

# Investigating the Impact of Economic Sanctions Shocks on Added Value and Investment in Iran's Mining Sector (RDCGE Model Approach)

Soheil Pourhaji Hoseini<sup>1</sup>, Mohammad Taher Ahmadi Shadmehri<sup>2\*</sup>, Mohammad Hosein Mahdavi Adeli<sup>3</sup>, Narges SalehNia<sup>4</sup>

<sup>1</sup> Ph. Student in Professor of Economics, Faculty of Administrative and Economic Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [pourhaji\\_s@yahoo.com](mailto:pourhaji_s@yahoo.com), ORCID: 0009-0001-0603-0791

<sup>2</sup> Associate Professor of Economics, Faculty of Administrative and Economic Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [shadmehri@um.ac.ir](mailto:shadmehri@um.ac.ir), ORCID: 0000-0003-2860-2866

<sup>3</sup> Associate Professor of Economics, Faculty of Administrative and Economic Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [mh-mahdavi@um.ac.ir](mailto:mh-mahdavi@um.ac.ir), ORCID: 0000-0001-6696-9605

<sup>4</sup> Associate Professor of Economics, Faculty of Administrative and Economic Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [n.salehnia@um.ac.ir](mailto:n.salehnia@um.ac.ir), ORCID: 0000-0002-7505-5335

## Abstract

The necessity of need to reduce dependence on foreign currency income from oil and move towards providing a significant part of the required currency through non-oil exports is felt more. In this regard, paying attention to the mining sector due to its rich and underground reservoirs is a suitable solution to solve this problem. However, the further development of the mining sector in order to achieve economic goals is affected by economic sanctions. Undoubtedly, examining the manner and mechanism of impact of shocks caused by economic sanctions on the country's mining sector can help the officials and economic planners of the country to better face and reduce their negative economic consequences, including reduction in production and added value, reduction in employment, reduction in investment, etc., in the mining sector. Therefore, in this study, for the first time, the effects of shocks caused by economic sanctions (1. the shock of the increase in the exchange rate, 2. the shock of the decrease in the import of raw materials, capital and intermediate goods, 3. the shock of the decrease in crude oil export income and 4. The shock of non-oil export reduction) on Iran's mining sector. For this purpose, the required data was collected from the social accounting matrix and the Recursive Dynamic Computable Equilibrium (RDCGE) model was used to analyze the data. The results showed that among the shocks caused by economic sanctions, in order: the shock caused by the increase in the exchange rate, the shock caused by the decrease in the import of raw materials, capital and intermediate goods, the shock caused by the decrease in crude oil export income and the shock caused by the reduction of non-oil exports have the greatest impact on the added value and investment of Iran's mining sector.

**Keywords:** Mining sector, economic sanctions, added value, investment, recursive dynamic computable equilibrium (RDCGE) model.

**JEL Classification:** C68, F51, L72.

## Extended Abstract

### 1. Introduction

The sector of mining and mineral industries is one of the important areas of the country's economy, which includes the value chain of mineral and metal products from mineral discoveries to the production of products with high added value. According to the official statistics of the Iranian Statistics Center, the share of the mining sector is less than one percent of the country's economy, but estimates show that considering the entire chain of mining industries (including the production chains of products with high metal and mineral added value such as: steel, copper, aluminum and other areas) the share of this sector of the economy will reach about 20 percent. Also, in recent years, Iran's mining and mineral industries sector has accounted for an average of 25% (\$9 billion) of the country's non-oil export value, of which 80% is related to steel and copper value chains. The field of mines and mineral industries needs to import raw materials, consumables, equipment and machinery and spare parts from other countries in some items worth 4 billion dollars annually. Undoubtedly, due to the importance of the mining sector in the economy of the country, conducting comprehensive studies has undeniable importance in order to reduce the negative effects of economic sanctions and as a result reduce the subsequent effects such as the decrease in national production, increase in inflation, decrease in the level of employment and public welfare. In addition, the need to reduce dependence on foreign currency income from oil and move towards providing a significant part of the required currency through non-oil exports is felt more.

---

\* Corresponding author: Mohammad Taher Ahmadi Shadmehri

Postal Address: Faculty of Administrative and Economic Sciences, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran. E-mail: [shadmehri@um.ac.ir](mailto:shadmehri@um.ac.ir)

In this regard, paying attention to the mining sector due to its rich and underground reservoirs is a suitable solution to solve this problem. However, the further development of the mining sector in order to achieve economic goals is affected by economic sanctions. Undoubtedly, examining the manner and mechanism of impact of shocks caused by economic sanctions on the country's mining sector can help the officials and economic planners of the country to better face and reduce their negative economic consequences, including reduction in production and added value, reduction in employment, reduction in investment, etc., in the mining sector.

## **2. Methods**

In this study, for the first time, the effects of shocks caused by economic sanctions (1. the shock of the increase in the exchange rate, 2. the shock of the decrease in the import of raw materials, capital and intermediate goods, 3. the shock of the decrease in crude oil export income and 4. The shock of non-oil export reduction) on Iran's mining sector. For this purpose, the required data was collected from the social accounting matrix and the Recursive Dynamic Computable Equilibrium (RDCGE) model was used to analyze the data.

## **3. Results**

The results showed that among the shocks caused by economic sanctions, in order: the shock caused by the increase in the exchange rate, the shock caused by the decrease in the import of raw materials, capital and intermediate goods, the shock caused by the decrease in crude oil export income and the shock caused by the reduction of non-oil exports have the greatest impact on the added value and investment of Iran's mining sector.

## **4. Conclusion**

Since the results of the research showed that economic sanctions have a negative effect on the added value of the country's mining sector, it is suggested to refrain from suppressing the price of mineral raw materials. Because suppressing the price of mineral raw materials, especially the steel chain, has reduced the attractiveness of mining activities, and instead of investing in exploration, large mining companies have moved to develop the value chain and become steel manufacturers. This will face the country in the coming years with the challenge of providing minerals needed for the steel chain, and according to the forecasts made, if the goals of the Horizon 2025 vision are fulfilled, based on the iron ore reserves available in the country, only 15 to 20 years after the horizon, it will be possible to supply steel chain iron ore from within the country. Since the results of the research showed that economic sanctions have a negative effect on the investment in the country's mining sector, it is suggested to use the capacity of the countries trading with Iran, especially the countries in the region, for investment opportunities and many commercial uses in the field of mines and mineral industries. Among the necessary measures to strengthen economic diplomacy are: permanent deployment of expert teams and expert economic consultants in the countries of the region, establishment of diplomatic relations and precise identification and announcement of the capacities of joint economic and commercial cooperation, financial and diplomatic support from holding international exhibitions to introduce and brand the capacities of mines, mineral industries and the technical-engineering capabilities of Iranian companies, identifying the existing capacities for clearing goods, canceling visas or issuing long-term business visas, joint investment for the development of the value chain and the mutual use of each other's advantages, the creation of joint financial channels, etc.

**Funding:** There is no funding support.

**Conflict of Interest Authors:** The authors declare no conflict of interest.

**Authors' Contribution:** Authors approved the content of the manuscript and agreed on all aspects of the work.

**Acknowledgments:** The authors express their gratitude to the journal officials and referees.

# بررسی تأثیر شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی بر ارزش افزوده و سرمایه‌گذاری بخش معدن در ایران (رهیافت مدل RDCGE)

سهیل پورحاجی حسینی<sup>۱</sup>، محمد طاهر احمدی شادمهری<sup>۲\*</sup>، محمدحسین مهدوی عادل<sup>۳</sup> و نرگس صالح‌نیا<sup>۴</sup>

<sup>۱</sup> دانشجوی دکتری اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ایمیل: [pourhaji\\_s@yahoo.com](mailto:pourhaji_s@yahoo.com) شناسه ارکید: 0009-0001-0603-0791

<sup>۲</sup> دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ایمیل: [shadmhri@um.ac.ir](mailto:shadmhri@um.ac.ir) شناسه ارکید: 0000-0003-2860-2866 \* نویسنده مسئول.

<sup>۳</sup> استا گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ایمیل: [mh-mahdavi@um.ac.ir](mailto:mh-mahdavi@um.ac.ir) شناسه ارکید: 0000-0001-6696-9605

<sup>۴</sup> دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران. ایمیل: [n.salehnia@um.ac.ir](mailto:n.salehnia@um.ac.ir) شناسه ارکید: 0000-0002-7505-5335

## چکیده

لزوم کاهش وابستگی به درآمدهای ارزی حاصل از نفت و حرکت به سمت تأمین بخش قابل ملاحظه‌ای از ارزش مورد نیاز از طریق صادرات غیر نفتی روز به روز بیشتر احساس می‌شود. در این راستا توجه به بخش معدن به علت مخازن غنی و زیرزمینی، راهکار مناسبی برای رفع این مشکل می‌باشد. ولی، توسعه بیشتر بخش معدن به منظور تحقق اهداف اقتصادی، متأثر از تحریم‌های اقتصادی می‌باشد. بی‌تردید، بررسی نحوه و مکانیسم اثرگذاری شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی بر بخش معدن کشور، می‌تواند مسئولان و برنامه‌ریزان اقتصادی کشور را در مواجهه و رویارویی بهتر و کاستن از پیامدهای منفی اقتصادی آن‌ها از جمله کاهش تولید و ارزش افزوده، کاهش اشتغال و کاهش سرمایه‌گذاری در بخش معدن یاری رساند. از این‌رو، در این مطالعه برای نخستین بار به بررسی اثرات شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی (۱) شوک افزایش نرخ ارز، ۲) شوک کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، ۳) شوک کاهش درآمد صادرات نفت خام و ۴) شوک کاهش صادرات غیرنفتی) بر بخش معدن ایران پرداخته شد. برای این منظور داده‌های مورد نیاز از ماتریس حسابداری اجتماعی گردآوری شده و جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل تعادل محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) استفاده شد. نتایج نشان داد که در میان شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی به ترتیب: شوک ناشی از افزایش نرخ ارز، شوک ناشی از کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، شوک ناشی از کاهش درآمد صادرات نفت خام و شوک ناشی از کاهش صادرات غیرنفتی از بیشترین تأثیر بر ارزش افزوده و سرمایه‌گذاری بخش معدن ایران برخوردار می‌باشند.

**کلید واژه‌ها:** بخش معدن، تحریم‌های اقتصادی، ارزش افزوده، سرمایه‌گذاری، مدل تعادل محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE).

طبقه‌بندی JEL: C68, F51, L72

## ۱- مقدمه

در طول دهه‌های گذشته، تحریم‌های اقتصادی متعددی توسط آمریکا، اتحادیه اروپا و شورای امنیت سازمان ملل بر ایران اعمال شده است. این تحریم‌ها آثار مختلفی بر بنگاه‌ها، صنایع و بخش‌های اقتصادی و به طور کلی بر اقتصاد ایران داشته است. البته، ممکن است اقتصاد کشور در برخی موارد توانسته باشد با اتکا به توانایی‌های داخلی و تغییر شرکای اصلی تجاری با تحریم‌ها مقابله نماید و آثار آن‌ها را کاهش داده باشد. ولی به طور مسلم تحریم‌ها آثار منفی مهمی بر عملکرد اقتصاد ملی داشته که ارزیابی جنبه‌های مختلف این آثار بر اقتصاد کشور مستلزم مطالعات مختلفی است (کازرونی و همکاران، ۱۳۹۷). از طرف دیگر، اکثر تحقیقات انجام شده در حوزه تحریم، تنها یک بخش اقتصادی یا مالی را مدنظر قرار داده و این اثرات تحریم‌ها به صورت جامع و همزمان مورد مطالعه قرار نگرفته است. بطوری‌که، در اکثر مطالعات پیشین برای در نظر گرفتن اثرات تحریم، تنها از یک متغیر دامی یا مجازی استفاده می‌شده است (نقیبی و واحدی، ۱۳۹۷). بطور کلی تحریم‌ها از سه طریق بر اقتصاد ایران اثر گذاشته است:

۱. تحریم نفتی: بطوری‌که به کاهش شدید صادرات نفت و درآمدهای نفتی منجر شد.

۲. ممنوعیت تجارت: بطوری که بسیاری از کالاهای سرمایه ای و نهایی در لیست تحریم ها قرار گرفته و تبادلات بانکی بسیار دشوار شده است.

۳. افزایش شدید نرخ ارز: بطوری که قیمت کالاهای وارداتی مواد سرمایه ای و واسطه ای وارداتی برای بنگاه ها و قیمت کالاهای وارداتی مصرف خانوارها را افزایش داده است (مهرگان و کردبچه، ۱۳۹۶).

از طرف دیگر، بخش معدن و صنایع معدنی یکی از حوزه های مهم اقتصاد کشور است که زنجیره ارزش محصولات معدنی و فلزی از حلقه اکتشافات معدنی تا تولید محصولات با ارزش افزوده بالا را در برمی گیرد. براساس آمارهای رسمی مرکز آمار ایران، سهم بخش معدن کمتر از یک درصد از اقتصاد کشور است، اما برآوردها نشان می دهد که با در نظر گرفتن کل زنجیره صنایع معدنی (اعم از زنجیره های تولید محصولات با ارزش افزوده بالای فلزی و معدنی مانند: فولاد، مس، آلومینیم و سایر حوزه ها) سهم این بخش از اقتصاد به حدود ۲۰ درصد خواهد رسید. همچنین، بخش معدن و صنایع معدنی ایران در سال های اخیر به طور متوسط ۲۵ درصد (۹ میلیارد دلار) از ارزش صادرات غیرنفتی کشور را به خود اختصاص داده است که ۸۰ درصد از این سهم مربوط به زنجیره های ارزش فولاد و مس است. حوزه معادن و صنایع معدنی در برخی اقلام نیازمند واردات مواد اولیه، مصرفی، تجهیزات و ماشین آلات و قطعات یدکی از سایر کشورهاست. میزان واردات اقلام مرتبط با این حوزه به طور متوسط سالانه ۴ میلیارد دلار است که شامل انواع الکتروادهای گرافیتی، پترولیوم کک، پودر آلومینا، برخی فرآلیاژها و مواد نسوز، مواد شیمیایی مورد نیاز برای فراوری مواد معدنی، ماشین آلات سنگین معدنی، دستگاه های حفاری اکتشافی، فولادها و محصولات فولادی آلیاژی و با ارزش افزوده بالا، تجهیزات ایمنی معادن، تجهیزات و ماشین آلات استخراج معادن زیرزمینی و ... است (بهداری و بهره مند، ۱۴۰۰). بی تردید، با توجه به اهمیت بخش معدن در اقتصاد کشور انجام مطالعاتی جامع، از اهمیت انکارناپذیری به منظور کاهش اثرات منفی تحریم های اقتصادی و در نتیجه کاهش اثرات متعاقب آن از جمله کاهش تولید ملی، افزایش تورم، کاهش سطح اشتغال و رفاه عمومی برخوردار می باشد. علاوه بر این، لزوم کاهش درآمدهای ارزی حاصل از نفت و حرکت به سمت تأمین بخش قابل ملاحظه ای از ارز مورد نیاز از طریق صادرات غیر نفتی روز به روز بیشتر احساس می شود. در این راستا توجه به بخش معدن به علت مخازن غنی و زیرزمینی، راهکار مناسبی برای رفع این مشکل می باشد. ولی، توسعه بیشتر بخش معدن به منظور تحقق اهداف اقتصادی، متأثر از تحریم های اقتصادی می باشد. بی تردید، بررسی نحوه و مکانیسم اثرگذاری شوک های ناشی از تحریم های اقتصادی بر بخش معدن کشور، می تواند مسئولان و برنامه ریزان اقتصادی کشور را در مواجهه و رویارویی بهتر و کاستن از پیامدهای منفی اقتصادی آن ها از جمله کاهش تولید و ارزش افزوده، کاهش اشتغال، کاهش سرمایه گذاری و ... در بخش معدن یاری رساند. از این رو، در این مطالعه برای نخستین بار به بررسی اثرات شوک های ناشی از تحریم های اقتصادی (۱. شوک افزایش نرخ ارز، ۲. شوک کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه ای و واسطه ای، ۳. شوک کاهش درآمد صادرات نفت خام و ۴. شوک کاهش صادرات غیرنفتی) بر بخش معدن ایران (ارزش افزوده و سرمایه گذاری) با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)<sup>۱</sup> بررسی می شود. برای این منظور در بخش دوم مقاله، مبانی نظری و پیشینه تحقیق، در بخش سوم، روش تحقیق، در بخش چهارم، نتایج و بحث و سرانجام در بخش پنجم، جمع بندی و پیشنهادات ارائه می شود.

## ۲- مبانی نظری و پیشینه تحقیق

### ۲-۱- کانال های اثرگذاری تحریم های اقتصادی بر بخش های مولد اقتصاد

بطور کلی کانال های اثرگذاری تحریم های اقتصادی بر بخش های مولد اقتصاد کشور را می توان در دو دسته اصلی زیر طبقه بندی کرد:

الف) اثرات مستقیم

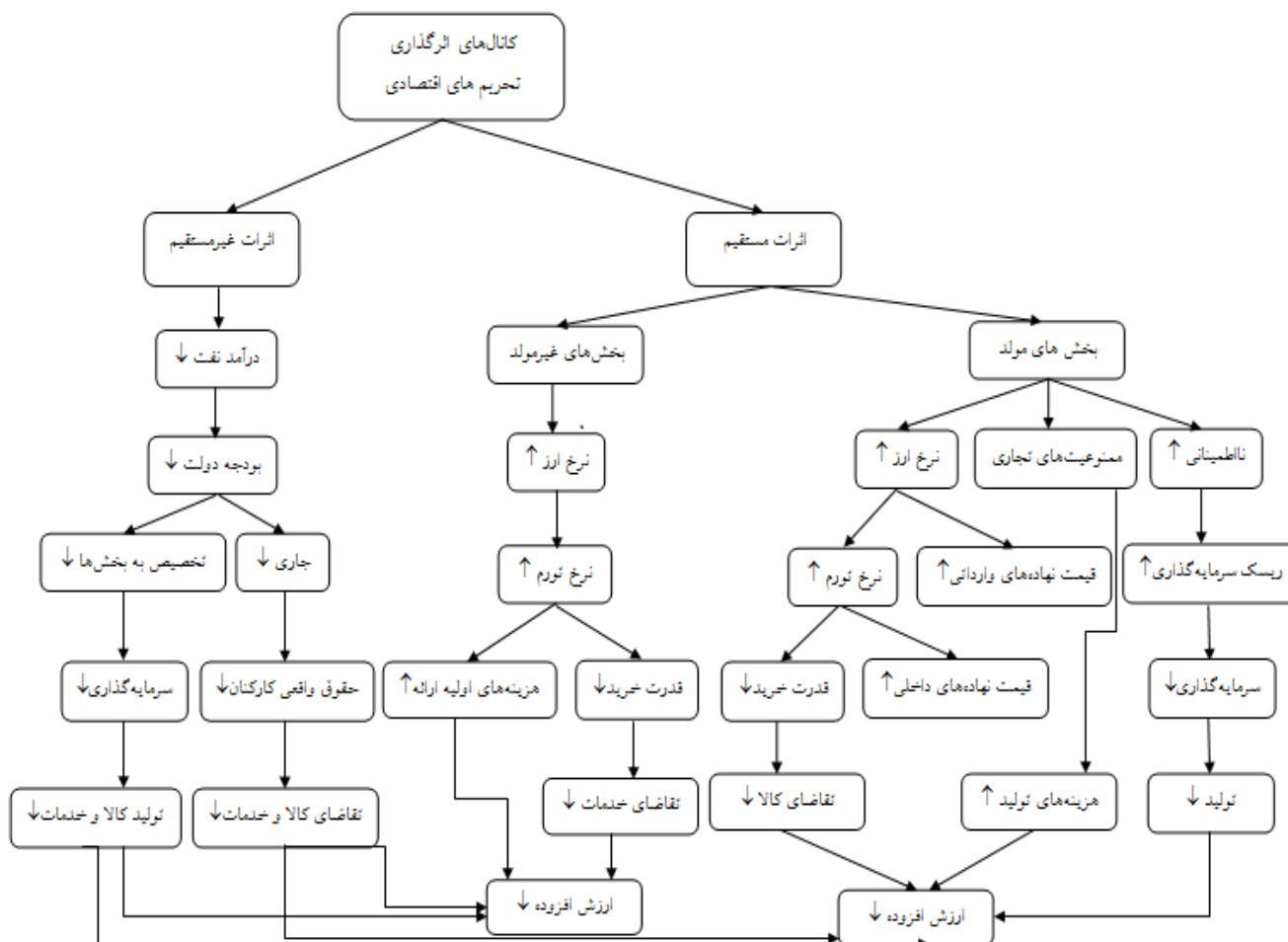
بر اثر وقوع تحریم های اقتصادی، ابتدا به دلیل اثرات انتظاری و روانی، تقاضای سفته بازی ارز افزایش یافته و در نتیجه، نرخ ارز افزایش می یابد. این مسأله باعث افزایش نرخ تورم می شود. از این رو، قیمت نهاده های داخلی بر اثر افزایش نرخ تورم و قیمت

نهاده های واردتی در اثر افزایش نرخ ارز، افزایش می یابد. بنابراین، هزینه های تولید بخش های مولد اقتصاد (صنعت و معدن و کشاورزی) افزایش می یابد. از طرف دیگر به دلیل افزایش نرخ تورم، قدرت خرید جامعه کاهش یافته و در نتیجه تقاضای کل اقتصاد کاهش می یابد. از این رو، تقاضای کالاهای تولیدی بخش های ذکر شده کاهش می یابد. در نهایت، به دلیل افزایش هزینه های تولید و کاهش درآمد، ارزش افزوده بخش های مولد اقتصاد کاهش می یابد. همچنین، به دلیل کاهش قدرت خرید جامعه، تقاضای بخش غیرمولد خدمات نیز کاهش و در نتیجه درآمد این بخش نیز کاهش می یابد. از طرف دیگر، به دلیل افزایش نرخ تورم، از طریق تغییر قیمت های نسبی، هزینه های این بخش نیز افزایش یافته و متعاقباً ارزش افزوده بخش غیرمولد (خدمات) نیز کاهش می یابد (آقایی و همکاران، ۱۳۹۷).

(ب) اثرات غیرمستقیم

به دلیل کاهش صادرات نفت و در نتیجه کاهش درآمدهای نفتی دولت، به دلیل وابستگی بودجه به درآمدهای نفتی، مخارج دولتی نیز کاهش می یابد و در نتیجه مصرف بخش دولتی به عنوان یکی از مصرف کنندگان بزرگ نیز کاهش می یابد. همچنین، دولت به دلیل کسری بودجه، اعتبارات عمرانی قابل تخصیص به بخش های یاد شده را در قالب امور اقتصادی، فصول و پروژه های مربوط به بودجه سالانه کاهش می دهد. در نتیجه ارزش افزوده بخش های اقتصادی کشور نیز متعاقباً کاهش می یابد. علاوه بر این، کاهش درآمدهای نفتی باعث می شود دولت در هزینه های جاری خود نیز احتیاط کرده و در نتیجه نتواند طبق قانون، حقوق کارکنان و کارمندان خود را متناسب با افزایش نرخ تورم، افزایش دهد. از این رو، تقاضا برای تولید و خدمات بخش های مولد و غیرمولد اقتصاد نیز کاهش می باشد (مهرگان و کرد بچه، ۱۳۹۶).

شکل زیر بطور خلاصه فرآیند اثرگذاری تحریم های اقتصادی را بر بخش های مولد و غیرمولد اقتصاد نشان می دهد:



شکل ۱: کانال های اثرگذاری تحریم های اقتصادی بر بخش های مولد و غیرمولد اقتصاد - مأخذ: فهیمی فرد (۱۳۹۹)

علاوه بر این، در شرایط تحریم به دلیل کاهش درآمدهای ارزی دولت، توان دولت برای تخصیص مناسب منابع در بخش‌های مختلف اقتصاد و همچنین، واردات کالاهای اساسی و واسطه‌ای کاهش یافته و سطح عمومی قیمت‌ها به مرور افزایش خواهد یافت. به عبارت دیگر، در اختیار نداشتن ذخایر ارزی در شرایط تحریم یک معنا بیشتر ندارد، افت شدید ارزش پول ملی و تورم افسار گسیخته؛ زیرا نوسانات نرخ ارز به دلیل اهمیتی که در تعیین قیمت مواد اولیه، کالاهای واسطه‌ای، تجهیزات سرمایه‌ای و کالاهای نهایی دارد و از طرفی به دلیل وابستگی بالای تولید و مصرف به واردات، در تمامی بخش‌های اقتصادی فشارهای تورمی را تشدید می‌کند. لاموت<sup>۱</sup> (۲۰۱۲) بر مسئله عدم اطمینان ناشی از نوسانات نرخ ارز و تبعات آن از جمله اختلال در ساز و کار قیمت و نرخ بهره تأکید ورزیده است. وی بیان می‌کند که عدم اطمینان در نرخ ارز موجب عدم اطمینان در قیمت آتی کالا و خدمات می‌گردد. تصمیم‌گیری‌های اقتصادی در زمینه تولید، سرمایه‌گذاری و مصرف تحت تأثیر سیستم قیمت‌ها است در صورتی که قیمت‌ها غیرقابل پیش‌بینی باشند، این نااطمینانی تصمیم‌گیری‌های فعالان اقتصادی را در موارد مذکور، از طریق اختلال در ساز و کار قیمت و نرخ بهره، تحت تأثیر قرار می‌دهد و در نهایت کارآمدی پروژه‌های سرمایه‌گذاری و تولیدی را با مخاطره مواجه می‌سازد. همچنین، افزایش نرخ ارز و بروز تورم بر دسترسی کشور مورد تحریم به سرمایه و فناوری خارجی به عنوان مهمترین عوامل اثرگذار بر فرایند رشد اقتصادی اثرگذار می‌باشد. تورم به ویژه در سطوح بالا علاوه بر اختلال در نظام قیمت‌ها، انگیزه‌های سرمایه‌گذاری را از بین برده و عدم تخصیص بهینه منابع و افت بهره‌وری عوامل تولید را در پی داشته و در نهایت تولید داخلی و تولید کالای تجاری را تحت تأثیر قرار می‌دهد. همچنین، از آنجاکه سرمایه‌گذاری عامل مهم در ایجاد تحولات وسیع اقتصادی برای تمام کشورها به خصوص در کشورهای در حال توسعه است، پس باید به تأمین حجم سرمایه مورد نیاز برای فعالیت‌ها توجه ویژه گردد. با توجه به تحت تأثیر قرار گرفتن شرایط اقتصادی-سیاسی جوامع کشورهای هدف از مسئله تحریم، افت بازدهی سرمایه در این کشورها مشاهده می‌شود. همچنین گسترش ناامنی‌ها و ریسک بالای فعالیت‌های برخی از بخش‌ها در این کشورها، عرضه وجوه سرمایه‌ای را کاهش می‌دهد (کازرونی و همکاران، ۱۳۹۷). باید در نظر داشت که سرمایه‌گذاری به عنوان پراهمیت‌ترین کانال انتشار فناوری، با محدود ساختن ورود سرمایه خارجی، دسترسی به تکنولوژی‌های نو و رویکردهای مدیریتی نوین، اقتصاد میزبان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به طور کلی می‌توان گفت که ساختار اقتصادی کشورهای مورد تحریم به‌طور سیستماتیک موجب افزایش بسیار زیاد ریسک‌های اقتصادی و سیاسی شده و از این رو، سرمایه‌گذاری را کم می‌کند. بررسی تحریم‌های اعمال شده آمریکا و متحدانش علیه جمهوری اسلامی ایران از دهه‌های گذشته نشان می‌دهد در کشور به دنبال نوسانات نرخ ارز، عدم اطمینان به آینده افزایش یافته و انتظار سوددهی واحدهای اقتصادی دچار تردید شده است؛ بنابراین سرمایه‌گذار خارجی به وارد کردن سرمایه خود در اقتصاد ایران راغب نبوده و این مسئله اقتصاد کشور را تحت‌الشعاع قرار داده است. بطوری‌که حجم سرمایه‌گذاری خارجی در کشور از ۵۰۱۹ میلیون دلار در سال ۱۳۹۶ به ۱۴۲۵ میلیون دلار در سال ۱۴۰۰ کاهش یافته است (آنکتاد<sup>۲</sup>، ۲۰۲۲). قابل ذکر است با کاهش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی انتقال سرمایه مالی، انتشار فناوری و دیگر مهارت‌ها به اقتصاد داخل نیز با کاهش مواجه می‌شود. کمبود سرمایه مورد نیاز، محدودیت منابع، محدودیت دسترسی به تکنولوژی و رویکردهای مدیریتی در کنار هزینه‌های بالای حمل‌ونقل به دلیل وضعیت نامناسب شبکه‌ها و مسیرهای موجود، فرسودگی و محدود بودن ناوگان‌های حمل‌ونقل موجب می‌شود تا بهای تمام شده کالاهای تولید شده در داخل در بازار جهانی افزایش یافته و به سبب همین مسئله کشور مورد تحریم، بخش از سهم خود را در بازارهای جهانی از دست بدهد (علمی‌مقدم و همکاران، ۱۴۰۱).

## ۲-۲- پیشینه تحقیق

فو<sup>۳</sup> و همکاران (۲۰۲۰) به بررسی اثر تحریم‌های بین‌المللی بر عملکرد زیست‌محیطی با استفاده از مدل داده‌های تابلویی برای ۲۲ کشور تحریم شده طی دوره ۲۰۱۶-۲۰۰۰ پرداختند. نتایج نشان داد که اعمال تحریم‌های بین‌المللی از نوع یک جانبه، چندجانبه، اعمال شده توسط آمریکا، اعمال شده توسط اتحادیه اروپا و اقتصادی، امتیاز شاخص عملکرد زیست‌محیطی

1. Lamotte  
2. UNCTAD  
3. Fu

کشورهای طرف تحریم را به ترتیب معادل: ۰/۱۱۴، ۰/۰۶۰، ۰/۰۴۵، ۰/۰۸۴ و ۰/۰۶۳ واحد کاهش می‌دهد. ون<sup>۱</sup> و همکاران (۲۰۲۱) به بررسی تأثیر تحریم‌های بین‌المللی بر امنیت انرژی پرداختند. برای این منظور، محققان انواع مختلف تحریم‌ها بر امنیت انرژی را با استفاده از داده‌های پانلی طی دوره ۲۰۱۴-۱۹۹۶ بررسی کردند. شواهد نشان داد که تحریم‌های بین‌المللی در برخی موارد به طور قابل توجهی بر امنیت انرژی کشورهای هدف تأثیر منفی می‌گذارد. به طور خاص، تحریم‌های یک‌جانبه، تحریم‌های آمریکا، تحریم‌های اقتصادی و شدت تحریم‌ها تأثیر منفی قابل توجهی بر امنیت انرژی دارند. با این حال، تحریم‌های چندجانبه، تحریم‌های اتحادیه اروپا، تحریم‌های سازمان ملل و تحریم‌های غیراقتصادی تأثیر قابل توجهی بر امنیت انرژی کشورهای هدف ندارند. لارچ<sup>۲</sup> و همکاران (۲۰۲۲) تأثیر تحریم‌های اقتصادی را بر تجارت بین‌المللی در بخش معدن بررسی کردند. برای این منظور از معادله گرانث برای مدل‌سازی هزینه‌های تجارت دوجانبه در استخراج معدن استفاده کردند. نتایج نشان داد که تحریم‌ها در ممانعت از تجارت معدن مؤثر بوده‌اند. بطوری‌که تحریم‌های کامل تجاری، به طور متوسط حدود ۴۴ درصد تجارت معدنی را کاهش داده است. همچنین ناهمگونی قابل توجهی در اثرات تحریم‌ها بر تجارت معدنی در صنایع، دوره‌ها/موارد تحریم، بسته به کشورهای تحریم‌کننده و تحریم‌شده، نوع تحریم‌ها و جهت تجارت، مشاهده شد. کاروسو و کیپولینا<sup>۳</sup> (۲۰۲۳) به بررسی تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر تجارت جهانی کالاهای معدنی طی دوره ۲۰۰۹ تا ۲۰۲۰ با استفاده از داده‌های مربوط به ۲۳۹ کشور صادرکننده به ۳۸ عضو سازمان همکاری و توسعه اقتصادی (OECD)<sup>۴</sup> و بکارگیری مدل جاذبه پرداختند. نتایج نشان داد که: (۱) اختلال تجاری قابل توجهی با کاهش فوری ۹۰ درصدی در تجارت جهانی کالاهای معدنی مشهود است. (۲) به نظر می‌رسد رفع تحریم‌ها تنها در کوتاه‌مدت مؤثر است، (۳) کشورهای صادرکننده نه تنها با کشورهای هدف، بلکه با کشورهای شخص ثالث نیز کاهش تجارت را تجربه می‌کنند. نیکیفرووا<sup>۵</sup> (۲۰۲۳) به پیامدهای تحریم‌های آمریکا و اتحادیه اروپا بر صنعت معدن طلای روسیه در سال ۲۰۲۲ با مطالعه موردی معادن جمهوری سخا (یاکوتیا) پرداختند. برای این منظور، تجزیه و تحلیل بازار جهانی طلا، وضعیت فعلی ذخایر طلا و ارزش فدراسیون روسیه در مقایسه با سایر کشورهای پتانسیل منابع شرکت‌های استخراج طلا در منطقه و چشم‌اندازهای تکمیلی آن مورد ارزیابی قرار گرفت. نتایج نشان داد که تحریم‌های آمریکا و اتحادیه اروپا بر طلای روسیه، برای شرکت‌های استخراج طلا می‌تواند مشکلاتی را به طور موقت ایجاد کند. روسیه می‌تواند بازار فروش خود را به کشورهای دوست و کشورهای منطقه آسیا و اقیانوسیه تغییر جهت دهد.

باقری و همکاران (۱۳۹۳) به بررسی تأثیر تحریم‌های اقتصادی بر عملکرد عوامل داخلی در صنایع کوچک و متوسط استان لرستان طی سال‌های ۱۳۸۰ تا ۱۳۹۱ پرداختند. جهت تعیین نتایج، پرسش‌نامه‌ای تدوین شده و در بین مدیران جامعه آماری پژوهش (مدیران صنایع کوچک و متوسط استان لرستان) توزیع شد و در نهایت تعداد ۱۲۷ پرسش‌نامه قابل بهره‌برداری دریافت گردید. نتایج حاکی از آن است که تحریم‌های اقتصادی بر عملکرد عوامل داخلی تولید، بازاریابی و امور مالی اثر منفی و بر عملکرد عوامل داخلی مدیریت و تحقیق و توسعه در صنایع کوچک و متوسط استان لرستان اثر مثبت دارد. آذربایجانی و همکاران (۱۳۹۴) با استفاده از مدل جاذبه به ارزیابی تحریم‌های اقتصادی از حیث شدت عمل بر تجارت غیرنفتی ایران و شرکای عمده تجاری طی سال‌های ۲۰۱۱-۲۰۰۰ میلادی پرداختند. نتایج تحقیق حاکی است که تحریم‌های محدود و گسترده به ترتیب فقط در صنایع ماشین‌آلات و تجهیزات حمل و نقل و مواد شیمیایی تأثیر داشتند و در سایر بخش‌ها تأثیر زیادی نداشتند. مهرگان و کردیچه (۱۳۹۶) به بررسی آثار کوتاه‌مدت و بلندمدت تحریم بر تولید ناخالص داخلی کالاهای سرمایه‌ای وارداتی پرداختند. برای این منظور از یک مدل ساده توزیع چندجمله‌ای استفاده شد. یافته‌ها نشان داد که اثر کاهش واردات کالای سرمایه‌ای بر GDP از یک تابع درجه دوم تبعیت نموده بطوری‌که در سال سوم این آثار به حداکثر خود می‌رسند. همچنین، یک درصد کاهش در واردات کالاهای سرمایه‌ای، باعث کاهش GDP به مقدار ۰/۶۸ درصد می‌شود. کازرونی و همکاران (۱۳۹۷) به بررسی اثر تحریم‌های اقتصادی بر واردات کالاهای سرمایه‌ای، واسطه‌ای و مصرفی ایران طی

1. Wen
2. Larch
3. Caruso and Cipollina
4. Organization for Economic Co-operation and Development
5. Nikiforova

دوره ۱۳۹۲-۱۳۶۰ پرداختند. برای این منظور ابتدا بر مبنای معیارهای ارائه شده هافبائر، تحریم‌ها در سه طیف ضعیف، متوسط و قوی تقسیم‌بندی و به صورت دو متغیر مجازی وارد مدل شده و سپس تأثیر این متغیرهای مجازی به همراه سایر متغیرهای مدل بر واردات ایران به تفکیک کالاهای سرمایه‌ای، واسطه‌ای و مصرفی با استفاده از الگوی حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج حاکی از این است که تحریم‌های اقتصادی چه ضعیف و چه قوی واردات کالاهای واسطه‌ای را کاهش داده و تحریم‌های اقتصادی ضعیف اثر مثبت بر واردات کالاهای سرمایه‌ای داشته است. فهمی‌فرد (۱۳۹۹) به بررسی اثرات شوک‌های تحریم‌های اقتصادی بر شاخص‌های عملکرد زیست‌محیطی ایران پرداخت. همچنین، جهت تجزیه و تحلیل داده‌ها از مدل خودرگرسیون برداری ساختاری و توابع عکس‌العمل آنی استفاده شد. نتایج نشان داد که شاخص‌های تحریم‌های اقتصادی باعث کاهش شاخص‌های عملکرد زیست‌محیطی ایران می‌شود. علاوه بر این، در میان شاخص‌های تحریم‌های اقتصادی، به ترتیب: الف) شوک نرخ ارز، ب) شوک واردات مواد اولیه، کالاهای واسطه‌ای و سرمایه‌ای، ج) شوک درآمد صادرات نفت خام و د) شوک صادرات غیرنفتی از بیشترین تأثیر منفی بر شاخص‌های عملکرد زیست‌محیطی ایران برخوردار می‌باشند. علمی مقدم و همکاران (۱۴۰۱) با استفاده از رویکرد فازی به بررسی شدت تأثیر تحریم‌های اقتصادی وضع شده علیه ایران در کنار سایر متغیرهای اثرگذار بر تورم در بازه زمانی پس از انقلاب اسلامی (۱۳۹۹-۱۳۵۷) پرداختند. نتایج نشان داد تحریم‌های شدید اقتصادی علیه ایران با ضریب فازی قوی، تأثیر مثبت و قابل توجهی بر تورم در کشور ایران داشته است. همچنین نقدینگی، انتظارات تطبیقی مردم، کسری بودجه و نوسانات نرخ ارز به ترتیب پس از تحریم‌های شدید، بیشترین اثر را بر افزایش تورم داشته‌اند.

مرور مطالعات پیشین حاکی از آن است که تاکنون مطالعه‌ای جامع در کشور، به بررسی اثرات شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی بر بخش معدن ایران نپرداخته که در مطالعه حاضر به این مهم با استفاده از مدل‌های تعادل عمومی پرداخته می‌شود. از طرف دیگر، مدل‌های تعادل عمومی پویا به دو دسته مدل‌های بین‌زمانی و بازگشتی تقسیم می‌شوند. مدل‌های بین‌زمانی مبتنی بر فرض نظریه رشد بهینه هستند که در آن فرض می‌شود عاملین اقتصادی قابلیت پیش‌بینی کامل را دارند که در بسیاری از شرایط اقتصادی و خصوصاً در کشورهای در حال توسعه، صادق نیست. از این رو، بسیاری از کارشناسان معتقدند که مدل‌های بازگشتی واقع بینانه‌تر بوده و از قابلیت اعتماد بیشتری برخوردار می‌باشند (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳). از این رو، در تحقیق حاضر تأثیر شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی بر بخش معدن ایران (ارزش افزوده و سرمایه‌گذاری) با استفاده از الگوی تعادل عمومی محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) بررسی می‌شود.

### ۳- روش تحقیق

در این مطالعه به منظور برآورد مدل تعادل عمومی محاسبه‌پذیر از مدل هوزو و همکاران (۲۰۱۰)<sup>۱</sup> که شامل معادلات مربوط به تولید، مصرف خانوارها و دولت، پس‌انداز، سرمایه‌گذاری و تجارت خارجی است، استفاده شد که در زیر ارائه شده است:

#### • معادلات بنگاه‌ها (تولید)

فرض می‌شود که بخش‌های اقتصادی برای تولید از نیروی کار و سرمایه به عنوان نهاده‌های اولیه استفاده می‌کنند. برای واقعیت بخشی به مدل، افزون بر نهاده‌های اولیه، فرض می‌شود که بخش‌ها، نهاده‌های واسطه‌ای را نیز برای تولید به کار می‌برند. برای راحتی، مراحل تولید به دو مرحله بالایی و پایینی تقسیم می‌شود. فرض می‌شود در مرحله پایین، ارزش افزوده (یا عامل اولیه مرکب)<sup>۲</sup> از ترکیب نیروی کار و سرمایه با فن‌آوری تولید کاب-داگلاس<sup>۳</sup> به دست می‌آید (معادله ۱). در مرحله بالا، ستاده ناخالص از ترکیب ارزش افزوده و نهاده‌های واسطه‌ای با فن‌آوری تولید لیونتیف<sup>۴</sup>، تولید می‌شود. با توجه به این دو مرحله، هر بخش تابع سود خود را نسبت به تولید بیشینه می‌کند (معادلات ۲، ۳، ۴ و ۵). همچنین در این مطالعه فرض می‌شود که عوامل

1. Hosoe et al
2. Composite primary factor
3. Cobb-Douglas
4. Leontief



تولید (نیروی کار و سرمایه) در تعادل بوده و عرضه عوامل ثابت است. پس تغییر در درآمدهای نفتی، تغییری در کل تقاضای نیروی کار و سرمایه ایجاد نمی‌کند و تنها انتقال عوامل تولید از بخشی به بخش دیگر صورت می‌گیرد.

$$VA_j = b_j \prod_h FD_{hj}^{\beta_{hj}} \quad ۱$$

$$X_{ij} = ax_{ij} Y_j \quad ۲$$

$$VA_j = ay_j Y_j \quad ۳$$

$$FD_{hj} = \frac{\beta_{hj} \cdot PN_j}{W_h} \cdot VA_j \quad ۴$$

$$PS_j = ay_j \cdot PN_j + \sum_i ax_{ij} \cdot PQ_i \quad ۵$$

به طوری که:  $VA_j$  ارزش افزوده بخش  $j$ ام؛  $D_{hj}$  تقاضا برای عامل تولید  $h$  ام توسط بخش  $j$ ام؛  $Y_j$  ستاده ناخالص بخش  $j$ ؛  $X_{ij}$  تولید بخش  $i$  که به عنوان نهاده واسطه بخش  $j$  مصرف می‌شود؛  $PN_j$  قیمت ارزش افزوده بخش  $j$ ام؛  $W_h$  دستمزد عوامل تولید؛  $PS_j$  قیمت عرضه و  $PQ_i$  قیمت کالای مرکب می‌باشند. همچنین،  $i$  و  $j$  اندیس بخش‌ها؛  $h$  اندیس عوامل اولیه تولید (نیروی کار و سرمایه)؛  $b_j$  پارامتر کارایی در تابع تولید،  $\beta_{hj}$  کشش تولید بخش  $j$  نسبت به نهاده  $h$ ؛  $ax_{ij}$  ضریب کمینه نیاز به نهاده واسطه بخش  $i$  برای تولید یک واحد ستاده ناخالص بخش  $j$  (ضرایب فنی داده-ستاده) و  $ay_j$  ضریب کمینه نیاز به ارزش افزوده برای تولید یک واحد ستاده ناخالص می‌باشند.

#### • معادلات خانوارها (مصرف)

برای محاسبه مصرف بخش خصوصی (خانوارها)، فرض می‌شود که مصرف‌کنندگان سبد مصرفی خود را طوری انتخاب می‌کنند که مطلوبیت آن‌ها بیشینه شود. درآمد آن‌ها از محل عرضه عوامل تولید (نیروی کار و سرمایه) به اضافه پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوارها و خالص وجوه دریافتی از خارج به دست می‌آید (معادله ۶). مطلوبیت خانوارها بستگی به مقدار مصرف آن‌ها از کالای تولید شده در هر بخش دارد. تابع مطلوبیت، یک تابع کاب-داگلاس است که با توجه به قید بودجه که برابر با درآمد خالص خانوار (درآمد خانوار منهای مقدار مالیات مستقیم و پس‌انداز) است، بیشینه خواهد شد. با توجه به این، معادله مصرف خانوار به دست می‌آید (معادله ۷).

$$Y_{hoh} = \sum_h W_h \cdot FS_h + GOVTH + REMIT \cdot EXR \quad ۶$$

$$C_i \cdot PQ_i = \lambda_{ci} (Y_{hoh} - TAX_{dir} - SAV_{hoh}) \quad ۷$$

به طوری که:  $Y_{hoh}$  درآمد خانوار؛  $FS_h$  مقدار عرضه عامل اولیه  $h$ ام؛  $GOVTH$  پرداخت‌های انتقالی دولت به خانوارها؛  $REMIT$  خالص وجود دریافتی از خارج؛  $EXR$  نرخ ارز؛  $C_i$  مقدار مصرف خانوارها از کالای بخش  $i$ ام؛  $\lambda_{ci}$  پارامتر سهم در تابع مطلوبیت یا سهم هر کالا در سبد مصرفی خانوار؛  $TAX_{dir}$  مالیات مستقیم بر درآمد خانوارها و  $SAV_{hoh}$  پس‌انداز خانوارها می‌باشند.

#### • معادلات مربوط به دولت

دولت با اعمال مالیات بر فروش (معادله ۸)، مالیات مستقیم بر درآمد خانوار (معادله ۹) و تعرفه بر واردات (معادله ۱۰) به اضافه درآمد حاصل از صادرات نفت کسب درآمد می‌کند (معادله ۱۱). مخارج دولت تابعی از کل مخارج دولت در همه بخش‌ها که متغیری برون‌زا است، در نظر گرفته شده است (معادله ۱۲).

$$TAX_{ind.j} = tx_j \cdot PS_j \cdot Y_j \quad ۸$$

$$TAX_{dir} = td \cdot \sum_h W_h FS_h \quad ۹$$

$$TARIFF_j = tm_j \cdot PM_j \cdot M_j \quad ۱۰$$

$$Y_g = TAX_{dir} + \sum_j TAX_{ind.j} + \sum_j TARIFF_j + E_{oil} \quad ۱۱$$

$$G_i \cdot PQ_i = \lambda_{gi} GDTOT \quad ۱۲$$

به طوری که:  $TAX_{indj}$  مالیات غیرمستقیم در هر بخش؛  $TARIFF_j$  تعرفه واردات؛  $E_{oil}$  درآمد دولت از صادرات نفت؛  $Y_g$  کل درآمد دولت؛  $PM_j$  قیمت داخلی واردات؛  $M_j$  مقدار واردات و  $GDTOT$  کل مخارج دولت می‌باشند. همچنین،  $tx_j$  نرخ مالیات بر فروش؛  $td$  نرخ مالیات مستقیم؛  $\lambda_{gij}$  سهم مخارج دولت در هر بخش و  $tm_j$  نرخ تعرفه واردات می‌باشند.

#### • معادلات سرمایه‌گذاری و پس‌انداز

سرمایه‌گذاری در هر بخش (معادله ۱۳) تابعی از کل سرمایه‌گذاری است که برابر کل پس‌انداز (معادله ۱۴) خواهد بود و از مجموع پس‌اندازهای خصوصی (معادله ۱۵)، دولتی (معادله ۱۶) و پس‌انداز خارجی به دست می‌آید. پس‌انداز خارجی به صورت متغیری برونزا فرض شده و بنابراین نرخ ارز، تراز تجاری را برقرار می‌کند.

$$ID_i \cdot PQ_i = \mu_i \cdot INVEST \quad 13$$

$$SAVING = (SAV_{hoh} + SAV_g + EXR \cdot SAV_f) \quad 14$$

$$SAV_{hoh} = S_{hoh} \cdot Y_{hoh} \quad 15$$

$$SAV_g = s_g \cdot Y_g \quad 16$$

$$SAVING = INVEST \quad 17$$

به طوری که:  $SAV_g$  پس‌انداز دولت؛  $G_i$  مخارج دولت؛  $SAV_f$  پس‌انداز خارجی؛  $ID_i$  سرمایه‌گذاری؛  $SAVING$  کل پس‌انداز و  $INVEST$  کل سرمایه‌گذاری می‌باشند. همچنین،  $S_{hoh}$  تمایل متوسط به پس‌انداز بخش خصوصی؛  $S_g$  تمایل متوسط به پس‌انداز دولت و  $\mu_i$  پارامتر سهم سرمایه‌گذاری بخش  $i$  می‌باشند.

#### • معادلات بخش خارجی

در بخش تجارت خارجی فرض می‌شود که کشور کوچک است. یعنی کشور تأثیری روی قیمت‌های بازارهای جهانی ندارد. بنابراین قیمت‌های جهانی واردات و صادرات ثابت است. هنگامی که مدل برای یک اقتصاد باز در نظر گرفته می‌شود، نیاز به لحاظ کردن برخی ملاحظات در مورد جانشینی بین کالاهای وارداتی، صادراتی و عرضه شده در داخل وجود دارد. در مدل‌های تعادل عمومی بین کالاهای وارداتی و داخلی و همچنین بین کالاهای تولید شده برای صادرات و کالاهای تولید شده برای فروش داخلی تفاوت وجود دارد. فرض می‌شود که مجموع کالاهای وارداتی و عرضه شده در داخل، کالای مرکب<sup>۱</sup> (کالای آرمینگتون)<sup>۲</sup> را می‌سازد. این کالای مرکب به عنوان نهاده‌های واسطه‌ای و مصارف نهایی مورد استفاده قرار می‌گیرد. فرض می‌شود که واردات جانشین ناقص برای تولیدات داخلی است؛ به این معنی که یک واحد کالای وارداتی می‌تواند با بیش از یک واحد کالای داخلی جانشین شود. این فرضیه به فرضیه آرمینگتون مشهور است. رابطه بین واردات و تولید داخلی به صورت یک تابع کشش ثابت جانشینی (CES)<sup>۳</sup> نمایش داده می‌شود (معادله ۲۰). با توجه به مسأله بیشینه‌سازی، توابع تقاضا برای واردات و تولیدات داخلی به صورت معادلات (۲۱) و (۲۲) به دست خواهد آمد. همچنین فرض می‌شود که صادرات به‌طور ناقص قابل تبدیل به تولید داخلی است. رابطه بین صادرات و تولید داخلی نیز بر اساس یک تابع کشش ثابت انتقالی (CET)<sup>۴</sup> بیان می‌شود (معادله ۲۳). با توجه به مسأله بیشینه‌سازی، توابع عرضه صادرات و کالای داخلی به ترتیب به صورت روابط (۲۴) و (۲۵) خواهد آمد.

$$PE_i = pwe_i + EXR \quad 18$$

$$PM_i = pwm_i + EXR \quad 19$$

$$Q_i = \gamma_i (\alpha_{mi} \cdot M_i^{\rho_{mi}} + \alpha_{di} + D_i^{\rho_{mi}})^{\frac{1}{\rho_{mi}}} \quad 20$$

1. Composite good
2. Armington good
3. Constant Elasticity of Substitution
4. Constant Elasticity of Transformation

$$M_{iq} = \left( \frac{\gamma_i^{\rho_{mi}} \cdot \alpha_{mi} \cdot PQ_i}{(1 + tm_i) \cdot PM_i} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{mi}}} \cdot Q_i \quad 21$$

$$D_i = \left( \frac{\gamma_i^{\rho_{mi}} \cdot \alpha_{di} \cdot PQ_i}{PD_i} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{mi}}} \cdot Q_i \quad 22$$

$$Y_i = \theta_i (\beta_{ei} \cdot E_i^{\rho_{ei}} + \beta_{di} \cdot D_i^{\rho_{ei}})^{\frac{1}{\rho_{ei}}} \quad 23$$

$$E_i = \left( \frac{\theta_i^{\rho_{ei}} \cdot \beta_{ei} (tx_i + PS_i)}{PE_i} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{ei}}} \cdot Y_i \quad 24$$

$$D_i = \left( \frac{\theta_i^{\rho_{ei}} \cdot \beta_{di} (tx_i + PS_i)}{PD_i} \right)^{\frac{1}{1-\rho_{ei}}} \cdot Y_i \quad 25$$

به طوری که:  $PE_i$  قیمت داخلی صادرات؛  $Q_i$  کالای مرکب؛  $D_i$  کالای تولید شده داخلی؛  $PD_i$  قیمت کالای تولید داخلی و  $E_i$  مقدار صادرات می باشد. همچنین،  $pwe_i$  قیمت جهانی صادرات؛  $\lambda_i$  پارامتر کارایی در تابع تولید کالای مرکب؛  $pwm_i$  قیمت جهانی واردات؛  $\alpha_{mi}$  پارامتر سهم در تابع آرمینگتون؛  $\alpha_{di}$  پارامتر سهم در تابع آرمینگتون؛  $\rho_{mi}$  توان تابع آرمینگتون یا پارامتر مربوط به کشش جانشینی؛  $\eta_i$  کشش تابع آرمینگتون؛  $\theta_i$  پارامتر کارایی تابع انتقال؛  $\beta_{ei}$  پارامتر سهم در تابع انتقالی؛  $\beta_{di}$  پارامتر سهم در تابع انتقالی؛  $\rho_{ei}$  توان تابع انتقالی یا پارامتر مربوط به کشش انتقالی و  $\sigma_i$  کشش انتقالی می باشد. برای ایجاد تعادل در چهار بازار نیروی کار، سرمایه، کالای مرکب، ارز خارجی، عامل تعدیل کننده برای تساوی عرضه و تقاضا در هر بازار، قیمت های مربوطه هستند. در بازار نیروی کار، نرخ دستمزد، در بازار سرمایه، بهره یا رانت سرمایه، در بازار کالای مرکب، قیمت کالای مرکب و در بازار ارز، نرخ ارز عوامل تعدیل کننده هستند (معادلات ۲۶، ۲۷، ۲۸). چون بی نهایت راه حل با قیمت های نسبی مشابه وجود دارد، برای اطمینان از این که تنها یک راه حل وجود داشته باشد و آن هم راه حل تعادلی است، از معادله نرمال کننده قیمت استفاده می شود. در این معادله، شاخص قیمت ثابت بوده و تغییرات قیمت های دیگر نسبت به این قیمت سنجیده می شود (معادله ۲۹).

$$\sum_j FD_{hj} = FS_h \quad 26$$

$$Q_i = C_i + G_i + ID_i + \sum_j X_{ij} \quad 27$$

$$\sum_i pwe_i \cdot E_i + SAV_f + REMIT = \sum_i pwm_i \cdot M_i \quad 28$$

$$PINDEX = \sum_i \omega_i PQ_i \quad 29$$

به طوری که:  $PINDEX$  شاخص قیمت و  $\omega_i$  وزن قیمت در هر بخش می باشد.

#### • درآمد های نفتی و صندوق توسعه ملی

با توجه به وابستگی زیاد اقتصاد کشور به درآمد های نفتی، وارد کردن بخش نفت به مدل ضروری است. روش های مختلفی برای وارد کردن بخش نفت به مدل وجود دارد. برخی از مطالعات، این بخش را مانند بخش بنگاه در نظر گرفته و از فرض حداکثر سازی سود برای تبیین روابط آن استفاده می کنند و دسته ای دیگر، از یک فرآیند برون زا جهت مدل سازی این بخش بهره می گیرند (فهیمی فرد، ۱۴۰۰). در مطالعه حاضر، جهت تابع تولید بخش نفت از روش حداکثر کننده سود استفاده نشد. زیرا جریان تولید نفت وابسته به ذخایر نفتی بوده، ارتباط چندانی با سرمایه و نیروی کار نداشته و شرکت ملی نفت ایران مانند سایر شرکت های دولتی به دنبال حداکثر کردن سود نمی باشد. از این رو، تولید نفت و درآمد های صادرات آن به صورت یک فرآیند خودرگرسیون مرتبه یک (AR(1)) مدل سازی شده است (صیادی و همکاران، ۱۳۹۵):

$$\ln(Y_t^{oil}) = (1 - \rho_{yoil}) \ln(\bar{Y}^{oil}) + \rho_{yoil} \ln(Y_{t-1}^{oil}) + \varepsilon_t^{yoil}, \quad \varepsilon_t^{yoil} \approx N(0, \sigma^{yoil}) \quad (30)$$

به طوری که؛  $\bar{Y}^{oil}$  سطح درآمد های نفتی در وضعیت با ثبات؛  $\varepsilon_t^{yoil}$  شوک های نفتی و  $\rho_{yoil} \in (0,1)$  می باشد. همچنین، فرض بر این است که انباشت ذخایر صندوق توسعه ملی در هر دوره بر اساس رابطه زیر می باشد (صیادی و همکاران، ۱۳۹۵):

$$NDF_t = NDF_{t-1} + \varphi_F Y_t^{oil} - F_t + \alpha_{nd} NDF_t + Z_t \quad (31)$$

بطوری که؛  $NDF_{t-1}$  مانده ذخایر صندوق توسعه ملی از دوره قبل که به دوره جاری منتقل شده است؛  $\varphi_F$  سهم صندوق از درآمدهای نفتی؛  $F_t$  تسهیلات اعطایی صندوق به بخش خصوصی؛  $\alpha_{nd}$  درصدی از خالص بدهی بخش خصوصی به صندوق که در هر دوره به صندوق بازپرداخت می شود و  $Z_t$  سود حاصل از سپرده گذاری آن بخش از منابع صندوق که به بخش خصوصی تخصیص داده نشده است، می باشد. چنانچه فرض کنیم  $\alpha_F$  درصد از منابع صندوق در هر دوره به بخش خصوصی تسهیلات داده می شود، خواهیم داشت:

$$F_t = \alpha_F NDF_t \quad (32)$$

علاوه بر این، خالص بدهی بخش خصوصی به صندوق به صورت زیر خواهد بود:

$$ND_t = ND_{t-1} + (1 + rd)F_t - \alpha_{nd} ND_t \quad (33)$$

به طوری که خالص بدهی بخش خصوصی به صندوق شامل مانده انباشت خالص بدهی دوره قبل ( $ND_{t-1}$ ) که به دوره جاری منتقل می شود، علاوه اصل و فرع تسهیلات دریافتی از صندوق ( $(1 + rd)F_t$ ) منهای بازپرداخت تسهیلات به صندوق در هر دوره ( $\alpha_{nd} ND_t$ ) می باشد.  $r_d$  نیز نرخ سود تسهیلات اعطایی صندوق به بخش خصوصی می باشد. علاوه بر این، فرض می شود که به مانده ذخایر صندوق در هر دوره، سود  $r^*$  تعلق می گیرد (صیادی و همکاران، ۱۳۹۵):

$$Z_t = r^* NDF_t \quad (34)$$

#### • مدل تعادل عمومی محاسبه پذیر پویای بازگشتی (RDCGE)

در روش تحلیل تعادل عمومی، بخش های مختلف اقتصادی به صورت مجموعه ای پیوسته دیده می شوند. در این روش معمولاً از یکی از مدل های کلان اقتصادی از جمله داده - ستانده، ماتریس حسابداری اجتماعی (SAM) و مدل های تعادل عمومی قابل محاسبه (CGE) استفاده می شود. در مدل RDCGE، پویایی مبتنی بر فرض انتظارات تطبیقی است. بطوری که عاملین اقتصادی فرض می کنند شرایط جاری اقتصاد در دوره های آتی حاکم است. در واقع این مدل ها نوعی مدل های تعادل عمومی قابل محاسبه ایستا در دوره های زمانی مختلف هستند که ارتباط بین دوره های به وسیله معادلات رفتاری برای متغیرهای درون - زایی مانند انباشت سرمایه و روزآمدسازی متغیرهای برون زایی مانند عرضه نیروی کار برقرار می شود. همچنین، از آنجا که یک مدل پویای بازگشتی در هر زمان به شکل یک دوره ای حل می شود، می توان اجزاء درون دوره ای (ایستا) و بین دوره ای (پویا) مدل را تفکیک کرد (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳).

#### • بخش ایستای مدل

مدل های تعادل عمومی قابل محاسبه بر اساس رفتار بهینه سازی مصرف کننده و تولید کننده شکل می گیرد. مصرف کننده در پی بیشینه کردن مطلوبیت و تولید کننده نیز سعی در بیشینه کردن سود یا کمینه کردن هزینه دارد. جدول زیر جزئیات مدل را در ارتباط با فعالیت ها، عوامل تولید و نهادها نشان می دهد. این جزئیات منطبق بر داده های قابل دسترس جدول SAM می - باشد. فعالیت ها شامل سه بخش کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات بوده که از دو عامل نیروی کار و سرمایه برای تولید استفاده می کنند. نهادها نیز شامل خانوارها، دولت و دنیای خارج می باشد.

جدول ۱: جزئیات مدل تحقیق

مجموعه	زیرمجموعه
فعالیت ها	کشاورزی، صنعت و معدن و خدمات
عوامل تولید	نیروی کار و سرمایه
نهادها	خانوارها، دولت و دنیای خارج

#### • بخش پویا و کالیبراسیون مدل

کالیبراسیون CGE بر دو مسأله متمرکز است: الف) فرآیند کالیبراسیون مدل های CGE ایستا؛ ب) کالیبراسیون مدل های پویا در شرایط تعادل بلندمدت پایدار (دکالو و همکاران، ۲۰۱۳). معادلات بخش پویای مدل عبارتند از:

#### 1. Social accounting matrix (SAM)

$KD_{i,t+1} = (1 - \delta)KD_{i,t} + QINV_{i,t}$	انباشت سرمایه	(۳۵)
$\frac{QINV_{i,t}}{KD_{i,t}} = \varphi_i \cdot \left(\frac{R_{i,t}}{U_t}\right) \sigma_K^{INV}$	تقاضای سرمایه گذاری	(۳۶)
$U_t = PINV_t \cdot (ir + \delta)$	هزینه استفاده از سرمایه	(۳۷)
$QFS_{1,t+1} = QFS_{1,t} \cdot (1 + n_t)$	رشد عرضه نیروی کار	(۳۸)
$INV_t = PINV_t \cdot \sum_i INV_{i,t}$	سرمایه گذاری کل	(۳۹)

بطوری که؛ KD انباشت سرمایه؛  $\delta$  نرخ استهلاک؛ QINV تقاضای سرمایه گذاری در هر فعالیت؛ R نرخ بازگشت سرمایه، U هزینه استفاده از سرمایه؛  $\sigma_K^{INV}$  کشش نرخ سرمایه گذاری به نسبت نرخ بازگشت سرمایه به هزینه استفاده از آن؛ PINV قیمت سرمایه؛ ir نرخ بهره واقعی؛ QFS عرضه کل نیروی کار و  $n_t$  نرخ رشد جمعیت می باشد. علاوه بر این، داده های مربوط به برآورد مدل تحقیق از ماتریس حسابداری اجتماعی و جدول داده - ستانده بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران گردآوری شده و در نهایت جهت تجزیه و تحلیل داده ها از نرم افزار MathLab استفاده شد.

#### ۴- نتایج و بحث

یکی از مسایل بسیار مهم در حل مدل های CGE، روش برآورد پارامترهای مدل است که استفاده از روش کالیبراسیون، به دلیل سادگی و نیاز به اطلاعات کمتر نسبت به روش اقتصادسنجی، با استقبال فراوانی روبه رو بوده است. بر این اساس، مدل کالیبره شد. مقادیر کالیبره شده و پارامترهای مدل بر اساس ماتریس SAM در جدول زیر ارائه شده است:

جدول ۲: مقادیر کالیبره شده و پارامترهای مدل

تابع	پارامتر / کشش	منبع محاسبات	ضریب
مصرف	سهام کالا	محاسبات تحقیق	۰/۱۸۴
	میل نهایی به مصرف خانوارها	محاسبات تحقیق	۰/۶۳۳
تولید کاب- داگلاس	انتقال یا کارایی	محاسبات تحقیق	۱/۴۲۳
	نیروی کار	فیاضی و همکاران (۱۳۹۷)	۰/۱۱۳
	سرمایه	فیاضی و همکاران (۱۳۹۷)	۰/۸۸۷
	صنعت و معدن	فهیمی فرد (۱۴۰۰)	۰/۲۸۸
تولید نهایی لئونتیف	کشاورزی	فهیمی فرد (۱۴۰۰)	۰/۰۱۱
	خدمات	فهیمی فرد (۱۴۰۰)	۰/۱۶۹
کالای مرکب آرمینگتون	سهم ارزش افزوده	محاسبات تحقیق	۰/۵۳۱
	کشش جانشینی	محاسبات تحقیق	۱/۴
	سهم واردات	محاسبات تحقیق	۰/۴۶۱
	انتقال	محاسبات تحقیق	۲/۲۰۱
	کشش تبدیل	محاسبات تحقیق	۱/۲
	سهم صادرات	محاسبات تحقیق	۰/۵۲۴
تابع تبدیل	انتقال	محاسبات تحقیق	۲/۰۰۳
	سهم صندوق توسعه ملی از درآمدهای نفتی	صیادی و همکاران (۱۳۹۵)	۰/۲۰
	سهم تسهیلات اعطایی به بخش خصوصی از صندوق توسعه ملی	توفیق و متین (۱۳۹۵)	۰/۱۵
	نرخ سود تسهیلات اعطایی به بخش خصوصی	ایزدخواستی (۱۳۹۷)	۰/۱۵
	نرخ سود مانده ذخایر صندوق در هر دوره	حسینی نصب و همکاران (۱۳۹۵)	۰/۰۱۳۷
	عکس کشش مانده حقیقی پول	حسینی نصب و همکاران (۱۳۹۵)	۱/۲۸۴
	اتورگرسیو رشد پول	صیادی و همکاران (۱۳۹۵)	۰/۷۹۸
	مقدار ایستای رشد پول	صیادی و همکاران (۱۳۹۵)	۱/۰۳۸
	کشش جانشینی بین مصرف خانوارهای شهری	ایزدخواستی (۱۳۹۷)	۱/۵۸۷

کشتش جانشینی بین مصرف خانوارهای روستایی	ایزدخواستی (۱۳۹۷)	۱/۱۵
نرخ استهلاک	توکلیان و کمیجانی (۱۳۹۱)	۰/۰۱۴
تعدیل سرمایه	فهمی فرد و همکاران (۱۴۰۰)	۰/۲۴۹

علاوه بر این، یکی از معیارهای اطمینان از صحت شبیه‌سازی، مقایسه گشتاورهای برخی از متغیرهای مدل با گشتاورهای داده‌های واقعی است. برای محاسبه گشتاورهای داده‌های واقعی اقتصاد، مقادیر لگاریتمی این متغیرها با استفاده از فیلتر هدریک پرسکات روندزدایی و سپس گشتاورها محاسبه شده‌اند. مقایسه نتایج حاصل از تخمین مدل و داده‌ها در جدول زیر ارائه شده است:

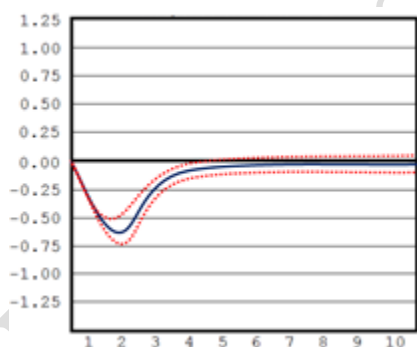
جدول ۳: مقایسه گشتاورهای مدل با داده‌های واقعی

متغیر	گشتاور انحراف استاندارد		نوسانات نسبی	
	داده‌ها	مدل	داده‌ها	مدل
ارزش افزوده بخش معدن	۰.۰۲۰	۰.۰۱۷	۱.۰۶۶	۱.۰۸۳
سرمایه‌گذاری بخش معدن	۰.۰۳۸	۰.۰۴۳	۱.۷۰۷	۱.۷۴۵

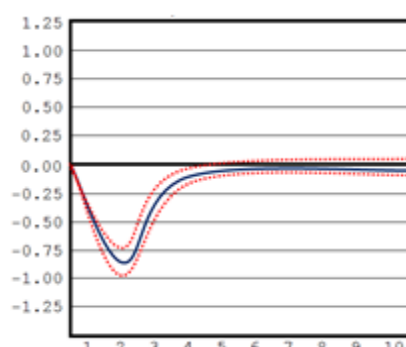
مأخذ: یافته‌های تحقیق

یافته‌های فوق بیانگر نزدیکی گشتاورهای متغیرهای مدل با گشتاورهای داده‌های واقعی بوده و در نتیجه می‌توان از صحت شبیه‌سازی اطمینان حاصل کرد.

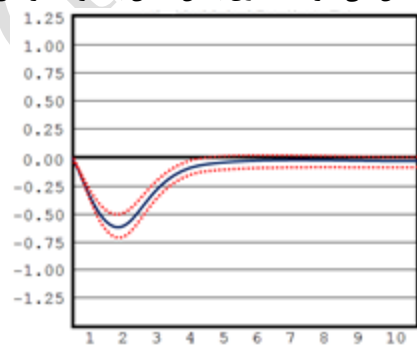
در ادامه، به بررسی توابع واکنش آنی (IRF) یعنی چگونگی اثرپذیری ارزش افزوده و سرمایه‌گذاری بخش معدن از شوک شاخص‌های تحریم‌های اقتصادی (۱) شوک افزایش نرخ ارز، ۲) شوک کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، ۳) شوک کاهش درآمد صادرات نفت خام و ۴) شوک کاهش صادرات غیرنفتی) پرداخته شده است. در توابع واکنش آنی، آزمون معناداری نتایج با استفاده از فاصله اطمینان ۹۵٪ صورت گرفته است. فواصل اطمینان با خطوط نقطه‌چین نشان داده شده است. در صورتی که هر دو خطوط نقطه‌چین بالاتر یا پایین‌تر از محور افقی قرار گیرند، اثر شوک‌ها از لحاظ آماری معنادار می‌باشند.



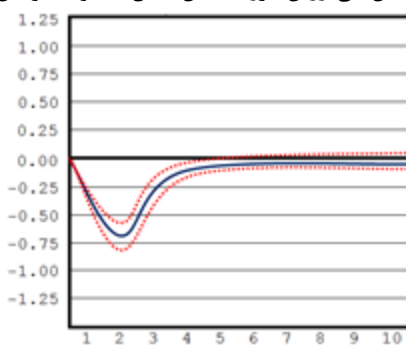
نمودار ۲: واکنش آنی سرمایه‌گذاری بخش معدن به شوک افزایش نرخ ارز



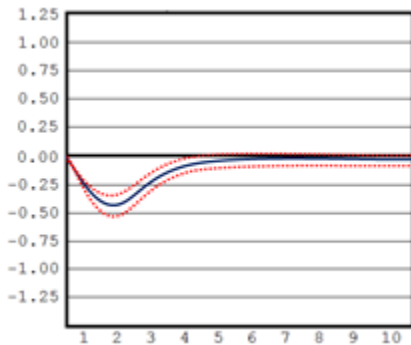
نمودار ۱: واکنش آنی ارزش افزوده بخش معدن به شوک افزایش نرخ ارز



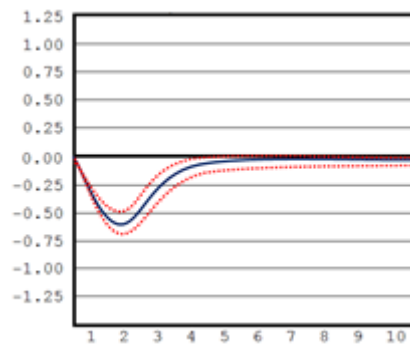
نمودار ۴: واکنش آنی سرمایه‌گذاری بخش معدن به شوک کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای



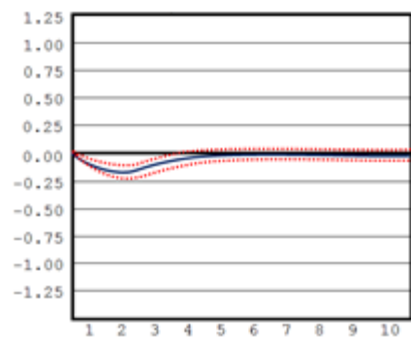
نمودار ۳: واکنش آنی ارزش افزوده بخش معدن به شوک کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای



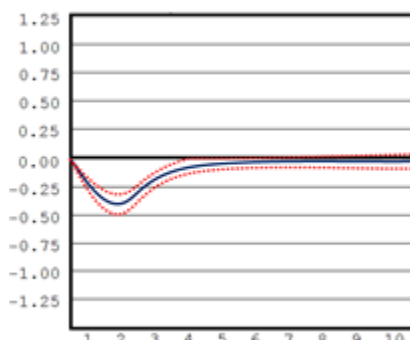
نمودار ۶: واکنش آنی سرمایه‌گذاری بخش معدن به شوک کاهش درآمد صادرات نفت خام



نمودار ۵: واکنش آنی ارزش افزوده بخش معدن به شوک کاهش درآمد صادرات نفت خام



نمودار ۸: واکنش آنی سرمایه‌گذاری بخش معدن به شوک کاهش صادرات غیرنفتی



نمودار ۷: واکنش آنی ارزش افزوده بخش معدن به شوک کاهش صادرات غیرنفتی

نتایج نمودار ۱ نشان می‌دهد که شوک ناشی از افزایش نرخ ارز (شاخص اول تحریم‌های اقتصادی) تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر ارزش افزوده بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری‌که شوک ناشی از افزایش نرخ ارز، ارزش افزوده بخش معدن را در دوره اول، ۰/۳۷ درصد و در دوره دوم ۰/۸۴ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود. نتایج نمودار ۲ نشان می‌دهد که شوک ناشی از افزایش نرخ ارز تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر سرمایه‌گذاری بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری‌که شوک ناشی از افزایش نرخ ارز، سرمایه‌گذاری بخش معدن را در دوره اول، ۰/۲۶ درصد و در دوره دوم ۰/۶۵ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود. نتایج نمودار ۳ نشان می‌دهد که شوک ناشی از کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای (شاخص دوم تحریم‌های اقتصادی) تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر ارزش افزوده بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری‌که شوک ناشی از کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، ارزش افزوده بخش معدن را در دوره اول، ۰/۲۷ درصد و در دوره دوم ۰/۶۶ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود. نتایج نمودار ۴ نشان می‌دهد که شوک ناشی از کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر سرمایه‌گذاری بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری‌که شوک ناشی از افزایش نرخ ارز، سرمایه‌گذاری بخش معدن را در دوره اول، ۰/۲۲ درصد و در دوره دوم ۰/۵۷ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود. نتایج نمودار ۵ نشان می‌دهد که شوک ناشی از کاهش درآمد صادرات نفت خام (شاخص سوم تحریم‌های اقتصادی) تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر ارزش افزوده بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری‌که شوک ناشی از کاهش درآمد صادرات نفت خام، ارزش افزوده بخش معدن را در دوره اول، ۰/۲۱ درصد و در دوره دوم ۰/۵۴ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود. نتایج نمودار ۶ نشان می‌دهد که شوک ناشی از کاهش درآمد صادرات نفت خام تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر سرمایه‌گذاری بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری‌که شوک ناشی از افزایش نرخ ارز، سرمایه‌گذاری بخش معدن را در دوره اول، ۰/۱۹ درصد و در دوره دوم ۰/۴۵ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود.

نتایج نمودار ۷ نشان می‌دهد که شوک ناشی از کاهش صادرات غیرنفتی (شاخص چهارم تحریم‌های اقتصادی) تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر ارزش افزوده بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری که شوک ناشی از کاهش درآمد صادرات نفت خام، ارزش افزوده بخش معدن را در دوره اول، ۰/۱۷ درصد و در دوره دوم ۰/۳۶ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود. نتایج نمودار ۸ نشان می‌دهد که شوک ناشی از کاهش صادرات غیرنفتی تا دوره پنجم از تأثیر معنادار معکوسی بر سرمایه‌گذاری بخش معدن برخوردار می‌باشد. بطوری که شوک ناشی از افزایش نرخ ارز، سرمایه‌گذاری بخش معدن را در دوره اول، ۰/۱۲ درصد و در دوره دوم ۰/۲۱ درصد کاهش می‌دهد. سپس اثرات این شوک خنثی شده و به صفر نزدیک می‌شود.

## ۵- جمع‌بندی و پیشنهادها

با توجه به اهمیت بخش معدن در اقتصاد کشور، انجام مطالعاتی جامع، از اهمیت انکارناپذیری به‌منظور کاهش اثرات منفی تحریم‌های اقتصادی و در نتیجه کاهش اثرات متعاقب آن از جمله کاهش تولید ملی، افزایش تورم، کاهش سطح اشتغال و رفاه عمومی برخوردار می‌باشد. از این‌رو، در این مطالعه برای نخستین بار به بررسی اثرات شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی (۱. شوک افزایش نرخ ارز، ۲. شوک کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، ۳. شوک کاهش درآمد صادرات نفت خام و ۴. شوک کاهش صادرات غیرنفتی) بر بخش معدن ایران با استفاده از مدل تعادل محاسبه‌پذیر پویای بازگشتی (RDCGE) پرداخته شد. نتایج نشان داد که در میان شوک‌های ناشی از تحریم‌های اقتصادی به ترتیب: شوک ناشی از افزایش نرخ ارز، شوک ناشی از کاهش واردات مواد اولیه، کالاهای سرمایه‌ای و واسطه‌ای، شوک ناشی از کاهش درآمد صادرات نفت خام و شوک ناشی از کاهش صادرات غیرنفتی از بیشترین تأثیر بر ارزش افزوده و سرمایه‌گذاری بخش معدن ایران برخوردار می‌باشند.

از آنجاکه نتایج تحقیق نشان داد تحریم‌های اقتصادی از تأثیر معکوسی بر ارزش افزوده بخش معدن کشور برخوردار می‌باشند، پیشنهاد می‌شود از سرکوب قیمت مواد اولیه معدنی خودداری شود. زیرا سرکوب قیمت مواد اولیه معدنی بویژه زنجیره فولاد (سنگ آهن، کنسانتره، گندله و آهن اسفنجی) جذابیت فعالیت‌های معدنی را کاهش داده و شرکت‌های بزرگ معدنی به جای سرمایه‌گذاری در امر اکتشاف به توسعه زنجیره ارزش و تبدیل شدن به فولادساز حرکت کرده‌اند. این امر کشور را در سال‌های آینده با چالش تأمین مواد معدنی مورد نیاز برای زنجیره فولاد مواجه خواهد کرد و طبق پیش‌بینی‌های انجام شده، در صورت تحقق اهداف چشم‌انداز افق ۱۴۰۴، براساس ذخایر سنگ آهن موجود در کشور، تنها ۱۵ تا ۲۰ سال پس از افق چشم‌انداز امکان تأمین سنگ آهن زنجیره فولاد از داخل کشور فراهم خواهد بود.

از آنجاکه نتایج تحقیق نشان داد تحریم‌های اقتصادی از تأثیر معکوسی بر سرمایه‌گذاری بخش معدن کشور برخوردار می‌باشند، پیشنهاد می‌شود از ظرفیت کشورهای طرف تجاری با ایران به ویژه کشورهای منطقه، جهت استفاده از فرصت‌های سرمایه‌گذاری و تجاری متعدد در حوزه معادن و صنایع معدنی استفاده شود. از جمله اقدامات لازم برای تقویت دیپلماسی اقتصادی می‌توان به استقرار دائم تیم‌های کارشناسی و رایزنان اقتصادی متخصص در کشورهای منطقه، برقراری روابط دیپلماتیک و شناسایی دقیق و اعلام ظرفیت‌های همکاری‌های مشترک اقتصادی، حمایت از برگزاری نمایشگاه‌های بین‌المللی جهت معرفی و برندسازی ظرفیت‌های معادن، صنایع معدنی و توانمندی‌های فنی-مهندسی شرکت‌های ایرانی، شناسایی ظرفیت‌های موجود برای تهاتر کالا - کالا، لغو روادید یا صدور روادید تجاری بلندمدت، سرمایه‌گذاری مشترک برای توسعه زنجیره ارزش و استفاده متقابل کشورها از مزیت‌های یکدیگر، ایجاد کانال‌های مالی مشترک و ... اشاره کرد.

- تأمین مالی: نویسندگان اعلام کردند که هیچ حمایت مالی برای این پژوهش وجود ندارد.
- تضاد منافع: نویسندگان اعلام کردند که هیچگونه تضاد منافع برای این پژوهش وجود ندارد.
- مشارکت نویسندگان: نویسندگان در مفهوم‌سازی و نگارش مقاله مشارکت داشتند. همه نویسندگان محتوای مقاله را تأیید کردند و در مورد تمام جنبه‌های کار توافق داشتند.
- تشکر و قدردانی: نویسندگان از مسئولین و داوران مجله تشکر می‌کنند.



- Azarbayejani, K., Tayebi, S., & Safa Dargiri, H. (2015). The Effect of US and EU Economic Sanctions on Bilateral Trade Flows between Iran and Its Major Trading Partners: An Application of Gravity Model. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E-Eghtesadi)*, 50(3), 539-562. doi: 10.22059/jte.2015.55800 (In Persian)
- Aghaei, M., Rezagholizadeh, M., & MohammadRezaei, Majid. (2018). Impact of economic and commercial sanctions on Iran's trade relations and their major trading partners. *Strategic Studies of public policy*, 8(28), 49-68. (In Persian)
- Bagheri, M., Mahdavi, S., & Sharifinejad, M. (2014). Investigating the Effects of Economic Sanctions on the Performance of Internal Factors in Small and Medium Industries in Lorestan Province during 2001 – 2012. *The Journal of Productivity Management*, 2(8), 61-82. Dor: 20.1001.1.27169979.1393.8.2.4.2 (In Persian)
- Bahadri, B., & Behremand, M. R. (2021). Production, support and removal of obstacles in mining and mineral industries, problems and solutions, *Studies of production affairs*, Islamic Council of Iran Research Center. (In Persian)
- Caruso, R., Cipollina, M. (2023). The Effect of Economic Sanctions on World Trade of Mineral Commodities. A Gravity Model Approach from 2009 to 2020. *DIPARTIMENTO DI POLITICA ECONOMICA*. Università Cattolica del Sacro Cuore, Quaderno n. 34/dicembre 2023.
- Decaluwé, B., Lemelin, A., Maisonnave, H., & Robichaud, V. (2013). Pep-1-t», Standard PEP model: single-country, recursive dynamic version. *Politique Économique et Pauvreté/Poverty and Economic Policy Network*. Université Laval, Québec.
- Elmimoghaddam, M., Abolhasani hestiani, A., Mansouri, N., & Amini, M. (2022). Investigating the Impact of Economic Sanctions on Inflation in Iran (Fuzzy Approach). *Quarterly Journal of Fiscal and Economic Policies*, 10(38), 187-235. doi: 10.52547/qjefp.10.38.187 (In Persian)
- Fahimifard, S. M. (2020). Studying the Effect of Economic Sanctions on Iran's Environmental Indexes (SVAR Approach). *Journal of Econometric Modelling*, 5(3), 93-119. doi: 10.22075/jem.2020.21451.1504 (In Persian)
- Fahimifard, S. M. (2021). Senario-Making for Impacts of Iran's Oil Revenue Investment Shock on Agriculture, Industry and Services: RDCGE Model Approach. *Agricultural Economics and Development*, 29(3), 155-187. doi: 10.30490/aead.2021.353603.1307 (In Persian)
- Fu, Q., Chen, Y. E., Jang, C. L., & Chang, C.P. (2020). The impact of international sanctions on environmental performance, *Science of The Total Environment*. 745, <https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2020.141007>.
- Hosoe, N., Gasawa, K., & Hashimoto, H. (2010). *Textbook of Computable General Equilibrium Modeling, Programming and Simulations*, Palgrave Macmillan UK. ISBN: 978-0-230-28165-3.
- Hosseininasab, E., Abdullahi Haghi, S., Naseri, A. and Agheli, L. (2016). The effects of oil boom and oil revenues management on the optimal path of Iranian macroeconomic variables (based on dynamic computable general equilibrium). *Quarterly Journal of Economic Research*, 16(2): 175-200. dor: 20.1001.1.17356768.1395.16.2.2.7 (In Persian)
- Izadkhasti, H. (2018). Dynamic effects of oil revenues on the government behavior in the allocation of consumption expenditure on public and defense affairs. *Quarterly Journal of the Macro and Strategic Policies*, 6(21): 25-50. (In Persian)
- 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*, 20(79), 1-34. dor: 20.1001.1.17350794.1395.20.79.1.2 (In Persian)
- Larch, M., Shikher, S., Syropoulos, C. & Yotov, Y.V. (2022). Quantifying the impact of economic sanctions on international trade in the energy and mining sectors. *Economic Inquiry*, 60(3), 1038– 1063. doi.org/10.1111/ecin.13077
- Lamotte, O. (2012), Disentangling the Impact of Wars and Sanctions on International Trade: Evidence from Former Yugoslavia. *Comp. Econ. Stud.*, 54, 553–579.

- Mehregan, A., & Kordbache, H. (2017). Investigation of short- and long-run impacts of economic sanctions of capital goods on GDP. *Journal of Applied Economics Studies in Iran*, 6(22), 197-209. doi: 10.22084/aes.2017.9258.2035 (In Persian)
- Naghibi, M., & Vahedi, P. (2018). The Effect of Real Effective Exchange Rate and Its Uncertainty on Value Added of Iran's Industrial Sector. *The Economic Research (Sustainable Growth and Development)*, 18(2), 49-80. doi: 20.1001.1.17356768.1397.18.2.3.2 (In Persian)
- Nikiforova, V. (2023). State of gold mining industry in the Republic of Sakha (Yakutia) in the period of sanctions and restrictions. *In E3S Web of Conferences* (Vol. 431, p. 03002). EDP Sciences. doi: 10.1051/e3sconf/202343103002
- Sayadi, M., Daneshjafari, D., Bahrami, J., & Rafeei, M. (2015). A Framework for the Optimum Oil Revenue Allocation in Iran; Dynamic Stochastic General Equilibrium Approach. *Journal of Planning and Budgeting*, 20(2), 21-58. doi: 20.1001.1.22519092.1394.20.2.6.9 (In Persian)
- Tavakolian, H., & Komijani, A. (2012). Monetary Policy under Fiscal Dominance and Implicit Inflation Target in Iran: A DSGE Approach. *Journal of Economic Modeling Research*, 3(8), 87-117. doi: 20.1001.1.22286454.1391.2.8.7.6 (In Persian)
- Tofigh, F., & Matin, S. (2017). The Impact of oil Sanctions on Growth of Iranian Economic sectors: Application of mixed variable Input – Output model. *Defense Economics*, 1(2), 111-133. doi: 20.1001.1.25382454.1395.1.2.4.4 (In Persian)
- UNCTAD. (2022), <https://unctad.org/statistics>.
- Wen, J., Zhao, X., Wang, Q. J., & Chang, C. P. (2021). The impact of international sanctions on energy security. *Energy & Environment*, 32(3), 458-480. doi: 10.1177/0958305X20937686

در حال انتشار (In Press)