policymakers and researchers.

The significance of this topic lies in its multidimensional nature. Military expenditures not only reflect a country's security needs but are also influenced by economic conditions and external pressures. Fiscal shocks, such as sudden changes in interest rates or banking crises, can dramatically alter a government's fiscal capacity, thereby affecting its ability to fund defense initiatives. Similarly, currency fluctuations can impact the costs of imported military equipment and technologies, leading to changes in procurement strategies. Trade shocks, including tariffs and trade agreements, can also affect the economic environment in which defense spending decisions are made, as they may alter access to resources and strategic partnerships.

Method: In this study, we employed a multifaceted approach to data collection, which included library research, documentary analysis, and the utilization of databases such as those provided by the Central Bank of the Islamic Republic of Iran and the World Bank (WDI). We developed a stochastic dynamic general equilibrium model tailored to the characteristics of the Iranian economy, covering the period from 1991 to 2023. To evaluate the study's hypotheses, we applied standard econometric methods, allowing us to assess the impact of impulses. It's important to note that the models were estimated within the Dynare programming environment, utilizing MATLAB software. This enhanced our ability to accurately interpret and present our findings.

Results: oil, trade, and Exchange rate shocks have a positive effect on military expenditures. However, inflationary and fiscal shocks initially have a negative impact on military spending; over time, the fiscal shock exerts a different influence on the expenditure trend. Except for the currency and oil shocks, which exhibit a prolonged return to a stable state of military expenditures, the effects of other shocks dissipate gradually, returning to their stable state after a short period. In other words, the impact of these two shocks differs from that of other shocks in terms of both magnitude and duration of fluctuations, underscoring the importance of oil and the value of the national currency for the Iranian economy.

Ethical Considerations

Compliance with ethical guidelines: All ethical considerations have been observed by the authors.

Funding: There is no funding for this article

Conflict of interest: There is no conflict of interest in this article.

بررسی تأثیر تکانه‌های مالی، ارزی و نفتی بر مخارج نظامی در ایران: رهیافت DSGE

فریده خدادادی^۱ | سیدرضا نخلی^۲

۱. استادیار، گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد و علوم سیاسی، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران. رایانامه: F_khodadadi@sbu.ac.ir

۲. نویسنده مسئول، استادیار، دانشکده حکمرانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. رایانامه: s.reza.nakhli65@ut.ac.ir

اطلاعات مقاله	چکیده
نوع مقاله: مقاله پژوهشی	هدف این پژوهش بررسی آثار تکانه‌های مالی، ارزی و تجاری بر مخارج نظامی در کشور نفتی بزرگ خاورمیانه است. برای دستیابی به این هدف، یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کینزین‌های جدید با لحاظ واقعیت‌های اقتصاد ایران طراحی و سپس به بررسی آثار انواع تکانه‌ها پرداخته شده است. پس از تعیین مقادیر ورودی الگو و برآورد پارامترها با استفاده از داده‌های فصلی اقتصاد ایران طی دوره ۱۳۷۰-۱۴۰۲ به روش تخمین بیزین نتایج حاصل از شبیه‌سازی متغیرهای مدل، بیان‌گر اعتبار مدل در توصیف نوسانات اقتصاد ایران است. نتایج الگو حاکی از آن است که، تکانه‌های نفتی و ارزی اثر مثبتی بر مخارج نظامی دارند. اما تکانه مالی در مرحله اول اثر منفی بر مخارج نظامی می‌گذارد، اما با گذر زمان تکانه اثر دیگری بر روند مخارج می‌گذارد. به جز تکانه ارزی و نفت که برگشت به وضعیت باثبات متغیر مخارج نظامی طولانی بوده و اثرات شوک به کندی از بین رفته در تکانه مالیات بعد از گذشت دوره کوتاهی به وضعیت باثبات خود برمی‌گردد. به عبارت دیگر اثر این دو تکانه نسبت به تکانه مالی هم از بعد دامنه و هم از بعد طول نوسان اندکی متفاوت بوده است. که این موید اهمیت نفت و ارزش پول ملی برای اقتصاد ایران است.
تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۹/۱۶	
تاریخ ویرایش: ۱۴۰۳/۱۲/۲۹	
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۲/۳۰	
تاریخ انتشار: ۱۴۰۳/۱۲/۳۰	
JEL: E27, E42, E51, G21	
واژه‌های کلیدی:	
تکانه مالی، تکانه ارزی،	
تکانه نفتی، مخارج نظامی،	
مدل تعادل عمومی پویای	
تصادفی	

استناد: نخلی، سیدرضا و خدادادی، فریده (۱۴۰۴). بررسی آثار تکانه‌های مالی، ارزی و نفتی بر مخارج نظامی در ایران: رهیافت DSGE/اقتصاد باثبات، ۶ (۱)، ۱۷۵-۲۰۹.

DOI: 10.22111/sedj.2025.50439.1534



حق مؤلف © نویسندگان.

ناشر: دانشگاه سیستان و بلوچستان

۱. مقدمه

امنیت به عنوان یکی از اساسی‌ترین نیازهای هر جامعه، همواره در کانون توجه سیاستگذاران و دولت‌ها قرار داشته است. در این راستا، تخصیص منابع مالی به مخارج دفاعی به عنوان یکی از مهمترین ابزارهای تأمین امنیت ملی، نقش محوری ایفا می‌کند. با این حال، در کشورهای در حال توسعه، محدودیت منابع مالی و وجود ظرفیت‌های خالی در بخش‌های مختلف اقتصادی، سیاستگذاران را با چالش‌های پیچیده‌ای مواجه ساخته است. این چالش‌ها به ویژه در انتخاب بین تأمین امنیت از طریق افزایش مخارج دفاعی و تحقق رشد اقتصادی از طریق تخصیص منابع به بخش‌های مولد اقتصاد، خود را نمایان می‌سازند (Harris, 2019).

در عصر جهانی‌سازی و تحولات سریع اقتصادی و سیاسی، بررسی آثار تکانه‌ها بر مخارج نظامی کشورها به یکی از موضوعات کلیدی و حیاتی در حوزه‌های علوم سیاسی، اقتصادی و امنیتی تبدیل شده است (Smith, 2020). این موضوع نه تنها به دلیل پیچیدگی‌های ناشی از وابستگی‌های متقابل اقتصادهای ملی و بین‌المللی، بلکه به دلیل تأثیرات عمیق این تکانه‌ها بر امنیت ملی و ثبات سیاسی کشورها، از اهمیت ویژه‌ای برخوردار است (Johnson & Lee, 2021). در این میان، ایران به عنوان کشوری با موقعیت ژئوپلیتیک حساس و اقتصاد متأثر از نوسانات ارزی، نمونه‌ای بارز از کشوری است که بررسی این تأثیرات در آن می‌تواند به درک بهتر از تعاملات پیچیده بین اقتصاد و امنیت کمک کند.

مخارج نظامی، به عنوان یکی از مهم‌ترین بخش‌های بودجه دولتی، نه تنها بازتاب‌دهنده نیازهای امنیتی و دفاعی یک کشور است، بلکه تحت تأثیر مستقیم شرایط اقتصادی داخلی و فشارهای خارجی نیز قرار دارد (Brown, 2019). تکانه‌های مالی، مانند تغییرات ناگهانی در نرخ‌های بهره، بحران‌های بانکی یا کاهش درآمدهای نفتی، می‌توانند ظرفیت مالی دولت را به شدت تحت تأثیر قرار دهند و در نتیجه، توانایی آن را برای تأمین مالی پروژه‌های دفاعی و نظامی کاهش دهند (Miller, 2022). از سوی دیگر، نوسانات نرخ ارز، به ویژه در کشورهایی مانند ایران که بخش عمده‌ای از تجهیزات و فناوری‌های نظامی خود را از طریق واردات تأمین می‌کنند، می‌تواند هزینه‌های نظامی را به طور چشمگیری افزایش داده و برنامه‌ریزی‌های بلندمدت دفاعی را با چالش‌های جدی مواجه سازد (Davis, 2018).

تعامل پیچیده این تکانه‌ها با سیاست‌های امنیت ملی، ابعاد مختلفی را آشکار می‌سازد که نیازمند تحلیل‌های عمیق و چندجانبه است. برای مثال، کشوری که با بحران مالی مواجه است، ممکن است مجبور شود اولویت‌های خود را از تأمین مالی پروژه‌های نظامی به سمت بهبود شرایط اقتصادی و اجتماعی تغییر دهد، که این امر می‌تواند به تضعیف توان دفاعی آن کشور منجر شود (Wilson, 2018).

(2021). از سوی دیگر، افزایش ناگهانی درآمدهای نفتی یا جذب سرمایه‌گذاری خارجی می‌تواند فرصت‌هایی را برای افزایش مخارج نظامی و مدرن‌سازی قابلیت‌های دفاعی فراهم کند (Garcia, 2019). با این حال، وابستگی متقابل اقتصادهای جهانی به این معناست که تکانه‌های اقتصادی در یک منطقه می‌تواند تأثیرات زنجیره‌ای بر بودجه‌های نظامی در سایر نقاط جهان داشته باشد، که این امر لزوم درک جامع از این دینامیک‌ها را بیش از پیش آشکار می‌سازد (Anderson, 2020). در این میان، ایران به عنوان کشوری که در معرض تکانه‌های مالی، ارزی و تجاری متعدد قرار دارد، نیازمند برنامه‌ریزی استراتژیک و انعطاف‌پذیری در تخصیص منابع است. توانایی پیش‌بینی و پاسخ به نوسانات اقتصادی می‌تواند به کشورها کمک کند تا مخارج دفاعی خود را بهینه‌سازی کرده و حتی در شرایط عدم قطعیت مالی، قابلیت‌های نظامی خود را حفظ کنند (Roberts, 2021). علاوه بر این، انعطاف‌پذیری در برنامه‌ریزی دفاعی می‌تواند نوآوری و کارایی را تقویت کند و منجر به استفاده مؤثرتر از منابع محدود شود (Harris, 2019).

با توجه به مباحث فوق، هدف اصلی این پژوهش تحلیل جامع آثار تکانه‌های مالی، ارزی و نفتی بر مخارج دفاعی و نظامی اقتصاد ایران با استفاده از مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) است به همین دلیل مطالعه حاضر در شش بخش سازماندهی شده است. پس از مقدمه، در بخش دوم و سوم به بررسی مبانی و پیشینه پژوهش پرداخته شده است. در بخش چهارم به معرفی و تصریح مدل پرداخته شده است. در بخش پنجم با تعیین مقادیر ورودی الگو و ارزیابی اعتبار آن، آثار تکانه بررسی شده است. در نهایت نتایج در بخش ششم ارائه شده است.

۲- مبانی نظری

۲-۱. هزینه‌های نظامی و رشد اقتصادی

رابطه بین هزینه‌های نظامی و رشد اقتصادی از دیرباز موضوع بحث‌های گسترده‌ای در میان اقتصاددانان، سیاست‌گذاران و پژوهشگران حوزه‌های امنیتی بوده است. این موضوع به دلیل پیچیدگی ذاتی و تأثیرات چندجانبه‌ای که بر اقتصاد کلان و سیاست‌های ملی دارد، همواره در کانون توجه مطالعات آکادمیک و سیاست‌گذاری قرار گرفته است. ادبیات موجود در این حوزه را می‌توان به دو دسته کلی تقسیم کرد: دسته‌ای که بر تأثیرات منفی هزینه‌های نظامی بر رشد اقتصادی تأکید دارند و دسته‌ای که به تأثیرات مثبت این هزینه‌ها اشاره می‌کنند.

براساس دیدگاه منفی، افزایش هزینه‌های نظامی می‌تواند به کاهش رشد اقتصادی منجر شود. این دیدگاه عمدتاً بر پایه مدل ساده شده "اسلحه یا کره (رفاه)" استوار است که برگرفته از منحنی

امکانات تولید است. در این مدل، افزایش هزینه‌های دفاعی به معنای کاهش منابع قابل تخصیص به بخش‌های دیگر اقتصاد، همچون آموزش، بهداشت، زیرساخت‌ها و سرمایه‌گذاری‌های مولد است. این امر می‌تواند به کاهش بهره‌وری، محدودیت در توسعه فناوری و در نهایت کاهش رشد اقتصادی بینجامد. شواهد تجربی نیز از این دیدگاه حمایت می‌کنند. برای مثال، تجربه اتحاد جماهیر شوروی در دهه ۱۹۹۰ نشان می‌دهد که افزایش بی‌رویه هزینه‌های نظامی و غفلت از بخش‌های مولد اقتصاد، به فروپاشی اقتصادی این کشور انجامید.

در مقابل، برخی مطالعات به تأثیرات مثبت هزینه‌های نظامی بر رشد اقتصادی اشاره دارند. بر اساس این دیدگاه، افزایش هزینه‌های دفاعی می‌تواند از طریق تحریک تقاضای کل، افزایش مخارج دولت و ایجاد اشتغال، به رشد اقتصادی کمک کند. این دیدگاه بر این فرض استوار است که هزینه‌های نظامی می‌تواند به توسعه فناوری‌های پیشرفته، بهبود زیرساخت‌ها و افزایش امنیت اقتصادی منجر شود، که همگی به نوبه خود می‌توانند به رشد اقتصادی کمک کنند.

تجربه ایالات متحده آمریکا از دهه ۱۹۷۰ تاکنون به عنوان شاهد این دیدگاه مطرح شده است. در این دوره، افزایش هزینه‌های دفاعی نه تنها به کاهش رشد اقتصادی منجر نشد، بلکه از طریق توسعه فناوری‌های نوین و ایجاد اشتغال، به رشد اقتصادی کمک کرد. مطالعاتی همچون هریس^۱ (۲۰۱۹) و جانسون و لی^۲ (۲۰۲۱) نیز به تأثیرات مثبت هزینه‌های نظامی بر رشد اقتصادی اشاره کرده‌اند. این مطالعات نشان می‌دهند که در برخی کشورها، هزینه‌های دفاعی می‌تواند به عنوان یک ابزار سیاست‌گذاری برای تحریک اقتصاد و دستیابی به رشد پایدار مورد استفاده قرار گیرد.

علاوه بر این دو دیدگاه متضاد، برخی پژوهش‌ها بر این نکته تأکید دارند که تأثیر هزینه‌های نظامی بر رشد اقتصادی به شرایط خاص هر کشور و نقش تعدیل‌کننده‌هایی همچون سطح توسعه اقتصادی، ساختار سیاسی، میزان درگیری‌های نظامی و کیفیت حکمرانی بستگی دارد. برای مثال، در کشورهایی که با تهدیدات امنیتی جدی مواجه هستند، هزینه‌های دفاعی ممکن است به عنوان یک ضرورت اجتناب‌ناپذیر تلقی شود، حتی اگر در کوتاه‌مدت به کاهش رشد اقتصادی منجر شود. از سوی دیگر، در کشورهایی که از ثبات نسبی برخوردارند، تخصیص بیش از حد منابع به بخش دفاعی ممکن است به کاهش رشد اقتصادی بیانجامد.

۲-۲. تأثیر شوک‌ها بر هزینه‌های نظامی

¹ Harris

² Johnson & Lee

هزینه‌های نظامی به عنوان یکی از مهم‌ترین مؤلفه‌های بودجه‌های ملی، همواره تحت تأثیر عوامل داخلی و خارجی متعددی قرار داشته است. در این میان، شوک‌های اقتصادی از جمله شوک‌های ارزی، مالی و نفتی، به دلیل تأثیرات گسترده‌ای که بر اقتصاد کلان کشورها می‌گذارند، از اهمیت ویژه‌ای در تعیین سطح و ترکیب هزینه‌های نظامی برخوردارند. این شوک‌ها می‌توانند از طریق تغییر در درآمدهای دولت، نرخ ارز، قیمت نفت و شرایط مالی، سیاست‌های دفاعی کشورها را تحت تأثیر قرار دهند. ادبیات موجود در این حوزه نشان می‌دهد که رابطه بین شوک‌های اقتصادی و هزینه‌های نظامی پیچیده و چندوجهی است و به عوامل متعددی از جمله ساختار اقتصادی، اولویت‌های سیاست‌گذاری و شرایط بین‌المللی بستگی دارد.

شوک‌های ارزی به تغییرات ناگهانی و قابل توجه در نرخ ارز اشاره دارند که می‌توانند تأثیرات عمیقی بر اقتصاد کشورها بگذارند. این شوک‌ها از طریق تغییر در قیمت واردات و صادرات، تراز پرداخت‌ها و ارزش پول ملی، بر توان مالی دولت‌ها برای تخصیص منابع به بخش دفاعی تأثیر می‌گذارند. در کشورهایی که بخش قابل توجهی از تجهیزات نظامی خود را وارد می‌کنند، کاهش ارزش پول ملی می‌تواند به افزایش هزینه‌های نظامی منجر شود، زیرا قیمت خرید تسلیحات و تجهیزات نظامی افزایش می‌یابد. از سوی دیگر، در کشورهایی که صادرات نظامی دارند، کاهش ارزش پول ملی می‌تواند به افزایش درآمدهای ارزی و در نتیجه افزایش توان مالی برای هزینه‌های دفاعی منجر شود.

مطالعاتی همچون پژوهش‌های اسمیت^۱ (۱۹۹۵) و میلر^۲ (۲۰۲۲)، نشان می‌دهند که شوک‌های ارزی می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر هزینه‌های نظامی داشته باشند که به ساختار اقتصادی و تجاری هر کشور بستگی دارد. برای مثال، در کشورهای واردکننده تسلیحات، شوک‌های ارزی منفی می‌توانند به کاهش هزینه‌های نظامی منجر شوند، در حالی که در کشورهای صادرکننده تسلیحات، این شوک‌ها ممکن است به افزایش هزینه‌های دفاعی بینجامند. علاوه بر این، شوک‌های ارزی می‌توانند از طریق تأثیر بر تورم و نرخ بهره، بر هزینه‌های نظامی تأثیر بگذارند. افزایش تورم ناشی از شوک‌های ارزی می‌تواند به افزایش هزینه‌های جاری بخش دفاعی منجر شود، در حالی که افزایش نرخ بهره می‌تواند هزینه‌های استقراض دولت برای تأمین مالی پروژه‌های نظامی را افزایش دهد. شوک‌های مالی به تغییرات ناگهانی در شرایط مالی دولت‌ها اشاره دارند که می‌توانند ناشی از کاهش درآمدهای مالیاتی، افزایش کسری بودجه یا تغییر در سیاست‌های مالی باشند. این شوک‌ها

¹ Smith

² Miller

می‌توانند تأثیرات قابل توجهی بر توان دولت‌ها برای تخصیص منابع به بخش دفاعی داشته باشند. در شرایطی که دولت‌ها با کسری بودجه مواجه می‌شوند، ممکن است مجبور به کاهش هزینه‌های نظامی به عنوان بخشی از سیاست‌های ریاضت مالی شوند. از سوی دیگر، در شرایطی که دولت‌ها با افزایش درآمدهای مالیاتی یا بهبود شرایط مالی مواجه می‌شوند، ممکن است منابع بیشتری را به بخش دفاعی اختصاص دهند.

مطالعاتی همچون پژوهش‌های گلدشتاین^۱ (۱۹۹۲) و ویلسون^۲ (۲۰۲۱) نشان می‌دهند که شوک‌های مالی می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر هزینه‌های نظامی داشته باشند که به اولویت‌های سیاست‌گذاری و شرایط اقتصادی هر کشور بستگی دارد. برای مثال، در کشورهایی که امنیت ملی در اولویت بالایی قرار دارد، دولت‌ها ممکن است حتی در شرایط بحران مالی نیز از کاهش هزینه‌های نظامی اجتناب کنند. علاوه بر این، شوک‌های مالی می‌توانند از طریق تأثیر بر نرخ بهره و بازارهای مالی، بر هزینه‌های نظامی تأثیر بگذارند. افزایش نرخ بهره ناشی از شوک‌های مالی می‌تواند هزینه‌های استقراض دولت برای تأمین مالی پروژه‌های نظامی را افزایش دهد، در حالی که کاهش نرخ بهره می‌تواند به کاهش این هزینه‌ها منجر شود.

شوک‌های نفتی به تغییرات ناگهانی در قیمت نفت اشاره دارند که می‌توانند تأثیرات عمیقی بر اقتصاد کشورهای صادرکننده و واردکننده نفت داشته باشند. برای کشورهای صادرکننده نفت، افزایش قیمت نفت می‌تواند به افزایش درآمدهای دولت و در نتیجه افزایش توان مالی برای تخصیص منابع به بخش دفاعی منجر شود. در مقابل، کاهش قیمت نفت می‌تواند به کاهش درآمدهای دولت و در نتیجه کاهش هزینه‌های نظامی بینجامد. برای کشورهای واردکننده نفت، افزایش قیمت نفت می‌تواند به افزایش هزینه‌های واردات و در نتیجه کاهش توان مالی برای تخصیص منابع به بخش دفاعی منجر شود.

مطالعاتی همچون پژوهش‌های براک (۱۹۹۱) و میلر^۳ (۲۰۲۲)، نشان می‌دهند که شوک‌های نفتی می‌توانند تأثیرات متفاوتی بر هزینه‌های نظامی داشته باشند که به ساختار اقتصادی و وابستگی هر کشور به درآمدهای نفتی بستگی دارد. برای مثال، در کشورهای صادرکننده نفت، شوک‌های مثبت نفتی می‌توانند به افزایش هزینه‌های نظامی منجر شوند، در حالی که در کشورهای واردکننده نفت، این شوک‌ها ممکن است به کاهش هزینه‌های دفاعی بینجامند. علاوه بر این، شوک‌های نفتی می‌توانند از طریق تأثیر بر تورم و نرخ ارز، بر هزینه‌های نظامی تأثیر بگذارند. افزایش قیمت نفت

¹ Goldstein

² Wilson

³ Miller

می‌تواند به افزایش تورم و کاهش ارزش پول ملی منجر شود، که هر دو می‌توانند هزینه‌های نظامی را افزایش دهند.

۲-۳. روند هزینه‌های دفاعی و ترکیب هزینه‌های نظامی در ایران و کشورهای منتخب

کشورها هزینه‌های زیادی برای دفاع از سرزمین و ایجاد نظم در داخل کشور صرف می‌نمایند اما اطلاعات در این زمینه بسیار پراکنده است و برخی از کشورها هیچگونه اطلاعاتی را منتشر نمی‌نمایند که این مسئله محدودیت‌های فراوانی را برای بررسی و مقایسه هزینه‌های نظامی کشورها و اثرات آن ایجاد می‌کند.

با توجه به مباحث فوق در این بخش با توجه به محدودیت‌های فراوانی که در خصوص اطلاعات هزینه‌های نظامی و انتظامی در جهان وجود دارد تلاش می‌شود تصویری از میزان این هزینه‌ها و روند جهانی آن ارائه شود بر این اساس اطلاعاتی در خصوص میزان بودجه نظامی و انتظامی روند هزینه‌های دفاعی و ترکیب هزینه‌های نظامی در برخی از کشورهای جهان ارائه می‌شود.

۲-۳-۱. سهم هزینه‌های نظامی و انتظامی در بودجه کشورها

آمار دقیقی در مورد سهم هزینه‌های نظامی و انتظامی در بودجه همه کشورهای جهان وجود ندارد. با این حال در خلال سال‌های اخیر سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه برخی اطلاعات در این زمینه را منتشر کرده است که به شرح زیر است.

جدول ۱: ساختار هزینه ایران و برخی از کشورها در سال ۲۰۲۱ (درصد از هزینه دولت) (منبع:

(OECD, 2021)

نوع هزینه نام کشور	خدمات عمومی	دفاعی	نظم عمومی	امور اقتصادی	آموزش	حفاظت اجتماعی
سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه	۲۲/۶	۹/۲	۳/۱	۸/۸	۷/۵	۲۸/۶
آمریکا	۱۴/۲	۱۴/۳	۱/۴	۵/۱	۲/۳	۳۱/۷
انگلیستان	۱۲/۴	۵	۴/۲	۷/۲	۱۱/۳	۳۴
ایتالیا	۲۶/۸	۴/۲	۵/۵	۱۲/۶	۱۱/۹	۲۱/۱
آلمان	۲۶/۸	۸/۹	۱/۴	۹/۴	۳/۴	۴۵/۵
فرانسه	۲۵/۵	۷/۷	۵/۷	۱۷/۶	۱۶/۷	۲۱/۹
سوئد	۳۲/۶	۱/۴	۳/۸	۹/۹	۶/۳	۲۵/۸
سوئیس	۲۹/۸	۷	۱/۸	۲۲/۳	۵/۵	۳۱/۳
رژیم اشغالگر قدس	۱۳/۸	۱۵/۵	۴/۷	۷/۳	۱۸/۳	۲۱/۵
کره جنوبی	۲۲/۴	۱۳/۲	۵/۶	۱۶/۱	۲۰/۶	۱۳/۲
لهستان	۱۷/۴	۷/۳	۸/۸	۱۳/۱	۱۵/۶	۲۹/۷

۱۰/۸	۱۴/۳	۱۹/۹	۶/۵	۲/۸	۲۲/۷	مجارستان
۲۸/۶	۷/۵	۸/۸	۳/۱	۱۳/۵	۲۲/۶	ایران

همان‌طور که در جدول فوق نمایان است میزان بودجه صرف شده برای امور دفاعی و نظم در کشورهای مختلف متفاوت است. در زمینه امور دفاعی رژیم اشغالگر قدس با اختصاص بیش از ۱۵.۵ درصد از بودجه پیشگام است پس از آن نیز آمریکا قرار دارد و جایگاه سوم به کره جنوبی اختصاص دارد که مسئله حائز اهمیتی است.

۲-۳-۲. نسبت هزینه‌های نظامی به تولید ناخالص ملی در ایران و ده کشور منتخب

خاورمیانه (۲۰۲۱-۱۹۸۸)

جدول ۲: نسبت هزینه‌های نظامی به تولید ناخالص ملی (منبع: International Institute for Strategies, 2022:7)

کشور	۱۹۸۸	۱۹۹۰	۱۹۹۵	۲۰۰۰	۲۰۰۵	۲۰۱۰	۲۰۱۵	۲۰۲۱
بحرین	۵/۶	۵/۳	۵/۲	۴	۳/۲	۳/۳	۴/۶	۳/۷
فلسطین اشغالی	۱۵/۹	۱۲/۴	۷/۹	۶/۳	۶/۳	۵/۹	۵/۵	۵/۳
اردن	۹/۴	۷/۸	۴/۵	۶/۳	۴/۸	۵/۹	۳/۴	۴/۷
مصر	۵/۱	۳/۵	۳/۱	۲/۶	۲/۷	۱/۸	۱/۷	۰/۵
کویت	۸/۲	۴۸/۵	۱۳/۶	۷/۲	۳/۴	۵/۹	۵	۵/۶
لبنان	۱/۲	۷/۶	۶/۷	۵/۴	۴/۵	۳/۴	۴/۵	۴/۲
عمان	۱۳/۷	۱۲/۴	۱۱	۸/۱	۸/۸	۶/۳	۱۰/۹	۸/۸
عربستان سعودی	۱۵/۲	۱۴	۹/۳	۱۰/۵	۷/۷	۸/۶	۱۳/۳	۸
سوریه	۷/۹	۶/۹	۶/۹	۵/۵	۵	۱/۴	-	-
ترکیه	۲/۹	۳/۵	۳/۹	۳/۷	۲/۴	۲/۳	۱/۸	۲/۷
ایران	۶/۳	۲/۹	۲/۲	۲/۳	۴	۲/۴	۲/۵	۱۲/۲

همان‌طور که مشاهده می‌شود از مجموع ده کشور فوق هشت کشور بیش از چهار درصد تولید ناخالص ملی خود را به هزینه‌های نظامی اختصاص می‌دهند که نسبت بسیار بالایی در جهان است. در واقع اگر در این کشورها تولید ناخالص ملی را ملاک قرار دهیم بیش از بسیاری از کشورهایی که

بیشترین هزینه نظامی را در دنیا انجام می‌دهند (یعنی آمریکا، چین، روسیه، فرانسه و انگلستان) هزینه نظامی انجام می‌دهند.

۲-۳-۳. مسیرهای اثرگذاری هزینه‌ها و فعالیت‌های نظامی و انتظامی بر رشد اقتصادی

کانال‌های عمده اثرگذاری هزینه‌های دفاعی را به شرح زیر است:

کانال تأثیرگذاری در فرایند و چهارچوب بودجه دولت به ویژه با توجه به محدودیت‌هایی که دولت در تأمین و افزایش بودجه عمومی با آن روبه‌رو است و همچنین نحوه تأمین هزینه‌های دفاعی تأکید بر آثار تخصصی کوتاه‌مدت ناشی از محدودیت‌های درآمدی دولت و برخی آثار بلندمدت در خصوص این اثر باید به این نکته توجه نمود که اگر دولت در تأمین بودجه دچار مشکل نباشد و در اقتصاد ظرفیت مازاد وجود داشته باشد در این صورت با توجه به اثر ضریب فزاینده مالی، افزایش بودجه دفاعی باعث افزایش تولید ملی به میزانی بیش از افزایش اولیه هزینه‌های دفاعی خواهد شد و بالعکس.

کانال تأثیرگذاری بر پس‌انداز و سرمایه‌گذاری و سرانجام تأثیر بر رشد اقتصادی ضمن توجه به ظرفیت جذب اقتصاد در این میان باید به این نکته توجه نمود که کاهش هزینه‌های نظامی لزوماً به معنای افزایش سرمایه‌گذاری نیست زیرا اعتبارات آزاد شده در برخی موارد صرف بودجه جاری و کالاهای مصرفی می‌شود و پس‌انداز نیز همواره به سرمایه‌گذاری منجر نمی‌شود.

کانال تأثیرگذاری بر هزینه‌های اجتماعی (بهداشت و آموزش...) و تشکیل سرمایه انسانی به عنوان متغیر توضیحی در ادامه تابع سرمایه‌گذاری و برای بیان آثار بهره‌وری از یک سو با افزایش هزینه‌های نظامی شاهد کاهش اعتبارات آموزش و بهداشت و غیره خواهیم بود به ویژه اگر سقف بودجه دولت محدود باشد و دولت در تأمین بودجه دچار مشکل باشد اما از سوی دیگر باید به این نکته توجه نمود که نیروهای مسلح از نیروهای ماهرتر و تجهیزات پیشرفته‌تری نسبت به سطح استاندارد معمول کشور استفاده می‌کنند در نتیجه آموزش‌هایی به افراد می‌دهند.

کانال تأثیرگذاری بر عوامل بخش خارجی اقتصاد (جنبه‌های بین‌المللی و انتقالات و بازار جهانی تسلیحات و...) و فرایند تأمین تسلیحات با توجه به نقش ارز در اقتصاد ملی.

از سوی دیگر باید به این نکته توجه نمود که صنایع نظامی و غیر نظامی با هم در ارتباط هستند و توان صنعتی تولید تسلیحات با تأثیر پیشین بر توان صنعتی کشور آثار مهمی ایجاد می‌نماید که عبارت از:

- ایجاد تقاضای مؤثر پیش‌رو و تحریک تولید غیر نظامی در صورت وجود ظرفیت مازاد
- ایجاد پیشرفت فنی با ایجاد نیروی کار ماهر جدید

- تقویت توان صنعتی کشور
- عدم تناسب شالوده صنعتی ایجاد شده با استفاده‌ی غیر نظامی
- عدم بازگشت نیروی انسانی تربیت شده به مشاغل اصلی خود
- عدم تناسب آموزش‌های دوران خدمت نظامی با اشتغال غیر نظامی
- انحراف اعتبارات از سرمایه‌گذاری مولد (Samiei & et al, 2011).

۲-۳-۴. مزیت نسبی نیروهای نظامی در فعالیت اقتصادی

در قسمت‌های قبل به مجموعه‌ای از اثرات فعالیت اقتصادی سازمان‌های نظامی و انتظامی بر اقتصاد کشورها اشاره شد با این حال فعالیت اقتصادی این سازمان‌ها دارای برخی از ویژگی‌ها می‌باشد که در صورت استفاده مناسب از آن می‌تواند اثرات مثبت بسیار فراوانی داشته باشد. این ویژگی‌ها به شرح زیر است:

• ثبات مدیریتی و مالی

نیروهای نظامی هم از نظر مدیریتی و هم از نظر بودجه‌داری ثبات نسبی هستند. این مسئله فرصت بسیار مناسبی برای توسعه برخی از نوآوری‌ها و فناوری‌ها است که بسیار زمان‌بر هستند. آمریکا با ایجاد دارپا در سال ۱۹۵۸ به منظور رقابت فناوری نظامی با شوروی بخشی از هزینه‌های نظامی صرف شده برای تحقیق و توسعه را به «تفکر ایده‌های تفکر آسمان آبی» اختصاص داد. هدف از این پروژه پیگیری فناوری‌ها و اموری بود که ممکن بود در افق زمانی ۱۰ الی ۲۰ سال به نتیجه مشخصی منجر نشود.

• مصون بودن از رقابت

یکی دیگر از مزایای صنایع نظامی آن است که از رقابت مصون هستند. در واقع مصون بودن صنایع از رقابت یکی از بنیان‌های سیاست صنعتی و سیاست جایگزینی واردات است که قدمتی بسیار طولانی دارد استراتژی جایگزینی واردات قدمتی طولانی دارد و نشانه‌های آن را می‌توان در آمریکا و آلمان اواخر قرن ۱۷ و اوایل قرن هجده یافت.

• سرمایه موجود بلا استفاده

یکی دیگر از مزیت‌های نیروی نظامی آن است که دارای ابزارها و امکاناتی هستند که برای دوران جنگ تهیه شده‌اند و در دوران صلح بلا استفاده هستند. در چنین حالتی عملاً هزینه استفاده از

این ابزار و امکانات بسیار کمتر از حالتی است که باید با صرف هزینه زیاد آن‌ها را خریداری کرد (Samiei & et al, 2011).

۳- پیشینه تحقیق

در این بخش، پژوهش‌هایی که به تحلیل تأثیر مخارج نظامی بر اقتصاد ایران و دیگر کشورهای جهان پرداخته‌اند، در دو دسته‌بندی کلی شامل تحقیقات انجام‌شده در داخل کشور و مطالعات صورت‌گرفته در سطح جهان مورد بررسی قرار می‌گیرند.

جدول ۴: مطالعات داخلی و بین‌المللی

مرجع	عنوان	نتایج
مطالعات داخلی		
خوبرو (۱۴۰۱)	چابکسازی فعالیت‌های اقتصادی صنایع دفاعی	برای دستیابی به چابکی در عرصه‌ی فعالیت‌های اقتصادی، صنایع باید بر ارتقای چهار مؤلفه‌ی کلیدی تمرکز کنند: سرعت عمل، انعطاف‌پذیری، به‌کارگیری فناوری‌های هوشمند، و دوراندیشی. این عوامل به‌عنوان محورهای استراتژیک در جهت بهبود عملکرد اقتصادی و رقابت‌پذیری صنایع نقش اساسی ایفا می‌کنند.
علوی؛ اصفهانی و ممبینی (۱۳۹۹)	واکوی نقش حوزه دفاعی در رشد و توسعه اقتصادی ج.ا.ا.	با بررسی ۵ رویکرد به نقش موثر حضور حوزه دفاعی در فعالیت‌های اقتصادی رسیده‌اند.
گل خندان (۱۳۹۵)	برآورد تابع تقاضای مخاج دفاعی در ایران	بررسی متغیرهای اقتصادی نشان می‌دهد که افزایش رشد اقتصادی، هزینه‌های غیرنظامی و بهبود تراز تجاری، تأثیرات کاهش‌دهنده‌ای بر سهم بودجه‌ی دفاعی در اقتصاد ایران داشته‌اند.
مولایی و گل خندان (۱۳۹۳)	رابطه مخارج دفاعی و رشد اقتصادی در ایران	هر اندازه که یک کشور با تهدیدات داخلی و خارجی بیشتری مواجه شود، ناگزیر خواهد بود سهم بزرگ‌تری از بودجه‌ی عمومی خود را به تقویت توان دفاعی اختصاص دهد. این افزایش هزینه‌های دفاعی می‌تواند به‌عنوان عاملی بازدارنده، روند رشد اقتصادی را تحت تأثیر منفی قرار دهد.
پورصادق، کاشمری و افتخاری (۱۳۸۶)	تأثیر هزینه‌های نظامی بر رشد اقتصادی ایران با توجه به اثرات جنگ تحمیلی و واقعه یازده سپتامبر	بررسی‌ها نشان می‌دهد که متغیرهای مرتبط با جنگ و حادثه یازده سپتامبر تأثیر کاهش‌دهنده‌ای بر رشد اقتصادی داشته‌اند. این نتایج از نظر آماری معنادار بوده و تأثیر منفی این دو عامل بر روند توسعه‌ی اقتصادی به‌وضوح قابل مشاهده است.

<p>هزینه‌های دفاعی تأثیر قابل توجهی در کاهش رشد اقتصادی ایفا می‌کنند و به‌عنوان عاملی بازدارنده در مسیر توسعه‌ی اقتصادی قلمداد می‌شوند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که افزایش مخارج نظامی می‌تواند به عنوان یک چالش جدی در مسیر پیشرفت اقتصادی عمل کند.</p>	<p>رابطه بین مخارج نظامی و برخی متغیرهای اقتصادی در ایران</p>	<p>بیضایی^۱ (۱۳۸۰)</p>
<p>مطالعات خارجی</p>		
<p>کشورهایی که با بحران مالی مواجه هستند به جای مخارج نظامی، بهبود اقتصادی را در اولویت قرار می‌دهد.</p>	<p>مدیریت بحران و تأمین مالی نظامی</p>	<p>ویلسون^۱ (۲۰۲۱)</p>
<p>کشورهایی که به طور مؤثر پیش‌بینی و به نوسانات اقتصادی پاسخ می‌دهند راه‌هایی برای بهینه‌سازی مخارج دفاعی خود پیدا می‌کنند و در زمان‌های عدم قطعیت مالی، قابلیت‌های نظامی قوی خود را حفظ می‌کنند.</p>	<p>بهینه‌سازی بودجه‌های دفاعی در زمان‌های عدم قطعیت اقتصادی</p>	<p>رابرتز^۲ (۲۰۲۱)</p>
<p>تکانه‌های تجاری، از جمله تعرفه‌ها و توافقات تجاری بر محیط اقتصادی که تصمیمات مربوط به مخارج دفاعی در آن اتخاذ می‌شود تأثیر منفی می‌گذارند.</p>	<p>توافقات تجاری و تخصیص منابع دفاعی</p>	<p>تیلور^۳ (۲۰۲۰)</p>
<p>تأثیرات کوتاه‌مدت شوک‌های مرتبط با هزینه‌های دفاعی بر تولید ناخالص داخلی در محدوده‌ی ۰۰۶ تا ۰۰۸ درصد برآورد شده است. علاوه بر این، مدل‌های اقتصادی حاکی از آن هستند که کاهش سطح تولید به کاهش مخارج دفاعی منجر می‌شود. این مدل‌ها همچنین رفتار متقابل و ضدچرخه‌ای بین هزینه‌های دفاعی و غیردفاعی دولت را آشکار می‌سازند و نشان می‌دهند که مخارج دفاعی نقش مهمی در سرمایه‌گذاری و فرآیندهای تولیدی ایفا می‌کنند.</p>	<p>مخارج دفاعی و ضرایب تکاثر مالی</p>	<p>لوپز و گارسیا^۴ (۲۰۱۸)</p>
<p>بررسی‌های انجام‌شده بر اساس مدل‌های تعادل عمومی پویای تصادفی نشان می‌دهد که تخمین‌های حاصل از روش بیزین و الگوی خودرگرسیون برداری بیزین، تفاوت‌های معناداری با نتایج مدل تلفیقی دارند. این اختلاف‌ها به‌وضوح بیانگر تمایز میان رویکردهای مختلف در تحلیل‌های اقتصادی است.</p>	<p>اندازه‌گیری اثر مخارج دفاعی مدل تعادل عمومی پویای تصادفی چه میزان انحراف "دارد؟"</p>	<p>وو و همکاران^۵ (۲۰۱۷)</p>
<p>اطلاعات و گزارش‌های مرتبط با جنگ و هزینه‌های نظامی تأثیر</p>	<p>گفتاری از تاریخ جنگ:</p>	<p>زیو و پاپا^۱ (۲۰۱۵)</p>

1 Wilson

2 Roberts

3 Taylor

4 Lopez & Garcia

5 Wu & et al.

قابل توجهی بر تابع تقاضای کل در اقتصاد دارند و سهم عمده‌ای از نوسانات مشاهده شده در بخش تولید را تبیین می‌کنند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که تحولات نظامی و هزینه‌های دفاعی به‌عنوان عوامل کلیدی در شکل‌دهی به روندهای اقتصادی عمل می‌کنند.	اثرات اقتصاد کلان شوک‌های ناشی از مخارج دفاعی	
یافته‌های پژوهش نشان می‌دهد که فرضیه بی‌تأثیری هزینه‌های دفاعی بر اقتصاد در مورد کشورهای ایتالیا، فرانسه و آلمان تأیید می‌شود. علاوه بر این، برای کشورهای کانادا و انگلیس، رابطه‌ی یک‌سویه از سمت مخارج دفاعی به رشد اقتصادی مشاهده شده است. در مقابل، برای چین، فرضیه تأثیر رشد اقتصادی بر هزینه‌های دفاعی مورد تأیید قرار گرفته است. همچنین، برای ژاپن و آمریکا، رابطه‌ی دوسویه بین این دو متغیر به اثبات رسیده است.	آیا مخارج دفاعی برای رشد اقتصادی در کشورهای عضو گروه هفت و چین اهمیت دارد؟	چانگ و همکاران ^۲ (۲۰۱۴)
میزان تأثیر مخارج نظامی بر رشد اقتصادی بسیار کم است.	تأثیر مخارج دفاعی بر رشد	ویجبرا و وب ^۳ (۲۰۱۱)

مرور مطالعات تجربی بیانگر آن است که، اگرچه مطالعات زیادی درباره تأثیرات فردی تکانه‌های مالی، ارزی و تجاری نوشته شده است، تحقیقات جامع‌تری که تأثیرات ترکیبی این تکانه‌ها بر مخارج نظامی را بررسی کند، وجود ندارد. این مقاله به دنبال پر کردن این شکاف‌ها با ارائه تحلیلی جامع از چگونگی تعامل این تکانه‌های اقتصادی برای تأثیرگذاری بر مخارج نظامی و سیاست‌های دفاعی است.

۴- روش شناسی پژوهش

در ادامه مدل DSGE برای اقتصاد ایران با لحاظ مخارج دفاعی تصریح می‌کنیم.

۴-۱. خانوارها

یک خانوار به نمایندگی از بی‌هایت خانوار موجود در نظر گرفته می‌شود که از مصرف (C_t) و فراغت (عکس نیروی کار (l_t)) مطلوبیت کسب می‌کند.

$$U_t^i = E \cdot \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t \left\{ \frac{(c_t^i)^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} - \frac{(h_t^i)^{1-\sigma_h}}{1-\sigma_h} \right\} \quad (1)$$

1 Zeev & Papa

2 Chang & et al.

3 Wijeweera & Web

در رابطه ۱، β نرخ تنزیل، σ_c معکوس کشش جانشینی بین دوره‌ای مصرف، σ_h معکوس کشش عرضه نیروی کار است. مطابق اگنور و همکاران ۱ (۲۰۱۴). مساله‌ای که خانوارها با آن مواجه هستند، بهینه‌سازی ارزش کنونی مطلوبیت پیش‌بینی‌شده در چارچوب محدودیت‌های بودجه‌ای بین دوره‌ای است.

۴-۲. تقاضای واردات کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای

فرض می‌شود کل مصرف خانوار در قیمت‌های واقعی شامل کالاهای مصرفی داخلی (c_t^d) و کالاهای مصرفی وارداتی (c_t^m) است که براساس رابطه زیر از طریق انباشته Dixit-Stiglitz ترکیب می‌شوند.

$$c_t = \left[\omega_c^d \frac{1}{\mu_c} c_t^d \frac{\mu_c-1}{\mu_c} + (1 - \omega_c^d) \frac{1}{\mu_c} c_t^m \frac{\mu_c-1}{\mu_c} \right]^{\frac{\mu_c}{\mu_c-1}} \quad (2)$$

در این رابطه، ω_c^d سهم کالاهای تولید شده در داخل سبد مصرفی خانوار و μ_c کشش جایگزینی بین کالاهای داخلی و وارداتی است. با توجه به قیمت هر گروه از کالاها، خانوار میزان مصرف هر یک را با توجه به رابطه زیر انتخاب می‌کند تا بهای تمام شده هر سطح از مصرف کالاهای ترکیبی کاهش یابد.

$$\text{Min: } p_t c_t = p_t^d c_t^d + p_t^{cm} c_t^m \quad (3)$$

$$\text{S. T. } \left[\omega_c^d \frac{1}{\mu_c} c_t^d \frac{\mu_c-1}{\mu_c} + (1 - \omega_c^d) \frac{1}{\mu_c} c_t^m \frac{\mu_c-1}{\mu_c} \right]^{\frac{\mu_c}{\mu_c-1}} \leq c_t \quad (4)$$

که در آن p_t^d و p_t^{cm} به ترتیب شاخص قیمت کالاهای داخلی و مصرفی وارداتی است که به صورت زیر تعریف می‌شود:

$$p_t^{cm} = S_t p_t^* \quad (5)$$

به عبارت دیگر، براساس رابطه فوق قانون تک قیمتی برقرار است. با به‌کارگیری روش حداقل‌سازی برای رابطه (۳) تحت محدودیت (۴)، می‌توان توابع تقاضا برای کالاهای مصرفی تولید داخل و کالاهای وارداتی را استخراج کرد.

$$p_t^d = \frac{p_t^d}{p_t} \quad (6)$$

$$p_t^{cm} = \frac{p_t^{cm}}{p_t} = \frac{S_t p_t^*}{p_t} = \frac{e_t}{p_t^{cm}} \quad (7)$$

رابطه (۶) نشان‌دهنده‌ی نسبت قیمت کالاهای تولید داخلی به شاخص کلی قیمت مصرفی است، در حالی که رابطه (۷) بیانگر نسبت شاخص قیمت کالاهای وارداتی به شاخص قیمت کل مصرفی می‌باشد. با در نظر گرفتن فرضیه برابری قیمت‌ها در رابطه (۸)، این نسبت معادل نرخ ارز واقعی e_t خواهد بود. این روابط را می‌توان به شکل زیر ارائه کرد.

$$\frac{p_t^d}{p_{t-1}^d} = \frac{\pi_t^d}{\pi_t} \quad (8)$$

$$\frac{e_t}{e_{t-1}} = \frac{\pi_t^*}{\pi_t} \quad (9)$$

باجایگذاری روابط تقاضای کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای در رابطه ۲ (سبد مصرفی خانوار)، ارتباط بین سطح عمومی قیمت‌ها با اجزای آن طبق رابطه ۱۰ به دست می‌آید.

$$p_t = \left[\omega_c^d p_t^{d^{1-\mu_c}} + (1 - \omega_c^d) p_t^{m^{1-\mu_c}} \right]^{\frac{1}{1-\mu_c}} \quad (10)$$

با اعمال این روش برای بخش سرمایه‌گذاری، می‌توان ترکیبی از سرمایه‌گذاری در کالاهای تولید داخل (i_t^d) و کالاهای سرمایه‌ای وارداتی (i_t^m) را نیز به دست آورد.

$$i_t = \left[\omega_i^d i_t^{d^{\frac{\mu_i-1}{\mu_i}}} + (1 - \omega_i^d) i_t^{m^{\frac{\mu_i-1}{\mu_i}}} \right]^{\frac{\mu_i}{\mu_i-1}} \quad (11)$$

همان‌گونه که در مورد کالاهای مصرفی توضیح داده شد، تقاضا برای هر یک از این کالاها نیز بر اساس رابطه‌ی زیر به گونه‌ای تعیین می‌گردد که هزینه‌ی دستیابی به هر سطح مشخصی از سرمایه‌گذاری ترکیبی به حداقل برسد. در نتیجه، این رابطه حاصل می‌شود.

$$\text{Min: } p_t^d i_t^d = p_t^d i_t^d + p_t^m i_t^m \quad (12)$$

$$\text{S.T. } \left[\omega_i^d i_t^{d^{\frac{\mu_i-1}{\mu_i}}} + (1 - \omega_i^d) i_t^{m^{\frac{\mu_i-1}{\mu_i}}} \right]^{\frac{\mu_i}{\mu_i-1}} \leq i_t \quad (13)$$

که در آن p_t^d و p_t^m به ترتیب شاخص قیمت کالاهای سرمایه‌ای داخلی و وارداتی است. از حل مدل توابع تقاضا برای کالاهای داخلی و وارداتی سرمایه‌ای به دست می‌آید. که در آن:

$$p_{it}^d = \frac{p_t^d}{p_t^i} \quad (14)$$

$$p_t^{im} = \frac{p_t^m}{p_t} = \frac{S_t p_t^*}{p_t} = \frac{e_t}{p_t^{im}} \quad (15)$$

با جایگذاری روابط ۱۴ و ۱۵ در سبد سرمایه‌گذاری رابطه ۱۲، ارتباط بین سطح عمومی قیمت کالاهای سرمایه‌ای (p_t^I) با اجزای آن براساس رابطه زیر بدست می‌آید (خدادادی و صمصامی، ۱۴۰۳).

$$p_t^I = \left[\omega_c^d p_t^d + (1 - \omega_i^d) p_t^m \right]^{\frac{1}{1-\mu_i}} \quad (۱۶)$$

۳-۴. تولیدکننده کالاهای نهایی

بر اساس رویکرد دیگزیت و استیگلیتز (۱۹۷۷)، این فرض وجود دارد که یک نهاد تجمیع‌کننده، تولیدات تمامی بنگاه‌های واسطه‌ای را مطابق رابطه (۱۷) جمع‌آوری کرده و با یک قیمت یکسان به بازار داخلی عرضه می‌نماید.

$$y_t^d = \left(\int_0^1 y_{jt} \left(\frac{\theta-1}{\theta} \right) d_j \right)^{\frac{\theta}{\theta-1}} \quad \theta > 1 \quad (۱۷)$$

مسئله بهینه‌سازی برای بنگاه تولیدی نهایی شکل رابطه (۱۸) را دارد.

$$Max_{y_{jt}}: p_t y_t - \int_0^1 P_{jt} y_{jt} d_j \quad (۱۸)$$

بر اساس شرط سود صفر، تابع تقاضای محصول تولیدی هر بنگاه واسطه و شاخص قیمت محصول نهایی به شکل روابط (۱۹) و (۲۰) می‌باشد.

$$y_{jt} = \left(\frac{P_{jt}}{P_t^d} \right)^{-\theta} y_t^d \quad (۱۹)$$

$$P_t = \left(\int_0^1 P_{jt}^{1-\theta} d_j \right)^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (۲۰)$$

۴-۴. تولید کننده کالاهای واسطه

هر تولیدکننده، کالای واسطه J را با ترکیب نهاده‌های سرمایه، نیروی کار و نهاده‌های وارداتی تولید می‌کند. برای در نظر گرفتن هزینه‌های تعدیل قیمت، از قانون روثمبرگ (۱۹۸۲) استفاده می‌شود.

$$y_{jt} = a_t (h_{jt}^{1-\alpha} k_{jt}^\alpha)^{1-\chi} (f_{jt}^m)^\chi \quad (۲۱)$$

که h_{jt} بیانگر ساعات کار و $\alpha \in (0,1)$ و a_t نشان دهنده شوک فناوری است که از فرایند زیر پیروی می‌کند:

$$a_t = \rho_a a_{t-1} + (1 - \rho_a) \bar{a} + \varepsilon_{a,t} \quad \varepsilon_{a,t} \approx N(0, \sigma_{\varepsilon_{t,a}}) \text{ و } \rho_a \in (0,1) \quad (22)$$

طبق نظر روتمبرگ (۱۹۸۲) بنگاهی که کالاهای واسطه‌ای تولید می‌کند با هزینه تعدیل زیر مواجه است:

$$\text{pac}_t^j = \frac{\varphi_p}{2} y_t \left(\frac{p_{jt}}{(\bar{p}) p_{jt-1}} - 1 \right)^2 \quad (23)$$

$\varphi_p \geq 0$ درجه تعدیل قیمت یا چسبندگی قیمت است، \bar{p} نرخ تورم پایدار است و y_t محصول کل است. بنگاه در تلاش است تا سودآوری خود را در حال حاضر و در آینده با موارد زیر افزایش دهد:

$$E_t \sum_{t=0}^{\infty} \left[\lambda_t (\beta^s)^s \frac{\pi_{t+s}^m}{P_{t+s}} \right] \quad (24)$$

که در آن تابع سود اسمی عبارت است از:

$$\pi_{jt}^m = P_{jt} Y_{jt} - P_t m c_t Y_{jt} \quad (25)$$

و تابع سود حقیقی عبارت است از:

$$d_{jt}^m = \frac{p_{jt}}{p_t} y_{jt} - m c_t y_{jt} \quad (26)$$

بنگاه تابع سود را نسبت به سرمایه k_{jt} ، نیروی کار h_{jt} ، نهاده‌ی وارداتی f_{jt}^m و p_{jt} حداکثر می‌کند. بهینه‌یابی بنگاه‌ها در دو مرحله انجام می‌شود؛ مرحله نخست، بهینه‌یابی داخلی است. در مرحله دوم، بهینه‌یابی خارجی بنگاه انجام می‌شود. در این مرحله، بنگاه با توجه به ساختار بازار و تقاضای موجود برای محصول آن بنگاه، حداکثرسازی سود را انجام می‌دهد.

بنگاه رقابت انحصاری برای تعدیل قیمت‌ها از روش کالو (۱۹۸۳)، استفاده می‌کند. بنابراین، بنگاهی که قیمت خود را تغییر می‌دهد با مساله رابطه زیر مواجه است.

$$\text{Max}_{p_t^d(i)} E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta p \gamma)^k \frac{\lambda_{t+k}}{\lambda_t} \left[\frac{p_{t+k}^d(i)}{p_{t+k}^d} - m c_{t+k} \right] y_{t+k}(i) \quad (27)$$

$$S.T. \quad y_t(i) = \left(\frac{p_t^d(i)}{p_t^d} \right)^{-\theta} y_t \quad (28)$$

شرایط مرتبه اول برای $P_t^{*,d}$ به شکل رابطه زیر است.

$$\frac{p_t^{*,d}}{p_t^d} = \left(\frac{\theta}{\theta-1} \right) \frac{E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta p \gamma)^k \lambda_{p,t+k} y_{t+k} m c_{t+k} \left(\frac{p_{t+k}^d(i)}{p_t^d} \right)^{\theta}}{E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta p \gamma)^k \lambda_{p,t+k} y_{t+k} \left(\frac{p_{t+k}^d}{p_t^d} \right)^{\theta-1}} \quad (29)$$

بنابراین، شاخص قیمت تولیدکنندگان داخلی (p_t^d) را می‌توان به صورت رابطه زیر نوشت (خدادادی و همکاران، ۱۴۰۲).

$$p_t^d = \left[(1-\gamma)(p_t^{*,d})^{1-\theta} + \gamma(p_{t-1}^d)^{1-\theta} \right]^{\frac{1}{1-\theta}} \quad (31)$$

با لحاظ کردن شاخص کلی قیمت کالاهای واسطه‌ای در رابطه (۳۱)، منحنی فیلیپس نیوکینزی برای تورم شاخص قیمت کالاهای تولیدی واسطه‌ای داخلی مطابق رابطه (۳۲) به دست می‌آید:

$$\hat{\pi}_t^d = \frac{1}{1+\beta} E_t \hat{\pi}_{t+1}^d + \frac{(1-\beta\gamma)(1-\gamma)}{\gamma} \hat{m}c_t \quad (32)$$

۴-۵. تجارت خارجی

بخش تجارت خارجی در سه حوزه‌ی اصلی فعالیت می‌کند: واردات کالاهای مصرفی، واردات کالاهای سرمایه‌ای، و واردات مواد اولیه و نهاده‌های مورد نیاز بخش تولید. از سوی دیگر، بخش صادرات به دو دسته‌ی صادرات نفتی و صادرات غیرنفتی تقسیم می‌شود:

۴-۵-۱. واردات کالاها

بخش واردات شامل کالاهای مصرفی (c_t^m)، کالاهای سرمایه‌ای (i_t^m) و نهاده‌های واسطه‌ای (f_t^m) است که در رابطه زیر قیمت موزون واردات این کالاها برحسب دلار است

$$p_t^{*,m} = (p_t^{*,c})^{\omega_c^m} (p_t^{*,i})^{\omega_i^m} (p_t^{*,f})^{\omega_f^m}, \quad \omega_c^m + \omega_i^m + \omega_f^m = 1 \quad (33)$$

بنگاه‌های وارداتی، کالاهای مورد نیاز را از بازارهای جهانی خریده و پس از بازاریابی و تفکیک، به تقاضا کنندگان داخلی (خانوار، دولت و تولیدکنندگان واسطه‌ای) می‌فروشند. طبق فرض بنگاه‌های وارداتی کالاهای وارداتی را در قالب بازار رقابت انحصاری بالاتر از هزینه نهایی خود تعیین قیمت نموده و به فروش می‌رساند. از سوی دیگر مطابق دیگزیت-استیگلیتز (۱۹۷۷)، یک جمعگر، واردات همه بنگاه‌های وارداتی را خریداری و پس از تجمیع به شکل تکنولوژی رابطه ۳۵، با یک قیمت واحد به بازار داخلی عرضه می‌کند:

$$m c_t^{\Xi m} = \frac{s_t p_t^{*,\Xi}}{p_t^{\Xi m}}, \quad \Xi = c, i, f \quad (34)$$

$$\Xi_t^m = \left[\int_0^1 (\Xi_t^m(i))^{\frac{\theta_{\Xi}-1}{\theta_{\Xi}}} di \right]^{\frac{\theta_{\Xi}}{\theta_{\Xi}-1}}, \quad \Xi = c, i, f \quad (35)$$

بنگاه تجميع کننده همانند بنگاه‌های داخلی، تركيب کالاهای وارداتی را به گونه‌ای انتخاب می‌کند که سود خود را به حداکثر برساند:

$$Max_{y_t(i)}: p_t^{\Xi m} \Xi_t^m - \int_0^1 p_t^{\Xi m}(i) \cdot \Xi_t^m(i) di \quad (36)$$

با استفاده از شرایط رقابت و سود صفر، با تعیین تقاضا برای هر کالای وارداتی، قیمت کالای وارداتی نهایی نیز تعیین می‌شود.

$$\Xi_t^m(i) = \left(\frac{p_t^{\Xi m}(i)}{p_t^{\Xi m}} \right)^{-\theta_{\Xi}} \Xi_t^m \quad (37)$$

$$p_t^{\Xi m} = \left(\int_0^1 \left(p_t^{\Xi m}(i) \right)^{1-\theta_{\Xi}} di \right)^{\frac{1}{1-\theta_{\Xi}}} \quad (38)$$

براساس مدل کالوو (۱۹۸۳)، به دلیل وجود هزینه‌های تعدیل قیمت که باعث ایجاد چسبندگی در قیمت‌ها می‌شود، بنگاه‌های واردکننده قادر نیستند قیمت کالاهای وارداتی خود را در یک بازار رقابت انحصاری به طور مداوم در سطح بهینه تنظیم کنند. احتمال اینکه یک بنگاه وارداتی بتواند قیمت محصول خود را به سطح مطلوب ($p_t^{\Xi m}$) برساند، $1 - \gamma_{\Xi}$ درصد است، در حالی که احتمال عدم موفقیت در این تعدیل قیمت، γ_{Ξ} درصد می‌باشد. در مواردی که بنگاه نتواند قیمت را به سطح بهینه برساند، قیمت محصولات خود را برای دوره‌ی بعدی براساس نرخ تورم تعدیل شده و با استفاده از روش‌های سرانگشتی تعیین می‌کند.

$$p_t^{\Xi m} \overset{Max}{=} E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta p \gamma_{\Xi})^k \frac{\lambda_{t+k}}{\lambda_t} \left[\frac{p_t^{\Xi m}(i)}{p_{t+k}^{\Xi m}} - mc_{t+k}^{\Xi m} \right] \Xi_t^m(i) \quad (39)$$

$$S.T. \quad \Xi_t^m(i) = \left(\frac{p_t^{\Xi m}(i)}{p_t^{\Xi m}} \right)^{-\theta_{\Xi}} \Xi_t^m \quad (40)$$

اگر فرض شود قیمت انتخاب شده توسط این بنگاه‌ها در زمان t برابر با $p_t^{\#, \Xi}$ باشد، شرایط مرتبه اول بهینه‌سازی به شکل زیر خواهد بود:

$$\frac{p_t^{\#, \Xi}}{p_t^{\Xi m}} = \left(\frac{\theta_{\Xi}}{\theta_{\Xi}-1} \right) \frac{E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta p \gamma_{\Xi})^k \lambda_{p,t+k} \Xi_{t+k}^m mc_{t+k}^{\Xi m} \left(\frac{p_t^{\Xi m}(i)}{p_{t+k}^{\Xi m}} \right)^{\theta_{\Xi}}}{E_t \sum_{k=0}^{\infty} (\beta p \gamma_{\Xi})^k \lambda_{p,t+k} \Xi_{t+k}^m \left(\frac{p_t^{\Xi m}(i)}{p_{t+k}^{\Xi m}} \right)^{\theta_{\Xi}-1}} \quad (41)$$

$p_t^{\Xi m}$ متوسط $(1 - \gamma_{\Xi})$ از بنگاه‌هایی که قیمت خود را در زمان t و (γ_{Ξ}) از بنگاه‌هایی که قیمت خود را یک دوره قبل تر تنظیم کرده‌اند بنابراین بنابراین شاخص قیمت $p_t^{\Xi m}$ بصورت زیر است.

$$p_t^{\Xi m} = \left[(1 - \gamma_{\Xi})(p_t^{\#, \Xi})^{1-\theta_{\Xi}} + \gamma_{\Xi}(p_t^{\Xi m})^{1-\theta_{\Xi}} \right]^{\frac{1}{1-\theta_{\Xi}}} \quad (42)$$

با لحاظ کردن شاخص قیمت کالاهای تجاری، منحنی فیلیپس نیوکینزی برای تورم شاخص قیمت کالاهای وارداتی مطابق رابطه (۴۳) به دست می‌آید:

$$\hat{\pi}_t^{\Xi m} = \frac{1}{1+\beta_p} E_t \hat{\pi}_t^{\Xi m} + \frac{(1-\beta_p \gamma_{\Xi})(1-\gamma_{\Xi})}{\gamma_{\Xi}} \widehat{mc}_t^{\Xi m} \quad (43)$$

۴-۵-۲. صادرات غیرنفتی

با توجه به تقاضای جهانی برای کالاهای داخلی، بنگاه‌های صادرکننده سهمی از کالاهای نهایی داخلی را با قیمت P_t^d خریداری کرده و با قیمت $(P_t^{*,x})$ به خارج از کشور می‌فروشند. صادرات غیرنفتی ایران (x_t) ، به درآمد سایر کشورها (y_t^*) ، کشش جانشینی کالاهای صادراتی و داخلی (θ_x) و نسبت قیمت کالای صادراتی ایران $(P_t^{*,x})$ به جهان (P_t^*) بستگی خواهد داشت.

$$x_t = \left(\frac{P_t^{*,x}}{P_t^*} \right)^{-\theta_x} y_t^* \quad , \quad x_t = (P_t^{*,x})^{-\theta_x} y_t^* \quad (44)$$

قیمت دلاری کالای صادراتی ایران با توجه به قیمت داخلی آن (P_t^d) و نرخ ارز بازار آزاد (S_t) طبق رابطه زیر خواهد بود:

$$P_t^{*,x} = \frac{P_t^d}{S_t} \quad (45)$$

$$\ln \pi_t^* = (1 - \rho_{p^*}) \ln \bar{\pi}^* + \rho_{p^*} \ln \pi_{t-1}^* + \varepsilon_t^{p^*} \quad , \quad \varepsilon_t^{p^*} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{p^*}^2) \quad (46)$$

$$\ln y_t^* = (1 - \rho_{y^*}) \ln \bar{y}^* + \rho_{y^*} \ln y_{t-1}^* + \varepsilon_t^{y^*} \quad , \quad \varepsilon_t^{y^*} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{y^*}^2) \quad (47)$$

۴-۵-۳. صادرات نفتی

درآمدهای ارزی حاصل از صادرات نفت خام (Or_t) در قالب یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه اول به صورت معادله زیر در نظر گرفته می‌شود.

$$\log or_t = (1 - \rho_{or}) \overline{\log or} + \rho_{or} \log or_{t-1} + \varepsilon_t^{or} \quad , \quad \varepsilon_t^{or} \sim N(0, \sigma_{OR}^2) \quad (48)$$

۴-۷-۷. بانک مرکزی و دولت

۴-۷-۱. بانک مرکزی

پایه پولی واقعی mb_t ، شامل جمع دارایی‌های خارجی، بدهی دولت به بانک مرکزی و بدهی بانک‌ها به بانک مرکزی است:

$$mb_t = fr_t + dg_t + d_t^c \quad (49)$$

طبق این ترازنامه، پایه پولی (mb_t) برابر است با میزان بدهی دولت به بانک مرکزی که در نتیجه استقرار افزایش پیدا می‌کند و نیز ذخایر خارجی بانک مرکزی (fr_t) که تغییر در دارایی‌های خارجی بانک مرکزی به صورت واقعی شده برابر است با:

$$fr_t = \frac{fr_{t-1}}{\pi_t} + \omega_{fr}^{or} e_t or_t \quad (50)$$

۴-۷-۲. سیاست‌گذاری پولی و ارزی

در ادبیات مربوط به مدل‌های DSGE برای سیاست‌گذاران پولی، از قانون نرخ بهره تیلور استفاده شده است، اما در اقتصاد ایران به دلیل بانکداری بدون ربا این امکان وجود ندارد. به همین دلیل، تنظیم سیاست تابعی از نرخ رشد پایه پولی فرض می‌شود. در این حالت فرض بر این است که بانک مرکزی برای دستیابی به اهداف خود یعنی کاهش شکاف تولید و تورم بر اساس معادلات زیر عمل می‌کند.

$$rmb_t = \frac{mb_t}{mb_t/\pi_t} - 1 \quad (51)$$

$$rmb_t = \left(\frac{rmb_{t-1}}{rmb} \right)^{\rho_{rmb}} \left(\frac{y_t}{y} \right)^{\bar{\omega}_{rmb}^y} \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\bar{\omega}_{rmb}^p} \quad (52)$$

از آنجایی که نظام ارزی دوگانه در اقتصاد ایران وجود دارد، فرض بر این است که دو نرخ ارز حاکم باشد. یکی نرخ رسمی ارز و دیگری نرخ بازار آزاد. نرخ ارز رسمی (\bar{s}_t) بر اساس معادله (۶۵) براساس فرآیند AR (1) و نرخ ارز بازار آزاد (s_t) براساس معادله (۵۴) بسته به مداخله بانک مرکزی در بازار تعیین می‌شود (خدادادی و صمصامی، ۲۰۲۲).

$$\log \bar{s}_t = \rho_{\bar{s}} \log \bar{s}_{t-1} + (1 - \rho_{\bar{s}}) \log \bar{s} + \varepsilon_t^{\bar{s}}, \quad \varepsilon_t^{\bar{s}} \sim N(0, \sigma_{\bar{s}}^2) \quad (53)$$

$$\frac{s_t}{s} = \left(\frac{s_{t-1}}{s} \right)^{\rho_s} \left(\frac{fr_t/mb_t}{fr/mb} \right)^{\bar{\omega}_s^{fr}} \left(\frac{\pi_t}{\pi} \right)^{\bar{\omega}_s^{\pi}} \varepsilon_t^s \quad (54)$$

۴-۷-۳. قید بودجه دولت

بودجه واقعی شده دولت برابر است با:

$$g_t = \omega_g^{or} \cdot e_t \cdot or_t + b_t + T_t + dg_t \quad (55)$$

مخارج دولت از دو جزء مخارج جاری و سرمایه‌گذاری تشکیل می‌شود که بصورت روابط (۶۸) و (۶۹) هستند.

$$g_t^c = (1 - \rho_{gc}) \bar{g}^c + \rho_{gc} g_{t-1}^c + \rho_{orc} or_t + \varepsilon_t^{gc}, \quad \varepsilon_t^{gc} \sim N(0, \sigma_{gc}^2) \quad (56)$$

$$g_t^k = (1 - \rho_{gk}) \bar{g}^k + \rho_{gk} g_{t-1}^k + \rho_{ork} or_t + \varepsilon_t^{gk}, \quad \varepsilon_t^{gk} \sim N(0, \sigma_{gk}^2) \quad (57)$$

همچنین مخارج جاری دولت، g_t^c ، شامل مخارج جاری غیردفاعی، $g_t^{c,ND}$ ، و مخارج دفاعی، $g_t^{c,D}$ ، است. بنابراین:

$$g_t^c = g_t^{c,ND} + g_t^{c,D} \quad (58)$$

$$g_t^{c,ND} = \alpha_1 e_t or_t + \alpha_2 T_t \quad (59)$$

مخارج دفاعی تابعی از درآمدهای نفتی و مالیاتی است، که این ارتباط به دلیل تغییر رویکرد بودجه‌ریزی و تخصیص بخشی از بودجه دفاعی از محل درآمدهای نفتی از سال ۱۴۰۰ تقویت شده است. این تغییر رویکرد نشان‌دهنده وابستگی بیشتر هزینه‌های نظامی به درآمدهای حاصل از نفت و مالیات است.

رابطه مالیات بصورت رابطه زیر است که در آن τ کشش درآمدی مالیات است.

$$T_t = y_t^\tau \varepsilon_t^\tau \quad (60)$$

اگر افزایش مثبت در هزینه‌ها یا افزایش منفی در درآمد دولت وجود داشته باشد، کسری بودجه (bd_t) رخ می‌دهد. در این شرایط دولت برای جبران کسری بودجه خود، از دو روش اصلی استفاده می‌کند: استقراض از مردم و دریافت وام از بانک مرکزی. این اقدامات باعث می‌شود که علاوه بر تبدیل بخشی از درآمدهای ارزی به ریال، پایه پولی نیز تحت تأثیر کسری بودجه و بدهی‌های دولت به بانک مرکزی قرار گیرد. اگر سهم استقراض از مردم ω_{bd}^b در نظر گرفته شود، مابقی از طریق بانک مرکزی تامین می‌شود. در این شرایط، خالص انباشت بدهی دولت به بانک مرکزی بر حسب ارزش واقعی بر اساس معادله زیر است:

$$dg_t = (1 - \omega_{bd}^b)bd_t + \frac{dg_{t-1}}{\pi_t} \quad (61)$$

درآمد ریالی حاصل از صادرات نفت خام (or_t) از یک فرایند خود رگرسیون مرتبه اول پیروی می‌کند.

$$\log or_t = (1 - \rho_{or}) \log \overline{or} + \rho_{or} \log or_{t-1} + \varepsilon_t^{or}, \quad \varepsilon_t^{or} \sim N(0, \sigma_{OR}^2) \quad (62)$$

۴-۸. شرط تسویه بازار

در پایان برای بسته شدن مدل، باید شروط تسویه را به مدل اضافه نمود. شرایط تسویه بازار کالادر معادله زیر نشان داده شده است.

$$y_t = c_t + i_t + g_t + Z_t - m_t \quad (63)$$

$$Z_t = e_t or_t + e_t x_t \quad (64)$$

$$m_t = c_t^m + i_t^m + f_t^m \quad (۶۵)$$

۵- حل و ارزیابی مدل

۱-۵. تعیین مقادیر ورودی و ارزیابی اعتبار مدل

با بهینه‌سازی توابع هدف هر یک از بخش‌ها، مجموعه‌ای از روابط اقتصادی به دست آمده که برای خطی کردن معادله با استفاده از روش تیلور و اوهلیگ^۱ (۱۹۹۹) استفاده شده است. در مرحله بعد، برای کاهش تعداد پارامترهای برآورد شده، برخی از آن‌ها با داده‌های اقتصاد ایران^۲ طی دوره زمانی ۱۳۷۰-۱۴۰۲ کالیبره شده‌اند که نتایج در جدول زیر گزارش شده است.

جدول ۵: حالت پایدار برخی متغیرهای مدل (منبع: یافته‌های تحقیق)

Variable	\bar{y}	$\frac{\bar{c}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{i}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{m}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{g}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{or}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{\omega or}}{\bar{g}}$	$\frac{\bar{T}}{\bar{g}}$
Steady state value	۱	۰/۵۸	۰/۲۳	۰/۱۲	۰/۲۶	۰/۱۹	۰/۴۵	۰/۳۷

۲-۵. آزمون اعتبار سنجی مدل

پیش از شبیه‌سازی و استخراج توابع واکنش آنی (IRF^۳) شوک‌های مختلف بر مخارج نظامی، با استفاده از روش بیزی و الگوریتم متروپولیس-هستینگز^۴، شش زنجیره‌ی موازی با تعداد یک میلیون و ششصد و پنجاه هزار نمونه برداشت می‌شود تا توزیع پسین پارامترها به دست آید. برای برآورد مدل از هشت متغیر قابل مشاهده، یعنی تولید ناخالص داخلی، مخارج مصرفی خصوصی، سرمایه‌گذاری خصوصی، مخارج جاری و عمرانی دولت، تورم، قیمت نفت و نرخ رشد پایه پولی استفاده شده است. داده‌های مورد استفاده داده‌های فصلی اقتصاد ایران در بازه زمانی ۱۳۷۰-۱۴۰۲ می‌باشد. در این تحقیق عمده پارامترها با استفاده از نرم افزار محاسباتی MAPLE و بر اساس میانگین هندسی سری زمانی متغیرها به عنوان مقادیر وضعیت پایدار متغیرها در شکل غیرخطی ایستای مدل محاسبه شده و اندکی از پارامترها نیز از روش تخمین سنجی و یا مطالعات سابق در مدل مقداردهی شده‌اند. داده‌های سری زمانی متغیرهای مورد مطالعه از پایگاه‌های اطلاعاتی بانک مرکزی و مرکز آمار ایران استخراج شده‌اند. در نمودار (۱)، توزیع‌های پیشین و پسین پارامترها

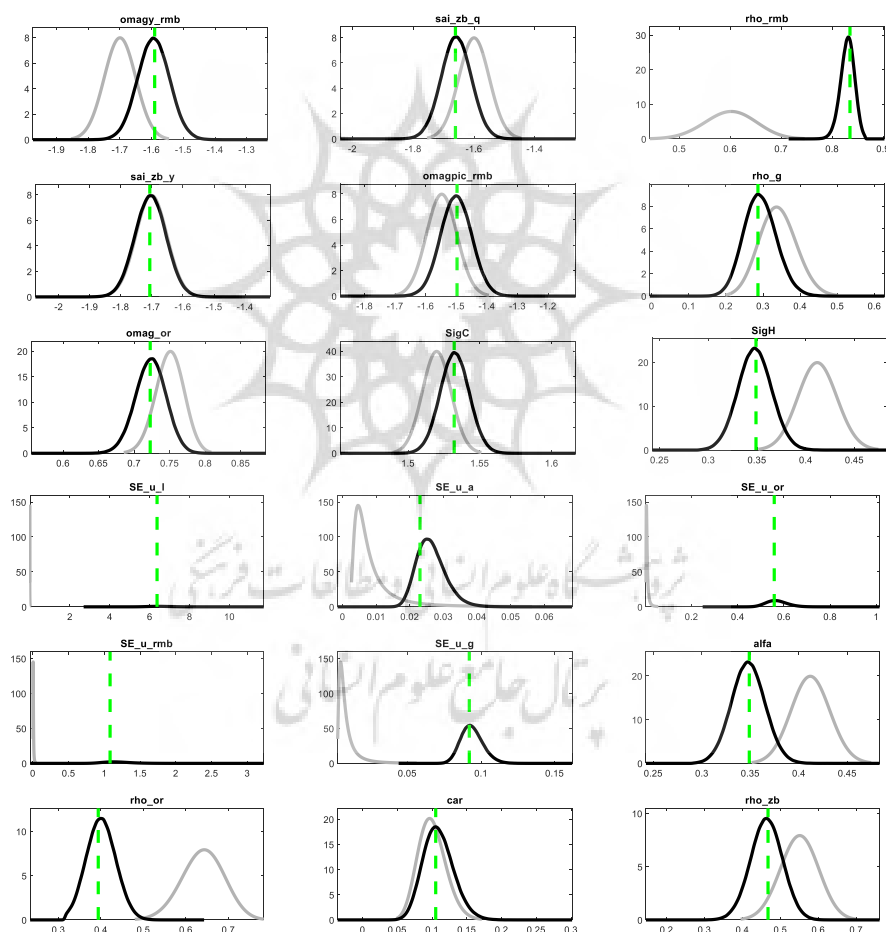
1 Uhlig

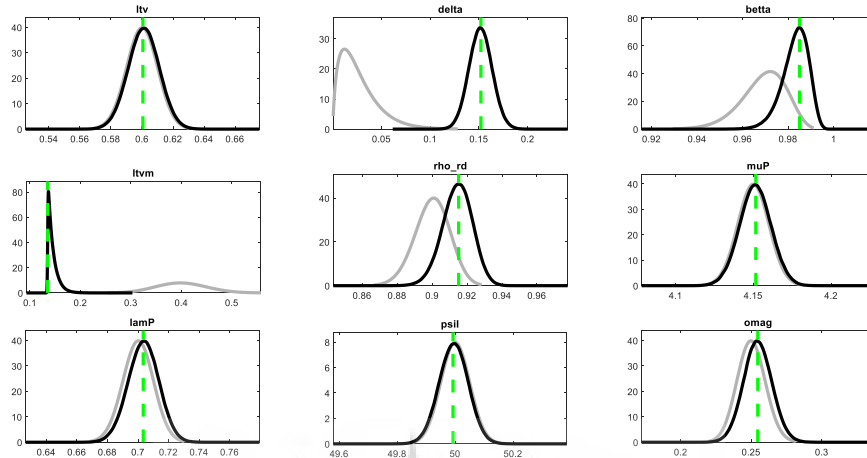
2 <http://tsd.cbi.ir>

3 Impulse response function

4 Metropolis - Hastings

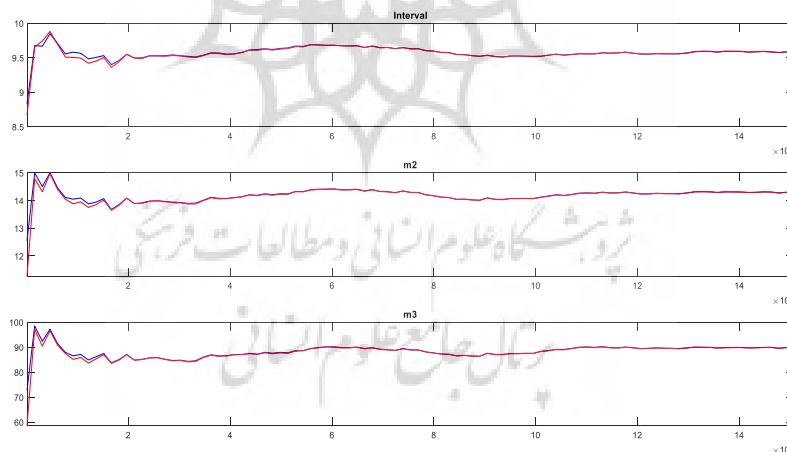
نمایش داده شده‌اند. نتایج حاصل نشان می‌دهد که برای برخی از پارامترها، منحنی‌های توزیع پیشین و پسین به وضوح از هم تفکیک شده‌اند، که نشان‌دهنده قابلیت شناسایی این پارامترها است. در مقابل، برای برخی دیگر از پارامترها، این توزیع‌ها بسیار نزدیک به هم هستند، که بیانگر این است که اطلاعات موجود در داده‌ها فراتر از اطلاعات اولیه‌ای که در توزیع پیشین گنجانده شده‌اند، نیست. به عبارت دیگر، این پارامترها در مدل کالیبره شده‌اند. در نمودار، منحنی‌های خاکستری نشان‌دهنده توزیع پیشین و منحنی‌های سیاه نشان‌دهنده توزیع پسین پارامترها هستند.





شکل ۱. نمودار توزیع پیشین و پسین پارامترهای برآورد شده مدل (منبع: یافته‌های تحقیق)

برای بررسی همگرایی پارامترها از آزمون‌های MCMC بروکز و گلمن^۱ (زنجیره مارکوف مونت کارلو) استفاده و نتایج در نمودار (۲) نشان داده شده است. این شکل نشان دهنده‌ی آن است که مدل پیش‌بینی از قدرت کافی برخوردار است.



شکل ۲. نمودار آزمون تشخیصی چند متغیره بروکز و گلمن مدل (منبع: یافته‌های تحقیق)

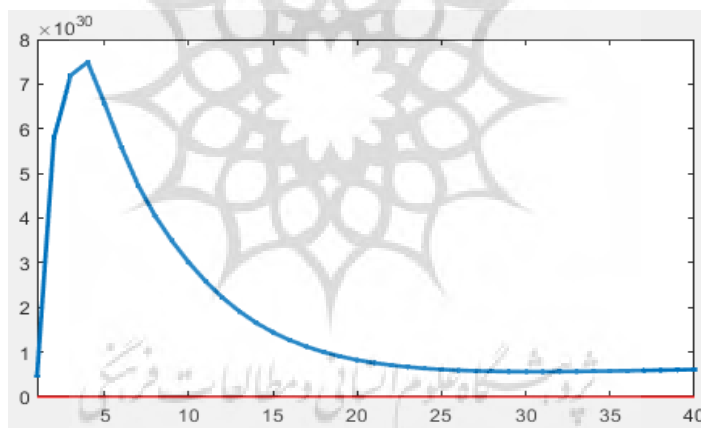
۳-۵. تابع ضربه - واکنش^۲

1 Brooks & Gelman
2 Impulse Response Function

ابزار دیگر برای تأیید برازش خوب مدل، بررسی رفتار تابع واکنش در پاسخ به تکانه‌ها است. در این بخش، با معرفی تکانه‌ها به مدل، تأثیر نهایی این تکانه‌ها بر متغیرهای مهم اقتصاد بررسی می‌شود.

۵-۳-۱. اثر تکانه نفت بر هزینه نظامی

بر اساس نمودار شماره (۳) اثر یک واحد تکانه مثبت قیمت نفت در وهله اول باعث افزایش هزینه نظامی می‌گردد. ایران به عنوان یکی از بزرگترین تولیدکنندگان نفت در خاورمیانه، وابستگی بالایی به درآمدهای نفتی دارد. به همین دلیل شوک نفتی مثبت از نوع افزایش قیمت نفت منجر به افزایش درآمدهای ارزی و بهبود وضعیت مالی دولت می‌شود. این افزایش درآمد به نوبه خود منجر به افزایش هزینه‌های نظامی و توسعه برنامه‌های تسلیحاتی و دفاعی کشور می‌گردد اما اثر این متغیر پس از مدت معینی از بین می‌رود و از دوره پنجم اندکی منفی می‌شود. در ایران حساسیت مخارج نظامی در بودجه کشور بسیار بالاست که منجر به تأثیر این متغیر بر شوک‌های نفتی شد. نتیجه این مطالعه با مطالعاتی مانند گلخندان (۱۳۹۵) و بیضایی (۱۳۹۵) مطابقت دارد.

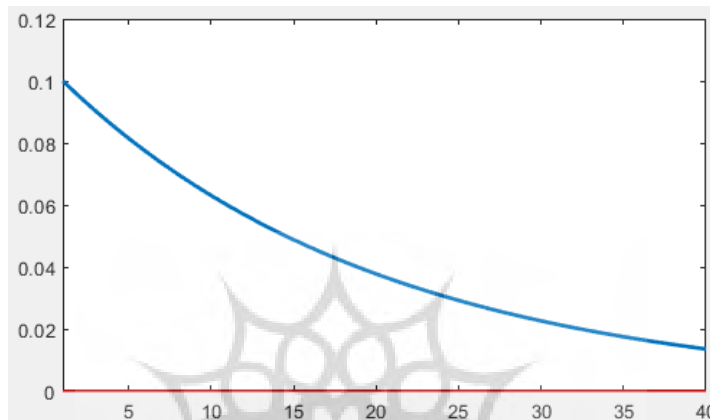


شکل ۳. نمودار توابع عکس‌العمل تکانه قیمت نفت (منبع: یافته‌های تحقیق)

۵-۳-۳. اثر تکانه نرخ ارز بر هزینه نظامی

با توجه به نمودار (۴)، مشاهده می‌شود که یک شوک مثبت در نرخ ارز منجر به رشد هزینه‌های نظامی می‌گردد. از آنجایی که نرخ ارز کشور در سال‌های اخیر روندی ناپایدار داشته و به شدت افزایش یافته است، مسلم است که با کاهش ارزش پول ملی، منابع مالی بیشتری برای تأمین اقلام نظامی نیروهای نظامی از خارج از کشور نیاز است. بنابراین زمانی که به دلیل افزایش هزینه واردات، نرخ ارز کشوری افزایش می‌یابد و یا ارزش پول ملی به هر طریقی کاهش می‌یابد، هزینه تأمین نیازهای بخش‌های مختلف مانند بخش نظامی نیز افزایش می‌یابد که به تبع این اعتبار سایر

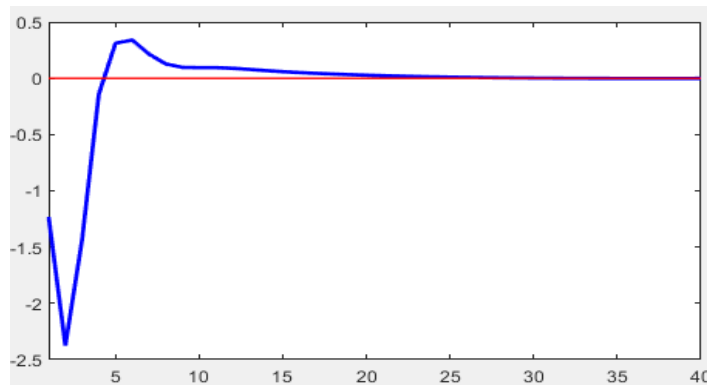
بخش‌ها اعم از آموزش، بهداشت، درمان و... کاهش می‌یابد. نکته مهم دیگر در خصوص تکانه نرخ ارز آن است که، برگشت به وضعیت باثبات متغیر مخارج نظامی طولانی بوده و اثرات شوک به کندی از بین رفته است که این موضوع اهمیت اثر نرخ ارز بر مخارج نظامی را نشان می‌دهد که با همه این‌ها مطالعات کمی به این موضوع پرداخته‌اند.



شکل ۴. نمودار توابع عکس‌العمل تکانه نرخ ارز (منبع: یافته‌های تحقیق)

۵-۳-۵. اثر تکانه مالیات بر هزینه نظامی

با توجه به نمودار شماره (۵) اثر یک واحد تکانه مثبت مالیات بر مخارج نظامی در ابتدا اثر منفی است، اما به تدریج افزایش یافته و تأثیر مثبتی بر هزینه‌های نظامی گذاشته است. دلیل این نوع تأثیر گذاری می‌تواند به دلیل عدم توجه به مالیات به عنوان مهم‌ترین منبع تامین مالی دولت باشد. در واقع دریافت مالیات یکی از مهمترین ابزارهای تامین مالی دولت است، معمولاً در کشورهایی که منابع طبیعی کمیاب هستند، مالیات مهمترین جزء منبع درآمدی دولت‌هاست، اما در کشورهایی مانند ایران که منابع طبیعی فراوانی دارند، به مالیات توجه زیادی نمی‌شود. طبق پژوهش‌های بررسی شده، مطالعاتی که رابطه واقعی مالیات و هزینه‌های نظامی را بررسی کرده باشند، یافت نشد.



شکل ۵. نمودار توابع عکس‌العمل تکانه مالیات (منبع: یافته‌های تحقیق)

نتیجه‌گیری و پیشنهادات

در این مطالعه یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی برای اقتصاد ایران تصریح شده است که در آن به بررسی تکانه‌های مالی، ارزی و نفتی بر مخارج نظامی تأکید شده است. ساختار مدل مورد استفاده به شرح زیر است: این پژوهش از یک مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE) باز استفاده می‌کند که علاوه بر بخش نفت، صادرات غیرنفتی و واردات را نیز در بر می‌گیرد. پس از خطی‌سازی لگاریتمی مدل، پارامترهای آن با استفاده از داده‌های فصلی اقتصاد ایران طی بازه زمانی ۱۳۷۰ تا ۱۴۰۲ و به‌کارگیری روش بیزی همراه با الگوریتم متروپلیس-هستینگز تخمین زده شده‌اند. فرآیند برآورد مدل در محیط نرم‌افزار MATLAB و با استفاده از بسته‌ی dynare انجام شده است.

با استفاده از نتایج حاصل از برآورد پارامترها مدل حل و شبیه‌سازی گردیده و بر اساس آن آثار تکانه‌ها بر متغیرهای کلان مورد بررسی قرار گرفت. نتایج برآورد مدل در این مطالعه نشان می‌دهد که شوک‌های نفتی، ارزی و مالیاتی تأثیرات متفاوتی بر هزینه‌های نظامی ایران داشته‌اند. شوک مثبت قیمت نفت در کوتاه‌مدت منجر به افزایش هزینه‌های نظامی می‌شود، که این امر ناشی از وابستگی بالای بودجه کشور به درآمدهای نفتی است. با این حال، این اثر در بلندمدت کاهش یافته و حتی در دوره پنجم به مقداری منفی تبدیل می‌شود. این یافته با مطالعات گلخندان (۱۳۹۵) و بیضایی (۱۳۹۵) همسو است که نشان می‌دهند افزایش درآمدهای نفتی در کوتاه‌مدت به افزایش هزینه‌های دفاعی منجر می‌شود، اما در بلندمدت این اثر کاهش می‌یابد.

شوک مثبت نرخ ارز نیز تأثیر فزاینده‌ای بر هزینه‌های نظامی دارد، که این امر ناشی از افزایش هزینه‌های واردات تجهیزات و تسلیحات نظامی به دلیل کاهش ارزش پول ملی است. این یافته

نشان می‌دهد که ناپایداری نرخ ارز می‌تواند فشار مضاعفی بر بودجه دفاعی کشور وارد کند که این موضوع با نتایج لوپر و کارسیا (۲۰۱۸) و زیو و پایا (۲۰۱۵) همسو است.

در مورد شوک مالیاتی، نتایج نشان می‌دهد که در کوتاه‌مدت، افزایش مالیات تأثیر منفی بر هزینه‌های نظامی دارد، اما در بلندمدت این اثر مثبت می‌شود. این موضوع احتمالاً ناشی از عدم توجه کافی به مالیات به عنوان منبع اصلی درآمدی دولت در کشورهایی با منابع طبیعی فراوان مانند ایران است. با توجه به کاهش درآمدهای نفتی، این یافته اهمیت توسعه پایه‌های مالیاتی را به عنوان یک منبع پایدار درآمدی برای تأمین هزینه‌های دفاعی و سایر بخش‌های حیاتی کشور برجسته می‌کند. نتایج یاد شده با یافته‌های مطالعاتی مانند وو و همکاران (۲۰۱۷) و گل خندان (۱۳۹۳) مطابقت دارد.

یافته‌های فوق بیانگر تأثیر قابل توجه شوک‌های مالی، ارزی و نفتی بر هزینه‌های دفاعی هستند. بر اساس این نتایج، پیشنهادات زیر قابل ارائه است:

۱. کاهش وابستگی به درآمدهای نفتی: با توجه به تأثیر کوتاه‌مدت شوک‌های نفتی بر هزینه‌های نظامی، ضروری است که دولت با تنوع بخشیدن به منابع درآمدی، وابستگی بودجه دفاعی به نفت را کاهش دهد. این امر می‌تواند از طریق توسعه بخش‌های غیرنفتی و افزایش پایه‌های مالیاتی محقق شود. وابستگی شدید هزینه‌های نظامی به درآمدهای نفتی، امنیت کشور را تحت تأثیر عوامل خارجی قرار می‌دهد و به کشورهای متخاصم این امکان را می‌دهد که از این طریق فشارهایی به بخش نظامی کشور وارد کنند.

۲. مدیریت نرخ ارز: با توجه به تأثیر قابل توجه نرخ ارز بر هزینه‌های نظامی، سیاست‌گذاران باید به ثبات نرخ ارز به عنوان یک اولویت کلان‌اقتصادی توجه کنند. کاهش نوسانات نرخ ارز می‌تواند از افزایش بی‌رویه هزینه‌های دفاعی جلوگیری کرده و منابع مالی را برای سایر بخش‌های ضروری آزاد کند.

۳. تقویت نظام مالیاتی: با توجه به تأثیر مثبت مالیات بر هزینه‌های نظامی در بلندمدت، دولت باید با اصلاح نظام مالیاتی و افزایش کارایی آن، درآمدهای پایدارتری برای تأمین هزینه‌های دفاعی و سایر نیازهای ملی ایجاد کند.

References:

- Agenor, R., & daSilva, L, (2014). Flash floods, macroprudential regulation and open economic stability. *International Money and Finance Journal*. Vol. 48, 68-100. DOI: 10.1016/j.jimonfin.2014.07.007
- Agenor, R., Alper, K., & daSilva, L. A. P., (2014). Sudden Floods, Macroprudential Regulation and Stability in an Open Economy. *Journal of*

- International Money and Finance. Vol. 48, 68-100.
DOI: 10.1016/j.jimonfin.2014.07.007
- ALAVI, H., Saleh Esfahani, A., & Mombaini, R. (2020). An analysis the Role of the Defense Field in the Economic Growth and Development of the Islamic Republic of Iran. *Interdisciplinary Studies on Strategic Knowledge*, 4(15), 103-136. (In Persian)
- Anderson, R. (2020). Global Economic Shocks and Defense Spending. *Journal of International Relations*.
- Angelini, & Panetta, F., (2014). The relationship between the value chain and the financial system, *Money. Credit Journal*, 46 (6), 1073-1112. <https://doi.org/10.1111/jmcb.12134>
- Beizaei, S. E (2001). The relationship between military spending and some economic variables in Iran, 1996-1997, *Alzahra University Humanities Research*, 11(37), 4-75. (In Persian)
- Brown, T. (2019). Economic Pressures and Military Budgets. *Defense Studies Review*.
- Calvo, G. A. (1938). Staggered prices in a Utility-Maximizing Framework. *Journal of Monetary Economics*, Vol 12(3), 383-398. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(83\)90060-0](https://doi.org/10.1016/0304-3932(83)90060-0).
- Chang, H.C. (2014). Is military spending important to economic growth in China and the G7? The role of dependency and race?, *Defense and Peace Economics*, 25(2), 177-191.
- Davis, L. (2018). Exchange Rate Fluctuations and Military Procurement. *Military Economics Journal*.
- Garcia, M. (2019). Foreign Investment and Defense Spending. *Strategic Studies Quarterly*.
- Golkhandan, A, Golkhandan, D, & Molaei, M (2014). Relationship between defense expenses and economic growth in Iran. *Economic Strategy*, 3(9). (In Persian)
- Golkhandan, A. (2019). Estimating the Dynamic Demand Function of Defense Budget: A Case Series Study of Countries of 1404 perspective Document. *Quarterly Journal of The Macro and Strategic Policies*, 7(26), 186-207. doi: 10.32598/JMSP.7.2.186. (In Persian)
- Harris, J. (2019). Flexibility in Defense Planning. *Journal of Defense Policy*.
- Johnson, A., & Lee, S. (2021). International Relations and Economic Interdependence. *Global Affairs*.
- Khodadadi, F., & Samsami, H. (2022). Evaluating the Effectiveness of Indirect Monetary Policy Instruments under Fractional Reserve Banking: the DSGE Approach. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 9(2), 89-122. doi: 10.22034/eoj.2022.49612.2990. (In Persian)

- Khoobroo, M, Rahmati, M.H, Alvani, M, Jandaghi, G. R. (2018). .Designing and Study Dual Use Defense Industry Policy Formulation Model: A Mixed Approach. Strategic Management Researches, 70, (117-143). (In Persian)
- Khodadadi, F., & Samsami, H. (2024). Exploring the Impact of Shocks on Welfare Loss in Fractional and Full Reserve Banking: DSGE approach. Stable Economy Journal, 5(2), 21-53. doi: 10.22111/sedj.2024.47990.1448. (In Persian)
- Khodadadi, F., Samsami, H., & Tavakolian, H. (2023). Assessing the Macroeconomic Impact of Government Expenditure in the Full-Reserve Banking: DSGE Approach. Journal of Applied Economics Studies in Iran, 12(45), 9-45. doi: 10.22084/aes.2022.25696.3400. (In Persian)
- Lopez, J. S., & Garcia, M. S. (2018). Defense Spending and Fiscal Multipliers: It's all n Variance. Department of Economics. University of Pablo de Olvide. Italy.
- Miller, D. (2022). Financial Crises and National Security. Security Studies. OECD (2021), National Accounts at a Glance 2020, OECD.
- Pour Sadegh, N., & kashmari, A. (2018). Effects of defense spending and government expenditure on economic growth in Persian Gulf countries. Interdisciplinary Studies on Strategic Knowledge, 2(6), 7-19. (In Persian)
- Roberts, K. (2021). Optimizing Defense Budgets in Times of Economic Uncertainty. Military Review.
- Samiei-Nasab, M, Paighami, A & Nikonesabti, A. (2011). Defense Economics: From War Theories to the Economic Activities of the Armed Forces, Imam Sadeq University Press, Tehran. (In Persian)
- Smith, J. (2020). The Importance of Military Expenditure Analysis. Political Science Perspectives.
- Stockholm International Peace Research. (2015 a). SIPRI Yearbook 4105, Oxford University Press.
- Stockholm International Peace Research. (2016). Trends in World Military Expenditure.
- Taylor, P. (2020). Trade Agreements and Defense Resource Allocation. Journal of Economic Policy.
- Thompson, E. (2022). Economic Fluctuations and National Security Imperatives. International Security Review.
- U.S. Army Corps of Engineers. (2015). United States Army Corps of Engineers, Civil Works.
- U.S. Army Corps of Engineers. (2016). Building Strong, Media of U.S. Army Corps of Engineers.

Uhlig, H. (1999). A Toolkit for Analyzing Nonlinear Dynamic Rational Expectations Models Easily. CentER Discussion Paper. Vol 1995-97.

Wilson, A. (2021). Crisis Management and Military Funding. Journal of Strategic Studies.

Wu, Y. H., Ho, C. C., & Lin, E. S. (2017). Measuring the Impact of Military Spending: How Far Does a DSGE Model Deviate from Reality?. Defence and Peace Economics, 49(5), 595-019.

Zeev, B., & Papa, E. (2015). Chronicle of a War Foretold: The Macroeconomic Effects of Anticipated Defense Spending Shocks, The Economic Journal, 127(603), 1217-1729.

پیوست شماره ۱:

جدول ۶: حالت پایدار برخی متغیرهای مدل (منبع: یافته‌های تحقیق)



حالت پایدار	متغیر	حالت پایدار	متغیر
۰/۴۶	$\frac{e\bar{o}}{\bar{g}}$	۱	\bar{y}
۰/۱۴	$\frac{other}{\bar{g}}$	۰/۵۸	$\frac{\bar{c}}{\bar{y}}$
۰/۷	$\frac{gc}{\bar{g}}$	۰/۲۳	$\frac{\bar{i}}{\bar{y}}$
۰/۳	$\frac{gk}{\bar{g}}$	۰/۱۲	$\frac{g^{CD}}{\bar{y}}$
۰/۲۶	$\frac{p_t^x}{\bar{n}\bar{x}}$	۰/۲۶	$\frac{\bar{g}}{\bar{y}}$
۱/۲۶	$\frac{p_t^m}{\bar{n}\bar{x}}$	۰/۱۹	$\frac{\bar{o}r}{\bar{y}}$
۰/۶۵	ω_g^{or}	۰/۴۵	$\frac{\bar{\omega} \bar{o}r}{\bar{g}}$
۰/۹۱	ω_c^d	۰/۳۷	$\frac{\bar{T}}{\bar{g}}$
۰/۱۵	ω_m^c	۰/۱۱	$\frac{kb}{\bar{d}}$
۰/۶۲	ω_m^f	۰/۵۷	$\frac{fr}{\bar{m}b}$
۰/۷۵	ω_t^d	۰/۱۳	$\frac{dg}{\bar{m}b}$
۰/۲۳	ω_m^i	۰/۳۹	$\frac{dc}{\bar{m}b}$
۰/۴	φ_{gc}^o	۱/۶۸	$\frac{e\bar{o}}{\bar{m}b}$
۰/۶۷	φ_{gk}^o	۰/۷۶	ρ_a

پیوست شماره ۲:

برآورد پارامترهای مدل پایه براساس روش بیزین با استفاده از داده‌های فصلی (منبع: یافته‌های تحقیق)

منبع	توزیع پسین			توزیع پیشین			پارامتر
	فاصله اطمینان ۹۰٪	میانگین	انحراف معیار	میانگین	انحراف معیار	نوع	
شاهمرادی (۱۳۸۷)	۰/۳۷۵۷	۰/۳۱۹۱	۰/۳۴۷	۰/۰۲	۰/۴۱۲	بتا	alfa
محاسبات محقق	۰/۴۵۵۷	۰/۳۴۳۵	۰/۴۰۰	۰/۰۵	۰/۶۴۰	بتا	rho_or
اطلاعات بانک مرکزی	۰/۱۴۳۴	۰/۰۷۲۹	۰/۱۰۸	۰/۰۲	۰/۱۰۰	بتا	car
هادیان و درگاهی (۱۳۹۵)	۰/۵۳۱۷	۰/۳۹۴۶	۰/۴۶۲	۰/۰۵	۰/۵۵۰	بتا	rho_zb
هادیان و درگاهی (۱۳۹۵)	-۱/۶۲۳۶	-۱/۷۸۷۷	-۱/۷۰۵	۰/۰۵	-۱/۷۰۰	نرمال	sai_zb_y

هادیان و درگاهی (۱۳۹۵)	-۱/۵۷۸۹	-۱/۷۴۰۵	-۱/۶۵۹	۰/۰۵	-۱/۶۰۰	نرمال	sai_zb_q
محاسبات محقق	-۰/۸۵۲۶	۰/۸۰۷۷	۰/۸۲۹	۰/۰۵	۰/۶۰۰	بتا	rho_rmb
منظور و تقی پور (۱۳۹۷)	-۱/۵۱۴۵	-۱/۶۷۸۲	-۱/۵۹۴	۰/۰۵	-۱/۷۰۰	نرمال	omag_y_rmb
منظور و تقی پور (۱۳۹۷)	-۱/۴۱۸۱	-۱/۵۸۳۳	-۱/۵۰۱	۰/۰۵	-۱/۵۴۸	نرمال	omagpic_rmb
محاسبات محقق	۰/۳۶۳۸	۰/۲۲۰۱	۰/۲۹۱	۰/۰۵	۰/۳۴۰	بتا	rho_g
محاسبات محقق	۰/۷۵۸۳	۰/۶۸۷۹	۰/۷۲۲	۰/۰۲	۰/۷۵۰	بتا	omag_or
تقی پور و منظور (۱۳۹۳)	۱/۵۴۸۹	۱/۵۱۵۷	۱/۵۳۲	۰/۰۱	۱/۵۲۰	گاما	SigC
داودی (۱۳۹۹)	۲/۲۱۷۶	۲/۱۸۴۵	۲/۲۰۱	۰/۰۱	۲/۲۰۰	گاما	SigH
محاسبات محقق	۰/۶۱۷۳	۰/۵۸۴۵	۰/۶۰۱	۰/۰۱	۰/۶۰۰	بتا	ltv
محاسبات محقق	۰/۱۷۰۸	۰/۱۳۱۹	۰/۱۵۱	۰/۰۲	۰/۰۲۷	بتا	delta
ابراهیمی و شاهمرادی (۱۳۸۸)	۰/۹۹۲۱	۰/۹۷۴۰	۰/۹۸۲	۰/۰۱	۰/۹۶۹	بتا	betta
داودی و توکلین (۱۳۹۷)	۵۰/۰۷۵	۴۹/۹۱۱	۴۹	۰/۰۵	۵۰	گاما	PsiI
محاسبات محقق	۰/۹۲۸۴	۰/۹۰۰۶	۰/۹۱۴	۰/۰۱	۰/۹۰۰	بتا	rho_rd
داودی و توکلین (۱۳۹۷)	۴/۱۶۷۸	۴/۱۳۴۶	۴/۱۵۱	۰/۰۱	۴/۱۵۰	نرمال	muP
داودی و توکلین (۱۳۹۷)	۰/۷۱۹۸	۰/۶۸۷۰	۰/۷۰۳	۰/۰۱	۰/۷۰۰	بتا	lamp
محاسبات محقق	۰/۱۵۸۹	۰/۱۳۵۰	۰/۱۴۵	۰/۰۵	۰/۴۰۰	بتا	ltvm
توکلین (۱۳۹۱)	۰/۲۷۱۰	۰/۲۳۸۰	۰/۲۵۴	۰/۰۱	۰/۲۵۰	بتا	omag
-	۷/۴۱	۵/۵۶۱	۶/۵۰	۰/۵۰	۰/۰۱	گاما معکوس	u_I
-	۰/۰۳	۰/۰۱۹	۰/۰۲	۰/۱۰	۰/۰۲	گاما معکوس	u_a
-	۰/۶۴	۰/۴۹۳	۰/۵۶	۰/۰۱	۰/۰۱	گاما معکوس	u_or
-	۱/۴۸	۰/۸۶۳	۱/۱۸	۰/۰۱	۰/۰۱	گاما معکوس	u_rmb
-	۰/۱۰	۰/۰۸۱	۰/۰۹	۰/۰۸	۰/۰۱	گاما معکوس	u_g