

Research Paper

The Effect of Nominal and Real Shocks on the Energy Intensity in Iran: A structural approach

Yousef Eisazadeh Roshan ^{*1} , Mani Motameni ² , Sheyda Lak ³ ¹ Assistant Professor of Department of Economics, Mazandaran University, y.eisazadeh@umz.ac.ir² Associate Professor of Department of Economics, Mazandaran University, m.motameni@umz.ac.ir³ M.A Student of Economics, Mazandaran University, sheydalak26@gmail.com

10.22080/IEJM.2023.23057.1906

Received:

February 1, 2022

Accepted:

August 20, 2022

Available online:

November 12, 2023

Keywords:

Normal Shocks, Real Shocks, Energy Intensity, SVAR

JEL Classification:

E50, E20, Q43, C32

Abstract

The issue of energy efficiency is very important due to the limitation of non-renewable resources, greenhouse gas emissions, loss of green areas, global warming, and environmental pollution. The importance of this issue in Iran is twofold due to the dependence of the country's foreign exchange earnings on energy resources. The energy intensity index, which measures the energy consumed for GDP, is one of the most important indicators for assessing energy efficiency. This index is affected by many nominal and real economic, political, and social variables that need to be examined to improve energy efficiency, the effect of these factors on the intensity of energy consumption. The main objective of this paper is to investigate the effect of nominal and real impulses in the energy intensity in Iran According to the time series data of 1353-1399, the research model itself regression (SVAR) model is estimated. The results of the instantaneous reaction functions and analysis of variance show that the effect of the real exchange rate and liquidity on the intensity of positive and sustainable energy consumption and the impact of government expenditure and total productivity of the total production factors has been negative and stable. The also has a negative effect. Also, real impulses (productivity of total production factors and real exchange rates) have a greater contribution to the intensity of energy intensity.

***Corresponding Author:** Yousef Eisazadeh Roshan**Address:** Economic Department, Faculty of Economics and Administrative Sciences, Mazandaran University, Babolsar, Iran,**Email:** y.eisazadeh@umz.ac.ir**Tel:** : 09111144635



Extended Abstract

1. Introduction

Energy is one of the most important factors of production as well as one of the most essential final products, a special place in economic growth and development of countries (Mohammadzadeh et al., 2013). The intensity of energy consumption as an indicator for measuring energy efficiency indicates the amount of energy dependence on energy (Zhang, et al. 2020) and often express the ratio of the final energy consumed to GDP as energy intensity. The supply and demand status of energy in Iran indicates the intense effectiveness of energy consumption in the country (Salimifar et al., 2010). Given that in practice control of environmental degradation, it usually begins to reduce the intensity of energy consumption (He & Lin, 2019), the study of factors affecting the intensity of energy consumption can be an important step towards maintaining the environment and thus achieve sustainable development. The main purpose of this paper is to examine the effects of nominal and real impact on the intensity of energy consumption in Iran during 1353-1399. The impulses of the variables of liquidity is used as nominal impulse and the impulses of the real exchange rate variables, and government expenditures and the productivity of the total production factors as real impulses.

2. Research Methodology

The data used in this study include year's 1353-1399. In this research, a structural auto regression model (SVAR) has been used to model the effects of nominal and real shocks on the energy intensity in the country. Due to the nature and tools of this approach, the mechanism of influencing different shocks on the energy intensity of

in the country. To do this, first, the level of model variables should be identified and, as a result, the optimal system interruption. Then pay the accumulation test. After that, auto regression model should be estimated and applied structural constraints on the parameters matrix. In this research, the existing theoretical foundations and conditions of the Iranian economy are used to apply structural constraints and the conditions of the Iranian economy. After estimating the parameters of the structural form, to demonstrate the dynamic behavior of the variables during the incoherence, the impulse response functions should be analyzed. Finally, in order to determine the contribution of changes in each variable compared to changes in other variables, the variance decomposition technique is used.

3. Research Finding

The Granger causality test confirmed the one-way causality relationship from government spending to the intensity of energy consumption, as well as the two-way causality relationship from the productivity of the total factors of production to the intensity of energy consumption and the amount of liquidity to the intensity of energy consumption. After applying the constraints and estimating the model, variance analysis and response functions were used to analyze the effects of the shocks. The results of the analysis of the variance of the energy consumption intensity prediction error show that, first of all, the productivity shock of the total production factors explains about 50% in the short term and about 40% in the long term of the changes in energy consumption intensity. Secondly, the energy consumption intensity shock explains about 40 % in the short term and about 35% in the long term

of the changes in energy consumption intensity. In the third degree, the real exchange rate shock explains about 14% in the short term and about 19% in the long term of the changes in energy intensity. In the fourth degree, the government expenditure shock explains about 3% in the short term and about 4% in the long term of the changes in energy consumption intensity and finally, the liquidity volume shock explains about 1% of the changes in energy consumption intensity in all three periods. The results of impulse functions also show that the reaction of energy consumption intensity to liquidity volume impulse was positive and significant in other periods, except for the second period. The relationship between government spending and intensity of energy consumption was positive and significant until the eighth period (except for the second period) and became meaningless after that. The relationship between the real exchange rate and the intensity of energy consumption was not statistically significant, and finally, the effect of the productivity impulse of the total production factors was significant only in the first three periods.

4. Conclusion

In this study, the effect of nominal and real impulses on the fluctuations of energy consumption using structural vector Auto regression model has been investigated. The variable volume of liquidity as a nominal variables, real exchange rate variables, government expenditures and total productivity of production factors are considered as real variables, and the data used in this study were extracted from existing statistical resources in the period of 1353-1399. The results of the analysis of variance of prediction error of energy intensity have shown that real

impulses (the total productivity of the productivity factors, government expenditures and real exchange rate), each alone, have a greater contribution to explaining the volatility of energy intensity. Meanwhile, the variability of the productivity of the total productivity factors compared to other variables is higher in explaining the volatility of energy intensity. Considering the results of the immediate impulse functions, the effects of all impulses on positive energy intensity were evaluated. The impact of the volume of liquidity and government spending in most periods was significant, however, the impact effect of the real exchange rate on the intensity of energy consumption was not significant in any period. The effect of the total productivity of the production factors was also significant only in the first three periods.

Funding

There is no funding support.

Author's Contribution

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

Conflict of interest

Authors declared no conflict of interest.

Acknowledgments

We are grateful to all the persons for scientific consulting in this paper.

علمی

بررسی اثر تکانه های اسمی و حقیقی بر شدت مصرف انرژی در ایران : یک رهیافت ساختاری

یوسف عیسی زاده روشن*^۱ ID، مانی موتمنی^۲ ID، شیدا لک^۳ ID

^۱ استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه مازندران، ایران، (نویسنده مسئول)، پست الکترونیکی: y.eisazadeh@umz.ac.ir

^۲ دانشیار گروه اقتصاد، دانشگاه مازندران، ایران، پست الکترونیکی: m.motameni@umz.ac.ir

^۳ دانشجوی کارشناسی ارشد اقتصاد انرژی، دانشگاه مازندران، پست الکترونیکی: Sheydalak26@gmail.com



10.22080/IEJM.2023.23057.1906

چکیده

انرژی به عنوان یکی از مهم ترین نهاده های تولید و همچنین به عنوان یکی از ضروری ترین کالاهای مصرفی نهایی قلمداد می گردد. اگر شاخص شدت مصرف انرژی معیاری جهت ارزیابی بهره‌وری انرژی در نظر گرفته شود، با وقوع تکانه‌های اسمی و حقیقی در اقتصاد، این شاخص تغییر می کند. هدف اصلی این مقاله بررسی تأثیر تکانه‌های اسمی و حقیقی در اقتصاد بر شدت مصرف انرژی در ایران می باشد. برای این منظور از تکانه نقدینگی بعنوان تکانه اسمی، و از تکانه نرخ ارز حقیقی، مخارج دولت و بهره‌وری کل عوامل تولید به عنوان تکانه‌های حقیقی استفاده شده است. با توجه به داده‌های سری زمانی ۱۳۹۹-۱۳۵۳، از طریق الگوی خود رگرسیون برداری ساختاری (SVAR)، مدل تحقیق برآورد گردیده است. نتایج حاصل از توابع واکنش آنی و تجزیه واریانس نشان میدهد: اثر تمامی تکانه‌ها بر شدت مصرف انرژی مثبت ارزیابی شد. اثر تکانه حجم نقدینگی و مخارج دولت در اغلب دوره‌ها معنادار به دست آمد با این وجود اثر تکانه نرخ ارز حقیقی بر شدت مصرف انرژی، در هیچ یک دوره‌ها معنادار نبود. اثر تکانه بهره‌وری کل عوامل تولید نیز فقط در سه دوره اول معنادار به دست آمد. همچنین هر یک از تکانه‌های حقیقی (بهره‌وری کل عوامل تولید، نرخ ارز حقیقی و مخارج دولت) نسبت به تکانه های اسمی (حجم نقدینگی) سهم بیشتری در تغییرات شدت مصرف انرژی داشته‌اند.

تاریخ دریافت:

۱۲ بهمن ۱۴۰۰

تاریخ پذیرش:

۲۹ مرداد ۱۴۰۱

تاریخ انتشار:

۲۱ آبان ۱۴۰۲

کلیدواژه‌ها:

تکانه های اسمی، تکانه های حقیقی، شدت مصرف انرژی، SVAR

طبقه‌بندی:

E50, E20, Q43, C32

* نویسنده مسئول: یوسف عیسی زاده روشن

آدرس: Click or tap here to enter text.

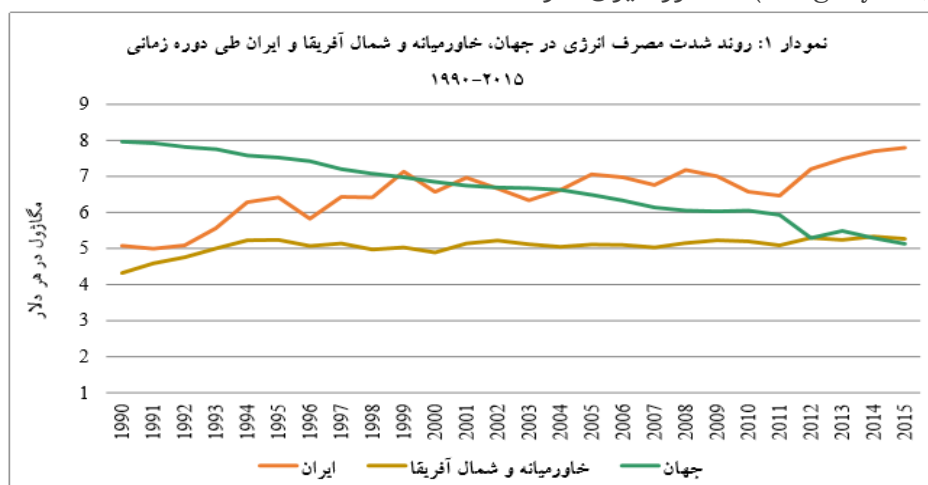
ایمیل: y.eisazadeh@umz.ac.ir

تلفن: ۰۹۱۱۱۱۴۴۶۳۵

۱ مقدمه

منطقه ای واقع شده که دارای بیشترین ذخایر انرژی می‌باشد. داده‌های مربوط به شاخص شدت انرژی که توسط بانک جهانی^۴ منتشر می‌گردد نشان می‌دهد، ایران با رقم ۷٫۸ مگاژول^۵ به ازای هر دلار تولید ناخالص داخلی، جزء اقتصادهایی است که شدت مصرف انرژی بالایی دارد. با توجه به نمودار (۱) میانگین شدت انرژی در سال ۲۰۱۵ معادل ۵٫۱۳ مگاژول در هر دلار و برای اقتصادهای خاورمیانه و شمال آفریقا معادل ۵٫۲۷ مگاژول است که این شاخص برای ایران در مقایسه با دو میانگین فوق، بالاست. شاخص شدت مصرف انرژی در ایران ۱٫۵ برابر میانگین جهانی و ۱٫۴۸ برابر میانگین منطقه خاورمیانه و شمال آفریقا است (اسدی منش، ۱۴۰۰).

انرژی به‌عنوان یکی از مهم‌ترین عوامل تولید و همچنین به‌عنوان یکی از ضروری‌ترین محصولات نهایی، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی کشورها داراست (محمدزاده و همکاران، ۱۳۹۲). شدت مصرف انرژی^۱ به‌عنوان یک شاخص برای اندازه‌گیری بهره‌وری انرژی^۲، نشان دهنده میزان وابستگی اقتصاد به انرژی است (Zhang, et al. 2020). واغلب نسبت انرژی نهایی مصرف شده به تولید ناخالص داخلی^۳ را به‌عنوان شدت مصرف انرژی بیان می‌کنند. میزان شدت مصرف انرژی به ساختار اقتصادی هر کشور و طراحی و مقیاس سیاست‌های پایه بهره‌وری انرژی بستگی دارد (Azhgaliyeva, et al. 2020). کشور ایران در



نمودار ۱- روند شدت مصرف انرژی در جهان، خاورمیانه و شمال آفریقا (واحد پژوهش اتحادیه اوپکس (۱۴۰۰))

مصرف انرژی می‌تواند گامی مهم در راستای حفظ محیط زیست و در نتیجه رسیدن به توسعه پایدار قلمداد شود. تاکنون مطالعات زیادی در رابطه با نحوه اثرگذاری متغیرهای مختلف بر شدت مصرف انرژی انجام شده، اما مطالعه ای که اثر تکنانه‌های اسمی و حقیقی را بصورت مقایسه ای بر شدت

از طرف دیگر وضعیت عرضه و تقاضای انرژی در ایران، نشان‌دهنده عدم کارایی شدید مصرف انرژی در کشور است (سلیمی فر و همکاران، ۱۳۸۹). با توجه به اینکه در عمل کنترل تخریب محیط زیست، معمولاً از کاهش شدت مصرف انرژی شروع می‌شود (He & Lin, 2019). مطالعه عوامل موثر بر شدت

^۴ World Bank

^۵ Mega joule

^۱ Energy Intensity

^۲ Energy Productivity

^۳ Gross Domestic Production

ایجادکننده و سازوکارهای تسری دهنده، طبقه‌بندی لیونهووف وود^۱ است. در این طبقه بندی، انواع تکانه‌ها به دو گروه حقیقی و اسمی تقسیم می‌شوند. صادقی و همکاران (۱۳۸۹) در پژوهش خود تکانه‌های طرف عرضه اقتصاد مانند تکانه‌های بهره‌وری را به‌عنوان تکانه حقیقی و تکانه‌های طرف تقاضا را به‌عنوان تکانه‌های اسمی در نظر گرفتند. ابریشمی (۱۳۸۱) در پژوهش خود بیان کرد که متغیرهایی همچون تولید و بهره‌وری، متغیرهای حقیقی اقتصاد و متغیرهایی همچون حجم پول و نرخ ارز اسمی، متغیرهای اسمی اقتصاد هستند. نصر اصفهانی و همکاران (۱۳۸۳) متغیرهای نرخ ارز اسمی، تورم و نقدینگی را به‌عنوان متغیرهای اسمی در اقتصاد ایران در نظر گرفتند. جلالی نائینی و نظیفی (۱۳۸۰) تکانه‌های ناشی از سیاست‌های پولی را به‌عنوان تکانه‌ی اسمی در نظر گرفتند و اثر آن را بر متغیر حقیقی اقتصاد یعنی تولید، بررسی کردند. صمدی (۱۳۹۵) در پژوهش خود متغیرهایی همچون تولیدات صنعتی، سرمایه‌گذاری بخش حقیقی، رشد اقتصادی، سهم مخارج دولت به GDP و نرخ رشد صادرات غیرنفتی را به‌عنوان متغیرهای حقیقی و متغیرهایی همچون تورم، عرضه پول، نرخ ارز اسمی، درآمدهای نفتی و قیمت طلا را به‌عنوان متغیرهای اسمی در نظر گرفت. با توجه به مبانی نظری موجود و مطالعات انجام شده می‌توان اظهار داشت متغیرهایی همچون حجم نقدینگی، نرخ ارز اسمی، سطح عمومی قیمت‌ها و ... که موجب تحریک طرف تقاضای اقتصاد می‌شوند، متغیرهای اسمی و متغیرهایی همچون نرخ ارز حقیقی، مخارج دولت، بهره‌وری کل عوامل تولید، رشد اقتصادی، سرمایه‌گذاری و ... که موجب تحریک طرف عرضه اقتصاد می‌شوند، متغیرهای حقیقی هستند. متغیر اسمی مورد استفاده در این مقاله، حجم نقدینگی و متغیرهای حقیقی نیز، مخارج دولت، نرخ ارز حقیقی و بهره‌وری کل عوامل تولید می‌باشند.

مصرف انرژی ایران بررسی نموده باشد تا کنون انجام نشده است. هدف اصلی این مقاله این است که آثار تکانه‌های اسمی و حقیقی بر شدت مصرف انرژی در ایران طی سال‌های ۱۳۹۹-۱۳۵۳ را بررسی کند. از تکانه‌های متغیرهای حجم نقدینگی و مخارج دولت به‌عنوان تکانه‌های اسمی و از تکانه‌های متغیرهای نرخ ارز حقیقی و بهره‌وری کل عوامل تولید به‌عنوان تکانه‌های حقیقی استفاده شده است.

این مقاله در شش فصل تنظیم شده است: پس از مقدمه، در بخش دوم، ادبیات موضوع تحقیق، در بخش سوم، پژوهش‌های انجام شده، در بخش چهارم، روش‌شناسی تحقیق و الگوی مورداستفاده، در بخش پنجم، مدل تخمین زده شده و در بخش انتهایی تحقیق نیز، نتایج پژوهش ارائه خواهد شد.

۲ ادبیات موضوع

۲٫۱ شدت انرژی

شدت انرژی، معمول‌ترین شاخص برای بررسی کارایی انرژی می‌باشد (Zheng, et al. 2011). براساس ترازنامه انرژی، شدت مصرف انرژی شاخصی است که از تقسیم مصرف نهایی انرژی بر تولید ناخالص داخلی به‌صورت معادله (۱) محاسبه می‌شود:

$$EI = \frac{Ec}{GDP} \quad \text{معادله (۱)}$$

که در آن، Ec ، مقدار انرژی مصرفی (مثلاً به واحد یک میلیون بشکه معادل نفت خام) و GDP ، ارزش تولید ناخالص داخلی (مثلاً به واحد یک میلیارد ریال) است. شدت انرژی بیشتر، نشان دهنده هزینه بالاتر تبدیل انرژی به هر واحد تولید ناخالص داخلی است (Samargandi, 2019).

۲٫۲ تکانه‌های اسمی و حقیقی

منظور از تکانه، هر نوع انحراف از قاعده و قانون به‌صورت غیر منتظره و پیش بینی نشده است. یک طبقه بندی معروف در زمینه تبیین محرک‌های

^۱ Leijonhufvud

۲،۳ تاثیر حجم نقدینگی بر شدت مصرف انرژی

نقدینگی از دو طریق بر شدت مصرف انرژی اثر می گذارد:

کانال مستقیم: افزایش حجم نقدینگی، پول نقد در دست افراد و مصرف کالاها و خدمات از سوی آنان را افزایش می دهد. بنابراین موجب افزایش مصرف انرژی خواهد شد. افزایش حجم نقدینگی، نرخ بهره حقیقی سرمایه را کاهش و میزان سرمایه گذاری در اقتصاد را افزایش می دهد. افزایش سرمایه گذاری موجب افزایش تولید و افزایش استفاده از منابع تولیدی می شود (لشکری، ۱۳۸۹). با توجه به این که انرژی یکی از نهاده های تولیدی محسوب می شود، در نهایت شدت مصرف انرژی افزایش می یابد.

کانال غیر مستقیم: افزایش حجم نقدینگی بعد از افزایش تولید و مصرف، سطح قیمت ها را افزایش می دهد. با توجه به ساختار کشور، به دلیل افزایش تورمی که در اقتصاد به وجود می آید، اشتغال در بخش صنعت کاهش می یابد (دانش جعفری و همکاران، ۱۳۹۲). بنابراین ایجاد شرایط تورمی باعث کاهش تولید، کاهش مصرف و در نهایت کاهش شدت مصرف انرژی خواهد شد. در مطالعه ای Galadima & Amino (2019)، در نیجریه اثر شوک های عرضه پول بر مصرف گاز طبیعی را به عنوان یکی از حامل های انرژی در سال های ۲۰۱۵-۱۹۹۱ مثبت ارزیابی کردند.

۲،۴ تاثیر مخارج دولت بر شدت مصرف انرژی

بر اساس ادبیات نظری موجود، می توان آثار مخارج دولت بر شدت مصرف انرژی را به صورت زیر طبقه بندی کرد: اثر مقیاس: با وقوع یک تکانه مثبت در مخارج دولت، ثروت خالص بخش خصوصی و در نتیجه تقاضا افزایش می یابد. افزایش تقاضا، تولید و به تبع آن، استفاده از نهاده های تولیدی را افزایش می دهد. بنابراین مصرف انرژی بعنوان یکی از

نهاده های تولید افزایش می یابد. (حیدری و صادقی، ۱۳۹۷) بنابراین اثر مقیاس، به افزایش مصرف انرژی از طریق اثر تکانه مثبت مخارج دولت بر مقدار تولید اشاره دارد.

اثر ترکیب: افزایش مخارج دولت بر ترکیب نهاده ها در بخش های تولیدی اثرگذار است. Lopez et al (2011) و هم چنین Halkos & Paizanos (2016) در پژوهش خود بیان کردند که افزایش مخارج مالی دولت منجر به توسعه فعالیت های کاربر در اقتصاد می شود. یعنی ترکیب تولید از صنایع با شدت سرمایه فیزیکی بیشتر به سمت صنایع با شدت سرمایه انسانی بالاتر تغییر می کند (موسویان و همکاران، ۱۳۹۸). بنابراین با افزایش نسبی فعالیت های کاربر، شدت مصرف انرژی کاهش می یابد.

اثر فنی: سرمایه گذاری دولت در زیر ساخت های اقتصادی، موجب بهبود بهره وری و کاهش هزینه تولید می شود. این موارد، بخش خصوصی را برای سرمایه گذاری در تولید و فعالیت های تحقیق و توسعه، تشویق می کند. سرمایه گذاری در تولید، موجب افزایش تولید و افزایش استفاده از انرژی می شود. سرمایه گذاری در فعالیت های تحقیق و توسعه، موجب بهبود بهره وری عوامل و کاهش مصرف انرژی می شود. در پژوهشی Yuxiang & Chen (2010) به این نتیجه رسیدند که افزایش مخارج دولت، باعث افزایش شدت مصرف انرژی در چین شده است.

۲،۵ تاثیر نرخ ارز حقیقی بر شدت مصرف انرژی

نرخ ارز حقیقی معیاری مناسب به منظور نشان دادن سطح رقابت پذیری یک کشور در بازارهای جهانی و معیاری برای اندازه گیری هزینه کالاهای تولید شده در داخل کشور می باشد. (تهرانچیان و بالو نژاد نوری، ۱۳۹۴) اثرگذاری تکانه نرخ ارز حقیقی از کانال های زیر قابل تحلیل است:

می‌آید. بهره‌وری کل عوامل تولید می‌تواند از دو کانال زیر بر شدت مصرف انرژی اثرگذار باشد:

کانال مسقیم: افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید، استفاده از منابع تولیدی را کاهش می‌دهد و این به معنای کاهش مصرف انرژی می‌باشد. از طرفی، پیشرفت تکنولوژی باعث ایجاد ابزارها و تکنیک‌های مدرن در حمل‌ونقل و ترانزیت خواهد شد و از این طریق نیز، شدت مصرف انرژی کاهش می‌یابد.

کانال غیر مستقیم: افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید موجب ارتقاء حداکثر تولید قابل حصول می‌شود (راسخی و همکاران، ۱۳۹۵). بنابراین تقاضای بنگاه‌ها برای نهاده‌های تولیدی و در نتیجه انرژی، افزایش می‌یابد. از طرفی با افزایش تقاضای بنگاه‌ها برای نهاده‌های تولیدی، دریافتی عوامل تولید و درآمد آن‌ها افزایش می‌یابد. افزایش درآمد خانوارها موجب افزایش مصرف انرژی از سوی آنان می‌شود.

۳ پیشینه پژوهش

تحقیقات بسیاری در زمینه نحوه تاثیر عوامل مختلف بر شدت مصرف انرژی در کشورهای مختلف و ایران انجام شده است. محققان در هر یک از این مطالعات، نتایج متفاوتی را از عوامل اثرگذار بر شدت انرژی به دست آوردند. مهم‌ترین دلایل نتایج متفاوت این مطالعات ناشی از تفاوت دوره‌های مورد بررسی، مناطق و کشورهای مورد بررسی، عوامل و شاخص‌های انتخابی و روش‌های اقتصادسنجی است. در جدول (۱) مطالعات خارجی انجام شده که به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداخته‌اند، آمده‌است:

کانال صادرات: افزایش نرخ ارز حقیقی باعث افزایش تولید و صادرات کالاهای قابل تجارت خواهد شد و این امر مصرف انرژی را به‌عنوان یکی از نهاده‌های تولیدی افزایش می‌دهد. صادرات بیشتر محصولات اولیه انرژی، موجب افزایش شدت انرژی صنعتی خواهد شد (Huang, et al. 2017). از طرف دیگر با افزایش صادرات، نیاز به تجهیزات برای بارگیری و حمل‌ونقل افزایش می‌یابد. ماشین آلات و تجهیزات نیازمند انرژی اولیه هستند و این امر باعث افزایش تقاضای انرژی خواهد شد (آل‌عمران و همکاران، ۱۳۹۲). با این حال ورود بنگاه‌ها به فضای رقابت جهانی، انگیزه آنان را برای استفاده از فناوری‌های نوین و کاهش مصرف انرژی، افزایش می‌دهد.

کانال واردات: افزایش نرخ ارز حقیقی، واردات را کاهش می‌دهد. اگر واردات شامل کالاهایی با فناوری‌های نوین باشد، کاهش واردات موجب قطع انتقال فناوری‌هایی با کارایی بیشتر به کشور خواهد شد. در نتیجه استفاده از تجهیزات داخلی با فناوری پایین مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. اگر واردات شامل کالاهای مصرفی باشد، افزایش نرخ ارز حقیقی، تقاضا برای تولیدات داخلی را افزایش می‌دهد و این مسئله باعث افزایش تولید و افزایش مصرف انرژی خواهد شد. اقبالی و همکاران (۱۳۹۳) در مطالعه خود رابطه بین نرخ ارز و شدت مصرف انرژی را در کشورهای نفتی، مثبت و در کشورهای غیرنفتی، منفی ارزیابی کردند.

۲٫۶ تاثیر بهره‌وری کل عوامل تولید بر شدت مصرف انرژی

بهره‌وری کل عوامل تولید از نسبت تولید ناخالص داخلی یا ارزش‌افزوده به کل نهاده‌ها به دست

جدول ۱: مطالعات انجام شده در ارتباط با عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی (خارج از کشور)

پژوهشگران	سال انتشار	دوره و نمونه مورد بررسی	روش پژوهش	نتایج
Glasure	2002	1961-1990 در کره جنوبی	تصحیح خطای برداری	حجم پول حقیقی، مخارج واقعی دولت و قیمت واقعی انرژی بر مصرف انرژی تأثیر گذارند. رابطه علیت دوطرفه بین مصرف انرژی و درآمد حقیقی استنباط شد.
Kumar	2003	1995-2002 کشور هند	رگرسیون خطی چندگانه	مخارج تحقیق و توسعه، اندازه بنگاه و مالکیت بخش خصوصی بر شدت مصرف انرژی اثر منفی داشته اند. رابطه بین سطح دستمزد و شدت سرمایه فیزیکی با شدت انرژی بنگاه‌ها، مثبت ارزیابی شد.
Zheng, et al.	2011	1999-2007 کشور چین	رگرسیون چندگانه	صادرات بیشتر، موجب افزایش شدت مصرف انرژی در چین می‌شود هم‌چنین نتیجه این پژوهش، تأثیر مثبت واردات بر کاهش شدت انرژی را تأیید می‌کند.
Silah & Al-Sheikh	2012	1980-2010 در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس	تصحیح خطای برداری و علیت گرنجری	رابطه بین قیمت نفت، تولید ناخالص داخلی سرانه و مخارج دولت با شدت مصرف انرژی در بیشتر کشورهای مورد بررسی، مثبت به دست آمد.
Herrerias, et al.	2013	1985-2008 چین	داده‌های تابلویی	سرمایه‌گذاری خارجی و سرمایه‌گذاری غیردولتی، نقش مهمی در کاهش شدت انرژی در مناطق چینی داشته اند. درحالی‌که هیچ شواهدی مبنی بر اثر سرمایه‌گذاری دولتی بر کاهش شدت انرژی یافت نشد.
Ladu & Meledu	2014	1996-2008 کشور ایتالیا	داده‌های تابلویی پویا	در کوتاه مدت بهره‌وری کل عوامل، تأثیر منفی بر مصرف انرژی دارد، اما در بلند مدت، بهره‌وری بالاتر عوامل تولید به معنای مصرف انرژی بیشتر است
Kofi Adom	2015	1971-2011 کشور نیجریه	حداقل مربعات کاملاً اصلاح شده	رابطه معکوس بین قیمت نفت خام و شدت انرژی وجود دارد. هم‌چنین سیاست دولت در کاهش پارانها می‌تواند موجب افزایش بهره‌وری انرژی شود. تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و ساختار صنعت بر شدت انرژی نیز منفی و قابل توجه به دست آمد. اثر باز بودن تجارت بر شدت مصرف انرژی نیز نامتقارن به دست آمد.
Huang, et al.	2017	2000-2014 در نمونه‌ای از استان‌های چین	تجزیه و داده‌های تابلویی فضایی	قیمت انرژی و پیشرفت تکنولوژی باعث کاهش شدت انرژی می‌شوند. ساختار اقتصادی نقش مثبتی در افزایش شدت انرژی داشته است.
Samargandi	2019	1990-2016 کشورهای اوپک	روش خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی	هم در کوتاه مدت و هم در بلند مدت، باز بودن تجارت به دلیل افزایش بهره‌وری باعث کاهش شدت مصرف انرژی می‌شود. نوآوری‌های تکنولوژیکی داخلی نقش ناچیزی در کاهش شدت مصرف انرژی در کشورهای اوپک داشته اند.
Chen, et al	2019	1990-2014 در ۹۸ کشور	مدل اثرات ثابت دوطرفه	رابطه بین توسعه مالی و شدت مصرف انرژی در کشورهای توسعه یافته، منفی و در کشورهای درحال توسعه U شکل بوده است. هم‌چنین اثر رشد اقتصادی و سهم صنایع خدماتی در شدت انرژی را منفی و اثر شهرنشینی را بر شدت انرژی، مثبت ارزیابی کردند.
Hille & Lambernd	2020	2000-2017 کره جنوبی	داده‌های تابلویی	افزایش درآمد، شدت مصرف نفت و برق را کاهش و شدت مصرف منابع انرژی تجدید پذیر را افزایش می‌دهد. هم‌چنین فعالیت‌های نوآورانه، باز بودن تجارت و افزایش هزینه‌های دولت، به طور فزاینده، شدت انرژی را کاهش داده است.
Santiago, et al.	2020	1970-2014 در ۲۱ کشور امریکای لاتین	روش خودتوضیح با وقفه‌های توزیعی	سرمایه‌گذاری (سهام عمومی و خصوصی) به روند کاهش شدت انرژی کمک نمی‌کند. سرمایه‌گذاری‌های مولد دولت در تجهیزات و زیر ساخت‌های کارآمدتر و افزایش پارانها و کاهش مالیات‌ها، می‌توانند در جهت کاهش شدت مصرف انرژی مؤثر باشند.
Azhgaliyeva, et al.	2020	1990-2016 در ۳۱ کشور با درآمد بالا و ۱۳ کشور با درآمد متوسط	داده‌های تابلویی	تولید ناخالص داخلی سرانه و قیمت انرژی، رابطه منفی با شدت انرژی دارند. هم‌چنین ابزارهای سیاستی مانند استانداردها و برجسب گذاری، سرمایه‌گذاری مستقیم دولت، اقدامات مالی، مالیات‌ها و کمک های مالی و پارانها، در کاهش شدت انرژی مؤثر هستند.
Lin & Wang	2021	2000-2016 در چین	تکنیک تجزیه	تغییرات ساختاری، توسعه تعادل منطقه‌ای و کارآیی مدیریت، توانسته‌اند شدت مصرف انرژی را در چین تغییر دهند. هم‌چنین پیشرفت تکنولوژی عامل اصلی کاهش شدت مصرف انرژی در چین بوده است. شکاف فناوری منطقه‌ای نیز مانع کاهش شدت انرژی در چین شد. مدیریت بهینه بازار نیز موجب کارایی مصرف انرژی شده است.

در جدول (۲) مطالعات داخلی انجام شده که به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی پرداخته‌اند، آمده است:

جدول ۲: مطالعات انجام شده در ارتباط با عوامل مؤثر بر شدت مصرف انرژی (داخل کشور)

پژوهشگران	سال انتشار	دوره و نمونه مورد بررسی	روش پژوهش	نتایج
بنی‌اسدی و محسنی	۱۳۹۳	۱۳۵۳-۱۳۸۹ در ایران	مدل خود توضیح برداری ساختاری	شوکه‌های موقت بهره‌وری موجب تغییرات شدت مصرف انرژی در کوتاه مدت شده‌اند، اما در بلند مدت اثری بر شدت مصرف انرژی نداشته‌اند. شوکه‌های دائمی بهره‌وری منجر به کاهش شدت مصرف انرژی در بلند مدت می‌شوند
فرج زاده	۱۳۹۴	۱۳۵۲-۱۳۹۰ در ایران	تکنیک تجزیه	رابطه‌ی غیر خطی بین درآمد (تولید ناخالص داخلی) و انباشت سرمایه را با شدت مصرف انرژی تایید شد. همچنین اثر شهرنشینی، منفی، اثر قیمت و سهم صنعت از تولید، محدود و اثر شاخص ادغام تجاری و سرمایه‌گذاری خارجی، بر شدت مصرف انرژی، ناچیز ارزیابی شد.
شهبازی و همکاران	۱۳۹۴	۲۰۰۲-۲۰۱۱ در کشورهای عضو اوپک	مدل رگرسیون انتقال ملایم تابلویی	فرضیه‌ی خطی بودن رابطه‌ی اندازه‌ی دولت و حکمرانی خوب با شدت مصرف انرژی را رد کردند. در رژیم اول افزایش مخارج دولت باعث کاهش شدت مصرف انرژی خواهد شد. در رژیم دوم نیز، اندازه‌ی دولت تاثیر مثبت بر شدت مصرف انرژی دارد.
درگاهی و بیابانی خامنه	۱۳۹۴	۱۳۵۳-۱۳۹۱ در ایران	روش خود رگرسیون برداری ساختاری	بهره‌وری کل عوامل تولید باعث کاهش شدت مصرف انرژی و درآمد سرانه، باعث افزایش شدت مصرف انرژی می‌شود. درجه باز بودن تجاری، سرمایه‌گذاری عمرانی دولت و افزایش سهم صنعت از تولید نیز از شدت مصرف انرژی می‌کاهند.
شعبان‌زاده و همکاران	۱۳۹۵	۱۳۶۰-۱۳۹۰ در بخش کشاورزی ایران	الگوریتم الگوسازی فمبای	اثر متغیرهای تنوع فعالیت و آزاد سازی تجاری بر شدت انرژی مثبت و اثر سهم بخش کشاورزی بر شدت انرژی منفی ارزیابی شده‌است. مؤثرترین متغیر بر شدت انرژی نیز، شاخص تنوع فعالیت بوده‌است.
راسخی و همکاران	۱۳۹۵	۱۳۸۰-۱۳۸۶ در ۷۵ هزار کارگاه صنعتی ایران	داده‌های تابلویی	شدت نهاده نیروی کار اثر مثبت و شدت نهاده سرمایه، شدت سود، جانشینی سوخت‌های مختلف مورد استفاده و فناوری، اثر منفی بر شدت انرژی داشته‌اند. همچنین افزایش بهره‌وری کل عوامل، شدت انرژی را کاهش می‌دهد.
یاوری و بیابانی خامنه	۱۳۹۸	۱۳۵۳-۱۳۹۵ در ایران	خود رگرسیون برداری ساختاری	اثر نرخ ارز حقیقی بر شدت انرژی در دوره مورد بررسی مثبت ارزیابی شد.
موسویان و همکاران	۱۳۹۸	۱۳۷۹-۱۳۹۳ در ایران	مدل دوربین فضایی	متغیرهای مخارج عمرانی دولت، قیمت انرژی و سهم مالکیت خصوصی اثر منفی بر شدت مصرف انرژی داشته‌اند. تاثیر متغیرهای نسبت صادرات به ارزش افزوده و نسبت سرمایه به نیروی کار بر شدت مصرف انرژی مثبت ارزیابی شد.
پورمند بخشایش و سلمانی	۱۳۹۸	۱۳۸۶-۱۳۹۴ در ایران	مدل دوربین فضایی	تحقیق و توسعه داخلی و واردات نقش مهمی در کاهش شدت انرژی داشته اما سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیری بر شدت مصرف انرژی نداشته است. قیمت انرژی، ساختار اقتصادی و شهرنشینی نیز تأثیر به‌ترتیب مثبت، منفی و منفی بر شدت مصرف انرژی داشته‌اند.
صیادی و همکاران	۱۳۹۹	۱۳۶۵-۱۳۹۷ در صنعت برق ایران	خود توضیح برداری	رابطه بین قیمت انرژی و راندمان تولید با شدت انرژی نیروگاه‌ها منفی بوده است

۴ روش شناسی پژوهش

در مطالعه حاضر، برای مدلسازی اثر تکانه‌های اسمی و حقیقی بر شدت مصرف انرژی در کشور، از یک مدل خود رگرسیون برداری ساختاری (SVAR) بهره گرفته شده است. فرم ساختاری الگوی خود رگرسیون برداری VAR می باشد که در آن علاوه بر مقادیر گذشته هر متغیر، مقادیر جاری آن نیز در هر یک از معادلات وارد می شود.

۴/۱ معرفی مدل و توضیح متغیرها

در مطالعه حاضر، برای بررسی اثر تکانه‌های اسمی و حقیقی بر شدت انرژی در کشور، الگوی خود رگرسیون برداری ساختاری زیر جهت برآورد، پیشنهاد می شود:

$$\begin{bmatrix} LM_t \\ LG_t \\ LRER_t \\ LTFP_t \\ LEI_t \end{bmatrix} = B(L) \times \begin{bmatrix} \varepsilon_t^M \\ \varepsilon_t^G \\ \varepsilon_t^{RER} \\ \varepsilon_t^{TFP} \\ \varepsilon_t^{EI} \end{bmatrix} \quad \text{معادله (۲)}$$

سمت چپ معادله، فرم لگاریتمی متغیرها را نشان می دهد. در سمت راست مدل، $B(L)$ ماتریس مربعی حاوی چند جمله‌ای‌هایی بر حسب عملگر وقفه است. بردار ε_t نیز شامل جملات اخلاص ساختاری (ε_t^M)، معرف شوک نقدینگی، ε_t^G ، معرف شوک مخارج دولت، ε_t^{RER} ، معرف شوک نرخ ارز حقیقی، ε_t^{TFP} ، معرف شوک بهره‌وری کل عوامل تولید) می باشد. در این پژوهش به منظور تجزیه و تحلیل و مقایسه بهتر اثر تکانه‌ها، کلیه متغیرها به صورت لگاریتمی در مدل وارد شده‌اند. بنابراین متغیرهای تحقیق به صورت زیر تعریف می شوند:

M_t بیانگر حجم نقدینگی اقتصاد است. در این تحقیق نقدینگی به صورت حاصل جمع پول و شبه پول در نظر گرفته شده است.

G_t ، مصارف عمومی دولت است که به عنوان شاخصی از مخارج دولت در نظر گرفته شده است.

این شاخص به صورت حاصل جمع هزینه‌های جاری دولت، تملک دارایی‌های سرمایه‌ای و تملک دارایی‌های مالی، محاسبه شده است.

RER : بیانگر متغیر نرخ ارز حقیقی است. در این پژوهش از نرخ حقیقی دلار به عنوان شاخصی از نرخ ارز حقیقی استفاده شده است. این نرخ توسط فرمول زیر به دست می آید:

$$RER = \frac{E.P^F}{P} \quad \text{معادله (۳)}$$

که در آن E ، نرخ غیر رسمی دلار P^F شاخص قیمت مصرف کننده آمریکا و P شاخص قیمت مصرف کننده ایران است.

TFP بیانگر بهره‌وری کل عوامل تولید است و از نسبت تولید ناخالص داخلی یا ارزش افزوده به کل نهاده‌ها به دست می آید. در این پژوهش از شاخص دیویژیا برای محاسبه بهره‌وری کل عوامل تولید استفاده شده است. به همین منظور مدل کندریک^۱ به کار گرفته شده است. این مدل مبتنی بر میانگین وزنی^۲ کار و سرمایه است. اگر تولید تابعی از نیروی کار و سرمایه باشد، بهره‌وری کل عوامل تولید به صورت رابطه زیر تعریف می شود:

$$TFP = \frac{V_t}{\alpha K_t + \beta L_t} \quad \text{معادله (۴)}$$

که در آن TFP بهره‌وری کل عوامل تولید، V_t تولید ناخالص داخلی، K_t سرمایه، L_t نیروی کار، α سهم سرمایه از تولید و β سهم نیروی کار از تولید می باشد.

EI نیز شدت مصرف نهایی انرژی است که به صورت نسبت مصرف نهایی انرژی (میلیون بشکه معادل نفت خام) به تولید ناخالص داخلی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ (میلیارد ریال) محاسبه شده است.

^۲ Weighted Mean

^۱ Kenderik Index

۵ تخمین الگو و یافته‌های تجربی

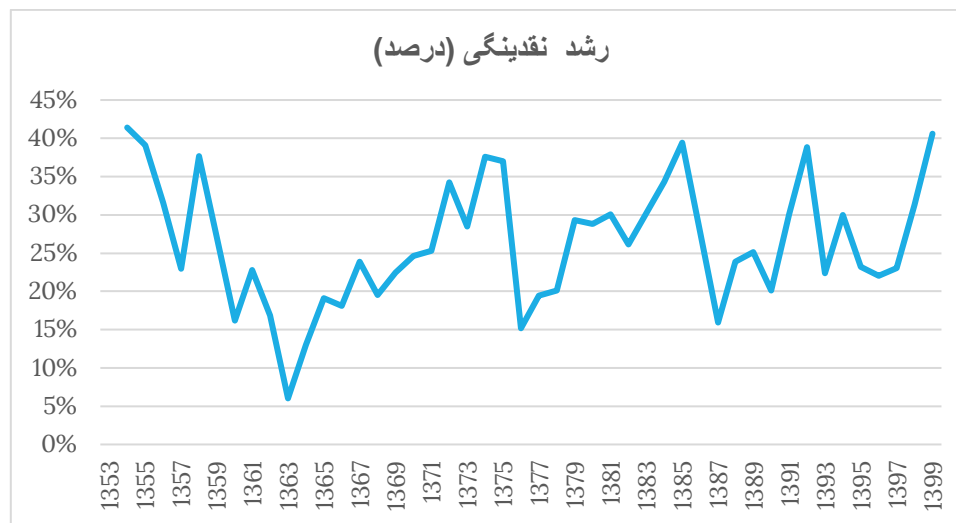
۵/۱ روش جمع‌آوری اطلاعات

داده‌های مورد استفاده در این پژوهش سال‌های ۱۳۵۳-۱۳۹۹ را شامل می‌شود. شاخص قیمت مصرف‌کننده کشور آمریکا از بانک جهانی، حجم نقدینگی، نرخ ارز غیر رسمی، موجودی سرمایه به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ و شاخص قیمت مصرف‌کننده ایران، از بانک اطلاعات سری زمانی بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران، مصارف عمومی دولت از اسناد قانون بودجه منتشر شده توسط مرکز پژوهش‌های مجلس جمهوری اسلامی ایران، جمعیت شاغل بالای ۱۵ سال از سالنامه‌های آماری مرکز آمار ایران و شدت مصرف نهایی انرژی از ترانزنامه‌های انرژی منتشر شده توسط وزارت نیرو، استخراج شده‌اند.

۵/۲ روند متغیرها در طول زمان

نمودار (۲) نشان می‌دهد که کمترین میزان رشد نقدینگی در کشور مربوط به سال‌های ۱۳۶۳، ۱۳۷۶ و ۱۳۸۷ به ترتیب ۶، ۱۵ و ۱۶ درصد بوده و بیشترین میزان رشد آن مربوط به سال‌های ۱۳۵۴ و ۱۳۹۹ به میزان ۴۱ درصد بوده است. آثار شوک نفتی و رشد درآمدهای ارزی موجب افزایش پایه پولی و به تبع آن رشد نقدینگی در سال ۱۳۵۴ شده است. علت اصلی رشد نقدینگی در سال ۱۳۹۹ را می‌توان تحریم‌های حداکثری بین‌المللی، کاهش شدید درآمدهای ارزی، نابه‌سامانی در بازار دارایی‌ها، افزایش محدودیت‌های مالی دولت جهت تامین کسری بودجه و خلق پول توسط سیستم بانکی نام برد. در سال‌های جنگ با وجود کاهش درآمد ارزی، سیاست‌های کنترلی، تنظیم بازار و مهار واردات موجب مهار رشد نقدینگی شد. طوریکه رشد نقدینگی در سال‌های نخستین جنگ به ترتیب ۳۸، ۲۷ و ۱۶ درصد بوده است.

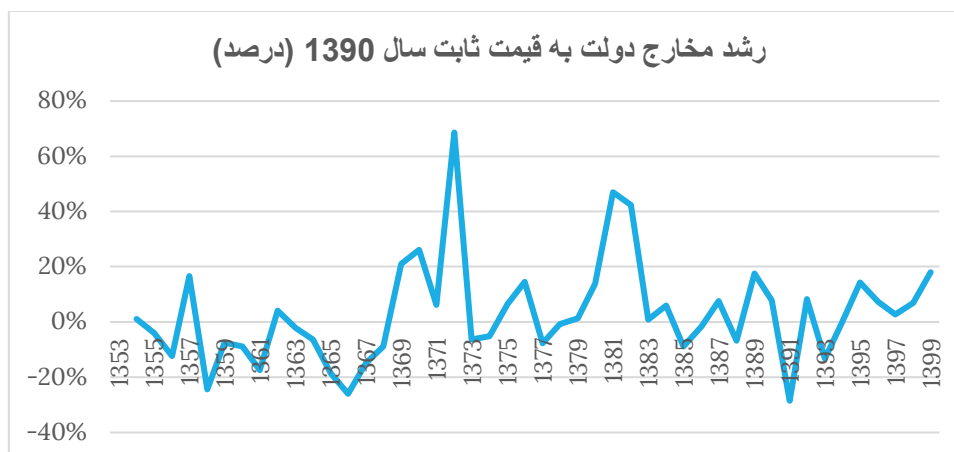
نمودار ۲. روند رشد نقدینگی



رشد مخارج دولت در نمودار (۳) نشان داده شده است:

در این پژوهش، مخارج دولت از جمع هزینه‌های جاری، اعتبارات تملیک دارایی‌های سرمایه‌ای و مالی به قیمت ثابت سال ۱۳۹۰ بدست آمده است. روند

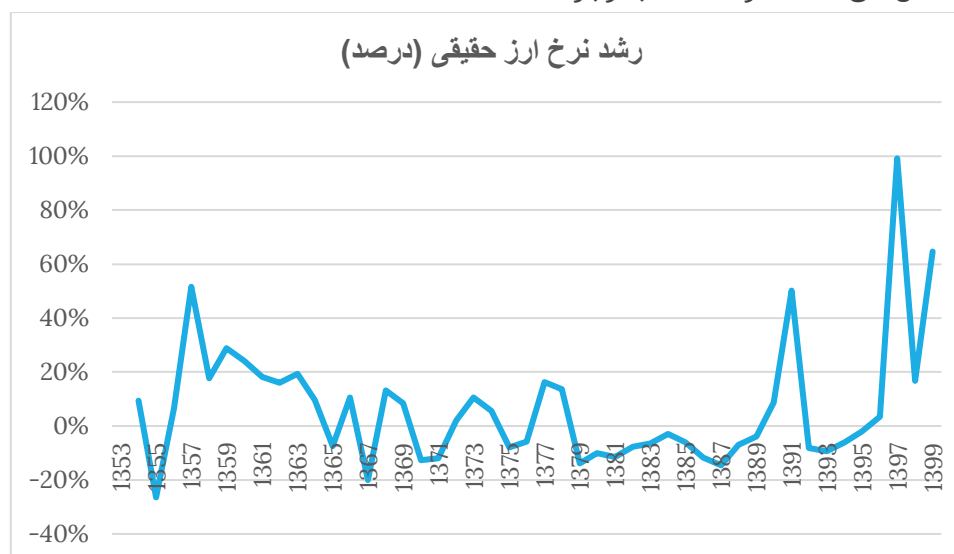
نمودار ۳. روند رشد مخارج دولت



افزایش رقم مخارج دولت به قیمت جاری، مقادیر این متغیر به قیمت ثابت کاهش یافت. کمترین میزان نرخ رشد مخارج دولت به قیمت ثابت در سال ۱۳۹۱ و بیشترین میزان آن در سال ۱۳۷۲ بوده است.

روند رشد نرخ ارز حقیقی در طی زمان نمودار (۴) نمایش داده شده است:

نمودار (۳) نشان می‌دهد که مخارج دولت در سال‌های ۱۳۵۳-۱۳۸۹، به جز افزایشی که در سال‌های ۱۳۵۴، ۱۳۵۷ و ۱۳۶۲ داشته، در سایر سال‌ها با رشد منفی مواجه بوده است. پس از جنگ به علت هزینه‌های بازسازی و افزایش درآمدهای ارزی، مخارج دولت روند فزاینده به خود گرفت. به گونه‌ای که در سال ۱۳۷۲ به بالاترین میزان خود در بازه زمانی این پژوهش رسید و نرخ رشد ۶۹ درصدی را ثبت کرد. در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴، با وجود

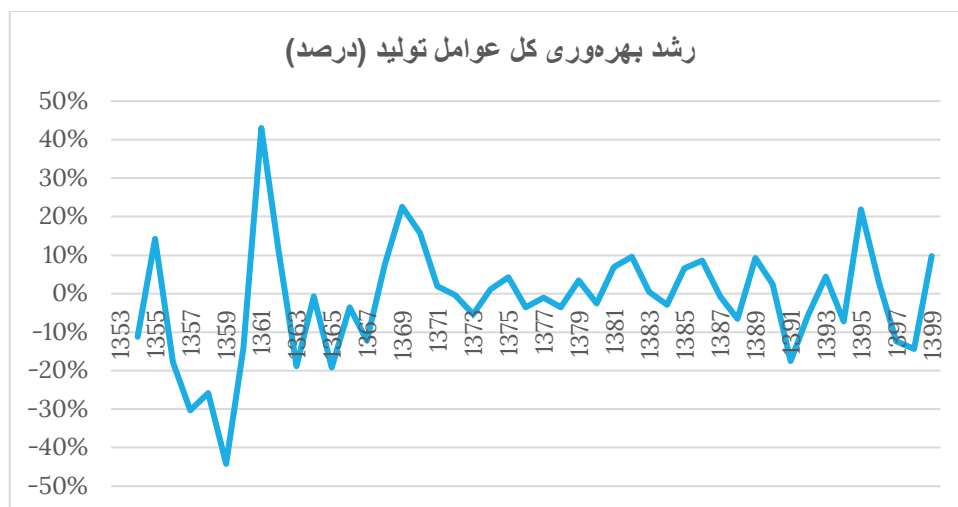


نمودار ۴. روند رشد متغیر نرخ ارز حقیقی

سال‌های ۱۳۷۷ و ۱۳۷۸ دوباره افزایش پیدا کرد. اجرای سیاست یکسان سازی نرخ ارز در سال ۱۳۸۱ و پابرجا بودن آن تا ۱۳۸۹، وفور درآمدهای نفتی بعد از سال ۱۳۸۴، تلاش برای ثبات نرخ ارز، عدم پیگیری سیاست‌های انبساطی و فاصله گرفتن تورم داخلی و خارجی، منجر به ایجاد یک روند کاهنده در نرخ ارز حقیقی، در دهه ۸۰ شدند. از نیمه دوم سال ۱۳۸۹، تحریم‌ها و کند شدن روابط بانکی بین‌المللی، موجب دو نرخی شدن دوباره نرخ ارز شد. در نتیجه نرخ ارز حقیقی در سال ۱۳۹۱ با جهش ۵۰ درصدی مواجه شد. با روی کار آمدن دولت جدید در سال ۱۳۹۲ و امید به بهبود روابط بین‌المللی، آرامش به بازار ارز بازگشت و نرخ حقیقی دلار در سال‌های ۱۳۹۵-۱۳۹۲ رشد منفی را ثبت کرد. سیاست تک نرخی کردن ارز در سال ۱۳۹۷ و همچنین عدم عرضه ارز ۴۲۰۰ تومانی، موجب یک جهش بی‌سابقه در نرخ ارز حقیقی شد، به گونه‌ای که این نرخ در سال ۱۳۹۷، رشد ۹۹ درصدی را ثبت کرد. در سال‌های ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹، شیوع ویروس کرونا و بسته شدن مرزها موجب افزایش نرخ ارز حقیقی شد. این متغیر در پایان سال ۱۳۹۹ جهش ۶۴ درصدی را ثبت کرد.

شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید به صورت برآیند بهره‌وری نیروی کار و سرمایه در نظر گرفته شده است. روند رشد این متغیر در نمودار (۵)، منعکس شده است:

در سال ۱۳۵۷، پس از وقوع انقلاب اسلامی، با توجه به التهابات و جو روانی ناشی از تغییر مدیریت اقتصادی، شرایط ارزی کشور با چالش مواجه شد. به عبارت دیگر اولین شوک ارزی کشور در سال ۱۳۵۷ با ۴۵ درصد افزایش نرخ ارز حقیقی در سال ۱۳۵۷ به وقوع پیوست که این روند افزایشی با وقوع حمله به سفارت آمریکا در سال ۱۳۵۸ و شروع جنگ تحمیلی در سال ۱۳۵۹ ادامه پیدا کرد و تا سال ۱۳۶۴ پا برجا بود. نرخ ارز حقیقی در سال ۱۳۶۵ کاهش و در سال ۱۳۶۶ دوباره افزایش یافت. نزدیک شدن به پایان جنگ، بهبود درآمدهای نفتی و کاهش تقاضای عرضه موجب کاهش ۲۰ درصدی را برای نرخ ارز حقیقی رقم زدند. در سال‌های ۱۳۷۰ و ۱۳۷۱، به دلیل تورم بالای ۲۰ درصد و نگرانی سیاست‌گذاران از اثر رشد نرخ ارز بر تشدید تورمی، بانک مرکزی ناچار به دخالت در بازار ارز شد و سیاست تک نرخی کردن نرخ ارز را در سال ۱۳۷۱ اعلام کرد. همین مسئله موجب کاهش ۲۰ درصدی نرخ ارز حقیقی در این دو سال شد. سیاست تک نرخی کردن ارز مدت زیادی دوام نیاورد و در نتیجه نرخ حقیقی دلار پس از دو دوره کاهش، در سال ۱۳۸۲ حدوداً ۴۰ درصد افزایش یافت. این افزایش در سال‌های ۱۳۷۳ و ۱۳۷۴ نیز ادامه داشت. بعد از سال ۱۳۷۴، سیاست‌های انبساطی دولت ادامه پیدا کرد، اما به دلیل تکمیل بازسازی‌ها و تعدیل‌های صورت گرفته در اقتصاد، دولت مجدداً به تثبیت نرخ ارز اقدام کرد. این مسئله موجب کاهش نرخ ارز حقیقی در سال‌های ۱۳۷۴ و ۱۳۷۵ شد. با این وجود، نرخ ارز حقیقی در



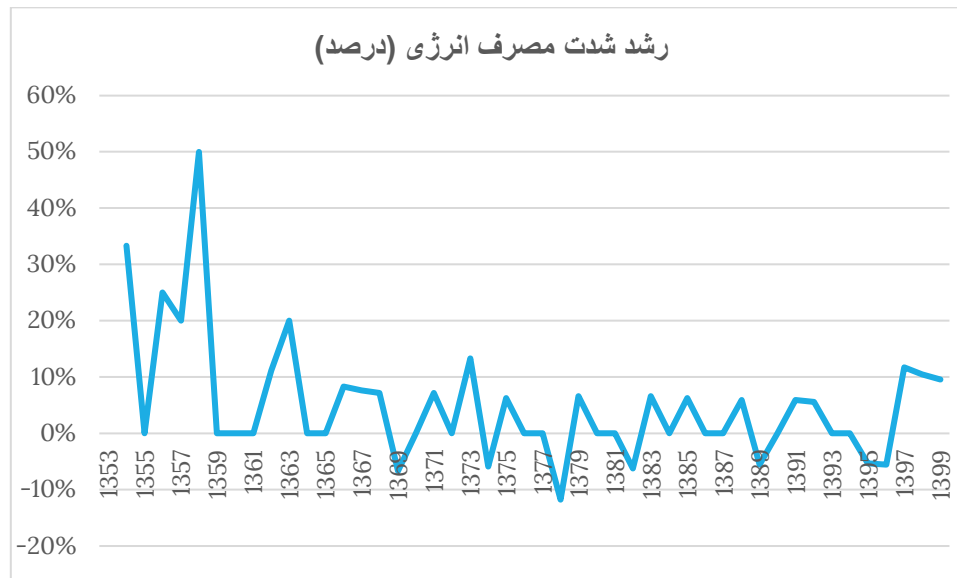
نمودار ۵. روند رشد متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید

رشد اندک ۳ درصدی مواجه شد. در برنامه چهارم توسعه (۱۳۸۴-۱۳۸۸)، به موضوع بهره‌وری توجه خاصی شده بود. با این وجود، رشد بهره‌وری در سال‌های ۱۳۸۴، ۱۳۸۵، ۱۳۸۶، ۱۳۸۷ و ۱۳۸۸ به ترتیب ۳-، ۷، ۹، ۱- و ۷- درصد بوده است. در برنامه پنجم توسعه اقتصادی (۱۳۹۳-۱۳۸۹) نیز مانند برنامه چهارم، هدف‌گذاری‌هایی جهت رشد بهره‌وری کشور در نظر گرفته شد. در سال ۱۳۹۱، بهره‌وری کل عوامل با کاهش چشمگیری مواجه بوده و نرخ رشد ۱۷- درصدی را به دست آورده است. علت این کاهش چشمگیر، تحریم‌های اقتصادی و منفی شدن رشد اقتصادی در سال‌های ۱۳۹۱ و ۱۳۹۲ بوده است. در سال ۱۳۹۵، توافق با گروه ۵+۱ و امیدواری به رفع تحریم‌ها، تولید ناخالص داخلی را با رشد ۱۳ درصدی مواجه کرد. همین امر یک جهش مثبت ۲۲ درصدی را برای شاخص بهره‌وری کل عوامل تولید به وجود آورد. در برنامه ششم توسعه (۱۴۰۰-۱۳۹۶)، بهره‌وری کل عوامل تولید سالانه باید حدود ۸ درصد رشد داشته باشد. با این حال نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید از ۳ درصد در سال ۱۳۹۶، به ۱۲-، ۱۴- و ۱۰ درصد در سال‌های ۱۳۹۷، ۱۳۹۸ و ۱۳۹۹ رسید. میانگین نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در این دوره چهار ساله، ۱۳- درصد بوده است. روند نزولی این شاخص نشان می‌دهد که

بررسی روند نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در طول دوره تحقیق نشان می‌دهد که در سال‌های ۱۳۵۴ تا ۱۳۶۰ به جز افزایش ۱۴ درصدی که در سال ۱۳۵۵ داشته، در سایر سال‌ها، نرخ رشد منفی را تجربه کرده است. به گونه‌ای که در سال ۱۳۵۹، نرخ رشد این متغیر به پایین‌ترین حد خود یعنی ۴۴- درصد می‌رسد. دلایل عمده روند کاهنده بهره‌وری کل عوامل تولید را می‌توان افزایش بی‌ثباتی اقتصادی و سیاسی، کاهش درآمدهای ارزی و همچنین تخریب و فرسودگی بخشی از سرمایه‌های فیزیکی برشمرد (کفائی و باقرزاده، ۱۳۹۵). در سال ۱۳۶۱، افزایش تولید ناخالص داخلی موجب یک جهش بی‌سابقه در شاخص بهره‌وری کل می‌شود و این شاخص را با رشد مثبت ۴۳ درصدی مواجه می‌کند. پس از آن تا سال ۱۳۶۷، بهره‌وری کل عوامل با نرخ‌های متفاوت رو به کاهش بوده و نرخ رشد منفی داشته است. کاهش تولید ناخالص داخلی در سال‌های جنگ بر این روند نزولی مؤثر بوده است. بهره‌وری کل عوامل تولید در سال ۱۳۶۸ با رشد مثبت ۸ درصدی مواجه شد با وجود اقدامات مثبت و برنامه‌ریزی‌های انجام شده، میزان رشد بهره‌وری کل عوامل در سال ۱۳۷۳، منفی شد. بهره‌وری کل عوامل تولید در سال‌های پایانی برنامه دوم توسعه، با رشد منفی مواجه بوده است. در سال ۱۳۷۹، بهره‌وری کل عوامل تولید، با

رشد متغیر شدت مصرف انرژی در قالب نمودار (۶)، نمایش داده شده است:

مدیریت بهینه در زمینه استفاده از نیروی کار و سرمایه در کشور وجود نداشته است.



نمودار ۶. روند رشد متغیر شدت مصرف انرژی

اما پس از آن در سال‌های ۱۳۶۶، ۱۳۶۷ و ۱۳۶۸ با نرخ رشد ۷ درصدی مواجه شد که ناشی از افزایش مصرف نهایی انرژی بود، نه تولید ناخالص داخلی.

در سال ۱۳۶۹، شدت انرژی رشد منفی را تجربه کرد. در سال‌های ۱۳۷۱، ۱۳۷۲ و ۱۳۷۳، نرخ رشد مصرف انرژی بیشتر از نرخ رشد تولید ناخالص داخلی بوده و همین مسئله موجب افزایش شدت مصرف انرژی در این سه سال شده است. در سال ۱۳۷۸ این شاخص کاهش ۱۲ درصدی را تجربه می‌کند. این کاهش در سال بعد جبران شده و در نتیجه شدت مصرف انرژی در این سال با رشد ۷ درصدی مواجه می‌شود. در سال‌های ۱۳۸۳ تا ۱۳۹۴، رشد مصرف انرژی یا بیشتر یا معادل تولید ناخالص داخلی بوده و شدت مصرف انرژی را با روند ثابت یا فزاینده‌ای مواجه کرده است. در سال ۱۳۹۵، مصرف نهایی انرژی رشد ۶ درصدی را تجربه می‌کنند که این مسئله رشد ۵- درصدی را برای شدت مصرف انرژی رقم می‌زند. پس از آن در سال ۱۳۹۷، به یک باره

نمودار (۶) نشان می‌دهد که در سال‌های ۱۳۵۸-۱۳۵۳، شدت مصرف انرژی جهش‌های قابل توجهی داشته است. در سال ۱۳۵۴ شدت مصرف انرژی با رشد ۳۳ درصدی مواجه شده است. در سال ۱۳۵۵، این متغیر نرخ رشد صفر درصد را ثبت می‌کند اما در سال‌های بعد دوباره روند افزایشی به خود می‌گیرد؛ به گونه‌ای که در سال ۱۳۵۸ بالاترین مقدار نرخ رشد خود را در سطح ۵۰ درصد ثبت می‌کند. علت این جهش‌های بی‌سابقه در متغیر شدت مصرف انرژی در سال‌های ۱۳۵۸-۱۳۵۳ را می‌توان افزایش قیمت نفت و در نتیجه افزایش تولید ناخالص داخلی دانست. پس از آن در سال‌های ۱۳۶۱-۱۳۵۹، به دلیل نابسامانی‌های ایجاد شده ناشی از انقلاب و جنگ، تولید ناخالص داخلی با کاهش مواجه شد و با وجود رشد مصرف نهایی انرژی، شدت مصرف انرژی تغییری نکرد. این متغیر در سال‌های ۱۳۶۲ و ۱۳۶۳ به ترتیب نرخ رشد ۱۱ و ۲۰ درصدی را ثبت کرد. شدت مصرف انرژی در دو سال بعد تغییری نکرد،

در اغلب سال‌ها نسبت تولید ناخالص داخلی در مقایسه با انرژی مصرفی بسیار کم بوده و ارقام به دست آمده نشان دهنده عدم کارایی مصرف انرژی می‌باشد. بیشترین میزان نرخ رشد شدت مصرف انرژی در سال ۱۳۶۱ و کمترین میزان آن در سال ۱۳۵۳ بوده است.

۵٫۳ توصیف داده‌ها

اطلاعات میانگین^۱، میانه^۲، مقدار بیشینه^۳، کمینه^۴ و انحراف معیار، برای هر یک از متغیرها محاسبه و در جدول (۳) منعکس شده است:

جدول ۳: آمار توصیفی برای متغیرهای تحقیق

متغیرها شاخص	شدت مصرف انرژی (بشکه معادل نفت خام به میلیون ریال)	مخارج دولت (میلیارد ریال)	حجم نقدینگی (میلیارد ریال)	نرخ ارز حقیقی (ارزش یک واحد پول خارجی به پول داخلی)	بهره‌وری کل عوامل تولید (بدون مقیاس)
میانگین	۰٫۱۶	۷۷۷۳۰۷٫۵	۳۲۵۳۸۵۶	۲۳۳۹۴۷۸	۰٫۰۶۴
میانه	۰٫۱۶	۷۵۰۶۸٫۷	۱۳۴۲۸۶٫۳	۲۲۴۴۲۸۴	۰٫۰۳۸
حداکثر	۰٫۹	۵۷۱۰۱۳۶	۳۴۷۶۱۰۰۰	۶۳۹۲۰۰۴	۰٫۴۵۳
حداقل	۰٫۰۳	۱۵۸۰۷۰۰	۸۱۰٫۱۰۰۰	۶۱۷۷	۰٫۰۲۵
انحراف معیار	۰٫۱۱۹	۱۳۴۶۰۲۷	۷۱۱۸۶۷۴	۱۰۵۱۹۲۴	۰٫۰۸۲

نقدینگی با ۷۱۱۸۶۷۴، بیشترین مقدار پراکندگی (انحراف معیار) را در بین متغیرها دارا می‌باشد. یعنی حجم نقدینگی تغییرپذیری بیشتری نسبت به سایر متغیرها دارد. در حالی که متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید با ۰٫۰۸۲ دارای کمترین مقدار پراکندگی در بین متغیرها می‌باشد.

۵٫۴ آزمون شکست ساختاری

اگر با توجه به شرایط و مقتضیات حاکم بر متغیرهای اقتصادی، تغییر در روند متغیرها همراه تغییر در پارامترهای مدل صورت بگیرد، یا به عبارت دیگر، اگر در پایداری پارامترهای یک مدل خللی

تولید ناخالص داخلی رشد منفی را تجربه کرد و این مسئله شدت مصرف انرژی را با افزایش نسبتاً شدیدی مواجه می‌کند. در سال ۱۳۹۹، تولید ناخالص داخلی رشد مثبتی را تجربه کرد. این رشد مثبت تولید ناخالص داخلی در سال ۱۳۹۹ توانست کمی از روند نرخ رشد شدت مصرف انرژی را کم کند، اما این شاخص همچنان به دلیل رشد مصرف انرژی افزایش یافته است. بررسی روند شدت مصرف انرژی نکات مهمی را یادآور می‌شود. کاهش و ثبات این شاخص، عمدتاً ناشی از افزایش قیمت نفت و تاثیر مثبت آن بر تولید ناخالص داخلی بوده و نشان‌دهنده بهبود کارایی مصرف انرژی نمی‌باشد.

همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، میانگین شدت مصرف انرژی ۰٫۱۶، مقدار حداکثر آن، ۰٫۹ و مقدار حداقل آن ۰٫۰۳ واحد می‌باشد. میانگین مخارج دولت ۷۷۷۳۰۷٫۵، مقدار حداکثر آن، ۵۷۱۰۱۳۶ و مقدار حداقل آن ۱۵۸۰۷۰۰ میلیارد ریال می‌باشد. میانگین حجم نقدینگی ۳۲۵۳۸۵۶، مقدار حداکثر آن، ۳۴۷۶۱۰۰۰ و مقدار حداقل آن ۸۱۰٫۱۰۰۰ میلیارد ریال می‌باشد. میانگین نرخ ارز حقیقی ۲۳۳۹۴۷۸، مقدار حداکثر آن، ۶۳۹۲۰۰۴ و مقدار حداقل آن، ۶۱۷۷ واحد می‌باشد. میانگین بهره‌وری کل عوامل تولید، ۰٫۰۶۴، مقدار حداکثر آن، ۰٫۴۵۳ و مقدار حداقل آن، ۰٫۰۲۵ واحد می‌باشد. متغیر حجم

^۳ Maximum

^۴ Minimum

^۱ Average

^۲ Mean

نتایج این آزمون، با در نظر گرفتن سال ۱۳۹۰ به عنوان نقطه شکست و سطح بحرانی ۵ درصد، در جدول (۴) منعکس شده است:

ایجاد شود، این تغییرات را شکست ساختاری می‌گویند. (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۷) آزمون چاو یکی از آزمون‌های اولیه شکست ساختاری است. فرض این آزمون به شرح زیر می‌باشد:

H_0 : ثبات پارامتر وجود دارد (عدم وجود شکست ساختاری)

جدول ۴. نتایج آزمون شکست ساختاری چاو

مقدار احتمال	مقدار آماره	
۰/۱۹۲۹	۱/۵۶۹۰۵۰	آماره F
۰/۱۰۷۶	۹/۰۳۸۰۸۷	
۰/۱۶۵۰	۷/۸۴۵۲۴۸	آماره والد

با توجه به اینکه مقدار احتمال بیشتر از ۵ درصد است، بنابراین فرضیه صفر تایید می‌شود یا به عبارت بهتر شکست ساختاری وجود ندارد و پارامترهای تحقیق از ثبات لازم برخوردار هستند.

۵/۵ آزمون مانایی متغیرها

از آنجا که متغیرهای تحقیق ما از نوع داده‌های سری زمانی هستند، باید مانایی تمامی متغیرهای مورد استفاده در پژوهش بررسی شود. در این پژوهش برای تشخیص مانایی متغیرها، از آزمون دیکی-فولر تعمیم‌یافته^۱ (ADF) استفاده شده است. نتایج این آزمون برای متغیرهای تحقیق در سطح بحرانی پنج درصد در جدول (۴) آورده شده است:

¹ Augmented Dickey-Fuller Test

جدول ۵: نتایج آزمون مانایی متغیرها

تفاضل مرتبه اول متغیرها	سطح متغیرها (حالت با عرض از مبدا و روند)		سطح متغیرها (حالت بدون عرض از مبدا و روند)		نام متغیر
	احتمال	نتیجه آزمون	احتمال	نتیجه آزمون	
ماناست	۰/۰۰۴	نامانا است	۰/۷۶	نامانا است	لگاریتم نقدینگی
ماناست	۰/۰۰۰۱	نامانا است	۰/۳۲	نامانا است	لگاریتم مخارج دولت
ماناست	۰/۰۰۰۸	نامانا است	۰/۸۸	نامانا است	لگاریتم نرخ ارز حقیقی
ماناست	۰/۰۰۰۰	نامانا است	۰/۳۷	نامانا است	لگاریتم بهره‌وری کل عوامل تولید
ماناست	۰/۰۰۰۰	مانا است	۰/۰۰۰۶	نامانا است	لگاریتم شدت مصرف انرژی

۵٫۶ تعیین وقفه بهینه مدل

معیارهای متداول تعیین وقفه بهینه، معیارهای نسبت راست نمایی (LR)، آکائیک (AIC)، حنان کوئین (HQ)، خطای نهایی پیش‌بینی (FPE) و شوارتز (SC) می‌باشد. در جدول (۶)، معیارهای مذکور برای وقفه‌های صفر تا چهار نمایش داده شده است:

جدول (۴) نشان می‌دهد که تمامی متغیرهای تحقیق در حالت بدون عرض از مبدأ و روند، در سطح ۵ درصد، نامانا می‌باشند. با در نظر گرفتن عرض از مبدأ و روند نیز، تمام متغیرها به جز شدت مصرف انرژی، در سطح، نامانا هستند. در نهایت تمامی متغیرها با یک بار تفاضل گیری مانا شدند. درجه مانایی آن‌ها به صورت $I(1)$ نمایش داده می‌شود.

جدول ۶: تعیین وقفه بهینه مدل

تعداد وقفه	LogL	LR	FPE	AIC	SC	HQ
۰	-۱۴۳/۲۱۹۷	NA	۰/۰۰۰۶۷۹	۶/۸۹۳۹۴۱	۷/۰۹۸۷۳۱	۶/۹۶۹۴۶۱
۱	۱۳۰/۷۱۶۵	۴۷۱/۴۲۵۱	۶/۴۱e-۰۹	-۴/۶۸۴۴۸۷	*-۳/۴۵۵۷۴۳	-۴/۲۳۱۳۶۴
۲	۱۷۶/۰۵۵۵	* ۶۷/۴۸۱۳۷	* ۲/۶۲e-۰۹	-۵/۶۳۰۴۸۹	-۳/۳۷۷۷۹۱	*-۴/۷۹۹۷۶۴
۳	۲۰۲/۶۰۶۴	۳۳/۳۴۲۹۳	۲/۷۷e-۰۹	-۵/۷۰۲۶۲۲	-۲/۴۲۵۹۷۰	-۴/۴۹۴۲۹۴
۴	۲۳۰/۹۶۹۳	۲۹/۰۲۲۵۰	۳/۱۰e-۰۹	*-۵/۸۵۹۰۳۶	-۱/۵۵۸۴۳۱	-۴/۲۷۳۱۰۵

۵٫۷ آزمون هم انباشتگی

در این پژوهش برای تعیین تعداد بردارهای هم انباشتگی و برآورد رابطه بلندمدت بین متغیرهای الگو از آزمون جوهانسون استفاده می‌شود. نتایج حاصل از آزمون اثر و آزمون حداکثر مقادیر ویژه در

با توجه به این‌که تعداد مشاهدات ما کمتر از ۱۰۰ می‌باشد، معیار شوارتز نسبت به سایر معیارها، نتایج مناسب‌تری را ارائه می‌دهد. بر این اساس، وقفه بهینه مدل برابر با عدد یک به دست آمده است.

سطح اطمینان ۹۵ درصد، در جدول (۷) نمایش داده شده است:

جدول ۷: نتیجه آزمون بررسی وجود بردار بلندمدت

نتایج آزمون حداکثر مقادیر ویژه			نتایج آزمون اثر			فرضیه صفر
مقدار احتمال	مقدار بحرانی	مقدار آماره	مقدار احتمال	مقدار بحرانی	مقدار آماره	
۰/۰۳۰۹	۳۳/۸۷۶۸۷	۳۵/۵۹۴۸۹	۰/۰۰۲۷	۶۹/۸۱۸۸۹	۸۳/۵۱۶۳۴	حداکثر صفر بردار
۰/۰۳۲۷	۲۷/۵۸۴۳۴	۲۹/۰۰۰۲۷	۰/۰۴۹۳	۴۷/۸۵۶۱۳	۴۷/۹۲۱۴۵	حداکثر یک بردار
۰/۴۵۳۹	۲۱/۱۳۱۶۲	۱۲/۹۸۱۶۸	۰/۴۹۸۶	۲۹/۷۹۷۰۷	۱۸/۹۲۱۱۹	حداکثر دو بردار

۵٫۸ آزمون علیت گرنجری

برای تعیین جهت علیت میان متغیرها و تشخیص نوع رابطه میان آنان از آزمون علیت گرنجری استفاده می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۸) آمده است:

همان‌طور که از جدول (۷) نیز مشخص است، تعداد بردارهای هم‌انباشتگی در سطح پنج درصد براساس آزمون اثر و حداکثر مقادیر ویژه برابر با یک به دست آمده است. بنابراین نتایج آزمون جوهانسون وجود یک رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق را تأیید می‌کند. در نتیجه نیازی به استفاده از تفاضل مرتبه اول داده‌ها نیست و می‌توان سطح متغیرها را وارد مدل کرد.

جدول ۸: نتایج آزمون علیت گرنجری

نتیجه نهایی	میزان احتمال	مقدار آماره F	فرضیه صفر
علیت وجود دارد	۰/۰۰۴۹	۸/۷۸	LG علت گرنجری LM نیست
علیت وجود ندارد	۰/۱۸	۱/۸۲	LM علت گرنجری LG نیست
علیت وجود ندارد	۰/۱۴	۲/۲	LREER علت گرنجری LM نیست
علیت وجود ندارد	۰/۵۸	۰/۳	LM علت گرنجری LREER نیست
علیت وجود ندارد	۰/۶۵	۰/۲	LTFP علت گرنجری LM نیست
علیت وجود ندارد	۰/۳	۱/۰۸	LM علت گرنجری LTFP نیست
علیت وجود دارد	۰/۰۱۴	۶/۴۹	LEI علت گرنجری LM نیست
علیت وجود دارد	۰/۰۱۷	۶/۱۵	LM علت گرنجری LEI نیست
علیت وجود ندارد	۰/۱۴	۲/۲	LREER علت گرنجری LG نیست
علیت وجود ندارد	۰/۷۳	۰/۱۱	LG علت گرنجری LREER نیست
علیت وجود ندارد	۰/۴۷	۰/۵۱	LTFP علت گرنجری LG نیست
علیت وجود ندارد	۰/۴	۰/۷	LG علت گرنجری LTFP نیست
علیت وجود ندارد	۰/۱۹	۱/۷۶	LEI علت گرنجری LG نیست
علیت وجود دارد	۰/۰۳	۴/۵۳	LG علت گرنجری LEI نیست
علیت وجود ندارد	۰/۵۳	۰/۳۹	LTFP علت گرنجری LREER نیست
علیت وجود ندارد	۰/۰۷	۳/۳۳	LREER علت گرنجری LTFP نیست
علیت وجود ندارد	۰/۵۲	۰/۴۱	LEI علت گرنجری LREER نیست
علیت وجود ندارد	۰/۰۵	۴/۰۵	LREER علت گرنجری LEI نیست
علیت وجود ندارد	۰/۹۵	۰/۰۰۳	LEI علت گرنجری LTFP نیست
علیت وجود دارد	۸.E-۰۵	۱۸/۹۶	LTFP علت گرنجری LEI نیست

علیت دو طرفه از بهره‌وری کل عوامل تولید به شدت مصرف انرژی، حجم نقدینگی به شدت مصرف

همان‌طور که در جدول (۸) مشخص است، رابطه علیت یک طرفه از مخارج دولت به سمت حجم نقدینگی و شدت مصرف انرژی، هم چنین رابطه

فرض موجب صفر شدن ضرایب C_{34} و C_{35} در سطر سوم ماتریس B خواهد شد. خطای پیش‌بینی متغیر بهره‌وری کل عوامل تولید تابعی از ابداعات ساختاری خودش، نرخ ارز حقیقی، مخارج دولت و حجم نقدینگی در نظر گرفته شده است. ، نرخ ارز حقیقی از کانال انتقال تکنولوژی می‌تواند بهره‌وری کل عوامل تولید را افزایش دهد. مخارج دولت نیز از کانال اعتبارات تملک دارایی‌های سرمایه‌ای می‌تواند موجب افزایش فعالیت‌های تحقیق و توسعه و افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید شود. حجم نقدینگی نیز در صورتی که در جهت افزایش تولید و رشد اقتصادی صرف شود، می‌تواند موجبات افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید را فراهم کند. شدت مصرف انرژی می‌تواند هم زمان به تمامی شوک‌های مدل واکنش نشان دهد. بنابراین خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی تابعی از ابداعات ساختاری خودش، نرخ ارز حقیقی، مخارج دولت، حجم نقدینگی و بهره‌وری کل عوامل تولید در نظر گرفته شده است. الگوی SVAR را می‌توان به صورت زیر در نظر گرفت:

معادله (۵)

$$\begin{bmatrix} LM_t \\ LG_t \\ LRER_t \\ LTFP_t \\ LEI_t \end{bmatrix} = \begin{bmatrix} C_{11} & 0 & 0 & 0 & 0 \\ C_{21} & C_{22} & 0 & 0 & 0 \\ C_{31} & C_{32} & C_{33} & 0 & 0 \\ C_{41} & C_{42} & C_{43} & C_{44} & 0 \\ C_{51} & C_{52} & C_{53} & C_{54} & C_{55} \end{bmatrix} \begin{bmatrix} \varepsilon_t^m \\ \varepsilon_t^G \\ \varepsilon_t^{RER} \\ \varepsilon_t^{TFP} \\ \varepsilon_t^{EI} \end{bmatrix}$$

در نتیجه، ۱۵ پارامتر ساختاری باید برآورد شود و محدودیت‌ها دقیقاً شناسا می‌باشند.

۵٫۱۰ برآورد الگو و تحلیل نتایج

جهت تجزیه و تحلیل آثار متقابل پویای شوک‌های ایجاد شده در مدل، از ابزارهای توابع واکنش آنی و تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی استفاده گردید. نتایج حاصل از این ابزارها تابعی از دوره زمانی و متغیرهای وارد شده در الگو است و با تغییر دوره زمانی و متغیرهای الگو، نتایج تغییر خواهند کرد.

انرژی وجود دارد. بین سایر متغیر هیچ رابطه علیتی وجود ندارد.

۵٫۹ مسئله شناسایی و اعمال قیود

جهت برآورد پارامترهای فرم ساختاری باید تعدادی قید بر روابط بین پسماندهای رگرسیون (U_t) و جملات اخلاص فرم ساختاری (ε_t) وضع شود. اگر تعداد متغیرهای مدل n باشد، تعداد محدودیت‌های اعمال شده بر الگوی نامقید از رابطه $\frac{n^2-n}{2}$ به دست می‌آید. با توجه به این که در این پژوهش تعداد متغیرها برابر با ۵ است، بنابراین لازم است ۱۰ قید بر مدل اعمال شود. با استفاده از مبانی نظری موجود و شرایط اقتصاد ایران، قیود بلندمدت بر مدل اعمال خواهند شد. نوع اول محدودیت‌های در نظر گرفته شده، در سطر اول ماتریس، بیانگر برو زا بودن متغیر نقدینگی می‌باشد. از آن جایی که نقدینگی در کشور تحت تاثیر سیاست‌های بانک مرکزی و درآمدهای ارزی است، این فرض دور از ذهن نمی‌باشد. محدودیت در نظر گرفته شده موجب صفر شدن ضرایب C_{12} ، C_{13} ، C_{14} ، C_{15} در سطر اول ماتریس B خواهد شد. نوع دوم محدودیت‌های در نظر گرفته شده مشابه Perotti (2001) و (2012) Blanchard & Perotti می‌باشد. در این مطالعات، مخارج دولت نسبت به دیگر متغیرهای الگو برونزا فرض شده است. در اقتصاد ایران، مخارج دولت بسیار تحت تأثیر درآمدهای ارزی قرار می‌گیرد. پس مخارج دولت به شوک نقدینگی و شوک‌های مربوط به خود، وابسته است. به عبارت بهتر، مخارج دولت از تغییر نقدینگی تاثیر می‌پذیرد. این فرض موجب صفر شدن ضرایب C_{23} ، C_{24} و C_{25} در سطح دوم ماتریس B می‌شود. با افزایش نقدینگی قدرت خرید افراد جامعه افزایش می‌یابد. افزایش قدرت خرید افراد، تقاضا برای پول خارجی توسط آنها را افزایش می‌دهد. در چنین حالتی، با فرض ثابت بودن عرضه پول خارجی، نرخ ارز حقیقی افزایش می‌یابد. بر این اساس، در این پژوهش فرض شده است که نرخ ارز حقیقی به شوک‌های حجم نقدینگی و مخارج دولت واکنش نشان می‌دهد. این

تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی

تجزیه واریانس ابزاری است که سهم شوک‌های اعمال شده در متغیرهای مدل را در واریانس خطای پیش‌بینی یک متغیر در طول دوره مورد مطالعه، اندازه‌گیری می‌کند. سهم هریک از متغیرهای مدل

در تغییرات متغیر شدت مصرف انرژی در افق‌های زمانی کوتاه مدت (سال اول)، میان مدت (سال پنجم) و بلندمدت (سال دهم به بعد) در جدول (۹)، نشان داده شده است:

جدول ۹: نتایج تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی

دوره	انحراف معیار	حجم نقدینگی	مخارج دولت	نرخ ارز حقیقی	بهره‌وری کل عوامل تولید	شدت مصرف انرژی
۱	۰/۰۵۸۷۰۶	۰/۳۱۳۲۹۴	۰/۶۲۲۸۶۹	۰/۹۶۰۱۸۴	۴۸/۲۴۶۲۵	۴۹/۸۵۷۴۰
۵	۰/۱۴۴۹۶۰	۰/۸۱۴۳۲۹	۴/۰۴۶۰۹۵	۱۴/۹۱۱۷۸	۴۲/۶۴۹۹۱	۳۷/۵۷۷۸۸
۱۰	۰/۲۳۰۱۳۱	۰/۹۹۱۹۵۴	۴/۰۸۷۷۱۵	۱۹/۱۴۳۸۶	۴۰/۴۲۵۲۲	۳۵/۳۵۱۲۴
۱۵	۰/۲۹۷۳۵۸	۱/۱۱۵۴۴۳	۴/۱۵۴۹۶۹	۱۹/۳۴۵۳۴	۴۰/۲۱۸۲۲	۳۵/۱۶۶۰۲

سهم در میان مدت و بلند مدت در سطح ۴ درصد ثابت بوده است. سهم شوک نقدینگی از اهمیت درجه پنجم در تجزیه واریانس شدت مصرف انرژی قرار دارد. این شوک کمتر از ۱ درصد واریانس خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی در کوتاه مدت را توضیح می‌دهد. این سهم در میان مدت و در بلند مدت به حدود ۱ درصد رسیده است. از مطالب بیان شده می‌توان نتیجه گرفت سهم شوک‌های متغیرهای حقیقی مدل (شوک بهره‌وری کل عوامل تولید، مخارج دولت و نرخ ارز حقیقی) در توضیح نوسانات شدت مصرف انرژی نسبت به شوک متغیر اسمی مدل (شوک نقدینگی) به مراتب بیشتر بوده است. به گونه‌ای که در بلند مدت، فقط شوک بهره‌وری کل عوامل تولید حدود ۴۰ درصد از تغییرات شدت مصرف انرژی را توضیح می‌دهد. این در حالی است که سهم شوک نقدینگی در بلند مدت ۱ درصد بوده است. نکته حایز اهمیت دیگر این است که اثر بلند مدت همه شوک‌های اسمی و حقیقی (به جز شوک بهره‌وری کل عوامل تولید) بر شدت مصرف انرژی از اثر کوتاه مدت آنها بیشتر است.

تحلیل توابع واکنش آنی

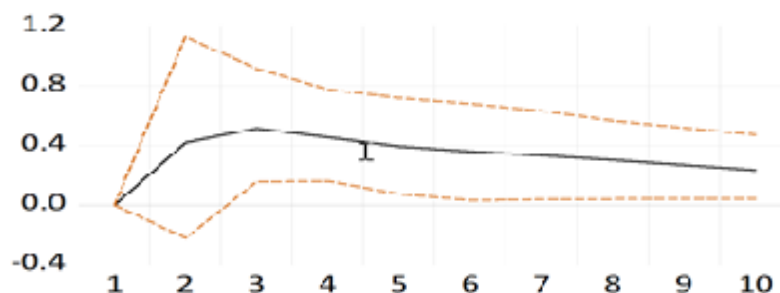
توابع واکنش آنی امکان ردیابی متغیرهای الگو نسبت به تکانه‌های وارد شده در هر یک از متغیرها

همان‌طور که ملاحظه می‌گردد در ایران نوسانات شدت مصرف انرژی در افق‌های زمانی مختلف عمدتاً توسط شوک‌های شدت مصرف انرژی و شوک‌های بهره‌وری کل عوامل تولید توضیح داده می‌شود و بقیه شوک‌ها سهم ناچیزی از تغییرات را توضیح می‌دهند. شوک بهره‌وری کل عوامل تولید بیشترین اهمیت را در تجزیه واریانس شدت مصرف انرژی دارد. این شوک حدود ۵۰ درصد واریانس خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی در کوتاه مدت را توضیح می‌دهد. این سهم در میان مدت و بلند مدت به حدود ۴۰ درصد رسیده است. شوک شدت مصرف انرژی حدود ۵۰ درصد واریانس خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی در کوتاه مدت را توضیح می‌دهد. این سهم در میان مدت و بلند مدت به ۳۵ درصد می‌رسد. سهم شوک نرخ ارز حقیقی از اهمیت درجه سوم در تجزیه واریانس شدت مصرف انرژی قرار دارد. این شوک حدود ۱۴ درصد واریانس خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی در کوتاه مدت را توضیح می‌دهد. این سهم در میان مدت و بلند مدت، به حدود ۱۹ درصد رسیده است. سهم شوک مخارج دولت از اهمیت درجه چهارم در تجزیه واریانس شدت مصرف انرژی قرار دارد. این شوک حدود ۳ درصد واریانس خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی در کوتاه مدت را توضیح می‌دهد. این

واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه نقدینگی

در نمودار (۷)، تابع واکنش آنی متغیر شدت مصرف انرژی به شوک وارد شده بر حجم نقدینگی آورده شده است:

را فراهم می‌کنند. در این بخش واکنش های پویای متغیر شدت مصرف انرژی ناشی از شوک های اسمی و حقیقی به اندازه یک انحراف معیار در ۱۰ دوره آینده و در سطح اطمینان ۹۹ درصد، مورد بررسی قرار می‌گیرد.

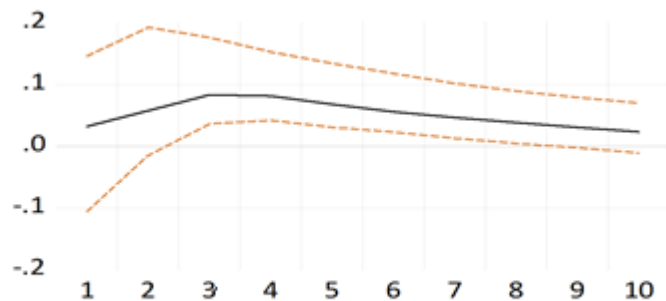


نمودار ۷. تابع واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه حجم نقدینگی

با توجه به نمودار (۷)، واکنش شدت مصرف انرژی به تکانه حجم نقدینگی، به جز دوره‌ی دوم، در سایر دوره‌ها مثبت و معنادار بوده است. بنابراین می‌توان گفت که بین حجم نقدینگی و شدت مصرف انرژی، رابطه‌ای مثبت برقرار است. با افزایش حجم نقدینگی، پول نقد در دست افراد افزایش می‌یابد و پس از دوره اول به تدریج اثر انبساط تقاضای ناشی از این شوک مثبت، نمایان شده است. در نهایت مصرف‌کنندگان در بلندمدت به یک سطح جدید مصرف انرژی رسیده و به آن عادت می‌کنند. این نتیجه با نتایج حاصل از Galadima & Amino (2019) در کشور نیجریه و Glasure (2002) در کشور کره جنوبی که رابطه مثبت حجم نقدینگی با مصرف انرژی را تأیید می‌کنند، همخوانی دارد.

واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه مخارج دولت

در نمودار (۸)، تابع واکنش آنی متغیر شدت مصرف انرژی به شوک وارد شده بر مخارج دولت آورده شده است:



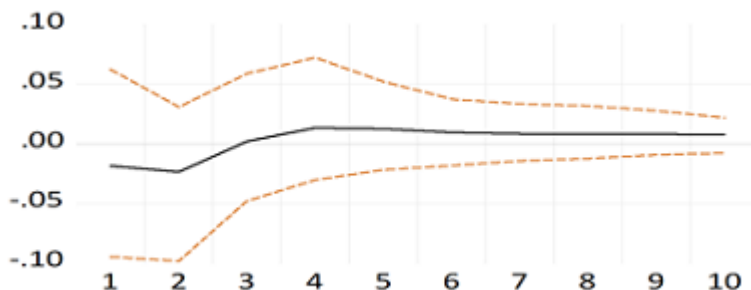
نمودار ۸. تابع واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه مخارج دولت

در ۲۸ استان کشور، (Azhgaliyeva, et al. (2020) برای مجموعه‌ای از کشورهای توسعه یافته و در حال توسعه، (Santiago, et al. (2020) برای ۲۱ کشور آمریکای لاتین، (Hille & Lambernd (2020) در کشور کره جنوبی و درگاهی و بیابانی خامنه (۱۳۹۴) در ایران، نتایجی متفاوت با این پژوهش به دست آوردند.

واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه نرخ ارز حقیقی

در نمودار (۹)، تابع واکنش آنی متغیر شدت مصرف انرژی به شوک ایجاد شده در نرخ ارز حقیقی آورده شده است:

با توجه به نمودار (۸) رابطه بین مخارج دولت و شدت مصرف انرژی تا دوره هشتم (به جز دوره دوم)، مثبت و معنادار بوده و پس از آن بی معنا شده است. همانطور که در مبانی نظری بیان شد، افزایش مخارج دولت باعث افزایش تولید و افزایش مصرف انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های تولید می‌شود. به این اثر، اثر مقیاس گفته می‌شود. نتیجه پژوهش حاضر با نتایج مطالعات Al- & silah (2012) در کشورهای شورای همکاری خلیج فارس، (Yuxiang & Chen (2010) در کشور چین، شهبازی و همکاران (۱۳۹۴) در کشورهای اوپک، (Herrerias, et al (2013) کشور چین، (2015) Zhang & Huang در کشور نیجریه، (2017) در صنعت آهن و فولاد چین، (2019) Wang, et al در کشور چین، مطابقت دارد. البته (Gitahi, et al.(2014) موسویان و همکاران (۱۳۹۸)

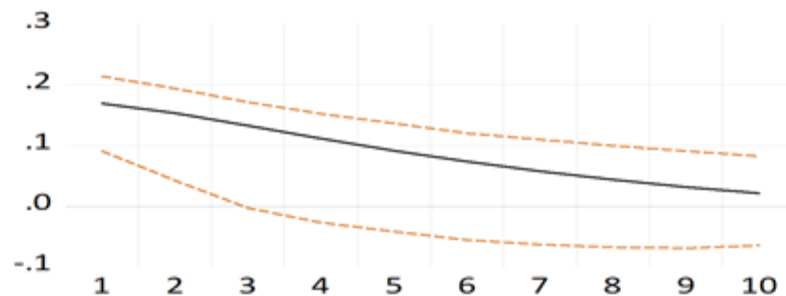


نمودار ۹. تابع واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه نرخ ارز حقیقی

واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه بهره‌وری کل عوامل تولید

در نمودار (۱۰)، تابع واکنش آنی متغیر شدت مصرف انرژی به شوک ایجاد شده در بهره‌وری کل عوامل تولید آورده شده است:

همان‌طور که از نمودار (۹) مشاهده می‌شود، رابطه بین نرخ ارز حقیقی و شدت مصرف انرژی از دوره اول تا دوره سوم، منفی و از دوره سوم تا پایان دوره، مثبت می‌باشد، اما این اثر از لحاظ آماری معنادار نیست و محور افقی در تمام دوره‌ها در بین دو مسیر معناداری قرار می‌گیرد. به عبارت دیگر، تکانه نرخ ارز حقیقی به اندازه کافی قوی نیست که بر شدت مصرف انرژی در کشور اثر بگذارد.



نمودار ۱۰. تابع واکنش آنی شدت مصرف انرژی به تکانه بهره‌وری کل عوامل تولید

متغیرهای کلان و با اهمیت اقتصادی، مانند تولید و مصرف، از بهره‌وری کل عوامل تولید باشد.

۶ جمع بندی و نتیجه‌گیری

در این مطالعه به بررسی اثر تکانه های اسمی و حقیقی بر نوسانات شدت مصرف انرژی با استفاده از الگوی خود توضیح برداری ساختاری پرداخته شده است. متغیر حجم نقدینگی بعنوان متغیر اسمی، متغیرهای نرخ ارز حقیقی، مخارج دولت و بهره‌وری کل عوامل تولید بعنوان متغیرهای حقیقی در نظر گرفته شده و داده‌های مورد استفاده در این تحقیق به صورت سالیانه در دوره زمانی ۱۳۵۳-۱۳۹۹ از منابع آماری موجود استخراج شده اند.

نتایج حاصل از تجزیه واریانس خطای پیش‌بینی شدت مصرف انرژی نشان داده است تکانه های حقیقی (تکانه بهره‌وری کل عوامل تولید، مخارج دولت و نرخ ارز حقیقی)، هر کدام به تنهایی، سهم بیشتری در توضیح نوسانات شدت مصرف انرژی داشته‌اند. در این بین، سهم متغیر بهره‌وری کل

با توجه به نمودار (۱۰) اثر تکانه بهره‌وری کل عوامل تولید بر شدت مصرف انرژی در فقط در سه دوره اول معنادار است. همان‌طور که در مبانی نظری بیان شد، اثر مستقیم افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید، استفاده کمتر از نهاده‌ها برای سطح مشخصی از تولید می‌باشد. به عبارتی دیگر، انتظار می‌رود که با افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید شدت مصرف انرژی کاهش یابد. این در حالی است که نمودار (۱۰) یک رابطه‌ی مستقیم را بین این دو متغیر در کوتاه مدت نمایش می‌دهد. علت این امر می‌تواند اثرات غیرمستقیم افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید باشد. افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید موجب ارتقاء حداکثر تولید قابل حصول و افزایش تقاضای بنگاه‌ها برای نهاده‌های تولیدی می‌شود. در نتیجه مصرف انرژی افزایش می‌یابد. در میان مدت و بلند مدت اثر تکانه‌ی بهره‌وری کل عوامل تولید بر شدت مصرف انرژی بی‌معناست که علت این امر می‌تواند واقعی نبودن آمار بهره‌وری، عدم توجه به سیاست‌های افزایش بهره‌وری و در نهایت عدم تاثیر پذیری

عوامل تولید نسبت به سایر متغیرها، در توضیح نوسانات شدت مصرف انرژی بیشتر بوده است. با توجه نتایج حاصل از توابع واکنش آنی، اثر تمامی تکانه‌ها بر شدت مصرف انرژی مثبت ارزیابی شد. اثر تکانه حجم نقدینگی و مخارج دولت در اغلب دوره‌ها معنادار به دست آمد با این وجود اثر تکانه نرخ ارز حقیقی بر شدت مصرف انرژی، در هیچ یک دوره‌ها معنادار نبود. اثر تکانه بهره‌وری کل عوامل تولید نیز فقط در سه دوره اول معنادار به دست آمد.

۷ پیشنهاد‌های پژوهش

براساس نتایج به دست آمده، موارد زیر جهت بهبود شاخص شدت مصرف انرژی پیشنهاد می‌گردند:

۱- ارائه تاثیر تسهیلات ارزان قیمت، مشوق‌های مالیاتی و صادراتی به صنایع توسط دولت جهت کاهش مصرف انرژی
۲- افزایش بودجه عمرانی دولت و سرمایه‌گذاری مولد در ایجاد زیرساخت‌ها و فعالیت‌های تحقیق و توسعه‌ای و بهبود بهره‌وری انرژی

۳- کنترل حجم نقدینگی در کشور با استفاده از ابزارهای موجود مانند انتشار اوراق مشارکت و هدایت نقدینگی به سمت فعالیت‌های مولد اقتصادی در جهت افزایش بهره‌وری انرژی

۴- با وجود اینکه رابطه‌ی بین بهره‌وری کل عوامل تولید و شدت مصرف انرژی در اغلب دوره‌ها بی معنا به دست آمد، به علت سهم بالای متغیر حجم نقدینگی در توضیح تغییرات شدت مصرف انرژی، این پژوهش بر افزایش بهره‌وری کل عوامل تولید در جهت کاهش شدت مصرف انرژی در کشور تاکید دارد. طراحی برنامه‌هایی در جهت استفاده از نیروی کار تحصیل کرده و با انگیزه و ارتقاء کیفیت نیروی انسانی و بهره‌وری نیروی کار در صنایع جهت تغییر تکنولوژی تولید از انرژی بر به کاربر، می‌توانند در این امر اثرگذار باشند.

منابع

- Abrishami, H. (2002). Sources of economic fluctuations in Iran, *Economic Researches*, 60, 1-58.
- Adam, P.K. (2015). Asymmetric impact of the determinants of energy intensity in Nigeria. *Energy Economics*, 49, 570-580.
- Aleemran, R., Paytakhti, O.A., & Tabaghchi, A.L. (2012). The effect of foreign trade on energy consumption in the selected countries of the ECO Organization. *Journal of Economic Studies*, 1(2), 1-25.
- Asadimanesh, R. (2020). Energy Subsidy Review in Iran and World. *Oppax Union Research*. (<http://www.opex.ir>)
- Azhgaliyeva, D., Liu, Y., & Liddle, B. (2020). An empirical analysis energy intensity and the role of policy instruments, *Energy Policy*, 145, 111773.
- Baniasadi, M., & Mohseni, R. (2014). The effect of temporary and permanent shocks of productivity on energy intensity of energy consumption Iran (Application of Blanchard-Quah Method), *Iranian Energy Economics*, 3(10), 41-65.
- Blanchard, O. J., & Perotti, R. (2002). An empirical characterization of the dynamic effects of changes in government spending and taxes on output, *Quarterly Journal of Economics*, 117(4), 1329-1368.
- Chen, Zh., Huang, W., & Zheng, X. (2019). The decline in energy in energy intensity: Does financial development matter?, *Energy Policy*, 134, 110945.
- Daneshjafari, D., Shahraki, S. A., Asnaashari, A., & Hatami, Y. (2013). The Impact of exchange rate shocks on the Challenges and Prospects of employment in the industrial sector of Iran, *Journal of The Macro and Strategic*, 1(1), 93-104.
- Dargahi, H., & Biabani, K. K. (2016). The role of price, income and efficiency in Iran's energy Intensity, *Economic Researches*, 51(2), 355-384.
- Ebrahimi, M., Mamipour, S., & Bani Mashhadi Ali, M. (2019). Investigating factors affecting energy intensity with emphasis on structural break in Iran, *Journal of Sustainable Growth and Development (The Economic Research)*, 19(2), 87-107.
- Eghbali, A., Gaskari, R., Moradi, M, & Parhizi, H. (2015). Energy intensity in oil and Non-Oil exporting Countries, *Economic Researches*, 50(1), 1-20.
- Farajzadeh, Z. (2015). Energy intensity in the Iranians economy: components and determinants, *Iranian Energy Economics*, 4(15), 43-86.
- Galadima, M. D., & Aminu, A. W. (2019). Shocks effects of macroeconomic variables on natural gas consumption in Nigeria: Structural VAR with sign restrictions, *Energy Policy*, 125, 135-144.
- Glasure, Y.U. (2002). Energy and national income in Korea, further evidence on the role of omitted variables, *Energy Economics*, 24, 355-365.
- Halkos, G. E., & Paizanos, E. A. (2016). The Effects of fiscal policy on CO2 emissions: evidence from the USA. *Energy Policy*, 88, 317-328.

- He, Y., & Lin, B. (2019). Investigating environmental Kuznets curve from an energy intensity perspective: empirical evidence from China, *Journal of Cleaner Production*, 234, 1013-1022.
- Herrerias, M. J., Cuadros, A., & Orts, V. (2013). Energy intensity and investment ownership across Chinese provinces, *Energy Economics*, 36, 286-298.
- Heydari, K., & Sadeghi, S. (2019). Decomposition of Energy Intensity Behavior: By Concentrating on Institutional and Economic Infrastructures, *Economic Researches*, 54(1), 21-45.
- Hille, E., & Lambernd, B. (2010). The role of innovation in reducing South Korea's energy intensity: Regional-data evidence on various energy carriers, *Journal of Environmental Management*, 262, 110293.
- Huang, J.B., Du, D., & Hao, Y. (2017). The driving forces of the change in China's energy intensity: An empirical research using DEA-Malmquist and spatial panel estimation, *Economics Model*, 65, 40-49.
- Jalali Naieni, S., & Nazifi, F. (2002). Asymmetric effects of monetary Shocks on Output, *Iranian Economic Research*, 3(9), 1-13.
- Kumar, A. (2003). Energy intensity: A quantitative exploration for Indian manufacturing, Indira Gandhi Institute of Development Research Mumbai-65
- Ladu, M. G., & Meleddu, M. (2014). Is there any relationship between energy and TFP (total factor productivity)? A panel cointegration approach for Italian regions, *Energy*, 75, 560-567.
- Lashkari, M. (2011). The Impact of monetary variables on economic growth in Iran: A monetarists' approach, *Journal of Economic Growth and Development Research*, 1(1), 79-105.
- Lin, B., & Wang, M. (2021). What drives energy intensity fall in China? Evidence from a meta-frontier approach, *Applied Energy*, 281, 116034.
- Lopez, R., Galinato, G. I., & Islam, A. (2011). Fiscal spending and the environment: Theory and empirics. *Journal of Environmental Economics and Management*, 62 (2), 180-198.
- Mousavian, S. M., Karimi Takanlu, Z., Sadeghi, S. K., & Pourebadollahan, M. (2018). Energy intensity in Iranian provincial manufacturing industries: Investigating the effects of government expenditures and foreign direct investment using spatial econometric models, *Iranian Energy Economics*, 7(28), 157-184.
- Mohamadzadeh, P., Behboudi, D., & Ebrahimi, S. (2014). The relationship between energy consumption and einancial development in Iran, *Energy Economics Review*, 10(39), 77-104.
- Nasr Esfahani, R., Akbari, N.A., Bidram, R. (2005). The Determination of seasonal output gap and effects of nominal variable on It, VAR model (Case Study: Iran), *Iranian Economic Research*, 7(22), 43-68.
- Perotti, R. (2002). Estimation the effects of fiscal policy in OECD countries, European central bank, Working Paper 168.
- Pourmand, T., & Salmani, B. (2019). Spatial analysis of R&D and technology spillovers on energy intensity in

- Iran, *Journal of Energy Planning and Policy Research*, 5(2), 171-210.
- Sadeghi, H., Lavasani Keyvan, Sh., & Baghjari, M. (2010). The effects of energy price adjustment on macroeconomic variables: Structural vector auto regressive approach, *Journal of Economic Modeling Research*, 1(1), 49-76.
- Salimifar, M., Haghnejad, A., & Rahimi, M. (2011). A Survey of the effect of production factors on energy consumption intensity in Iran: An analysis based on Cobb-Douglas production function, *Journal of Knowledge and Development*, 17(34), 1-19.
- Samadi, F. (2017). The impact of monetary and real variables on capital market rReturn with using the model PLS-TVPR, *Financial Management Perspective*, 6(16), 51-74.
- Samargandi, N. (2019). Energy intensity and its determinants in OPEC continue, *Energy*, 186, 115803.
- Santiago, R., Fuinhas, J. A., & Marques. (2020). An analysis of the energy intensity of Latin American and caribbean countries: empirical evidence on the role of public and private capital stock, *Energy*, 211, 118925.
- Sayadi, M., Mamipour, S., & Cheraghi, M. (2020). Investigating The impacts of price, income and efficiency factors on energy intensity of Iran, S Power Sector: Application of SVAR model for thermal power plants, *Journal of Industrial Economic Researches*, 4(13), 47-60.
- Shabanzadeh, M., Taheri, E., & Riahi, F. (2017). Examining the telationship between economic development, diversification and trade liberalization to energy intensity in Iranian agricultural sector, *Journal of Economic Growth and Development Research*, 7(27), 143-156.
- Shahbazi, K., Hekmati Farid, S., & Rezaei, H. (2016). The Effect of government size and good governance on energy consumption iIntensity: A Case Study of OPEC Countries, *Quarterly Journal of Applied Theories of Economics*, 2(4), 23-48.
- Sillah, B. M. S., & Al-Sheikh, H.M.H. (2012). Income, price and government expenditure elasticities of oil in the gulf cooperation council countries, *International Journal of Energy Economics and Policy*, 2(4), 333-341.
- Subrahmania, B. M. H. (2005). Labour productivity, energy intensity and economic performance in small enterprises: A study of brick enterprises cluster in India, *Energy Conversion and Management*, 47, 763-777.
- Rasekhi, S., Asadi, S. P., & Kiani, M. (2017). Modeling energy intensity in Iranian manufacturing industries, *Journal of Economic Modeling*, 2(1), 33-57.
- Wang, Zh., & He, w. (2017). Regional energy intensity reduction potential in China: A non-parametric analysis approach, *Journal of Cleaner Production*, 149, 426-435.
- Yavari, K., & Biabany Khamene, K. (2020). The effects of real shocks on energy intensity: case of Iran, *Journal of Energy Planning and Policy Research*, 5(17), 7-32.
- Yuxiang, K., & Chen, Z. (2010). Government expenditure and energy intensity in China, *Energy Policy*, 38, 691-694.

- Zhang, C., Su, B., Zhou, K., & Sun, Y. (2020). A multi-dimensional analysis on microeconomic factors of China's industrial energy intensity (2000-2017), *Energy Policy*, 147, 111836.
- Zheng, Y., Q, J., & Chen, X. (2011). The effect of increasing exports on industrial energy intensity in China, *Energy Policy*, 39, 2688-2698.