

Simulating the Effects of Sanction Shocks on Iranian Macroeconomic Variables: A DSGE Method

Seyyed Reza Nakhli¹, Farideh Khodadadi² 

1 Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Governance, University of Tehran, Tehran, Iran. s.reza.nakhli65@ut.ac.ir

2. Assistant Professor, Department of Economics, Faculty of Economics, Shahid Beheshti University, Tehran, Iran (Corresponding Author). F_khodadadi@sbu.ac.ir

Abstract

Economic sanctions have long served as a significant instrument of power, with origins tracing back to ancient times. Prior to World War I, warfare was the primary means through which nations exerted influence, and sanctions were employed unilaterally as a secondary, complementary tool. However, following World War I and the establishment of the League of Nations, international cooperation led to a multilateral use of economic sanctions aimed at maintaining global peace and preventing conflict. Given the substantial impact of international oil and financial sanctions on macroeconomic variables across multiple markets and sectors, it is essential to develop a framework capable of evaluating their overall economic effects—particularly within the context of Iran's economic conditions. This study constructs a Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model to assess the joint effects of oil and financial sanctions on key macroeconomic indicators in Iran. To date, DSGE models have not been widely applied to sanction-related studies, and the simultaneous analysis of oil and financial sanctions remains underexplored in the existing literature. This research, therefore, provides a novel contribution to the field by addressing this gap.

Article information

Review History:

Received: nov. 26, 2024

Revised: dec. 9, 2024

Accepted: dec. 28, 2024

Published online: oct. 17, 2025

Keywords:

Sanctions
Macroeconomic variables
Simulation
Dynamic Stochastic General
Equilibrium Model
New keynesian approach

JEL Classification:

E37, F51, Q34

Corresponding Author:

F_khodadadi@sbu.ac.ir



Aim and Introduction:

Economic sanctions have historically functioned as one of the primary instruments of power, with documented use dating back to ancient times. Until the onset of World War I, military confrontation was the principal method for asserting influence, while economic sanctions were applied unilaterally and played a supplementary role. The post–World War I era, particularly following the Treaty of the League of Nations, marked a shift toward international and multilateral sanctions intended to preserve global stability and prevent conflict (Fashandi & Ghaderi, 2017).

In light of the pronounced effects of international oil and financial sanctions on macroeconomic variables across various sectors, a robust analytical framework is required to evaluate these impacts from a macroeconomic perspective, especially under Iran's unique economic circumstances. This study develops a Dynamic Stochastic General Equilibrium (DSGE) model to analyze the simultaneous effects of oil and financial sanctions on Iran's macroeconomic indicators. Since such combined effects have not been previously explored using a DSGE framework, this research introduces innovative analytical dimensions and contributes new insights to the sanctions literature.

Methodology:

This study adopts a multifaceted approach to data collection, incorporating library research, document analysis, and datasets from the Central Bank of the Islamic Republic of Iran and the World Bank (World Development Indicators). A DSGE model tailored to the structural characteristics of Iran's economy was constructed, covering the period from 1991 to 2023. Standard econometric techniques were employed to evaluate the proposed hypotheses and analyze the economic consequences of international oil and financial sanctions. The models were estimated using the Dynare programming environment within MATLAB, enhancing the accuracy of estimations and the clarity of results interpretation.

Findings:

The findings reveal that increased sanctions on the oil sector lead to significant reductions in exports, technological advancement, and investment within the oil industry. This reduction hampers funding capacity and further diminishes oil exports. A decline in oil production and exports contributes to lower foreign currency reserves held by the Central Bank, which in turn raises the exchange rate.

The depreciation of the domestic currency, compounded by financial sanctions, inflates the cost of imported goods. On one hand, this drives up the price of final goods and contracts domestic production; on the other, it raises inflationary pressures, particularly for import-dependent sectors. Financial sanctions contribute to heightened costs for both domestic consumers and the government, while simultaneously eroding the competitiveness of non-oil exports. As a result, overall exports decline.

The contraction in domestic production, coupled with reduced oil exports and production, leads to declining GDP and rising inflation, which trigger economic

Economic Research and Perspectives

Original Research Article/ Vol.25, No.4, 2025, pp: 189- 226

stagnation and increased unemployment. In response, monetary authorities prioritize inflation control by limiting the growth of the monetary base.

Model results also indicate that a decline in oil revenues produces a fiscal deficit. To finance this deficit, the government resorts to issuing bonds rather than borrowing from the Central Bank, aligning with prudent monetary policy goals.

Discussion and Conclusion:

The model results indicate that heightened sanctions severity reduces foreign and government investment, technological advancement, and exports, consequently leading to a decline in oil production. This reduction in oil output diminishes the monetary base relative to the central bank's foreign reserves and results in a higher exchange rate. The ensuing economic effects include decreased domestic production and exports, rising inflation, and overall economic stagnation.

Simultaneously, household consumption increases while the cost of capital for households declines. This situation reduces government revenues and compels the government to adopt expansionary fiscal policies, including increased current expenditures and the maintenance of capital spending, in an effort to mitigate the recessionary impact. However, these measures contribute to growing budget deficits and an increased reliance on bond issuance.

شبیه‌سازی تأثیر شوک‌های تحریمی بر متغیرهای کلان اقتصاد

ایران با رویکرد DSGE

سید رضا نخلی^۱، فریده خدادادی^۲ 

۱. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده حکمرانی، دانشگاه تهران، تهران، ایران. s.reza.nakhli65@ut.ac.ir

۲. استادیار گروه اقتصاد، دانشکده اقتصاد، دانشگاه شهید بهشتی، تهران، ایران (نویسنده مسئول). F_khodadadi@sbu.ac.ir

چکیده	اطلاعات مقاله
هدف از این پژوهش، شبیه‌سازی تحریم‌های اقتصادی است. برای دستیابی به این هدف، یک الگوی تعادل عمومی پویای تصادفی کمین‌های جدید با لحاظ واقعیت‌های اقتصاد ایران طراحی و سپس به شبیه‌سازی اعمال تحریم نفتی و مالی بین‌المللی پرداخته شده است. پس از تعیین مقادیر ورودی الگو و برآورد پارامترها با استفاده از داده‌های فصلی اقتصاد ایران طی دوره ۱۴۰۲-۱۳۷۰ نتایج حاصل از شبیه‌سازی متغیرهای مدل، بیانگر اعتبار مدل در توصیف نوسانات اقتصاد ایران است. نتایج الگو حاکی از آن است که، افزایش شدت تحریم‌ها باعث کاهش سرمایه‌گذاری خارجی و دولتی در بخش نفت، تکنولوژی، صادرات و در نتیجه، تولید در این بخش می‌شود. این شرایط منجر به کاهش نسبت ذخایر خارجی بانک مرکزی به پایه پولی و افزایش نرخ ارز می‌شود. کاهش تولید داخلی و صادرات به همراه افزایش تورم، رکود تورمی را در اقتصاد ملی به وجود می‌آورد و افزایش هزینه‌های مصرفی و کاهش هزینه‌های سرمایه‌ای خانوارها را به دنبال دارد. از طرف دیگر، با کاهش درآمدهای دولت و تمرکز سیاست مالی دولت بر افزایش هزینه‌های جاری و حفظ هزینه‌های عمرانی، کسری بودجه و تمایل دولت به افزایش فروش اوراق به‌منظور جلوگیری از تشدید رکود اقتصادی رخ می‌دهد.	تاریخچه داوری: دریافت: ۱۴۰۳/۹/۶ بازنگری: ۱۴۰۳/۹/۱۹ پذیرش: ۱۴۰۳/۱۰/۸ انتشار آنلاین: ۱۴۰۴/۷/۲۵
	کلمات کلیدی: تحریم متغیرهای کلان اقتصادی شبیه‌سازی مدل تعادل عمومی پویای تصادفی رویکرد نیوکینزی
	طبقه‌بندی JEL: E37, F51, Q34
	نویسنده مسئول: F_khodadadi@sbu.ac.ir

۱. مقدمه

تحریم‌های اقتصادی، یکی از مهم‌ترین ابزارهای اعمال قدرت می‌باشد که در نقاط مختلف جهان به کار گرفته شده و سابقه شکل‌گیری آن، به قبل از میلاد مسیح برمی‌گردد. تا قبل از جنگ جهانی اول، ابزار اصلی اعمال قدرت کشورها اهرم جنگ بود و تحریم‌ها به صورت یکجانبه و به عنوان ابزار فرعی و مکمل استفاده می‌شد. پس از جنگ جهانی اول و با معاهده «میثاق جامعه ملل»، همگرایی جهانی به وجود آمد و تحریم‌های اقتصادی با هدف حفظ صلح جهانی و جلوگیری از وقوع جنگ، رویکرد بین‌المللی و چندجانبه به خود گرفت (فشندی و قادری، ۱۳۹۶).

از سال ۱۹۹۰ میلادی با پیشرفت و توسعه حقوق عمومی بین‌المللی، الگوی اعمال تحریم‌ها تغییر اساسی کرد و موضوع اعمال تحریم‌های اقتصادی علیه کشورهای تهدیدکننده صلح و امنیت جهانی در منشور سازمان ملل متحد به صورت "الزام آور برای تمام کشورهای عضو سازمان"، ذیل فصل هفتم منشور و در مواد ۳۹ تا ۵۱ بخصوص مواد ۴۰ و ۴۱ مطرح گردید و با این عمل، اقدام نظامی علیه کشورها به حاشیه رفت و استفاده از تحریم‌ها به عنوان سیاستی برتر و ابزاری کارا تر و کم‌هزینه‌تر در میانه طیف جنگ نظامی و دیپلماسی، به عنوان ابزار غالب، رشد قابل توجهی پیدا کرد (طیبی و صادقی، ۱۳۹۶).

ایران غالباً پس از انقلاب اسلامی و حتی قبل از آن، به دلیل جهت‌گیری‌های سیاسی، رویکردهای استقلال طلبانه و تفکرات ایدئولوژیک، همواره هدف تحریم سایر کشورها، اتحادیه‌های منطقه‌ای و حتی سازمان‌های بین‌المللی بوده است. از نخستین تحریم جامع علیه ایران توسط بریتانیا به منظور واکنش در برابر تلاش‌های ایران برای ملی شدن صنعت نفت تا آخرین سری از تحریم‌ها که توسط آمریکا با خروج از توافق برنامه جامع مشترک (برجام - ۲۰۱۵) و اعمال مجدد تحریم‌ها، در آگوست ۲۰۱۸ بر ایران اعمال شد (قضاوی خوراسگانی و محمدی، ۱۳۹۴).

در دوران پس از انقلاب اسلامی، آمریکا بیش از ۶۵ اقدام رسمی در قالب دستورات اجرایی و قوانین کنگره علیه بخش‌های تجارت، تأمین مالی خارجی بخصوص در بخش نفت، فروش نفت و فرآورده‌های نفتی و پتروشیمی، تحریم بخش بانکی و محدودیت‌های مالی بین‌المللی و تحریم بخش حمل‌ونقل و بیمه انجام داده است (سامور، ۲۰۱۵). اتحادیه اروپا نیز تحریم‌های چندجانبه وسیعی را در قالب ۶ بیانیه علیه ایران اعمال نموده است که مهم‌ترین آن‌ها در بخش‌های فروش نفت، بانک و خدمات مالی بین‌المللی، حمل‌ونقل و بیمه بوده است (عزتی و سلمانی، ۱۳۹۳)؛ اما مهم‌ترین مؤثرترین تحریم‌هایی که علیه ایران تاکنون اعمال شده است، تحریم‌های فراگیر شورای امنیت سازمان ملل متحد بوده که ذیل فصل ۷ منشور سازمان ملل و در قالب ۶ قطعنامه وضع شده است و بخش‌های نفت، بانک و خدمات مالی بین‌المللی و بخش حمل‌ونقل را شامل می‌شود (سامور، ۲۰۱۵).

طی ۱۰ سال اخیر بویژه در سال‌های ۱۳۸۹ و ۱۳۹۷، رویکرد کشورهای تحریم‌کننده علیه ج.ا.ایران، اعمال تحریم‌های جامع، هوشمند، فلج‌کننده و فشار حداکثری بوده و تلاش آن‌ها برای ایجاد همگرایی جهانی و استفاده از ظرفیت سازمان‌های بین‌المللی جهت اعمال تحریم‌های فراگیر، شدت و گسترش دامنه اعمال تحریم‌ها را افزایش داده و آن‌ها را به بخش‌های مهم و اثرگذاری همچون: بخش مالی بین‌المللی با محوریت شبکه بانکی کشور و بانک مرکزی جهت محدودکردن مناسبات مالی بین‌المللی و بخش نفت با محوریت محدودیت در صادرات نفت و فرآورده‌های نفتی، تأمین مالی بخش‌های بالادستی و پایین دستی نفتی و جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نیز سایر بخش‌های مهم و استراتژیک همچون حمل‌ونقل و بیمه تسری داده است (طیپی و صادقی، ۱۳۹۶). این تحریم‌ها آثار مخرب جدی بر اقتصاد ایران بخصوص نرخ اسمی ارز، تولید ناخالص داخلی و شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی داشته و مطابق آمارهای اقتصادی سال ۱۳۹۷، منجر به کاهش ۵ درصدی نرخ رشد تولید ناخالص ملی، رشد ۴۰ درصدی شاخص قیمت کالاها و خدمات مصرفی و افزایش بیش از ۳۰۰ درصدی نرخ رشد ارز و کاهش ارزش پول ملی شده است.

تاریخ ۷۰ سال گذشته ایران بخصوص پس از انقلاب اسلامی و خروج آمریکا از توافق هسته‌ای برجام در مرداد ۱۳۹۷ و اعمال مجدد تحریم‌ها حتی در سطحی شدیدتر و وسیع‌تر از قبل، پس از ۳ سال مذاکره و حصول توافق بین‌المللی و حتی صدور قطعنامه شورای امنیت سازمان ملل، نشان می‌دهد تحریم‌ها علیه ایران استراتژیک و ریشه‌دار است و راه‌حل‌های سیاسی نیز برای رفع تحریم‌ها غیرمطمئن بوده و انتظار می‌رود، ابزار تحریم اقتصادی علیه ج.ا.ایران همچنان مورد استفاده سیاست خارجی کشورهای متخاصم باشد. بنابراین طراحی چهارچوبی برای تحلیل و ارزیابی آثار تحریم‌های اقتصادی به‌عنوان یکی از واقعیات اقتصادی کشور جهت سیاستگذاری صحیح، به‌موقع و دقیق اقتصادی جهت مقابله با تحریم‌ها و تقلیل آثار منفی آن، لازم و ضروری است.

با توجه به تأثیر مستقیم تحریم‌ها بخصوص تحریم‌های نفتی و مالی بین‌المللی بر متغیرهای کلان اقتصادی در همه بازارها و بخش‌ها، ضروری است چهارچوبی جهت ارزیابی اثر تحریم‌های اقتصادی در کل اقتصاد با رویکرد کلان و نیز لحاظ واقعیت‌های اقتصادی ایران طراحی شود که هدف از این پژوهش، طراحی مدل تعادل عمومی پویای تصادفی (DSGE^۱) برای تحلیل تأثیر همزمان تحریم‌های نفتی و مالی بین‌المللی بر متغیرهای منتخب کلان اقتصادی در ایران می‌باشد. از آنجایی که تاکنون مدل DSGE برای تحلیل اثرگذاری تحریم‌ها مورد استفاده قرار نگرفته و در مطالعات تحریم‌ها نیز اثر تحریم‌های نفتی و تحریم‌های مالی بین‌المللی به‌صورت همزمان دیده نشده، این پژوهش نسبت به سایر پژوهش‌های حوزه تحریم، دارای مزیت و نوآوری است.

پس از مقدمه، بخش دوم پژوهش، به بررسی مرور ادبیات می‌پردازد. بخش سوم، مدل پژوهش ارائه و در بخش چهارم، مقدار دهی پارامترهای مدل انجام می‌شود. پس از ارزیابی برازش و دقت مدل در بخش پنجم، در بخش ششم، تأثیر اعمال تحریم‌های نفتی و مالی بین‌المللی در سناریوهای تحریم نرم، متوسط و سخت به صورت توابع واکنش آنی (IRF^۱) ارزیابی و در نهایت در بخش هفتم، نتایج و کاربردهای سیاستی ارائه می‌گردد.

۲. مبانی نظری

تحریم به‌طور کلی ابزاری برای تغییر رفتار و رویکرد دیپلماتیک کشورها است (ایلر^۲، ۲۰۰۷). در ادبیات و مبانی تحریم، انواع دسته‌بندی‌ها درخصوص تحریم‌ها ارائه شده است. نوبان فشندی و قادری (۱۳۹۶)، تحریم‌ها را به سه دسته تحریم‌های یکجانبه، چندجانبه و فراگیر، هافباور^۳ و همکاران (۱۹۹۷)، تحریم‌ها را در سه دسته ضعیف، متوسط و قوی و ایلر (۲۰۰۷) نیز تحریم‌ها را در چند دسته تحریم‌های اقتصادی، سیاسی، فرهنگی، علمی، نظامی و مسافرتی تقسیم‌بندی می‌کند.

تحریم‌های اقتصادی به‌عنوان مهم‌ترین و شایع‌ترین نوع تحریم‌ها در دهه‌های اخیر، ابزاری برای کاهش، توقف یا تهدید به توقف روابط اقتصادی، تجاری و مالی متعارف با کشور هدف از سوی کشور مجری به‌کار گرفته شده و سلاحي اقتصادی در میدان مبارزه اقتصادی برای تحمیل اهداف و خواسته‌های سیاسی کشور مجری می‌باشد (ایلر، ۲۰۰۷). تحریم‌های اقتصادی با هدف کاهش توان اقتصادی و ممانعت از دستیابی کشور هدف به نیازهای اصلی اقتصادی و اعمال فشار اقتصادی از طریق کاهش تولید داخلی، افزایش بیکاری، افزایش سطح عمومی قیمت‌ها، کاهش ارزش پول ملی، افزایش کسری بودجه دولت و درنهایت، بروز نارضایتی عمومی اعمال می‌شود تا زمینه را برای تغییر رفتار کشور هدف فراهم آورد.

تحریم‌های اقتصادی در دو دسته عمده تحریم‌های تجاری و مالی دسته‌بندی می‌شوند. تحریم‌های تجاری عموماً تحریم‌های گزینشی کشورهای مجری برای محدودکردن تجارت چند کالای مشخص به مقصد کشور هدف و یا از مبدأ کشور هدف به‌صورت ایجاد محدودیت - و در مواردی اندک ممنوعیت کامل - است تا از دستیابی آن کشور به کالاهای مورد نیاز وارداتی و یا منابع درآمدی و ارزی صادراتی جلوگیری نماید و برای این منظور، از ابزارهایی نظیر: لغو موافقنامه‌های تجاری، وضع تعرفه‌های سنگین، لغو کمک‌های فنی و تکنولوژیکی، ممنوعیت صادرات از کشور هدف، ممنوعیت واردات به کشور هدف، جریمه تعاملات تجاری و ... استفاده می‌شود (یاوری و محسنی، ۱۳۸۹).

1. Impulse response function

2. Eyler (2007).

3. Hufbauer, Elliott, Cyrus & Winston

تحریم‌های مالی نیز عمدتاً از طریق ایجاد محدودیت در مناسبات مالی بین‌المللی کشور هدف و دسترسی آن به انواع بازارها و منابع مالی بین‌المللی اعمال می‌شود و منجر به محدودیت در تأمین مالی خارجی، افزایش هزینه‌های تجاری، محدودیت در دستیابی و استفاده از منابع مالی و ارزی کشور هدف و استفاده از خدمات مالی بین‌المللی می‌شود (طیّبی و صادقی، ۱۳۹۶). تنوع ابزارهای تحریم مالی نظیر: محدودیت در تأمین مالی خارجی، مبادلات بانکی، بهره‌گیری از ضمانت نامه‌های بانکی و اعتبارات اسنادی، دسترسی به بازار بین‌المللی بیمه، دسترسی به ارز و خدمات انتقال آن و بهره‌گیری از خدمات پیام‌رسان‌های بین‌المللی، باعث می‌شود، اعمال این گونه از تحریم‌ها در حوزه‌های متنوع‌تر و گسترده‌تری بر کشور هدف اثرگذار بوده، لذا اعمال این نوع از تحریم‌ها، شرایط دشوارتر و هزینه‌های بالاتری را بر اقتصاد کشور هدف وارد می‌کند (کاروسو، ۲۰۰۳).

تجربه تاریخی نشان می‌دهد به‌رغم آنکه تحریم‌های اقتصادی در نیل به اهداف خود، به‌ندرت موفقیت‌آمیز بوده‌اند (در بهترین وضعیت حدود ۳۴ درصد)، اما در میان انواع تحریم‌های اقتصادی، تحریم‌های مالی درجه موفقیت بالاتری (۴۱ درصد) نسبت به تحریم‌های تجاری (۲۵ درصد) علیه کشورهای هدف داشته است (هافباور و همکاران، ۲۰۰۹).

بررسی اقتصاد ایران در دوره‌های تحریمی بویژه سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۹ و ۱۳۹۷ به بعد که اقتصاد ایران با تحریم‌های جامع و هوشمند مواجه بوده، نشان می‌دهد، نقطه تمرکز تحریم‌ها بر تحریم‌های نفتی متمرکز بر ممانعت از صادرات نفت بوده (نخلی و همکاران، ۲۰۲۰) و تحریم‌های نفتی از کانال‌های متعددی بر اقتصاد ایران تأثیرات قابل‌توجه داشته است.

شاهین و اوزدامار^۲ (۲۰۲۱)، معتقدند که تحریم‌های نفتی به‌دلیل وابستگی قابل‌توجه بودجه عمومی دولت (حدود ۵۰ درصد) به درآمدهای نفتی، منجر به کسری بودجه می‌شود. مایر و فانگ^۳ (۲۰۲۳)، معتقدند در شرایط تحریم نفتی و رکود اقتصادی و درآمدهای مالیاتی ناکافی، استقرار از بانک مرکزی ابزار مهمی برای تأمین کسری بودجه دولت است. قمی^۴ (۲۰۲۲)، معتقد است که به دلیل تحریم‌های نفتی، ورود ارزهای خارجی تحت مالکیت دولت به دلیل صادرات نفت کاهش می‌یابد و سپس توانایی بانک مرکزی برای مدیریت بازار ارز که در قالب رژیم شناور مدیریت شده می‌باشد، کاهش می‌یابد و باعث افزایش نرخ ارز و کاهش ارزش پول داخلی می‌شود.

علاوه بر تحریم‌های نفتی در سال‌های ۱۳۹۲-۱۳۸۹ و ۱۳۹۷ در ایران، تحریم‌های مالی بین‌المللی نیز نوع مهمی از تحریم‌ها می‌باشند که از طریق جلوگیری از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

1. Caruso (2003).
2. Özdamar & Shahin (2021).
3. Meyer & Fang (2023).
4. Ghomi (2022).

بوئژه در بخش نفت ایران و همچنین افزایش هزینه‌های مبادلات مالی، صادرات و واردات ایران را متأثر نمودند (نخلی و همکاران، ۲۰۲۱). درینزرا (۲۰۲۴)، معتقد است، افزایش هزینه‌های واردات که با افزایش نرخ ارز همراه می‌شود، شاخص قیمت مصرف‌کننده (CPI) و هزینه‌های تولید را افزایش داده و درنهایت، منجر به کاهش انواع واردات کالا به کشور می‌شود. از طرف دیگر در بخش صادرات، از یک سو، به دلیل افزایش نرخ ارز، رقابت‌پذیری تولیدات داخلی در برابر محصولات خارجی افزایش پیدا می‌کند و درنتیجه، صادرات غیرنفتی را افزایش می‌دهد و تا حدودی کاهش ارزش پول‌های داخلی را جبران می‌کند و از سوی دیگر، با افزایش هزینه‌های مبادلات مالی صادراتی، رقابت‌پذیری تولیدات داخلی کاهش پیدا می‌کند و منجر به کاهش صادرات کشور می‌شود. علاوه بر این، فرزائگان و باتمانقلیج (۲۰۲۴)، معتقدند که چون میادین نفتی ایران اغلب در نیمه دوم عمر خود هستند و با افت شدید فشار مواجه هستند و کمبود منابع داخلی در شرایط تحریمی وجود دارد، صنعت نفت ایران به سرمایه‌گذاری عظیم خارجی جهت تأمین مالی و دسترسی به فناوری سطح بالایی نیاز دارد. از سوی دیگر، شرکت‌های نفتی بین‌المللی به دلیل پروژه‌های بلندمدت و گران‌قیمت نفت و عدم قطعیت، بسیار ریسک‌گریز هستند و تحریم‌های نفتی باعث خروج آن‌ها از پروژه‌های نفتی ایران شده است و این اقدام منجر به کاهش سرمایه‌گذاری خارجی ایران و درنهایت، کاهش تولید نفت به عنوان جزء اصلی تولید ناخالص داخلی (GDP) ایران می‌شود. به گفته فرزائگان و همکاران (۲۰۲۲)، نتیجه تحریم‌های نفتی بر تولید ناخالص داخلی، به پیامدهای نهایی پویایی صادرات نفت، صادرات غیرنفتی، واردات و مصرف و سرمایه‌گذاری دولت و خانوارها بستگی دارد. کاتزمن (۲۰۱۶)، معتقد است، تحریم‌ها منجر به کاهش تولیدات داخلی و رکود در ایران شده است. از این رو، مفروضات اولیه در رابطه با اثرات تحریم‌های نفتی و تحریم‌های مالی بین‌المللی در متغیرهای کلان اقتصادی، کاهش تأمین مالی، فناوری و تولید در صنعت نفت، افزایش کسری بودجه، کاهش ورود ارزهای خارجی و افزایش نرخ ارز و کاهش ارزش پول داخلی، افزایش هزینه‌های واردات و کاهش واردات، افزایش هزینه‌های صادرات و تورم و کاهش تولید ناخالص داخلی می‌باشد.

۳. پیشینه تحقیق

مطالعات کاربردی زیادی درخصوص تحریم‌های نفتی و مالی بین‌المللی انجام شده است که در دو قسمت بررسی می‌شود:

الف) مطالعات مربوط به کانال‌های اثرگذاری تحریم‌ها: رحمتی و همکاران (۱۳۹۵)، معتقدند تحریم نفتی ایران منجر به کاهش صادرات نفت و کاهش درآمدهای ارزی دولت و درنتیجه، افزایش نرخ ارز می‌شود.

1. Drezner (2024).

2. Farzanegan & Batmanghelidj (2024).

صادقی و طیبی (۱۳۹۷)، معتقدند به دلیل وابستگی بیش از ۵۰ درصدی بودجه عمومی دولت به درآمدهای نفتی، تحریم‌های اقتصادی منجر به کسری بودجه دولت می‌شوند که با توجه به رکود فعالیت‌های اقتصادی و عدم کفایت درآمدهای مالیاتی، دولت برای جبران کسری بودجه، به سمت استقراض از شبکه بانکی یا ذخایر بانک مرکزی می‌رود و توان بانک مرکزی نیز برای مدیریت بازار ارز به صورت شلوار مدیریت شده کاهش پیدا کرده و نرخ ارز افزایش می‌یابد.

طغیانی و درخشان (۱۳۹۳)، معتقدند افزایش نرخ ارز از یک طرف، منجر به افزایش هزینه‌های وارداتی و در نتیجه، افزایش قیمت کالاهای مصرفی و هزینه‌های تولید می‌شود و از سوی دیگر، قدرت رقابت‌پذیری صادرکنندگان را افزایش داده و منجر به افزایش صادرات می‌شود و برگشت ارز حاصل از صادرات، تا حدودی افزایش نرخ ارز و کاهش ارزش پول ملی را جبران می‌کند.

ایلر (۲۰۰۷)، معتقد است، تحریم‌های مالی بین‌المللی منجر به افزایش ریسک تعامل با شبکه مالی و بانکی کشور هدف شده و زمینه را برای گسترش فعالیت‌های مالی غیررسمی، کاهش عرضه وجوه مالی بین‌المللی به کشور هدف، افزایش هزینه‌های تأمین مالی و تجارت بین‌المللی فراهم می‌کند. مرزبان و استادزاده (۱۳۹۶)، معتقدند اثرات روانی تحریم‌های اقتصادی، منجر به افزایش عدم اطمینان کارگزاران اقتصادی نسبت به آینده و بروز اثرات مخرب در بعد تولید، مصرف، سرمایه‌گذاری و ... می‌شود و منجر به انحراف سرمایه‌گذاری از بخش‌های مولد به بازارهای غیررسمی و یا خروج سرمایه از کشور می‌شود.

درخشان (۱۳۹۳)، معتقد است عدم کفایت منابع داخلی برای تأمین مالی صنایع عظیم نفتی و هزینه‌های بالای اکتشاف، توسعه و بهره‌برداری و همچنین نیاز به تکنولوژی و تجهیزات پیشرفته بخصوص در روش‌های ازدیاد برداشت (EOR- IOR) در میادین نفت و گاز ایران که غالباً در نیمه دوم عمر خود هستند و با افت شدید فشار مواجه شده‌اند، شرکت ملی نفت را مجبور به عقد قرارداد با شرکت‌های بین‌المللی نفتی جهت تأمین منابع مالی و تکنولوژی پروژه‌های نفتی نموده است. از سوی دیگر شرکت‌های بین‌المللی نفتی به دلیل بلندمدت بودن و مبلغ قابل توجه قراردادهای نفتی، بسیار ریسک‌گریز بوده و شرایط نااطمینانی ناشی از تحریم، منجر به خروج این شرکت‌ها از قراردادهای نفتی می‌شود که کاهش توان تأمین مالی، سرمایه‌گذاری و سطح تکنولوژی مورد نیاز بخش نفت و در نهایت، کاهش بازدهی و تولید نفت میادین را به همراه دارد.

ب) مطالعات مربوط به ارزیابی میزان تأثیر تحریم‌های نفتی و مالی بین‌المللی بر

متغیرهای کلان اقتصادی: دیزجی و برگیک^۱ (۲۰۱۲)، با استفاده از روش خودرگرسیون برداری (VAR)، به بررسی تکانه‌های ناشی از اعمال تحریم‌های نفتی آمریکا و اروپا در ایران طی ۱۹۶۵ تا ۲۰۰۸ پرداخته‌اند. نتایج پژوهش نشان می‌دهد، کاهش درآمدهای نفتی، رفتار سیاسی ایران را به

سمت دموکراسی تغییر می‌دهد و اثر منفی بر متغیرهای کلان اقتصادی نظیر قیمت کالاهای مصرفی، نرخ حقیقی ارز، واردات به قیمت حقیقی، مصارف حقیقی دولت، سرمایه‌گذاری حقیقی ملی و تولید سرانه ناخالص ملی دارد، اما این اثرات کوتاه‌مدت بوده و در بلندمدت، به دلیل اصلاحات اقتصادی از بین می‌رود.

طیبی و صادقی (۱۳۹۶) در مطالعه خود، با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه توزیعی (ARDL) و مکانیزم تصحیح خطا (ECM) با داده‌های ۱۳۹۳-۱۳۵۹ ایران، به این نتیجه رسیده‌اند که تحریم‌های قبل از سال ۹۱، اثر ضعیف بر نرخ ارز داشته، اما تحریم‌های سال ۹۱ از طریق اثرگذاری بر میزان صادرات نفت و کسری بودجه دولت، تأثیر مستقیم و قوی‌تری بر نرخ ارز داشته است. تحریم‌های مالی بین‌المللی نیز باعث افزایش ریسک تبادلات مالی سایر کشورهای جهان با ایران شده و هزینه تبادلات مالی تجاری و تأمین مالی بین‌المللی ایران را افزایش می‌دهد.

رحمتی و همکاران (۱۳۹۵)، با استفاده از روش حسابداری ادوار تجاری و بهره‌گیری از مفهوم شکاف، به بررسی اهمیت شوک‌های اقتصادی در توضیح رکود سال‌های ۹۱ و ۹۲ ایران پرداخته و به این نتیجه رسیده‌اند که شکاف بهره‌وری بیشترین نقش را در توضیح دهنده‌گی ادوار تجاری داشته و با تفکیک نرخ ارز از تحریم‌ها، مشخص می‌شود که شکاف تجارت به واسطه تحریم‌ها نقشی در توضیح دهنده‌گی رکود سال ۹۲ دارد.

دیزجی و فرزنانگان (۲۰۱۹) نیز با استفاده از روش ARDL و داده‌های ۱۹۶۰ تا ۲۰۱۷ ایران، به بررسی اثر تحریم‌های اقتصادی بر مخارج نظامی پرداخته و این نتیجه حاصل می‌شود که افزایش شدت تحریم‌های اقتصادی در کوتاه‌مدت و بلندمدت، اثر منفی بر مخارج نظامی دارد و از بین انواع تحریم‌ها، تنها تحریم‌های چندجانبه، اثر قابل توجه منفی بر هزینه‌های نظامی ایران در کوتاه‌مدت و بلندمدت دارد.

مرور مطالعات تجربی داخلی و خارجی نشان می‌دهد که تاکنون به طراحی و تحلیل تجربی تأثیر همزمان تحریم‌های نفتی و مالی بین‌المللی بر متغیرهای منتخب کلان اقتصادی پرداخته نشده است. پژوهش پیش رو، نخستین مطالعه در اقتصاد ایران است که به بررسی این بحث با رویکرد تعادل عمومی پویای تصادفی می‌پردازد. با این ملاحظات، در مطالعه پیش رو این موضوع بررسی می‌شود.

۴. روش شناسی

برای طراحی مدل DSGE کارا و متناسب با اقتصاد ایران، از پژوهش‌های موناسلی^۱ (۲۰۰۵)، ادولفسون و همکاران^۲ (۲۰۰۷)، الگرت و بن‌خوجا^۳ (۲۰۱۵)، بالک و بروان^۴ (۲۰۱۸)، توکلیان و جلالی

1. Monacelli

2. Adolfson, Laséen, Lindé & Villani

3. Allegret & Ben khodja

4. Balck & Brown

نایینی (۱۳۹۶)، صیادی و همکاران (۱۳۹۵)، منظور و تقی‌پور (۱۳۹۴)، (خدادادی و صمصامی، ۱۴۰۴)، استفاده شده است.

۴-۱. خانوار

در مدل پژوهش، یک خانوار به نمایندگی از بی‌نهایت خانوار موجود در نظر گرفته می‌شود که مطابق توکلیان و قیایی (۲۰۱۹) از مصرف (C_t)، نگهداری مانده‌های واقعی پول داخلی ($\frac{M_t}{P_t}$)، فراغت (عکس نیروی کار (l_t)) و مانده‌های واقعی پول خارجی (ارزی) ($\frac{M_t^S}{P_t^S}$)، مطلوبیت کسب می‌کند و ترجیح آن بر حداکثر کردن مقادیر تنزیل شده آتی مطلوبیت در طول عمر نامحدود خود متناسب با قید درآمدی و سایر قیود است.

$$\text{Max } E_0 \sum_{t=0}^{\infty} \beta^t U_i \left(C_t, \frac{M_t}{P_t}, l_t, \frac{M_t^S}{P_t^S} \right) \quad (1)$$

$$U_i = \frac{c_{t,i}^{1-\sigma_c}}{1-\sigma_c} + \frac{\chi_m}{1-\sigma_m} \left(\frac{M_{t,i}}{P_t} \right)^{1-\sigma_m} - \frac{\chi_l l_{t,i}^{1+\sigma_l}}{1+\sigma_l} + \frac{\chi_{ms}}{1-\sigma_{ms}} \left(\frac{M_{t,i}^S}{P_t^S} \right)^{1-\sigma_{ms}} \quad (2)$$

در تابع مطلوبیت، β نرخ تنزیل بین زمانی است و پارامترهای σ_c ، σ_m ، σ_l و σ_{ms} به ترتیب، عکس کشش جانشینی بین زمانی مصرف، کشش تراز واقعی پول داخلی، کشش عرضه نیروی کار و کشش تراز واقعی پول خارجی است. در قید درآمدی و بودجه خانوار، خانوار با درآمد حاصل از عرضه کار، اجاره دادن سرمایه به بخش‌های تولیدی (K_t)، سرمایه‌گذاری در اوراق دولتی (b_t) (با نرخ سود i_t)، پرداخت‌های انتقالی (TP_t) و سود کسب شده از فعالیت بنگاه‌های تحت مالکیت خود (D_t)، هزینه خرید کالای مصرفی (C_t)، خرید کالای سرمایه‌ای برای اجاره به بخش‌های تولیدی (l_t)، خرید اوراق دولتی و نگهداری پول خارجی (m_t^S) و نگهداری پول به عنوان تقاضای احتیاطی (m_t) را انجام می‌دهد. ضمناً خانوار مالیات بر درآمد با نرخ t_t^W و مالیات بر مصرف به شکل ارزش افزوده با نرخ t_t^{VA} نیز می‌پردازد. در کل معادلات الگو، مقادیر متغیرهای ریالی با شاخص کالاهای مصرفی داخلی (P_t) و متغیرهای ارزی با شاخص قیمت کالاهای خارجی (P_t^f) واقعی شده است. بنابراین قید خانوار به صورت واقعی شده عبارت است از:

$$c_t(1 + t_t^{VA}) + \frac{p_t^I}{P_t} I_t + m_t + b_t + re_t \cdot m_t^S = w_t l_t(1 - t_t^W) + \frac{m_{t-1}}{\pi_t} + (1 + i_{t-1}) \frac{b_{t-1}}{\pi_t} + r_t \cdot K_{t-1} + re_{t-1} \cdot \gamma_t \frac{m_{t-1}^S}{\pi_t} + TP_t + D_t \quad (3)$$

که re_t نرخ واقعی ارز، S_t نرخ ارز اسمی، γ_t نرخ رشد ارز اسمی و π_t نرخ رشد شاخص قیمت کالاهای مصرفی می‌باشد که برابر است با:

$$re_t = \frac{s_t P_t^*}{P_t} \quad (۴)$$

رابطه انباشت سرمایه نیز به عنوان قید دوم بهینه‌یابی خانوار در نظر گرفته می‌شود که برای تصریح آن، از مدل روتنبرگ (۱۹۸۲) و مفهوم هزینه‌های تعدیل سرمایه‌گذاری استفاده می‌شود که δ نرخ استهلاک سرمایه می‌باشد:

$$k_{t+1} = k_t(1 - \delta) + \left[1 - \frac{\varphi I}{2} \left(\frac{I_t}{I_{t-1}} - 1\right)^2\right] I_t \quad (۵)$$

فرایند حداکثرسازی مطلوبیت بین زمانی خانوار با توجه به قید بودجه (۳) و رابطه انباشت سرمایه (۵)، منجر به استخراج روابط اوایل مصرف (مسیر بهینه بین زمانی مصرف)، تقاضای پول داخلی، تقاضای پول خارجی، اوایل سرمایه‌گذاری (مسیر بهینه بین زمانی سرمایه‌گذاری)، عرضه نیروی کار و معادله پویایی قیمت سرمایه^۲ خواهد شد؛ به نحوی که نسبت ضریب لاگرانژ قیود ۳ و ۵ در بهینه سازی مطلوبیت خانوار می‌باشد، q_t توبین^۳ است.

سبد (مصرفی یا سرمایه‌گذاری) خانوار به صورت یک تابع با کشش جانشینی ثابت (CES^۴) از میان کالاهای تولید داخل و کالاهای وارداتی می‌باشد (رابطه ۶) که θ_h کشش جانشینی و α_h سهم از سبد مذکور می‌باشد و هزینه‌های خانوار برای تأمین این سبد، برابر است با رابطه (۷).

$$h_t = \left[\alpha_h^{\frac{1}{\theta_h}} \frac{1}{h_t^d} \frac{\theta_h - 1}{\theta_h} + (1 - \alpha_h)^{\frac{1}{\theta_h}} \frac{1}{h_t^{pm}} \frac{\theta_h - 1}{\theta_h} \right]^{\frac{\theta_h}{\theta_h - 1}} \quad h=c, I \quad (۶)$$

$$P_t h_t = P_t^{hd} h_t^d + P_t^{hm} h_t^{pm} \quad h=c, I \quad (۷)$$

خانوار با رفتار بهینه‌یابی مبتنی بر رویکرد حداقل‌سازی مخارج، میزان تقاضای خود از کالاهای مصرفی (c_t^d) یا سرمایه‌گذاری تولید داخل (I_t^d) و کالاهای مصرفی (c_t^{pm}) یا سرمایه‌گذاری وارداتی (I_t^{pm}) را متناسب با قیمت کالاهای مصرفی (P_t^{cd}) یا سرمایه‌گذاری تولید داخل (P_t^{Id}) و قیمت کالاهای مصرفی (P_t^{cm}) یا سرمایه‌گذاری وارداتی (P_t^{Im}) تعیین می‌نماید:

$$h_t^d = \alpha_h \left(\frac{P_t^{hd}}{P_t}\right)^{-\theta_h} h_t \quad h=c, I \quad (۸)$$

$$h_t^{pm} = (1 - \alpha_h) \left(\frac{P_t^{hm}}{P_t}\right)^{-\theta_h} h_t \quad h=c, I \quad (۹)$$

1. Rotemberg

۲. این معادله ارزش تنزیل شده جریان بازدهی مورد انتظار آتی سرمایه که با نرخ استهلاک تعدیل شده است را نشان می‌دهد.

3. Tobin's q

4. Constant Elasticity of Substitution

با جایگذاری معادلات ۸ و ۹ در معادله ۷، شاخص قیمت کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای خانوار برابر است با:

$$P_t^{1-\theta_h} = \alpha_h P_t^{hd1-\theta_h} + (1 - \alpha_h) h \quad h=c, I \quad (10)$$

مصارف خانوار از کالاهای تولید داخلی به صورت یک تابع با کشش جانشینی ثابت نیز از دو قسمت مصارف انرژی (C_t^E) و غیرانرژی (C_t^{ne}) تشکیل می‌شود که مطابق رویکرد حداقل‌سازی مخارج، میزان تقاضای خانوار از کالاهای انرژی و غیرانرژی و همچنین شاخص قیمت کالاهای تولید داخل مصرفی، تابعی از قیمت‌های کالاهای انرژی و غیرانرژی حاصل می‌شود.

۴-۲. بنگاه تولید کالای واسطه‌ای

یک نوع از بنگاه‌های تولیدکننده در اقتصاد، بنگاه تولید کالای واسطه‌ای است که با بهره‌گیری از ایده بالک و براون (۲۰۱۸) با استفاده از نیروی کار (l_t^y)، سرمایه فیزیکی (k_t^y)، انرژی (e_t) و نهاده‌های واسطه‌ای (ln_t)، به تولید کالا (y_t^{no}) مبادرت می‌ورزد. میزان انباشت سرمایه فیزیکی دولتی (k_t^G) نیز در تولید مؤثر خواهد بود. تابع تولید بنگاه واسطه‌ای نمونه برابر است با:

$$y_t^{no}(j) = A_t [k_t^y(j)^\varepsilon e_t(j)^{1-\varepsilon} k_t^G]^\alpha l_t^y(i)^\omega ln_t(j)^{1-\alpha-\omega} \quad (11)$$

بنگاه واسطه‌ای با رفتار بهینه‌یابی با رویکرد حداقل‌سازی مخارج، تقاضای خود از نهاده‌های نیروی کار، انباشت سرمایه خصوصی، نهاده واسطه‌ای و انرژی تعیین می‌نماید. جایگذاری روابط نهاده‌ها در رابطه تولید، هزینه نهایی تولید بنگاه را به دست می‌دهد:

$$mc_t = \frac{r_t^{\alpha\varepsilon} \left(\frac{p_t^E}{P_t}\right)^{\alpha(1-\varepsilon)} w_t^\omega \left(\frac{p_t^{ln}}{P_t}\right)^{(1-\alpha-\omega)}}{\alpha\varepsilon\alpha\varepsilon \alpha(1-\varepsilon)\alpha(1-\varepsilon) \omega\omega (1-\alpha-\omega)^{(1-\alpha-\omega)} A_t} \quad (12)$$

بنگاه‌های تولیدی کالای واسطه‌ای، منطبق با اصل بهینه‌یابی با رویکرد حداکثرسازی سود، محصول خود را به بازار داخلی و یا بازارهای خارجی صادراتی عرضه می‌نماید:

$$y_t^{no}(i) = \left[\alpha_y \frac{1}{\theta_y} y_t^d(i)^{\frac{\theta_y+1}{\theta_y}} + (1 - \alpha_y) \frac{1}{\theta_y} y_t^x(i)^{\frac{\theta_y+1}{\theta_y}} \right]^{\frac{\theta_y}{\theta_y+1}} \quad (13)$$

در این الگو، با بهره‌گیری از معادلات کشش جانشینی ثابت (CET_2) در مدل‌های تعادل عمومی محاسبه‌پذیر (CGE)، معادلات عرضه محصولات بنگاه واسطه‌ای به بازار داخلی (y_t^d) و صادراتی (y_t^x) استخراج می‌شود:

$$y_t^d(i) = \alpha_y \left(\frac{p_t^d}{p_t^y} \right)^{\theta_y} y_t^{no}(i) \quad (۱۴)$$

$$y_t^x(i) = (1 - \alpha_y) \left(\frac{s_t p_t^x}{p_t^y} \right)^{\theta_y} y_t^{no}(i) \quad (۱۵)$$

که P_t^x شاخص قیمت کالاهای صادراتی طبق پول خارجی می‌باشد که با ضرب شدن در نرخ اسمی ارز (S_t) تبدیل به ریال می‌شود. با جایگذاری روابط ۱۴ و ۱۵ در رابطه ۱۳، شاخص قیمت کالاهای تولیدی بنگاه واسطه‌ای برابر است با:

$$P_t^y(i)^{1+\theta_y} = \alpha_c P_t^d(i)^{1+\theta_y} + (1 - \alpha_c) [S_t P_t^x(i)]^{1+\theta_y} \quad (۱۶)$$

بازار فروش محصولات تولیدی بنگاه‌های واسطه‌ای چه در بازار داخلی و چه در بازارهای صادراتی، از نوع رقابت انحصاری است و این بنگاه‌ها قیمت محصولات تولیدی خود را با در نظر گرفتن مارک آپ، بالاتر از هزینه نهایی تعیین می‌کنند. مطابق روش دیگزیت و استیگلitz (۱۹۷۷)، فرض می‌شود که یک جمعگر، عرضه همه بنگاه‌های واسطه‌ای به بازار داخلی را طبق رابطه تکنولوژی ۳۵ تجمیع و با یک قیمت واحد به بازار عرضه می‌کند:

$$y_t^d = \left[\int_0^1 y_t^d(i)^{\frac{\theta_d-1}{\theta_d}} di \right]^{\frac{\theta_d}{\theta_d-1}} \quad (۱۷)$$

در رابطه فوق، θ_d بیانگر کشش جانشینی تولیدات بنگاه‌های واسطه‌ای و $\frac{\theta_d}{\theta_d-1}$ مارک آپ قیمت محصول بنگاه واسطه‌ای می‌باشد که به بازار داخلی عرضه می‌شود. در یک فرایند بهینه‌یابی، میزان تقاضای بنگاه جمعگر کالای واسطه‌ای از بنگاه واسطه‌ای ۱ برابر است با:

$$y_t^d(i) = \left[\frac{p_t^d(i)}{p_t^d} \right]^{-\theta_d} y_t^d \quad (۱۸)$$

با جایگذاری رابطه ۱۸ در رابطه ۱۷، شاخص قیمت کالاهای تولیدی واسطه‌ای که به بازار داخلی عرضه شده اند، برابر است با:

$$p_t^d = \left[\int_0^1 p_t^d(i)^{1-\theta_d} di \right]^{\frac{1}{1-\theta_d}} \quad (۱۹)$$

با استفاده از روش کالوو (۱۹۸۳) و با فرض وجود چسبندگی قیمت به دلیل وجود هزینه‌های ناشی از تعدیل قیمت‌ها، تولیدکننده‌های واسطه‌ای عرضه کننده محصول به بازار داخلی، نمی‌توانند قیمت محصولات خود را در بازار رقابت انحصاری همواره به صورت بهینه تعیین نمایند و احتمال

اینکه یک بنگاه بتواند قیمت محصول خود را تا سطح بهینه (P_t^{d*}) تعدیل کند، $1 - v_d$ درصد و احتمال اینکه موفق به تعدیل قیمت نشود، v_d درصد است. زمانی که بنگاه موفق به تعدیل قیمت محصول خود در سطح بهینه نشود، قیمت محصولات خود را برای دوره آتی طبق قواعد سرانگشتی و بر اساس نرخ تورم تعدیل شده، تعیین می‌نماید (خدادادی و صمصامی، ۱۴۰۱):

$$P_{t+1}^d(i) = (\pi_t^d)^{\tau_d} P_t^d(i) \quad (20)$$

که τ_d درجه شاخص‌بندی قیمت بنگاه واسطه عرضه‌کننده محصول به بازار داخلی است. بنگاه واسطه‌ای قیمت محصولات خود را در بازار رقابت انحصاری، منطبق با رفتار بهینه‌سازی با رویکرد حداکثرسازی سود، در سطحی بالاتر از هزینه نهایی بنگاه، با این فرض تعیین خواهد نمود که تا v_d دوره آتی نخواهد توانست قیمت خود را تعدیل نماید. بنابراین، بنگاه به‌دنبال حداکثرسازی رابطه ۲۰ مبتنی بر قیود ۱۸ و ۲۰ خواهد بود:

$$\text{Max} \quad E_0 \sum_{s=0}^{\infty} (\beta v_d)^s \left(\frac{P_{t+s}^d(i)}{P_{t+s}^d} - mc_{t+s} \right) y_{t+s}^d(i) \quad (20)$$

از آنجایی که در هر دوره، v_d درصد از بنگاه‌های واسطه‌ای نمی‌توانند قیمت خود را تعدیل کنند و تنها $(1 - v_d)$ درصد از آن‌ها قادر به تعدیل قیمت‌های خود هستند، شاخص کل قیمت کالاهای تولیدی واسطه‌ای عرضه شده به بازار داخلی در رابطه (۱۸)، تبدیل به رابطه (۲۱) خواهد شد:

$$P_t^{d^{1-\theta_d}} = v_d [(\pi_{t-1}^d)^{\tau_d} P_{t-1}^d]^{1-\theta_d} + (1 - v_d) P_t^{d^{*1-\theta_d}} \quad (21)$$

رفتار بهینه‌یابی بنگاه واسطه‌ای نمونه در تعیین قیمت بهینه - که بین همه بنگاه‌های واسطه‌ای عرضه‌کننده محصول به بازار داخلی یکسان است و منجر به قیمت بهینه واحد خواهد شد - همراه با در نظر گرفتن شاخص کلی قیمت کالاهای واسطه‌ای در رابطه (۲۱) منجر به استخراج منحنی خطی شده فیلیپس نیوکینزی تورم شاخص قیمت کالاهای تولیدی واسطه‌ای داخلی طبق رابطه (۲۲) خواهد شد:

$$\hat{\pi}_t^d = \frac{v_d}{1+\beta v_d} \hat{\pi}_{t-1}^d + \frac{\beta}{1+\beta v_d} \hat{\pi}_{t+1}^d + \frac{(1-v_d)(1-\beta v_d)}{v_d(1+\beta v_d)} \hat{mc}_t \quad (22)$$

از سوی دیگر، بنگاه واسطه‌ای که از نهاده‌های تولیدی (In_t) در تکنولوژی تولید خود بهره می‌برد، نهاده‌های تولیدی خود را از بازار داخلی (In_t^d) و یا از بازار نهاده‌های وارداتی (In_t^m) تهیه می‌کنند. از این رو، میزان کل نهاده‌های تولیدی در بازار نهاده‌ها به شکل رابطه با کشش جانشینی ثابت برابر است با:

$$In_t = \left[\alpha_{In} \frac{1}{\theta_{In}} In_t^{\frac{\theta_{In}-1}{\theta_{In}}} + (1 - \alpha_{In}) \frac{1}{\theta_{In}} In_t^{\frac{\theta_{In}-1}{\theta_{In}}} \right]^{\frac{\theta_{In}}{\theta_{In}-1}} \quad (23)$$

که در آن، θ_{In} کشش جانشینی بین نهاده‌های داخلی و وارداتی و α_{In} سهم نهاده‌های داخلی از کل نهاده‌های واسطه‌ای می‌باشد. با اتخاذ رویکرد حداقل‌سازی مخارج توسط بنگاه تولیدکننده کالاهای واسطه‌ای، تقاضای بنگاه واسطه‌ای از نهاده‌های واسطه‌ای تولید داخل و وارداتی، تابعی از قیمت نهاده‌های داخلی (P_t^{Ind}) و وارداتی (P_t^{Inm}) و برابر است با:

$$In_t^d = \alpha_{In} \left(\frac{P_t^{Ind}}{P_t^{Inm}} \right)^{-\theta_{In}} In_t \quad (24)$$

$$In_t^m = (1 - \alpha_{In}) \left(\frac{P_t^{Inm}}{P_t^{Ind}} \right)^{-\theta_{In}} In_t \quad (25)$$

با جایگذاری روابط ۲۴ و ۲۵ در رابطه ۲۳، شاخص قیمت نهاده‌های واسطه‌ای به‌دست خواهد آمد:

$$P_t^{In1-\theta_{In}} = \alpha_{In} P_t^{Ind1-\theta_{In}} + (1 - \alpha_{In}) P_t^{Inm1-\theta_{In}} \quad (26)$$

۳-۴. بخش تجارت

یکی از تحریم‌های موضوع این پژوهش، تحریم‌های مالی بین‌المللی با محوریت تحریم‌های بانکی، مالیه مبادلات بین‌المللی و نقل و انتقالات مالی است که برای مدل‌سازی این نوع تحریم‌ها، بخش تجارت به‌عنوان یکی از محوری‌ترین بخش‌های متأثر از تحریم‌ها دو قسمت صادرات و واردات مورد مطالعه قرار می‌گیرد.

بخش تجارت در سه قسمت واردات کالاهای مصرفی (C_t^M)، واردات کالاهای سرمایه‌ای (i_t^M) و واردات نهاده‌های واسطه‌ای بخش تولید (In_t^m) فعالیت می‌کنند. بنگاه‌های وارداتی، کالاهای مورد نیاز را از بازارهای جهانی خریده و پس از بازاریابی و تفکیک، به تقاضاکنندگان 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 می‌رسانند. از سوی دیگر، مطابق دیگزیت-استیگلیتز (۱۹۷۷)، یک جمعگر، واردات همه بنگاه‌های وارداتی را

خریداری و پس از تجميع به شکل تکنولوژی رابطه ۲۷، با یک قیمت واحد به بازار داخلی عرضه می‌کند:

$$k_t^M = \left[\int_0^1 k_t^M(i)^{\frac{\theta_{km}-1}{\theta_{km}}} di \right]^{\frac{\theta_{km}}{\theta_{km}-1}} \quad k = c, i, In \quad (27)$$

در رابطه فوق، θ_{km} کشش جانشینی کالاهای وارداتی در تابع تقاضای جمعگر و $\frac{\theta_{km}}{\theta_{km}-1}$ مارک آپ قیمت بنگاه وارداتی است. میزان تقاضای جمعگر در یک فرایند بهینه‌سازی با رویکرد حداکثرسازی سود از بنگاه وارداتی i تابعی از قیمت کالای وارداتی (P_t^{km}) و برابر است با:

$$k_t^M(i) = \left[\frac{p_t^{km}(i)}{p_t^{km}} \right]^{-\theta_{km}} k_t^M \quad k = c, i, In \quad (28)$$

که با جایگذاری ها، شاخص قیمت کالاهای وارداتی که توسط جمعگر به بازار عرضه می‌شود، برابر است با:

$$P_t^{km} = \left[\int_0^1 P_t^{km}(i)^{1-\theta_{km}} di \right]^{\frac{1}{1-\theta_{km}}} \quad k = c, i, In \quad (29)$$

مطابق کالوو (۱۹۸۳)، به دلیل وجود چسبندگی ناشی از هزینه‌های تعدیل قیمت، بنگاه‌های واردکننده نمی‌توانند قیمت محصولات وارداتی خود را در بازار رقابت انحصاری همواره به صورت بهینه تعیین نمایند و احتمال اینکه یک بنگاه وارداتی بتواند قیمت محصول خود را تا سطح بهینه (P_t^{km*}) تعدیل کند، $1 - v_{km}$ درصد و احتمال اینکه موفق به تعدیل قیمت نشود، v_{km} درصد است. زمانی که بنگاه موفق به تعدیل قیمت محصول خود در سطح بهینه نشود، قیمت محصولات خود را برای دوره آتی طبق قواعد سرانگشتی و بر اساس نرخ تورم تعدیل شده، تعیین می‌نماید.

$$P_{t+1}^k(i) = (\pi_t^k)^{\tau_k} P_t^k(i) \quad k = c^m, i^m, In^m, x \quad (30)$$

که τ_k درجه شاخص‌بندی قیمت کالاهای وارداتی است. بنگاه وارداتی قیمت محصولات خود را در بازار رقابت انحصاری مبتنی بر رفتار بهینه‌سازی و رویکرد حداکثرسازی سود، در سطحی بالاتر از هزینه نهایی خود (mc_t^{km})، به نحوی که تا v_{km} دوره آتی نخواهد توانست قیمت خود را تعدیل

نماید، تعیین خواهد نمود. حداکثرسازی بنگاه وارداتی طبق مبتنی بر قیود ۲۸ و ۳۰، طبق رابطه ۳۱ برابر است با:

$$\text{Max } E_0 \sum_{s=0}^{\infty} (\beta v_{km})^s \left(\frac{p_{t+s}^{km}(i)}{p_{t+s}^{km}} - mc_{t+s}^{km} \right) k_{t+s}^M(i) \quad k = c, i, In \quad (31)$$

از آنجایی که در هر دوره، تنها $(1 - v_{km})$ درصد از بنگاه‌ها قادر به تعدیل قیمت‌های خود هستند و سایرین براساس قاعده سرانگشتی قیمت تعیین می‌کنند، شاخص کل قیمت کالاهای وارداتی طبق روابط ۳۰ و ۳۱ برابر است با:

$$p_t^{km1-\theta_{km}} = v_{km}[(\pi_{t-1}^{km})^{\tau_{km}} p_{t-1}^{km}]^{1-\theta_{km}} + (1 - v_{km})P_t^{km*1-\theta_{km}} \quad k = c, i, In \quad (32)$$

رفتار بهینه یابی بنگاه وارداتی در تعیین قیمت - که برای همه انواع بنگاه‌های وارداتی یکسان است - همراه با در نظر گرفتن شاخص قیمت کالاهای تجاری در رابطه ۳۱، منجر به استخراج منحنی خطی شده فیلیپس نیوکینزی تورم شاخص قیمت کالاهای وارداتی طبق رابطه ۳۲ خواهد شد:

$$\hat{\pi}_t^{km} = \frac{v_{km}}{1+\beta v_{km}} \hat{\pi}_{t-1}^{km} + \frac{\beta}{1+\beta v_{km}} \hat{\pi}_{t+1}^{km} + \frac{(1-v_{km})(1-\beta v_{km})}{v_{km}(1+\beta v_{km})} \widehat{mc}_t^{km}, k = c, i, In \quad (32)$$

هزینه نهایی بنگاه وارداتی به دلیل تأمین کالای وارداتی از اقتصاد جهانی، از یک طرف تابع قیمت‌های جهانی (P_t^f) است و از سوی دیگر، تابع هزینه‌های مبادله مالی بین‌المللی (پرداخت و انتقال ارز، حمل‌ونقل، بیمه و ...) است که به واسطه تحریم‌های مالی بین‌المللی افزایش می‌یابد. از این رو، هزینه نهایی بنگاه وارداتی برابر است با:

$$mc_t^{km} = \frac{s_t P_t^f}{p_t^{km}} S_t^{km} \quad k = c, i, In \quad (33)$$

در خصوص بنگاه صادراتی، این بنگاه از یک سو، کالای مورد نیاز برای صادرات را از بنگاه واسطه‌ای به قیمت P_t^d تهیه می‌کند و آن را به قیمت P_t^x در بازارهای خارجی به فروش می‌رساند و از سوی دیگر، تحریم‌های مالی بین‌المللی در بخش مالیه صادرات، باعث افزایش هزینه‌های مبادله مالی (دریافت و انتقال ارز حاصل از صادرات، حمل‌ونقل، بیمه و ...) در فرایند صادرات می‌شوند. از این رو، هزینه نهایی بنگاه صادراتی برابر است با:

$$mc_t^x = \frac{P_t^d}{s_t P_t^x} S_t^x \quad (34)$$

برای کلیه کالاهای تجاری (چه صادراتی و چه انواع وارداتی)، S_t^k هزینه مبادله کالای وارداتی نوع k است که از یک فرایند $AR(1)$ تبعیت و در اثر تحریم‌های مالی بین‌المللی ($sanc_t$) به

اندازه پارامتر SSk افزایش پیدا می‌کند. در واقع SSk کشش هزینه‌های مبادله کالای تجاری نوع k نسبت به افزایش شدت تحریم‌های اقتصادی می‌باشد.

$$\ln S_t^k = (1 - \rho_k) \ln \bar{S}^k + \rho_k \ln S_{t-1}^k + SSk \ln sanc_t + \varepsilon_t^k \quad \varepsilon_t^k \sim i.i.d. N(0, \sigma_{sk}^2) \quad k = c, i, ln \quad (35)$$

۴-۴. بخش نفت

یکی از قسمت‌های مهم الگو در این پژوهش، کانال‌های اثرگذاری تحریم‌های نفتی بر اقتصاد ملی می‌باشد. از این رو، بخش نفت به‌صورت جداگانه در این پژوهش به‌کار گرفته شده است. مفروض است که بخش نفت به‌عنوان بخش مستقل اما در مالکیت دولت، اقدام به استخراج نفت نموده و عواید حاصل از تولید پس از کسر هزینه‌های تولید، به حساب دولت واریز خواهد شد. بخش نفت از یک فرایند تولیدی کاب داگلاس برخوردار است که با بهره‌گیری از موجودی سرمایه (k_t^o) ، تکنولوژی (A_t^o) و نیروی کار (l_t^o) ، مبادرت به تولید نفت (y_t^o) می‌نماید:

$$y_t^o = A_t^o k_t^{o\xi} l_t^{o(1-\xi)} \quad (36)$$

تولیدکننده نفت، رفتار بهینه‌یابی با رویکرد حداکثرسازی سود داشته و تقاضای این بخش از سرمایه و نیروی کار برابر است با:

$$k_t^o = \xi \frac{P_t^o y_t^o}{r_t} \quad (37)$$

$$l_t^o = (1 - \xi) \frac{P_t^o y_t^o}{w_t} \quad (38)$$

تحریم‌های نفتی، از سویی، منجر به محدودیت صادرات نفت ایران شده و از سوی دیگر، بر قصد شرکت‌های ملی و چندملیتی خارجی - که بسیار ریسک‌گریز هستند - برای سرمایه‌گذاری و انتقال فناوری به صنایع نفت و گاز ایران، اثر منفی دارد. بنابراین تکنولوژی و جذب سرمایه‌گذاری خارجی در صنعت نفت، از تحریم‌ها متأثر خواهد شد. ورود شوک تحریمی به تکنولوژی صنعت نفت را می‌توان به شکل یک فرایند AR(1) در الگو لحاظ نمود:

$$\ln A_t^o = \rho_{oa} \ln A_{t-1}^o + SSOA \ln sanc_t + \varepsilon_t^{oa} \quad \varepsilon_t^{oa} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{oa}^2) \quad (39)$$

که در واقع SSOA کشش تکنولوژی بخش نفت نسبت به افزایش شدت تحریم‌های اقتصادی می‌باشد. ورود شوک تحریمی به صادرات نفت را نیز می‌توان به شکل یک فرایند AR(1) در الگو لحاظ نمود:

$$\ln y_t^{ox} = (1 - \rho_{ox}) \ln \bar{y}^{ox} + \rho_{ox} \ln y_{t-1}^{ox} + SSYOX \ln sanc_t + \varepsilon_t^{ox} \quad \varepsilon_t^{ox} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{ox}^2) \quad (40)$$

SSYOX کشش صادرات بخش نفت نسبت به افزایش شدت تحریم‌های اقتصادی می‌باشد. برای ورود شوک تحریمی به تأمین مالی در بخش نفت، ابتدا باید معادله انباشت سرمایه را در این بخش در نظر گرفت. موجودی سرمایه در بخش نفت، تابعی از استهلاك با نرخ δ^o و میزان سرمایه‌گذاری انجام شده در این بخش (I_t^o) است:

$$k_{t+1}^o = k_t^o (1 - \delta^o) + I_t^o \quad (41)$$

سرمایه‌گذاری در بخش نفت نیز تابعی از میزان سرمایه‌گذاری دولتی (I_t^{OG}) و سرمایه‌گذاری خارجی (I_t^{OF}) است. سرمایه‌گذاری دولتی در بخش نفت طبق قانون برنامه‌های توسعه و اساسنامه شرکت ملی نفت برابر با γ_0 درصد از درآمد صادراتی نفت است که به شرکت ملی نفت تعلق می‌گیرد. سرمایه‌گذاری خارجی نیز برابر با سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (fdi_t^o) به شکل قراردادهای بیع متقابل و یا IPC در حوزه نفت است که طبق یک فرایند $AR(1)$ ، از شوک‌های تحریمی اثر خواهد پذیرفت:

$$I_t^o = \left[\alpha_o^{\frac{1}{\theta_o}} I_t^{OG \frac{\theta_o-1}{\theta_o}} + (1 - \alpha_o)^{\frac{1}{\theta_o}} I_t^{OF \frac{\theta_o-1}{\theta_o}} \right]^{\frac{\theta_o}{\theta_o-1}} \quad (42)$$

$$I_t^{OG} = \gamma_o s_t P_t^{of} y_t^{ox} \quad (43)$$

$$I_t^{OF} = s_t fdi_t^o \quad (44)$$

$$\ln fdi_t^o = (1 - \rho_{fdio}) \ln \overline{fdi}^o + \rho_{fdio} \ln fdi_{t-1}^o + SSFDIO \text{ sanc}_t + \varepsilon_t^{fdio} \quad \varepsilon_t^{fdio} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{fdio}^2) \quad (45)$$

که SSFDIO کشش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بخش نفت نسبت به افزایش شدت تحریم‌های اقتصادی می‌باشد. نفت تولیدی در این بخش، صادر و مابقی برای مصارف داخلی در بخش تولید واسطه‌ای و مصرف خانوار، مورد استفاده قرار می‌گیرد:

$$y_t^o = y_t^{ox} + e_t + c_t^e \quad (46)$$

مطابق گزارش سالانه ۲۰۱۸ اوپک، تحریم‌های نفتی ایران به‌عنوان دارنده سومین ذخایر نفتی اوپک و چهارمین ذخایر نفتی جهان، شوکی بر قیمت نفت در بازار جهانی دارد که با توجه به واکنش سایر کشورهای تولید کننده نفت و رقبای سیاسی منطقه‌ای ایران، اندک خواهد بود (گزارش سالانه اوپک، ۲۰۱۸). بنابراین قیمت جهانی نفت از یک فرایند $AR(1)$ تبعیت می‌کند که میزان تولید نفت ایران نیز اثر اندکی بر آن خواهد داشت:

$$\ln \pi_t^{of} = (1 - \rho_{pof}) \ln \overline{\pi}^{of} + \rho_{pof} \ln \pi_{t-1}^{of} + \rho_{poff} y_t^o + \varepsilon_t^{of} \quad \varepsilon_t^{of} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{of}^2) \quad (47)$$

که ρ_{poff} کشش قیمت جهانی نفت نسبت به تولید نفت ایران می‌باشد.

۴-۵. دولت

در مدل پژوهش دولت با منابع درآمدی خود از قبیل مالیات بر دستمزد (w_t)، مالیات بر مصرف، منابع حاصل از انتشار اوراق (b_t)، $1 - \gamma_0$ درصد از منابع صادرات نفت، به خرید کالای عمومی مصرفی (c_t^G) و سرمایه‌گذاری عمومی (I_t^G)، پرداخت‌های انتقالی (TP_t)، پرداخت دستمزد نیروی کار (l_t^o) و اجاره سرمایه (k_t^o) بخش نفت و پرداخت اصل و سود اوراق منتشره در دوره قبل می‌پردازد. فرض اصلی در رابطه بین دولت و بانک مرکزی، عدم استقلال بانک مرکزی است و در شرایطی که توازن بودجه دولت طبق منابع درآمدی و مصارف فوق برقرار نباشد، خلق پول به شکل افزایش

بدهی‌های دولت به بانک مرکزی (d_t^G) و عملیات استقراض از بانک مرکزی اتفاق خواهد افتاد. بودجه واقعی شده دولت برابر است با:

$$\frac{P_t^{cG}}{P_t} c_t^G + \frac{P_t^{IG}}{P_t} I_t^G + b_{t-1} \frac{(1+i_{t-1})}{\pi_t} + TP_t + w_t l_t^o + r_t k_t^o = b_t + t^w w_t l_t + t_t^{VA} \left(c_t + \frac{P_t^{cG}}{P_t} c_t^G \right) + (1-\gamma_o) \frac{s_t P_t^{of} y_t^o}{P_t^f} + \frac{P_t^e}{P_t} (c_t^e + e_t) + (d_t^G - d_{t-1}^G) \quad (48)$$

معادله انباشت سرمایه عمومی دولت برابر است با:

$$k_{t+1}^G = k_t^G (1 - \delta^G) + I_t^G \quad (49)$$

که δ^G نرخ استهلاك و I_t^G میزان سرمایه‌گذاری عمومی دولت به شکل بودجه‌های عمرانی است. دولت مخارج عمومی خود به شکل بودجه‌های جاری را مطابق تابع با کشش جانشینی ثابت، از بازار داخلی (c_t^{Gd}) و یا از کالاهای وارداتی (c_t^{Gm}) تأمین می‌کند:

$$j_t^G = \left[\alpha_{jG}^{\frac{1}{\theta_{jG}}} j_t^{Gd} \frac{\theta_{jG}^{-1}}{\theta_{jG}} + (1 - \alpha_{jG}) \frac{1}{\theta_{jG}} j_t^{Gm} \frac{\theta_{jG}^{-1}}{\theta_{jG}} \right]^{\frac{\theta_{jG}}{\theta_{jG}-1}} \quad j = c, I \quad (50)$$

رویکرد حداقل‌سازی مخارج دولت، میزان تقاضای دولت از کالاهای مصرفی (c_t^{Gd}) و سرمایه‌ای (I_t^{Gd}) تولید داخل، کالاهای وارداتی مصرفی (c_t^{Gm}) و سرمایه‌ای (I_t^{Gm}) و شاخص قیمت کالای مصرفی (P_t^{cG}) و سرمایه‌ای (P_t^{IG}) دولتی را تعیین می‌نماید:

$$c_t^{Gd} = \alpha_{jG} \left(\frac{P_t^{jd}}{P_t^{jG}} \right)^{-\theta_{jG}} j_t^{jG} \quad (51)$$

$$c_t^{Gm} = (1 - \alpha_{jG}) \left(\frac{P_t^{jm}}{P_t^{jG}} \right)^{-\theta_{jG}} c_t^{jG} \quad (52)$$

$$P_t^{jG1-\theta_{jG}} = \alpha_{jG} P_t^{jd1-\theta_{jG}} + (1 - \alpha_{jG}) P_t^{jm1-\theta_{jG}} \quad (53)$$

$$\ln j_t^G = (1 - \rho_{jG}) \ln j_t^G + \rho_{jG} \ln j_{t-1}^G + \varepsilon_t^{jG} \quad \varepsilon_t^{jG} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{jG}^2) \quad j = c, I \quad (54)$$

۴-۶. بانک مرکزی

یکی دیگر از نهادهای سیاستگذار در اقتصاد، بانک مرکزی است که با هدف حفظ ثبات قیمت‌ها، افزایش رشد اقتصادی، ثبات نرخ ارز و حفظ قدرت رقابت‌پذیری تولیدات داخلی در برابر تولیدات خارجی به سیاستگذاری در بازار پول و ارز می‌پردازد. ترازنامه واقعی شده بانک مرکزی برابر است با:

$$m_t = re_t fr_t + d_t^G \quad (55)$$

طبق این ترازنامه، پایه پولی (m_t) برابر است با میزان بدهی دولت به بانک مرکزی که در نتیجه استقراض افزایش پیدا می‌کند و نیز ذخایر خارجی بانک مرکزی (fr_t) که انباشت این ذخایر، تابعی از میزان صادرات نفت، صادرات غیرنفتی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در صنعت نفت، میزان

واردات کالاهای مصرفی و سرمایه‌ای و نهاده‌های واسطه‌ای و تقاضای خانوار از پول خارجی است. تغییر در دارایی‌های خارجی بانک مرکزی به صورت واقعی شده برابر است با:

$$fr_t - \frac{fr_{t-1}}{P_t^f} = \frac{P_t^{of}}{P_t^f} y_t^{ox} + fdi_t^o + \frac{P_t^x}{P_t^f} y_t^x - m_t^s - \frac{(P_t^{cm} c_t^M + P_t^{lm} l_t^M + P_t^{lnm} l_t^m)}{s_t P_t^f} \quad (56)$$

ابزارهای مختلفی در دسترس بانک مرکزی است که با توجه به شرایط اقتصادی و رویکرد اصلی خود، از آنها برای مدیریت بازار پول و ارز استفاده می‌کند. نرخ بهره بین بانکی و یا رشد حجم پول موجود در اقتصاد، از جمله ابزارهای مهم در مدیریت و سیاستگذاری بازار پول هستند که در ایران به دلیل عدم کارایی ابزار نرخ بهره، رشد حجم پول به عنوان ابزار سیاستی در نظر گرفته می‌شود (خدادادی، ۱۴۰۳).

$$\dot{m}_t = \frac{m_t}{m_{t-1}} \pi_t \quad (57)$$

بانک مرکزی جهت سیاستگذاری پولی، شکاف تورم از تورم هدف (π_t^*) و شکاف تولید از وضعیت پایدار بلندمدت آن را مورد توجه قرار می‌دهد. بنابراین تابع سیاستگذاری پولی به صورت خطی شده برابر است با:

$$\hat{m}_t = \rho_m \hat{m}_{t-1} + \rho_\pi (\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_t^*) + \rho_y \hat{y}_t + \varepsilon_t^m \quad (58)$$

با توجه به نظام شناور مدیریت شده برای نرخ ارز در ایران، بانک مرکزی به عنوان حافظ ارزش پول ملی، به منظور حفظ قدرت رقابت پذیری تولید داخلی و نگهداری درصد مناسبی از ذخایر ارزی خارجی به عنوان پایه پولی، با استفاده از رشد نرخ ارز اسمی به سیاستگذاری ارزی اقدام می‌نماید. در این راستا، بانک مرکزی از یک سو، برای حفظ قدرت رقابت پذیری تولید داخلی، به فاصله نرخ تورم داخل و نرخ تورم خارج (π_t^f) واکنش نشان می‌دهد و از سوی دیگر، سهم ذخایر خارجی در پایه پولی را نیز تعدیل می‌نماید. بنابراین تابع سیاستگذاری ارزی بانک مرکزی به صورت خطی شده برابر است با:

$$\hat{y}_t = \rho_s \hat{y}_{t-1} + \rho_{ss} (\hat{r} \hat{e}_t + \hat{f} \hat{r}_t - \hat{m}_t) + \rho_{sss} (\hat{\pi}_t - \hat{\pi}_t^f) + \varepsilon_t^s \sim i.i.d. N(0, \sigma_s^2) \quad (59)$$

نرخ تورم هدف و نرخ تورم بازارهای جهانی نیز از یک فرایند AR(1) برخوردار است:

$$\ln q_t = (1 - \rho_p) \ln \bar{\pi} + \rho_{p*} \ln \pi_{t-1}^q + \varepsilon_t^{pf} \quad \varepsilon_t^{pf} \sim i.i.d. N(0, \sigma_{pf}^2) \quad q = \pi_t^*, \pi_t^f \quad (60)$$

۴-۷. شروط تسویه

در پایان برای بسته شدن مدل، باید شروط تسویه را به مدل اضافه نمود. رابطه تسویه کل اقتصاد با در نظر گرفتن کل صادرات (X_t) و کل واردات (M_t)، رابطه تسویه بازار کار با توجه به کل بازار کار (l_t) و رابطه تسویه بازار تولیدات داخلی با در نظر گرفتن کل تولیدات داخلی (y_t^d) عبارتند از:

۱. پایه پولی و بدهی دولت به بانک مرکزی با شاخص قیمت داخلی و ذخایر خارجی بانک مرکزی با شاخص قیمت خارجی واقعی می‌شود.

$$y_t = c_t + \frac{p_t^G c_t^G}{p_t} + \frac{p_t^I I_t + p_t^{IG} I_t^G}{p_t} + \frac{x_t}{p_t} - \frac{M_t}{p_t} \quad (61)$$

$$X_t = P_t^x y_t^x + s_t P_t^{of} y_t^{ox} \quad (62)$$

$$M_t = P_t^{cm} c_t^M + P_t^{Im} I_t^M + P_t^{Inm} I_n^m \quad (63)$$

$$c_t^M = c_t^{pm} + c_t^{Gm} \quad (64)$$

$$I_t^M = I_t^{pm} + I_t^{Gm} \quad (65)$$

$$l_t = l_t^y + l_t^o \quad (66)$$

$$y_t^o = y_t^{ox} + e_t + c_t^e \quad (67)$$

$$y_t^d = c_t^{ne} + c_t^{gd} + I_t^d + I_t^{gd} + I_n^d \quad (68)$$

۵. حل و تقریب مدل

۵-۱. تعیین مقادیر ورودی و ارزیابی اعتبار مدل

پیش از شبیه‌سازی و استخراج توابع واکنش آنی (IRF) شوک‌های تحریمی، از روش کالبراسیون^۱ برای مقداردهی پارامترهای الگو استفاده شده است. در این تحقیق، عمده پارامترها مبتنی بر مبانی نظری کالبراسیون و براساس میانگین هندسی سری زمانی متغیرها به‌عنوان مقادیر وضعیت پایدار متغیرها در شکل غیرخطی ایستای مدل و با استفاده از نرم افزار محاسباتی MAPLE محاسبه شده (مدنی زاده و ابراهیمیان، ۱۳۹۶) و اندکی از پارامترها نیز از روش تخمین سنجی و یا مطالعات سابق در مدل مقداردهی شده‌اند. سری زمانی متغیرهای مورد استفاده، از بانک اطلاعات سری‌های زمانی اقتصادی بانک مرکزی و داده‌ها و اطلاعات آماری مرکز آمار استخراج شده‌اند. برخی از مقادیر وضعیت پایدار متغیرها در جدول ۱ گزارش شده‌اند:

جدول ۱: حالت پایدار برخی متغیرهای مدل

Table.1: Steady state of some model variables

متغیرها	$\bar{y}$	$\frac{\bar{c}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{l}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{c}_g}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{l}_g}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{y}_x}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{y}_o}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{m}}{\bar{y}}$	$\frac{\bar{p}_x}{\bar{p}}$	$\frac{\bar{p}_d}{\bar{p}}$
وضعیت پایدار	۱	۰,۴۵	۰,۳۳	۰,۱۲	۰,۰۹	۰,۰۸	۰,۲۲	۰,۱۲	۱,۲۵	۰,۹۹

مأخذ: یافته‌های تحقیق

با جایگذاری نسبت‌های فوق در روابط ساده شده بلندمدت الگو در نرم افزار محاسباتی، پارامترهای الگو در جدول ۲ استخراج می‌شوند.

جدول ۲: پارامترهای برآورد شده الگو

Table.2: Estimated Model Parameters

نماد پارامتر	مقدار	منبع	نماد پارامتر	مقدار	منبع	نماد پارامتر	مقدار	منبع
β	۰,۹۶۵	محاسبات تحقیق	α_c	۰,۹	محاسبات تحقیق	ε^w	۰,۰۲۳۷	محاسبات تحقیق
α	۰,۴	محاسبات تحقیق	α_e	۰,۰۷۵	محاسبات تحقیق	ε^{va}	۰,۰۲۱۲	محاسبات تحقیق
ε	۰,۹	محاسبات تحقیق	α_s	۰,۴	محاسبات تحقیق	ρ_a	۰,۸	توکلیان و قیایی (۲۰۱۹)
ω	۰,۳	محاسبات تحقیق	α_l	۰,۸۴	محاسبات تحقیق	ρ_{prof}	۰,۰۵	محاسبات تحقیق
ξ	۰,۹	محاسبات تحقیق	α_{ln}	۰,۷	محاسبات تحقیق	ρ_{poff}	۰,۰۰۰۵	محاسبات تحقیق
σ_c	۱,۲	محاسبات تحقیق	α_y	۰,۹	محاسبات تحقیق	ρ_{pf}	۰,۰۵	محاسبات تحقیق
σ_m	۱,۲۵	محاسبات تحقیق	α_o	۰,۸۲	محاسبات تحقیق	ρ_m	۰,۴	توکلیان و قیایی (۲۰۱۹)
σ_{ms}	۱,۳	محاسبات تحقیق	α_{CG}	۰,۹	محاسبات تحقیق	ρ_y	-۱,۷	تقی‌پور (۱۳۹۳)
σ_l	۲,۹	محاسبات تحقیق	α_{IG}	۰,۸۳	محاسبات تحقیق	ρ_π	-۱,۵۴	تقی‌پور (۱۳۹۳)
Φ_l	۰,۲۵	محاسبات تحقیق	τ_w	۰,۶	محاسبات تحقیق	ρ_{π^*}	۰,۶	پرمه و همکاران (۱۳۹۵)
δ	۰,۰۱۰۳	محاسبات تحقیق	u_w	۰,۷	محاسبات تحقیق	ρ_s	۰,۷	توکلیان و قیایی (۲۰۱۹)
δ^C	۰,۰۲۳۳	محاسبات تحقیق	τ_d	۰,۳	محاسبات تحقیق	ρ_{ss}	-۱,۵۵	توکلیان و جلالی (۱۳۹۶)
δ^o	۰,۰۱۳۷	محاسبات تحقیق	u_d	۰,۵	محاسبات تحقیق	ρ_{sss}	-۱,۹	توکلیان و جلالی (۱۳۹۶)
θ_c	۲,۴۶	محاسبات تحقیق	τ_x	۰,۱۵	محاسبات تحقیق	ρ_{CG}	۰,۱۸۸	محاسبات تحقیق
θ_e	۰,۱۰۳	محاسبات تحقیق	u_x	۰,۵	محاسبات تحقیق	ρ_{IG}	۰,۳۳۶	محاسبات تحقیق
θ_l	۱,۵۴۳	محاسبات تحقیق	τ_{cm}	۰,۳	محاسبات تحقیق	ρ_{IGG}	-۰,۴۱۹	محاسبات تحقیق
θ_{lm}	۱,۳۹۹	محاسبات تحقیق	u_{cm}	۰,۵	محاسبات تحقیق	ρ_z	۰,۴	محاسبات تحقیق
θ_l	۶	محاسبات تحقیق	τ_{lm}	۰,۱۵	محاسبات تحقیق	ρ_{cm}	۰,۴	محاسبات تحقیق
θ_y	۲,۷۷	محاسبات تحقیق	u_{lm}	۰,۵	محاسبات تحقیق	ρ_{lm}	۰,۴	محاسبات تحقیق
θ_o	۰,۰۱	محاسبات تحقیق	τ_{lmm}	۰,۱۵	محاسبات تحقیق	ρ_{lmm}	۰,۴	محاسبات تحقیق
θ_{CG}	۲,۶۱۶	محاسبات تحقیق	v_{lmm}	۰,۵	محاسبات تحقیق	ρ_{fdio}	۰,۴۰۶	محاسبات تحقیق
θ_{IG}	۱,۷۰۸	محاسبات تحقیق	γ^o	۰,۱۴۵	برنامه ششم توسعه	ρ_{oa}	۰,۸	محاسبات تحقیق
ρ_{ox}	۰,۳۳	محاسبات تحقیق						

۲-۵. آزمون اعتبار سنجی مدل

برای ارزیابی برازش و دقت شبیه‌سازی الگو، از مقایسه گشتاورهای مرتبه اول و مرتبه دوم (واریانس و همبستگی متغیرها با متغیر معیار (تولید ناخالص داخلی)) بین داده‌های دنیای واقعی و مقادیر شبیه‌سازی متغیرها استفاده می‌شود. با توجه به مقادیر گشتاورها در جدول ۳، الگو در حد بسیار مطلوبی قادر به شبیه‌سازی خواهد بود.

جدول ۳: مقایسه واریانس و همبستگی متغیرهای منتخب

Table.3: Comparison of Variance and Correlation of Selected Variables

همبستگی با تولید ناخالص داخلی		واریانس		میانگین		متغیر
داده واقعی	نتایج شبیه‌سازی	داده واقعی	نتایج شبیه‌سازی	داده واقعی	نتایج شبیه‌سازی	
۱	۱	۰,۰۰۴۳	۰,۰۰۳۹	۰	-۰,۰۱۳	تولید ناخالص داخلی
۰,۸۹	۰,۸۸	۰,۰۰۳	۰,۰۰۴	۰	۰,۰۰۲	مصرف خانوار
۰,۶۴	۰,۴۵	۰,۰۱۲	۰,۰۱۹	۰	-۰,۰۲۴	سرمایه‌گذاری خانوار
-۰,۲۲	-۰,۳۸	۰,۰۰۳۶	۰,۰۰۲۸	۰	۰,۰۳۵	مخارج جاری دولت
-۰,۷۹	-۰,۸۶	۰,۰۲۵	۰,۰۳۱	۰	-۰,۰۱۲	تولید نفت
-۰,۷۷	-۰,۸۱	۰,۰۵۴	۰,۰۶۳	۰	-۰,۰۰۵	صادرات نفت
۰,۷۹	۰,۹۳	۰,۰۶۸	۰,۰۵۵	۰	-۰,۰۱۹	صادرات غیرنفتی
۰,۵۸	۰,۵۳	۰,۰۰۵۲	۰,۰۰۵۷	۰	۰,۰۲۲	رشد شاخص قیمت

مأخذ: یافته‌های تحقیق

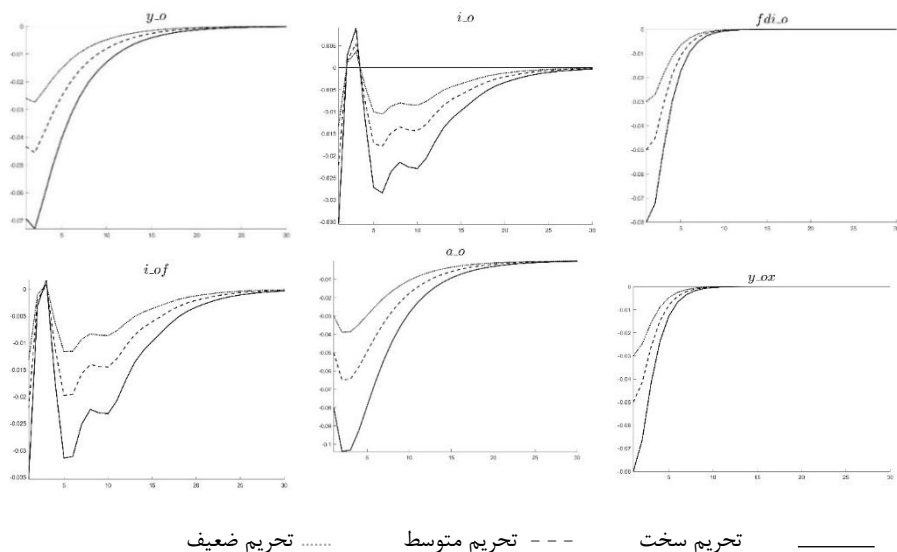
۳-۵. تابع ضربه-واکنش^۱

در این قسمت، اثرات ورود شوک تحریمی به الگو به شکل توابع واکنش آنی متغیرها تحلیل می‌شود. برای این منظور، ابتدا تمام روابط الگو لگاریتم - خطی شده و با توجه به پارامترهای کالیبره شده در جدول ۲ و مقادیر بلندمدت متغیرها در جدول ۱، در نرم افزار متلب^۲ و در افزونه داینار^۳ کدنویسی می‌شود.

برای تحلیل اثرات شوک تحریمی، سه سناریو طراحی شده است که شوک تحریمی در قالب تحریم نرم، متوسط و سخت بر الگو وارد می‌شود. طبق این سناریوها، تحریم نرم، تحریمی است که منجر به افزایش ۵ درصدی در هزینه‌های مبادله تجارت خارجی ایران (هزینه‌های صادراتی و وارداتی) و اثر ۳۰ درصدی در بخش نفت (کاهش ۳۰ درصدی در صادرات، تکنولوژی و سرمایه‌گذاری خارجی بخش نفت) می‌شود؛ تحریم متوسط، تحریمی است که باعث افزایش ۱۰ درصدی در هزینه‌های مبادله

1. Impulse Response Function
2. MATLAB
3. DYNARE

تجارت خارجی و اثر ۵۰ درصدی در بخش نفت می‌شود؛ تحریم سخت نیز تحریمی است که منجر به افزایش ۲۰ درصدی در هزینه‌های مبادله تجارت خارجی و اثر ۸۰ درصدی در بخش نفت می‌شود.



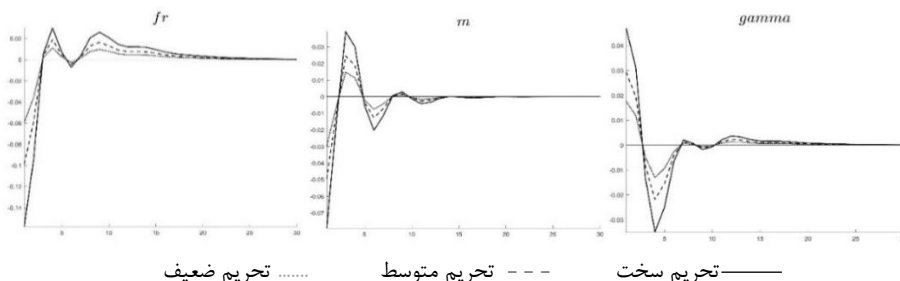
نمودار ۱: توابع واکنش آنی نسبت به انحراف معیار تحریم - اثر بر بخش نفت

Chart 1: Impulse Response Functions to Sanction Standard Deviation - Impact on the Oil Sector

مأخذ: یافته‌های تحقیق

طبق نتایج به‌دست آمده از شبیه‌سازی الگو در نمودار، تحریم صادرات نفت، اصلی‌ترین و مؤثرترین تحریم علیه اقتصاد ایران می‌باشد. به‌واسطه تحریم صادرات نفت ایران و همچنین تحریم تکنولوژی و تأمین مالی خارجی در پروژه‌های نفتی، میزان سرمایه‌گذاری در حوزه نفت کاهش پیدا می‌کند و با توجه به تولید مازاد بر نیاز نفت توسط ایران به‌دلیل محدودیت‌های صادراتی، میزان تولید نفت کاهش پیدا می‌کند. با توجه به نقش ایران در بازار جهانی نفت و چهره جدید سایر بازیگران بازار نفت بخصوص بازیگران متحول شده همچون آمریکا و نیز تعهدات بازیگران مهم همچون عربستان و روسیه به تأمین امنیت انرژی جهان و نیز رقابت برای تصاحب بازار جهانی نفت، شوک صادرات و تولید نفت ایران بر قیمت جهانی نفت تأثیر مثبت اما اندک داشته و بنابراین، شاخص قیمت نفت تولیدی توسط شرکت نفت ایران افزایش می‌یابد. افزایش شدت تحریم‌های اقتصادی در بخش نفت، منجر به افزایش نوسانات متغیرها در این بخش می‌شود. به همین دلیل تحریم‌های ضعیف، متوسط و سخت، به‌ترتیب منجر به

کاهش ۳، ۵ و ۸ درصدی در صادرات نفتی، کاهش ۳، ۵ و ۸ درصدی در تکنولوژی و کاهش ۱، ۳، ۲، ۲ و ۳، ۵ درصدی در سرمایه‌گذاری بخش نفت خواهد شد.

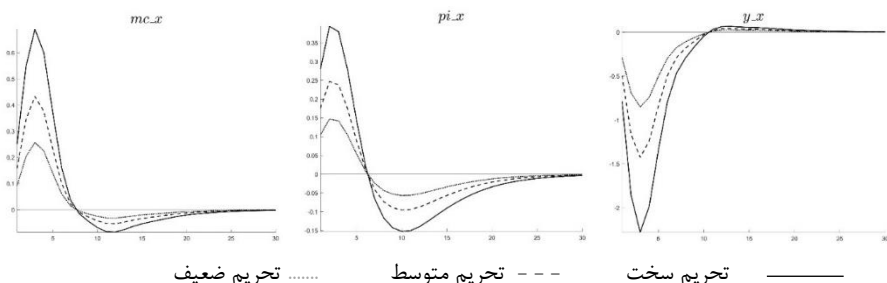


نمودار ۲: توابع واکنش آنی نسبت به انحراف معیار تحریم- اثر بر بانک مرکزی و نرخ ارز

Chart 2: Impulse response functions to sanctions standard deviation - effect on the central bank and exchange rate

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نتایج نمودار ۲، به دلیل نقش مهم منابع ارزی حاصل از صادرات نفت در ترازنامه بانک مرکزی و ذخایر خارجی بانک مرکزی که بر پایه پولی اثرگذار است، کاهش صادرات نفت، منجر به کاهش ۶، ۱۰ و ۱۶ درصدی ذخایر خارجی بانک مرکزی و همچنین ۳، ۵ و ۸ درصدی کاهش پایه پولی در تحریم‌های نرم، متوسط و سخت می‌شود. در شرایط تحریمی و با کاهش نسبت ذخایر خارجی بانک مرکزی به پایه پولی، تأکید بانک بر اتخاذ سیاست‌های احتیاطی در کنترل بازار ارز به صورت مدیریت شده افزایش پیدا می‌کند که در نهایت، این امر منجر به افزایش ۱، ۹، ۳ و ۵ درصدی رشد نرخ ارز اسمی و نیز افزایش نرخ ارز حقیقی خواهد شد.



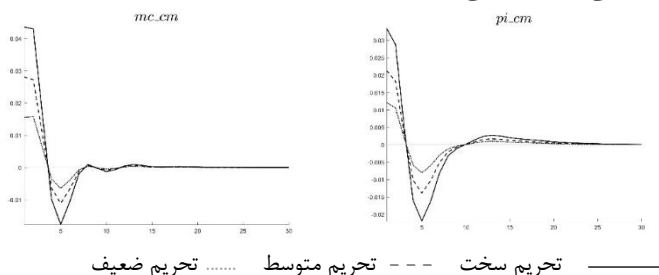
نمودار ۳: توابع واکنش نسبت به انحراف معیار تحریم- اثر بر بخش صادرات غیرنفتی

Chart 3: Reaction functions to the standard deviation of sanctions - impact on the non-oil export sector

مأخذ: یافته‌های تحقیق

در نمودار ۳، تحریم‌های مالی بین‌المللی از طریق محدود نمودن مبادلات مالی، افزایش ریسک مبادلات بین‌المللی و همچنین افزایش انواع اصطکاک‌های مالی و غیرمالی (مانند بیمه و حمل‌ونقل)

در حوزه تجارت خارجی، بر بخش صادرات غیرنفتی اثر منفی دارد. شوک تحریم مالی بین‌المللی در بخش صادرات غیرنفتی، هزینه‌های مبادله صادراتی را افزایش می‌دهد و در نتیجه، منجر به افزایش هزینه نهایی صادرات و افزایش ۱۰، ۱۸ و ۲۸ درصدی تورم قیمت کالاهای صادراتی غیرنفتی در اعمال تحریم‌های نرم، متوسط و سخت می‌شود و در نهایت، قدرت رقابت‌پذیری تولیدات داخلی در برابر تولیدات خارجی را کاهش می‌دهد.

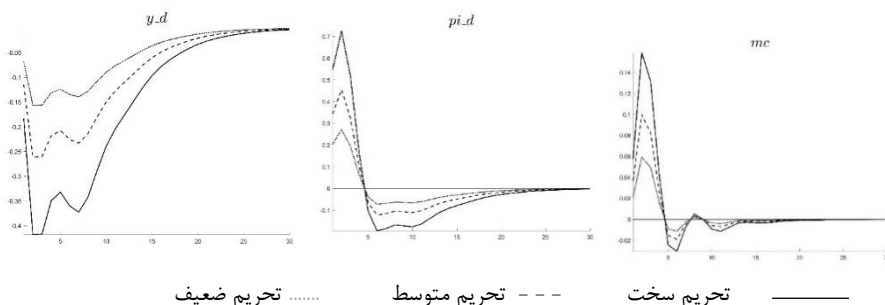


نمودار ۴: توابع واکنش نسبت به انحراف معیار تحریم- اثر بر بخش‌های وارداتی

Chart 4: Reaction functions to sanction deviation - Impact on import sectors

مأخذ: یافته‌های تحقیق

مطابق نمودار ۴، تحریم‌های مالی بین‌المللی، واردات کالاهای مصرفی، سرمایه‌ای و نهاده‌های تولیدی را نیز متأثر می‌نماید و با افزایش هزینه‌های مبادله، باعث افزایش ۱،۶، ۲،۸ و ۴،۴ درصدی هزینه نهایی واردات کالاهای مصرفی در اعمال تحریم‌های نرم، متوسط و سخت خواهد شد. هزینه نهایی نهاده‌های تولیدی وارداتی، بیش از سایر کالا از تحریم‌های مالی بین‌المللی اثر منفی می‌گیرد. افزایش هزینه‌های نهایی کالاهای وارداتی، منجر به افزایش ۱،۳، ۲،۲ و ۳،۴ درصدی نرخ تورم قیمت کالاهای وارداتی مصرفی در تحریم‌های نرم، متوسط و سخت شده و تورم در انواع کالاهای وارداتی و بالتبع کاهش مصرف کالاهای وارداتی و افزایش مصرف تولیدات داخلی را در پی دارد.

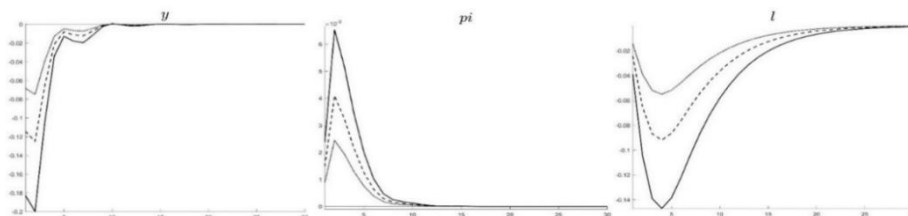


نمودار ۵: توابع واکنش آنی نسبت به انحراف معیار تحریم- اثر بر تولید داخلی

Chart 5: Impulse response functions to the standard deviation of sanctions - effect on domestic production

مأخذ: یافته‌های تحقیق

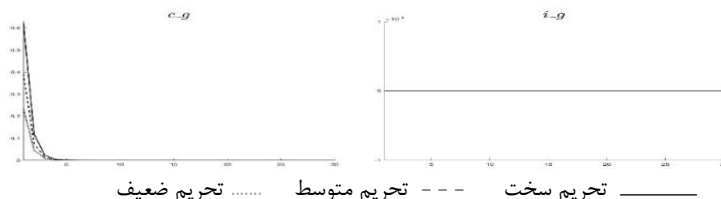
طبق نتایج نمودار ۵ شرایط تورمی اقتصاد ملی، منجر به افزایش ۲، ۳، ۹ و ۶ درصدی هزینه‌های تولید داخلی، افزایش قیمت محصولات تولیدی عرضه شده به بازارهای داخلی و کاهش میزان تقاضا و بالتبع تولید آن‌ها در تحریم‌های نرم، متوسط و سخت می‌شود. کاهش محصولات تولیدی عرضه شده به بازار داخلی به همراه کاهش میزان صادرات غیرنفتی، منجر به کاهش ۸، ۱۲ و ۲۰ درصدی میزان تولیدات داخلی در تحریم‌های نرم، متوسط و سخت و تعطیلی صنایع و بنگاه‌های تولیدی شده است.



تحریم سخت ——— تحریم متوسط - - - تحریم ضعیف

نمودار ۶: توابع واکنش آنی نسبت به انحراف معیار تحریم- اثر بر تولید و تورم و بیکاری
Chart 6: Impulse response functions to the standard deviation of sanctions - effect on output, inflation, and unemployment
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

در نمودار ۶ تحریم‌های اقتصادی در قالب تحریم‌های نفت و تحریم‌های مالی بین‌المللی در بُعد کلان اقتصاد، از سویی، منجر به کاهش تولیدات داخلی و همچنین کاهش صادرات غیرنفتی می‌شود که کاهش ۷، ۱۱ و ۱۸ درصدی تولید ناخالص داخلی را در تحریم‌های نرم، متوسط و سخت به دنبال دارد. از سوی دیگر، افزایش هزینه تولید داخلی و همچنین افزایش هزینه‌های وارداتی، باعث افزایش شاخص قیمت مصرفی خانوار و تورم می‌شود که این امر مؤید بروز رکود تورمی در اقتصاد ملی و اثرات جانبی آن شامل کاهش اشتغال خانوار می‌باشد. در شرایطی که از طرفی نرخ تورم افزایش پیدا کرده و نرخ تولید ناخالص داخلی کاهش داشته است.



نمودار ۷: توابع واکنش نسبت به انحراف معیار تحریم- اثر بر بودجه دولت
Chart 7: Reaction functions to sanction deviation - impact on government budget
 مأخذ: یافته‌های تحقیق

طبق نمودار ۷، کاهش صادرات نفتی به عنوان منبع مهم تأمین کننده بودجه دولت، منجر به کسری بودجه می‌شود که دولت برای جبران کسری بودجه، از میان فروش اوراق و افزایش بدهی به بانک مرکزی، به جمع‌آوری منابع ناشی از فروش اوراق روی می‌آورد و این اقدام دولت، بدهی دولت به بانک مرکزی را در شرایط تحریمی تغییر نخواهد داد. سیاست مالی دولت در شرایط تحریم، افزایش مخارج جاری و سعی در نگهداشتن مخارج عمرانی است تا به این وسیله، منجر به تعمیق رکود در اقتصاد ملی نشود. دولت در افزایش مخارج خود، به دلیل تورم در بخش واردات کالاهای مصرفی، بیشتر به سمت مصرف کالای تولید داخل روی می‌آورد و در بخش عمرانی نیز دولت تلاش می‌کند بودجه عمرانی خود در شرایط تحریمی را ثابت نگهداشته و به دلیل تورم در بخش واردات کالای سرمایه‌ای، رویکرد خود را به سمت مصرف کالاهای سرمایه‌ای داخلی به جای وارداتی سوق می‌دهد.

۶. خلاصه و نتیجه‌گیری

در این پژوهش، به تحلیل تأثیر تحریم‌های نفتی و مالی بین‌المللی بر اقتصاد ایران در قالب روش DSGE با رویکرد نفوکینزی پرداخته شده و پارامترهای الگو با بهره‌گیری از روش کالیبراسیون برآورد شده است. نتایج اعمال شوک‌های نفتی و مالی بین‌المللی، نشان می‌دهد که افزایش شدت تحریم‌ها، در بخش نفت، منجر به کاهش صادرات، کاهش سطح تکنولوژی و کاهش سرمایه‌گذاری و تأمین مالی بخش نفت می‌شود و در نتیجه، میزان تولید نفت کاهش پیدا می‌کند. کاهش صادرات نفت، نسبت ذخایر خارجی بانک مرکزی به پایه پولی را کاهش داده، منجر به افزایش نرخ ارز می‌شود. افزایش نرخ ارز به همراه تحریم‌های مالی بین‌المللی، هزینه‌های مبادله بخش‌های وارداتی را افزایش داده و از یک طرف، منجر به افزایش هزینه‌های نهایی تولید و کاهش تولید و از سوی دیگر، منجر به افزایش تورم کالاهای مصرفی وارداتی و افزایش تورم کالاهای مصرفی خانوار و دولت می‌شود. از طرفی، افزایش هزینه‌های صادراتی به واسطه تحریم‌های مالی بین‌المللی، افزایش قدرت رقابت‌پذیری صادرات غیرنفتی را خنثی کرده و باعث کاهش صادرات غیرنفتی می‌شود. کاهش تولیدات داخلی و صادرات غیرنفتی و کاهش تولید بخش نفت، منجر به کاهش تولید ناخالص داخلی به همراه تورم شده و شرایط رکود تورمی و افزایش بیکاری در اقتصاد ملی حاکم می‌شود.

بانک مرکزی نیز در اتخاذ سیاست‌های پولی خود، اولویت را به تورم داده و میزان رشد پایه پولی را کاهش می‌دهد. طبق نتایج مدل، بودجه دولت در اثر کاهش درآمدهای نفتی، دچار کسری می‌شود که طبق نتایج مدل، دولت کسری خود را با استفاده از اوراق و نه استقراض از بانک مرکزی، جبران می‌کند. سیاست‌های مالی دولت نیز در راستای کاهش رکود اقتصادی و حفظ رفاه عمومی، به سمت افزایش مصارف جاری با اولویت کالاهای مصرفی داخلی و حفظ مخارج عمرانی با اولویت کالاهای سرمایه‌ای داخلی سوق پیدا می‌کند.

نتایج این تحقیق، چند توصیه سیاستی مهم برای سیاستگذاران دارد. اول اینکه، کاهش سرمایه‌گذاری خانوار و روند استهلاک انباشت سرمایه، در بلندمدت حجم انباشت سرمایه که برای رشد و توسعه لازم است را به شدت کاهش می‌دهد که لازم است، سیاستگذاران درخصوص افزایش سرمایه‌گذاری خانوار برنامه‌ریزی کنند.

دوم، با توجه به آنکه اغلب میادین نفتی کشور در نیمه دوم عمر خود دچار افت فشار هستند، کاهش سرمایه‌گذاری خارجی و دولتی در صنایع نفت و گاز، مشکلات جدی برای تولید و بازدهی میادین نفتی ایجاد خواهند کرد که لازم است، سرمایه‌گذاری لازم با استفاده از ظرفیت‌های داخلی و شرکت‌های نفتی شرکای سیاسی ایران انجام گیرد.

سوم، با توجه به اینکه میزان مصرف داخلی از انرژی در خانوار و تولید تقریباً ثابت است، کاهش صادرات نفت منجر به کاهش تولید نفت می‌شود که سیاستگذاران می‌توانند با سرمایه‌گذاری بخصوص در پتروپالایشگاه‌ها، علاوه بر ارزش افزوده بالاتر نسبت به نفت خام و جلوگیری از بسته شدن چاه‌های نفت، تحریم‌های نفتی را راحت‌تر دور بزنند و با ایجاد تولید و اشتغال، تا حدودی جلوی رکود تورمی و بیکاری را بگیرند.

سپاسگزاری: در پایان، نویسندگان بر خود لازم می‌دانند که از سردبیر و داوران محترم مجله پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار) برای بهبود و ارتقاء متن مقاله، قدردانی نمایند. **تأییدیه‌های اخلاقی:** موردی وجود ندارد.

تعارض منافع: نویسندگان نبود تضاد منافع را اعلام می‌دارند.

سهام نویسندگان در مقاله: نویسنده اول (۵۰ درصد) و نویسنده دوم (۵۰ درصد)

منابع مالی / حمایت‌ها: وجود ندارد.

References

- Abbaszadeh, P., Maleki, A., Alipour, M., & Maman, Y. K. (2013). Iran's oil development scenarios by 2025. *Energy Policy*, 56, 612–622. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.01.026>
- Adolfson, M., Laséen, S., Lindé, J., & Villani, M. (2007). Bayesian estimation of an open economy DSGE model with incomplete pass-through. *Journal of International Economics*, 72(2), 481–511. <https://doi.org/10.1016/j.jinteco.2007.03.005>
- Aghazadeh, M. (2013). A historical overview of sanctions on Iran and Iran's nuclear program. *Journal of Academic Studies*, 14(56), 137–159.
- Ahmadi, A. (2018). The impact of economic sanctions and the JCPOA on energy sector of Iran. *Global Trade & Customs Journal*, 13(5), 198–223. <https://doi.org/10.54648/GTCJ2018023>
- Allegret, J. P., & Benkhodja, M. T. (2015). External shocks and monetary policy in an oil-exporting economy (Algeria). *Journal of Policy Modeling*, 37(4), 652–667.
- An, S., & Kang, H. (2011). Oil shocks in a DSGE model for the Korean economy. In *Commodity Prices and Markets*, East Asia Seminar on Economics (Vol. 20, pp. 295–321). University of Chicago Press. <https://www.nber.org/chapters/c11883>
- Babak, A. (2013). Threat of sanctions and management of resistance economy in Iran. *American Journal of Scientific Research*, 86, 111–116.
- Bahrami, J., Aghayan, B. S., & Jahangard, E. (2019). Inflation behavior of tradable and non-tradable dynamic stochastic general equilibrium (DSGE) approach. *Economic Modelling*, 12(43), 25–50.
- Balke, N. S., & Brown, S. P. (2018). Oil supply shocks and the US economy: An estimated DSGE model. *Energy Policy*, 116, 357–372.
- Barkindo, M. S., & Al-Qahtani, A. S. (2019). *OPEC Annual Statistical Bulletin*. OPEC, Vienna, Austria.
- Bollino, C. A., Efir, B., Hasanov, F., & Hatipoğlu, E. (2019). *Iran Sanctions: Implications for the Oil Market* (Research Report No. KS-2019-II01). KAPSARC Center. <https://www.kapsarc.org/research/publications>
- Calvo, G. A. (1983). Staggered prices in a utility-maximizing framework. *Journal of Monetary Economics*, 12(3), 983–998. [https://doi.org/10.1016/0304-3932\(83\)90067-3](https://doi.org/10.1016/0304-3932(83)90067-3)
- Central Bank of Iran. (n.d.). *Time series information database*. Retrieved from <https://www.tsd.cbi.ir/>
- Clinton, B. (1997). *Developments Concerning the National Emergency with Respect to Iran*. U.S. Government Printing Office.
- Congress of the United States of America. (2012). *An Act to Strengthen Iran Sanctions Laws* (H.R.1905). https://www.treasury.gov/resourcecenter/sanctions/Documents/hr_1905_pl_112_158.pdf

- Devarajan, S., & Mottaghi, L. (2015). *Economic Implications of Lifting Sanctions on Iran* (Report No. 98389). The World Bank.
- Dib, A. (2003). An estimated Canadian DSGE model with nominal and real rigidities. *Canadian Journal of Economics*, 36(4), 949–972.
<https://doi.org/10.1111/j.0008-4085.2003.00198.x>
- Dixit, A. K., & Stiglitz, J. E. (1977). Monopolistic competition and optimum product diversity. *American Economic Review*, 67(3), 297–308.
<https://doi.org/10.2307/1807222>
- Dizaji, S. F., & Van Bergeijk, P. A. G. (2013). Potential early phase success and ultimate failure of economic sanctions: A VAR approach with an application to Iran. *Journal of Peace Research*, 50(6), 721–736.
<https://doi.org/10.1177/0022343313485487>
- Dizaji, S.F., & Farzanegan, M.R. (2019). Do sanctions constrain military spending of Iran?. *Defence Peace Econ.*, 1-26.
<https://doi.org/10.1080/10242694.2019.1622059>
- Drezner, D. W. (2024). Global economic sanctions. *Annual Review of Political Science*, 27
<https://doi.org/10.1146/annurev-polisci-041322-032240>
- Dubowitz, M. (2015). *Implications of a Nuclear Agreement with Iran. Hearing before the House Committee on Foreign Affairs*. Foundation for Defense of Democracies. https://s3.useast2.amazonaws.com/defenddemocracy/uploads/documents/Dubowitz_Testimony_HFAC_Implications_of_a_Nuclear_Agreement.pdf
- Esfandiary, D., & Fitzpatrick, M. (2011). Sanctions on Iran: Defining and enabling 'success'. *Survival*, 53(5), 143–156.
<https://doi.org/10.1080/00396338.2011.621639>
- Esmailipour, M. E., Shirinbakhsh, M. S., & Ebrahimi, I. (2017). The effect of external shocks on Iran's oil economy: A DSGE-BVAR approach. *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 4(2), 49–78.
- Estelami, H. (1999). A study of Iran's responses to US economic sanctions. *Middle East Review of International Affairs*, 3(3), 52.
- Eyler, R. (2007). *Economic sanctions: International policy and political economy at work*. Springer.
<https://doi.org/10.1057/9780230610002>
- Faraji, M., & Afshari, Z. (2014). Oil price shocks and economic fluctuations in Iran as a small open oil exporting economy. *Journal of Money and Economy*, 9(2), 87–117.
- Farzanegan, M. R. (2013). Effects of international financial and energy sanctions on Iran's informal economy. *SAIS Review of International Affairs*, 33(1), 13–36.
- Farzanegan, M. R., & Batmanghelidj, E. (2024). Understanding economic sanctions on Iran: A survey. *The Economists' Voice*, 20(2), 197–226.
<https://doi.org/10.1515/ev-2023-0014>
- Fayazmanesh, S. (2003). The politics of the US economic sanctions against Iran. *Review of Radical Political Economics*, 35(3), 221–240.

- Fayazmanesh, S. (2008). *The United States and Iran: Sanctions, wars and the policy of dual containment*. Routledge.
- Fiedler, R. (2013). Hard power dismisses soft power—the United States' relations with the Iranian Islamic Republic in the shadow of the nuclear program. *Przegląd Politologiczny*, 3, 27–38.
- Garshasbi, A., & Yusefi, M. (2016). Assessment of international sanctions on Iranian macroeconomic variables. *Journal of Economic Modeling Research*, 7(25), 129–182.
<https://doi.org/10.18869/acadpub.jemr.7.25.129>
- Ghomi, M. (2022). Who is afraid of sanctions? The macroeconomic and distributional effects of the sanctions against Iran. *Economics & Politics*, 34(3), 395–428.
- Ghorbani Dastgerdi, H., Yusof, Z. B., & Shahbaz, M. (2018). Nexus between economic sanctions and inflation: A case study in Iran. *Applied Economics*, 50(49), 5316–5334.
<https://doi.org/10.1080/00036846.2018.1488064>
- Giumelli, F. (2011). *Coercing, constraining and signalling: Explaining UN and EU sanctions after the Cold War*. ECPR Press.
- Habibi, N. (2008). The Iranian economy in the shadow of economic sanctions. *Middle East Brief*, 31(7), 1–8.
- Hou, K., Mountain, D. C., & Wu, T. (2016). Oil price shocks and their transmission mechanism in an oil-exporting economy: A VAR analysis informed by a DSGE model. *Journal of International Money and Finance*, 68, 21–49.
- Hufbauer, G. C., Elliott, K. A., Cyrus, T., & Winston, E. (1997). *US economic sanctions: Their impact on trade, jobs, and wages* (Working Paper Special 2). Peterson Institute for International Economics.
- Hufbauer, G. C., Schott, J. J., Elliott, K. A., & Oegg, B. (2007). *Economic sanctions reconsidered* (3rd ed.). Peterson Institute for International Economics.
- Katzman, K. (2009). *Iran Sanctions Act (ISA)* (CRS Report No. ADA501361). Congressional Research Service.
<https://apps.dtic.mil/sti/citations/ADA501361>
- Katzman, K. (2014). *Easing US sanctions on Iran* (Atlantic Council Iran Task Force Paper, No. 5). South Asia Center.
https://www.files.ethz.ch/isn/181100/Easing_US_Sanctions_on_Iran.pdf
- Katzman, K. (2016). *Iran sanctions* (CRS Report No. RS20871). Congressional Research Service.
<https://www.crs.gov>
- Katzman, K. (2019). *Iran sanctions* (CRS Report No. RS20871). Congressional Research Service.
<https://www.crs.gov>
- Kazerooni, A., Asgharpour, H., & Khezri, A. (2016). The impact of economic sanctions on composition of major trade partners of Iran (1992–2013). *Iranian Journal of Trade Studies*, 79, 1–34. [In Persian]

- Kerr, P. K., & Katzman, K. (2018). *Iran nuclear agreement and U.S. exit* (CRS Report No. R43333). Congressional Research Service. <https://crsreports.congress.gov/product/pdf/R/R43333>
- 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. <https://doi.org/10.22034/eco.j.2022.49612.2990>
- Khosravi, M., & Mehrabi Boshrahadi, H. (2020). Agricultural economic dynamics in a Bayesian DSGE model for Iran. *Iranian Economic Review*, 24(1), 267–297. [In Persian]
- 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/eco.j.2022.49612.2990. [In Persian]
- Khodadadi, F. and samsami, H. (2025). Macroeconomic Effects of Exchange Rate Shock under Fractional and Full Reserve Banking A DSGE Approach. *Economic Research and Perspectives*, 25(2), 171–210. doi: 10.48311/ecor.2025.13660. [In Persian]
- Khodadadi F. (2025). Evaluating the Effect of Monetary Policymaker on the Stability of Iran's economy: A DSGE Approach. *JEPR*. 29(4), 95–130. URL: <http://eprj.ir/article-1-2300-fa.html>. [In Persian]
- Le, V. P. M., Meenagh, D., Minford, P., & Wickens, M. (2011). How much nominal rigidity is there in the US economy? Testing a New Keynesian DSGE Model using indirect inference. *Journal of Economic Dynamics and Control*, 35(12), 2078–2104. <https://doi.org/10.1016/j.jedc.2011.08.009>
- Lias, S. (2010). *Iran's economic conditions: US policy issues*. DIANE Publishing.
- Lopez, G. A., & Cortright, D. (1995). The sanctions era: An alternative to military intervention. *Fletcher Forum of World Affairs*, 19, 65–85.
- Madanizadeh, S. A., & Ebrahimian, M. (2018). Design and calibration of basic dynamic general equilibrium model for Iranian economy. *Economic Policy and Research Quarterly*, 25(84), 7–42. [In Persian]
- Manzoor, D., & Mostafapour, M. (2013). Reviewing unfair sanctions: Features, objectives and fulfilled measures. *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies*, 1(2), 21–42. [In Persian]
- Manzoor, D., & Taghipour, A. (2016). A dynamic stochastic general equilibrium model for an oil exporting and small open economy: The case of Iran. *Journal of Economic Research and Policies*, 23(75), 7–44. [In Persian]
- Medina, J. P., & Soto, C. (2007). *Copper price, fiscal policy and business cycle in Chile* (Working Papers No. 458). Central Bank of Chile. https://www.researchgate.net/profile/Claudio_Soto2/publication/28208383_Copper_Price_Fiscal_Policy_and_Business_Cycle_in_Chile/links/02e7e52386d4f96651000000.pdf
- Meyer, K. E., Fang, T., Panibratov, A. Y., Peng, M. W., & Gaur, A. (2023). International business under sanctions. *Journal of World Business*, 58(2), 101426. <https://doi.org/10.1016/j.jwb.2023.101426>

- Monacelli, T. (2005). Monetary policy in a low pass-through environment. *Journal of Money, Credit and Banking*, 37(6), 1047–1066.
<https://doi.org/10.1353/mcb.2006.0007>
- Nakhli, S. R., Rafat, M., Bakhshi Dastjerdi, R., & Rafei, M. (2020). A DSGE analysis of the effects of economic sanctions: Evidence from the central bank of Iran. *Iranian Journal of Economic Studies*, 9(1), 35–70.
- Nakhli, S. R., Rafat, M., Dastjerdi, R. B., & Rafei, M. (2021). Oil sanctions and their transmission channels in the Iranian economy: A DSGE model. *Resources Policy*, 70, 101963.
<https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2021.101963>
- National Iranian Oil Products Distribution Company. (n.d.). *Consumption of oil products statistics*. Retrieved from.
<https://niopdc.ir> [In Persian]
- Nematollahi, S., & Garshasbi, A. (2014). The study of non-oil export diversification in the status of the international sanction during the period of 2004–2012. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*, 4, 73–93. [In Persian]
- Nephew, R. (2017). *The art of sanctions: A view from the field*. Columbia University Press.
- Nephew, R. M. (2015). *Implications of new oil sanctions on Iran*. Center on Global Energy Policy, Columbia University.
<https://academiccommons.columbia.edu/doi/10.7916/D8C53NWT>
- Nossal, K. R. (1989). International sanctions as international punishment. *International Organization*, 43(2), 301–322.
- Obama, B. (2011). Executive Order 13590 of November 20, 2011: Authorizing the imposition of certain sanctions with respect to the provision of goods, services, technology, or support for Iran's energy and petrochemical sectors. *Federal Register*, 76(226), 72609–72611.
<https://www.hsdl.org>
- Obama, B. (2012). Executive Order 13622 of July 30, 2012: Authorizing additional sanctions with respect to Iran. *Federal Register*, 77(148), 45897–45899.
<https://www.hsdl.org>
- Orakhelashvili, A. (2004). Oil platforms (Islamic Republic of Iran v United States of America), merits, judgment of 6 November 2003. *International and Comparative Law Quarterly*, 53(3), 753–761.
- Özdamar, Ö., & Shahin, E. (2021). Consequences of economic sanctions: The state of the art and paths forward. *International Studies Review*, 23(4), 1646–1671.
<https://doi.org/10.1093/isr/viab089>
- Rahmani, T., & Fallahi, S. (2019). The role of financial frictions in Iran's business cycles: A DSGE approach. *Iranian Economic Review*, 23(2), 341–372. [In Persian]
- Rahmati, M. H., Karimi Rad, A., & Madanizadeh, S. A. (2016). The impact of international sanctions on Iran's economy 1391–1392. *Tahghighate Eghtesadi*, 51(3), 569–594. [In Persian]
- Rennack, D. E. (2018). Iran: US economic sanctions and the authority to lift restrictions (updated). *Current Politics and Economics of the Middle East*, 9(1), 19–82.

- Rezaei, F. (2017). The Rouhani presidency: The road to rollback. In *Iran's nuclear program* (pp. 197–243). Palgrave Macmillan.
<https://doi.org/10.1007/978-3-319-44120-7>
- Rotemberg, J. J. (1982). Monopolistic price adjustment and aggregate output. *Review of Economic Studies*, 49(4), 517–531.
<https://doi.org/10.2307/2297284>
- Sadeghi, A., & Tayebi, S. K. (2018). Effects of international sanctions and other determinants on Iran's inflation rate (1981-2014). *Iranian Economic Research*, 23(74), 33–57. [In Persian]
- Sajadpour, S. K., & Vakili, F. (2015). International sanctions regime: Foundations, decision-making processes, executive institutions, and performance measurement. *Foreign Relations*, 1(7), 39–64. [In Persian]
- Sameti, M., & Gaafary, G. H. (2018). Fiscal disequilibrium and high inflation rate in Iran. *Iranian Economic Research*, 7(24), 95–116. [In Persian]
- Samimi, A. J., & Jamshidbaygi, S. (2011). Budget deficit and inflation: A sensitivity analysis to inflation and money supply in Iran. *Middle East Journal of Scientific Research*, 8(1), 257–260. [In Persian]
- Samore, G. (2015). *Sanctions against Iran: A guide to targets, terms, and timetables*. Belfer Center for Science and International Affairs, Harvard Kennedy School. <https://www.belfercenter.org/publication/sanctions-against-iran-guide-targets-terms-and-timetables>
- Schott, J. J. (2006). *Economic sanctions, oil, and Iran*. Peterson Institute for International Economics.
- Statistical Center of Iran. (n.d.). *Data and statistical information*. Retrieved from <https://www.amar.org.ir/>
- Singh, S. (2012). *WTO compatibility of United States secondary sanctions relating to petroleum transactions with Iran*. Neu Delhi.
- Speller, I. (2003). A splutter of musketry? The British military response to the Anglo-Iranian oil dispute, 1951. *Contemporary British History*, 17(1), 39–66.
- Tavakolian, H., & Ghiaie, H. (2019). *Optimal inflation targeting in a dual-exchange rate oil economy* (No. 2019-09). THEMA (Théorie Économique, Modélisation et Applications), Université de Cergy-Pontoise.
- Tayebi, S. K., & Sadeghi, A. (2017). The impacts of international sanctions and other factors affecting exchange rate in Iran. *Tahghighate Eghtesadi*, 52(3), 641–661. [In Persian]
- Torbat, A. E. (2005). Impacts of the US trade and financial sanctions on Iran. *The World Economy*, 28(3), 407–434.
- Trump, D. (2018). Executive Order 13846 of August 6, 2018: Reimposing certain sanctions with respect to Iran. *Federal Register*, 83(152), 38939–38947.
<https://www.hsdl.org>
- World Bank. (n.d.). *Fuel exports (% of merchandise exports)*. Retrieved from <https://data.worldbank.org/indicator/TX.VAL.FUEL.ZS.UN>