



Studying the Effect of Economic Openness on Energy Efficiency In the Selection of Developing Countries

Mohammadreza Lotfalipour¹, Ebrahim Ghaed^{2*}, Shabnam Amirpur³

1- Professor of Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Ph.D. Student Monetary- International Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- MA student in Management Business, Payame Noor University Garmsar, Garmsar, Iran

* P.O.B. 9177946984, Mashhad, Iran, Ebrahimghaed@mail.um.ac.ir

Received: 7 August 2022 Revised: 25 October 2022 Accepted: 25 February 2023

Abstract

So far, no scientific study has been conducted on the impact of economic openness on energy efficiency in selection of developing countries. In this research, the impact of economic openness on energy efficiency in selection of developing countries has been investigated. In this regard, the present article has answered the question of what is the effect of openness of the economy on energy efficiency. By removing countries with incomplete information, the sample is selected for 24 countries out of a total of 87 developing countries. The data and variables related to the sample in this study are annual and due to the lack of data before 2013 and after 2020, the statistical data used in the period (2013 to 2020) are included. The econometric method used in this study is the Generalized Method of Moments (GMM). The results of the study showed that the trade openness index has a positive effect on energy efficiency and has the greatest impact on other variables of the model. Also, inflation rate, natural resource rent, and population growth rate have a negative effect and variable the education index also has a positive effect on energy efficiency, which is in accordance with the theoretical foundations of the research.

Keywords: Economic Openness, Energy Efficiency, Developing Countries, Dynamic Data Panel (GMM)

1. INTRODUCTION

Today, most countries in the world have a special view on improving productivity as one of the best sources of economic growth and make large investments to improve productivity [1]. Considering that energy efficiency is a subset of partial productivity indicators, first, it is necessary to state the productivity indicators, which are part of the production factors. In productivity literature, productivity indicators are obtained as a part of dividing the value added by the value of a given input. Therefore, energy efficiency includes the ratio of added value to the amount of energy consumed, which represents the average added value produced per unit of energy consumed [2].

Foreign trade can provide reasons for the growth of energy efficiency in various ways, including increasing the rate of technological changes, since the results of technological changes are reflected in the energy efficiency index, therefore, energy efficiency can be used as an indicator. Several hypotheses have been proposed in the majority of factors affecting productivity, especially factors related to foreign trade. Some economists believe that the intensification of import competition causes companies to use more innovations to stay on the

scene. Some others argue that frequent contacts of exporting companies with international markets facilitate the absorption of new technology [3, 4].

Some researchers examine the effects of foreign trade or economic openness on energy efficiency from the point of view of "overflow" of technical knowledge resulting from the contacts that different countries establish in the form of the exchange of tradable goods. The effect of this type of head is reported to be positive and significant [5, 6].

Some others pay attention to the effects of foreign trade or economic openness from the perspective of "competition" and the general argument is that the more open the economy is to international markets, the more intense the competition. Therefore, the effect of this type of competition has been reported to be positive and significant [7, 8].

This study seeks to measure the effect of economic openness on energy efficiency in the field of policymaking for the future selection of developing countries in different economic, social, and political conditions and which macroeconomic variables have an effect on energy efficiency. In this regard, the hypothesis of the present research is: the openness of the economy has a positive and significant effect on energy efficiency in the selected countries and what will be the major goals for

improving energy efficiency is raised as the main concern of this study.

This study intends for the first time, by using the econometric model of the Generalized Method of Moments (GMM) during the years 2013 to 2020, the impact of economic openness on energy efficiency in 24 selected developing countries including Iran¹. to pay attention and review; In this regard, the hypothesis of the present research is: the openness of the economy has a positive and significant effect on energy efficiency in the selected countries. Therefore, the variables used in the energy efficiency model are dependent variables and the trade openness index, inflation rate, natural resource rent, education index, and population growth rate as control variables.

The organization of this part of the research will be as follows: the first part is the introduction, the second part is the research background, the third part is the introduction of the research model and estimation method, the fourth part is the experimental findings and interpretation of the results and finally, in the final section, conclusions and discussion are Reviewed.

2. MATERIAL AND METHOD

In this study, emphasizing the energy efficiency equation provided by Ganda (2019) and Albolescu et al. (2020), the following general model has been designed and used [9, 10].

$$\begin{aligned} \ln(EF_{i,t}) = & \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(EF_{i,t-1}) + \\ & \beta_2 \cdot \ln(TRO_{i,t}) + \beta_3 \cdot \ln(INF_{i,t}) + \\ & \beta_4 \cdot \ln(RNR_{i,t}) + \beta_5 \cdot \ln(EDU_{i,t}) + \\ & \beta_6 \cdot \ln(POP_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \end{aligned} \quad (1)$$

All variables are entered into the model logarithmically. Variables used in the estimation model: $EF_{i,t}$ energy efficiency (ratio of GDP per capita (the constant price of US base year) to renewable energy consumption (percentage of total final energy consumption)) of country i in period t ; as a dependent variable and i and t mean the period observation unit and it indicates that the energy efficiency index is uninterrupted and the variable with its interruption is $EF_{i,t-1}$ as a predetermined variable for It is an investigation of the dynamics and convergence of energy efficiency and $t-1$ indicates the degree of intermittent ness of this index. $TRO_{i,t}$ Trade openness index (annual percentage) of country i in period t ; $INF_{i,t}$ inflation rate (annual percentage) of country i in period t ; $RNR_{i,t}$ natural resource rent (annual percentage) of country i in period t ; $EDU_{i,t}$ education index (proportion of people aged 15 and over) of country i in period t ; $POP_{i,t}$ population growth rate (annual percentage) of country i in period t and $\varepsilon_{i,t}$ error

component. Also, $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ are the coefficients of the independent sample variables that need to be estimated.

Information related to data on the inflation rate, natural resource rent, education index, and growth rate from World Development Indicators (WDI) data and trade openness index from Fraser Institute and energy efficiency from data available in Statistical Review of World Energy (BP) has been extracted. The data and variables related to the sample in this study are annual and include the period (2013 to 2020). Since the statistical data were incomplete in some countries, among the 87 developing countries according to the World Bank classification, after removing the countries with incomplete information, finally, the sample was estimated for 24 countries.

3. Results and Discussion

The main purpose of this study is to the effect of economic openness on energy efficiency in a selection of developing countries during the period 2013-2020. To analyze the subject; the model GMM and the co-integration method have been used to determine the existence of short-term and long-term relationships between variables.

Therefore, the application of the convergence unit root test in panel data is necessary and necessary to ensure the accuracy and validity of the results. Then, Kao's method (1999) was used to examine the integration test in this study [11]. This test is performed using the statistics of DF and ADF unit root tests. The null hypothesis in this test is the absence of co-accumulation and the opposite hypothesis is the existence of co-accumulation between the variables of the model. To ensure the choice between panel methods and pooled data, F Limer statistic is used. The null hypothesis of this test indicates that each cross-section has the same origin (necessary to use consolidated data) and the opposite hypothesis refers to the inhomogeneity of width from the origin of each cross-section (necessary to use Panel data).

After performing the Chow (F limer) test, if the cross-sectional fixed effects model was selected, the Hausman test was used to select the data testing method from the two methods of fixed effects and random effects. In the Hausman test, the null hypothesis means that there is no relationship between the disturbance component related to the width from the origin and the explanatory variables and they are independent of each other, while the opposite hypothesis means that there is a relationship between the disturbance component and explanatory variables are correlated and in such a case we face the problem of distortion and inconsistency. Therefore, if

¹. Afghanistan, Argentina, Uruguay, Ecuador, Iran, South Africa, Bahrain, Bulgaria, Belarus, Brazil, Thailand, Turkey, Jamaica,

Romania, Russia, Chile, Colombia, Latvia, Lithuania, Malaysia, Mauritius, Mexico, Nigeria and, Venezuela.

the null hypothesis is rejected, the fixed effects method is used. Arellano and Bond autocorrelation test was used to check the correlation between the disturbance sentences and whether the generalized moment's method (GMM) was chosen correctly or not. Finally, the model is estimated using the GMM method.

4. Conclusions

The results of the estimation of the research model showed that the logarithm variable of the trade openness index has a positive and significant coefficient on energy efficiency. The variable of the logarithm of the inflation rate has a negative and significant coefficient. With the increase in inflation, the profitability of production activities decreases, which results in the adjustment of the labor force and the increase in unemployment. The variable of the logarithm of rent of natural resources has a negative and significant coefficient. So it can be said that increasing the rent of natural resources reduces energy efficiency. The logarithm variable of the education index has a positive and significant coefficient. Training in the production sector can be created by increasing technology and productivity in production factors and as a result productivity and product improvement, which in turn can lead to an increase in energy efficiency. The logarithm variable of the population growth rate has a negative and significant coefficient. It is obvious that the increasing world population has increased the need for energy consumption; As a result, due to human activities, environmental pollution has increased. Therefore, the population growth rate resulting from human activities can hurt energy efficiency. Therefore, according to the results obtained from the research, the following can be presented as policy-proposal solutions to increase the use of the economic openness index to improve energy efficiency:

According to the results of the present research, since the index of trade openness has a significant effect on increasing energy efficiency compared to other variables examined in the model, developing countries should have the opportunity for the presence of foreign financial institutions, including amending laws and internal regulations, facilitating the business environment, creating investment security, and creating effective incentives to attract foreign investors to participate in financial markets (such as more competition in financial services, use of new financial tools, development use of information and communication technology) so that their economy moves towards trade liberalization, which results in increased energy efficiency and communication with the world.

Given that increasing energy efficiency can prevent future problems in determining the population growth rate, the political recommendation is that

governments should increase investment in the energy sector, especially energy efficiency, considering the favorable geographical conditions of each of the developing countries. That this work will cause the employment of the labor force and reduce unemployment, and will ultimately bring economic growth in the future.

5. References

- [1] H. Saleem, M. Shahzad, M. B., Khan, & B. A. Khilji, Innovation, total factor productivity and economic growth in Pakistan: a policy perspective. *Journal of Economic Structures*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.1186/s40008-019-0134-6>
- [2] A. Kluczek, An energy-led sustainability assessment of production systems—an approach for improving energy efficiency performance. *International Journal of Production Economics*, Vol. 216, pp. 190-203, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.04.016>
- [3] F. Rodriguez, & D. Rodrik, Trade policy and economic growth: a skeptic's guide to the cross-national evidence. *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 15, pp. 261-325, 2000.
- [4] B. Nancy, & M. J. Ferrantino, Trade policy and productivity growth in OECD manufacturing. *International Economic Journal*, Vol. 15, No. 4, pp. 95-115, 2001.
- [5] D. T. Coe, & E. Helpman, International r&d spillovers. *European Economic Review*, Vol. 39, No. 5, pp. 859-887, 1995. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)00100-E](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)00100-E).
- [6] W. Keller, Are international R&D spillovers trade-related?: Analyzing spillovers among randomly matched trade partners. *European Economic Review*, Vol. 42, No. 8, pp. 1469-1481, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(97\)00092-5](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(97)00092-5)
- [7] S. Edwards, Openness, productivity, and growth: what do we know? *The Economic Journal*, Vol. 108, No. 447, pp. 383-398, 1998. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00293>
- [8] R. Z. Lawrence, Does a kick in the pants get you going or does it just hurt? The impact of international competition on technological change in US manufacturing. In *The Impact of international trade on wages*, pp. 197-224, 1998. <http://www.nber.org/chapters/c6194>
- [9] F. Ganda, The environmental impacts of financial development in OECD countries: a panel GMM approach. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 26, No. 7, pp. 6758-6772, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04143-z>
- [10] C. T. Albuлесcu, A. E. Artene, C. T. Luminous, & M. Tămășilă, CO2 emissions, renewable energy, and environmental regulations in the EU countries. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 27, No. 27, pp. 33615-33635, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06155-1>
- [11] C. Kao, Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, Vol. 90, No. 1, pp. 1- 44, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)

مطالعه اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه

محمد رضا لطفعلی پور¹، ابراهیم قائد^{2*}، شبنم امیرپور³

1- استاد اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

2- دانشجوی دکتری اقتصاد پولی - بین الملل، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

3- دانشجوی کارشناسی ارشد مدیریت کسب و کار، دانشگاه پیام نور گرمسار، گرمسار، ایران

* مشهد، صندوق پستی 9177946984، Ebrahimghaed@mail.um.ac.ir

چکیده

با توجه به این که انرژی یکی از مهم‌ترین عوامل راهبردی است که دولت‌ها برای دستیابی به رشد و شکوفایی اقتصادی به آن نیاز دارند. تاکنون مطالعه علمی در خصوص اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه انجام نشده است. لذا در این پژوهش اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه بررسی گردیده است. در این راستا، در مقاله حاضر به این سؤال پاسخ داده شده است که اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی چگونه است؟ به دلیل حذف کشورهای با اطلاعات ناقص، در نهایت، نمونه برای 24 کشور از مجموع 87 کشور در حال توسعه انتخاب شده است. داده‌ها و متغیرهای مربوط به نمونه در این بررسی به صورت سالانه بوده و به جهت عدم وجود دیتاها قبل از سال 2013 و نیز بعد از سال 2020، داده‌های آماری مورد استفاده در بازه زمانی (2013 تا 2020) را شامل می‌شود. روش اقتصادسنجی مورد استفاده در این مطالعه روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) است. نتایج مطالعه نشان داد که شاخص باز بودن تجارت بر بهره‌وری انرژی تأثیر مثبت و معنی‌دار دارد. یعنی افزایش آزادسازی تجاری می‌تواند آثار مثبتی بر بالا رفتن بهره‌وری انرژی داشته باشد که به نوبه خود بیشترین تأثیر نسبت به سایر متغیرهای مدل نیز دارد. همچنین نرخ تورم، رانت منابع طبیعی و نرخ رشد جمعیت تأثیر منفی و معنی‌دار و متغیر، شاخص آموزش نیز تأثیر مثبت و معنی‌دار بر بهره‌وری انرژی دارد که مطابق با مبانی نظری تحقیق است.

کلیدواژگان: باز بودن اقتصاد، بهره‌وری انرژی، کشورهای در حال توسعه، پانل دیتای پویا (GMM)

Studying the Effect of Economic Openness on Energy Efficiency In Selection of Developing Countries

Mohammadreza Lutfalipour¹, Ebrahim Ghaed^{2*}, Shabnam Amirpur³

1- Professor of Economics, Ferdowsi university of Mashhad, Mashhad, Iran

2- Ph.D Student Monetary- International Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

3- MA student in Management Business, Payame Noor University Garmsar, Garmsar, Iran *

Abstract

So far, no scientific study has been conducted on the impact of economic openness on energy efficiency in selection of developing countries. In this research, the impact of economic openness on energy efficiency in selection of developing countries has been investigated. In this regard, the present article has answered the question of what is the effect of openness of the economy on energy efficiency. By removing countries with incomplete information, the sample is selected for 24 countries out of a total of 87 developing countries. The data and variables related to the sample in this study are annual and due to the lack of data before 2013 and after 2020, the statistical data used in the period (2013 to 2020) are included. The econometric method used in this study the Generalized Method of Moments (GMM). The results of the study showed that the trade openness index has a positive effect on energy efficiency and has the greatest impact on other variables of the model. Also, inflation rate, natural resource rent, and population growth rate have a negative effect and variable the education index also has a positive effect on energy efficiency, which is in accordance with the theoretical foundations of the research.

Keywords: Economic Openness, Energy Efficiency, Developing Countries, Dynamic Data Panel (GMM)

1- مقدمه

موجبات رشد بهره‌وری انرژی را فراهم آورد، از آنجا که برآیند تغییرات تکنولوژی در شاخص بهره‌وری انرژی بازتاب پیدا می‌کند لذا می‌توان از بهره‌وری انرژی به عنوان شاخصی جهت بررسی پیشرفت تکنولوژی استفاده نمود. فرضیه‌های متعددی در غالب عوامل اثرگذار بر بهره‌وری به ویژه عوامل مرتبط با تجارت خارجی عرضه شده است. بعضی از اقتصاددانان معتقدند که تشدید رقابت واردات موجب این است که بنگاه‌ها از نوآوری‌های بیشتری برای ماندن در صحنه استفاده کنند. بعضی دیگر استدلال می‌کنند که تماس‌های مکرر شرکت‌های صادرکننده با بازارهای بین‌المللی، جذب فناوری جدید را تسهیل می‌کند. علیرغم این تلاش‌هایی برای تأیید تأثیر مثبت تجارت خارجی یا باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری با استفاده از آمارهای جمعی صورت گرفته است که نتایج مشابهی را به همراه نداشته است و لذا سؤال مربوط به اندازه-گیری منافع انتظاری تجارت خارجی بر حسب رشد اقتصادی ضمن استفاده از آمار جمعی سطح ملی هنوز به قوت خود باقی مانده است [7,8]. بعضی از پژوهشگران آثار تجارت خارجی یا باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی را از منظر «سرریز» دانش فنی ناشی از تماس‌هایی که کشورهای مختلف به شکل مبادله کالاها قابل تجارت بر قرار می‌کنند، مورد بررسی قرار می‌دهند. تأثیر این نوع سرریز، مثبت و معنی‌دار گزارش شده است [9,10]. بعضی دیگر، آثار تجارت خارجی یا باز بودن اقتصاد را از منظر «رقابت» مورد توجه قرار می‌دهند و بحث کلی این است که هرچقدر اقتصاد به سمت بازارهای بین‌المللی بازتر باشد، رقابت شدیدتر است. از این رو تأثیر این نوع رقابت هم مثبت و معنی‌دار گزارش شده است [11,12].

بر اساس نتایج تحقیقات بچرتس و فاهن^۱ (2004)، یاشار و کالفا^۲ (2012)، وبستر و آیتاکشی^۳ (2013)، اورگری و همکاران^۴ (2014)، لایتنر^۵ (2015)، هوانگ و همکاران^۶ (2015)، کابالو و همکاران^۷ (2015)، چانگ و فانگ^۸ (2017)، اتالا و بین^۹ (2017)، کرید نکو^{۱۰} (2018)، ماتراوا و همکاران^{۱۱} (2019)، براکوی و همکاران^{۱۲} (2021) و دابوس و طرهینی^{۱۳} (2021) معتقدند باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در کشورها اعم از توسعه‌یافته و درحال توسعه نیز اثرگذار بوده و موجب بهبود بهره‌وری بیشتر انرژی نیز خواهد شد [13-25]. به گونه‌ای که بر اساس اطلاعات آماری منتشر شده از وضعیت بهره‌وری انرژی؛ کشورهای چین، آلمان، ایتالیا و ژاپن که در قرن ۲۰ از استراتژی باز بودن اقتصاد استفاده می‌کردند، نه تنها باعث رشد اقتصادی این کشورها گردید بلکه موجب گسترش سایر بخش‌های اقتصادی اعم از صادرات و واردات در این کشورها نیز شد [26]. مطالعات حاضر در کشورهای درحال توسعه بیشتر به مقوله تأثیر آزادسازی تجاری و بهره‌وری به صورت مجزا پرداخته‌اند. طبق نظریه فاجگلباوم و همکاران^{۱۴}

امروزه اکثر کشورهای دنیا به ارتقای بهره‌وری به عنوان یکی از بهترین منبع رشد اقتصادی نگاه خاصی دارند و سرمایه‌گذاری‌های کلانی برای ارتقای بهره‌وری انجام می‌دهند [1]. ارتقای بهره‌وری به معنای استفاده کارآمد و مؤثر از تمامی منابع تولید اعم از سرمایه، نیروی کار و انرژی است و ضمن افزایش تولید ناخالص داخلی و رقابت‌پذیری کشورها، موجبات افزایش رفاه عمومی را نیز فراهم می‌کند [2]. بررسی سهم رشد بهره‌وری در رشد اقتصادی کشورهای درحال توسعه و توسعه‌یافته بیان‌گر این واقعیت است که طی دو دهه‌ی گذشته در این کشورها سعی شده تا سهم عمده‌ای از رشد اقتصادی از طریق رشد شاخص‌های بهره‌وری تأمین شود. بر این اساس در صورتی که کشورهای درحال توسعه بخواهند سطح توسعه‌یافتگی خود را به سطح کشورهای توسعه‌یافته برسانند، چاره‌ای جز ارتقای بهره‌وری ندارند [3]. تجارب سال‌های اخیر نشان می‌دهد که افزایش بهره‌وری از طریق پیشرفت فناوری و توسعه صنعتی عامل اصلی دستیابی به نرخ‌های بالای رشد اقتصادی در برخی از کشورهای درحال توسعه به ویژه کشورهای آسیایی بوده است [4]. با توجه به این‌که بهره‌وری انرژی، زیر مجموعه‌ای از شاخص‌های بهره‌وری جزئی است، ابتدا نیاز است تا شاخص‌های بهره‌وری، جزئی از عوامل تولید بیان گردد. در ادبیات بهره‌وری، شاخص‌های بهره‌وری به عنوان بخشی از تقسیم ارزش افزوده بر ارزش یک ورودی داده شده حاصل می‌شود. بنابراین بهره‌وری انرژی شامل نسبت ارزش افزوده به مقدار انرژی مصرفی است یا به عبارت دیگر بهره‌وری انرژی نشان دهنده میانگین ارزش افزوده تولیدشده به ازای هر واحد انرژی مصرفی است [5]. بنابراین از آنجا که بهره‌وری انرژی مفهوم گسترده‌ای دارد و به زیر شاخه‌هایی تقسیم می‌شود، در این مطالعه به منظور بررسی بهتر آن، رابطه آن با باز بودن اقتصاد نیز بازگو می‌شود. در تعریف باز بودن اقتصاد (باز بودن تجارت) می‌بایست به این امر اشاره کرد که اقتصادی است که تجارت خارجی و تماس‌های مالی و غیرمالی با بقیه کشورهای جهان دارد این اصطلاح معمولاً درباره اقتصادی به کار می‌رود که بر سر راه صادرات و واردات و نقل و انتقال عوامل تولید آن با خارج محدودیتی وجود نداشته باشد. در راهبرد باز بودن اقتصاد تأکید خاص بر بخش تجارت خارج و سرمایه‌گذاری بخش خصوصی خارجی است. در این میان اقتصاددانان کلاسیک و نئوکلاسیک بر این باور هستند که افزایش باز بودن اقتصاد موتور محرکه رشد و توسعه اقتصادی است و این مهم منجر به تشویق کشورهای جهان در افزایش همگرایی اقتصادشان از طریق افزایش صادرات و واردات می‌گردد. به طور کلی این امر از طریق افزایش سطح تخصص‌گرایی و بهره‌وری کشورها صورت می‌پذیرد [6]. کشوری که راهبرد باز بودن اقتصاد را دنبال می‌کند باید درهای خود را نه تنها بر روی تجارت خارجی بلکه بر روی حرکت‌های بین‌المللی عوامل تولیدی چون کار، سرمایه و تکنولوژی باز بگذارد. چنین راهبردی می‌تواند برای کشورهای مناسب باشد که بازارهای داخلی کوچک دارند مشروط به آنکه بتوانند در بازارهای جهانی حضور یابند و رقابت کنند. بدیهی است که در این راه باید در جهت افزایش استانداردهای کیفی محصولات خود و کاهش هزینه‌های تولیدی گام بردارند تا بتوانند در عرصه رقابت‌های بین‌المللی اقتصادی موفق باشند [6]. تجارت خارجی می‌تواند از طرق مختلف از جمله افزایش نرخ تغییرات تکنولوژی،

1. Bjertnæs, & Fæhn
2. Yaşar & Kalfa
3. Webster & Ayatakshi
4. Orgerie et al
5. Laitner
6. Huang et al
7. Cabalu et al
8. Chang & Fang
9. Atalla & Bean
10. Kreydenko
11. Matraeva et al
12. Brockway et al
13. Dabbous & Tarhini
14. Fajgelbaum et al

شاخص آموزش و نرخ رشد جمعیت به عنوان متغیرهای کنترلی هستند. سازمان‌دهی این قسمت از تحقیق به صورت زیر خواهد بود، بخش اول مقدمه، بخش دوم پیشینه تحقیق بیان شده، بخش سوم معرفی مدل پژوهش و روش تخمین، بخش چهارم یافته‌های تجربی و تفسیر نتایج و نهایتاً در بخش پایانی به نتیجه‌گیری و بحث پرداخته شده است.

2- پیشینه پژوهش

در خصوص مطالعه اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی تحقیقاتی در داخل و خارج صورت گرفته است که برخی از آن‌ها در زیر آورده شده است.

بهبودی (1391) در پژوهشی تحت عنوان بررسی همگرایی بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای عضو OECD با رویکرد اقتصادسنجی فضایی طی سال‌های 1993 تا 2008 نشان داد که همگرایی بهره‌وری انرژی در این کشورها وجود دارد؛ به طوری که سالانه $0/075$ درصد از شکاف میان وضعیت جاری و سطح پایدار بلندمدت از بین می‌رود. همچنین نتایج حاصل از تخمین، تأییدکننده فرضیه وجود وابستگی فضایی در مدل است و مجاورت تأثیر مثبتی بر رشد بازده انرژی این کشورها دارد [35].

نجر زاده و همکاران (1391) در مطالعه‌ای به بررسی اثر آزادسازی تجاری بر بهره‌وری کل عوامل تولید در سازمان همکاری اسلامی طی دوره 1985 تا 2009 پرداختند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که در بیشتر کشورهای منتخب، بین آزادسازی تجاری بر بهره‌وری کل عوامل تولید اثر مثبت و معناداری بر قرار است. علاوه بر آزادسازی تجاری، متغیرهای سرمایه انسانی، نرخ تورم و انحراف قیمت‌های محلی از عواملی است که تأثیر بسزایی بر بهره‌وری کل عوامل تولید دارد [36].

دیزجی و بدری (1394) در مقاله بررسی اثرات توسعه انسانی بر بهره‌وری نیروی کار در 32 کشور منتخب OECD با استفاده از داده‌های تابلویی طی دوره 2002 تا 2009 نشان دادند که بین شاخص توسعه انسانی بر بهره‌وری نیروی کار در کشورهای مورد مطالعه تأثیر مثبت و معناداری بر قرار است. همچنین آزادسازی تجاری، مخارج سلامت، سرمایه فیزیکی و ارزش افزوده تولید بر بهره‌وری تأثیر مثبت و معناداری دارد [37].

پدرام و همکاران (1394) در پژوهشی شدت و میزان تأثیرگذاری متغیرهای جهت دهنده بر نرخ رشد بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای عضو اوپک طی سال‌های 2000 تا 2011 با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی⁴ (OLS) و الگو داده‌های تلفیقی (Panel Data) مورد آزمون قرار دادند و مشاهده کردند که متغیرهای قیمت انرژی، سرمایه‌گذاری کل و ارزش افزوده بر بهره‌وری انرژی اثرگذاری مثبت و معناداری دارند [38].

نیک نقش و همکاران (1399) در پژوهشی بهره‌وری کل انرژی و عوامل مؤثر بر آن را در 134 صنعت تولیدی ایران طی دوره 1385 تا 1394 بررسی کردند. بدین منظور با استفاده از روش تحلیل پوششی داده‌ها و شاخص مالم کوپست، کارایی فنی، تکنولوژیکی و بهره‌وری کل انرژی صنایع تولیدی ایران محاسبه شده و با روش اثرات ثابت و گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، عوامل مؤثر بر بهره‌وری کل انرژی برآورد شد. به طور کلی یافته‌ها حاکی از رشد بهره‌وری کل انرژی در صنایع تولیدی است و بر اساس نتایج به دست آمده بازبینی شیوه کار، بهبود مهارت‌های مدیریتی، حمایت یارانه‌ای

(2011)، آزادسازی تجارت از سه جهت مختلف به عنوان چاره‌ای برای آسان‌سازی تبادلات تکنولوژی و نوآوری به منظور بهره‌وری انرژی در نظر گرفت. 1. ازدیاد تماس تولیدکنندگان خارجی و داخلی، احتمال انتقال فناوری به تولیدکنندگان را افزایش می‌دهد. 2. واردات کالاهای واسطه‌ای دسترسی به فناوری‌هایی را افزایش می‌دهد که معمولاً در بازارهای داخلی موجود نیستند. 3. رابطه میان صادرکنندگان داخلی و خریداران خارجی، مدیریت فرآیند تولید، ایده‌های جدید و انتقال روش‌های جدید برای محصولات میانی را تسهیل می‌کند که به نوبه خود امکان کپی و افزایش اطلاعات در مورد فناوری‌های جدید مختلف را به وجود می‌آورد که این سه عامل موجبات رشد بهره‌وری انرژی و توسعه اقتصادی را به وجود می‌آورد [27]. بنابراین بر اساس نظریات و نتایج مطالعات مطرح شده، این مطالعه به دنبال این مسئله است که در زمینه سیاست‌گذاری برای آینده کشورهای منتخب در حال توسعه در شرایط مختلف اقتصادی، اجتماعی و سیاسی تأثیر باز بودن اقتصاد را بر روی بهره‌وری انرژی سنجش نماید و این‌که اثر کدام یک متغیرهای کلان اقتصادی بر بهره‌وری انرژی کشورهای منتخب در حال توسعه بیشتر است و هدف گذاری‌های کلان جهت بهبود بهره‌وری انرژی چگونه خواهد بود به‌عنوان دغدغه اصلی این مطالعه مطرح شده است.

در زمینه بررسی اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی می‌توان بیان کرد که برخی معتقدند باز بودن اقتصاد موجب افزایش بهره‌وری انرژی می‌شود که در نتیجه رشد اقتصادی را در پی دارد و مطالعات تجربی انجام شده نظیر مطالعات یائو¹ (2011)، سان و همکاران² (2011) و چانگ و فانگ (2017) و مطالعات داخلی نظیر امینی و یزدی پور (1387) و نیک نقش و همکاران (1399) نیز تأثیر مثبت باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی را نتیجه‌گیری نموده‌اند [20,28-31].

در حالی که مطالعات دیگری، توسط اقتصاددانان انجام شده است که معتقدند؛ آزادسازی تجاری در برخی از کشورها لزوماً بهره‌وری انرژی را افزایش نمی‌دهد بلکه برعکس تأثیر منفی بر بهره‌وری انرژی نیز دارد که می‌توان به مطالعات گلوم و جانگ³ (2015)، فنگ و وانگ⁴ (2017) و ژو و همکاران⁵ (2020) اشاره نمود [32-34].

بر مبنای مزیت‌های ذکر شده این مطالعه در نظر دارد برای اولین بار، با به‌کارگیری از مدل اقتصادسنجی گشتاورهای تعمیم‌یافته⁶ (GMM) در طی سال‌های 2013 تا 2020 اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در 24 کشور منتخب در حال توسعه⁷ از جمله ایران را مورد توجه و بررسی قرار دهد؛ در این راستا فرضیه تحقیق حاضر عبارت است از: باز بودن اقتصاد تأثیر مثبت و معنی‌دار بر روی بهره‌وری انرژی در کشورهای منتخب دارد.

بنابراین متغیرهای بکار گرفته‌شده در مدل بهره‌وری انرژی به عنوان متغیر وابسته و شاخص باز بودن تجارت، نرخ تورم، رانت منابع طبیعی،

1. Yao
2. Sun et al
3. Glomm & Jung
4. Feng & Wang
5. Zhou et al
6. Generalized Method of Moments (GMM)

7. افغانستان، آرژانتین، اروگوئه، اکوادور، ایران، آفریقای جنوبی، بحرین، بلغارستان، بلاروس، برزیل، تایلند، ترکیه، جامائیکا، رومانی، روسیه، شیلی، کلمبیا، لتونی، لیتوانی، مالزی، مورس، مکزیک، نیجریه و ونزوئلا

تجزیه و تحلیل، آن‌ها تأکید کردند که بهره‌وری انرژی می‌تواند در بلندمدت به تولید ناخالص داخلی کمک کند [41].

سنر و کاکاس⁴ (2019)، در مطالعه‌ای تحت عنوان تأثیر رشد اقتصادی بر بهره‌وری انرژی با استفاده از تحلیل داده‌های تابلویی برای کشورهای با درآمد بالا، متوسط، متوسط به بالا و متوسط به پایین طی دوره زمانی 1995 تا 2016 نشان دادند که بر اساس فرضیه "رشد اقتصادی شدت انرژی را کاهش می‌دهد" برای کشورهای با درآمد بالا، متوسط، متوسط به بالا معتبر و برای کشورهای با درآمد متوسط به پایین رد می‌شود. در واقع، با حرکت کشورها از درآمد کم به درآمد بالا، رابطه منفی بین رشد اقتصادی و شدت انرژی افزایش می‌یابد [42].

با بررسی مطالعات انجام شده، می‌توان نتیجه گرفت که آزادسازی تجاری در کشورهای گوناگون با توجه به موقعیت اقتصادی آن کشورها، اثرهای متفاوتی را بر بهره‌وری کل عوامل تولید و بهره‌وری انرژی در سطح کل اقتصاد و یا زیر بخش‌های مورد مطالعه داشته است. اما مطالعه‌ای که با استفاده از داده‌های پانل و مدل گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) به مطالعه اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه پرداخته شده باشد، انجام نشده است. با توجه به این خلاء مطالعاتی انجام مطالعه پیش رو حائز اهمیت است.

3- مواد و روش‌ها

به‌کارگیری روش‌های سنتی و معمول اقتصادسنجی، در برآورد ضرایب الگو با استفاده از سری‌های زمانی بر این فرض استوار است که متغیرهای مدل ایستا⁵ هستند. وقتی ایستایی داده‌های سری زمانی برقرار است که میانگین، واریانس و ضرایب خودهمبستگی آن طی زمان ثابت باقی بماند. به بیان دیگر، متغیری که هم‌گرا از درجه صفر یعنی $I(0)$ باشد، یک متغیر ایستا خواهد بود. متغیری که هم‌گرا از درجه یک $I(1)$ باشد، دارای ریشه واحد بوده و نایستا است، اما با یک مرتبه تفاضل‌گیری از آن به متغیر ایستا تبدیل می‌شود. در صورت نبود ایستایی، در حالی که ممکن است رابطه معناداری بین متغیرها مدل وجود نداشته باشد، ضریب تعیین بدست آمده آن بسیار بالا می‌شود و موجب تفسیر اشتباهی از روابط متغیرها حاصل شود. آزمون‌های متعددی در راستای بررسی ریشه واحد در الگوهای تابلویی عنوان شده است، از جمله آن می‌توان به آزمون‌های برینگتونگ⁶ (1994)، لوین، لین و چاو⁷ (2001)، ایم، پسران و شین⁸ (2003)، دیکی فولر تعمیم‌یافته⁹، فیلیپس پرون، مادالا و وو¹⁰ (1999) و هادری¹¹ (2000) اشاره کرد. در استفاده از داده‌های ترکیبی (مقطعی و سری‌های زمانی) از مدل‌ها و آزمون‌های خاص این روش استفاده می‌شود که در این بخش به بررسی آن‌ها پرداخته می‌شود [43]. روش گشتاورهای تعمیم‌یافته برای به دست آوردن پارامترهای سازگار به تعداد دوره‌های زمانی زیاد نیازی نیست و برای پانلهایی با مقاطع زیاد و دوره‌های زمانی کم نیز مناسب است. این روش، اثرهای تعدیل پویای متغیر

دولت از تولید و سرمایه‌گذاری، کاهش تعرفه واردات تجهیزات و ماشین آلات سرمایه‌ای از صنایع با مصرف انرژی کمتر پیشنهاد می‌شود [31].

مجید و همکاران¹ (2010) در مطالعه‌ای با استفاده از تکنیک‌های مدل رشد به بررسی مطالعه‌ای با عنوان رابطه بین آزادسازی تجاری و نرخ رشد بهره‌وری کل عوامل تولید در کارخانه‌های صنعتی پاکستان طی سال‌های 2007 تا 1971، پرداختند و سپس رابطه بین نرخ رشد بهره‌وری کل را برآورد کردند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که، ضریب متغیر آزادسازی تجاری منفی و معنادار است که نشان می‌دهد سیاست‌های آزادسازی تجاری هنوز قادر نیست اثر معناداری بر نرخ رشد بهره‌وری کل ایفا نماید [39].

چانگ و هو² (2010) در مطالعه‌ای تحت عنوان رشد بهره‌وری انرژی، پیشرفت فنی و تغییر کارایی فاکتور کل طی سال‌های 2000 تا 2004 بر اساس مفهوم بهره‌وری انرژی کل و شاخص بهره‌وری لونسبرگر برای ارزیابی تغییر بهره‌وری انرژی مناطق در چین با یک چارچوب کلی معرفی می‌کنند. با توجه به نتایج محاسبات نشان می‌دهند، میزان تولید انرژی چین سالانه $1/4$ درصد کاهش و به طور متوسط میزان بهره‌وری انرژی کل حدود $0/6$ درصد در سال بهبود می‌یابد، در حالی که تغییرات فنی انرژی کل سالانه به طور تدریجی 2 درصد کاهش می‌یابد. همچنین افزایش نسبت تولید ناخالص داخلی تولیدشده توسط صنعت ثانویه باعث خراب شدن شاخص تغییر بهره‌وری انرژی کل یک منطقه شده است [40].

آتالا و بین (2017)، در مطالعه‌ای تحت عنوان عوامل تعیین کننده بهره‌وری انرژی در 39 کشور با استفاده از تکنیک داده‌های ترکیبی پانل دیتا (Panel Data) طی سال‌های 1995 تا 2009 نشان دادند که افزایش بهره‌وری انرژی اصلی‌ترین عامل بهبود بهره‌وری در کل اقتصاد بوده است و تغییر اقتصادی ساختاری، به دور از صنعت و به سمت بخش‌های خدمات‌گرا، نقش کمتری در بهبود بهره‌وری انرژی دارد. از سوی دیگر مشاهده می‌کند که کشورهایی با مشخصات جمعیتی و اقتصادی مشابه، سطح مشابهی از بهره‌وری انرژی و میزان بهبود را نشان می‌دهند و کشورهای کمونیست سابق و کشورهایی که تحت آزادسازی تجاری قرار دارند بالاترین میزان بهبود را به نمایش می‌گذارند همچنین سطوح بالاتر درآمد سرانه و قیمت‌های بالاتر انرژی با بهره‌وری بیشتر انرژی همراه بوده، در حالی که سهم بیشتری از تولید از صنعت با سطوح پایین بهره‌وری انرژی همراه است. به طور خلاصه می‌توان گفت قیمت بالاتر انرژی و سطح درآمد با بهبود بهره‌وری انرژی مرتبط است [21].

راجبندری و ژانگ³ (2018)، در مطالعه‌ای تحت عنوان رابطه بین رشد اقتصادی و بهره‌وری انرژی با استفاده از روش پنل ور (Panel VAR) برای کشورهای با درآمد بالا و متوسط در بازه زمانی 1978 تا 2012 تجزیه و تحلیل می‌کنند. نتایج مطالعه آن‌ها نشان داد که یک رابطه علیت یک طرفه بلندمدت بین رشد اقتصادی و شدت انرژی برای کشورهای با درآمد بالا برقرار است و یک رابطه علیت دوطرفه بلندمدت بین شدت انرژی و رشد اقتصادی برای گروه کشورهای با درآمد متوسط برقرار است. بر اساس نتایج

4. Sener & Karakas

5. Stationary

6. Breitung

7. Levin, Lin & Chow

8. Im, Pesaran and Shin

9. Augmented Dickey- Fuller

10. Phillips- Perron Maddala & Wu

11. Hadri

1. Majeed et al

2. Chang & Hu

3. Rajbhandari & Zhang

برای آزمون فرضیه تحقیق باید از ترکیب داده‌های مقطعی و سری زمانی به صورت داده‌های تابلویی پویا استفاده شود. گفتنی است، روش GMM، پانل دیتای پویا هنگامی به کار می‌رود که تعداد متغیرهای برش مقطعی (N) بیشتر از تعداد زمان و سال‌ها (T) باشد (N > T) که در پژوهش حاضر نیز این گونه است، یعنی تعداد کشورها بیشتر از تعداد سال‌ها است [47، 48]. همچنین، وجود متغیر بهره‌وری انرژی، با یک دوره وقفه در سمت راست نمونه نیز الزام در استفاده از روش GMM را توجیه می‌کند.

بنابراین در یک جمع‌بندی کلی می‌توان بیان کرد که استفاده از روش گشتاور تعمیم‌یافته (GMM) در این سری از داده‌ها، این امکان را فراهم می‌آورد که پویایی روابط از این طریق بهتر درک می‌شود. به این دلیل از روش بیان شده برای برآورد مدل مقاله استفاده می‌کنیم. سازگاری تخمین زنده بالا به معنی بودن ابزارها بستگی دارد که آزمون دوم مرتبه خودهمبستگی جملات خطا را بررسی می‌کند در واقع آزمون همبستگی پسماندها مرتبه اول (AR₁) و مرتبه دوم (AR₂) است. رد نشدن فرضیه صفر هر دو آزمون شواهدی را مبنی بر فرض نبود خودهمبستگی در جملات خطای تفاضل‌گیری شده و معتبر بودن ابزارها فراهم خواهد کرد [48].

4- نتایج و بحث

در این قسمت از پژوهش، به برآورد مدل پرداخته می‌شود، تا مشخص شود که از بین متغیرهای استفاده شده، شامل: شاخص باز بودن تجارت، نرخ تورم، رانت منابع طبیعی، شاخص آموزش و نرخ رشد جمعیت به عنوان متغیرهای مستقل، اثر کدام یک بر بهره‌وری انرژی کشورهای منتخب در حال توسعه به عنوان متغیر وابسته بیشتر است. برای انجام این کار، با ارائه مدل اقتصادسنجی پیش از آنکه نتایج برآورد مدل را مورد بررسی قرار دهیم، بررسی اعتبار برآورد کننده اهمیت دارد. نخستین نکته در مورد داده‌های تابلویی بحث مانایی¹¹ متغیرهاست. ابتدا آزمون مانایی میان متغیرهای مدل بررسی شده است. سپس با استفاده از آزمون‌های هم انباشتگی، چاو (F لیمر)، هاسمن، خودهمبستگی آرانو و بوند و آزمون گشتاور تعمیم‌یافته (GMM) به بررسی تأثیر متغیرهای تحقیق بر بهره‌وری انرژی پرداخته شده است.

در داده‌های تابلویی نیز مسئله رگرسیون کاذب¹² همانند الگوهای سری زمانی مصداق دارد. بنابراین، کاربرد آزمون ریشه واحد همگرایی در داده‌های تابلویی برای تضمین صحت و اعتبار نتایج لازم و ضروری است که از غیرقابل اعتماد بودن ضرایب جلوگیری می‌کند. در این مطالعه به منظور بررسی مانایی متغیرها از آزمون ایم، پسران و شین (IPS) استفاده شد.

جدول 1 نتایج آزمون ریشه واحد متغیرها با استفاده از آزمون IPS

متغیرها	آماره محاسبه شده	ارزش احتمال	نتیجه
	(Z)		
EF	-3/28	0/0000	I(1)
EF(-1)	-6/58	0/0000	I(1)
TRO	-4/21	0/0000	I(1)
INF	-2/62	0/0000	I(1)
RNR	-2/12	0/0000	I(1)
EDU	-3/32	0/0000	I(1)

11. Stationary
12. Spurious

وابسته را در نظر می‌گیرد، اگر متغیر وابسته با مقادیر با وقفه وارد مدل شود، سبب خواهد شد که بین متغیرهای توضیحی و اجزای اخلاص همبستگی به وجود آید و در نتیجه استفاده از روش حداقل مربعات معمولی نتایج تورش‌دار و ناسازگاری را نشان خواهد داد. روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) می‌تواند با به‌کارگیری متغیرهای ابزاری این ایراد را برطرف کند [44].

در این مطالعه، با تأکید بر معادله بهره‌وری انرژی ارائه شده توسط گاندا¹ (2019) و آلبولسکو و همکاران² (2020)، مدل کلی زیر طراحی و استفاده شده است [45، 46]:

$$\ln(EF_{i,t}) = \beta_0 + \beta_1 \cdot \ln(EF_{i,t-1}) + \beta_2 \cdot \ln(TRO_{i,t}) + \beta_3 \cdot \ln(INF_{i,t}) + \beta_4 \cdot \ln(RNR_{i,t}) + \beta_5 \cdot \ln(EDU_{i,t}) + \beta_6 \cdot \ln(POP_{i,t}) + \varepsilon_{i,t} \quad (1)$$

کلیه متغیرها به صورت لگاریتمی وارد مدل شده‌اند.

متغیرهای به کار رفته در مدل عبارت انداز: $EF_{i,t}$ ³ بهره‌وری انرژی (نسبت سرانه تولید ناخالص داخلی (قیمت ثابت سال پایه آمریکا) بر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (درصد کل مصرف انرژی نهایی)) کشور t در دوره t به عنوان متغیر وابسته است و منظور از t و i واحد مشاهده دوره زمانی است و بیانگر این است که شاخص بهره‌وری انرژی بدون وقفه است و متغیر با وقفه آن $EF_{i,t-1}$ به عنوان متغیر از پیش تعیین شده برای بررسی پویایی و همگرایی بهره‌وری انرژی بوده و $t-1$ میزان وقفه دار بودن این شاخص را مطرح می‌کند. $TRO_{i,t}$ ⁴ شاخص باز بودن تجارت (درصد سالانه) کشور t در دوره t ؛ $INF_{i,t}$ ⁵ نرخ تورم (درصد سالانه) کشور t در دوره t ؛ $RNR_{i,t}$ ⁶ رانت منابع طبیعی (درصد سالانه) کشور t در دوره t ؛ $EDU_{i,t}$ ⁷ شاخص آموزش (نسبت افراد 15 ساله و بالاتر) کشور t در دوره t ؛ $POP_{i,t}$ ⁸ نرخ رشد جمعیت (درصد سالانه) کشور t در دوره t و $\varepsilon_{i,t}$ جزء خطا. همچنین $\beta_0, \beta_1, \beta_2, \beta_3, \beta_4, \beta_5, \beta_6$ ضرایب متغیرهای مستقل نمونه هستند که لازم است تخمین زده شوند.

اطلاعات مربوط به داده‌های نرخ تورم، رانت منابع طبیعی، شاخص آموزش و نرخ رشد جمعیت از داده‌های بانک جهانی (WDI⁹) و شاخص باز بودن تجارت از مؤسسه فریزر و بهره‌وری انرژی از داده‌های موجود در بررسی آماری انرژی جهانی (BP¹⁰) استخراج شده است. به منظور تجزیه و تحلیل آماری در این مطالعه از نرم افزار Eviews9 استفاده شده است. داده‌ها و متغیرهای مربوط به نمونه در این بررسی به صورت سالانه بوده و به دلیل عدم وجود دیتاها قبل از سال 2013 و بعد از سال 2020، داده‌های آماری مورد استفاده در بازه زمانی (2013 تا 2020) را شامل می‌شود. از آنجا که داده‌های آماری در برخی از کشورها ناقص بوده‌اند، از بین 87 کشور در حال توسعه بر اساس تقسیم‌بندی سازمان ملل، بعد از حذف کشورهای با اطلاعات ناقص، در نهایت، نمونه برای 24 کشور (شامل، افغانستان، آرژانتین، اروگوئه، اکوادور، ایران، آفریقای جنوبی، بحرین، بلغارستان، بلاروس، برزیل، تایلند، ترکیه، جامائیکا، رومانی، روسیه، شیلی، کلمبیا، لتونی، لیتوانی، مالزی، موریس، مکزیک، نیجریه و ونزوئلا) تخمین زده شده است.

1. Ganda
2. Albulescu et al
3. Energy efficiency
4. Trade openness index
5. Inflation
6. Total natural resources rents
7. Education index
8. Population growth rate
9. World Development Indicators (WDI)
10. BP Statistical Review of World Energy

رد فرضیه صفر مبنی بر عرض	-7/6571	F لیمر
از مبداهای همسان در همه	(0/0000)	

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول 3 نشان دهنده تأیید اثرات ثابت در برابر روش حداقل مربعات تجمیع شده است، به عبارت دیگر این‌گونه استنباط می‌شود که در این مدل فرضیه صفر رد می‌شود و با اطمینان 95 درصد می‌توان اذعان کرد که عرض از مبداهای هر کدام از مقاطع، ناهمسان هستند. بنابراین در این مدل از داده‌های ترکیبی پویا (پانل) به جای داده‌های تلفیقی استفاده می‌شود.

بعد از انجام آزمون چاو (F لیمر) در صورت انتخاب مدل اثرات ثابت مقطعی، برای انتخاب روش آزمون داده‌ها از بین دو روش اثرات ثابت و اثرات تصادفی، از آزمون هاسمن استفاده شد. در آزمون هاسمن، فرضیه صفر به معنی این است که ارتباطی بین جزء اخلاص مربوط به عرض از مبدأ و متغیرهای توضیحی وجود ندارد و آن‌ها از یکدیگر مستقل هستند، در حالی که فرضیه مقابل به این معنی است که بین جزء اخلاص مورد نظر و متغیرهای توضیحی همبستگی وجود دارد و در چنین حالتی با مشکل تورش و ناسازگاری مواجه می‌شویم. بنابراین در صورت رد شدن فرض صفر از روش اثرات ثابت استفاده می‌شود.

جدول 4 نتایج آزمون هاسمن

نوع آماره	درجه	مقدار و احتمال	نتیجه آزمون
کای دو (x^2)	7	35/1531	رد فرضیه صفر
		(0/0000)	مبنی بر اثرات

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول 4 ملاحظه می‌شود، نتایج آزمون هاسمن بیانگر رد فرضیه H_0 است. به عبارتی نتایج بیانگر تأیید اثرات ثابت در برابر اثرات تصادفی است؛ بنابراین مدل این مطالعه باید به صورت اثرات ثابت تخمین زده شود.

بعد از انجام آزمون هاسمن نکته بعدی در مورد بررسی همبستگی بین جملات اخلاص است. برای بررسی همبستگی بین جملات اخلاص و این که آیا روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) به درستی انتخاب شده است یا خیر، از آزمون خودهمبستگی آرلانو و بوند استفاده شد. شرط آزمون آرلانو و بوند این است که اگر از متغیر وابسته تفاضل مرتبه اول گرفته شود، بایستی جمله خطا، خودهمبستگی مرتبه اول داشته باشد تا امکان استفاده از تخمین زنده گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) مهیا شود. جدول زیر نتایج آزمون آورده شده است.

جدول 5 نتایج آزمون خودهمبستگی آرلانو و بوند

آزمون	مرتب	مقدار آماره Z	مقدار احتمال (P-value)
آرلانو و بوند	AR(1)	-4/7623	0/0000
آرلانو و بوند	AR(2)	0/4283	0/63

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که در جدول 5 ملاحظه می‌شود، همبستگی بین جملات اختلاص از مرتبه اول بوده و از مرتبه دوم بالاتر نیست؛ یعنی فرض صفر مبنی بر نبود خودهمبستگی مرتبه اول رد شده، در صورتی که برای خودهمبستگی مرتبه دوم، فرض صفر رد نشده است. بنابراین نتایج این آزمون نشان می‌دهد

POP	-2/19	0/0000	I(1)
-----	-------	--------	------

* وقفه انتخابی برای آماره ADF با معیار شوارتز انتخاب شده است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به نتایج حاصل از جدول 1 و سطوح احتمال محاسبه شده نتیجه، مشاهده می‌شود که همه متغیرها پس از تفاضل گیری در مرتبه اول در سطوح اطمینان 1/، 5/، 10/ مانا شده‌اند. به عبارت دیگر نتیجه آماره Z در آزمون ایم، پسران و شین (IPS) در جدول 1 به معنای رد فرضیه صفر و وجود ریشه واحد (مانایی متغیرها) در مدل نیز می‌باشد.

تخمین مدل در صورت نامانا بودن متغیرها باعث ایجاد رگرسیون کاذب در مدل می‌شود که برای حل این مشکل، از آزمون هم‌انباشتگی استفاده می‌شود. مفهوم هم‌انباشتگی وجود رابطه تعادلی بلندمدت را تداعی می‌کند که سیستم اقتصادی با گذشت زمان به آن منتقل می‌شود [49].

برای بررسی آزمون هم‌انباشتگی در این مطالعه از روش کائو¹ (1999) استفاده شد [50]. این آزمون با استفاده از آماره آزمون‌های ریشه واحد DF و ADF انجام می‌شود. فرضیه صفر در این آزمون، عدم وجود هم‌انباشتگی و فرضیه مخالف آن وجود هم‌انباشتگی بین متغیرهای مدل است. نتیجه آزمون هم‌انباشتگی کائو در جدول زیر نشان داده شده است.

جدول 2 نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو

نوع آماره	مقدار و احتمال	نتیجه آزمون
ADF	-5/1250	فرضیه صفر مبنی بر عدم هم
	(0/0000)	انباشتگی در مدل رد می‌شود.

* اعداد داخل پرانتز نشان دهنده سطح احتمال است.

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول 2 نشان دهنده این است که در این مدل، فرضیه صفر در سطح اطمینان 95 درصد رد می‌شود و این بدین معناست که برآورد پانل با مشکلی از نظر مانایی و احتمال پدیدار شدن رگرسیون کاذب رو به رو نیست. لذا بر اساس آماره ADF آزمون کائو، هم‌انباشتگی در مدل برقرار است. بنابراین بدون نگرانی از وجود ریشه واحد و رگرسیون کاذب مدل مورد نظر، به تخمین مدل با استفاده از روش GMM پرداخته می‌شود.

قبل از تخمین مدل به روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، به منظور اطمینان انتخاب بین روش‌های پانل و داده‌های تلفیقی از آماره F لیمر استفاده می‌شود، فرضیه صفر این آزمون نشان دهنده آن است که هر یک از مقاطع عرض از مبداهای یکسانی دارند (لزوم استفاده از داده‌های تلفیقی) و فرضیه مقابل، اشاره به ناهمسانی عرض از مبداهای هر یک از مقاطع دارد (لزوم استفاده از داده‌های پانل). بر اساس محاسبات این تحقیق، فرضیه صفر مبنی بر قابلیت تخمین داده‌ها به شیوه تلفیقی رد شده و لازم است این مدل‌ها به روش پانل برآورد شوند.

برای آزمون چاو پس از برآورد مدل با اثرات ثابت باید آماره F لیمر محاسبه شود تا بتوان بین روش اثرات ثابت و حداقل مربعات معمولی قضاوت کرد.

جدول 3 نتایج آزمون چاو (F لیمر)

نوع آماره	مقدار و احتمال	نتیجه آزمون

1. Kao

دار است و مشخص شد که از بین انواع متغیرهای مورد بررسی اثر متغیر شاخص باز بودن تجارت بر بهره‌وری انرژی کشورهای منتخب در حال توسعه در مقایسه با سایر متغیرهای مدل بیشتر است و حساسیت متغیر بهره‌وری انرژی به شاخص باز بودن اقتصاد (باز بودن تجارت) 0/4438 است به این صورت که یک درصد تغییر در شاخص باز بودن اقتصاد (باز بودن تجارت)، بهره‌وری انرژی به میزان 0/4438 درصد در این کشورها افزایش خواهد یافت.

5- نتیجه‌گیری و پیشنهادهای سیاستی

هدف اصلی این پژوهش اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در منتخبی از کشورهای در حال توسعه طی دوره زمانی 2013 تا 2020 است. برای تحلیل موضوع از مدل اقتصادسنجی گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) استفاده شده است. نتایج برآورد الگوی تحقیق نشان داد که متغیر لگاریتم شاخص باز بودن تجارت دارای ضریب مثبت و معنی‌دار بر بهره‌وری انرژی دارد. این نتیجه در راستای مبانی نظری و نظریه‌های مطرح شده است. افزایش تجارت باعث افزایش صادرات می‌گردد که به نوبه خود باعث افزایش درآمد و بهبود رفاه اجتماعی و در نهایت بهره‌وری انرژی می‌شود. رشد شاخص تجارت باعث افزایش رقابت بیشتر در بخش تولید می‌شود که تأثیر مثبتی بر افزایش بهره‌وری و بهبود کیفیت و تنوع محصولات و در نتیجه افزایش تولید و سرمایه‌گذاری دارد. اما آنچه در کشورهای در حال توسعه بیشتر مشهود است این است که باز بودن تجارت می‌تواند درآمد و انتقال فناوری و توسعه را برای این کشورها ایجاد کند. استفاده بهینه از این ظرفیت‌ها و فناوری‌های وارداتی توسط کشورهای در حال توسعه می‌تواند به طور کامل نرخ شهرنشینی، نرخ تورم و در نتیجه نابرابری توزیع درآمد را در این کشورها از بین ببرد و به تبع آن افزایش بهره‌وری انرژی در این کشورها را به همراه داشته باشد که نتایج تحقیق نیز این امر را به خوبی مشخص می‌سازد. نتایج پژوهش حاضر از حیث اثر مثبت شاخص باز بودن تجارت بر بهره‌وری انرژی با مطالعات تجربی تحقیق نظیر مطالعات مجید و همکاران (2010) اختلاف نظر دارد، اما با مطالعاتی نظیر کرید نکو (2018)، ماتراوا و همکاران (2019)، براکوی و همکاران (2021) و دابوس و طرهینی (2021) و نجار و همکاران (1391) هم‌سو و هم راستا است.

متغیر لگاریتم نرخ تورم دارای ضریب منفی و معنی‌دار است. با افزایش تورم سودآوری فعالیت‌های تولیدی کاهش می‌یابد که این خود تعدیل نیروی کار و افزایش بیکاری را رقم می‌زند. افزایش بیکاری موجب کاهش درآمد قابل تصرف و کاهش در تقاضای کالا و خدمات می‌شود؛ بنابراین در شرایط عدم کاهش در تولید، مازاد کالا و خدمات نیز رخ می‌دهد و شرایط کاهش بهره‌وری انرژی را به همراه دارد که نتایج تحقیق گویای این امر است.

متغیر لگاریتم رانت منابع طبیعی دارای ضریب منفی و معنی‌دار است. پس می‌توان گفت که افزایش رانت منابع طبیعی، بهره‌وری انرژی را کاهش می‌دهد؛ این مورد می‌تواند به علت پایین بودن بهره‌وری و تکنولوژی، عدم برنامه‌ریزی صحیح و بیماری هلندی در کشورهای مورد بررسی باشد. نتایج تحقیق نیز با مطالعات یاشار و کالفا (2012) و کابالو و همکاران (2015)، نیز همسو است و این امر را به خوبی مشخص می‌سازد.

که متغیرهای توضیحی مورد استفاده، مستقل از عبارت خطا بوده و خود همبسته نیستند و روش گشتاور تعمیم‌یافته (GMM) روش مناسبی برای برآورد مدل تجربی تحقیق است. جدول 6 نتایج برآورد اثر باز بودن اقتصاد بر بهره‌وری انرژی در 24 کشور منتخب در حال توسعه به روش GMM نشان داده شده است.

جدول 6 نتایج برآورد مدل به روش تخمین زنده گشتاور تعمیم‌یافته (GMM)

متغیرها	ضرایب	انحراف	آماره z	احتمال
Ln (TRO)	0/7121	0/2342	5/8153	0/0000
Ln(INF)	-0/5217	0/2148	4/3252	0/0000
Ln(RNR)	-0/6324	0/1232	4/9227	0/0000
Ln(EDU)	0/2659	0/2085	3/3381	0/0000
Ln(POP)	-0/2312	0/1871	2/6721	0/0000
Ln(EF(-1))	0/4438	0/3526	2/3762	0/0000
J-Statistic		33/2655		
Prob		0/1721		
Instrument rank		6		
Total panel (balanced) observations		95		

مأخذ: یافته‌های پژوهش

همان‌گونه که از نتایج برآورد مدل در جدول 6 مشخص است همه متغیرها در سطح 1٪ درصد، معنادار هستند و علائم ضرایب نیز با نظریه‌های اقتصادی سازگار هستند. آماره آزمون سارجنت (J-Statistic) نیز که از توزیع χ^2 با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های بیش از حد مشخص برخوردار است، فرضیه صفر مبنی بر همبسته بودن پسماندها با متغیرهای ابزاری را رد می‌کند. با توجه به نتایج تخمین نمونه می‌توان گفت:

متغیر لگاریتم بهره‌وری انرژی در کشورهای منتخب در حال توسعه با وقفه Ln (EF(-1)) دارای ضریب مثبت و معنی‌دار 0/4438 است معنادار بودن این ضریب تأییدکننده مناسب بودن الگوی پویا برای بهره‌وری انرژی است. متغیر لگاریتم شاخص باز بودن تجارت Ln (TRO) دارای ضریب مثبت و معنی‌دار 0/7121 است بیانگر این مسئله است افزایش آزادسازی تجاری می‌تواند آثار مثبتی بر بالا رفتن بهره‌وری انرژی داشته باشد که به نوبه خود بیشترین تأثیر نسبت به سایر متغیرهای مدل نیز دارد.

متغیر لگاریتم نرخ تورم Ln (INF) دارای مقداری منفی و برابر با -0/5217 است، متغیر لگاریتم رانت منابع طبیعی Ln (RNR) دارای مقداری منفی و برابر با -0/6324 است، متغیر لگاریتم شاخص آموزش Ln (EDU) دارای مقداری مثبت و برابر با 0/2659 است و نهایتاً متغیر لگاریتم نرخ رشد جمعیت Ln (POP) دارای مقداری منفی و برابر با مقدار 0/2312 واحد است.

بنابراین در یک نتیجه‌گیری کلی می‌توان بیان نمود که نتایج حاصل بر اساس رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، تأثیر تمامی متغیرهای نرخ تورم، رانت منابع طبیعی و نرخ رشد جمعیت بر بهره‌وری انرژی با احتمال 0/0000 درصد منفی و معنی‌دار و متغیرهای شاخص باز بودن تجارت و شاخص آموزش بر بهره‌وری انرژی با احتمال 0/0000 درصد مثبت و معنی-

خدمات مالی، بهره‌گیری از ابزارهای نوین مالی، توسعه به‌کارگیری فن آوری اطلاعات و ارتباطات) را ایجاد نمایند تا اقتصاد آن‌ها به سمت آزادسازی تجاری حرکت کند که نتیجه این کار افزایش بهره‌وری انرژی و ارتباط با دنیا را در پی دارد.

با توجه به این‌که افزایش جمعیت در آینده، مشکلات و چالش‌هایی را در جهت دسترسی به بهداشت و آموزش و یافتن شغل مناسب برای کشورهای در حال توسعه به وجود می‌آورد. بنابراین توصیه سیاستی این است که دولت‌ها باید سرمایه‌گذاری در بخش انرژی به ویژه بهره‌وری انرژی را افزایش دهند. افزایش سرمایه‌گذاری در بهره‌وری انرژی، موجب اشتغال نیروی کار و کاهش بیکاری می‌شود و نهایتاً رشد اقتصادی را در آینده به ارمغان خواهند آورد.

6- تقدیر و تشکر

این مقاله حاصل بخشی از طرح پژوهشی، در دانشگاه فردوسی مشهد می‌باشد. از معاونت محترم پژوهشی دانشگاه فردوسی مشهد و همچنین تمامی افرادی که در انجام این طرح مؤلف را مساعدت نمودند، قدردانی می‌شود.

7- مراجع

- [1] H. Saleem, M. Shahzad, M. B., Khan, & B. A. Khilji, Innovation, total factor productivity and economic growth in Pakistan: a policy perspective. *Journal of Economic Structures*, Vol. 8, No. 1, pp. 1-8, 2019. <https://doi.org/10.1186/s40008-019-0134-6>
- [2] M.T. Ahmadi Shadmehri, M.A. Falahi, & M. Niazi Mohseni, Analyzing Factors Affecting on the Energy Productivity in Iran's TMs Agricultural Sector. *Journal of Agricultural Economics and Development*, Vol. 21, No. 84, pp. 1-28, 2013. (in Persian)
- [3] A. Ghanbari, S. Khaksar Astana, & H. Khaksar Astana, Factors Affecting Energy Productivity in Agricultural Sector of Iran. *Journal of Agricultural Economics Research*, Vol. 6, No. 21, pp. 1-21, 2014. (in Persian)
- [4] M. Hafizi, M.T. Ahmadi Shadmehri, & M. Veridi, Investigating factors affecting energy efficiency in Pegah Khorasan Razavi dairy products factory. *Master's thesis, Ferdowsi University of Mashhad*, pp. 1-128, 2012. (in Persian)
- [5] A. Kluczek, An energy-led sustainability assessment of production systems—an approach for improving energy efficiency performance. *International Journal of Production Economics*, Vol. 216, pp. 190-203, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.ijpe.2019.04.016>
- [6] M. R. Lotfalipour, M.A. Falahi, & S.S. Hoseini, The Effect of Trade Openness on the Total Factor Productivity in Iran's Large Scale Industries. *The Quarterly Economic Research*, Vol. 15, No. 2, pp. 95-116, 2015. (in Persian)
- [7] F. Rodriguez, & D. Rodrik, Trade policy and economic growth: a skeptic's guide to the cross-national evidence. *NBER Macroeconomics Annual*, Vol. 15, pp. 261-325, 2000.
- [8] B. Nancy, & M. J. Ferrantino, Trade policy and productivity growth in OECD manufacturing. *International Economic Journal*, Vol. 15, No. 4, pp. 95-115, 2001.
- [9] D. T. Coe, & E. Helpman, International r&d spillovers. *European Economic Review*, Vol. 39, No. 5, pp. 859-887, 1995. [https://doi.org/10.1016/0014-2921\(94\)00100-E](https://doi.org/10.1016/0014-2921(94)00100-E)
- [10] W. Keller, Are international R&D spillovers trade-related?: Analyzing spillovers among randomly matched trade partners. *European Economic Review*, Vol. 42, No. 8, pp. 1469-1481, 1998. [https://doi.org/10.1016/S0014-2921\(97\)00092-5](https://doi.org/10.1016/S0014-2921(97)00092-5)
- [11] S. Edwards, Openness, productivity and growth: what do we really know? *The Economic Journal*, Vol. 108, No. 447, pp. 383-398, 1998. <https://doi.org/10.1111/1468-0297.00293>

متغیر لگاریتم شاخص آموزش دارای ضریب مثبت و معنی‌دار است. آموزش در بخش تولید می‌تواند با افزایش فناوری و بهره‌وری در عوامل تولید و در نتیجه بهره‌وری و بهبود محصول ایجاد شود که به نوبه خود می‌تواند منجر به افزایش بهره‌وری انرژی نیز گردد. وقتی کشوری به سمت پیشرفت حرکت می‌کند باید از عوامل تولید (سرمایه و نیروی کار) بهترین استفاده را ببرد. کشورهای در حال توسعه که از نظر فراوانی نیروی کار مجرب و ماهر از شرایط بهتری برخوردارند، از سرمایه و نیروی کار خود برای ارتقای توسعه انسانی برای رقابت با محصولات مشابه خارجی و همچنین رفاه مصرف‌کنندگان داخلی استفاده می‌کنند. که این خود عاملی مهم در جهت ارتقاء دانش سطح بهره‌وری انرژی در این کشورها است. پس افزایش شاخص آموزش حاصل از نیروی کار جهت تولید می‌تواند بر میزان بهره‌وری انرژی تأثیر مثبتی داشته باشد که نتایج تحقیق گویای این امر است.

متغیر لگاریتم نرخ رشد جمعیت دارای ضریب منفی و معنی‌دار است. بدیهی است که افزایش روز افزون جمعیت جهانی نیاز به مصرف انرژی را بالا برده است؛ در نتیجه به واسطه فعالیت‌های انسان، آلودگی‌های زیست محیطی افزایش یافته است. پس نرخ رشد جمعیت حاصل از فعالیت‌های انسانی می‌تواند بر میزان بهره‌وری انرژی تأثیر منفی داشته باشد. همچنین طبق فرضیه کوزنتس، یک منحنی به شکل U وارونه میان نرخ رشد جمعیت و تولیدات فناوری وجود دارد. کوزنتس استدلال می‌کند که کاهش بهره‌وری به نرخ رشد جمعیت بستگی دارد که نتایج تحقیق نیز این امر را به خوبی نمایان می‌کند. نتایج پژوهش حاضر از حیث اثر منفی نرخ رشد جمعیت بر بهره‌وری انرژی با مطالعات تجربی تحقیق نظیر مطالعات هوانگ و همکاران (2015) و آتالا و بین (2017) هم‌سو و هم راستا است.

بنابراین با توجه به نتایج پژوهش که اثر شاخص باز بودن اقتصاد (باز بودن تجارت) باعث افزایش بهره‌وری انرژی می‌گردد، می‌توان گفت که آزادسازی تجاری تحول بزرگی را در اقتصاد جهانی موجب می‌شود و بی‌توجهی به دستاوردها و اثرات آن به هیچ وجه منطقی به نظر نمی‌رسد. بنابراین، سیاست‌های تجارت باز باید از قبل به عنوان انگیزه‌ای برای حمایت از صادرات و همچنین به عنوان یک عامل محدود کننده واردات در نظر گرفته شود. آزادی تجارت خارجی ذخایر دانش جهانی را بیشتر و سریع‌تر در اختیار کشورها قرار می‌دهد و روند سرریز دانش، اطلاعات و فناوری به کشورهای در حال توسعه کامل‌تر می‌شود. اگر کشورهای در حال توسعه به سمت باز بودن اقتصاد (باز بودن تجارت) حرکت کنند استفاده از این نوع کاری نه تنها تأثیر مخربی بر رشد اقتصادی نخواهند گذاشت بلکه منجر به افزایش بهره‌وری انرژی نیز می‌گردد. پس برای بهره‌گیری از این دستاوردها و با توجه به نتایج به‌دست آمده از پژوهش، موارد زیر را می‌توان به عنوان راهکارهای سیاستی-پیشنهادی در جهت افزایش بهره‌گیری شاخص باز بودن اقتصاد برای بهبود بهره‌وری انرژی ارائه کرد:

با توجه به نتایج پژوهش حاضر، از آنجا که شاخص باز بودن تجارت تأثیر به‌سزایی در افزایش بهره‌وری انرژی در مقایسه با سایر متغیرهای مورد بررسی در مدل دارد، کشورهای در حال توسعه باید فرصت برای حضور مؤسسات مالی خارجی از جمله اصلاح قوانین و مقررات داخلی، تسهیل فضای کسب و کار، ایجاد امنیت سرمایه‌گذاری و ایجاد انگیزه‌های مؤثر برای جذب سرمایه‌گذاران خارجی جهت حضور در بازارهای مالی (مانند رقابت بیشتر در

- [28] R. Yao, Publication manual of the American psychological association., *Journal of Family and Consumer Sciences Research*, Vol. 39, pp. 442-443, 2011. <https://doi.org/10.1111/j.1552-3934.2011.02081>
- [29] J. Sun, M. P. Dunne, X. Y. Hou, & A. Q. Educational stress scale for adolescents: development, validity, and reliability with Chinese students. *Journal of psychoeducational assessment*, Vol. 29, No. 6, pp. 534-546, 2011. <https://doi.org/10.1177/0734282910394976>
- [30] A. Amini, & F. Yazdipoor, An Analysis of Factors Effecting Energy Productivity in Large Manufacturing Firms: A Case Study of Iran. *Journal of Economic Research*, Vol. 8, No. 3, pp. 71-104, 2008. (in Persian)
- [31] E. Niknaghsh, N. Shoja, A. G. Abri, & M. M. Movahedi, The Productivity of Energy and the Effective Factors on it. (Manufacturing Industries of IRAN). *Quarterly Journal of Economic Modeling*, Vol. 13, No. 48, pp. 45-68, 2020. (in Persian)
- [32] G. Glomm, & J. Jung, A macroeconomic analysis of energy subsidies in a small open economy. *Economic Inquiry*, Vol. 53, No. 4, pp. 1783-1806, 2015. <https://doi.org/10.1111/ecin.12221>
- [33] C. Feng, & M. Wang, The economy-wide energy efficiency in China's regional building industry. *Energy*, Vol. 141, pp. 1869-1879, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2017.11.114>
- [34] C. Zhou, Z. Yao, Y. Hu, & W. Cui, Study On The Application Of BP Neural Network In The Prediction Of Office Building Energy Consumption. In *IOP Conference Series: Earth and Environmental Science*, Vol. 546, No. 5, p. 052021, 2020. <https://doi.org/10.1088/1755-1315/546/5/052021>
- [35] D. Behbode, F. Falahe, & A. Shebani, Energy Productivity Convergence in Selected OECD countries: Spatial Econometrics Approach. *Quarterly Journal of Applied Economic Studies, Iran (AESI)*, Vol. 1, No. 3, pp. 57-80, 2012. (in Persian)
- [36] R. Najarzadeh, S. Tamanaefar, & Y. Goli, The Impact of Trade Liberalization on Total Factor Productivity in Group of Islamic Countries. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, Vol. 9, No. 2, pp. 129-152, 2012. (in Persian)
- [37] M. Dezaji, & A. Ketabforosh Badri, The Effects of Human Development on Labor Productivity in Selected OECD Countries, *The Journal of Productivity Management*, Vol. 8, No. 31, pp. 125-140, 2015. (in Persian)
- [38] K. Pedram, M. Basirt, & M. Amiri, Daneshmand Shirazi, Examining the effects of economic impulses on the growth of energy efficiency (case study of oil exporting countries 2000-2011), *Quarterly Financial Economics*, Tehran, December, Vol. 9, No. 33, pp. 135-148, 2015. (in Persian)
- [39] S. Majeed, Q. M. Ahmed, & M. S. Butt, Trade liberalization and total factor productivity growth (1971-2007). *Pakistan Economic and Social Review*, Vol. 48, No. 1, pp. 61-84, 2010. <https://www.jstor.org/stable/41762414>
- [40] T. P. Chang, & J. L. Hu, Total-factor energy productivity growth, technical progress, and efficiency change: An empirical study of China. *Applied Energy*, Vol. 87, No. 10, pp. 3262-3270, 2010. <https://doi.org/10.1016/j.apenergy.2010.04.026>
- [41] A. Rajbhandari, & F. Does energy efficiency promote economic growth? Evidence from a multicountry and multisectoral panel dataset. *Energy Economics*, Vol. 69, pp. 128-139, 2018. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2017.11.007>
- [42] S. Sener, & A. T. Karakas, The effect of economic growth on energy efficiency: evidence from high, upper-middle and lower-middle income countries. *Procedia Computer Science*, Vol. 158, pp. 523-5329, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.procs.2019.09.084>
- [43] D. Gujarati, Fundamentals of Econometrics (Volumes I and II). Translated by Hamid Abrishami, University of Tehran Press, Vol. 1, pp. 1-438, 2011.
- [44] G. Yin, Y. Ma, F. Liang, & Y. Yuan Stochastic generalized method of moments. *Journal of Computational and Graphical Statistics*, Vol. 20, No. 3, pp. 714-727, 2011. <https://doi.org/10.1198/jcgs.2011.09210>
- [45] F. Ganda, The environmental impacts of financial development in OECD countries: a panel GMM approach. *Environmental Science*
- [12] R. Z. Lawrence, Does a kick in the pants get you going or does it just hurt? The impact of international competition on technological change in US manufacturing. In *The Impact of international trade on wages*, pp. 197-224, 1998. <http://www.nber.org/chapters/c6194>
- [13] G. H. Bjertnæs, & T. Fæhn, Energy taxation in a small, open economy: efficiency gains under political restraints. In *The Impact of international trade on wages*, pp. 1-29, 2004. <http://ideas.repec.org/s/ssb/disap.html>
- [14] Y. Yaşar, & S. M. Kalfa, he effects of window alternatives on energy efficiency and building economy in high-rise residential buildings in moderate to humid climates. *Energy conversion and management*, Vol. 64, pp. 170-181, 2012. <https://doi.org/10.1016/j.enconman.2012.05.023>
- [15] A. Webster, & S. Ayatakshi, The effect of fossil energy and other environmental taxes on profit incentives for change in an open economy: Evidence from the UK. *Energy policy*, Vol. 61, pp. 1422-1431, 2013. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2013.05.016>
- [16] A. C. Orgerie, M. D. D. Assuncao, & L. Lefevre, A survey on techniques for improving the energy efficiency of large-scale distributed systems. *ACM Computing Surveys (CSUR)*, Vol. 46, No. 4, pp. 1-31, 2014. <https://doi.org/10.1145/2532637>
- [17] J. A. S. Laitner, Linking energy efficiency to economic productivity: Recommendations for improving the robustness of the US economy. *Wiley Interdisciplinary Reviews: Energy and Environment*, Vol. 4, No. 3, pp. 235-252, 2015. <https://doi.org/10.1002/wene.135>
- [18] C. H. Huang, H. P. Su, C. W. Yang, C. Y. Hong, & J. F. Li, Adaptability to energy, production efficiency and the crude oil price: evidence from a small open economy. *Energy Sustainability VI*, Vol. 195, pp. 173-184, 2015.
- [19] H. Cabalu, P. Koshy E. Corong, U. P. E. Rodriguez, & B. A. Endriga, Modelling the impact of energy policies on the Philippine economy: Carbon tax, energy efficiency, and changes in the energy mix. *Economic Analysis and Policy*, Vol. 48, pp. 222-237, 2015. <https://doi.org/10.1016/j.eap.2015.11.014>
- [20] Y. Chang, & Z. Fang, Efficient, equitable and sustainable energy policy in a small open economy: Concepts and assessments. *Energy policy*, Vol. 105, pp. 493-501, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2017.03.031>
- [21] T. Atalla, & P. Bean, Determinants of energy productivity in 39 countries: An empirical investigation. *Energy Economics*, Vol. 62, pp. 217-229, 2017. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2016.12.003>
- [22] T. F. Kreydenko, Issues of developing the tool for diagnosis of energy efficiency level of Russian regions' economy. *International Journal of Energy Economics and Policy (IJEPP)*, Vol. 8, No. 4, pp. 187-198, 2018. <http://hdl.handle.net/11159/2154>
- [23] L. Matraeva, P. Solodukha, S. & M. Babenko, Improvement of Russian energy efficiency strategy within the framework of "green economy" concept (based on the analysis of experience of foreign countries). *Energy Policy*, Vol. 125, pp. 478-486, 2019. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2018.10.049>
- [24] P. E. Brockway, S. Sorrell, G. Semieniuk, M. K. Heun, & V. Court, Energy efficiency and economy-wide rebound effects: A review of the evidence and its implications. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 141, p. 110781, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.110781>
- [25] A. Dabbous, & A. Does sharing economy promote sustainable economic development and energy efficiency? Evidence from OECD countries. *Journal of Innovation & Knowledge*, Vol. 6, No. 1, pp. 58-68, 2021. <https://doi.org/10.1016/j.jik.2020.11.001>
- [26] Y. Shpkohi, M. Mousavi, & M.J. Hozoori, Designing and Explaining the Model of Improving the Productivity of Human Resources in the Public Sector, *Journal of Resource Management in the Police*, Vol. 9, No. 1, pp. 129-158, 2021. (in Persian)
- [27] P. Fajgelbaum, G. M. Grossman, & E. Helpman, *Income distribution, product quality, and international trade*. *Journal of Political Economy*, Vol. 119, No. 4, pp. 721-765, 2011. <https://doi.org/10.1086/662628>

- and Pollution Research*, Vol. 26, No. 7, pp. 6758-6772, 2019. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-04143-z>
- [46] C. T. Albuлесcu, A. E. Artene, C. T. Luminosu, & M. Tămășilă, CO2 emissions, renewable energy, and environmental regulations in the EU countries. *Environmental Science and Pollution Research*, Vol. 27, No. 27, pp. 33615-33635, 2020. <https://doi.org/10.1007/s11356-019-06155-1>
- [47] M. Arellano, & S. Bond, Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, Vol. 58, No. 2, pp. 277-297, 1991. <https://doi.org/10.2307/2297968>
- [48] B. H. Baltagi, Econometric analysis of panel data, *Department of Economics and The Center for Policy Research Syracuse University Syracuse, NY, USA*, Vol. 4, pp. 1-18, 2008. <https://doi.org/10.1007/978-3-030-53953-5>
- [49] M. Nofaresti, Unit Root and Correlation in Econometrics, *Rasa Publications Institute, Tehran*, Vol. 1, pp. 1-200, 1999. (in Persian)
- [50] C. Kao, Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of Econometrics*, Vol. 90, No. 1, pp. 1-44, 1999. [https://doi.org/10.1016/S0304-4076\(98\)00023-2](https://doi.org/10.1016/S0304-4076(98)00023-2)