

Factors Affecting the Energy Intensity of Selected MENA Countries with an Emphasis on Innovation

Musa Khoshkalam Khosroshahi 

Associate Professor, Department of Economics, Faculty of Social Sciences and Economics, Alzahra University, Tehran, Iran.

Zahra Moradi 

M. A. in Economics, Alzahra University, Tehran, Iran.

Abstract

Energy is a input in the production sector and used in the distribution and consumption of many goods and services, which should be used optimally. One of the indicators showing the optimal use of energy input is the EII. Obviously, the lower the EI, it means that less energy has been used for each unit of production of goods and services. Several factors can be mentioned that affect EI, of which innovation is one of the key ones. Purpose of this article is to investigate the influence of several factors on EI in selected countries of the MENA region during the period of 2010-2020. The panel data model for 13 selected MENA countries have been used. The results show that the influence of control variables including "government consumption expenditure", "energy price" and "trade openness" on EI is negative and significant. The findings of the first model indicate a negative and significant effect of the OII on EI, and the estimation results of the second and third models also indicate a negative and significant effect of the innovation sub-indices (ICT and financial access) on the energy intensity of the selected countries in the period. is under investigation. Considering the findings of the research, it is recommended that the economic policy makers pay special attention to the category of innovation and place their investments and policies with more focus in this area, because according to the findings of the research, innovation is an effective factor in reducing energy intensity.

Introduction

One of the important inputs of production in the economy, which performs the basic role, is the input of energy. Whenever the necessary amount of energy is available to the countries, one of the prerequisites for economic growth is provided, but if the energy input is used improperly and inefficiently, it causes destructive environmental and non-economic consequences. As a result, it is very important to pay attention to improving energy efficiency and factors affecting energy intensity, especially in countries that have rich energy resources. Energy consumption intensity index is one of the important and key indicators to determine the level of energy efficiency in the economy of countries. The smaller the energy intensity index is, the less energy is used to produce each unit of product, and the larger this index is, the more energy is used to produce one unit of product. It is natural that it is necessary to reach an effective policy that leads to an

* Corresponding Author: m.khosroshahi@alzahra.ac.ir

How to Cite: Khoshkalam Khosroshahi, M., Moradi, Z. (2024). Factors Affecting the Energy Intensity of Selected MENA Countries with an Emphasis on Innovation. Iranian Energy Economics, 51 (13), 63-92.

increase in energy efficiency by identifying factors affecting the intensity of energy consumption. Regarding the importance of the energy intensity index, it should be noted that various international institutions such as the International Energy Agency and the Department of Social and Economic Affairs of the United Nations have identified this index as one of the important indicators for sustainable development. Contemplation in economic studies indicates a diverse range of variables and economic policies affecting the energy intensity index, but what separates the present study from other studies is the attention to the role of innovation in changes in energy intensity. In the current study, in addition to examining the role of control variables in energy intensity, it is specifically addressed to the role of innovation and its two sub-indices (information and communication technology and financial access) in the average changes in energy intensity of selected countries in the MENA region during the period of 2010-2020. To achieve the aim of the present study, the panel data of the selected countries of Mena region and the method of generalized moments have been used. Therefore, the main question of this article is to examine how the general innovation index, the information and communication technology index, and the financial access index (in the form of three separate models) affect energy intensity in selected countries of the MENA region.

Methods and Material

According to the purpose of the research and in order to investigate the factors affecting energy intensity in the selected countries of MENA, multivariate regression analysis has been used. The general form of the model, where Y represents the dependent variable, X is the matrix of independent variables, τ_t is the time fixed effects, μ_i is the cross-sectional fixed effects and ε is the residual term, as follows.

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it}$$

In which, Y_{it} indicates the intensity of energy consumption of country i in year t , $Govit$ the final consumption expenditure of the government of country i in year t , EPI_{it} energy price index (the ratio of electricity price to consumer price index) of country i in year t and $Tradeit$ The economic openness of the country is in the year of the year.

The statistical sample of the current study includes 13 selected countries of the MENA region, which have been investigated in the period of 2010-2020, the impact of factors affecting energy intensity with emphasis on innovation indicators. The research method is based on the panel data approach and the method of estimating generalized moments.

Results and Discussion

According to the findings from the estimation of the research models, the highest influence of the average energy intensity (selected countries investigated in the studied period) is related to the first interval of energy intensity, that is, the energy intensity of the previous period has the greatest effect on the energy intensity of the next period. The reason for this effect is related to the stability of the structure of production activities using energy input in the short term. The variable coefficient of $EI(-1)$ in all three models is a high figure, which confirms the aforementioned point. As for other variables, their negative and significant impact on energy intensity can be seen.

As can be seen, on average and in the case of the selected countries of the MENA region, the government's final consumption expenditure has a negative and significant effect on energy intensity. Given that the increase in government spending on the one hand leads to an increase in demand and therefore an increase in production, and as a result, it leads to a decrease in energy intensity, and on the other hand, an increase in production is realized through the channel of increasing demand for production inputs,

including energy, which means an increase energy consumption and reduction of energy intensity, so the aforementioned result was expected.

The impact of the energy price index on the energy intensity of the selected countries in the MENA region is also negative and significant. The negative sign is completely unexpected because an increase in the price of any production input, including energy, leads to a decrease in demand for it and thus a decrease in energy intensity, although it is clear that a decrease in demand for energy input can also lead to a decrease in GDP and to lead to an increase in energy intensity, but in any case, the sum of these two effects confirms the negative effect of the energy price index on energy intensity. According to the findings, the effect of the degree of trade openness on the energy intensity of selected countries in the MENA region is also negative and significant. The negative coefficient of this variable indicates the fact that commercial openness is a potential capacity for foreign direct investment and therefore provides the possibility for selected countries to use the technologies of developed countries to reduce dependence on Use inputs such as energy. The findings indicate a negative and significant impact of innovation on energy intensity in selected countries of MENA region. The growth and expansion of innovation in the form of the general index of innovation has the main effect on improving the productivity of all production factors, including energy input, and therefore improving energy efficiency can lead to optimal use of energy and therefore will reduce energy intensity.

Conclusion

Considering the importance of energy as a production input as well as being used in the distribution and consumption of almost all goods and services on the one hand and its optimal use in order to reduce the intensity of energy consumption on the other hand, in the present study the factors affecting energy intensity with emphasis Innovation was discussed. The aim of conducting this research was for the selected countries of MENA region because these countries, including Iran, have almost similar economic structures. Therefore, the impact of factors affecting energy intensity with emphasis on innovation in this group of countries during the period of 2010-2020 was investigated using the generalized moments method. In addition to the general index of innovation as the main variable of the research, two other variables called "information and communication technology" and "financial access" were also used as sub-indices of innovation. Also, control variables including government final consumption expenditures, energy prices and degree of trade openness were also used so that the specification of the model does not face problems. The results of the estimation of the three models for the selected countries of the MENA region during the period of 2010-2020 show that in all three models, the major part of the energy intensity is explained by the energy intensity of the previous year. Secondly, the impact of all three control variables, including government final consumption expenditures, energy price index, and degree of trade openness, on energy intensity is negative and significant. Thirdly, the impact of the general index of innovation as the main variable of the research on the energy intensity of the group of selected countries under investigation is negative and significant. are reviewed.

Acknowledgments

We are grateful to all the esteemed referees who contributed to the improvement of this research with their valuable comments.

Keywords: Energy Intensity, Innovation Indicators and MENA region

JEL Classification: Q43 , O31 , Q55 , N90



عوامل مؤثر بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا با تأکید بر نوآوری^۱

موسی خوش کلام خسروشاهی*
دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

زهرا مرادی
کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه الزهراء، تهران، ایران.

چکیده

انرژی همواره نهاده‌ای پرکاربرد در بخش تولید و مورد استفاده در توزیع و مصرف بسیاری از کالاها و خدمات است که بایستی مورد استفاده بهینه قرار گیرد. یکی از شاخص‌های نمایانگر استفاده بهینه از نهاده انرژی، شاخص شدت انرژی است. بدیهی است که هر چقدر شدت انرژی کمتر باشد به این معنی است که برای هر واحد تولید کالاها و خدمات، انرژی کمتری استفاده شده است. عوامل متعددی را می‌توان نام برد که بر شدت انرژی اثرگذار هستند که نوآوری یکی از کلیدی‌ترین آنها است. از این‌رو هدف مقاله حاضر عبارت از بررسی تأثیرگذاری عوامل متعدد بر شدت انرژی در کشورهای منتخب منطقه منای طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰ با تأکید بر نوآوری و دو زیرشاخص آن است. برای دستیابی به هدف تحقیق از الگوی داده‌های تابلویی (پنل دیتا) برای ۱۳ کشور منتخب منا و روش برآورد گشتاورهای تعمیم‌یافته استفاده شده است. یافته‌های برآورد مدل‌های سه‌گانه تحقیق نشان می‌دهند که تأثیر متغیرهای کنترل شامل «مخارج مصرف نهایی دولت»، «قیمت انرژی» و «درجه باز بودن تجاری» بر شدت انرژی منفی و معنی‌دار است. یافته‌های برآورد مدل اول حاکی از تأثیر منفی و معنی‌دار شاخص کلی نوآوری بر شدت انرژی بوده و نتایج برآورد مدل‌های دوم و سوم نیز به ترتیب بیانگر تأثیر منفی و معنی‌دار زیرشاخص‌های نوآوری (فناوری اطلاعات و ارتباطات و دسترسی مالی) بر شدت انرژی کشورهای منتخب در دوره مورد بررسی است. با عنایت به یافته‌های تحقیق، توصیه می‌شود که سیاست‌گذاران اقتصادی به مقوله نوآوری توجه ویژه‌ای داشته و سرمایه‌گذاری‌ها و سیاست‌گذاری‌های خود را با تمرکز بیشتری در این حوزه قرار دهند زیرا نوآوری طبق یافته‌های تحقیق عامل مؤثری در کاهش شدت انرژی است.

کلیدواژه‌ها: شدت انرژی، شاخص‌های نوآوری، منطقه منا

طبقه‌بندی JEL: N90 , Q55 , O31 , Q43

۱. مقاله حاضر مستخرج از پایان‌نامه کارشناسی ارشد نویسنده دوم می‌باشد که در دانشکده علوم اجتماعی و اقتصادی دانشگاه الزهراء (س) اجرا شده است.

* نویسنده مسئول: m.khosroshahi@alzahra.ac.ir

۱. مقدمه

یکی از نهادهای مهم تولید در اقتصاد که نقش زیربنایی را اجرا می‌کند، نهاده انرژی است. به‌طوری‌که هر زمان انرژی به مقدار لازم در دسترس کشورها باشد یکی از مقدمات رشد اقتصادی فراهم است اما در صورتی که از نهاده انرژی استفاده نادرست و ناکارآمد شود باعث ایجاد پیامدهای مخرب زیست‌محیطی و غیراقتصادی می‌شود. در نتیجه توجه به بهبود کارایی انرژی و عوامل مؤثر بر شدت انرژی علی‌الخصوص در کشورهایی که برخوردار از منابع غنی انرژی هستند اهمیت زیادی دارد.

شاخص شدت مصرف انرژی یکی از شاخص‌های مهم و کلیدی برای تعیین میزان کارایی انرژی در اقتصاد کشورها است. هرچه شاخص شدت مصرف انرژی کوچکتر باشد نشانگر مصرف انرژی کمتر برای تولید هر واحد محصول است و هرچه این شاخص بزرگتر باشد نشان‌دهنده این است که برای تولید یک واحد محصول، انرژی بیشتری مورد استفاده قرار گرفته است. طبیعی است که لازمه رسیدن به سیاستی تأثیرگذار که منجر به افزایش کارایی انرژی شود شناسایی عوامل مؤثر بر شاخص شدت مصرف انرژی است. در اهمیت شاخص شدت انرژی باید اشاره کرد که مؤسسات بین‌المللی گوناگون مانند آژانس بین‌المللی انرژی^۱ و بخش امور اجتماعی و اقتصادی سازمان ملل متحد^۲ این شاخص را یکی از شاخص‌های مهم برای توسعه پایدار معرفی کرده‌اند.

تعمق در وضعیت آماری گروه کشورهای مختلف جهان به لحاظ شاخص شدت انرژی (نمودار ۱) بیانگر آن است که کشورهای عمدتاً توسعه‌یافته اروپایی در وضعیت مناسب‌تری نسبت به کشورهای آسیایی قرار دارند به‌طوری‌که متوسط شدت انرژی کشورهای اروپایی در دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۰ همواره کمترین عدد بوده و کمتر از عدد ۴ است. همچنین نمودار (۱) نشان‌دهنده روند متوسط شدت انرژی برای جهان و کشورهای منتخب (مد نظر در مطالعه حاضر)^۳ هم است به‌طوری‌که کشورهای منتخب با توجه به ساختار اقتصادی که دارند دارای بیشترین متوسط شدت انرژی در قیاس با کشورهای

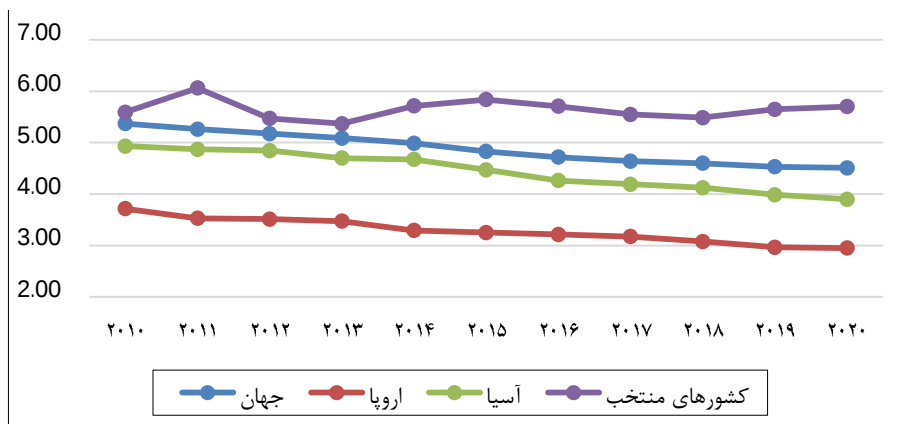
1. International Energy Agency (IEA)

2. Economic and Social Council of the United Nations

۳. کشورهای منتخب مورد مطالعه در مقاله حاضر شامل ۱۳ کشور منتخب منطقه منا شامل الجزایر، بحرین، ایران، عراق، اردن، کویت، لبنان، لیبی، مراکش، عمان، عربستان، امارت و تونس هستند که دلیل انتخاب آنها، برخورداری از ساختار اقتصادی تقریباً مشابه و در دسترس بودن داده‌ها است.

اروپایی و سایر مناطق دنیا هستند. البته نکته قابل توجه نزولی بودن روند متوسط شدت انرژی در همه مناطق است که می‌تواند حاکی از توجه همه کشورها به بحث کارایی انرژی باشد.

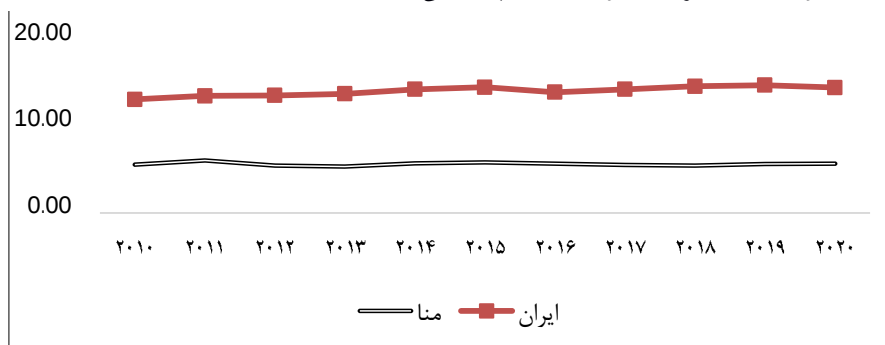
نمودار ۱. متوسط شدت انرژی در ۲۰۱۰-۲۰۲۰ (MJ/\$2017 PPP GDP)



منبع: بانک جهانی

نمودار (۲) نشان‌دهنده روند تغییرات متوسط شدت مصرف انرژی در ایران و متوسط کشورهای منتخب منطقه منای طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰ است. ملاحظه می‌شود که روند برای منطقه منای تقریباً نزولی بوده اما روند تغییرات شدت انرژی ایران صعودی است. متوسط شدت انرژی کشورهای منتخب در سال ۲۰۱۱ به بالاترین میزان خود یعنی عددی بالغ بر ۶ رسیده و کمترین مقدار نیز در سال ۲۰۱۳ با عددی در حدود ۵ بوده است. بالاترین شدت انرژی ایران نیز در سال ۲۰۱۸ با رقم ۹/۱۴ بوده است.

نمودار ۲. متوسط شدت انرژی کشورهای منتخب منای طی دوره ۲۰۱۰-۲۰۲۰ (MJ/\$2017 PPP GDP)



منبع: بانک جهانی

تعمق در مطالعات اقتصادی حاکی از طیف متنوع متغیرها و سیاست‌های اقتصادی اثرگذار بر شاخص شدت انرژی است اما آنچه مطالعه حاضر را از بقیه مطالعات جدا می‌کند توجه به نقش نوآوری در تغییرات شدت انرژی است. در مطالعه حاضر تلاش می‌شود تا علاوه بر بررسی نقش متغیرهای کنترل در شدت انرژی، به‌طور خاص به نقش نوآوری و دو زیرشاخص آن (فناوری اطلاعات و ارتباطات و دسترسی مالی) در تغییرات متوسط شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۰ پرداخته شود. برای دستیابی به هدف مطالعه حاضر از داده‌های پانل کشورهای منتخب منطقه منا و روش گشتاورهای تعمیم‌یافته^۱ استفاده شده است. لذا سؤال اصلی مقاله حاضر عبارت از بررسی چگونگی تأثیرگذاری شاخص کلی نوآوری و شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات و شاخص دسترسی مالی (در قالب سه مدل جداگانه) بر شدت انرژی در کشورهای منتخب منطقه منا است.

ساختار ادامه مقاله به این صورت است که در بخش دوم مروری بر ادبیات تحقیق شده است و سپس در بخش سوم، معرفی داده‌ها و مدل‌های تحقیق انجام گرفته است. بخش چهارم مربوط به تبیین برخی حقایق آشکار شده بوده و در بخش پنجم، برآورد مدل و تحلیل نتایج انجام گرفته است. بخش ششم نیز مربوط به خلاصه و جمع‌بندی است. منابع و مآخذ هم بخش پایانی مقاله است.

۲. ادبیات تحقیق

در این بخش از مقاله تلاش می‌شود تا ادبیات تحقیق در قالب دو بخش ادبیات نظری و ادبیات تجربی تبیین شوند.

۲-۱. ادبیات نظری

تدقیق در ادبیات نظری مرتبط با شدت مصرف انرژی گویای این واقعیت است که سیاست‌ها و عوامل متنوعی بر شدت انرژی اثرگذار هستند که توجه به همه آنها در قالب یک مطالعه امری دشوار است بنابراین نظر به اهمیت شاخص نوآوری و نقش آن در شدت انرژی، در مطالعه حاضر تمرکز اصلی بر نقش این عامل است اما در عین حال از نقش برخی متغیرهای کنترل در شدت انرژی نیز غفلت نمی‌شود.

1. GMM

مهم‌ترین عامل در ایجاد رقابت که منجر به رشد می‌شود، نوآوری است. امروزه نوآوری در فضای تکنولوژیکی حاضر برای کشورها الزامی بوده و اکثر کشورها در جستجوی خلق ایده‌های جدید هستند. در این راستا متخ صفحاتان همواره در تلاش هستند تا دانش زیرساختی ایجاد کنند که نوآوری بتواند در مصرف انرژی نیز تأثیرات مثبتی را داشته باشد. لذا مکانیزم‌های نوآوری و فرآیندهای آن می‌تواند در کشورهای مختلف در جهت کنترل شدت انرژی دارای اهمیت باشد. از طرفی میزان مصرف انرژی در هر کشور دارای اهمیت است چرا که در صورت عدم کنترل مناسب آن نمی‌توان انتظار بهبود کارایی مصرف انرژی و بهبود شدت انرژی را داشت. از طرفی میزان شدت انرژی در کشورهای مختلف متفاوت است و در صورتی که نتوان شدت انرژی را در کشورها کنترل نمود، نمی‌توان انتظار بهبود روند عملکرد در این زمینه را داشت (بریسوا و همکاران، ۲۰۱۸).^۱

ظهور و بروز نوآوری به واسطه شاخص‌های نمایانگر نوآوری است. از این رو در این مطالعه بر «فناوری اطلاعات و ارتباطات» و «دسترسی مالی» تمرکز شده است ضمن اینکه شاخص کلی نوآوری نیز به عنوان شاخص اصلی نمایانگر نوآوری مد نظر مطالعه حاضر است.

الف) نوآوری و شدت انرژی

به فرآیند خلق، توسعه و اجرای یک ایده نوین، نوآوری گفته می‌شود. هنگامی که جهان تحولات سریع تکنولوژیکی را تجربه می‌کند، نوآوری نقش کلیدی برای کشورهایی که می‌خواهند رشد و رفاه اقتصادی خود را افزایش دهند، ایفا می‌کند. پتانسیل نوآوری یک اقتصاد بر عوامل اقتصاد کلان و اقتصاد خرد مانند تولید ناخالص داخلی، هزینه‌های تحقیق و توسعه و تجارت بین‌الملل تأثیر می‌گذارد (آلیگری و چیوا، ۲۰۰۸).^۲ تکنولوژی و نوآوری نقش مهمی را در توسعه اقتصادی کشورهای در حال توسعه ایفا می‌کنند. گوا و همکاران (۲۰۱۹) نقش تغییرات ساختاری و پیشرفت فناوری بر کاهش شدت انرژی را بررسی کرده و نتیجه گرفتند که با افزایش فناوری و نوآوری، بهره‌وری نیز افزایش می‌یابد و این افزایش بهره‌وری بر شدت مصرف انرژی تأثیر گذاشته و سبب کاهش شدت انرژی می‌شود.

1. Borysova et al.

2. Alegre & Chiva

اگر پیشرفت فنی در نهاده‌ها تجسم یابد، افزایش استفاده از نهاده‌ها منجر به انتقال منحنی تولید به طرف بالا گردیده و در نتیجه، حداکثر تولید قابل حصول، ارتقاء خواهد یافت. به‌طور کلی، تکنولوژی، مبتنی بر رابطه میان نهاده و بازده تولید است. پیشرفت تکنولوژی منجر به بهبود در شیوه‌های تولید شده و این بهبود باعث افزایش بهره‌وری می‌شود. بنابراین، سرمایه‌گذاری در تکنولوژی‌های جدید و کارآمد، موجب صرفه‌جویی در مصرف انرژی شده و بهره‌وری انرژی نیز افزایش یافته و شدت انرژی نیز کاهش می‌یابد (امینی و یزدی‌پور، ۱۳۸۷).

روش‌های بسیار متنوعی برای ارتقاء بهره‌وری و کارایی انرژی از قبیل روش‌های مبتنی بر بازار، سیاست‌های دولتی و کنترل‌های دولتی وجود دارند اما استفاده از نوآوری و تکنولوژی‌های نوین منجر به کاهش مصرف انرژی در ازای هر واحد تولیدشده و لذا شدت مصرف انرژی را کاهش می‌دهند. نوآوری‌ها به دلیل ارتباط مستقیمی که با تابع کارایی انرژی دارند، منجر به کاهش شدت انرژی می‌شوند. همچنین نوآوری‌ها، فرصت‌هایی را برای اقتصاد فراهم می‌کنند تا از منابع پایان‌پذیر به سمت منابع تجدیدپذیر انرژی برای تأمین تقاضای انرژی حرکت شود. البته این احتمال هم وجود دارد که با کاهش تقاضا و لذا کاهش قیمت منابع انرژی پایان‌پذیر، عاملان اقتصادی به مصرف بیشتر انرژی ترغیب شوند و لذا مصرف و شدت انرژی افزایش یابد (سلیمانی، ۱۳۹۹).

با عنایت به اینکه یکی از شاخص‌های سه‌گانه نوآوری مورد استفاده در مطالعه حاضر، فناوری اطلاعات و ارتباطات^۱ است باید اشاره کرد که تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی از دو منظر قابل بیان است. در منظر نخست، با توجه به آن که بخش فناوری اطلاعات انرژی‌بری کمتری نسبت به تولیدات سنتی دارد، بنابراین گسترش این بخش مصرف نهایی انرژی را کاهش خواهد داد. از منظر دوم، فناوری اطلاعات، کارایی را در همه بخش‌های اقتصادی افزایش داده و از این طریق شدت مصرف انرژی را کاهش می‌دهد. علاوه بر این در مورد تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی، دو اثر درآمدی و جانشینی مطرح است به‌طوری که تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی، به غلبه یکی از دو اثر بر دیگری بستگی دارد. اثر جانشینی، به تغییر ساختار صنایع و فعالیت‌ها مرتبط بوده و موجب می‌شود که با افزایش کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات،

1. Information and Communication Technology (ICT)

مصرف انرژی کاهش یابد. به عبارت دیگر گسترش کاربرد فناوری اطلاعات و ارتباطات موجب تغییر ساختار فعالیت‌ها و جایگزینی نهاده‌های غیرفیزیکی و اطلاعات به جای انرژی و کاراتر شدن فعالیت‌ها می‌شود و از این جهت موجب کاهش مصرف انرژی می‌شود. اثر درآمدي اشاره بر این دارد که سرمایه‌گذاری فناوری اطلاعات و ارتباطات زمینه رشد اقتصادی بالا را فراهم می‌کند و از این طریق، مصرف انرژی را افزایش می‌دهد. (در اقتصاد کلان به دلیل استفاده از قابلیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات، رشد اقتصادی افزایش می‌یابد و در پی افزایش درآمد، تقاضا برای انرژی نیز همانند دیگر عوامل تولید، افزایش می‌یابد) بنابراین تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر مصرف انرژی به برآیند این دو اثر و غلبه یکی از آنها بر دیگری بستگی دارد. (قاسمی و محمدخان‌پور، ۱۳۹۳)

دومین زیرشاخص مورد استفاده در مطالعه حاضر به عنوان نمایانگر نوآوری، «دسترسی مالی» است. دسترسی مالی به معنی اعتبار داخلی اعطایی به بخش خصوصی و یا میزان دسترسی بخش خصوصی به منابع مالی است. کارانفیل (۲۰۰۹)^۱ بیان می‌کند که بازارهای مالی از جمله عواملی هستند که رشد آنها می‌تواند منجر به رشد اقتصادی و همچنین رشد تقاضای انرژی (به واسطه کاهش محدودیت بودجه بنگاه‌ها و خانوارها) شود. رشد بازارهای مالی به دو صورت مستقیم و غیرمستقیم می‌تواند بر مصرف انرژی و به تبع آن بر شدت انرژی اثرگذار باشد. اثر مستقیم آن عبارت از کاهش محدودیت بودجه‌ای خانوارها و لذا افزایش تقاضای انرژی است. افزایش تقاضای انرژی خانوارها به واسطه افزایش تقاضای آنها برای وسایل انرژی‌بر مثل اتوموبیل، وسایل الکتریکی و ... رخ می‌دهد. اثر غیرمستقیم، هم به واسطه افزایش انباشت سرمایه فیزیکی و هم از طریق افزایش کارایی سرمایه بر سطح حقیقی تولید اثر گذاشته و باعث رشد اقتصادی می‌شود که نهایتاً نیز بر مصرف انرژی اثرگذار است (بهرام بیگی و همکاران، ۱۴۰۲).

ب) مخارج دولت و شدت انرژی

راجع به نقش مخارج دولت در تولید ناخالص داخلی دو دیدگاه وجود دارد: دیدگاه اول: بیان می‌کند که با افزایش مخارج دولت، تولید ناخالص داخلی کاهش یافته و چون تولید ناخالص داخلی یکی از اجزای شدت انرژی است، لذا مخارج

1. Karanfil, L.

دولت بر شدت انرژی اثرگذار است. طرفداران این دیدگاه از تصمیم‌گیری متمرکز، فقدان انگیزه سود و عدم وجود رقابت در بخش دولتی، به‌عنوان علل عدم کارایی دولت و کاهش تولید ناخالص داخلی یاد می‌کنند و انتقال منابع از بخش خصوصی به بخش دولتی به منظور افزایش مخارج دولت را مانع انباشت سرمایه و گسترش تحقیقات و نوآوری در بخش خصوصی و به تبع آن در کل اقتصاد قلمداد می‌کنند و نتیجه می‌گیرند که افزایش مخارج دولت موجب کاهش تولید ناخالص داخلی شده و از این طریق شدت انرژی را تحت تأثیر قرار می‌دهد (استرن، ۲۰۰۴).^۱

دیدگاه دوم: فرض می‌کند که افزایش نقش دولت در اقتصاد تأثیر مثبتی بر تولید ناخالص داخلی داشته و افزایش تولید ناخالص داخلی نیز بر شدت انرژی اثر دارد. یک دلیل برای این دیدگاه، نقش مهم دولت در هماهنگ کردن منافع عمومی و خصوصی است که می‌تواند امکانات را برای رشد تولید ناخالص داخلی فراهم کند. در کشورهایی که وجود انحصارات از ویژگی‌های آنها بوده و فاقد بازارهای توسعه‌یافته هستند، دولت‌ها می‌توانند با شکل دادن به بازارهای محصول و عوامل تولید، ایجاد زیرساخت‌های مناسب اقتصادی، توسعه سرمایه انسانی و بهبود تکنولوژی، کارایی (ازجمله کارایی انرژی) را افزایش داده و زمینه را برای فعالیت کارای بخش خصوصی فراهم کنند. (استرن، ۲۰۰۴). با عنایت به هر دو دیدگاه باید اشاره کرد که تغییرات در تولید ناخالص داخلی می‌تواند ناشی از تغییرات در مصرف انرژی باشد و لذا تأثیر غایی تغییرات مخارج دولت بر شدت انرژی دارای ابهام بوده و نتایج حاصل از مدل‌های تجربی می‌توانند در این زمینه کمک کنند.

ج) قیمت انرژی و شدت انرژی

قیمت انرژی یکی از مهم‌ترین عوامل برونزای مؤثر بر شدت انرژی است و به گفته هوانگ در صورت افزایش قیمت انرژی، شدت انرژی کاهش می‌یابد (هوانگ و همکاران، ۲۰۱۸).^۲ درواقع، براساس تئوری‌های اقتصادی، قیمت انرژی از طریق اثرات جانشینی و اثرات درآمدی به تمایل و تقاضای افراد بر مصرف انرژی اثرگذار است. با

1. Stern, L.

2. Huang et al.

افزایش قیمت انرژی، تقاضای انرژی کاهش می‌یابد و کارایی انرژی بهبود می‌یابد (چن و هوانگ، ۲۰۱۹)^۱. سو وینگ (۲۰۰۸)^۲ با تمرکز بر ارتباط بین قیمت انرژی و شدت مصرف انرژی یا به‌طور معکوس کارایی انرژی، سه راه برای تأثیرگذاری قیمت بر شدت انرژی بیان می‌کنند. ۱. جانشینی نهاده‌ها ۲. ابداعات (با افزایش قیمت انرژی کشورها انگیزه پیدا می‌کنند که با پیشرفت نوآوری و فناوری مصرف انرژی را کاهش دهند) ۳. تغییر در ترکیب و ساختار صنایع. از دید سو وینگ از میان تغییراتی که داخل صنایع ایجاد می‌شود، تغییر فناوری تأثیر بیشتری بر فرآیندهای صرفه‌جویانه انرژی دارد.

د) باز بودن تجاری و شدت انرژی

اثر باز بودن تجاری می‌تواند در پیشرفت فناوری، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و نوآوری‌هایی مانند در دسترس بودن فناوری‌های کارآمدتر یا تحقیق و توسعه ظاهر شود. با توجه به وجود رقابت در بازارهای جهانی، بنگاه‌ها برای اینکه از بازار جهانی عقب نمانند باید نوآوری را افزایش دهند. لذا از یکسو، باز بودن تجاری می‌تواند سبب کاهش شدت انرژی شود چرا که اقتصادهای باز نسبت به اقتصادهای بسته رشد سریع‌تری دارند و دیدگاه کلاسیک را مورد تأیید قرار می‌دهند. بر این مبنا که آزادسازی در اقتصادهای برون‌گرا نسبت به اقتصادهای درون‌گرا به‌طور مداوم منجر به افزایش نرخ رشد می‌شود. با آزادسازی تجاری کشورها به میزان زیادی در بخش‌هایی که در آن مزیت رقابتی دارند، تخ صفحات پیدا می‌کنند. از سوی دیگر اگر دولت‌ها سیاست‌های لازم (توام با باز بودن تجاری) به منظور کنترل شدت انرژی به کار نگیرند، به محیط زیست آسیب می‌رسد. بنابراین استدلال دقیقی از اینکه باز بودن تجاری در نهایت می‌تواند به کاهش یا افزایش شدت انرژی منجر شود وجود ندارد و نتایج یافته‌های تجربی باید یاری‌رسان باشد (سمرقندی^۳، ۲۰۱۹).

۲-۲. ادبیات تجربی

در این بخش از مقاله تلاش می‌شود تا برخی از مطالعات قبلی انجام گرفته در داخل و خارج از کشور که مرتبط با موضوع مطالعه حاضر هستند، بررسی شوند.

1. Huang & Chen
2. Sue Wing
3. Samargandi

الف) مطالعات داخلی

دهمرده و همکاران (۱۳۹۹) در مطالعه خود به بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن پرداخته‌اند. یافته‌های این مطالعه که در کشورهای منتخب آژانس بین‌المللی انرژی‌های تجدیدپذیر و با استفاده از رویکرد ایستا، پویا و ضرایب بلندمدت داده‌های ترکیبی طی دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۰ انجام شده است نشان می‌دهند که نوآوری فنی و انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارند اما انرژی‌های تجدیدناپذیر بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر منفی و معنی‌دار دارند. سلیمانی (۱۳۹۹) در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر نوآوری در فناوری، رشد اقتصادی، قیمت جهانی نفت خام و باز بودن تجارت بر مصرف انرژی ایران پرداخته است و به منظور بررسی اثرات نوآوری در فناوری بر مصرف انرژی، از چارچوب تقاضای مارشالی و روش آزمون مرزهای خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی و همچنین روش‌های رگرسیون پویا و شبیه‌سازی برای دوره زمانی ۱۳۹۶-۱۳۵۹ استفاده کرده است. نتایج این تحقیق نشان داد که نوآوری در فناوری به‌عنوان عنصری برونزا در تابع تقاضای انرژی، باعث افزایش کارایی انرژی شده و مصرف انرژی را در سطح معینی از تولید اقتصادی کاهش می‌دهد. همچنین نتایج این مطالعه پیش‌بینی‌های نظری مبنی بر کمتر بودن کشش‌های کوتاه‌مدت تولید ناخالص داخلی تقاضای انرژی نسبت به بلندمدت را تأیید می‌کند.

محمدزاده و همکاران (۱۳۹۹) به بررسی تأثیر نوآوری و کارآفرینی بر رشد اقتصادی پرداختند و برای نوآوری از شاخص حق ثبت اختراع استفاده شده است. در این مطالعه از داده‌های مربوط به ۲۰ کشور طی بازه زمانی ۲۰۱۵-۲۰۰۱ و از روش جی ال اس^۱ استفاده شده است. نتایج برآورد مبین وجود تأثیر مثبت و معنادار این دو متغیر بر رشد اقتصادی در این ۲۰ کشور است، به‌طوری‌که ۱ درصد افزایش نرخ کارآفرینی و نوآوری (تعداد اختراعات ثبت شده) به ترتیب منجر به ۳ درصد و ۴ درصد افزایش در نرخ رشد تولید این کشورها شده است. بنابراین طبق یافته‌ای این پژوهش، لازمه نیل به رشد اقتصادی مناسب، یک سیستم نوآوری و کارآفرینی کارآمد دانسته شده است. سالم و همکاران (۱۴۰۰) به بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی کارخانه‌ای ایران پرداختند. این مطالعه که با استفاده از اطلاعات مربوط به کارگاه‌های صنعتی کشور به

1. GLS

تفکیک کدهای آیسیک ۴ رقمی طی بازه زمانی ۱۳۹۶-۱۳۸۶ و روش پانل دیتا انجام شده است نشان داد که فناوری اطلاعات و ارتباطات اثری منفی و معنی‌دار و سرمایه کل سرانه و یارانه انرژی اثری مثبت و معنی‌دار بر شدت انرژی دارند. همچنین دیگر نتایج نشان داد که اندازه بنگاه اثری منفی بر شدت انرژی دارد در حالی که تحقیق و توسعه بر شدت انرژی اثرگذار نیست.

سلطانی و همکاران (۱۴۰۱) در مطالعه خود تأثیر شاخص‌های اقتصاد دانش بنیان و اقتصاد مقاومتی بر شدت مصرف انرژی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت (ایران، عراق، کویت، نیجریه، قطر، عربستان سعودی، امارات متحده عربی و ونزوئلا) را طی دوره زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۹ با استفاده از الگوی پانل دیتا مورد بررسی قرار دادند. تخمین الگوی رگرسیونی این مطالعه با استفاده از الگوی داده‌های تابلویی با استناد به مقاله پائولو (۲۰۱۳) و تعریف بانک جهانی و شاخص‌های اقتصاد مقاومتی صورت پذیرفته است. نتایج حاصل از مطالعه نشان داد که نسبت هزینه‌های تحقیق و توسعه به تولید ناخالص داخلی و تعداد استفاده‌کنندگان اینترنت و درجه باز بودن اقتصادی (شاخصی برای اقتصاد مقاومتی و اقتصاد دانش‌بنیان) و همچنین صادرات با فناوری بالا و تمرکز کالاهای صادراتی و وارداتی (متغیرهایی از اقتصاد مقاومتی) اثری منفی بر شدت انرژی داشته است در حالی که هزینه‌های دولت به تولید ناخالص داخلی و شاخص فلاکت اثری مثبت بر شدت انرژی نشان داده‌اند.

بهرام بیگی و همکاران (۱۴۰۲) در مطالعه خود به بررسی تأثیر توسعه مالی بر شدت انرژی در ایران پرداخته‌اند. این مطالعه برای دوره زمانی ۱۳۹۷-۱۳۵۰ با روش مارکوف سوئیچینگ خودرگرسیون برداری مبتنی بر تصحیح خطا انجام گرفت. الگوی این تحقیق در سه رژیم متفاوت تجزیه و تحلیل شده است. تفاوت سه رژیم به دلیل نحوه اثرگذاری توسعه مالی بر شدت انرژی در طول دوره است و چگونگی نوسان متغیر توسعه مالی حول وضعیت باثباتش موجب اثرگذاری متفاوت توسعه مالی بر شدت انرژی در رژیم‌های مختلف شده است. نتایج حاکی از تأثیر منفی توسعه مالی بر شدت انرژی در رژیم صفر است. در رژیم یک تأثیر توسعه مالی بر شدت انرژی مثبت و معنی‌دار است اما در رژیم دو، توسعه مالی تأثیر منفی بر شدت انرژی دارد. بنابراین نتایج این تحقیق نشان می‌دهند که شدت انرژی تحت تأثیر رژیم‌های متفاوت توسعه مالی قرار دارد.

ب) مطالعات خارجی

گوا و همکاران (۲۰۱۹) در مطالعه خود، نقش تغییرات ساختاری و پیشرفت فناوری بر کاهش شدت انرژی را طی دوره زمانی ۲۰۰۵ تا ۲۰۱۶ برای ۲۸۹ شهر کشور چین بر مبنای آزمون علیت گرنجر و تحلیل رگرسیونی پانل بررسی کردند و نتیجه گرفتند که با افزایش فناوری و نوآوری، بهره‌وری انرژی نیز افزایش می‌یابد و این افزایش بهره‌وری بر شدت مصرف انرژی تأثیر گذاشته و سبب کاهش شدت انرژی می‌شود. سعودی و همکاران (۲۰۱۹)^۱ در پژوهشی اثر نوآوری بر شدت مصرف انرژی کشور اندونزی را با روش خودرگرسیونی با وقفه توزیعی^۲ بررسی کرده‌اند. در این پژوهش برای نوآوری سه شاخص هزینه‌های تحقیق و توسعه، صادرات با فناوری پیشرفته و حق ثبت اختراع را در نظر گرفتند. نتایج پژوهش نشانگر این است که به ترتیب صادرات با فناوری پیشرفته، تعداد ثبت اختراع و هزینه تحقیق و توسعه منابع کاهش مصرف انرژی در اندونزی هستند.

هیل و همکاران (۲۰۲۰)^۳ در مطالعه‌ای به بررسی نقش نوآوری در کاهش شدت انرژی کره جنوبی با استفاده از داده‌های سطح استان برای مصرف کل انرژی و پنج حامل اصلی انرژی از سال ۲۰۱۷-۲۰۰۲ پرداختند نتایج نشان می‌دهد که نه تنها اثر تکنیک ناشی از درآمد، بلکه باز بودن تجارت، هزینه‌های زیست محیطی دولت و تا حدی نوآوری، شدت کل انرژی را کاهش می‌دهد. لوان و همکاران (۲۰۲۰)^۴ طی مطالعه‌ای به بررسی عوامل محرک شدت انرژی صنعتی چین با استفاده از روش‌های خطی و غیر خطی پرداختند. یافته‌ها نشان می‌دهد که افزایش ورودی‌های تحقیق و توسعه و ترویج توسعه هماهنگ بین فعالیت‌های تحقیق و توسعه مختلف، علاوه بر تنظیم ساختار مالکیت برای کنترل شدت انرژی صنعتی اهمیت دارد.

هوی و همکاران (۲۰۲۱)^۵ در پژوهشی تأثیر ناهمگن پیشرفت فناوری بر شدت انرژی چین طی سال‌های ۲۰۱۶-۲۰۰۵ را مورد بررسی قرار دادند. نتایج پژوهش نشان داد که ناهمگونی فضایی تأثیر پیشرفت فناوری بر شدت انرژی به تدریج و به‌طور پیوسته در بعد زمانی تغییر کرد و عوامل غالب مؤثر بر شدت انرژی به تدریج از سرمایه‌گذاری مستقیم

1. Saudi et al.

2. Autoregressive Distributed Lag (ARDL)

3. Hille et al.

4. Luan et al.

5. Hui et al.

خارجی، درجه باز بودن، سرمایه انسانی به تحقیق و توسعه تغییر پیدا کرد. رودنکو و تاناسوف (۲۰۲۲)^۱ در مطالعه خود تعیین‌کننده‌های شدت انرژی در اندونزی را مورد بررسی قرار دادند. در این مطالعه از برآوردگر FMOL^۲، DOLS^۳، CCR^۴ در بازه زمانی ۱۹۹۰-۲۰۱۶ جهت دستیابی به هدف مطالعه استفاده گردید. نتایج مطالعه نشان داد که اعتبارات داخلی به بخش خصوصی و همچنین انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش شدت انرژی در اندونزی اثر دارند. لیو و ژانگ (۲۰۲۲)^۵ در مطالعه‌ای به بررسی اثر رشد اقتصادی، نوآوری تکنولوژیک، باز بودن تجاری و صنعتی شدن بر شدت انرژی اقتصادهای بریکس با استفاده از مجموعه داده‌ها از سال ۱۹۹۰-۲۰۱۹ پرداختند. نتایج مطالعه نشان می‌دهد که رشد اقتصادی و صنعتی شدن به شدت انرژی بالاتر کمک می‌کند در حالی که باز بودن تجاری و نوآوری‌های تکنولوژیکی باعث کاهش شدت انرژی در اقتصادهای بریکس می‌شود.

دنیا و همکاران (۲۰۲۴)^۶ در مطالعه‌ای با عنوان رابطه بین انتشار دی‌اکسیدکربن، نوآوری تکنولوژیکی و شدت انرژی به بررسی رابطه بین این متغیرها در چارچوب داده‌های پانل برای ۵۸ کشور طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۰ پرداخته‌اند. این مطالعه از روش‌های اقتصادسنجی استفاده کرده است. تحلیل‌های ذکر شده این تحقیق حاکی از تأثیر مستقیم منفی و معنی‌دار نااطمینانی بر انتشار است. یافته‌ها همچنین حاکی از تأثیر مثبت مصرف انرژی بر انتشار دی‌اکسیدکربن و تأثیر منفی نوآوری بر انتشار دی‌اکسیدکربن است.

در انتهای این بخش باید اشاره کرد که مقاله حاضر به لحاظ نوع شاخص‌هایی که برای متغیر نوآوری (به‌عنوان متغیر اصلی تحقیق) در نظر گرفته است، دارای تمایز نسبت به مطالعات قبلی است ضمن اینکه عمده مطالعات قبلی روی مصرف انرژی به‌عنوان متغیر وابسته متمرکز بوده‌اند اما مطالعه حاضر متمرکز بر شدت انرژی به‌عنوان متغیر وابسته است. در عین حال به لحاظ نوع کشورهای منتخب، تنوع سه‌گانه مدل‌های مورد برآورد و نوع متغیرهای کنترل به کار گرفته شده نیز نسبت به مطالعات قبلی متفاوت است.

-
1. Rudenko & Tanasov
 2. Fully Modified Test Squares
 3. Dynamic Least Squares
 4. Cointegrating Regression
 5. Liu and Zhang
 6. Dunyo, et. al.

۳. معرفی داده‌ها و مدل‌های تحقیق

با توجه به هدف تحقیق و به منظور بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در کشورهای منتخب منا از تحلیل رگرسیونی چند متغیره استفاده شده است. فرم کلی مدل که در آن Y نشان‌دهنده متغیر وابسته، X ماتریس متغیرهای مستقل، τ_t اثرات ثابت زمانی، μ_i اثرات ثابت مقطعی و ε جمله پسماند است، به صورت زیر می‌باشد.

$$Y_{it} = \alpha + \beta X_{it} + \mu_i + \tau_t + \varepsilon_{it} \quad (1)$$

برای برآورد مدل مفهومی پژوهش، مدل پایه‌ای بصورت زیر است:

$$EI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 EI_{it-1} + \alpha_2 Innov_{it} + \alpha_3 Gov_{it} + \alpha_4 EPI_{it} + \alpha_5 Trade_{it} + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

که در آن، EI_{it} نشان‌دهنده شدت مصرف انرژی کشور i ام در سال t ام، Gov_{it} مخارج مصرف نهایی دولت کشور i ام در سال t ام، EPI_{it} شاخص قیمت انرژی (نسبت قیمت برق به شاخص قیمت مصرف‌کننده) کشور i ام در سال t ام و $Trade_{it}$ درجه باز بودن اقتصادی کشور i ام در سال t ام هستند.

شدت انرژی عبارت از نسبت مصرف نهایی انرژی (مصرف انرژی اولیه) به تولید ناخالص داخلی بوده و نشان‌دهنده آن است که هر کشوری به ازای هر دلار تولید ناخالص داخلی، چه مقدار انرژی نهایی (انرژی اولیه) مصرف کرده است (ترازنامه انرژی کشور، سال‌های مختلف). متغیر EI_{it-1} که به عنوان وقفه اول متغیر وابسته محسوب می‌شود، قابل انتظار است که تأثیر مثبت بر شدت انرژی داشته باشد چراکه متغیر با وقفه توضیح‌دهنده بخشی از تغییرات متغیر وابسته است. قابل ذکر است که داده‌های مربوط به شدت انرژی، مخارج مصرف نهایی دولت (به قیمت‌های ثابت سال ۲۰۱۵) و درجه باز بودن اقتصاد (نسبت تجارت به تولید ناخالص داخلی) از آمارهای بانک جهانی^۱ اخذ شده‌اند. در مورد شاخص قیمت انرژی باید اشاره کرد که چون شاخص جهانی برای قیمت انرژی وجود ندارد لذا شاخص‌سازی انجام گرفته است به‌طوری‌که با توجه به ساختار کشورهای مورد مطالعه، از نسبت قیمت برق به شاخص قیمت مصرف‌کننده به عنوان شاخص قیمت انرژی استفاده شده است. داده‌های مربوط به محاسبه شاخص قیمت انرژی (قیمت برق و شاخص قیمت مصرف‌کننده) نیز از آمارهای بانک جهانی و برای ایران از مرکز آمار ایران و

1. World Development Indicators (WDI)

ترازنامه انرژی و وبسایت شرکت توانیر استفاده شده است. البته قابل ذکر است که در مطالعات مربوط به کشورهای توسعه یافته بعضاً از شاخص قیمت نفت نسبت به تولید ناخالص داخلی به عنوان شاخص قیمت انرژی استفاده می شود.

Innov_{it} در معادله (۲) نشان دهنده نوآوری کشور t ام در سال t ام است که برای این متغیر، از سه شاخص متفاوت (در قالب سه مدل متفاوت) دسترسی مالی، فناوری اطلاعات و ارتباطات و شاخص کل نوآوری استفاده شده است.

$$EI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 EI_{it-1} + \alpha_2 OvI_{it} + \alpha_3 Gov_{it} + \alpha_4 EPI_{it} + \alpha_5 Trade_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۳)$$

$$EI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 EI_{it-1} + \alpha_2 Af_{it} + \alpha_3 Gov_{it} + \alpha_4 EPI_{it} + \alpha_5 Trade_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۴)$$

$$EI_{it} = \alpha_0 + \alpha_1 EI_{it-1} + \alpha_2 ICT_{it} + \alpha_3 Gov_{it} + \alpha_4 EPI_{it} + \alpha_5 Trade_{it} + \varepsilon_{it} \quad (۵)$$

در این معادلات که به صورت جداگانه برآورد می شوند، OvI_{it} نشان دهنده شاخص کلی نوآوری کشور t ام در سال t ام، Af_{it} نشان دهنده شاخص دسترسی مالی کشور t ام در سال t ام و ICT_{it} نشان دهنده شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات کشور t ام در سال t ام است. داده های مربوط به شاخص های فوق الذکر از آنکتاد گرفته شده اند. طبق تعریف آنکتاد، فناوری اطلاعات و ارتباطات ترکیبی از «تعداد کاربران اینترنت» و «سرعت پهنای باند» است. دسترسی مالی نشان دهنده اعتبار داخلی اعطایی به بخش خصوصی (به عنوان درصدی از تولید ناخالص داخلی) است و شاخص کلی نوآوری نیز ترکیبی از زیرشاخص های مختلف تشکیل دهنده این شاخص کلی است.

نمونه آماری مطالعه حاضر مشتمل بر ۱۳ کشور منتخب منطقه منا است که در دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۰، تأثیر عوامل مؤثر بر شدت انرژی با تأکید بر شاخص های نوآوری بررسی شده اند. روش پژوهش هم مبتنی بر رویکرد داده های پانل و روش تخمین گشتاورهای تعمیم یافته است.

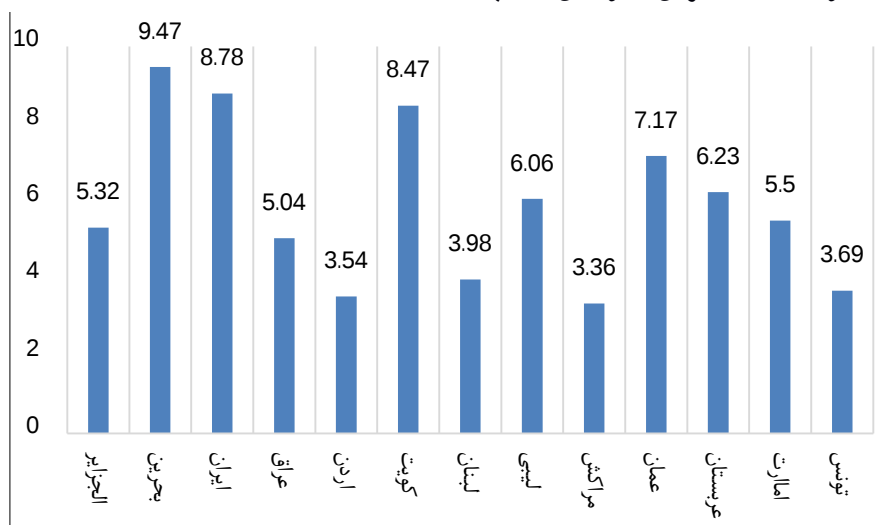
۴. تبیین حقایق آشکار شده

نمودار (۳) نشان دهنده شواهد آماری مربوط به شاخص شدت انرژی کشورهای مورد مطالعه در سال ۲۰۲۰ است. ملاحظه می گردد که در بین کشورهای منتخب منطقه منا،

عوامل مؤثر بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا با تأکید بر نوآوری | خوشکلام خسروشاهی و مرادی | ۸۱

شدت انرژی بحرین با عدد ۹/۴۷ از همه کشورها بیشتر بوده و لذا کمترین کارایی مصرف انرژی مربوط به بحرین است. کشور ایران نیز در رتبه دوم شدت انرژی با رقم ۸/۷۸ قرار دارد. کمترین شدت انرژی در سال ۲۰۲۰ مربوط به کشور مراکش با ۳/۳۶ است.

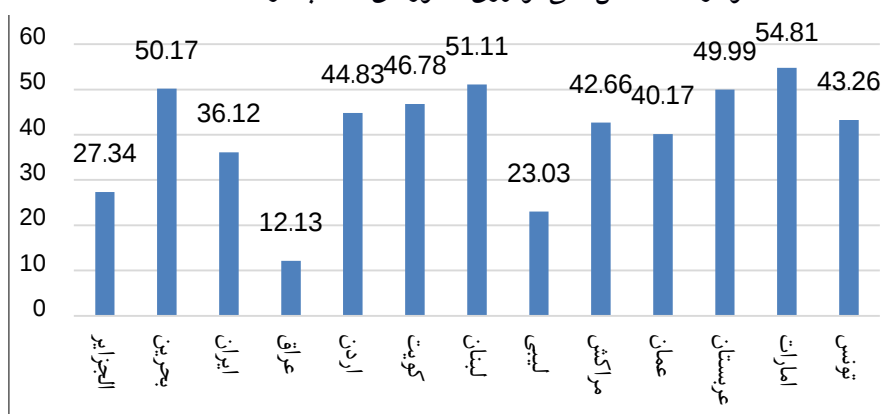
نمودار ۳. شدت انرژی کشورهای منتخب منا در سال ۲۰۲۰ (MJ/\$2017 PPP GDP)



منبع: یافته‌های تحقیق

نمودار (۴) نشان‌دهنده وضعیت کشورهای منتخب مورد بررسی به لحاظ شاخص کلی نوآوری در سال ۲۰۲۰ است.

نمودار ۴. شاخص کلی نوآوری کشورهای منتخب در سال ۲۰۲۰



منبع: یافته‌های تحقیق

شاخص کلی نوآوری که آمارهای آن به صورت سالیانه توسط آنکتاب منتشر می‌شود، عددی بین ۰ و ۱۰۰ بوده و هر چقدر عدد به ۱۰۰ نزدیکتر شود نشان‌دهنده وضعیت مناسب به لحاظ نوآوری است. طبق نمودار بالا مشاهده می‌شود که در بین کشورهای منتخب مورد بررسی، بهترین وضعیت مربوط به کشور امارات با رقم ۵۴/۸۱ بوده و نامناسب‌ترین وضعیت مربوط به عراق با عدد ۱۲/۱۳ است. ایران نیز با رقم ۳۶/۱۲ در رتبه دهم کشورهای منتخب قرار دارد.

۵. برآورد مدل و تحلیل نتایج

نخستین گام برای تخمین یک مدل بررسی مانایی و نامانایی متغیرهای مدل است چرا که وجود ریشه واحد در متغیرهای مدل منجر به رگرسیون کاذب می‌شود (آرلانو و باند (۱۹۹۱)).^۱ در مقاله حاضر برای بررسی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد LLC^۲ استفاده شده است. نتایج این آزمون در جدول (۳) ارائه شده است. نتایج ارائه‌شده حاکی از آن است که در سطح اطمینان ۹۵ درصد، فرضیه صفر در مورد همه متغیرهای تحقیق پذیرفته نمی‌شود و لذا متغیرها در سطح مانا هستند و نگرانی از رگرسیون کاذب وجود ندارد.

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد (LLC)

متغیر	با عرض از مبدأ	با عرض از مبدأ و روند	وضعیت مانایی
EI	-۳/۲۰ (۰/۰۰)	-۴/۶۸ (۰/۰۰)	I(0)
OvI	-۰/۷۴ (۰/۰۲)	-۸/۱۱ (۰/۰۰)	I(0)
Af	-۴/۰۶ (۰/۰۰)	-۷/۰۱ (۰/۰۰)	I(0)
ICT	-۲/۷۷ (۰/۰۰)	-۱۰/۱۳ (۰/۰۰)	I(0)
Gov	-۵/۲۰ (۰/۰۰)	-۵/۵۴ (۰/۰۰)	I(0)
EPi	-۶/۰۰ (۰/۰۰)	-۱۱/۸۷ (۰/۰۰)	I(0)
Trade	-۹/۷۵ (۰/۰۰)	-۱۵/۶۶ (۰/۰۰)	I(0)

منبع: یافته‌های تحقیق

1. Arellano & Bond
2. Levin, Lin & Chu

عوامل مؤثر بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا با تأکید بر نوآوری | خوشکلام خسروشاهی و مرادی | ۸۳

با توجه به اینکه روش برآورد مدل‌های سه گانه تحقیق، گشتاورهای تعمیم یافته است لذا جدول (۴) نشان‌دهنده نتایج آزمون‌های سارگان^۱ و خودهمبستگی است. کاربرد آزمون سارگان در بررسی معتبر بودن متغیرهای ابزاری بوده و آماره مربوطه دارای توزیع کای دو است. نتایج این آزمون حاکی عدم رد فرضیه صفر مبنی بر معتبر بودن متغیرهای ابزاری است. در برآورد به روش گشتاورهای تعمیم یافته، با توجه به وجود وقفه اول متغیر وابسته، وجود همبستگی مرتبه اول طبیعی است اما باید وجود همبستگی مراتب بالاتر مورد بررسی قرار گیرد که از آزمون همبستگی آرلانو - باند برای این منظور استفاده می‌شود. فرضیه صفر این آزمون، عدم وجود همبستگی است. نتایج مربوط به این آزمون حاکی از آن است که در هر سه مدل، فرضیه صفر را نمی‌توان رد کرد لذا هر سه مدل مورد برآورد، فاقد همبستگی مراتب بالاتر از یک هستند.

جدول ۴. نتایج آزمون‌های سارگان و خودهمبستگی

آزمون سارگان			
احتمال	آماره	مدل	
۰/۹۸	۸/۰۳	مدل اول (با متغیر (OVI)	
۰/۹۷	۸/۳۱	مدل دوم (با متغیر (Af	
۰/۹۸	۸/۴۰	مدل سوم (با متغیر (ICT)	
آزمون خودهمبستگی			
احتمال	آماره Z	خودهمبستگی	مدل
۰/۰۸	۲/۶۰	مرتبه اول	مدل اول
۰/۳۵	-۲/۰۱	مرتبه دوم	
۰/۰۸	۲/۶۳	مرتبه اول	مدل دوم
۰/۴۱	-۲/۲۳	مرتبه دوم	
۰/۰۹	۲/۹۳	مرتبه اول	مدل سوم
۰/۴۶	-۲/۶۷	مرتبه دوم	

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۵) نتایج مربوط به برآورد مدل‌های سه گانه تحقیق را نشان می‌دهد. همان‌طور که یافته‌ها نشان می‌دهند، بیشترین تأثیرپذیری متوسط شدت انرژی (کشورهای منتخب مورد بررسی در دوره مورد مطالعه) مربوط به وقفه اول شدت انرژی است یعنی شدت

1. Sargan Test

انرژی دوره قبل بیشترین تأثیر را بر شدت انرژی دوره بعد دارد. دلیل این اثرگذاری نیز مربوط به ثبات ساختار فعالیت‌های تولیدی بهره‌بردار از نهاده انرژی در کوتاه‌مدت است. ضریب متغیر $EI(-1)$ در هر سه مدل رقم بالایی است که مؤید نکته فوق‌الذکر است. در مورد سایر متغیرها نیز، تأثیر منفی و معنی‌دار آنها بر شدت انرژی قابل مشاهده است.

جدول ۵. نتایج برآورد مدل‌های تحقیق

متغیرها	ضرایب مدل اول	ضرایب مدل دوم	ضرایب مدل سوم
$EI(-1)$	۰/۹۲ (۰/۰۰)	۰/۹۴ (۰/۰۳)	۰/۹۳ (۰/۰۲)
Gov	-۰/۳۹ (۰/۰۰)	-۰/۳۶ (۰/۰۰)	-۰/۲۹ (۰/۰۰)
Epi	-۰/۲۰ (۰/۰۰)	-۰/۱۷ (۰/۰۰)	-۰/۲۱ (۰/۰۰)
Trade	-۰/۰۵ (۰/۰۰)	-۰/۰۳ (۰/۰۰)	-۰/۰۱ (۰/۰۴)
Ovi	-۰/۰۸ (۰/۰۱)	-	-
Af	-	-۰/۱۱ (۰/۰۰)	-
ICT	-	-	-۰/۰۴ (۰/۰۲)

منبع: یافته‌های پژوهش

همان‌طور که مشاهده می‌شود به‌طور متوسط و در مورد کشورهای منتخب منطقه منا، مخارج مصرف نهایی دولت دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر شدت انرژی است. با عنایت به اینکه افزایش مخارج دولت از یکسو منجر به افزایش تقاضا و لذا افزایش تولید شده و در نتیجه منجر به کاهش شدت انرژی می‌شود و از سوی دیگر، افزایش تولید از کانال افزایش تقاضای نهاده‌های تولیدی ازجمله انرژی محقق می‌شود که به معنی افزایش مصرف انرژی و کاهش شدت انرژی است لذا نتیجه فوق‌الذکر قابل انتظار بوده است.

تأثیر شاخص قیمت انرژی بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا نیز منفی و معنی‌دار است. علامت منفی کاملاً قبل انتظار است زیرا افزایش در قیمت هر نهاده تولیدی ازجمله انرژی منجر به کاهش تقاضا برای آن و در نتیجه کاهش شدت انرژی می‌شود البته

مشخص است که کاهش تقاضا برای نهاده انرژی می‌تواند منجر به کاهش تولید ناخالص داخلی نیز شده و از آن طریق منجر به افزایش شدت انرژی شود اما به هر ترتیب مجموع این دو اثر مؤید تأثیر منفی شاخص قیمت انرژی بر شدت انرژی است. قابل ذکر است نتایج مربوط به ضریب قیمت انرژی با نتایج برخی مطالعات از قبیل فدائی و ویسی (۱۴۰۰) همخوانی دارد. در مورد تأثیر منفی قیمت انرژی بر شدت انرژی قابل ذکر است که افزایش قیمت انرژی سبب استفاده تولیدکنندگان از تکنولوژی‌های صرفه‌جویی‌کننده در انرژی شده و در نتیجه تولید واحد از کالاها و خدمات با انرژی کمتری صورت می‌گیرد در عین حال افزایش قیمت انرژی موجب جانشینی سایر نهاده‌ها با انرژی شده و بدین ترتیب کاهش شدت انرژی محقق می‌شود.

مطابق یافته‌ها، تأثیر درجه باز بودن تجاری بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا نیز منفی و معنی‌دار است. منفی بودن ضریب این متغیر از این واقعیت حکایت دارد که باز بودن تجاری ظرفیت بالقوه‌ای برای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بوده و لذا برای کشورهای منتخب این امکان را فراهم می‌کند که از فناوری‌های کشورهای توسعه‌یافته برای کاهش وابستگی به نهاده‌هایی چون انرژی استفاده کنند. با توجه به اینکه کالاهای سرمایه‌ای وارداتی، از راندمان انرژی بالاتری برخوردار هستند لذا واردات تجهیزات با راندمان بالا و استفاده از فناوری‌های پیشرفته، سبب تسهیل روند انتقال جهانی به سمت کاهش شدت انرژی می‌شود. همچنین با افزایش صادرات، به علت افزایش پیامدهای خارجی صادرات، بهره‌وری و کارایی انرژی افزایش و شدت انرژی کاهش پیدا می‌کند. این یافته تجربی با نتایج مطالعه بهبودی و همکاران (۱۳۸۹) نیز مطابقت دارد.

یافته‌های جدول (۵) حاکی از تأثیر منفی و معنی‌دار نوآوری بر شدت انرژی در کشورهای منتخب منطقه منا است. رشد و گسترش نوآوری در قالب شاخص کلی نوآوری، اصلی‌ترین تأثیر را بر ارتقای بهره‌وری همه عوامل تولید از جمله نهاده انرژی داشته و لذا ارتقای بهره‌وری انرژی می‌تواند منجر به استفاده بهینه از انرژی شده و لذا کاهش شدت انرژی را به همراه خواهد داشت. تحلیل مشابهی در مورد دو زیرشاخص مورد استفاده برای نوآوری نیز وجود دارد. با توجه به تأثیر دوگانه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی که در مبانی نظری مورد بررسی قرار گرفت، یافته‌های جدول (۵) در مورد تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی نشان می‌دهد که اثر جانشینی

ناشی از گسترش فناوری اطلاعات و ارتباطات بر اثر درآمدی ناشی از آن غلبه کرده و در کل (در مورد کشورهای منتخب منطقه منا)، تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت انرژی منفی و معنی‌دار است. همچنین یافته‌ها حاکی از آن است که گسترش دسترسی مالی بخش خصوصی به واسطه به کارگیری تجهیزات با تکنولوژی بالا منجر به افزایش کارایی مصرف انرژی و لذا کاهش شدت انرژی می‌شود.

۶. خلاصه، جمع‌بندی و توصیه سیاستی

با عنایت به اهمیت انرژی به عنوان نهاده تولیدی و همچنین مورد استفاده در توزیع و مصرف تقریباً تمامی کالاها و خدمات از یکسو و استفاده بهینه آن به منظور کاهش شدت مصرف انرژی از سوی دیگر، در مطالعه حاضر به بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی با تأکید بر نوآوری پرداخته شد. هدفگذاری انجام تحقیق حاضر برای کشورهای منتخب منطقه منا بود زیرا این کشورها که ایران هم جزو آنها است از ساختار اقتصادی تقریباً مشابهی برخوردار هستند. بنابراین تأثیر عوامل مؤثر بر شدت انرژی با تأکید بر نوآوری در این گروه از کشورها طی دوره زمانی ۲۰۲۰-۲۰۱۰ با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته مورد بررسی قرار گرفت.

علاوه بر شاخص کلی نوآوری به عنوان متغیر اصلی تحقیق، دو متغیر دیگر به نام «فناوری اطلاعات و ارتباطات» و «دسترسی مالی» نیز به عنوان زیرشاخص‌های نوآوری مورد استفاده قرار گرفتند. همچنین از متغیرهای کنترل شامل مخارج مصرف نهایی دولت، قیمت انرژی و درجه باز بودن تجاری نیز استفاده شد تا تصریح مدل با مشکل مواجه نشود. یافته‌های اولاً بخش عمده شدت انرژی توسط شدت انرژی سال قبل توضیح داده می‌شود، ثانیاً تأثیر هر سه متغیر کنترل شامل مخارج مصرف نهایی دولت، شاخص قیمت انرژی و درجه باز بودن تجاری بر شدت انرژی منفی و معنی‌دار است. تأثیر شاخص کلی نوآوری به عنوان متغیر اصلی تحقیق بر شدت انرژی گروه کشورهای منتخب مورد بررسی منفی و معنی‌دار است، ثالثاً برآورد مدل‌های سه گانه برای کشورهای منتخب منطقه منا طی دوره ۲۰۲۰-۲۰۱۰ نشان می‌دهند که در هر سه مدل، رابعاً زیرشاخص‌های نمایانگر نوآوری شامل فناوری اطلاعات و ارتباطات و دسترسی مالی نیز دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا در دوره مورد بررسی هستند.

با توجه به یافته‌های تحقیق می‌توان به سیاستگذاران اقتصادی کشورهای منطقه منا از جمله کشور ایران توصیه کرد که به مقوله نوآوری از کانال زیرشاخص‌های آن توجه ویژه‌ای داشته و سرمایه‌گذاری‌ها و سیاست‌گذاری‌های خود را با تمرکز بیشتری در حوزه نوآوری قرار دهند چرا که نوآوری علاوه بر مزایای مختلفی که می‌تواند داشته باشد، طبق یافته‌های این مقاله عامل مؤثری در کاهش شدت انرژی است.

۷. تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد

۸. سپاسگزاری

از تمامی داوران محترم که با نظرات ارزشمند خود سبب ارتقاء این پژوهش شدند کمال تشکر را داریم.

ORCID

Musa Khoshkalam Khosroshahi  <https://orcid.org/0000-0002-4395-3966>

Zahra Moradi  <https://orcid.org/0009-0004-5592-2683>

۹. منابع

- ابراهیمی، محسن؛ ممی‌پور، سیاب و بنی‌مشهدی علی، میلاد. (۱۳۹۸). بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی با تأکید بر شکست ساختاری در ایران. *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، ۱۹(۲)، ۸۷-۱۰۷.
- اصغری‌پور، حسین؛ سلمانی، بهزاد و ابراهیمی، سعید. (۱۳۹۱). تحلیل تجربی تأثیر مخارج دولت بر مصرف خصوصی در ایران. *فصلنامه تحقیقات توسعه اقتصادی*، ۲(۸)، ۱۳۲-۱۰۵.
- امینی، علیرضا و یزدی‌پور، فرزانه. (۱۳۸۷). تحلیل عوامل مؤثر بر بهره‌وری انرژی در کارگاه‌های بزرگ صنعتی ایران، *پژوهشنامه اقتصادی*، دوره ۸، شماره ۳۰، ۷۱-۱۰۴.
- بهبودی، داود؛ اصلانی‌نیا، نسیم و سجودی، سکینه. (۱۳۸۹). تجزیه شدت انرژی و بررسی عوامل مؤثر بر آن در اقتصاد. *فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی*، ۷(۲۶)، ۱۳۰-۱۰۵.
- بهرام‌بیگی، فاطمه؛ فطرس، محمدحسن؛ حاجی، غلامعلی و ترکمنی، اسماعیل. (۱۴۰۲). تأثیر رژیم‌های توسعه مالی بر شدت انرژی در ایران: رهیافت مارکوف - سوئیچینگ. *اقتصاد مقداری*، ۲۰(۲)، ۷۱-۳۲.

- ترازنامه انرژی جمهوری اسلامی ایران. (سال‌های مختلف). وزارت نیرو، معاونت امور برق و انرژی. دفتر برنامه‌ریزی و اقتصاد کلان برق و انرژی، چاپ ۱۴۰۱.
- حامدی‌نیا، حامد و اسدی، بهرنگ. (۱۴۰۰). محاسبه شاخص ترکیبی اندازه‌گیری دسترسی مالی در ایران. نشریه چشم‌انداز مدیریت مالی، (۳۳)، صفحات ۲۱۵-۱۹۳.
- سالم، علی‌اصغر؛ توکلیان، حسین و احمدی، ستاره. (۱۴۰۰). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی صنایع کارخانه‌ای ایران. فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصاد صنعتی، ۵(۱۵)، ۴۸-۲۹.
- سلطانی، ابراهیم؛ ملامیرزایی، محمدصادق و شکوه، حسن. (۱۴۰۱). تأثیر شاخص‌های اقتصاد دانش‌بنیان و اقتصاد مقاومتی بر شدت مصرف انرژی در کشورهای منتخب صادرکننده نفت. فصلنامه علمی مطالعات مدیریت راهبردی دفاع ملی، ۶(۲۱)، ۷۵-۱۰۲.
- سلیمانی، سعید. (۱۳۹۹). تأثیر نوآوری در فناوری، رشد اقتصادی، قیمت جهانی نفت خام و باز بودن تجارت بر مصرف انرژی در ایران، فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی، ۲۱(۲)، صفحات ۱۸۱-۲۱۱.
- عاشوری، مریم؛ پارسا، حجت و حیدری، ابراهیم. (۱۳۹۸). عوامل مؤثر بر شدت انرژی در استان‌های ایران: رویکرد میانگین‌گیری بیزی. فصلنامه پژوهش‌های سیاستگذاری و برنامه‌ریزی انرژی، ۵(۱۴)، صفحات ۶۳-۲۹.
- علیزاده، محمد و مطلبی، معصومه. (۱۳۹۶). بررسی تأثیر مالیات بر ارزش افزوده بر اندازه دولت در اقتصاد ایران (با استفاده از آزمون کرانه‌ها). فصلنامه مدل‌سازی اقتصادسنجی، ۲(۱)، صفحات ۱۳۵-۱۵۶.
- فدائی، مهدی و ویسی، شهلا. (۱۴۰۰). شدت انرژی، ساختار مالکیت و تمرکز صنعتی در صنایع کارخانه‌ای ایران. فصلنامه مطالعات اقتصاد انرژی، سال ۱۷، شماره ۶۹، ۱۹۷-۲۲۹.
- قاسمی، عبدالرسول و محمدخان‌پور، رقیه. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل. پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، سال چهارم، شماره ۱۳، ۱۶۹-۱۹۰.
- مسعودی، نسیم؛ دهمره، نظر و اسفندیاری، مرضیه. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر و نوآوری‌های فنی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن. فصلنامه علمی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، سال دهم، شماره ۴۰، ۳۵-۵۴.
- محمدزاده، پرویز؛ خان‌گل‌دی‌زاده، سمانه و کمانگر، شهرام. (۱۳۹۹). تأثیر نوآوری و کارآفرینی بر رشد اقتصادی (یک مطالعه بین‌کشوری). فصلنامه علمی پژوهش‌های اقتصادی ایران، ۸۲(۲۵)، صفحات ۱۴۸-۱۲۱.

References

- Afonso, A., Schuknecht, L. and Tanzi, V. (2005). Public sector efficiency: an international comparison. *Public choice*, 123(3-4), 321-347.
- Alegre, J., & Chiva, R. (2008). Assessing the impact of organizational learning capability on product innovation performance: An empirical test. *Technovation*, 28(6), 315-326.
- Alizadeh, Mohammad and Matalabi, Masoumeh. (2016). Investigating the effect of value added tax on the size of the government in Iran's economy (using the edge test). *Econometric Modeling Quarterly*, 2(1), pp. 156-135. [In Persian]
- Amini, Alireza and Yazdipour, Farzaneh. (1387). Analysis of factors affecting energy efficiency in large industrial workshops of Iran. *Economic Research Journal*, Volume 8, Number 30, 71-104. [In Persian]
- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some Tests of Specification for Panel Data: Monte Carlo Evidence and an Application to Employment Equations. *The Review of Economic Studies*, 58(2), 277-297.
<https://doi.org/10.2307/2297968>
- Asgharpour, Hossein, Salmani, Behzad and Ebrahimi, Saeed. (2011). Empirical analysis of the effect of government spending on private consumption in Iran. *Economic Development Research Quarterly*, 2(8), 105-132. [In Persian]
- Ashuri, Maryam, Parsa, Hojjat and Heydari, Ibrahim. (2018). Factors affecting energy intensity in Iran's provinces: Bayesian averaging approach. *Energy Planning and Policy Research Quarterly*, 5(14), pp. 29-63. [In Persian]
- Bahram Beigi, Fatemeh, Fitras, Mohammad Hassan, Haji, Gholam Ali and Turkmani, Ismail. (1402). The impact of financial development regimes on energy intensity in Iran: a Markov-switching approach, *Quantitative Economics*, 20(2), 71-32. [In Persian]
- Behbodi, Daoud, Aslania, Nasim and Sojodi, Sakineh. (1389). Analyzing energy intensity and investigating factors affecting it in the economy. *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, 7(26), 105-130. [In Persian]
- Bildirici, M. E., Castanho, R. A., Kayıkçı, F., & Genç, S. Y. (2022). ICT, energy intensity, and CO2 emission nexus. *Energies*, 15(13), 4567.
- Borysova, T., & Monastyrskyi, G. (2018). Marketing innovation activity of urban public transport: results of the empirical study. *Marketing and Management of Innovations*, (3), 229-240, DOI:10.21272/mmi.2018.3-20
- Chen, S., Du, X., Huang, J., & Huang, C. (2019). The impact of foreign and indigenous innovations on the energy intensity of China's industries. *Sustainability*, 11(4), 1107.

- Guo, X., Xiao, B., & Song, L. (2019). What cause the decline of energy intensity in China's cities? Comprehensive panel-data analysis. *Journal of Cleaner Production*, 233, 1298-1313.
- Dunyo, s., Odei, S. and Chaiwet, W. (2024). Relationship between CO2 emissions, technological innovation, and energy intensity: Moderating effects of economic and political uncertainty. *Journal of Cleaner Production*, Vol. 440, 140904.
- Ebrahimi, Mohsen, Memipour, Siyab and Bani Mashhadi Ali, Milad. (2018). Investigating factors affecting energy intensity with emphasis on structural failure in Iran. *Economic Research Quarterly* (Sustainable Growth and Development), 19(2), 87-107. [In Persian]
- Energy balance sheet of the Islamic Republic of Iran. (various years). Ministry of Energy, *Electricity and Energy Affairs Deputy, Electricity and Energy Planning and Macroeconomics Office*, 1401 edition. [In Persian]
- Fedai, Mehdi and Veisi, Shahla. (1400). Energy intensity, ownership structure and industrial concentration in Iran's manufacturing industries. *Quarterly Journal of Energy Economics Studies*, year 17, number 69, 197-229. [In Persian]
- Financial access in Iran. *Journal of financial management vision*, (33), pp. 193-215. [In Persian]
- Ghasemi, Abdul Rasul and Mohammad Khanpour, Ruqiya. (2013). Investigating the impact of information and communication technology on the intensity of energy consumption in the transportation sector. *Iranian Energy Economics Research Journal*, fourth year, number 13, 169-190. [In Persian]
- Hamedinia, Hamed and Asadi, Behrang. (1400). Calculating the composite index of measuring financial access in Iran. *Journal of financial management vision*, (33), pp. 193-215. [In Persian]
- Hille, E., & Lambernd, B. (2020). The role of innovation in reducing South Korea's energy intensity: Regional-data evidence on various energy carriers. *Journal of environmental management*, 262, 110293.
- Huang, J., Hao, Y., & Lei, H. (2018). Indigenous versus foreign innovation and energy intensity in China. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 81, 1721-1729.
- Hui, W., Xin-gang, Z., Ling-chi, R., Ji-Cheng, F., & Fan, L. (2021). The impact of technological progress on energy intensity in China (2005-2016): Evidence from a geographically and temporally weighted regression model. *Energy*, 226, 120362.
- Karanfil, F. (2009). How Many Times Again Will We Examine the Energy-Income Nexus Using a Limited Range of Traditional Econometric Tools?. *Energy Policy*, 37(4), 1191-1194.

- Liu, F., Zhang, X. (2022). Asymmetric and moderating role of Industrialization and technological innovation on energy intensity: Evidence from BRICS economies. 198, 1364-1372
- Luan, B., Huang, J., Zou, H., & Huang, C. (2020). Determining the factors driving China's industrial energy intensity: Evidence from technological innovation sources and structural change. *Science of the Total Environment*, 737, 139767.
- Masoudi, Nasim, Dahmara, Nazar and Esfandiari, Marzieh. (2019). Investigating the impact of renewable energies and technical innovations and economic growth on carbon dioxide emissions. *Economic Growth and Development Research Quarterly*, 10th year, number 40, 54-35. [In Persian]
- Mohammadzadeh, Parviz, Khan-Goldi-zadeh, Samaneh and Kamangar, Shahram. (2019). The effect of innovation and entrepreneurship on economic growth (a cross-country study). *Iranian Economic Research Quarterly*, 82(25), pp. 121-148. [In Persian]
- Rudenko, D., Tanasov, G. (2022). The determinants of energy intensity in Indonesia. *International journal of emerging markets*, Vol. 17, 3, PP. 832-857.
- Salem, Ali-Asghar, Tavaklian, Hossein and Ahmadi, Setara. (1400). Investigating the effect of information and communication technology on the intensity of energy consumption in industrial industries of Iran. *Scientific Quarterly of Industrial Economics Research*, 5(15), 48-29.
- Samargandi, N. (2019). Energy intensity and its determinants in OPEC countries. *Energy*, 186, 115803.
- Saudi, M. H. M., Sinaga, O., Roespinoedji, D., & Ghani, E. K. (2019). The impact of technological innovation on energy intensity: Evidence from Indonesia. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 9(3), 11.
- Soltani, Ebrahim, Malamirzaei, Mohammad Sadegh and Shokoh, Hassan. (1401). The effect of indicators of knowledge-based economy and resistance economy on the intensity of energy consumption in selected oil exporting countries. *National Defense Strategic Management Studies Quarterly*, 6(21), 75-102. [In Persian]
- Soleimani, Saeed. (2019). The effect of innovation in technology, economic growth, global crude oil price and trade openness on energy consumption in Iran. *Economic Research Quarterly*, 21(2), pp. 181-211. [In Persian]
- Stern D. I. (2004). Energy and economic growth. *Rensselaer working paper*. No 410, pp. 112-122.
- Sue Wing, I. (2008). Explaining the Declining Energy Intensity of the U.S. Economy. *Resource and Energy Economics*, Vol. 30, PP. 9-21.

<http://www.worldbank.org>
<http://www.bp.com>
<http://www.unctad.org>
<http://ecosoc.un.org>
<http://www.iae.org>
<https://databank.worldbank.org/source/world-development-indicators>
<https://www.amar.org.ir/>
<https://www.tavanir.org.ir/>

استناد به این مقاله: خوش کلام، موسی؛ مرادی، زهرا. (۱۴۰۳). عوامل مؤثر بر شدت انرژی کشورهای منتخب منطقه منا با تأکید بر نوآوری، پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران، ۵۰ (۱۳)، ۶۳-۹۲.



Iranian Energy Economics is licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.