DOR: 20.1001.1.24234931.1402.10.1.4.2 DOI: 10.52547/jrenew.10.1.46

Research Article

Received: 02/8/22

Accepted: 08/19/22

Volume 10, Issue 1, Spring & Summer 2023, p. p. 46-69

Journal of Renewable and New Energy

jrenew.ir

Print ISSN 2423-4931 Online ISSN 2676-2994

The Impact of Renewable Energy Consumption on Sustainable Economic Welfare Index in Selected Countries (1990-2020)

Mohsen Payamfar[1*], Khashayar Seyed Shokri[2], Masoumeh Shojaei[3], Nazi Mohammadzadeh Asl[4]

1- Ph.D. student, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of of Environment and Natural Resources, Parand Branch, Islamic Azad University, Parand, Iran
4- Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
* P.O.B. 6461618591 Dezful, Iran, mpayamfar@gmail.com

Received: 8 February 2022 Revised: 15 May 2022 Accepted: 19 August 2022

Abstract

This research examines the impact of renewable energy consumption on the sustainable economic welfare index in selected countries using a multivariate panel model (1990-2020) and then ranks it. In addition to per capita, energy consumption and renewable energy production, among the variables; The amount of gross fixed capital formation per capita; workforce; per capita index of carbon dioxide emissions; capital rent; degree of trade openness; is used In the following, we examine the relationship between energy and growth by replacing GDP with the primary index for sustainable economic well-being and analyze the results. The results showed that renewable energy in developed countries has a positive effect and contribution to the total power and sustainable economic welfare index; On the other hand, in developed countries, Renewable energy is unilaterally effective in the level of environmental quality. In developing countries, the per capita increase in non-renewable energy consumption is effective in sustainable economic growth. There is a two-way relationship between energy consumption and pollution emissions. It was determined in the ranking discussion; That South Korea (developed) and UAE (developing) are the most stable economies, and Italy (extended) and Angola (developing) are the least stable economies.

Keywords: Capital leases; Gross Domestic Product (GDP); Sustainable Economic Welfare Index, Energy Saving; Degree of commercial openness.

1. Introduction

Criticism of the use of GDP as a measure of economic progress [1], in combination with the controversy and ambiguity describing up-to-date results in the energy-growth link [2], is the reason why we link a new paradigm to Suggest energy-growth. In this paper, we modify GDP as a measure of economic growth with a sustainable economic welfare index and try to understand the tools for measuring survival - commonly used to curb energy consumption how they affect sustainable financial well-being. Given that sustainable growth is the only available answer to the simultaneous resolution of environmental, social, and economic crises in many countries, adding a sustainable economic welfare index to the energy-growth link can be instructive. Attention to developing and industrialized countries; This justifies the fact that large economies, as well as energy exporters, are large consumers of fossil fuels and emitters of greenhouse gas emissions.

Our new article help includes the following two points: 1. The present paper calculates the first indicator of sustainable economic prosperity for the 20 developed countries[4]. This lone is vital research topic.2.This article separates studies into "collective and segregated energy studies" and also performs other groupings that allow better classification of articles, and thus an innovative way of reviewing reports on energy linkage. Growth suggests for developed countries.

2. Material and Method

To measure the sustainable economic welfare index, our formal proposal is used in Mengaki and Tiwari's (2017) [3] research, as shown in Relationships one and two below.

$$ISEW = C_w + G_{eh} + K_n - N$$
$$GDPiseg = C_w + G_{eh} + K_n - N \quad (1)$$

$$C_w = PC(1-G)(1-P) \quad (2)$$
$$ISEW_p = f(E_p, RES, K_p, L, CO2_p, R, T) \quad (3)$$
$$GDP_p = f(E_p, RES, K_p, L, CO2_p, R, T) \quad (4)$$

Where PC value equals personal consumption, G stands for Gini coefficient, and P stands for Poverty Index. To calculate the extent of environmental degradation, the total damage of mineral depletion factors, energy reduction, carbon dioxide emissions, and forest degradation is used. The amount of mineral discharge is equal to the ratio of its inventory to the life of the remaining reserves (maximum 25 years), which includes tin, gold, lead, zinc, iron, copper, nickel, silver, bauxite, and phosphate. Residual energy (maximum 25 years), including coal, crude oil, and natural gas. Deforestation equals the ratio of deforestation and production of articial

This article is licensed under a Creative Commons Attribution 4.0 International License.

Check for updates

products to the rate of forest growth. Carbon dioxide emissions are estimated at $ 20 per ton of carbon produced (in 1995 per unit damage). How to calculate the sustainable economic welfare index that we will calculate homogeneously across all developed countries in our discussion. ISEW per capita and GDP per capita; Variable vectors are dependent. E indicates per capita energy consumption. RES suggests the production of renewable energy, which is a percentage of power energy. K Fixed per capita fixed capital formation (capital growth needed to offset depreciation and population growth, regardless of changes in labor productivity). L Labor force (power and productivity of labor force that grows at the same rate as capital and population). CO2 indicates per capita emission of pollutants based on metric tonnage of carbon dioxide emissions will be used as an indicator of environmental constraints. R Capital leases.

2.1.Specify the model

Since Y, K; E, RES, L; CO2, T, and R are also accumulated; The two-step method of Engel and Granger (1987) is used, and the residuals and the remaining parts, which are composed of relational regression models 3 and 4, are error correction expressions, finally utilizing the vector autoregression model and determining the interruption; the dynamic error correction model is estimated as an example of the following Equation.

Note: Formulas are rewritten with eight variables based on formula (7) so that one of the variables (dependent and independent) is substituted for the dependent variable Y in each turn. It should be noted that the dependent variable with the Yit-k interval is the same dependent variable as ISEW and GDPiseg.

$$\Delta Y_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{11}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{12}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{13}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{14}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{15}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{16}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{17}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{18}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{1it} \quad (7)$$

3. Results and Discussion

The present empirical analysis is based on a functional relationship that forms an appropriate configuration concerning energy use and renewable energy. The primary research of this paper, after calculating ISEW from formulas 1 and 2, focuses on the two relations, 3 and 4, which aim to find energy assistance and other variables in the context of economic production. Sustainable economy (for developed countries); Has been evaluated. Interested readers can find them in the Structured sample of the article. Our paper follows all the usual steps in analyzing panel data, which means that we first start after a static test; A co-integration analysis of the Cao method and Dickey Foller's statistics were used to estimate the panel model, and then the causal analysis of the vector autoregression model was determined by determining the interval and the vector error correction model and finally the countries were ranked. The results were presented in tables.

3.1. Fixed effects model

Based on the results obtained from a dynamic fixed panel model, the following results (Equations 5,6), are applied from the estimation of Equations (3-4).

$$ISEWper\ capita = 5/1 + 0/74E + 0/37RES - 0/641K - 0/332L + 3/2CO2 - 0/542R + 0/41T + Ut \quad , \quad R2 = 0.774 \quad (5)$$

$$GDPper\ capita = 3/23 + 0/983E - 0/057RES - 0/05K - 0/044L + 0/921CO2 - 0/021R - 0/432T + Ut \ , \ R2 = 0.81 \quad (6)$$

Because all variables are expressed in logarithms, the coefficients represent elasticity. In the above equation, we see a positive relationship between energy and renewable energy and sustainable economic prosperity. Capital, emissions of pollution, labor, and rent of money and power had the same sign in both equations. Renewable energy and the degree of commercial openness in these two equations have opposite signs. This probably means that these variables have different effects on GDP per capita and per capita sustainable economic welfare index. Thus, a 1% increase in energy causes a 0.74% increase in the sustainable economic welfare index, and a 1% increase in renewable energy production causes a 0.37% increase in the sustainable economic welfare index. Therefore, renewable energy as a part of total energy contributes to a sustainable economic welfare index to a large extent; this indicates the dependence of welfare and sustainable development on renewable energy consumption. Also, a 1% increase in energy causes a 0.983% increase in GDP, and a 1%

increase in renewable energy production causes a 0.057% decrease in GDP. Therefore, in these countries, it is the consumption of fossil energy that drives economic growth, which of course, is accompanied by a reduction in the quality of the environment.

Table 2 shows the ranking of developing countries based on GDP and the ratio of the difference between a stable GDP per capita index of GDP per capita to GDP per capita, i.e. the ratio MSGE = (GDP- GDPseg / GDP). The smaller the ratio, the more stable a country's economic growth is. The ranking of developing countries from highest economic growth to lowest as well as most stable economic growth is attached to the most unstable economic growth according to Table 2.

The second part of Table 2 also shows the ranking of developed countries based on the sustainable economic welfare index and the ratio of the percentage difference of the sustainable economic welfare index per capita to GDP per capita, i.e. the ratio of MSE = (GDP- ISEW) / GDP. The smaller the ratio, the more stable a country's economy is. The ranking of developed countries from highest welfare and lowest as well as most stable economies to the most unstable economies according to Table 2.

Table 1. Single root tests (developing countries)

Degree of accumulation	The significance level	Value of test statistics	Variable
I(0)	0/006	-4/504	**lnGDP_ p**
I(1)	0/01	-12/1	**lnE_p**
I(0)	0/011	-2/5	**lnRES**
I(1)	0/033	-15/6	**lnK_p**
I(1)	0/001	-2/912	**lnL**
I(0)	0/009	-3/649	**lnT**
I(1)	0/009	-29/3	**lnCO2_p**
I(0)	0/000	-8/02	**lnR**
Developed			
I(0)	0/0008	-3/154	**lnISEW_ p**
I(1)	0/000	-21/2	**lnE_p**
I(1)	0/009	-7/9	**lnRES**
I(0)	0/02	-11/77	**lnK_p**
I(1)	0/007	-13/995	**lnL**
I(0)	0/000	-9/244	**lnT**
I(1)	0/01	-25/1	**lnCO2_p**
I(0)	0/000	-7/74	**lnR**

Co-integration tests of Cao (developing and developed countries)

Significance level	Statistical value t	Method
0/000	-4/92	**ADF**
0/002	-9/311	**ADF**

Table 2. Ranking of developing countries based on sustainable economic growth and calculated GDP

GDP calculated	Country Rank	M.S.E.G calculated	Country Rank	Row
1413387	UAE	0/1361	UAE	**1**
136811	Qatar	0/3494	Qatar	**2**
433848	Kuwait	0/4883	Saudi Arabia	**3**
313134	Saudi Arabia	0/5974	Bahrain	**4**
282463	Bahrain	0/6431	Oman	**5**
214374	Oman	0/6499	Kuwait	**6**
100152	Mexico	0/6754	Kazakhstan	**7**
80953	Kazakhstan	0/6484	Iran	**8**
60800	Iran	0/6893	Mexico	**9**
46082	Ecuador	0/6927	Venezuela	**10**
43287	Algeria	0/6971	Azerbaijan	**11**
39611	Iraq	0/6975	Algeria	**12**
39031	Venezuela	0/7025	Ecuador	**13**
38577	Azerbaijan	0/7097	Columbia	**14**
27214	Indonesia	0/7116	Egypt	**15**
26370	Angola	0/7244	Indonesia	**16**
24087	Egypt	0/7277	Iraq	**17**
22551	Columbia	0/7295	Nigeria	**18**
16275	Nigeria	0/7504	Morocco	**19**
12141	Morocco	0/7674	Angola	**20**

ISEW calculated	Country Rank	M.S.E. calculated	Country Rank	Row
2983424	Korea	15/3593	Korea	**1**
1562983	Japan	16/061	Japan	**2**
1400715	Iceland	16/63	Iceland	**3**
1009532	Norway	18/04	Sweden	**4**
697578	Switzerland	18/8	Norway	**5**
674522	Denmark	18/95	Denmark	**6**
615261	Sweden	19/555	Austria	**7**
503646	Australia	19/99	France	**8**
490672	Austria	20/04	Finland	**9**
476377	Ireland	18/20	Belgium	**10**
459958	Netherlands	20/32	Canada	**11**
457140	Canada	20/39	Australia	**12**
454761	Finland	20/52	New Zealand	**13**
447882	USA	20/63	Germany	**14**
442581	Belgium	20/98	Ireland	**15**
424623	France	21/02	Switzerland	**16**
409341	Germany	21/16	Netherlands	**17**
332917	New Zealand	21/24	USA	**18**

322228	UK	21/79	UK	**19**
321661	Italy	22/30	Italy	**20**

4. Conclusions

In general, the principles of analysis are:
Renewable energy in developed countries has a positive impact and shares in total energy and sustainable economic welfare index; On the other hand, in developed countries, Renewable energy has a one-way effect on the quality of the environment. In developing countries, per capita increase in energy consumption except for renewable (fossil); has an impact on sustainable economic growth, and there is a two-way relationship between energy consumption and pollution emissions.

A. In developing countries and in the long run, with the current conditions of renewable energy production, we do not have a positive and significant impact on this energy in achieving a sustainable economic growth index. B- Any investment in reducing pollution, improving technology, and increasing the possibility of producing renewable energy and replacing it with fossil energy, in addition to "considering the social and environmental dimensions in addition to the economic dimension, the position of countries following this logic is moving towards Industrialization and technology improvement will increase global standards and growth of the index of human development and sustainable economic C. Our findings based on data on sustainable economic growth show that the UAE has the best sustainable economy, and Angola has the lowest economic stability.

In developed countries: A. Consumption of renewable energy has a positive and significant effect on the welfare index of a sustainable economy. B- By achieving sustainable economic welfare, any action and investment in improving the quality of the environment will lead to a sharp reduction in pollution and increase sustainable welfare, which results in a more sustainable economy. On the other hand, in a country with clean air, people who The prosperous will be happy that the future will also benefit from the higher quality of life of the society according to the global standards. The ideal horizon of the world community is when RES = E. C. Our findings, based on the availability of sustainable economic welfare data and calculated based on ISEW, show that; South Korea has the best stable economy and Italy has the lowest economic stability.

4.1. Research limitations

Every research has its limitations in the beginning, i.e. subject selection up to the stages of implementation, analysis, and conclusion. Explaining the rules of study helps researchers who intend to research in different fields to do research in similar areas with an open mind and awareness of the obstacles, shortcomings, and limitations of research. This research also has barriers and constraints, the most important of which is the lack of complete information about the study variables for all countries. Because one of the criteria for selecting variables and nations is the existence of comprehensive information about them, in this study, based on the availability of data as well as between different countries, due to the completeness of the news, The surveyed countries were selected.

4.2. Suggestions

Since the use of technology requires knowing the strengths and weaknesses of its use, at the beginning of the article, we will describe the advantages and disadvantages of using renewable energy. **Advantages:** 1- No worries about running out of these energies in the coming years.2- No pollution and increase in the quality of the environment.3- Lack of many parts, therefore less maintenance and reduction of operating costs.4- Creating high productivity employment. 5- Increasing community health 6- Flexibility of rapid use in emergencies. 7- Easy and affordable access to energy in specific geographical areas (villages and islands) 8- Reducing the cost of electricity 9- Independence and security of energy supply.Disadvantages:1-High initial cost (in many countries, the cost of renewable electricity is still higher than the price of mains electricity).2- Non-continuity and alternation of these energies at all times (solar power does not shine at night or lacks steady wind).3- Decreased reliability and trust due to geographical constraints in different countries for the supply of renewable energy by the private sector. Existence of tall buildings that make it difficult for other facilities to absorb the sun, or lack of clear skies, or insufficient rainfall to store water from dams.4-The need to reduce consumption due to the low efficiency of renewable energy conversion compared to fossil fuels.5- Some renewable technologies, such as wind energy, create noise pollution for the inhabitants of the surrounding areas.

4.2.1. Practical and Future suggestions

1- Considering the benefit of Iran from a suitable climate in different parts and the existence of the necessary potential for the production of renewable energy (wind; solar) can be done by measures such as recognizing the country's capabilities, using the country's executive power in various economic sectors. Social, identifying investment opportunities and introducing these projects to the investment organization and providing the necessary conditions to increase the scope of foreign investment in various economic sectors and, more importantly, the provision of clean, sustainable energy (through privatization, Transparency of prices, freedom of action of banks in paying facilities, financial incentives and, in general,

paving the way for increasing the role of the market in various economic sectors) can pave the way for further realization of the components of Iran's sustainable economic welfare indicators. 2- Ensuring energy security of countries by reducing dependence on oil exports and imports and consumption of fossil fuels and increasing the quality of polluting fuels and poor quality gasoline to minimize deaths and incurable diseases caused by air pollution.3-An energy-exporting country with a high GDP may emit more pollutants in its production cycle by using old power systems and fossil fuels. People in the community may have a lower quality of life. Although non-renewable energy consumption helps improve economic growth, As this type of energy increases, pollutants such as greenhouse gases enter the environment, which has harmful effects such as acid rain and global warming; As in metropolitan areas of Iran, deaths due to pollution have increased sharply. On the other hand, the feasibility of producing various types of renewable energy in different regions of the country, construction of large solar power plants in the desert plain and Lut plain and desert areas of the country to replace electricity generation instead of steam and gas power plants; It is possible to have a cleaner country, happier people and be more successful in the field of environment. 4- Due to the high consumption of fossil fuels such as coal, oil, gas, and the like over the past two centuries and the limited resources of this type of fuel, the end of fossil fuel resources and their limitations in energy supply and their environmental damage must be. Therefore, officials and policymakers, especially in developed countries (which have sufficient resources to prepare the infrastructure for the use of clean energy), should carefully plan for the benefit of non-renewable energy to make optimal use of this energy and preserve it for future generations. , To provide the ground for further improvement and acceleration of economic growth and sustainable welfare of the country. 5- Public and private sector investment in projects related to producing electricity from renewable energy sources instead of hydropower plants due to the current and future drought in most countries. 6- Due to the higher cost of electricity generation from renewable energy sources compared to fossil fuels, it is recommended to buy a guaranteed purchase of clean energy power plants from the investor at a reasonable cost and connect them to the stable load of the national grid with the possibility of creating immediate alternative consumption routes; Will attract a large number of private sector investors; Renewable energy projects will be economically justified.7- Utilizing the experiences of other countries in the field of renewable energy production and increasing investment in research and new technologies by localizing the technology of clean energy production equipment and, more importantly, their maintenance and timely service.8- Providing a cultural context for the general public to become more familiar with the benefits of using renewable energy and saving fossil energy consumption. 9-Develop and implement appropriate economic policies to increase energy efficiency and optimize energy consumption through increasing renewable energy and investment in this area.

4.2.2. Future suggestions:

1- Increase the period and update the review period in case of publication and presentation of new World Bank information, as well as with the availability of information from more countries and grouping of countries according to economic indicators.2- In case of access to more data, Define the most influential parameters in the sustainable economic welfare index of human society. 3- Use optimization methods for the consumption of fossil fuels and scenarios of renewable energy consumption in different economic conditions. 4- Using artificial grid methods to predict the consumption of various energies in Iran. 5- Estimating the amount of renewable energy production required and reducing pollution by determining the sustainable economic welfare index.

5. References

[1] F. Karanfil, Y. Li, Electricity consumption and economic growth- exploring panel-specific differences, *Energy Policy*, Vol. 82, No. 1, pp. 264-277, 2015.

[2] T. Chang, R. Gupta, et al., Renewable energy and growth-evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality, Renew, Sustain, *Energy Reviews*, Vol. 52, pp. 1405-1412, 2015.

[3] A.N. Menegaki, A.K. Tiwari, The index of sustainable economic welfare in the energy-growth nexus for American countries, *Ecological Indicators*, Vol. 72, pp. 494-509, 2017.

[4] WDI. *World Development Indicator*, *The World Bank Group*, Online Available at: http://data.worldbank.org/data-catalog.

[5] A.N. Menegaki, K.P. Tsagarakis, More indebted than we know? Informing fiscal policy with an index of sustainable welfare for Greece, *Ecological Indicators*, Vol. 57, pp.163-159, 2015.

[6] A.N. Menegaki, C.T. Tugcu, Rethinking the energy-growth nexus-proposing an index of sustainable economic welfare for Sub-Saharan Africa, *Energy Research, Social, Scientific*, Vol. 17, pp. 147-159, 2016.

سال دهم، شماره اول، بهار و تابستان ۱۴۰۲، ص ص ۴۶-۶۹
فصل‌نامه علمی انرژی‌های تجدیدپذیر و نو
jrenew.ir
مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۰۰/۱۱/۱۹
تاریخ پذیرش: ۰۱/۰۲/۲۵

تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص رفاه اقتصادی پایدار درکشورهای منتخب (۱۹۹۰-۲۰۲۰)

محسن پیام فر[۱*]، خشایار سیدشکری[۲]، معصومه شجاعی[۳]، نازی محمدزاده اصل[۴]

۱-دانشجوی دکترا، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۲- استادیار، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
۳- استادیار، گروه مهندسی محیط زیست و منابع طبیعی، واحد پرند، دانشگاه آزاد اسلامی، پرند، ایران
۴- استادیار، گروه اقتصاد، واحد تهران مرکزی، دانشگاه آزاد اسلامی، تهران، ایران
*دزفول، ۶۴۶۱۶۱۸۵۹۱ ، mpayamfar@gmail.com

چکیده

این تحقیق به بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص رفاه اقتصادی پایدار در کشورهای منتخب با استفاده از مدل اثرات ثابت و الگوی پانل چند متغیره در سال‌های ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۰ با ارائه شاخص پایه برای رفاه که شامل متغیرهای اقتصادی و یک مؤلفه زیست‌محیطی است، پرداخته و سپس رتبه‌بندی می‌کند. رابطه انرژی و رشد و رفاه برای کشورهای منتخب است که بعد از تحلیل ایستایی متغیرها، از روش کائو و آماره‌های دیکی فولر برای هم انباشتگی و علیت گرنجری برای تعیین جهت رابطه استفاده شد. علاوه بر مصرف انرژی سرانه و تولید انرژی تجدیدپذیر، از متغیرهای، میزان تشکیل سرانه سرمایه ثابت ناخالص (درصدی از تولید ناخالص داخلی)، نیروی کار، شاخص سرانه انتشار آلاینده‌ها (میزان انتشار دی‌اکسید کربن) به‌عنوان شاخص محدودیت‌های زیست‌محیطی، اجاره‌بهای سرمایه، درجه باز بودن تجاری، استفاده می‌شود. در ادامه رابطه انرژی و رشد را با جایگزینی تولید ناخالص داخلی با شاخص پایه برای رفاه اقتصادی پایدار بررسی و با تحلیل نتایج، به رتبه‌بندی کشورهای منتخب می‌پردازیم. نتایج نشان داد که انرژی تجدیدپذیر در کشورهای توسعه‌یافته دارای تأثیر مثبت و سهم در انرژی کل و شاخص رفاه اقتصادی پایدار است، از طرفی در کشورهای توسعه‌یافته، انرژی تجدیدپذیر به‌طور یک‌طرفه در سطح کیفیت محیط‌زیست مؤثر است. در کشورهای درحال‌توسعه افزایش سرانه مصرف انرژی به‌جز تجدیدپذیر (فسیلی)، بر رشد اقتصادی پایدار مؤثر و رابطه دوطرفه بین مصرف انرژی و انتشار آلودگی وجود دارد. در بحث رتبه‌بندی مشخص شد، کره جنوبی (توسعه‌یافته) و امارات پایدارترین اقتصاد و ایتالیا و آنگولا کمترین پایداری اقتصاد است.

کلیدواژگان: اجاره‌بهای سرمایه، تولید ناخالص داخلی، شاخص رفاه اقتصادی پایدار، صرفه‌جویی در انرژی، درجه باز بودن تجاری

The Impact of Renewable Energy Consumption on Sustainable Economic Welfare Index in Selected Countries (1990-2020)

Mohsen Payamfar[1*], Khashayar Seyed Shokri[2], Masoumeh Shojaei[3], Nazi Mohammadzadeh Asl[4]

1- PhD student, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
2- Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
3- Assistant Professor, Department of Environment and Natural Resources, Parand Branch, Islamic Azad University, Parand, Iran
4- Assistant Professor, Department of Economics, Central Tehran Branch, Islamic Azad University, Tehran, Iran
* P.O.B. 6461618591 Dezful, Iran, mpayamfar@gmail.com

Received: 8 February 2022 Accepted: 19 August 2022

Abstract

This study examines the effect of renewable energy consumption on the ISEW in selected countries, Using the fixed effects model and multivariate panel model from 1990 to 2020 by providing BISEW that includes economic variables and an environmental component; Pays and then ranks. The relationship between energy and growth and welfare for selected countries is that after static analysis of variables; Cao method and Dickey-Fuller statistics were used for co-integration and Granger causality to determine the direction of the relationship. In addition to per capita energy consumption and renewable energy production, the variables; Gross fixed capital formation (percentage of GDP); work force; Per capita emission index of pollutants (carbon dioxide emissions) as an index of environmental constraints; Capital leases; Degree of commercial openness; Is used .Next, examine the relationship between energy and growth by replacing GDP with the BISEW and analyzing the results; We rank the selected countries. The results showed that

مالکیت معنوی این مقاله تحت گواهی بین المللی تخصیص ۴ کریتیو کامنز محفوظ است

renewable energy in developed countries has a positive impact and share in total energy and ISEW; On the other hand, in developed countries; Renewable energy is unilaterally effective in improving the quality of the environment. In developing countries per capita increase in energy consumption except renewable (fossil); It has an impact on sustainable economic growth and there is a two-way relationship between energy consumption and pollution emissions. In the ranking discussion it was identified; South Korea (developed) and UAE are the most stable economies and the Italy and Angola are the least economically stable.

Keywords: Capital leases, Gross Domestic Product (GDP), Sustainable Economic Welfare Index, Energy Saving, Degree of commercial openness.

۱- مقدمه

انتقاد در مورد کاربرد تولید ناخالص داخلی به‌عنوان یک ابزار سنجش برای پیشرفت اقتصادی [۱] در ترکیب با مجادله و ابهام توصیف‌کننده نتایج به‌روز در پیوند انرژی-رشد [۲] دلیلی است که باعث می‌شود ما یک پارادایم جدید را در پیوند انرژی-رشد پیشنهاد کنیم.

بی‌اثری تولید ناخالص داخلی برای اندازه‌گیری پیشرفت واقعی پیشاپیش درزمانی که اولین بار ایجاد شد، مشخص‌شده است. از زمان کسادی عظیم و بعدازآن، تولید ناخالص داخلی به‌عنوان ابزار راحتی برای اندازه‌گیری رشد اقتصادی مورد استفاده قرارگرفته است اما تأثیر اصلی آن این است که رفاه بهبوددهنده فعالیت را از رفاه تقلیل دهنده فعالیت، متمایز نمی‌سازد [۳]. هزینه‌های دفاعی متحمل شده برای جبران زیان‌ها از اثرات خارجی مختلف نیز در تولید ناخالص داخلی مدنظر قرار داده می‌شود. به‌عنوان‌مثال کشوری را فرض کنید که شبکه راه‌های بدی دارد که باعث می‌شود تصادفات زیادی رخ دهد. تعمیر ماشین‌های خسارت‌دیده و هزینه‌هایی که قربانیان این حوادث برای درمان خودپرداخت می‌کنند، به افزایش تولید ناخالص داخلی کمک می‌نمایند. بااین‌حال با ثابت بودن سایر شرایط، یک اقتصاد با تصادفات ماشین کمتر، در مقایسه با یک اقتصاد با تصادفات بیشتر، پایدارتر است. همچنین در شهرهایی با آلودگی بالا، افراد پول بیشتری صرف برای خدمات بهداشتی می‌کنند، که این منجر به افزایش سرمایه‌گذاری و تولید ناخالص داخلی می‌گردد اما این رشد احتمالاً پایدار نخواهد بود. به‌علاوه تراکنشات اقتصادی غیررسمی (برای مثال، تراکنش‌هایی که در بازار سیاه رخ می‌دهند) نیز در محاسبه تولید ناخالص داخلی مدنظر قرار داده نمی‌شوند.

به‌طورکلی تولید ناخالص داخلی مشخص می‌سازد که کدام کشور غنی‌تر است اما این کار را به یک شیوه نزدیک‌بین (کوتاه‌مدت) انجام می‌دهد چون اطلاعات کمی را در مورد پیشرفت حقیقی و رفاهی که یک کشور تجربه می‌کند، ارائه می‌نماید. تولید ناخالص داخلی میزان تجزیه در روابط انسانی و آسیب اکوسیستم ناشی از صنعتی شدن افزایش‌یافته و بی‌ملاحظه را مدنظر قرار نمی‌دهد. به علت حسابداری بی‌فایده‌ای که به تولید ناخالص داخلی نفوذ می‌کند، یک سری شاخص‌های دیگر به‌عنوان مکمل یا جایگزین تولید ناخالص داخلی پیشنهادشده‌اند. کمیسیون اروپا در کنفرانس «بعد از سال ۲۰۰۷» خود یک آرایه متشکل از ۲۴ شاخص پایداری را معرفی کرده است. بااین‌حال هر یک از آن‌ها فقط روی یک یا چند جنبه از رفاه پایدار متمرکز هستند و هیچ‌کدام از آن‌ها جامع نیستند، یا به عبارتی پایداری در تمام مشاغل را اندازه‌گیری می‌کنند: علم اقتصاد، محیط، و جامعه. شاخص رفاه اقتصادی پایدار و متغیر «شاخص پیشرفت حقیقی[1]» آن تنها شاخص‌هایی هستند که ادعا می‌شود شاخص‌های پایدار جامعی هستند [۴].

ما در مقاله حاضر تولید ناخالص داخلی را به‌عنوان ابزار سنجشی برای رشد اقتصادی (در پیوند انرژی-رشد) با شاخص رفاه اقتصادی پایدار اصلاح و جایگزین می‌سازیم و تلاش می‌کنیم بفهمیم ابزارهای سنجش بقا که معمولاً برای مهار مصرف انرژی مورداستفاده قرار می‌گیرند چطور روی رفاه اقتصادی پایدار (به‌عنوان جنبه‌ای که در هنگام استفاده از رشد اقتصادی تولید ناخالص داخلی مخفی می‌گردد) تأثیر می‌گذارند. با توجه به اینکه رشد پایدار تنها پاسخ موجود برای حل همزمان بحران‌های محیطی، اجتماعی و اقتصادی در بسیاری از کشورها است، اما ازلحاظ اضافه سازی شاخص رفاه اقتصادی پایدار به پیوند انرژی-رشد می‌تواند آموزنده باشد. زمانی که سیاست‌گذاری صرفاً بر مبنای اطلاعات ناشی از پیوند رشد انرژی-رشد اقتصادی است، برآورد موازی آن با رشد انرژی-اقتصاد متعارف آن می‌تواند بینش‌های مفیدی را در مورد اطلاعات قبلی ایجاد کند.

توجه به کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌یافته صنعتی؛ از این حقیقت توجیه می‌شود که اقتصادهای بزرگ و همچنین صادرکننده انرژی مصرف‌کنندگان بزرگی از انرژی فسیلی و تولیدکنندگان انتشارات گازهای گلخانه‌ای هستند.ایالات‌متحده، به خاطر عدم اتخاذ ابزارهای سنجش علیه تغییرات جوی و در طرفداری از پایداری، مورد سرزنش قرارگرفته است.

کمک جدید مقاله ما شامل چهار نکته زیر است:

۱- مقاله حاضر اولین شاخص از رفاه اقتصادی پایدار را برای ۲۰ کشور توسعه‌یافته (که داده‌هایشان موجود است) محاسبه می‌کند. این به‌تنهایی یک موضوع تحقیقاتی جداگانه مهم به‌حساب می‌آید. ۲- مطالعات را به «مطالعات انرژی جمعی[2] و تفکیکی[3]» جدا می‌سازد و همچنین گروه‌بندی‌های دیگری را انجام می‌دهد که طبقه‌بندی بهتر مقالات را ممکن می‌سازد، و بنابراین یک‌راه ابتکاری از مرور مقالات را در پیوند انرژی-رشد برای کشورهای منتخب پیشنهاد می‌کند. ۳-پیوند متعارف انرژی-رشد را با انتخاب وسیعی از رگرسورها ارزیابی می‌کند، و تحلیل مدل اثرات پانلی، و برآورد علیت گرنجری را اعمال می‌کند. ۴- پیوند متعارف انرژی-رشد ISEW را برآورد می‌کند و نتایج به‌دست‌آمده را با نتایج نکته (۳) در بالا، مقایسه می‌نماید.

۲- مروری بر تحقیقات پیشین: پیوند انرژی-رشد تولید ناخالص داخلی در کشورها

اغلب مرورهای مقالات مربوط به پیوند انرژی-رشد، یک جدول را ضمیمه می‌کنند. مثالی از این جداول مرور مقالات را در پژوهش [۵] می‌توانید پیدا کنید. همچنین برخی از مطالعات صرفاً توضیح مختصری در مورد یافته‌های مطالعه ارائه می‌دهند و نتایج مطالعه خود را با نتایج مطالعات موجود مقایسه می‌کند. چنین کاری به‌عنوان‌مثال در پژوهش [۶] انجام‌شده است. در این مقاله ابتدا مطالعات در دوطبقه مختلف قرار داده می‌شوند. یک طبقه شامل

1. genuine Progress Index(GPI)

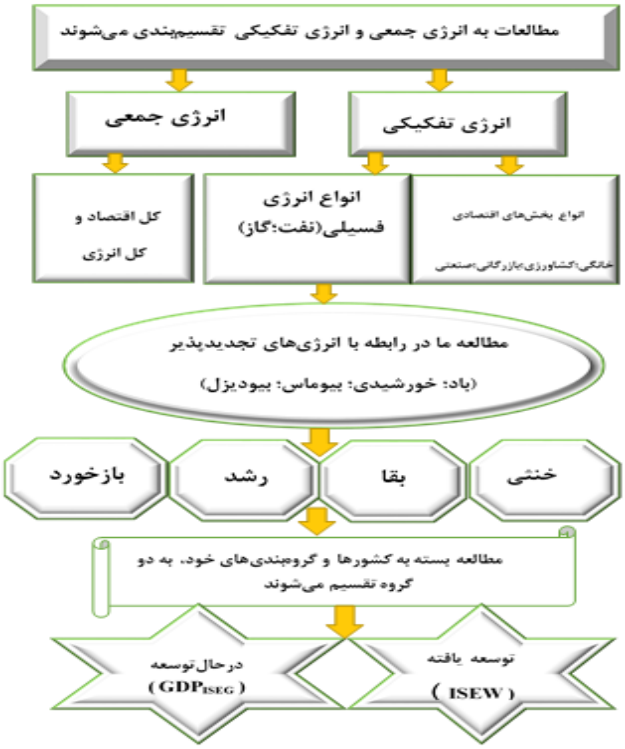
2.aggregate
3. disaggregate

مطالعات انرژی-رشد تولید ناخالص داخلی است، و طبقه دیگر شامل مطالعات انرژی-رشد تولید ناخالص داخلی تفکیکی است. مطالعات جمعی معمولاً از انرژی کلی استفاده‌شده توسط کل اقتصاد، بهره می‌گیرند درحالی‌که مطالعات تفکیکی مصرف انرژی را توسط بخش‌های اختصاصی از اقتصاد همچون صنعت، کشاورزی، بازرگانی، خانوارها و غیره و انواع خاصی از انرژی همچون انرژی تولیدشده با نفت، انرژی گاز طبیعی، برق، انرژی تجدیدپذیر و یا حتی انواع خاصی از انرژی تجدیدپذیر مانند بیوسوخت، انرژی خورشید، انرژی باد و غیره تعیین می‌کنند. چون بخش‌های مختلف و انواع مختلف انرژی، هرکدام پاسخ متفاوتی به سیاست‌های بقای انرژی نشان می‌دهند و بنابراین ابزارهای سنجش مختلف سیاست را می‌توان مورداستفاده قرارداد.

گفته می‌شود که هر یک از دو رشته مطالعات فوق‌الذکر بسته به اینکه کدام فرضیات مقالات را تأیید می‌کنند، خود به چهار گروه کوچک‌تر تقسیم می‌شوند: رشد، بقا، بازخورد، و بی‌طرفی. توضیح مختصری از این چهار فرضیه که معمولاً در پیوند انرژی-رشد بررسی می‌گردند، به شرح زیر است:

۱- فرضیه رشد: فرضیه رشد توسط علیت یک‌جهتی گرنجر توصیف می‌شود که از مصرف انرژی تا رشد اقتصادی می‌رود. در چنین شرایطی ابزارهای سنجش بقا از رشد اقتصادی حمایت می‌کنند چون رخ دادن مصرف انرژی چه به‌صورت مستقیم و چه به‌صورت غیرمستقیم به‌عنوان مکملی برای کار و سرمایه، خیلی مهم است [۷] فرضیه رشد این مسئله را شامل می‌گردد که افزایش در مصرف انرژی به افزایش عملکرد پیش‌بینی رشد اقتصادی کمک می‌کند، و بالعکس. زمانی که اقتصادها خیلی به انرژی وابسته هستند این به این معنا خواهد بود که آن‌ها خیلی هوشمند یا ازلحاظ تکنولوژیکی خیلی پیشرفته نیستند و تغییرات ساختاری مهمی به‌منظور کارایی بیشتر باید رخ دهد تا مصرف انرژی توصیف گردد. ۲- فرضیه بقا: فرضیه بقا با یک علیت یک‌جهتی گرنجر توصیف می‌شود که از رشد اقتصادی به سمت مصرف انرژی می‌رود. در اقتصادی که فرضیه بقا در آن برقرار است ابزارهای سنجش بقا می‌توانند بدون رشد حمایتی رخ دهند. چنین اقتصادی وابستگی کمتری به انرژی دارد و پایدارتر است. ۳- فرضیه بازخورد: فرضیه بازخورد با یک علیت یک‌جهتی گرنجر توصیف می‌شود که از مصرف انرژی به رشد اقتصادی می‌رود، و سپس از رشد اقتصادی به مصرف انرژی بازمی‌گردد. درنتیجه ابزارهای سنجش بقا روی رشد اقتصادی تأثیر خواهند گذاشت و تغییرات ایجادشده در رشد اقتصادی نیز روی مصرف انرژی تأثیر خواهند گذاشت. بنابراین زمانی که این فرضیه برقرار است حاکی از این است که مکمل‌هایی بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. ۴- فرضیه بی‌طرفی: فرضیه بی‌طرفی با غیاب هرگونه علیت گرنجر بین مصرف انرژی و رشد اقتصادی، توصیف می‌شود. برای اقتصادهایی که دو حجم آن‌ها از یکدیگر مستقل است، این به این معنا است که رشد توسط عوامل دیگری استخراج می‌شود. در اقتصادهای پایدارتر می‌توانیم با فرضیه بی‌طرفی همراه با فرضیه بقا مواجه شویم.

تمام طبقات و گروه‌بندی‌های بالا در شکل ۱ خلاصه‌شده‌اند؛ ساری و سویتاس[1] [۸]؛ اوزترک و همکاران[2] [۹].



شکل ۱ یک طبقه‌بندی فرا تحلیلی تازه از شاخص رشد GDP و ISEW با محوریت انرژی

۲-۱- پیشینه تحقیق

در راستای ارائه الگوی تجربی مناسب در این پژوهش، چندین تلاش برای سنجش شاخص رفاه اقتصادی پایدار در سطح کشورها صورت گرفته است همچنین مطالعات بسیاری در سراسر دنیا جهت معرفی و تجزیه‌وتحلیل شاخص رفاه اقتصادی پایدار صورت گرفته که درزمینه‌ی مطالعات داخل و خارج می‌توان به موارد ذیل اشاره کرد:

فطرس و همکاران (۱۳۹۱) [۱۰] در پژوهشی میزان تأثیر مصرف انرژی-های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب درحال‌توسعه (شامل ایران) را بررسی کردند. در این مطالعه به‌منظور بررسی رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر با رشد اقتصادی در میان کشورهای منتخب درحال‌توسعه، شامل ایران، در دوره زمانی ۲۰۰۹-۱۹۸۰، از آزمون‌های ریشه واحد پانلی، هم انباشتگی پانلی و حداقل مربعات ادغام‌شده استفاده‌شده است.نتایج پژوهش نشان می‌دهد که در بین کشورهای منتخب درحال‌توسعه، بین متغیرها در بلندمدت، رابطه هم انباشتگی وجود دارد . امینی فرد و دانشمند شیرازی (۱۳۹۲) [۱۱] به بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های (پاک) تجدید پذیر بر رفاه اقتصادی در ایران پرداختند. در این تحقیق اثر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر بر رفاه اقتصادی در هر دو سطح ملی و فردی در ایران طی دوره زمانی ۱۳۸۸-۱۳۵۰ با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی و مدل انگل گرنجر دومرحله‌ای بررسی‌شده است. نتایج حاصل از این تحقیق نشان می‌دهد که رابطه بلندمدت بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ، سهم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر ، تشکیل سرمایه ، نیروی کار، درآمد نفتی و مخارج آموزش با

1. Sari, R., Ewing, B.T., et al
2. Ozturk et al

متغیرهای تولید ناخالص داخلی و تولید ناخالص داخلی سرانه، درآمد خانوارهای شهری و روستایی وجود دارد .

ایلخانی (۱۳۹۵) [۱۲] در پژوهشی به بررسی تأثیر مصرف انرژی‌های تجدید پذیر و تجدید ناپذیر بر رفاه اقتصادی کشورهای منتخب پرداخت. او برای رسیدن به اهداف تحقیق از شاخص ارائه‌شده توسط آسبرگ و روش علیت گرنجر بهره گرفت. کشورهای منتخب، کشورهای توسعه‌یافته عضو سازمان همکاری اقتصادی و توسعه در دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۲ بودند. یافته‌ها نشان داد که تأثیر مثبت و معنی‌داری میان مصرف انرژی تجدیدپذیر و رفاه اقتصادی کشورهای موردمطالعه وجود دارد. شکریان بوالی (۱۳۹۸) [۱۳] در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر مصرف انرژی بر رفاه اقتصادی پایدار پرداخت. او از شاخص رفاه اقتصادی پایدار[1] و اطلاعات دوره زمانی ۱۳۹۵-۱۳۷۰ در کشور ایران و مدل لگاریتمی با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی[2] برای تخمین مدل استفاده‌شده است. نتایج به‌دست‌آمده حاکی از وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای پژوهش است.

کاستاندا[3] (۱۹۹۹) [۱۴] به محاسبه شاخص رفاه اقتصادی پایدار برای کشور شیلی پرداخت. نتایج نشان داد که رشد شاخص رفاه اقتصادی پایدار از سال ۱۹۸۰ تاکنون به‌اندازه رشد تولید ناخالص داخلی بوده است و ارتباطی قوی بین رشد اقتصادی و تخریب منابع طبیعی وجود دارد. همچنین کاهش در این شاخص به‌منزله این است که شیلی در یک مسیر رشد پایدار قرار ندارد.

پولسی و همکاران[4] (۲۰۰۶) [۱۵] شاخص رفاه اقتصادی پایدار را برای ایالت سی ینای ایتالیا محاسبه نمودند. در این مطالعه عواملی چون آلودگی‌های صوتی، آب و هوایی و مخاطرات زیست‌محیطی در رفاه اقتصادی منعکس شدند. نتایج اختلاف میان تولید ناخالص داخلی و شاخص رفاه اقتصادی پایدار را مورد تأیید قرارداد همچنین عوامل تأثیرگذار در سطح یک منطقه در مقایسه با سطح ملی متفاوت به دست آمد

بکا و سنتوس[5] (۲۰۱۰) [۱۶] یک رویکرد جدید به نام شاخص رفاه اقتصادی پایدار تعدیل‌شده را طی دوره ۲۰۰۵-۱۹۵۰ میلادی برای امریکا ارزیابی کردند که شامل مؤلفه‌های جدید و تغییرات روش‌شناختی در ارزیابی شاخص رفاه اقتصادی پایدار بود. در این مطالعه با مقایسه‌ی شاخص رفاه اقتصادی پایدار تعدیل‌شده با تولید ناخالص داخلی و بیان نواقص و کاستی‌های تولید ناخالص داخلی ؛ مزایای استفاده از این شاخص اثبات شد. این پژوهشگران نتیجه گرفتند که رشد تولید ناخالص داخلی بیشتر از شاخص رفاه اقتصادی پایدار تعدیل‌شده است؛ به این صورت که وقتی تولید ناخالص داخلی حدود ۰/۲۲ رشد می‌کند؛ شاخص رفاه اقتصادی پایدار حدود ۰/۱۷ افزایش می‌یابد.

منگاکی و توکسو[6] (۲۰۱۷) [۱۸] در مطالعه‌ای به بررسی اثر مصرف انرژی و رفاه اقتصادی پایدار در کشورهای G7 پرداختند. نتایج نشان داد که در بلندمدت، کشورهای G7 می‌توانند بدون به خطر انداختن رفاه اقتصادی پایدار، مصرف انرژی را کاهش دهند. در کوتاه‌مدت، هر دو تولید ناخالص داخلی و رفاه اقتصادی برای تحقق رشد، پایدار یا ناپایدار ، به مصرف انرژی بستگی زیادی دارند. مقاله حاضر گرایش اقتصاد نوین را دنبال می‌کند که تمرکز خود را در آن تغییر می‌دهند و استفاده از رفاه پایدار را به‌جای تولید ناخالص داخلی موردانتقاد قرار می‌دهند. منگاکی و تایواری[7] (۲۰۱۷) [۱۹]. ارتباط بین رشد مصرف انرژی و شاخص اقتصادی رفاه را در منتخبی از کشورهای آمریکایی در یک چارچوب پانل چند متغیره طی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۳ بررسی کردند و از شاخص رفاه اقتصادی پایدار بهره گرفتند. نتایج حاصل، برای دولت‌ها و سرمایه‌گذاران نهادی که امروزه نه‌تنها مسئله رشد ناخالص داخلی کوتاه‌مدت برای آن‌ها مهم است بلکه نگران رشد پایدار اقتصادی و رفاه هستند؛ مفید است. همچنین شاخص رفاه اقتصادی پایدار برای کشورهای آمریکایی بر اساس در دسترس بودن داده‌ها محاسبه‌شده است

بررسی مطالعات تجربی صورت گرفته نشان می‌دهد که: الف- مطالعات در مورد تفاوت نتایج؛ که سؤال مهمی است که هنوز در رابطه انرژی و رشد پاسخ داده نشده، توضیحی نمی‌دهند. بازنمایی تحلیلی که در این تحقیق توصیه کردیم، طبقه‌بندی، مشاهده گرایش‌ها و تأکید بر شکاف‌های موجود را که در هر بخش از تحقیق باید حل شود،آسان‌ترمی‌کند. ب- تاکنون مدلی که پانل‌های گسترده‌تری از کشورهای جهان شامل کشورهای صادرکننده انرژی و برخی از کشورهای توسعه‌یافته باشد صورت نگرفته است و تنها به‌صورت گروهی از کشورهای آسیایی یا آمریکایی (مرکزی یا جنوبی) با خصوصیات نزدیک به هم انجام‌شده است. بنابراین، توسعه مبانی نظری تجربی صورت گرفته در این تحقیق، با استفاده از روش‌ها و آزمون‌های ارائه‌شده گام مهمی در این راستا است.

۳- شاخصی برای رفاه اقتصادی پایدار[8]

این بخش از دو قسمت تشکیل می‌گردد: قسمت ۳-۱- روش محاسبه این شاخص را توضیح می‌دهد که در تحلیل تجربی بخش ۴ از آن استفاده کرده‌ایم. قسمت ۳-۲- مدل اثرات ثابت و تصریح مدل را شرح می‌دهد.

۳-۱- روش‌شناسی استفاده‌شده برای شاخص رفاه اقتصادی پایدار کشورها

به‌منظور سنجش شاخص رفاه اقتصادی پایدار و شاخص پایه‌ای رفاه اقتصادی پایدار[9] به‌عنوان معیاری از شاخص پایه‌ای میزان رفاه اقتصادی؛ پیشنهاد رسمی ما ، پیشنهادی است که در پژوهش منگاکی و تیواری (۲۰۱۷) اعمال‌شده و از روابط ارائه‌شده و جدول ۱ که شرح داده‌شده ؛ استفاده می‌شود:

$$ISEW = C_w + G_{eh} + K_n + S - N - C_s$$

$$GDPiseg^{10} = C_w + G_{eh} + K_n + S - N - C_s \quad (۱)$$

$$BISEW = C_w + G_{eh} + K_n - N \quad (۲)$$

$$BGDPiseg = Cw + G_{eh} + K_n - N$$

1. Index for Sustainable Economic Welfare.
2. ARDL
3. Castaneda
4. Pulselli, F.M., Ciampalini, F., et al
5. Bec, a, P., Santos, R
6. Menegaki and Tugcu
7. A.N. Menegaki, A.K. Tiwari
8. ISEW
9. BISEW
10. Index Sustainable economic growth (شاخص رشد اقتصادی پایدار)

C_W: مصرف وزنی

G_{eh}: مخارج عمومی

K_n: رشد خالص سرمایه

S: سود پرداخت‌نشده به نیروی کار

N: کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی

C_s: هزینه‌های اجتماعی

$$Cw = PC(1-G)(1-P) \quad (۳)$$

مقدار PC برابر است با مصرف شخصی، G مخفف ضریب جینی و P بیانگر شاخص فقر است. برای محاسبه میزان تخریب محیط‌زیست N مجموع خسارت عوامل تخلیه مواد معدنی، کاهش انرژی، انتشار دی‌اکسید کربن و تخریب جنگل ملاک قرار می‌گیرد.

مقدار تخلیه مواد معدنی برابر است با اندازه نسبت موجودی آن به عمر ذخایر باقیمانده (حداکثر ۲۵ سال) که شامل قلع، طلا، سرب، روی، آهن، مس، نیکل، نقره، بوکسیت و فسفات است .کاهش انرژی برابر است با نسبت موجودی انرژی به عمر باقیمانده (حداکثر۲۵ سال) که شامل زغال‌سنگ، نفت خام و گاز طبیعی است.

تخریب جنگل برابر است با نسبت تخریب جنگل و تولید فرآورده‌های موردنیاز انسان به میزان رشد جنگل موردنظر است. انتشار دی‌اکسید کربن برای هر تن کربن تولیدشده به میزان ۲۰ دلار (برحسب واحد آسیب در سال۱۹۹۵)، خسارت برآورد می‌شود. چگونگی محاسبه‌ی شاخص رفاه اقتصادی پایدار که به‌صورت همگن در سراسر تمام کشورهای توسعه‌یافته‌ی بحث خود محاسبه خواهیم کرد، در جدول ۱ (پیوست ۵-۴) نشان داده‌شده است.

$$ISEW_p = f(E_p, RES, K_p, L, CO2_p, R, T)$$
$$GDP_p = f(E_p, RES, K_p, L, CO2_p, R, T) \quad (۴)$$

ISEW سرانه و GDP سرانه؛ بردارهای متغیر وابسته هستند. E نشان‌دهنده مصرف انرژی سرانه است. RES نشان‌دهنده تولید انرژی تجدید پذیر که درصدی از انرژی کل است. K میزان تشکیل سرانه سرمایه ناخالص ثابت (رشد سرمایه لازم برای جبران استهلاک و رشد جمعیت، و بدون در نظر گرفتن تغییراتی که در بهره‌وری نیروی کار رخداده است). L نیروی کار (قدرت و بهره‌وری نیروی کاری است که با سرعت یکسان با سرمایه و جمعیت رشد کند). CO_2 نشان‌دهنده سرانه انتشار آلاینده‌ها بر اساس میزان متریک تن انتشار دی‌اکسید کربن به‌عنوان شاخص محدودیت‌های زیست محیطی استفاده خواهد شد. R اجاره‌بهای سرمایه. T درجه باز بودن تجارت است که توسط مجموع صادرات و واردات کالاها و خدمات به‌عنوان سهمی از تولید ناخالص داخلی نشان داده می‌شود.

۳-۲- مدل اثرات ثابت

طبق مطالعه منگاکی و تایواری (۲۰۱۷) [۲۰] به تشریح مدل اثرات ثابت خواهیم پرداخت؛ در مدل‌های «نوع اثرات»، تغییر در بین کشورها یا زمان، برحسب تغییرات برخوردگاه‌ها به دست می‌آید. مدل اثرات ثابت دینامیک (یا یک مدل اثرات ثابت دوطرفه) دارای یک ثابت کلی و همچنین یک «اثر کشور» (بانام α_i) برای هر کشور و یک اثر «زمان» (بانام γ_t) برای هر دوره است. این را در معادله (۵) نشان داده‌ایم.

$$y_{it} = \alpha_0 + \alpha_i + \gamma_t + \beta' x_{it+} \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

مدل اثرات ثابت یک‌طرفه، نسخه‌ای از معادله (۵) بدون روند زمانی است. رابطه زیر نیز برقرار است:

$$E[\varepsilon_{it}/X_i] = 0,\ Var[\varepsilon_{it}/X_i] = \sigma^2,\ Cov[\varepsilon_{it}, \varepsilon_{js}/X_i, X_j] = 0,\ \text{for all } i,j,$$
$$Cov[\alpha_i, x_{it}] \neq 0$$

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از یک مدل پانلی ثابت پویا، معادلات (۶) از برآورد معادلات (۴) اعمال می‌شوند:

$$ISEW_{per\ capit} = b_0 + b_1 k + b_2\, co_2 + b_3 L + b_4 E + b_5 RES + b_6 R + b_7 T + U_t$$
$$GDP_{per\ capit} = b_0 + b_1 k + b_2\, co_2 + b_3 L + b_4 E + b_5 RES + b_6 R + b_7 T + U_t \quad (۶)$$

ازآنجاکه تمام متغیرها؛ لگاریتمی بیان می‌شوند ، ضرایب بیانگر کشش در معادله است.

۳-۳- تصریح مدل

بعد از محاسبه مقادیر در رابطه ۶، ازآنجاکه ISEW_p یا GDP_p (تولید ناخالص داخلی سرانه یا شاخص رفاه اقتصادی پایدار سرانه دو متغیر وابسته)،K (سرانه) ،؛ (سرانه) E، RES، L؛ (سرانه) CO2، T و R لگاریتمی و هم انباشته هستند (آزمون های ایستایی و هم انباشتگی کائو) ؛ با تعیین ضرایب مدل رگرسیون معادلات (۶) با برآورد مدل تحقیق و انجام سایر آزمون ها (F لیمر و هاسمن برای تعیین مدل داده های ترکیبی و نوع آن) از روش الگوی خودرگرسیون برداری[1] و با تعیین وقفه بهینه، همگرایی متغیرهای مدل بررسی و قدرالسهم تاثیر هر متغیر از تجزیه واریانس مشخص و تحلیل روابط علیتی متغیرها از روش انگل و گرنجر (۱۹۸۷) انجام می‌شود و درنهایت ؛ مدل تصحیح خطای[2] دینامیک، معادلات ۹ تا ۱۶ تخمین زده می‌شود.

توضیح مدل تصحیح خطا: مقادیر ثابت a_i از جداول نرمال سازی ضرایب تعدیل و مقادیر متغیر a_{m*n} از جداول ضرایب تعدیل نامحدود بر اساس وقفه، جایگذاری می شوند. با بررسی جداول مقادیر آماره ها و ضرایب تعدیل نامحدود و ضرایب تعدیل معادله اول، مشخص می شود که چند بردار همگرایی وجود دارد که با بررسی مقادیر آماره احتمال تعداد بردار همگرایی برای کشورهای منتخب بر اساس الگو بدست می آید که همان مقدار دارای بیشترین احتمال و مقادیر مورد پذیرش است.(نوفرستی، ۱۳۷۸) و این تاکیدی است بر وجود همگرایی و رابطه بلند مدت متغیرها.

۴- تحلیل تجربی و نتایج

مقالات مربوط به پیوند انرژی-رشد معمولاً رابطه بین یک متغیر ارزیابی‌کننده درآمد (که معمولاً تولید ناخالص داخلی است) و یک سری متغیرهای دیگر که مانند متغیرهای مستقلی عمل می‌کنند، را بررسی می‌نمایند؛ این مقالات فرآیند تولیدی در یک اقتصاد را توصیف می‌کنند. بسته به خصوصیات خاص هر اقتصاد و همچنین دسترس‌پذیری داده‌ها، اغلب مطالعات انرژی-رشد از سرمایه، کار، انرژی و انتشار آلودگی به‌عنوان اصلی‌ترین متغیرها استفاده می‌کنند. خوانندگان علاقه‌مند برای متغیرهایی که معمولاً در پیوند انرژی-رشد استفاده می‌گردند، می‌توانند به فراتحلیل منگاکی (۲۰۱۶) نیز نگاه کنند. تحلیل تجربی حاضر بر مبنای یک رابطه تابعی است که به شیوه اصلی زیر فرمول‌بندی می‌شود و پیکربندی مناسبی را با توجه به استفاده از انرژی و انرژی تجدیدپذیر تشکیل می‌دهد، که در ادامه آن را توضیح می‌دهیم. تحلیل اصلی این مقاله بر دو رابطه متمرکز (رابطه ۴) است که هدفشان یافتن کمک

1. vector auto regression
2. Error correction

انرژی و متغیرهای دیگر در چارچوب تولید اقتصاد است که در مقاله حاضر توسط تولید ناخالص داخلی (برای کشورهای درحال‌توسعه) و شاخص رفاه اقتصادی پایدار (برای کشورهای توسعه‌یافته)؛ ارزیابی‌شده‌اند.

۴-۱- آزمون‌های ریشه واحد

ما برای بررسی وجود و ایستایی ریشه‌های واحد طبق جدول ۲ از آمار مختلفی استفاده می‌کنیم. در داده‌های اقتصادی فرض بر این است که بین متغیرهای مطرح در یک تئوری اقتصادی، رابطه بلندمدت و تعادلی برقرار است. در تحلیل‌های اقتصادسنجی کاربردی، جهت برآورد روابط بلندمدت بین متغیرها، میانگین و واریانس آن‌ها را طی زمان ثابت و مستقل از عامل زمان در نظرمی‌گیرند و درنتیجه به‌طور ضمنی ثبات رفتاری برای آن‌ها فرض می‌شود. باوجوداین در تحقیقات کاربردی معلوم شده است که در بیشتر موارد ثبات رفتار با متغیرهای سری زمانی تحقق نمی‌یابد. با توجه به مطالب فوق وجود متغیرهای نا ایستا در مدل سبب می‌شود تا آزمون‌های کلاسیک F و t از اعتبار لازم برخوردار نباشند. در چنین حالتی رگرسیون انجام‌گرفته، رگرسیون کاذبی خواهد بود (صدیقی،۱۳۸۶). پی بردن به امکان وجود رگرسیون کاذب و استفاده از آزمون‌های ایستایی در داده‌های سری زمانی به سال‌ها قبل برمی‌گردد. ولی استفاده از آزمون‌های ایستایی در داده‌های پانلی به اوایل دهه ۱۹۹۰ بازمی‌گردد. آزمون‌های ریشه واحد داده‌های پانل به‌وسیله کائو[1] (۱۹۹۲) و بریتون[2] (۱۹۹۴) [۲۶] پایه‌ریزی شد. این مطالعات به‌وسیله لوین، لین و چو[3] (۲۰۰۲) [۲۵] و ایم، پسران وشین[4] (۲۰۰۳) [۲۴] کامل شد. در سال‌های اخیر آزمون وجود ریشه واحد، در مطالعات کاربردی که با استفاده از داده‌های پانلی صورت می‌گیرد، به شکل چشمگیری رواج یافته است.

یکی از آزمون‌های ایستایی رایج در مطالعات کاربردی آزمون ریشه واحد لوین، لین و چو است که فرض اساسی آن مستقل بودن واحدهای مقطعی از همدیگر است. آزمون ریشه واحد سری‌های زمانی به‌گونه‌ای است که ایستایی یا نا ایستایی متغیرها را با استفاده از یک معادله بررسی می‌کند. لوین، لین و چو استدلال می‌کنند که در داده‌های پانلی، استفاده از آزمون ریشه واحد برای ترکیب داده‌ها دارای قدرت بیشتری نسبت به استفاده از آزمون ریشه واحد برای هر مقطع به‌صورت جداگانه است. فرضیه صفر در این آزمون بیانگر این است که سری زمانی دارای ریشه واحد بوده و فرضیه مخالف ایستایی سری زمانی را نشان می‌دهد .

متغیر دارای ریشه واحد $H_0: \propto_i = 1$

متغیر فاقد ریشه واحد $H1: \propto_i \neq 1$

۴-۲- تحلیل هم انباشتگی

گام بعدی بعد از آزمایش ریشه واحد، تحلیل هم انباشتگی است که طبق جدول ۳ مربوط به بررسی وجود یک رابطه بلندمدت در بین تولید ناخالص داخلی سرانه یا شاخص رفاه اقتصادی پایدار سرانه و متغیرهای دیگری است که معرف یک تابع تولید هستند که یک اقتصاد را توصیف می‌کند. مفهوم اقتصادی هم‌انباشتگی آن است که وقتی دو یا چند متغیر سری زمانی بر اساس مبانی نظری با یکدیگر ارتباط داده می‌شوند تا یک رابطه تعادل بلندمدت را شکل دهند، هرچند ممکن است خود این سری‌های زمانی دارای روندی تصادفی باشند (نا ایستا باشند). اما در طول زمان همدیگر را به‌خوبی دنبال می‌کنند به‌گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها باثبات باشد (ایستا). بنابراین مفهوم هم انباشتگی تداعی‌کننده وجود یک رابطه تعادلی بلندمدت است که سیستم اقتصادی در طول زمان به سمت آن حرکت می‌کند. با توجه به اینکه داده‌های پانلی نیز ممکن است نا ایستا باشند، لذا هم‌انباشتگی و آزمون آن در این نوع داده‌ها نیز از اهمیت فراوانی برخوردار است. همانند آزمون‌های ایستایی، آزمون‌های هم‌انباشتگی در داده‌های پانلی نیز از آزمون‌های هم-انباشتگی برای واحدهای مقطعی به‌صورت جداگانه قوی‌تر هستند. زیرا این آزمون‌ها حتی در شرایطی که دوره زمانی، کوتاه‌مدت و اندازه نمونه کوچک است، نیز قابلیت استفاده دارند. برای انجام آزمون هم انباشتگی داده‌های پانلی، پدرونی درسال ۲۰۰۱ [۲۷] پس از برآورد رابطه بلندمدت بین متغیرها، مانند آنچه در مورد سری‌های زمانی و داده‌های مقطعی انجام می‌شود، از آماره‌های دیکی- فولر [۲۸] برای آزمون هم‌انباشتگی استفاده کردند. فرضیه صفر بیانگر عدم هم انباشتگی بین متغیرها در تمام واحدهای مقطعی و فرضیه مخالف نشان‌دهنده وجود هم انباشتگی بین متغیرهاست. در این تحقیق با توجه به شاخص‌های توسعه ارائه‌شده بانک جهانی از روش کائو و آماره‌های دیکی فولر استفاده کردیم.

عدم هم‌انباشتگی $H0: \rho = 1$

وجود هم‌انباشتگی $H1: \rho < 1$

۴-۳- مدل اثرات ثابت

بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از یک مدل پانلی ثابت پویا، نتایج زیر از برآورد معادلات (۴) اعمال می‌شوند:

$$ISEWper\ capita = ۵/۱ + ۰/۷۴E + ۰/۳۷RES - ۰/۶۴۱K - ۰/۳۳۲L + ۳/۲CO2 - ۰/۵۴۲R + ۰/۴۱T + U_t \quad (۷)$$

$$GDPper\ capita = ۳/۲۳ + ۰/۹۸E + ۰/۰۵RES - ۰/۰۵K - ۰/۰۴۴L + ۰/۹۲CO2 - ۰/۰۲۱R + ۰/۴۳T + U_t \quad (۸)$$

برابر جدول ۴ چون تمام متغیرها به‌صورت لگاریتم بیان‌شده‌اند، بنابراین ضرایب نشان‌دهنده کشسانی هستند.

در معادله (۷) یک رابطه مثبت را بین انرژی و انرژی تجدیدپذیر و رفاه اقتصادی پایدار، مشاهده کردیم. سرمایه، انتشارات آلودگی و نیروی کار و اجاره سرمایه و انرژی در هر دو معادله، علامت‌های یکسانی داشتند. انرژی تجدیدپذیر و درجه باز تجاری در این دو معادله علامت‌های متضادی داشتند و این احتمالاً به این معنا است که این متغیرها تأثیرات مختلفی بین تولید ناخالص داخلی سرانه و سرانه شاخص رفاه اقتصادی پایدار دارند. بنابراین ۱ درصد افزایش در انرژی سبب یک افزایش ۰/۷۴ درصدی در شاخص رفاه اقتصادی پایدار ، و افزایش ۱ درصدی در تولید انرژی تجدیدپذیر سبب افزایش ۰/۳۷ درصدی در شاخص رفاه اقتصادی پایدار می‌گردد. لذا انرژی تجدیدپذیر به‌عنوان بخشی از کل انرژی به میزان بالایی به شاخص رفاه اقتصادی پایدار کمک می‌کند، این نشان‌دهنده وابستگی رفاه و توسعه پایدار به مصرف انرژی تجدیدپذیر است. همچنین در معادله (۸) ۱ درصد افزایش در انرژی سبب یک افزایش ۰/۹۸۳ درصدی در تولید ناخالص داخلی ، و افزایش ۱ درصدی در تولید انرژی تجدیدپذیر سبب کاهش ۰/۰۵۷ درصدی در تولید ناخالص داخلی می‌گردد. لذا در این کشورها این مصرف انرژی

1. Quah
2. Breitung
3. Levin , Lin & Chui
4 . Im , Pesaran & Shin

فسیلی است که باعث رشد اقتصادی است که البته با کاهش کیفیت محیط‌زیست همراه است.

۴-۴- رتبه‌بندی کشورهای منتخب

طبق جدول ۵ کشورهایی با ثابت‌های بزرگ و معنی‌دار به این معنا است که پارامترهای بیشتری بر پیوند انرژی-رشد آن‌ها تأثیر می‌گذارند که در مدل شامل نگشته‌اند. بزرگ‌ترین ضریب برای کره جنوبی (و بنابراین رتبه اول) و پایین‌ترین ضریب برای نیوزیلند است. همچنین کشورهای کانادا؛ آلمان؛ ایتالیا؛ ژاپن؛ نروژ؛ بریتانیا مهم نیستند به‌بیان‌دیگر، علاوه بر پارامترهایی که در معادلات (۲) و (۳) شامل گشته‌اند، هیچ پارامتر دیگری وجود ندارد که انرژی-رشد شاخص رفاه اقتصادی پایدار را در این کشورها به شکل معنی‌داری توصیف کند.تحت چارچوب تولید ناخالص داخلی ، بزرگ‌ترین ضریب معنی‌دار برای امارات و پایین‌ترین آن برای مصر اعمال‌شده است. همچنین کشورهای الجزایر، آنگولا، اندونزی، قزاقستان؛ کویت و کلمبیا مهم نیستند. به‌بیان‌دیگر، علاوه بر پارامترهایی که در معادلات (۴) شامل گشته‌اند، هیچ پارامتر دیگری وجود ندارد که انرژی-رشد تولید ناخالص داخلی در این کشورها را به شکل معنی‌داری توصیف کند.

نشان‌دهنده رتبه‌ی کشورهای درحال‌توسعه بر اساس تولید ناخالص داخلی در جدول ۶ محاسبه‌شده و نسبت تفاوت شاخص سرانه تولید ناخالص داخلی پایدار[1] از تولید ناخالص داخلی سرانه، به تولید ناخالص داخلی سرانه یعنی نسبت $M.S.G.E= (GDP- GDP_{seg}/GDP)$ است. این نسبت هرچقدر کوچک‌تر باشد رشد اقتصادی یک کشور به‌عنوان یک رشد اقتصاد پایدارتر در نظر گرفته می‌شود. رتبه‌بندی کشورهای درحال‌توسعه از بیشترین رشد اقتصادی تا کمترین و همچنین پایدارترین رشد اقتصاد به ناپایدارترین رشد اقتصاد است.

رتبه‌ی کشورهای توسعه‌یافته بر اساس شاخص رفاه اقتصادی پایدار نیز در جدول ۷ محاسبه‌شده و نسبت تفاوت درصد سرانه شاخص رفاه اقتصادی پایدار از تولید ناخالص داخلی سرانه، به تولید ناخالص داخلی سرانه یعنی نسبت $M.S.E= (GDP-ISEW)/GDP$ است. این نسبت هرچقدر کوچک‌تر باشد اقتصاد یک کشور به‌عنوان یک اقتصاد پایدارتر در نظر گرفته می‌شود. رتبه‌بندی کشورهای توسعه‌یافته از بیشترین رفاه به کمترین و همچنین پایدارترین اقتصادها به ناپایدارترین اقتصادها است.

۴-۵- تحلیل علیت و بحث مربوط به آن

بعد از تحلیل هم انباشتگی، قسمت آخر در هر تحلیل داده پانلی، تحلیل علیت گرنجر است چون علاوه بر بررسی وجود یک رابطه بین انرژی و رشد (و پارامترهای دیگر تابع تولید توصیف‌کننده یک اقتصاد)، بررسی جهت رابطه علّی گرنجر نیز ضروری است. این قسمت مهم از تحلیل مشخص می‌سازد که کدام‌یک از چهار فرضیه (که در قسمت ۲ توضیح داده‌شده‌اند) برای هر مورد اعمال می‌گردد و اینکه سیاست‌گذاری را چطور می‌توان مدیریت کرد به‌طوری‌که بتوانیم انرژی را حفظ کنیم بدون اینکه مانع از رشد تولید ناخالص داخلی یا رشد اقتصادی پایدار گردیم.

حذف ارجاع نتایج آزمون علیت گرنجر میان متغیرهای تحقیق در جدول ۸ برای کشورهای منتخب نشان می‌دهد.بر اساس نتایج این جدول، در سطح ۹۵٪ مصرف سرانه انرژی می‌تواند عاملیت رشد اقتصادی پایدار گردد اما در سطح ۹۳٪ سرانه رشد اقتصادی پایدار علت مصرف سرانه انرژی است. (تائید فرضیه بازخورد قسمت ۲ در سطح ۹۳٪). بین تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و تولید ناخالص داخلی سرانه علیتی وجود ندارد. (تائید فرضیه خنثی قسمت ۲). بین سرانه سرمایه ناخالص ثابت و رشد اقتصادی سرانه رابطه علیتی نیست. رابطه علیت بین افزایش سطح آموزش و بهره‌وری در نیروی کار و رشد اقتصادی پایدار برقرار نیست. بین انتشار آلودگی و تولید ناخالص داخلی سرانه به‌طور مستقیم علیتی وجود ندارد. بین اجاره‌بهای سرمایه و تولید ناخالص داخلی سرانه علیتی وجود ندارد. باز بودن تجارت علت رشد اقتصادی سرانه است، همچنین افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه علت رونق تجارت است. تولید انرژی‌های تجدیدپذیر علت مصرف سرانه انرژی است (علیت یک‌طرفه). انتشار آلودگی علت گرانجر مصرف انرژی سرانه است (علیت یک‌طرفه).

بین سرانه مصرف انرژی و شاخص رفاه اقتصادی پایدار رابطه علیت دوطرفه برقرار است فلذا فرضیه بازخورد در قسمت ۲ مورد تائید است. سرانه مصرف انرژی علت شاخص رفاه اقتصادی پایدار است و شاخص رفاه اقتصادی پایدار نیز علت سرانه مصرف انرژی است. تولید انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان بخشی از کل انرژی؛ علت شاخص رفاه اقتصادی پایدار است لذا در اینجا؛ تائید فرضیه رشد در قسمت ۲ را شاهد هستیم. درحالی‌که شاخص رفاه اقتصادی پایدار علت تولید انرژی‌های تجدیدپذیر نیست. سرمایه علت شاخص رفاه اقتصادی پایدار است، همچنین شاخص رفاه اقتصادی پایدار نیز علت سرمایه است. نیروی کار علت شاخص رفاه اقتصادی پایدار است، همچنین شاخص رفاه اقتصادی پایدار علت نیروی کار است. بین سطح کیفیت محیط‌زیست و انتشار آلودگی و شاخص رفاه اقتصادی پایدار رابطه علیت یک‌طرفه وجود دارد، در حالیکه انتشار آلودگی علت شاخص رفاه اقتصادی پایدار است ولی شاخص رفاه اقتصادی پایدار علت انتشار آلودگی نیست. بین اجاره‌بهای سرمایه و شاخص رفاه اقتصادی پایدار علیتی وجود ندارد. بین درجه باز بودن تجارت و شاخص رفاه اقتصادی پایدار علیتی وجود ندارد.تولید انرژی‌های تجدیدپذیر علت گرنجر انتشار آلودگی **است**. تولید انرژی‌های تجدیدپذیر علت گرنجر مصرف انرژی **است**.

۴-۶- الگوی خودرگرسیون برداری با تعیین وقفه و مدل تصحیح خطای برداری[2] :

مطابق با نتایج جدول۹ و شکل ۲، با توجه به تعداد مشاهدات مطالعه و بر اساس معیار شوارتز بیزین، وقفه ۱ به‌عنوان وقفه بهینه در نظر گرفته‌شده است.

در اینجا با توجه به وجود یک وقفه؛ یعنی ΔYt روی $\Delta yt\text{-}1$ برازش شده است. جداول۱۰و۱۳ تعداد بردارهای هم انباشتگی را آزمون می‌کنند. برابر نتایج کشورهای در حال توسعه احتمال وجود حداکثر صفر بردار هم انباشتگی رد می‌شود؛ اما وجود یک بردار رد نمی‌شود. بنابراین یک بردار هم انباشتگی وجود دارد و بهمین شکل دو بردار هم انباشتگی برای کشورهای توسعه یافته است. ولی برای یک مدل هشت متغیره؛ برنامه ایویوز[3] هر هشت بردار را برآورد نموده است. با استفاده از جداول ۱۱ – ۱۲ – ۱۴ – ۱۵ می‌توان معادلات ۹ تا ۱۶ را بازنویسی کرد.

توضیح: مقادیر ثابت a1 از جدول ۱۵ و مقادیر متغیر a_{m*n} بعنوان ضرایب بر اساس وقفه، از جدول ۱۴ جایگذاری می شوند.

1. Sustainable economic growth

2. Vector error correction model(**VECM**)

3. Eviews

با بررسی جداول ۱۰ و ۱۳ مشخص می شود که هفت بردار همگرایی وجود دارد که با بررسی جدول ۱۰ و مقادیر آماره احتمال مشخص می شود بردار همگرایی برای کشورهای در حال توسعه بر اساس الگوی چهارم بدست می آید که دارای بیشترین احتمال و مقادیر مورد پذیرش است و بر اساس جدول ۱۳، بردار همگرایی برای کشورهای توسعه یافته بر اساس الگوی ششم بدست می آید که دارای بیشترین احتمال و مقادیر مورد پذیرش است(نوفرستی، ۱۳۷۸). و این تاکیدی است بر وجود همگرایی و رابطه بلند مدت متغیرها.

۵- نتیجه‌گیری

ایده مقاله حاضر از بحث روشن مربوط به اقتصاد جدید الهام گرفته شد، و این حقیقت که تولید ناخالص داخلی یک شاخص کوتاه‌مدت از درآمد است که نمی‌تواند تمام جوانب اقتصاد، محیط و جامعه را تعدیل کند که ارتباط مستقیمی با رفاه انسان دارند و منجر به تلاش برای باز کردن و تحلیل مجدد بحث سه‌جانبه پیوند انرژی-رشد-رفاه برای کشورهای منتخب گشته است. پیشنهاد این است که سیاست‌گذاری بر مبنای شاخص رفاه اقتصادی پایدار منجر به بینش‌های بیشتری است.

این مقاله یک رتبه‌بندی از کشورهای توسعه‌یافته را که بر مبنای شاخص رفاه اقتصادی پایدار مشخص شد؛ ارائه می‌دهد. یافته‌های ما بر اساس تولید ناخالص داخلی و شاخص رفاه اقتصادی پایدار محاسبه‌شده نشان می‌دهد صرفا" از منظر شاخص رفاه پایدار؛ کره بیشترین رفاه و بریتانیا کمترین شاخص رفاه و از منظر پایداری کلی اقتصاد؛ کره جنوبی پایدارترین اقتصاد و بریتانیای متحد ناپایدارترین اقتصاد است. رتبه ایالات‌متحده هیجده بود.

رتبه‌بندی کشورهای درحال‌توسعه بیشترین رشد اقتصادی مربوط به امارات و کمترین رشد در کلمبیا است و همچنین پایدارترین رشد اقتصاد مربوط به امارات و ناپایدارترین رشد اقتصاد مربوط به نیجریه است. ایران علیرغم داشتن تولید ناخالص داخلی بالا؛ اما از منظر رشد پایدار؛ هشتمین اقتصاد پایدار را در این گروه از کشورها دارد.

مقاله ما شاخص رفاه اقتصادی پایدار و تولید ناخالص داخلی را برای کشورهای منتخب به دست آورده و سپس، از آن‌ها در تحلیل انرژی-رشد اقتصادی پایدار و رفاه اقتصادی پایدار؛ استفاده می‌نماید. درعین‌حال تحلیل معمول برقرار با تولید ناخالص داخلی به دلایل مقایسه، انجام شد. مقاله ما از تمام گام‌های معمول در تحلیل داده‌های پانلی پیروی کرده است، یعنی اینکه ما ابتدا با آزمون ایستایی متغیرها؛ از یک تحلیل هم انباشتگی (آماره‌های دیکی فولر برای آزمون) و سپس یک تحلیل علیت گرنجر استفاده کرده‌ایم.

الف- در کشورهای درحال‌توسعه با توجه به معنادار بودن ضریب تولید انرژی تجدیدپذیر نسبت به متغیر وابسته سرانه شاخص رفاه اقتصادی پایدار می‌توان گفت که افزایش قدرالسهم این دسته از انرژی‌ها در کل سبد سرانه انرژی‌های مصرفی درنهایت باعث افزایش رشد اقتصادی پایدار این کشورها است؛ اما در حال حاضر عدم وجود علیت گرنجر بین انرژی تجدیدپذیر و تولید ناخالص داخلی به دلیل عدم پیشرفت تکنولوژی در این کشورها؛ ما را بر این داشت که از شواهد موجود برای فرضیه بی‌طرفی پشتیبانی کنیم. ب- سرمایه‌گذاری در تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و جایگزینی آن باانرژی فسیلی بدون شک افزایش سطح کیفیت محیط‌زیست که کاهش شدید انتشار آلودگی است را به دنبال داشته و جایگاه کشور دنباله‌رو این منطق را در توسعه پایدار و حرکت به سمت معیارهای جهانی افزایش خواهد داد. ج- در کشورهای توسعه‌یافته با توجه به معنادار بودن ضریب تولید انرژی تجدیدپذیر نسبت به متغیر وابسته سرانه شاخص رفاه اقتصادی پایدار و نتایج برگرفته از آزمون‌های تجزیه واریانس و انگل گرانجر می‌توان گفت که؛ افزایش قدرالسهم این دسته از انرژی‌های پاک در کل سبد سرانه انرژی‌های مصرفی درنهایت بر ارتقای شاخص رفاه اقتصادی پایدار تأثیر مثبت و معنادار دارد. د- هرگونه سرمایه‌گذاری مستمر در افزایش سطح کیفیت محیط‌زیست که کاهش شدید انتشار آلودگی را به دنبال داشته باشد (اعم از مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و جایگزینی آن باانرژی فسیلی؛ عدم استفاده از بنزین بی‌کیفیت و نوسازی صنعت حمل‌ونقل و نیروگاهی کشور با حذف نوع بخار و گازی آن با نیروگاه‌های بادی و خورشیدی و ....)، بدون شک ارتقای رتبه و جایگاه کشورهای دنباله‌رو این منطق را در رفاه و توسعه پایدار و کیفیت زندگی جامعه امروز و نسل آینده بر اساس معیارهای جهانی در پی خواهد داشت.

بطور کلی اصول تحلیل ها عبارتند از:

انرژی تجدیدپذیر در کشورهای توسعه‌یافته دارای تأثیر مثبت و سهم در انرژی کل و شاخص رفاه اقتصادی پایدار است؛ از طرفی در کشورهای توسعه‌یافته؛ انرژی تجدیدپذیر به‌طور یک‌طرفه در سطح کیفیت محیط‌زیست مؤثر است. در کشورهای درحال‌توسعه افزایش سرانه مصرف انرژی به‌جز تجدیدپذیر (فسیلی)؛ بر رشد اقتصادی پایدار مؤثر و رابطه دوطرفه بین مصرف انرژی و انتشار آلودگی وجود دارد.

الف- در کشورهای در حال توسعه و در بلندمدت با شرایط فعلیِ تولیدِ انرژی تجدیدپذیر، نقش و تاثیر مثبت و معنادار برای این انرژی در دستیابی به شاخص رشد اقتصادی پایدار قائل نیستیم. ب- هرگونه سرمایه‌گذاری در کاهش آلودگی اگر در راستای بهبود تکنولوژی و افزایش امکان پذیری تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و جایگزینی آن با انرژی فسیلی و مضافا" توجه به ابعاد اجتماعی و زیست محیطی علاوه بر بُعد اقتصادی، جایگاه کشورهای دنباله‌رو این منطق را در حرکت به سمت صنعتی شدن و بهبود تکنولوژی در معیارهای جهانی و رشد شاخص توسعه انسانی و پایدار اقتصادی افزایش خواهد داد. ج- یافته‌های ما بر مبنای دسترس‌پذیری داده‌های رشد پایدار اقتصادی، نشان می‌دهد که؛ امارات دارای بهترین اقتصاد پایدار و آنگولا دارای پایین ترین رتبه پایداری اقتصاد است.

در کشورهای توسعه‌یافته: الف- مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر بر شاخص رفاه اقتصاد پایدار تاثیر مثبت و معنادار دارد. ب- با دستیابی به رفاه اقتصادی پایدار، هرگونه اقدام و سرمایه‌گذاری در بهبود سطح کیفیت محیط‌زیست کاهش شدید انتشار آلودگی را به دنبال داشته و باعث افزایش میزان رفاه پایدار بوده که نتیجه آن دستیابی به اقتصاد پایدارتر است.از سویی دیگر کشور با هوای پاک مردم مرّفه شاد خواهد داشت که آیندگان نیز از کیفیت زندگی بالاتر جامعه بر اساس معیارهای جهانی بهره مند خواهند شد. افق ایده آل جامعه جهانی زمانی است که RES = E است. ج- یافته‌های ما بر مبنای دسترس‌پذیری داده‌های رفاه پایدار اقتصادی و بر اساس ISEW محاسبه شده‌ی این دسته از کشورها نشان می‌دهد که؛ کره جنوبی دارای بهترین اقتصاد پایدار و ایتالیا دارای پایین ترین رتبه پایداری اقتصاد است.

۵-۱- محدودیت‌های تحقیق

هر تحقیقی در ابتدای امر یعنی انتخاب موضوع تا مراحل اجرا، تجزیه‌وتحلیل و نتیجه‌گیری دارای محدودیت‌هایی است. بیان محدودیت‌ها در پژوهش به محققانی که قصد تحقیق در زمینه‌های مختلف رادارند، کمک می‌کند تا با

دیدی باز و آگاهی از موانع، کمبودها و محدودیت‌های تحقیق به امر پژوهش در زمینه‌های مشابه بپردازند. این تحقیق نیز دارای موانع و محدودیت‌هایی است که مهم‌ترین آن‌ها نبود اطلاعات کامل در رابطه با متغیرهای مطالعه برای همه کشورها. چراکه یکی از معیارهای انتخاب متغیرها و کشورها، وجود اطلاعات کامل آن‌ها است. در این مطالعه نیز بر مبنای دسترس‌پذیری داده‌ها و همچنین از بین کشورهای مختلف، به دلیل کامل بودن اطلاعات؛ کشورهای بررسی‌شده انتخاب شدند.

۵-۲- پیشنهادها

ازآنجاکه استفاده از یک فنّاوری نیازمند دانستن نقاط قوت و ضعف استفاده از آن است در ابتدای مطلب به بیان مزایا و معایب استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر می‌پردازیم:

مزایا: الف- عدم وجود نگرانی اتمام این انرژی‌ها در سال‌های آینده. ب- عدم تولید آلودگی و افزایش سطح کیفیت محیط‌زیست. پ- نبود قطعات زیاد فلذا تعمیر و نگهداری کمتر و کاهش هزینه‌های عملیاتی. ث- ایجاد اشتغال با بهره‌وری بالا. ج- افزایش سلامت جامعه د- انعطاف‌پذیری استفاده سریع در شرایط اضطرار چ- دسترسی آسان و ارزان به انرژی در مناطق خاص جغرافیایی (روستاها و جزایر) خ- کاهش هزینه‌های تمام‌شده برق ح- استقلال و امنیت تأمین انرژی.

معایب: الف- هزینه اولیه بالا (در بسیاری از کشورها هنوز هزینه برق تجدیدپذیر از قیمت برق شبکه بیشتر است). ب- عدم استمرار و متناوب بودن این انرژی‌ها در تمام زمان‌ها (انرژی خورشیدی در شب نمی‌درخشد و یا عدم وزش مستمر باد). ج- کاهش اطمینان و اعتماد به دلیل وجود محدودیت‌های جغرافیایی در کشورهای مختلف برای تأمین انرژی تجدیدپذیر توسط بخش خصوصی. (وجود ساختمان‌های بلند که جذب خورشید را برای دیگر ساختمان‌ها دشوار و یا عدم آسمان پاک و یا بارندگی کافی ذخیره آب سدهای آبی). خ- نیاز به کاهش مصرف به دلیل پایین بودن راندمان تبدیل انرژی‌های تجدیدپذیر نسبت به فسیلی. چ- برخی از فنّاوری‌های تجدیدپذیر مانند انرژی باد آلودگی صوتی برای ساکنان مناطق اطراف خود ایجاد می‌کنند.

۵-۲-۱- پیشنهادهای کاربردی

۱- با توجه بهره‌مندی کشور ایران از اقلیم مناسب در نقاط مختلف و وجود پتانسیل لازم برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر (باد؛ خورشیدی) می‌توان با اقدام‌هایی نظیر شناخت قابلیت‌های کشور، به‌کارگیری توان اجرایی کشور در بخش‌های مختلف اقتصادی– اجتماعی، شناسایی فرصت‌های سرمایه‌گذاری و معرفی این پروژه‌ها به سازمان سرمایه‌گذاری و فراهم کردن شرایط لازم به‌منظور افزایش دامنه شمول سرمایه‌گذاری خارجی در بخش‌های مختلف اقتصادی و مهم‌تر تأمین انرژی پاک پایدار (از طریق خصوصی‌سازی، شفافیت قیمت‌ها، آزادی عمل بانک‌ها در پرداخت تسهیلات، مشوق‌های مالی و به‌طورکلی زمینه‌سازی برای افزایش نقش بازار در بخش‌های مختلف اقتصادی) می‌توان زمینه تحقق بیشتر مؤلفه‌های شاخص‌های رفاه اقتصادی پایدار ایران را فراهم کرد.۲- یک کشور صادرکننده انرژی با تولید ناخالص داخلی بالا، ممکن است با استفاده از سیستم‌های قدیمی نیروگاهی و انرژی‌های فسیلی در چرخه تولید خود آلاینده بیشتری را منتشر کند و افراد جامعه دارای کیفیت پایین زندگی باشند اگرچه مصرف انرژی‌های تجدید ناپذیر بهبود رشد اقتصادی کشورها کمک می‌نماید، اما با افزایش مصرف این نوع انرژی‌ها، مواد آلاینده ازجمله گازهای گلخانه‌ای وارد محیط‌زیست می‌شوند که اثرات زیان باری به همراه دارد؛ چنانکه در کلان‌شهرهای ایران مرگ‌ومیر ناشی از آلودگی بشدت افزایش‌یافته است. از سویِ دیگر، امکان‌سنجی تولید انواع انرژی‌های تجدید پذیر در مناطق مختلف کشور احداث نیروگاه‌های بزرگ خورشیدی در دشت کویر و دشت لوت و نقاط بیابانی کشور برای جایگزینی تولید برق بجای نیروگاه‌های بخار و گاز؛ می‌توان کشوری دارای محیط‌زیست پاکیزه‌تر بود و مردم شادتری داشت و درزمینه ی زیست‌محیطی موفق بود. ۳- با توجه به مصرف زیاد و فزاینده سوخت‌های فسیلی همچون زغال‌سنگ، نفت، گاز و مانند آن‌ها در طی دویست سال گذشته و محدود بودن منابع این نوع سوخت‌ها، باید پایان‌پذیری منابع سوخت‌های فسیلی و محدودیت‌های آن‌ها در تأمین انرژی و نیز آسیب‌های محیط‌زیستی آن‌ها نیز در نظر گرفته شود، بنابراین مقامات و سیاست‌گذاران به‌خصوص در کشورهای توسعه‌یافته (که منابع کافی برای آماده‌سازی زیرساخت‌ها جهت استفاده از انرژی‌های پاک رادارند)، برنامه‌ریزی دقیقی در جهت استفاده از انرژی‌های تجدید ناپذیر نمایند تا ضمن استفاده بهینه از این انرژی‌ها و حفظ آن‌ها برای نسل‌های آتی، زمینه برای بهبود و تسریع بیشتر رشد اقتصادی و رفاه پایدار کشور نیز فراهم گردد.۴- سرمایه‌گذاری بخش دولتی و خصوصی در پروژه‌های مربوط به حوزه تولید برق از انرژی‌های تجدید پذیر، بجای نیروگاه‌های برق‌آبی با توجه به بروز خشک‌سالی حال و آینده در اکثر کشورها. ۵- استفاده از تجارب دیگر کشورها درزمینه ی تولید انرژی‌های تجدید پذیر و افزایش سرمایه‌گذاری در بخش تحقیقات و فناوری‌های نوین با بومی نمودن فنّاوری تجهیزات تولید انرژی پاک و مهم‌تر اینکه خدمات نگهداری و سرویس به‌موقع آن‌ها. ۶- فراهم کردن بستر فرهنگی در جامعه جهت آشنایی هر چه بیشتر عامه مردم با مزایای مصرف انواع انرژی‌های تجدید پذیر و صرفه‌جویی در مصرف انرژی فسیلی. ۷- تدوین و اجرای سیاست‌های مناسب اقتصادی برای بالا بردن کارایی انرژی و بهینه‌سازی مصرف انرژی از طریق به‌کارگیری فزاینده انرژی‌های تجدیدپذیر و افزایش سرمایه‌گذاری در این حوزه.

۵-۲-۲- پیشنهادهای آتی

الف- افزایش بازه زمانی و بروز نمودن دوره بررسی در صورت انتشار و ارایه اطلاعات جدید بانک جهانی، همچنین با دسترس پذیری اطلاعات کشورهای بیشتر و گروه‌بندی کردن کشورها با توجه به شاخص‌های اقتصادی.

ب- در صورت دسترسی به داده‌های بیشتر؛ تعریف پارامترهای بیشتر مؤثر در شاخص رفاه اقتصادی پایدار جامعه‌ی بشری.

ج- استفاده از روش‌های بهینه‌سازی در رابطه با مصرف سوخت‌های فسیلی و سناریو بندی مصرف انرژی‌های تجدید پذیر در شرایط مختلف اقتصادی.

د- استفاده از روش‌های شبکه مصنوعی جهت پیش‌بینی مصرف انواع انرژی‌ها در ایران.

چ- تخمین میزان موردنیاز تولید انرژی تجدیدپذیر و کاهش آلودگی با تعیین میزان شاخص رفاه اقتصادی پایدار.

۶- مراجع

[1] F. Karanfil, Y. Li, Electricity consumption and economic growth-exploring panel-specific differences, *Energy Policy*, Vol. 82, No. 1, pp. 264-277, 2015.
[2] T. Chang, R. Gupta, et al., Renewable energy and growth-evidence from heterogeneous panel of G7 countries using Granger causality, Renew, Sustain, *Energy Reviews*, Vol. 52, pp. 1405-1412, 2015.
[3] J.W. Saunoris, B.J. Sheridan, The dynamics of sectoral electricity demand for a panel of US states-new evidence on the consumption-growth nexus, *Energy Policy*, Vol. 61, pp. 327-336, 2013.
[4] P.A. Lawn, A theoretical foundation to support the index of sustainable economic welfare (ISEW)-genuine progress indicator (GPI) and other related indexes, *Ecological Economy*, Vol. 44, No. 1, pp. 105-118, 2003.
[5] B.N. Huang, M.J. Hwang, et al., Causal relationship between energy consumption and GDP growth revisited-A Dynamic Panel Data Approach, *Ecological Economy*, Vol. 67, pp. 41-54, 2008.
[6] N. Apergis, J. Payne, The renewable energy consumption-growth nexus in Central America, *Appl. Energy*, Vol. 88, pp. 343-347, 2011.
[7] N. Apergis, J.E. Payne, Renewable and non-renewable energy consumption-growth nexus-evidence from a panel error correction model? *Energy Economy*, Vol. 34, No. 3, pp. 733-738, 2012.
[8] R. Sari, B.T. Ewing, et al., The relationship between disaggregate energy consumption and industrial production in the United States-an ARDL approach, *Energy Economy*, Vol. 30, pp. 2302–2313, 2008.
[9] I. Ozturk, A. Aslan, et al., Energy consumption and economic growth relationship-evidence from panel data for low and middle income countries, *Energy Policy*, Vol. 38, No. 8, pp. 4422–4428, 2010.
[10] M.H. Fetros, A. Aghazadeh, S. Gabriel, Investigating the Impact of Renewable and Non-Renewable Energy Consumption on the Economic Growth of Selected Developing Countries (Including Iran),1980-2009. *Energy Economics Studies*, Vol. 9, No. 32, pp. 51-72, 1391. (in Persian)
[11] A. Aminifard, M. Shirazi Daneshmand, The Impact of Renewable (Clean) Energy Consumption on Economic Welfare in Iran, *First National Conference on New and Clean Energy*, Hamedan, http://civilica.com/doc/210020. 1392. (in Persian)
[12] F. Ilkhani, *The Effect of Renewable and Non-renewable Energy Consumption on the Economic Welfare of Selected Countries*, Master Thesis, Ferdowsi University of Mashhad, 1395. (in Persian)
[13] Shokrian Buali, Farhad. *The Impact of Energy Consumption on Sustainable Economic Welfare*, M.Sc. Thesis, University of Kurdistan, 1398. (in Persian)
[14] ˜ B.E. Castaneda, An index of sustainable economic welfare (ISEW) for Chile. *Ecological Economy*, Vol. 28, No. 2, pp. 231-244, 1999.
[15] F.M. Pulselli, F. Ciampalini, et al., The index of sustainable economic welfare (ISEW) for a local authority-a case study in Italy, *Ecological Economy*, Vol. 60, No. 1, pp. 271-281, 2006.
[16] A.P. Bec, R. Santos, Measuring sustainable welfare-a new approach to the ISEW. *Ecological Economy*, Vol. 69, No. 4, pp. 810–819, 2010.
[17] A.N. Menegaki, K.P. Tsagarakis, More indebted than we know? Informing fiscal policy with an index of sustainable welfare for Greece, *Ecological Indicators*, Vol. 57, pp.163-159, 2015.
[18] A.N. Menegaki, C.T. Tugcu, Rethinking the energy-growth nexus-proposing an index of sustainable economic welfare for Sub-Saharan Africa, *Energy Research, Social, Scientific*, Vol. 17, pp. 147-159, 2016.
[19] A.N. Menegaki, C.T. Tugcu, Energy consumption and Sustainable Economic Welfare in G7 countries-A comparison with the conventional nexus, *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, Vol. 69, pp. 892-901, 2017.
[20] A.N. Menegaki, A.K. Tiwari, The index of sustainable economic welfare in the energy-growth nexus for American countries, *Ecological Indicators*, Vol. 72, pp. 494-509, 2017.
[21] WDI. *World Development Indicator*, *The World Bank Group*, Online Available at: http://data.worldbank.org/data-catalog.
[22] N. Morteza, et al., Sustainable Economic Welfare Index (ISEW) Real Progress Index (GPI) and other related indicators, *the First Electronic Conference on new Findings in the Environment and Agricultural Ecosystems*, *Electronically*, New Energy and Environment Research Institute, University of Tehran,1393. (in Persian).
[23] K.S. Im, M.H. Pesaran, et al., Testing for unit roots in heterogeneous panels. *Economy Journal*, Vol. 115, No. 1, pp. 53-74, 2003.
[24] A. Levin, C.F. Lin, et al., Unit root tests in panel data-asymptotic and finite-sample properties, *Economy Journal*, Vol. 108, No. 1, pp. 1-24, 2002.
[25] J. Breitung, B.H. Baltagi, et al., The local power of some unit root tests for panel data, In Nonstationary Panels, Panel Cointegration, and Dynamic Panels, *Advances in Econometrics*, Vol. 15, pp. 161-178, 2000.
[26] P. Pedroni, Critical values for cointegration tests in heterogeneous panels with multiple regressors. *Oxford, Economic Statistics*, Vol. 61, pp. 653-670, 2001.
[27] D.A. Dickey, D. Fuller, Distribution of the estimators for autoregressive time series with a unit root, *Ecological Indicators*, Vol. 74, pp. 427-431, 1979.

۷- پیوست ها

جدول ۱ مؤلفه‌های ISEW، علامت‌ها، روش‌های محاسبه، و منابع داده‌ای برای کشورهای توسعه‌یافته

مؤلفه	علامت	روش محاسبه	منبع/محل دسترسی
۱. درصد وزنی (Cw)	+	ما مصرف شخصی و هزینه‌های کالاهای بادوام (PC) را در ضریب جینی (G) و شاخص فقر(P) همچون: [PC(1-G)(1-P)] ضرب کردیم.	http://data.worldbank.org/ :PC indicato/NE.CON.PRVT.CDT.CD ضریب جینی: http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.GINI شاخص فقر (نسبت سرشماری): http://data.worldbank.org/indicator/SI.POV.2DAY
۲. مخارج عمومی الف- هزینه‌های تحصیل (Geh)	+ +	هزینه‌های عمومی مربوط به تحصیل(هزینه‌های عملیاتی جاری مربوط به تحصیل، ازجمله دستمزدها و حقوق به‌جز سرمایه‌گذاری‌های ثابت بر روی ساختمان‌ها و تجهیزات). با فرض اینکه نصف این هزینه‌ها به‌صورت غیرضروری هستند، ما این مقدار را در ۵۰ درصد ضرب می‌کنیم.	http://worldbank.org/indicator/NY.ADJ.AEDU.CD
۳. مخارج عمومی ب- هزینه‌های بهداشت (Geh)	+	هزینه‌های بهداشت عمومی نیز به همان دلیل بالا در ۵۰ درصد ضرب می‌شود.	http://data.worldbank.org/indicator/SH.XPD.PUBI
۴. رشد سرمایه خالص (Kn)	- -	ما از داده‌های مربوط به تراکم سرمایه ثابت (FCA) استفاده کرده‌ایم. ما مصرف سرمایه ثابت (CFC) را از این مقدار کم کرده تا سرمایه خالص را پیدا کنیم و سپس نرخ رشد آن‌ها محاسبه می‌نماییم.	http://data.worldbank.org/ :FCA indicator/NE.GDI.TOTL.CD http://data.worldbank.org/ :CFC indicator/NY.ADJ.DKAP.CD
۵. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی الف- استهلاک مواد معدنی (N)	- -	استهلاک مواد معدنی به نسبت مقدار موجودی منابع مواد معدنی به طول عمر ذخایر باقیمانده است (که حداکثر ۲۵ سال است). این منابع شامل قلع، طلا، سرب، روی، آهن، مس، نیکل، نقره، بوکسیت، و فسفات هستند.	http://data.worldbank.org/indicator/NY.ADJ.DMIN.CD
۶. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی ب- کاهش انرژی (N)	-	کاهش انرژی به نسبت مقدار موجودی منابع انرژی به طول عمر ذخایر باقیمانده (که حداکثر ۲۵ سال است) گفته می‌شود. این منابع شامل زغال‌سنگ، نفت خام، و گاز طبیعی هستند.	http://data.worldbank.org/indicator/NY.ADJ.DNGY.CD
۷. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی ج- استهلاک جنگل (N)		استهلاک خالص جنگل به‌صورت محصول واحد اجاره‌های منابع و مقدار مازاد برداشت چوب گرد نسبت به رشد طبیعی آن است.	http://data.worldbank.org/indicator/NY.ADJ.DNGY.CD
۸. کاهش طبیعی سطح زیست‌محیطی د- خسارت ناشی از انتشارات CO2 (تغییرات جوی-خسارات محیطی بلندمدت) (N)		برآورد می‌شود که این خسارات برابر با ۲۰ دلار به ازای هر تن کربن (واحد خسارت برحسب دلار آمریکا در سال ۱۹۹۵) ضرب‌در تعداد تن‌های کربن انتشاریافته باشد. برآوردهای بانک جهانی بر مبنای «تغییرات جوی مقداردهی: اقتصاد گلخانه» ساموئل فانخوسر (۱۹۹۵) باشد.	http://data.worldbank.org/indicator/DCO2.CD

توضیحات: این نوع محاسبه ISEW توسط منگاکی و تساگاراکیس (۲۰۱۵) و منگاکی و توگسو (۲۰۱۶) اعمال‌شده است. علامت‌گذاری‌های استفاده‌شده در تعریف مؤلفه‌های این جدول، بر اساس علامت‌گذاری‌های معادله (۲) بخش ۳-۱- است. بسته به موجود بودن داده‌ها، برخی از مؤلفه‌های معادله (۱) در محاسبه ISEW شامل

نگشته‌اند و بنابراین در این جدول نیز نیامده‌اند.

منبع: تحقیق

جدول ۲ آزمون‌های ریشه واحد(کشورهای درحال‌توسعه)

متغیر	مقدار آماره آزمون	سطح معنی‌داری	درجه انباشتگی
lnGDP_ p	-۴/۵۰۴	۰/۰۰۶	I(0)
lnE_p	-۱۲/۱	۰/۰۱	I(1)
lnRES	-۲/۵	۰/۰۱۱	I(0)
lnK_p	-۱۵/۶	۰/۰۳۳	I(1)
lnL	-۲/۹۱۲	۰/۰۰۱	I(1)
lnT	-۳/۶۴۹	۰/۰۰۹	I(0)
lnCO2_p	-۲۹/۳	۰/۰۰۹	I(1)
lnR	-۸/۰۲	۰/۰۰۰	I(0)

منبع: محاسبات تحقیق

کشورهای توسعه‌یافته

متغیر	مقدار آماره آزمون	سطح معنی‌داری	درجه انباشتگی
LnISEW_P	-۳/۱۵۴	۰/۰۰۰۸	I(0)
LnE_P	-۲۱/۲	۰/۰۰۰	I(1)
lnRES	-۷/۹	۰/۰۰۹	I(1)
LnK_P	-۱۱/۷۷	۰/۰۲	I(0)
lnL	-۱۳/۹۹۵	۰/۰۰۷	I(1)
lnT	-۹/۲۴۴	۰/۰۰۰	I(0)
lnCO2_P	-۲۵/۱	۰/۰۱	I(1)
lnR	-۷/۷۴	۰/۰۰۰	I(0)

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۳ آزمون‌های هم انباشتگی کائو(کشورهای درحال‌توسعه)

روش	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری
ADF	-۴/۹۲	۰/۰۰۰۰

کشورهای توسعه‌یافته

روش	مقدار آماره t	سطح معنی‌داری
ADF	-۹/۳۱۱	۰/۰۰۲

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۴ برآورد مدل تحقیق (کشورهای درحال‌توسعه)

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	سطح معناداری
lnE_p	۰/۹۸۳	۰/۰۳۳	۲۹/۷۸	۰/۰۰۰
lnRES	-۰/۰۵۷	۰/۰۲۲	۲/۶۳	۰/۰۴۹
lnK_p	-۰/۰۵	۰/۰۷	-۰/۷۱۴	۰/۸۱
lnL	-۰/۰۴۴	۰/۰۹۷	-۰/۴۵۳	۰/۷۲
lnCO2_p	۰/۹۲۱	۰/۱۵۱	۶/۱	۰/۰۰۱
lnR	-۰/۰۲۱	۰/۰۳	-۰/۷	۰/۴
lnT	-۰/۴۳۲	۰/۰۸۵	۵/۰۸۲	۰/۰۰۱۲
عرض از مبدأ	۳/۲۳	۰/۵۶	۵/۷۶	۰/۰۰۰
ضریب تعیین= ۰/۸۱		آماره F= ۲۴۸/۱۳		ضریب تعیین تعدیل‌شده= ۰/۸

منبع: محاسبات تحقیق

برآورد مدل تحقیق (کشورهای توسعه‌یافته)

متغیر	ضریب	انحراف استاندارد	آماره t	سطح معناداری
LnE_P	۰/۷۴	۰/۱۱۸	۶/۲۳	۰/۰۰۰
lnRES	۰/۳۷	۰/۰۴۵	۸/۱۸	۰/۰۰۰
LnK_P	-۰/۶۴۱	۰/۶۰۸	-۱/۰۵۳	۰/۲۹۷
lnL	-۰/۳۳۲	۰/۰۴	-۸/۳	۰/۰۰۰
lnCO2_P	۳/۲	۰/۱۵۹	۲۰/۱۲	۰/۰۰۰
lnR	-۰/۵۴۲	۰/۰۶۷	-۸/۱	۰/۰۰۰
lnT	۰/۴۱	۰/۰۷۹	۵/۲	۰/۰۰۰
عرض از مبدأ	۵/۱	۲/۶۸	۱/۹	۰/۰۶۵
ضریب تعیین= ۰/۷۷۴		آماره F= ۱۶۲/۰۱		ضریب تعیین تعدیل‌شده= ۰/۷۷۰

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۵ تأثیرات برآورد شده ثابت کشورها.

کشور	ضریب مدل سرانه ISEW	رتبه‌بندی	مقدار p	کشور	ضریب مدل سرانه GDP	رتبه‌بندی	مقدار p
استرالیا	۱۵۵۰	۸	*۰/۰۰۰۳	الجزایر	۴۷۷	حذف	۰.۶
اتریش	۵۴۴	۱۱	*۰/۰۰۰۶	آنگولا	۵۴۲۰	حذف	۰.۴۵
بلژیک	۱۶۷۸	۷	*۰/۰۸	آذربایجان	۱۹۹۱۲	۶	۰/۰۰۰۰
کانادا	۲۰۳۱	حذف	۰/۲۵	بحرین	۹۹۳۰	۷	۰/۰۲۱
دانمارک	۱۷۲۱	۵	**۰/۰۸۵	اکوادور	۳۸۵۰	۱۱	۰/۰۰۰۰
فنلاند	۱۱۰۱	۹	*۰/۰۰۰۵	مصر	۱۳۷۱	۱۴	۰/۰۰۰۸
فرانسه	۶۳۸۱	۳	*۰/۰۰۰	اندونزی	۶۱۰	حذف	۰/۳۴۲
آلمان	۳۸۰۵	حذف	۰/۲۶	ایران	۱۴۷۱	۱۳	۰/۰۱۱
ایسلند	۳۶۵	۱۲	*۰/۰۰۰۰	عراق	۵۹۶۰	۱۰	۰/۰۰۰۱
ایرلند	۳۲۹	۱۳	*۰/۰۰۰۴	قزاقستان	۵۵۱۳	حذف	۰/۳۴
ایتالیا	۶۹۴	حذف	۰/۷۱	کویت	۱۷۷۹۹	حذف	۰/۴۹
ژاپن	۶۰۰۷۲	حذف	۰/۷۳	کلمبیا	۵۹۶۶	حذف	۰/۷۲
کره	۱۱۴۳۷۹	۱	*۰/۰۳۲	مکزیک	۵۹۹۲	۹	۰/۰۰۰۵
هلند	۱۷۱۰	۶	*۰/۰۰۰۰	مراکش	۲۰۶۸	۱۲	۰/۰۰۰۰
نیوزیلند	۳۱۰	۱۴	*۰/۰۰۰۱	نیجریه	۶۳۱۳	۸	۰/۰۰۰۷
نروژ	۹۶۱	حذف	۰/۲۶	عمان	۲۰۷۲۱	۵	۰/۰۰۰۰
سوئد	۴۶۱۷	۴	*۰/۰۰۰۳	قطر	۶۱۱۵۸	۲	۰/۰۰۰۰
سوئیس	۷۹۸	۱۰	*۰/۰۴۲	عربستان	۲۳۴۲۹	۳	۰/۰۰۰۱
بریتانیای متحد	۵۹۶۴	حذف	۰/۱۷۱	امارات	۶۳۸۶۲	۱	۰/۰۰۰۰
آمریکا	۲۰۲۰۳	۲	**۰/۱۱	ونزوئلا	۲۳۴۲۹	۴	۰/۰۰۰۱

توضیحات: یک ستاره نشان‌دهنده معناداری در سطح ۵ درصد و دو ستاره نشان‌دهنده معناداری در سطح ۱۰ درصدی است.

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۶ رتبه‌بندی کشورهای درحال‌توسعه بر مبنای رشد اقتصادی پایدار و GDP محاسبه‌شده

ردیف	رتبه کشور	M.S.E.G محاسبه‌شده	رتبه کشور	GDP_p (seg) حساب‌شده
۱	امارات	۰/۱۳۶۱	امارات	۱۴۱۳۳۸۷
۲	قطر	۰/۳۴۹۴	قطر	۱۳۶۸۱۱
۳	عربستان	۰/۴۸۸۳	کویت	۴۳۳۸۴۸/۵
۴	بحرین	۰/۵۹۷۴	عربستان سعودی	۳۱۳۱۳۴/۰
۵	عمان	۰/۶۴۳۱	بحرین	۲۸۲۴۶۳/۹
۶	کویت	۰/۶۴۹۹	عمان	۲۱۴۳۷۴/۱
۷	قزاقستان	۰/۶۷۵۴	مکزیک	۱۰۰۱۵۲/۹
۸	ایران	۰/۶۸۸۴	قزاقستان	۸۰۹۵۳/۴
۹	مکزیک	۰/۶۸۹۳	ایران	۶۰۸۰۰/۳
۱۰	ونزوئلا	۰/۶۹۲۷	اکوادور	۴۶۰۸۲/۹
۱۱	آذربایجان	۰/۶۹۷۱	الجزایر	۴۳۲۸۷/۲
۱۲	الجزایر	۰/۶۹۷۵	عراق	۳۹۶۱۱/۶
۱۳	اکوادور	۰/۷۰۲۵	ونزوئلا	۳۹۰۳۱/۲
۱۴	کلمبیا	۰/۷۰۹۷	آذربایجان	۳۸۵۷۷/۱
۱۵	مصر	۰/۷۱۱۶	اندونزی	۲۷۲۱۴/۹
۱۶	اندونزی	۰/۷۲۴۴	آنگولا	۲۶۳۷۰/۷
۱۷	عراق	۰/۷۲۷۷	مصر	۲۴۰۸۷/۹
۱۸	نیجریه	۰/۷۲۹۵	کلمبیا	۲۲۵۵۱/۸
۱۹	مراکش	۰/۷۵۰۴	نیجریه	۱۶۲۷۵/۷
۲۰	آنگولا	۰/۷۶۷۴	مراکش	۱۲۱۴۱/۳

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۷ رتبه‌بندی کشورهای توسعه‌یافته بر مبنای پایداری اقتصاد و شاخص رفاه اقتصادی پایدار

ردیف	رتبه کشور	M.S.E محاسبه‌شده	رتبه کشور	ISEW_p محاسبه‌شده
۱	کره	۱۵/۳۵۳۹	کره	۲۹۸۳۴۲۴/۰۷
۲	ژاپن	۱۶/۰۶۱	ژاپن	۱۵۶۲۹۸۳/۱
۳	ایسلند	۱۶/۶۳	ایسلند	۱۴۰۰۷۱۵/۶
۴	سوئد	۱۸/۰۴	نروژ	۱۰۰۹۵۳۲/۶
۵	نروژ	۱۸/۸	سوئیس	۶۹۷۵۷۸/۶
۶	دانمارک	۱۸/۹۵	دانمارک	۶۷۴۵۲۲/۵
۷	اتریش	۱۹/۵۵۵	سوئد	۶۱۵۲۶۱/۴۸
۸	فرانسه	۱۹/۹۹	استرالیا	۵۰۳۶۴۶/۲
۹	فنلاند	۲۰/۰۴	اتریش	۴۹۰۶۷۲/۲
۱۰	بلژیک	۲۰/۱۸	ایرلند	۴۷۶۳۷۷
۱۱	کانادا	۲۰/۳۲	هلند	۴۵۹۹۵۸/۷
۱۲	استرالیا	۲۰/۳۹	کانادا	۴۵۷۱۴۰
۱۳	نیوزیلند	۲۰/۵۲	فنلاند	۴۵۴۷۶۱/۹
۱۴	آلمان	۲۰/۶۳	امریکا	۴۴۷۸۸۲/۵
۱۵	ایرلند	۲۰/۹۸	بلژیک	۴۴۲۵۸۱/۷
۱۶	سوئیس	۲۱/۰۲	فرانسه	۴۲۴۶۲۳/۵
۱۷	هلند	۲۱/۱۶	آلمان	۴۰۹۳۴۱/۹
۱۸	امریکا	۲۱/۲۴	نیوزیلند	۳۳۲۹۱۷/۵
۱۹	بریتانیا	۲۱/۷۹	بریتانیا	۳۲۲۲۲۸/۹
۲۰	ایتالیا	۲۲/۳۰	ایتالیا	۳۲۱۶۶۱/۱۳

منبع: محاسبات تحقیق

جداول ۸ الف- نتایج آزمون علیت گرنجر (کشورهای درحال‌توسعه)

ردیف	فرضیه صفر	آماره F	سطح معناداری
۱	LnE_P علت گرنجر ln GDP _P است	۴/۷۱	۰/۰۴
۲	ln GDP _P علت گرنجر lnE_P نیست	۳/۴۱	۰/۰۷۴
۳	lnRES علت گرنجر ln GDP _P نیست	۱/۲۸	۰/۲۹
۴	ln GDP _P علت گرنجر lnRES نیست	۰/۶۵	۰/۴۶
۵	lnK_P علت گرنجر ln GDP _P نیست	۰/۶۶	۰/۴۵
۶	ln GDP _P علت گرنجر lnK_P نیست	۰/۴	۰/۵۸
۷	lnL علت گرنجر ln GDP _P نیست	۱/۰۴	۰/۳۴
۸	ln GDP _P علت گرنجر lnL نیست	۱/۰۱	۰/۳۶
۹	LnCO2_P علت گرنجر ln GDP _P نیست	۱/۰۲	۰/۳۴
۱۰	ln GDP _P علت گرنجر lnCO2_P نیست	۰/۸۸	۰/۳۸
۱۱	lnR علت گرنجر ln GDP_P نیست	۲/۸۴	۰/۱۰
۱۲	ln GDP_P علت گرنجر lnR نیست	۰/۱۲	۰/۸
۱۳	lnT علت گرنجر ln GDP_P است	۸/۱۰	۰/۰۰۷
۱۴	ln GDP_P علت گرنجر lnT است	۱۰/۶	۰/۰۰۲
۱۵	LnCO2_P علت گرنجر ln E_P است	۵/۶۱	۰/۰۴
۱۶	ln E_P علت گرنجر lnCO2_P است	۰/۳۵	۰/۰۴
۱۷	lnRES علت گرنجر lnE_P است	۴/۹۳	۰/۰۴
۱۸	LnE_P علت گرنجر lnRES نیست	۰/۲	۰/۷

منبع: محاسبات تحقیق

ب- نتایج آزمون علیت گرنجر (کشورهای توسعه یافته)

ردیف	فرضیه صفر	آماره F	سطح معناداری
۱	LnE_P علت گرنجر lnISEW_P است	۲/۶۱	۰/۰۲
۲	lnISEW_P علت گرنجر lnE_P است	۴/۴۱	۰/۰۰۱
۳	lnRES علت گرنجر lnISEW_P است	۲/۵۲	۰/۰۲
۴	lnISEW_P علت گرنجر lnRES نیست	۱/۳۶	۰/۲۸
۵	lnK_P علت گرنجر lnISEW_P است	۳/۴۶	۰/۰۰۶
۶	lnISEW_P علت گرنجر lnK_P است	۴/۲۳	۰/۰۰۱
۷	lnL علت گرنجر lnISEW_P است	۴/۰۲	۰/۰۰۱
۸	lnISEW_P علت گرنجر lnL است	۱۱/۱۸	۰/۰۰۰
۹	LnCO2_P علت گرنجر lnISEW_P است	۵/۱۳	۰/۰۰۰۳
۱۰	lnISEW_P علت گرنجر lnCO2_P نیست	۱/۹۱	۰/۱۱
۱۱	lnR علت گرنجر lnISEW نیست	۰/۴۵	۰/۹
۱۲	lnISEW علت گرنجر lnR نیست	۰/۶۳	۰/۷۲
۱۳	lnT علت گرنجر lnISEW نیست	۰/۶۶	۰/۷۷
۱۴	lnISEW علت گرنجر lnT نیست	۱/۰۶	۰/۳۶
۱۵	LnCO2_P علت گرنجر lnRES نیست	۵/۱۳	۰/۲
۱۶	lnRES علت گرنجر lnCO2_P است	۱/۹۲	۰/۰۰۰
۱۷	lnRES علت گرنجر lnE_P است	۲/۵۷	۰/۰۳
۱۸	LnE_P علت گرنجر lnRES نیست	۱/۷۵	۰/۲۸

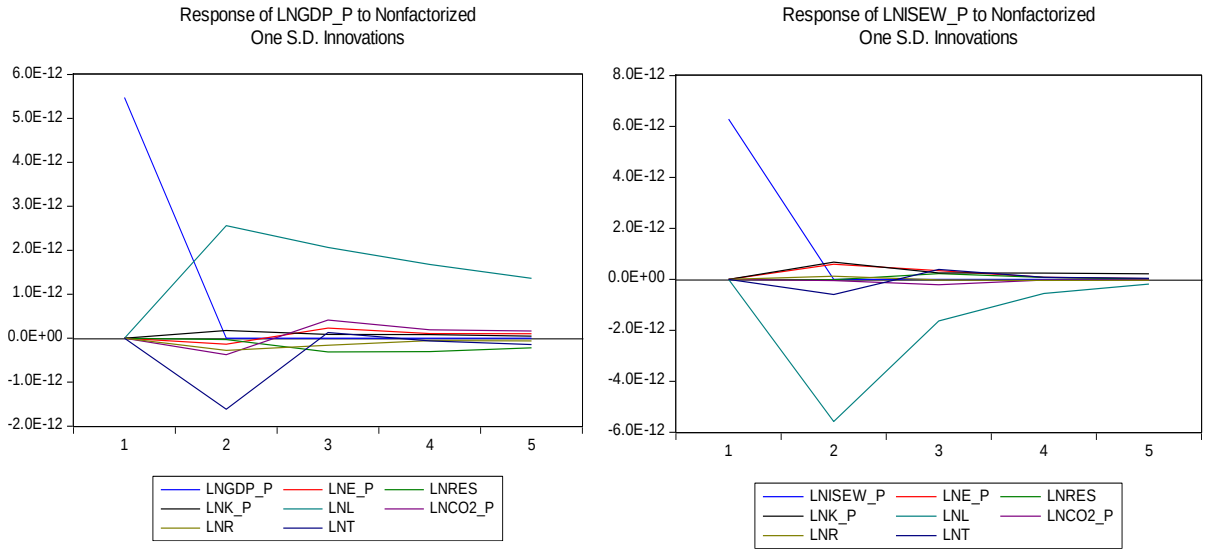
منبع: محاسبات تحقیق

الگوی VAR و تعیین وقفه بهینه:

جدول ۹ نتایج تعیین وقفه بهینه مدل

وقفه	کشورهای درحال‌توسعه			کشورهای توسعه‌یافته		
	AIC	SC	HQ	AIC	SC	HQ
۰	-۵۶/۲۴	-۵۶/۰۴	-۵۶/۱۶	-۵۴/۹۱	-۵۵/۱۲	-۵۴/۹۷
۱	-۶۸/۶۶*	-۶۹/۶۹*	-۶۹/۱۴*	-۷۸/۳۴*	-۷۹/۸*	-۷۹/۱*
۲	-۶۷/۱۴	-۶۷/۳۹	-۶۶/۴۴	-۷۷/۶۴	-۷۷/۸۱	-۷۶/۴۳

منبع: محاسبات تحقیق



شکل۲ شوک‌های تجمیعی کشورهای منتخب

منبع: محاسبات تحقیق

مدل تصحیح خطای برداری: الف- کشورهای درحال‌توسعه

جدول ۱۰ مقادیر آماره‌های λ_{trace}

بردار هم جمعی	مقدار ویژه	آماره اثر	مقدار بحرانی ۰/۰۵	احتمال**
None *	۰/۱۲۰۹۰۸	۱۹۰/۹۸۴۱	۱۵۹/۵۲۹۷	۰/۰۰۰۳
At most 1	۰/۰۷۴۰۴۶	۱۲۳/۹۷۳۹	۱۲۵/۶۱۵۴	۰/۰۵
At most 2	۰/۰۶۵۱۹۲	۸۳/۹۶۹۹	۹۵/۷۵۳۶۶	۰/۲۷
At most 3	۰/۰۳۸۳۹۴	۴۸/۹۱۴۵۲	۶۹/۸۱۸۸۹	۰/۷۳
At most 4	۰/۰۲۴۲۹۱	۲۸/۵۵۶۰۳	۴۷/۸۵۶۱۳	۰/۷۹
At most 5	۰/۰۱۵۰۶۵	۱۵/۷۶۸۸۳	۲۹/۷۹۷۰۷	۰/۸۱
At most 6	۰/۰۱۰۹۰۱	۷/۸۷۵۴۹۵	۱۵/۴۹۴۷۱	۰/۵۱
At most 7	۰/۰۰۴۱۷۵	۲/۱۷۵۶۶۲	۳/۸۴۱۴۶۶	۰/۲۱

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۱۱ ضرایب تعدیل نامحدود (α)

D(LNGDP_P)	۰/۰۱۵۷۷۲	-۰/۰۰۱۱۲	۰/۰۰۰۲۸۹	-۰/۰۱۰۱۳۵	-۰/۰۰۲۹۲۳	-۰/۰۰۶۲۹۶	۰/۰۰۱۱۲۷	۰/۰۰۱۸۰۳
D(LNE_P)	۰/۰۰۲۸۹۸	-۰/۰۰۰۷۵۵	۰/۰۱۰۲۳۶	-۰/۰۰۶۰۳۱	-۰/۰۰۶۳۶۶	-۰/۰۰۳۱۰۶	۰/۰۰۸۲۷۵	-۰/۰۰۰۲۴۰
D(LNRES)	-۰/۰۰۱۷۵	۰/۰۰۳۱۱۱	-۰/۰۰۴۳۰	-۰/۰۰۸۷۵	-۰/۰۰۱۹۷	۰/۰۰۲۲۷۴	۰/۰۰۲۳۸۶	-۰/۰۰۳۲۷۳
D(LNK_P)	-۰/۰۳۰۷۳	۰/۰۰۴۰۷۰	۰/۰۰۲۸۹۵	-۰/۰۱۲۸۹	-۰/۰۰۱۸۰	۰/۰۰۱۱۴۸	۰/۰۰۴۶۷۷	۰/۰۰۶۱۴۹
D(LNL)	-۰/۰۰۰۹۴۳	۰/۰۰۰۲۲۰	-۰/۰۰۳۰۹	۰/۰۰۰۶۱۵	۰/۰۰۰۶۶۲	۰/۰۰۰۵۵۶	۰/۰۰۰۴۱۶	۰/۰۰۰۲۲۳
D(LNCO2_P)	-۰.۰۱۰۴۷	-۰/۰۲۴۰۵	-۰/۰۰۱۳۸	-۰/۰۰۴۲۰	۰/۰۱۰۳۱۴	-۰/۰۰۳۴۴	-۰/۰۰۰۳۹	-۰/۰۰۰۴۵۴
D(LNR)	-۰.۰۰۱۲۴	۰/۰۳۷۹۳۱	-۰/۰۱۷۴۱۸	-۰/۰۱۱۶۰	۰/۰۳۲۰۲۸	۰/۰۰۶۵۵۱	-۰/۰۰۷۵۰	۰/۰۰۱۲۷۳
D(LNT)	-۰.۰۳۴۸۶	۰/۰۲۱۰۴۷	-۰/۰۱۲۲۴	۰/۰۰۱۳۷۶	۰/۰۰۱۹۸۲	-۰/۰۱۴۱۹	-۰/۰۰۴۹۲	-۰/۰۰۱۰۱۱

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۱۲ نرمال‌سازی ضرایب تعدیل معادله اول(α)

D(LNGDP_P)	-۰/۰۲۷۸۹۳
خطای استاندارد	(۰/۰۰۷۲۳)
D(LNE_P)	-۰/۰۰۵۱۲۵
	(۰/۰۰۸۳۶)
D(LNRES)	-۰/۰۰۳۰۹۳
	(۰/۰۰۶۱۳)
D(LNK_P)	۰/۰۵۴۳۵۴
	(۰/۰۱۱۹۳)
D(LNL)	۰/۰۰۰۱۶۷
	(۰/۰۰۱۱۸)
D(LNCO2_P)	۰/۰۱۸۵۱۴
	(۰/۰۰۹۴۵)
D(LNR)	۰/۰۰۲۱۸۷
	(۰۲۲۰۸)
D(LNT)	۰/۰۶۱۶۴۹
	(۰/۰۱۴۳۷)

منبع: محاسبات تحقیق

ب- کشورهای توسعه‌یافته

جدول ۱۳ مقادیر آماره‌های λ_{trace}

بردار هم جمعی	مقدار ویژه	آماره اثر	مقدار بحرانی ۰.۰۵	احتمال**
None *	۰/۱۵۴۰۸۲	۱۹۹/۸۴۸۰	۱۵۹/۵۲۹۷	۰/۰۰۰۱
At most 1	۰/۰۹۰۵۲۵	۱۱۲/۸۳۴۸	۱۲۵/۶۱۵۴	۰/۲۵۳۱
At most 2	۰/۰۶۳۳۷۸	۶۳/۴۹۳۰۵	۹۵/۷۵۳۶۶	۰/۹۱۲۳
At most 3	۰/۰۲۸۵۳۶	۲۹/۴۴۵۷۵	۶۹/۸۱۸۸۹	۰/۹۹۶
At most 4	۰/۰۱۵۰۳۲	۱۴/۳۹۱۰۱	۴۷/۸۵۶۱۳	۰/۹۹۹۹
At most 5	۰/۰۱۱۲۱۸	۶/۵۱۵۰۸۶	۲۹/۷۹۷۰۷	۰/۹۹۹۷
At most 6	۰/۰۰۰۸۳۶	۰/۶۴۸۷۲۷	۱۵/۴۹۴۷۱	۱/۰۰۰۰
At most 7	۰/۰۰۰۴۱۱	۰/۲۱۳۹۴۹	۳/۸۴۱۴۶۶	۰/۶۵۲۳۱

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۱۴ ضرایب تعدیل نامحدود (α)

D(LNISEW_P)	-۰/۰۱۳۹۵	-۰/۰۰۵۳	۰/۰۰۱۰۹۷	-۰/۰۰۱۶۱	۰/۰۰۰۰۵	۰/۰۰۱۵۴۲	-۰/۰۰۰۵۰	۰/۰۰۰۳۰۴
D(LNE_P)	-۰/۰۰۸۹۲	۰/۰۰۰۷۳	-۰/۰۰۴۳۶۲	۰/۰۰۳۳۹	-۰/۰۰۰۲۹	-۰/۰۰۰۶۵	۰/۰۰۰۰۱	-۰/۰۰۰۰۸
D(LNRES)	-۰/۰۰۲۷۰	۰/۰۰۶۴	۰/۰۱۷۴۸۳	۰/۰۰۰۹۴	-۰/۰۰۰۷۵۹	-۰/۰۰۲۴۵۲	۰/۰۰۰۳۶۴	۰/۰۰۰۰۸
D(LNK_P)	-۰/۰۱۵۰۸	-۰/۰۰۹۰۰	-۰/۰۰۰۵۳۱	-۰/۰۰۲۷۵	-۰/۰۰۱۷۶۸	۰/۰۰۱۶۸۱	۰/۰۰۰۵۴۶	۰/۰۰۰۵۷۴
D(LNL)	-۰/۰۰۱۱۳	-۰/۰۰۰۸	۰/۰۰۰۳۸۶	۰/۰۰۰۱۷	۰/۰۰۰۵۰۶	۰/۰۰۰۴۰۸	۰/۰۰۰۱۱	-۰/۰۰۰۰۶
D(LNCO2_P)	-۰/۰۱۵۵۸	۰/۰۰۳۷۶۰	-۰/۰۰۸۸۸۰	-۰/۰۰۱۰۴	۰/۰۰۱۷۴۴	-۰/۰۰۳۲۳۷	۰/۰۰۰۰۲	-۰/۰۰۰۲۷۴
D(LNR)	-۰/۰۰۱۷۸	۰/۰۱۰۰۹۴	-۰/۰۰۳۴۹۰	۰/۰۰۴۲۳	۰/۰۰۸۹۸۳	۰/۰۰۰۲۹۳	۰/۰۰۰۶۴۱	۰/۰۰۱۶۶۳
D(LNT)	-۰/۰۰۷۹۱	۰/۰۰۵۹۴۷	-۰/۰۰۱۱۴۸	-۰/۰۰۱۱۶	-۰/۰۰۰۹۹۲	۰/۰۰۱۹۸۸	۰/۰۰۰۱۷۱	۰/۰۰۰۱۳۷

منبع: محاسبات تحقیق

جدول ۱۵ نرمال‌سازی ضرایب تعدیل معادله اول(α)

D(LNISEW_P)	۰/۰۰۴۲۹۸
خطای استاندارد	(۰/۰۰۰۶۵)
D(LNE_P)	۰/۰۰۲۷۴۷
	(۰/۰۰۰۴۸)
D(LNRES)	۰/۰۰۰۸۳۳
	(۰/۰۰۱۰۷)
D(LNK_P)	۰/۰۰۴۶۴۳
	(۰/۰۰۰۸۷)
D(LNL)	۰/۰۰۰۳۴۸
	(۰/۰۰۰۱۲)
D(LNCO2_P)	۰/۰۰۴۸۰۰
	(۰/۰۰۰۸۸)
D(LNR)	۰/۰۰۰۵۴۷
	(۰/۰۰۱۶۶)
D(LNT)	۰/۰۰۲۴۳۵
	(۰/۰۰۰۵۰)

منبع: محاسبات تحقیق

فرم معادلات تصحیح خطای برداری(VECM):

$$\Delta Y_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{11}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{12}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{13}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{14}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{15}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{16}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{17}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{18}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{1it} \quad (۹)$$

$$\Delta K_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{21}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{22}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{23}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{24}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{25}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{26}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{27}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{28}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{1it} \quad (۱۰)$$

$$\Delta E_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{31}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{32}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{33}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{34}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{35}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{36}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{37}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{38}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{3it} \quad (۱۱)$$

$$\Delta RES_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{41}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{42}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{43}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{44}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{45}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{46}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{47}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{48}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{4it} \quad (۱۲)$$

$$\Delta L_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{51}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{52}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{53}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{54}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{55}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{56}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{57}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{58}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{5it} \quad (۱۳)$$

$$\Delta Co2_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{61}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{62}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{63}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{64}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{65}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{66}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{67}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{68}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{6it} \quad (۱۴)$$

$$\Delta T_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{71}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{72}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{73}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{74}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{75}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{76}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{77}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{78}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{7it} \quad (۱۵)$$

$$\Delta R_{it} = a_1 + \sum_{k=1}^{m} a_{81}\,\Delta Y_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{82}\,\Delta K_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{83}\,\Delta E_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{84}\,\Delta RES_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{85}\,\Delta L_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{86}\,\Delta CO2_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{87}\,\Delta T_{it-k} + \sum_{k=1}^{m} a_{88}\,\Delta R_{it-k} + \varphi_{1i}\varepsilon_{it-1} + U_{8it} \quad (۱۶)$$