

## Factors Affecting Energy Intensity with Emphasis on Economic Complexity and Mutual Relationship of Financial Risk and Financial Development

Ashkan Rahimzadeh 

Assistant Professor, Economics Department, Zanjan Branch, Islamic Azad University, Zanjan, Iran.

### Abstract

The main goal of the research is to investigate the impact of various factors on energy intensity with an emphasis on economic complexity and mutual relationship between financial risk and financial development. The statistical data used in this research are from the International Country Risk Guide (ICRG), World Bank, energy balance and MIT University website during the years 2000-2022. In order to estimate the target model, the Auto Regressive distributed Lags approach (ARDL approach) has been used in the framework of short-term dynamic model, long-term relationships and error correction model. ARDL model (1,0,0,0,0,0,0,0,0,0) was selected with one interval for energy intensity variable and zero interval for all independent variables based on Schwartz-Bayesian criterion. The results of the ARDL dynamic model in the short-term and long-term show: the effect of energy price and capital per capita on energy intensity is indirect. The effect of variables of economic complexity, trade liberalization, urbanization rate and internet users on energy intensity in the short and long term is direct. Despite its statistical significance, the coefficients of domestic investment and labor force are very small and close to zero. The mutual effects of financial risk and financial development, as well as the foreign direct investment variable, did not have a significant effect on energy intensity in both time periods.

### Introduction

In line with the special importance given to environmental issues, rationalizing energy consumption is becoming more and more necessary. The continuity of the supply of finite energies, such as oil, is facing serious doubts, and the revelation of the realities of energy supply is creating anxiety and anomalies in countries. Reducing energy intensity, or in other words, optimizing energy consumption, is considered one of the development goals and aspirations of policymakers and economic planners in every country, and achieving this goal is not possible except by recognizing its determining factors and providing thoughtful solutions. Energy price The main factor in choosing between energy-efficient technology or environmental technology is the price of energy. Economic complexity can affect energy intensity through scale, composition, and technical effects, which manifest themselves over different time periods. There

\*Corresponding Author: [ashkan.rahimzadeh@iauz.ac.ir](mailto:ashkan.rahimzadeh@iauz.ac.ir)

**How to Cite:** Rahimzadeh, A. (2024) Factors Affecting Energy Intensity with Emphasis on Economic Complexity and Mutual Relationship of Financial Risk and Financial Development. *Iranian Energy Economics*, 53 (14), 91-117.

are various channels proposed regarding the impact of financial risk on energy intensity. Some channels imply a decrease in energy intensity and others imply an increase in energy intensity. These three effects may also appear in the case of foreign direct investment and Trade liberalization. Information and communication technology affects energy intensity through substitution and income effects. Investment may have different effects on energy intensity depending on the structure of the economy. Urbanization can be examined from different perspectives, such as economies of scale and the expansion of economic activities.

### Methods and Materials

The analysis used in this research is the ARDL method, which uses three dynamic equations: short-term, long-term, and error correction. The model variables are logarithmic. The dependent variable is energy intensity and the independent variables are energy price, economic complexity, the interrelationship of financial risk and financial development, trade liberalization, urbanization rate, Internet users, capital per capita, foreign direct investment, domestic investment, and labor force. Statistics on energy intensity, domestic investment, foreign direct investment, labor, capital per capita, trade liberalization (trade as a percentage of GDP), and urbanization rate were obtained from the World Bank. Information on bank facilities to the non-governmental sector (Financial Development Index) was obtained from the Central Bank, information on economic complexity was obtained from the MIT website, and financial risk information was obtained from the International Country Risk Guide database. Regarding energy prices in Iran, the main energy carriers include petroleum products, natural gas, and electricity. In this study, the energy price index is obtained as a weighted average (based on the share of carriers) of the three price indices of petroleum products, natural gas, and electricity. Each of these sub-indices is calculated using the Laspeyres method. The period under study is 2000-2022. EViews 9 software was also used in the estimation.

### Results and Discussion

The results of the ARDL model estimation show that: The impact of energy prices on energy intensity in the short and long term is indirect. Such a result is consistent with the theoretical foundations that increasing energy prices provides an incentive to increase energy efficiency. As economic complexity increases, energy intensity increases in both the short and long term. Therefore, it can be said that the country is not yet at the stage of strong emergence of technical or combination effects, or their magnitude is lower compared to the scale effect. The long-term positive coefficient (0.53) is slightly lower than the short-term (0.775). The urbanization rate has a direct impact on energy intensity in the short and long term. This result indicates that with the expansion of urbanization, on the one hand, urban density in the country has not been able to reduce energy intensity for public urban infrastructure through economies of scale, and on the other hand, with the expansion of economic activities, energy intensity has increased. The value of the long-term positive coefficient (0.563) is lower compared to the short-term (0.82). An increase in capital per capita has a negative impact on energy intensity in the short and long term. Labor, despite its negative impact, has a very small impact in both time periods. That is, a higher share of capital is associated with energy-intensive technologies, and a lower share of capital is associated with technologies with a higher share of energy input. Internet users have a positive impact on energy intensity in the short and long term, indicating that the income effect is dominant over the substitution effect. Foreign direct investment did not have a significant impact on energy intensity in both time periods,

which indicates that economic growth is not affected by foreign direct investment. The interaction effects of financial risk and financial development on energy intensity did not have a significant impact in either time period, and it can be said that financial development in the country has not yet reached a level that can significantly increase investment and economic growth.

### **Conclusion**

The energy price variable coefficient implies that each 1% increase in energy prices reduces energy intensity by 0.018 and 0.013% in the short and long run, respectively. The economic complexity coefficient implies that each 1% increase in this variable increases energy intensity by 0.775 and 0.53% in the short and long term, respectively. Trade liberalization has a positive and significant effect on energy intensity, such that each one percent increase in this variable increases energy intensity by 0.038 and 0.026 percent in the short and long term, respectively. The urbanization rate has a positive effect on energy intensity, such that each one percent increase in this variable increases energy intensity by 0.82 and 0.563 percent in the short and long term, respectively. The coefficient of Internet users implies that a one percent increase in Internet users increases energy intensity by 0.023 and 0.016 percent in the short and long run, respectively. The coefficient of domestic investment and labor, despite being statistically significant, is very small and close to zero. The variables of foreign direct investment and the interaction effects of financial risk and financial development did not have a significant effect on energy intensity.

**Keywords:** Energy Intensity, Economic Complexity, Mutual Relationship of Financial Risk and Financial Development, Trade Liberalization, Internet Users

**JEL Classification:** Q40, P00, E00



## عوامل تأثیرگذار بر شدت انرژی با تأکید بر پیچیدگی اقتصادی و ارتباط متقابل ریسک مالی و توسعه مالی

اشکان رحیمزاده \* | استادیار، گروه اقتصاد، واحد زنجان، دانشگاه آزاد اسلامی، زنجان، ایران.

### چکیده

هدف اصلی تحقیق بررسی تأثیر عوامل مختلف بر میزان شدت انرژی با تأکید بر پیچیدگی اقتصادی و ارتباط متقابل ریسک مالی و توسعه مالی می‌باشد. داده‌های آماری بکار گرفته شده در این تحقیق از بانک اطلاعاتی راهنمای بین‌المللی ریسک کشوری، بانک جهانی، ترازنامه انرژی وبسایت دانشگاه ام‌آی‌تی طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ می‌باشد. به منظور برآورد الگوی موردنظر، از رهیافت خود توزیع با وقفه‌های گسترده در چارچوب الگوی پویای کوتاه‌مدت، روابط بلندمدت و الگوی تصحیح خطا استفاده شده است. الگوی  $ARDL(1,0,0,0,0,0,0,0,0,0)$  با وقفه یک برای متغیر شدت انرژی و وقفه صفر برای کلیه متغیرهای مستقل بر اساس معیار شوارتز-بیزین انتخاب گردید. نتایج الگوی پویای خود توزیع با وقفه‌های گسترده در کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان می‌دهد: اثرگذاری قیمت انرژی و سرمایه سرانه بر شدت انرژی غیرمستقیم می‌باشد. تأثیر متغیرهای پیچیدگی اقتصادی، آزادسازی تجاری، نرخ شهرنشینی و کاربران اینترنت بر شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت مستقیم است. ضرایب سرمایه‌گذاری داخلی و نیروی کار با وجود معنی‌داری آماری، مقدار آن بسیار کوچک و نزدیک به صفر است. اثرات متقابل ریسک مالی و توسعه مالی و همچنین متغیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر معنی‌داری بر شدت انرژی در هر دو بازه زمانی ایجاد ننموده است.

**کلیدواژه‌ها:** شدت انرژی، پیچیدگی اقتصادی، ارتباط متقابل ریسک مالی و توسعه مالی،

آزادسازی تجاری، کاربران اینترنت

طبقه‌بندی JEL: Q40, P00, E00

## ۱. مقدمه

از زمان شوک‌های نفتی دهه ۱۹۷۰، کیفیت محیط‌زیست نگرانی عمده‌ای برای همه کشورهای جهان بوده است (عبید<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵). در بسیاری از کشورها، سیاست‌های زیست‌محیطی هنوز دقیق نبوده و از این رو روشن است که در صورت عدم انجام اقدامات لازم، رشد اقتصادی به همراه عوامل سیاسی و اجتماعی در بلندمدت برای محیط‌زیست خطرناک می‌باشند (ابراهیم و لاو<sup>۲</sup>، ۲۰۱۶). با وجود اینکه انرژی به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید نقش ویژه‌ای در دستیابی به رشد و توسعه اقتصادی داشته (عارفیان و همکاران، ۱۳۹۹) لیکن با توجه به پیامدهای مرتبط به آن نظیر آلودگی محیط‌زیست، کاهش رفاه، سلامت انسان و انقراض گونه‌های جانوری (اسلام و همکاران<sup>۳</sup>، ۲۰۲۱) و در راستای اهمیت ویژه به مسائل زیست‌محیطی، منطقی نمودن مصرف انرژی بیش‌ازپیش ضرورت می‌یابد. تداوم عرضه انرژی‌های پایان‌پذیر، مانند نفت؛ با یک تردید جدی مواجه بوده و آشکار گشتن واقعیت‌های عرضه انرژی اضطراب و ناهنجاری‌هایی را در کشورها ایجاد می‌نماید. تکنولوژی‌های مورد استفاده در کشورهای در حال توسعه ایجاب می‌کند که رشد اقتصادی در این کشورها انرژی‌بر باشد و انتظار می‌رود که با وجود این رشد شتابان، تقاضای انرژی از طرف این کشورها، همچنان ادامه یابد. بنابراین نیازمندی به سوخت‌های پایان‌پذیر حداقل تا چند دهه بعد همچنان تداوم خواهد یافت (میلرا و همکاران<sup>۴</sup>، ۱۹۹۸). سهم عمده انرژی مورد استفاده در جهان، از منابع تجدیدناپذیر حاصل گشته و به همین دلیل، نگرانی‌ها از تخلیه منابع انرژی تشدید شده است (ایراندوست<sup>۵</sup>، ۲۰۱۶). بهره‌برداری گسترده از منابع طبیعی و انرژی به منظور دستیابی به رشد اقتصادی و افزایش رفاه جامعه مشکلاتی نظیر آسیب به محیط‌زیست و منابع طبیعی به همراه دارد (کورنیواوان و همکاران<sup>۶</sup>، ۲۰۲۱).

میزان مصرف انرژی به ازای تولید هر واحد کالا یا خدمات را شدت مصرف انرژی یا شدت انرژی گویند. بر اساس تعریف ارائه شده در ترازنامه انرژی، شدت انرژی نشان‌دهنده این است که چه مقدار انرژی برای تولید یک واحد ستانده اقتصادی مصرف می‌شود. ایران

---

1. Abid

2. Ibrahim & Law

3. Islam et al.

4. Millera et al.

5. Irandoust

6. Kurniawan et al.

ازلحاظ مصرف انرژی به منظور تولید کالاها و خدمات، وضعیت مطلوبی نداشته و جزء کشورهای با شدت انرژی بسیار بالا محسوب می شود (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۸) اطلاعات بانک جهانی در مورد ایران حاکی از آن است که میزان این نسبت ۷/۱۳ (مگاژول به تولید ناخالص داخلی به روش برابری قدرت خرید) در سال ۲۰۰۰ به ۸/۷۸ در سال ۲۰۲۰ رسیده است. این شاخص برای کشورهای با درآمد بالا در سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۱ به ترتیب برابر ۵/۳۳ و ۳/۶۶ می باشد. ارقام مورد نظر برای کشورهای با درآمد متوسط در سال های ۲۰۰۰ و ۲۰۲۰ به ترتیب برابر ۶/۹۹۸ و ۵/۱۵۹ می باشد. تقلیل شدت انرژی و به عبارت دیگر بهینه سازی مصرف انرژی از آمال و اهداف توسعه ای سیاست گذاران و برنامه ریزان اقتصادی هر کشوری تلقی شده و نیل به این هدف جز با شناخت عوامل تعیین کننده آن و ارائه راهکارهای مدبرانه میسر نمی گردد (کلیولند<sup>۱</sup>، ۲۰۰۰). در این تحقیق عوامل تأثیرگذار بر شدت انرژی مورد بررسی قرار می گیرد. در بخش بعد ادبیات نظری و تجربی مربوط به آن عوامل بررسی گذشته، سپس با مطرح نمودن روش تحقیق، ابزار گردآوری داده ها و روش تجزیه و تحلیل داده ها به بررسی فرضیه های تحقیق پرداخته می شود.

## ۲. پیشینه پژوهش

### ۲-۱. پیشینه نظری

از مهم ترین عوامل تأثیرگذار بر شدت انرژی می توان موارد زیر را مطرح نمود:

الف) قیمت انرژی: عامل اصلی در انتخاب بین فناوری انرژی بر یا فناوری دوستدار محیط زیست، قیمت انرژی می باشد (سرزیم، ۱۳۹۷). قیمت های بیشتر انرژی، فناوری های انرژی اندوز با سهم بالای سرمایه و نیروی کار را تحمیل نموده و در مقابل، قیمت های پایین انرژی، فناوری هایی با سهم بیشتر نهاده انرژی و سهم کمتر سرمایه و نیروی کار را به همراه دارد (درگاهی و بیابانی، ۱۳۹۵). با افزایش قیمت انرژی، انگیزه ای وجود دارد که دارندگان سرمایه های انرژی بر را به افزایش کارآیی انرژی متمایل نموده که این کار می تواند با بهسازی سرمایه های موجود یا جایگزینی آن ها صورت پذیرد. در هر صورت، این اقدامات نیازمند سرمایه گذاری است که هنگام کاهش قیمت انرژی اتفاق نمی افتد (ابراهیمی و همکاران، ۱۳۹۸). به طور کلی انتظار می رود افزایش قیمت انرژی از طریق تمایل به افزایش کارایی

1. Cleveland

انرژی، تقاضای انرژی را کاهش داده و از این‌رو، شدت انرژی کمتری حاصل گردد (فانگ و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱).

ب) پیچیدگی اقتصادی: پیچیدگی اقتصادی با خلق محصولات متنوع و فراگیر در جامعه و تقسیم پیشرفته کار، بیانگر استفاده از فناوری‌های پیشرفته و نوآوری در فرآیند تولید است که با کاربردی نمودن دانش و فناوری در ترکیب محصولات تولیدی به افزایش رشد و شکوفایی اقتصادی می‌انجامد (موتمنی و زبیری، ۱۳۹۹). در ارتباط با تأثیر پیچیدگی اقتصادی بر شدت انرژی اثرات مقیاس، ترکیبی و تکنیکی مطرح گشته که در بازه زمانی‌های مختلف ظاهر می‌شود. در مرحله اول و به دلیل فرآیند صنعتی سازی ناکارآمد، انتظار می‌رود شدت انرژی در پاسخ به افزایش پیچیدگی اقتصادی افزایش یابد. در این مرحله بیشتر منابع انرژی توسط تکنولوژی‌های توسعه‌نیافته و کمتر توسعه‌یافته مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این راستا پیامدهای زیست‌محیطی نادیده گرفته شده که این موضوع افزایش شدت انرژی را به همراه دارد (ظفر و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۹). پیچیدگی اقتصادی در این مرحله نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتر به‌عنوان داده‌های تولید می‌باشد. با این حال، با افزایش پیچیدگی اقتصادی، ساختار اقتصادها متمایل به تغییرات بوده (اثرات ترکیبی) و دانش بالاتر و پیشرفت فناوری بیشتر در این مرحله منجر به شدت انرژی کمتر می‌شود (دیندا<sup>۳</sup>، ۲۰۰۴). اثرات تکنیکی با جایگزینی فناوری‌های توسعه‌یافته‌تر در سطوح بالاتر درآمدی منجر به بهره‌وری انرژی و صرفه‌جویی انرژی می‌گردد (بانو و همکاران<sup>۴</sup>، ۲۰۱۸).

ج) ریسک مالی - توسعه مالی: ریسک مالی که پذیرش مخاطره در امور مالی می‌باشد، ناشی از به‌کارگیری بدهی است. هر چه میزان بدهی بیشتر باشد، ریسک مالی افزایش می‌یابد. ریسک مالی شامل ۵ مؤلفه بدهی خارجی، ثبات نرخ ارز، خدمات بدهی، حساب سرمایه و نقدینگی بین‌المللی است. در رابطه با تأثیرگذاری ریسک مالی بر شدت انرژی کانال‌های مختلفی مطرح می‌شود. برخی کانال‌ها دلالت بر کاهش شدت انرژی و برخی دیگر دلالت بر افزایش شدت انرژی دارد. موافقان بر بهبود شاخص شدت انرژی از طریق کاهش ریسک مالی قائل به پذیرش این مسأله‌اند که وقتی ریسک مالی در کشور

---

1. Fang et al.  
2. Zafar et al.  
3. Dinda  
4. Bano et al.

وضعیت مناسبی پیدا می‌کند، بهبود توسعه مالی موجب افزایش رشد اقتصادی شده و این مسأله باعث کارایی مصرف انرژی می‌گردد. در این راستا حمایت کارا از فعالیت‌های نوآورانه در بخش انرژی با افزایش مصرف انرژی تجدیدپذیر، افزایش بهره‌وری انرژی و استفاده از فن‌آوری زیست‌محیطی با صرفه‌جویی در مصرف انرژی صورت می‌پذیرد (دستک و ماگنا<sup>۱</sup>، ۲۰۲۱). البته سیاست‌های زیست‌محیطی مطرح‌شده در این ارتباط مبنی بر بهتر شدن شاخص شدت انرژی نیز تأثیرگذار می‌باشند (ماجی و همکاران<sup>۲</sup>، ۲۰۱۷). لیکن در دیدگاه‌های مخالف بر بهبود شاخص شدت انرژی، این‌گونه مطرح می‌شود که کاهش ریسک مالی از طریق کاهش هزینه‌های مالی و توسعه مالی منجر به افزایش سرمایه‌گذاری در پروژه‌های جدید شده و این مسأله بر استفاده انرژی تأثیرگذار است. به عبارتی در نظر آنان اثرات مقیاس بیشتر به چشم می‌خورد. افزایش مقیاس تولید در اثر تقلیل ریسک مالی یا توسعه مالی تقاضای انرژی را افزایش می‌دهد (سدورسکی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۰).

د) سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی: در صورتی که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به رشد و توسعه اقتصادی گردد، اثرات مقیاس می‌تواند ظاهر گشته و خود را در قالب افزایش تولیدات و همچنین افزایش تقاضای انرژی نشان دهد. بسته به اینکه کدام افزایش (تولید یا تقاضای انرژی) بیشتر است، شدت انرژی می‌تواند افزایش یا کاهش یابد. در صورتی که افزایش محصول ایجادشده ناشی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بیش از تقاضای انرژی باشد، شدت انرژی کاهش می‌یابد. در غیر این صورت شاهد افزایش شدت انرژی هستیم. اثر ترکیبی نیز بسته به اینکه مزیت نسبی کشور در بخش‌های انرژی بر باشد یا اینکه در بخش‌هایی باشد که مصرف انرژی پایینی دارند، می‌تواند نتایج متفاوتی ایجاد نماید (آدام<sup>۴</sup>، ۲۰۱۵). علاوه بر دو اثر مقیاس و ترکیبی، نمی‌توان از تأثیر اثر تکنیکی یا فنی غافل شد. فناوری پیشرفته‌ای که همراه با سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی وارد می‌شود، در مقایسه با فناوری موجود از کارایی و بهره‌وری انرژی بیشتری برخوردار بوده که این امر کاهش شدت انرژی را به همراه دارد (جیانگ و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۴). اثر تکنیکی یا فنی در اینجا دلالت بر اتخاذ فناوری‌های صرفه‌جو در مصرف انرژی دارد (موسویان و همکاران، ۱۳۹۸). البته علاوه

- 
1. Destek & Manga
  2. Maji et al.
  3. Sadorsky
  4. Adom
  5. Jiang et al.

بر مواردی که مطرح شد، از طریق سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی فناوری پیشرفته از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه وارد گشته و به عبارتی با سرریز تکنولوژی از بنگاه‌های خارجی به بنگاه‌های داخلی کارایی انرژی بهبود می‌یابد (یان<sup>۱</sup>، ۲۰۱۵).

ه) **فناوری اطلاعات و ارتباطات:** این فناوری با داشتن ویژگی‌های دانش، آثار سرریز در تولیدات ایجاد می‌نماید. این فناوری مزایایی نظیر کاهش هزینه‌ها، غلبه بر مرزهای جغرافیایی، افزایش جریان اطلاعات، اطمینان بخشی در معاملات به دلیل دستیابی سریع به اطلاعات و افزایش رقابت‌پذیری را دارا است (الاینر و سایچل<sup>۲</sup>، ۲۰۰۳). علاوه بر این موضوع حرکت اقتصاد کشورها به سمت ساختار دانش‌بنیان، کارایی مصرف انرژی را افزایش خواهد داد. به عبارتی تأثیرات گسترش این نوع فناوری بر بهره‌وری از یک سو و کاهش شدت مصرف انرژی در کشورهای توسعه‌یافته از سوی دیگر موجب مطرح شدن دیدگاه‌هایی گردید که در آن فناوری اطلاعات و ارتباطات پتانسیل کاهش انرژی‌بری را بدون کاهش رشد اقتصادی دارا می‌باشد. در این دیدگاه‌ها زمینه‌جانشینی اطلاعات بجای انرژی فراهم گشته و اطلاعات موجب می‌شود که مقدار مصرف انرژی به ازای هر واحد تولید کاهش یافته و یا ارزش اقتصادی بیشتری توسط مصرف مقدار یکسان انرژی ایجاد گردد (قاسمی و محمدخان پور اردبیل، ۱۳۹۳). البته علاوه بر اثر جانشینی که حکایت از کاهش مصرف انرژی دارد، اثر درآمدی نیز مطرح گشته که دلالت بر افزایش فعالیت‌های اقتصادی و در نتیجه افزایش مصرف انرژی دارد (سیف و حمیدی رزی، ۱۳۹۵).

ی) **آزادسازی تجاری:** تجارت، می‌تواند صنایع داخلی یک کشور را به مشارکت در رقابت از طریق پیشرفت تکنولوژی، نوآوری‌ها و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی هدایت نموده که این امر منجر به کاهش شدت انرژی می‌شود (آدام، ۲۰۱۵). لیکن اثر مقیاس مبنی بر گسترش فعالیت‌های اقتصادی ناشی از آزادسازی تجاری موجب افزایش تقاضا و شدت انرژی می‌گردد (سدورسکی<sup>۳</sup>، ۲۰۱۲). در دیدگاهی دیگر کشورهای در حال توسعه به دلیل داشتن قوانین زیست‌محیطی آسان در جذب صنایع یا تولید کالاهای آلاینده از مزیت نسبی برخوردارند. از این رو کشورهای توسعه‌یافته صنایع آلاینده فعال خود را به آن کشورها انتقال داده و از این رو کشورهای در حال توسعه به پناهگاهی برای جذب صنایع آلاینده تبدیل

1. Yan

2. Oliner and Sichel

3 Sadorsky

می‌شوند. این مسأله به فرضیه به لنگرگاه آلودگی<sup>۱</sup> معروف است (هلینگر<sup>۲</sup>، ۲۰۰۸). همچنین آسان گرفتن قوانین زیست‌محیطی در کشورهای درحال توسعه، منجر به تخصّص در صادرات کالاهای آلاینده انرژی بر می‌شود. چنین پدیده‌ای، فرضیه رقابت به سمت پایین<sup>۳</sup> نامیده می‌شود. در این فرضیه، کشورها از استانداردهای زیست‌محیطی، آگاهانه چشم‌پوشی نموده درحالی که در فرضیه لنگرگاه آلودگی، کشورها از ورود فعالیت‌های آلاینده به کشورشان اطلاعی ندارند. درمجموع می‌توان گفت برآیند سه اثر مقیاس، فنی و ترکیبی در مورد تأثیرگذاری بر شدت انرژی تعیین کننده است (لیتاو<sup>۴</sup>، ۲۰۱۰).

ح) سرمایه‌گذاری: سرمایه‌گذاری بسته به ساختار اقتصاد ممکن است آثار متفاوتی بر شدت انرژی داشته باشد. سرمایه‌گذاری در بخش صنعت به دلیل انرژی‌بری بالا نقش بسزایی در افزایش انتشار آلاینده‌ها دارد (کوپیدو و همکاران<sup>۵</sup>، ۲۰۱۶). به عبارتی سرمایه‌گذاری این بخش به دلیل انرژی‌بری بالا در مقایسه با سایر بخش‌ها شدت انرژی را افزایش می‌دهد؛ اما از سوی دیگر گسترش سرمایه‌گذاری با توجه به ایجاد اثر درآمدی می‌تواند موجب کاهش شدت انرژی گردد؛ بنابراین تأثیر سرمایه‌گذاری بر شدت انرژی به برآیند دو اثر نامبرده مرتبط است. در این راستا سطح تکنولوژی تولید تعیین کننده بوده به طوری که هر چه سطح تکنولوژی تولید بالاتر باشد تأثیر افزایش تولید بر افزایش مصرف انرژی غالب بوده و شدت انرژی کاهش می‌یابد.

و) شهرنشینی: افزایش شهرنشینی از منظرهای مختلف قابل بررسی است. بر اساس نظریه تراکم شهری، بهره‌برداری از صرفه‌های مقیاس برای زیرساخت‌های عمومی شهری ایجاد گشته و درنهایت کاهش مصرف انرژی یا شدت انرژی رخ می‌دهد (برتون<sup>۶</sup>، ۲۰۰۰). از منظر دیگر، عدم وجود زیرساخت‌های مناسب شهری موجب تأثیر نامناسب تراکم بالای شهری بر شدت انرژی می‌گردد (بورگس<sup>۷</sup>، ۲۰۰۰). به عبارتی کیفیت زیرساخت‌های شهری نوع نقش شهرنشینی بر کارایی یا شدت انرژی را مشخص می‌نماید. وجود زیرساخت‌های مطلوب‌تر این تأثیرگذاری را بهتر و وجود زیرساخت‌های نامطلوب‌تر این تأثیرگذاری را

- 
1. Pollution Haven
  2. Hollinger
  3. Race to the bottom
  4. Leita
  5. Kopidou at etal
  4. Burton
  7. Burgess

نامناسب‌تر می‌نماید (گلی و محنت فر، ۱۳۹۸). در نگاهی دیگر با گسترش شهرنشینی فعالیت‌های اقتصادی گسترش یافته و این امر می‌تواند با توجه به افزایش تقاضای انرژی بر شدت انرژی اثرگذار باشد (معبودی و دره نظری، ۱۴۰۱). البته از منظر دیگر شدت انرژی یک کشور با افزایش شهرنشینی بیشتر کاهش می‌یابد زیرا تراکم جمعیت سطوح بالاتر کارایی انرژی را موجب می‌شود (آنتونیتی و فونتینی<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹).

## ۲-۲. پیشنهاد تجربی

موسویان و همکاران (۱۳۹۷) مطالعه‌ای تحت عنوان "بررسی اثر مخارج دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران: رویکرد اقتصادسنجی فضایی" انجام داده‌اند. دوره موردبررسی مربوط به سال‌های ۱۳۹۳-۱۳۷۹ و داده‌های تابلویی ۲۸ استان کشور می‌باشد. پس از تأیید وجود اثرات فضایی و مدل دورین فضایی نتایج نشان می‌دهد قیمت انرژی، سهم مالکیت خصوصی و مخارج عمرانی دولت تأثیر منفی بر شدت انرژی داشته‌اند. نسبت صادرات به ارزش افزوده و نسبت سرمایه به نیروی کار دارای تأثیر مثبت بر شدت انرژی بوده و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر معنی‌داری بر شدت انرژی ایجاد نکرده است.

عزیزی (۱۳۹۸) مطالعه‌ای با عنوان "بررسی نحوه اثرگذاری پیچیدگی اقتصادی بر مصرف انرژی در بخش صنعت" طی دوره موردبررسی ۱۳۹۵-۱۳۵۵ انجام داده است. نتایج تحقیق نشان داد در اثر افزایش پیچیدگی اقتصادی، دو اثر فناوری و اثر ساختاری ظاهر شده که برآیند دو اثر، افزایش مصرف انرژی در بخش صنعت می‌باشد. در این زمینه هر قدر سطح فناوری بالاتر باشد، افزایش مصرف انرژی در قبال افزایش تولید به میزان کمتری نسبت به قبل صورت می‌پذیرد.

فتحی زاده و همکاران (۱۳۹۹) مطالعه‌ای با عنوان "رابطه رشد اقتصادی، شدت انرژی و توسعه مالی: یک مقایسه از اقتصادهای ایران و ترکیه" انجام داده‌اند. داده‌های سالانه دو کشور در دوره ۲۰۱۶-۱۹۷۴ است. نتایج رابطه بلندمدت مدل خود توزیع با وقفه‌های گسترده نشان داد که تأثیر شدت انرژی بر رشد اقتصادی هر دو کشور منفی است. اثر شاخص

---

1. Antonietti & Fontini

توسعه مالی بر رشد اقتصادی ایران مثبت بوده و برعکس، تأثیر این متغیر بر رشد اقتصادی ترکیه منفی است.

کن و احمد<sup>۱</sup> (۲۰۲۲) تأثیر پیچیدگی اقتصادی را بر مصرف منابع انرژی تجدید پذیر و تجدیدپذیر برای گروه ۱۴ کشوری اتحادیه اروپا طی سالهای ۲۰۱۴-۱۹۹۰ بررسی نمودند. نویسندگان از تأثیرات تصادفی رگرسیون جمعیت، منبع و فناوری برای چارچوب انجام تحقیقات خود استفاده کردند. نتایج تجربی آن‌ها نشان داد که پیچیدگی اقتصادی مصرف انرژی‌های تجدید پذیر را افزایش و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر را کاهش می‌دهد. شهزاد و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۲۱) رابطه بین پیچیدگی اقتصادی، مصرف سوخت‌های فسیلی و ردپای اکولوژیکی در ایالات متحده را بررسی نمودند. مدل‌های خودبازگشتی با وقفه توزیعی کوانتیل<sup>۳</sup> و آزمون‌های علیت گرنجر چندکی برای دوره بین Q1 ۱۹۶۵ تا Q4 ۲۰۱۷ استفاده شده است. نتایج تجربی نشان داد که پیچیدگی اقتصادی و مصرف انرژی سوخت فسیلی به‌طور قابل معنی‌داری ردپای اکولوژیکی در ایالات متحده آمریکا را افزایش می‌دهد. رافک و همکاران<sup>۴</sup> (۲۰۲۱) اثرات ناهمگن پیچیدگی اقتصادی بر تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر را در پانل کشورهای G7 (کانادا، فرانسه، آلمان، ایتالیا، ژاپن، بریتانیا و ایالات متحده آمریکا) و کشورهای E7 (چین، هند، برزیل، ترکیه، روسیه، مکزیک و اندونزی) بررسی نمودند. روش‌های مورد استفاده در این تحقیق، حداقل مربعات تعمیم یافته امکان‌پذیر<sup>۵</sup>، حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده<sup>۶</sup> و حداقل مربعات معمولی پویا<sup>۷</sup> می‌باشد. نتایج نشان داد که پیچیدگی اقتصادی بر تقاضای انرژی‌های تجدیدپذیر از سوی کشورهای G7 و E7 تأثیرگذار است.

---

1. Can & Ahmed

2. Shahzad et al.

3. QARDL

4. Rafque

5. FGLS

6. FMOLS

7. DOLS

### ۳. روش‌شناسی

در استفاده از روش تخمین حداقل مربعات معمولی<sup>۱</sup> فرض بر این است که متغیرهای سری زمانی، پایا<sup>۲</sup> هستند (فلاحی و خلیلیان، ۱۳۸۸). در صورت ناپایا بودن متغیرهای الگو، تخمین حداقل مربعات معمولی، ناسازگار بوده و ممکن است نتیجه به یک رگرسیون کاذب<sup>۳</sup> بیانجامد. بر این اساس در این مطالعه، برای جلوگیری از تخمین رگرسیون کاذب، از روش هم‌انباشتگی یا هم‌جمعی<sup>۴</sup> استفاده شده است. مفهوم اقتصادی آن است که وقتی دو یا چند سری زمانی بر اساس مبانی نظری با یکدیگر ارتباط داده می‌شوند تا یک رابطه تعادلی بلندمدت را شکل دهند، هرچند ممکن است خود این سری‌های زمانی دارای روند تصادفی باشند (ناپایا)، اما در طی زمان یکدیگر را به‌خوبی دنبال می‌کنند، به‌گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها پایا است (نوفرستی، ۱۳۹۱). به‌منظور تخمین رابطه بلندمدت یا هم‌جمعی از رهیافت خود توزیع با وقفه‌های گسترده<sup>۵</sup> استفاده نموده‌ایم. تجزیه و تحلیل در این روش از طریق سه معادله پویای کوتاه‌مدت، بلندمدت و تصحیح خطا می‌باشد. فرم ARDL برای تحقیق حاضر به‌صورت زیر است:

$$\begin{aligned} LOGEI_t = & C + \sum_{i=1}^p \alpha_i LOGEI_{t-i} + \sum_{j=0}^{q1} \beta_1 LOGEP_{t-j} + \sum_{j=0}^{q2} \beta_2 LOGEC_{t-j} + \quad (1) \\ & \sum_{j=0}^{q3} \beta_3 LOGPCFR_{t-j} + \sum_{j=0}^{q4} \beta_4 LOGTL_{t-j} + \sum_{j=0}^{q5} \beta_5 LOGUP_{t-j} + \sum_{j=0}^{q6} \beta_6 LOGUI_{t-j} + \\ & \sum_{j=0}^{q7} \beta_7 LOGCPC_{t-j} + \sum_{j=0}^{q8} \beta_8 LOGFDI_{t-j} + \sum_{j=0}^{q9} \beta_9 LOGGC_{t-j} + \sum_{j=0}^{q10} \beta_{10} LOGLF_{t-j} + U_t \end{aligned}$$

که در این رابطه  $LOGEI_t$  متغیر وابسته لگاریتم شدت انرژی،  $LOGEI_{t-i}$  متغیر وابسته با وقفه و متغیرهای مستقل،  $LOGEP_{t-j}$  لگاریتم قیمت انرژی،  $LOGEC_{t-j}$  لگاریتم پیچیدگی اقتصادی،  $LOGPCFR_{t-j}$  لگاریتم ارتباط متقابل ریسک مالی و توسعه مالی،  $LOGTL_{t-j}$  لگاریتم آزادسازی تجاری،  $LOGUP_{t-j}$  لگاریتم نرخ شهرنشینی،  $LOGUI_{t-j}$  لگاریتم کاربران اینترنت،  $LOGCPC_{t-j}$  لگاریتم سرمایه سرانه،  $LOGFDI_{t-j}$  لگاریتم سرمایه گذاری مستقیم خارجی،  $LOGGC_{t-j}$  لگاریتم سرمایه گذاری داخلی،  $LOGLF_{t-j}$  لگاریتم نیروی کار می‌باشد.

1. Ordinary Least Square (OLS)
2. Stationarity
3. Spurious
4. Cointegration
5. ARDL

آمارهای شدت انرژی، سرمایه‌گذاری داخلی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، نیروی کار، سرمایه‌سرانه، آزادسازی تجاری (تجارت به‌صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی) و نرخ شهرنشینی از اطلاعات بانک جهانی حاصل شده است. اطلاعات تسهیلات بانکی به بخش غیردولتی (شاخص توسعه مالی) از بانک مرکزی، اطلاعات پیچیدگی اقتصادی در وب‌سایت دانشگاه ام‌آی‌تی و اطلاعات ریسک مالی از بانک اطلاعاتی راهنمای بین‌المللی ریسک کشوری<sup>۱</sup> به‌دست آمده است. در مورد قیمت انرژی در ایران، اصلی‌ترین حامل‌های انرژی شامل فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق منظور شده است. در این تحقیق شاخص قیمت انرژی به‌صورت یک میانگین موزون (مبتنی بر سهم حامل‌ها) از سه شاخص قیمت فراورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق به‌دست آمده است. هر یک از این زیر شاخص‌ها به روش لاسپیرز محاسبه می‌شوند. دوره موردبررسی طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ می‌باشد.

همچنین در برآورد از نرم‌افزار EViews 9 استفاده شده است. با توجه به اطلاعات مربوط به متغیرهای تحقیق طی سال‌های ۲۰۲۲-۲۰۰۰ می‌توان اذعان نمود: شدت انرژی که برحسب مگاژول بر تولید ناخالص داخلی (به روش برابری قدرت خرید ۲۰۱۷) بوده، میانگین آن در ایران و کشورهای با درآمد بالا به ترتیب برابر ۷/۹۸ و ۴/۳۲ است. در سال ۲۰۲۲ مقدار این متغیر برای ایران و کشورهای با درآمد بالا برابر ۳/۶۶ و ۸/۷۸ می‌باشد. روند سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به‌صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی در سال‌های اخیر کاهش و به رقم ۰/۳۸۶ در سال ۲۰۲۲ رسیده است. میانگین این متغیر در طی سال‌های موردبررسی برای ایران و کشورهای با درآمد بالا به ترتیب برابر ۰/۸۱ و ۲/۹۳ درصد می‌باشد. مقدار آزادسازی تجاری (تجارت به‌صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی) در سال ۲۰۲۲ به ۳۷/۶۷ درصد کاهش یافته است. میانگین این متغیر طی سال‌های موردبررسی برای ایران و کشورهای با درآمد بالا به ترتیب برابر ۴۶/۱۹ و ۵۷/۹۶ درصد است.

دامنه مقدار پیچیدگی اقتصادی برای کشورها بین ۳- تا ۳+ بوده که هر قدر بیشتر باشد دلالت بر پیچیدگی اقتصادی بیشتر دارد. مقدار متغیر موردنظر برای کشور در همه سال‌ها منفی بوده و میانگین آن ۰/۶۲- بوده که دلالت بر پایین بودن وضعیت این متغیر دارد. در سال ۲۰۲۲ مقدار این متغیر به ۰/۱۵- افزایش یافته است. اعتبارات داخلی بانک‌ها به بخش

---

1. ICRG

خصوصی به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی در ایران و کشورهای با درآمد بالا به ترتیب برابر ۴۳/۴۶ و ۸۵/۳۵ درصد می‌باشد.

متوسط شاخص قیمت انرژی (فرآورده‌های نفتی، گاز طبیعی و برق) با در نظر گرفتن سال پایه ۱۳۹۱، طی دوره موردبررسی برابر ۷۰/۸۷ بوده و در سال آخر دوره به ۱۴۲/۲۶ رسیده است. متوسط ریسک مالی بر اساس متدولوژی راهنمای ریسک کشوری برابر ۴۴/۰۷ امتیاز بوده که در تقسیم‌بندی جزو ریسک مالی بسیار کم محسوب می‌گردد. در این زمینه ریسک مالی کشورهایی نظیر ایالات متحده آمریکا و انگلستان در سال ۲۰۲۲ به ترتیب برابر ۲۸/۵ و ۳۷/۱۶ امتیاز می‌باشد که این مقدار آن کشورها را به ترتیب در زمره ریسک مالی بالا و متوسط قرار می‌دهد. متوسط تعداد نیروی کار طی سال‌های موردنظر برابر ۲۴۷۳۸۷۴۴ و در سال ۲۰۲۲ به ۲۸۸۱۹۴۲۱ نفر رسیده است.

متوسط نرخ شهرنشینی طی سال‌های موردبررسی برابر ۷۰/۹۲ درصد و در سال ۲۰۲۲ به رقم ۷۶/۸۱ درصد رسیده است. در سال ۲۰۲۲ متوسط این رقم برای کشورهای با درآمد بالا برابر ۸۱/۶۳ درصد می‌باشد. متوسط تشکیل سرمایه ناخالص به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی طی سال‌های موردبررسی در کشور برابر ۳۷/۱۷ درصد بوده و متوسط آن برای کشورهای با درآمد بالا برابر ۲۲/۵۰ درصد می‌باشد. متوسط کاربران اینترنت طی سال‌های موردنظر برابر حدود ۳۰ درصد بوده که البته از سال ۲۰۱۸ فراتر از ۷۰ درصد رفته به طوری که در سال ۲۰۲۲ به رقم ۷۸/۶ درصد می‌رسد. متوسط این درصد از کل جمعیت برای کشورهای با درآمد بالا در سال ۲۰۲۲ برابر ۹۰/۱ می‌باشد.

#### ۴. یافته‌ها

##### ۴-۱. آزمون پایایی

برای بررسی پایایی متغیرها از آزمون دیک‌ی فولر تعمیم‌یافته استفاده شد که نتایج آن در جدول (۱) ارائه شده است. مطابق جدول (۱) تمامی متغیرها به جز متغیر لگاریتم کاربران اینترنت و لگاریتم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطح پایا نیستند. بنابراین استفاده از روش تخمین حداقل مربعات معمولی می‌تواند به نتایج گمراه‌کننده‌ای بیانجامد؛ بر این اساس به منظور برآورد الگوی موردنظر، از رهیافت خود توزیع با وقفه‌های گسترده استفاده شد.

جدول ۱. نتایج آزمون پایایی متغیرهای مدل

| متغیر   | آماره ADF | احتمال معناداری | نتیجه آزمون     |
|---------|-----------|-----------------|-----------------|
| LOGEI   | -۰/۲۵۶    | ۰/۹۱۳           | متغیر پایا نیست |
| LOGEC   | -۱/۸۶۸    | ۰/۳۴۰۱          | متغیر پایا نیست |
| LOGEP   | -۰/۴۵۶    | ۰/۸۸۱           | متغیر پایا نیست |
| LOGPCFR | -۰/۹۴۸    | ۰/۷۵۲           | متغیر پایا نیست |
| LOGTL   | -۲/۲۴۰    | ۰/۱۹۸           | متغیر پایا نیست |
| LOGUP   | ۰/۱۱۰     | ۰/۷۰۶           | متغیر پایا نیست |
| LOGUI   | -۴/۲۹۸    | ۰/۰۱۶           | متغیر پایا است  |
| LOGCPC  | -۰/۷۷۸    | ۰/۳۶۷           | متغیر پایا نیست |
| LOGFDI  | -۴/۷۳۳    | ۰/۰۰۱           | متغیر پایا است  |
| LOGGC   | -۲/۲۵۰    | ۰/۱۹۶           | متغیر پایا نیست |
| LOGLF   | -۱/۴۰۶    | ۰/۵۶۰           | متغیر پایا نیست |

منبع: یافته‌های تحقیق

## ۲-۴. نتایج تخمین ضرایب الگوی کوتاه‌مدت و بلندمدت

الگوی  $(1,0,0,0,0,0,0,0,0,0)$  ARDL با وقفه یک برای متغیر شدت انرژی و وقفه صفر برای کلیه متغیرهای مستقل بر اساس معیار شوارتز-بیزین انتخاب گردید. نتایج به‌دست آمده از برآورد الگو در جدول (۲) ارائه شده است. نتایج الگوی پویای خود توزیع با وقفه‌های گسترده در کوتاه‌مدت نشان می‌دهد، ضریب شدت انرژی با وقفه منفی می‌باشد. از میان کلیه متغیرهای مستقل فقط متغیرهای سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و اثرات متقابل ریسک مالی و توسعه مالی بر شدت انرژی تأثیر معنی‌داری ایجاد نکرده‌اند.

جدول ۲. برآورد الگوی کوتاه‌مدت  $(1,0,0,0,0,0,0,0,0,0)$  ARDL

| متغیر     | ضریب    | انحراف استاندارد | آماره t | احتمال (prob) |
|-----------|---------|------------------|---------|---------------|
| LOGEI(-1) | -۰/۴۵۸۶ | ۰/۱۵۶۶           | -۲/۹۲۸۴ | ۰/۰۲۶۳        |
| LOGEP     | -۰/۰۱۸۹ | ۰/۰۰۳۸           | -۴/۹۰۶۲ | ۰/۰۰۲۷        |
| LOGEC     | ۰/۷۷۵۰  | ۰/۱۵۷۴           | ۴/۹۲۱۶  | ۰/۰۰۲۷        |
| LOGPCFR   | ۰/۰۲۴۶  | ۰/۰۲۵۵           | ۰/۹۶۱۱  | ۰/۳۷۳۶        |
| LOGTL     | ۰/۰۳۷۵  | ۰/۰۰۸۰           | ۴/۶۷۶۹  | ۰/۰۰۳۴        |
| LOGUP     | ۰/۸۲۰۸  | ۰/۱۲۰۸           | ۶/۷۹۲۱  | ۰/۰۰۰۵        |

| متغیر               | ضریب      | انحراف استاندارد              | آماره t | احتمال (prob) |
|---------------------|-----------|-------------------------------|---------|---------------|
| LOGUI               | ۰/۰۲۳۲    | ۰/۰۰۷۹                        | ۲/۹۴۵۹  | ۰/۰۲۵۷        |
| LOGCPC              | -۰/۰۰۳۲   | ۰/۰۰۰۶                        | -۵/۰۲۷۸ | ۰/۰۰۲۴        |
| LOGFDI              | ۰/۱۳۴۵    | ۰/۰۸۹۱                        | ۱/۵۱۰۱  | ۰/۱۸۱۸        |
| LOGGC               | ۱/۱۶E-۱۰  | ۲/۶۰E-۱۱                      | ۴/۴۷۰۶  | ۰/۰۰۴۲        |
| LOGLF               | -۱/۳۳E-۰۶ | ۲/۲۳E-۰۷                      | -۵/۹۴۶۲ | ۰/۰۰۱۰        |
| ضریب تعیین: ۹۸ درصد |           | ضریب تعیین تعدیل شده: ۹۶ درصد |         |               |

منبع: یافته‌های تحقیق

ضریب متغیر قیمت انرژی (۰/۰۱۸-) دلالت بر آن دارد که هر یک درصد افزایش قیمت انرژی، شدت انرژی را به میزان ۰/۰۱۸ درصد در کوتاه‌مدت کاهش می‌دهد. ضریب پیچیدگی اقتصادی (۰/۷۷۵) دلالت بر آن دارد که هر یک درصد افزایش این متغیر، شدت انرژی را به میزان ۰/۷۷۵ درصد در کوتاه‌مدت افزایش می‌دهد. ضریب آزادسازی تجاری (۰/۰۳۸) دلالت بر آن دارد که هر یک درصد افزایش قیمت آزادسازی تجاری، شدت انرژی را به میزان ۰/۰۳۸ درصد در کوتاه‌مدت افزایش می‌دهد.

ضریب نرخ شهرنشینی (۰/۸۲) دلالت بر آن دارد که هر یک درصد افزایش این متغیر، شدت انرژی را به میزان ۰/۸۲ درصد در کوتاه‌مدت افزایش می‌دهد. ضریب سرمایه سرانه (۰/۰۰۳-) دلالت بر آن دارد که هر یک درصد افزایش سرمایه سرانه، شدت انرژی را به میزان ۰/۰۱۳ درصد در کوتاه‌مدت کاهش می‌دهد. ضریب کاربران اینترنت (۰/۰۲۳) دلالت بر آن دارد که یک درصد افزایش کاربران اینترنت شدت انرژی را به میزان ۰/۰۲۳ درصد افزایش می‌دهد.

ضریب سرمایه‌گذاری داخلی و نیروی کار با وجود معنی‌داری آماری، مقدار آن بسیار کوچک و نزدیک به صفر بوده که این مطلب حاکی از تأثیر بسیار ناچیز این دو متغیر بر شدت انرژی در کشور می‌باشد. ضریب تعیین تعدیل شده نشان می‌دهد که متغیرهای توضیحی، حدود ۹۶/۵ درصد از تغییرات متغیر وابسته را تبیین می‌کنند که حاکی از قدرت توضیح دهنده‌گی بالای الگو می‌باشد.

مطابق جدول (۳) از آنجایی که مقدار آماره F (۵/۱۴۵) بیشتر از Bound از I(1) در سطح معناداری ۱ درصد (۳/۶۱) است، وجود رابطه تعادلی بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و متغیر وابسته در سطح خطای ۱ درصد رد نمی‌گردد.

جدول ۳. نتایج آزمون Bounds

| آزمون آماری           | ارزش     | K        |
|-----------------------|----------|----------|
| آماره F               | ۵/۱۴۵۷   | ۱۰       |
| کران‌های مقدار بحرانی |          |          |
| سطح معناداری          | I0 Bound | I1 Bound |
| ۱۰ درصد               | ۱/۷۶     | ۲/۷۷     |
| ۵ درصد                | ۱/۹۸     | ۳/۰۴     |
| ۲/۵ درصد              | ۲/۱۸     | ۳/۲۸     |
| ۱ درصد                | ۲/۴۱     | ۳/۶۱     |

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول ۴. نتایج شکل هم‌جمعی

| متغیر               | ضریب      | انحراف استاندارد | آماره t   | احتمال معناداری |
|---------------------|-----------|------------------|-----------|-----------------|
| D(LOGEPE)           | -۰/۰۱۸۵۷۰ | ۰/۰۰۲۲۸۴         | -۸/۱۳۰۸۶۲ | ۰/۰۰۰۲          |
| D(LOGEC)            | ۰/۷۷۸۹۱۵  | ۰/۱۰۰۸۸۹         | ۷/۷۲۰۴۸۷  | ۰/۰۰۰۲          |
| D(LOGPCLOGFR)       | ۰/۰۱۶۵۵۷  | ۰/۰۱۸۹۴۴         | ۰/۸۷۳۹۹۶  | ۰/۴۱۵۷          |
| D(LOGTTL)           | ۰/۰۳۸۲۷۸  | ۰/۰۰۶۳۹۳         | ۵/۹۸۷۴۲۰  | ۰/۰۰۱۰          |
| D(LOGUP)            | ۰/۸۳۱۶۹۶  | ۰/۰۹۰۸۹۶         | ۹/۱۴۹۹۹۷  | ۰/۰۰۰۱          |
| D(LOGUI)            | ۰/۰۲۳۹۹۵  | ۰/۰۰۷۷۳۵         | ۳/۱۰۲۳۱۶  | ۰/۰۲۱۱          |
| D(LOGCPC)           | -۰/۰۰۳۳۹۱ | ۰/۰۰۰۴۴۶         | -۷/۶۰۶۳۶۷ | ۰/۰۰۰۳          |
| D(LOGFDI)           | ۰/۱۵۰۴۴۲  | ۰/۰۴۶۰۸۴         | ۳/۲۶۴۴۸۵  | ۰/۰۱۷۲          |
| D(LOGGC)            | ۰/۰۰۰۰۰۰  | ۰/۰۰۰۰۰۰         | ۶/۸۲۹۹۸۹  | ۰/۰۰۰۵          |
| D(LOGLF)            | -۰/۰۰۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۰۰۰         | -۸/۵۶۷۶۲۷ | ۰/۰۰۰۱          |
| ضریب تصحیح خطا (-۱) | -۰/۴۹۷۷۰۹ | ۰/۱۷۹۹۹۸۰        | -۸/۳۲۱۵۰۹ | ۰/۰۰۰۲          |

منبع: یافته‌های تحقیق

نتایج تحلیل که در چارچوب الگوی تصحیح خطا مورد بررسی قرار گرفته در جدول (۴) ارائه شده است. میزان ضریب جمله تصحیح خطا منفی معنی دار (حدود ۵۰ درصد) می‌باشد. مطابق جدول (۴) سرعت تعدیل خطای کوتاه‌مدت به سمت مقدار تعادلی و بلندمدت در حدود ۰/۵۰ بوده که این مقدار، سرعت تعدیل به سمت مقدار تعادلی بلندمدت را نشان می‌دهد؛ به عبارت دیگر در هر سال ۰/۵۰ از عدم تعادل یک دوره در دوره بعد تعدیل می‌شود.

نتایج به‌دست‌آمده از رابطه بلندمدت در جدول (۵) ارائه‌شده است. با توجه به جدول (۵) نتایج برآورد بلندمدت نشان می‌دهد:

جدول ۵. نتایج تخمین ضرایب بلندمدت

| متغیر   | ضریب      | انحراف استاندارد | آماره t | احتمال (prob) |
|---------|-----------|------------------|---------|---------------|
| LOGEP   | -۰/۰۱۳۰   | ۰/۰۰۱۹           | -۶/۷۷۷۳ | ۰/۰۰۰۵        |
| LOGEC   | ۰/۵۳۱۳    | ۰/۱۱۱۴           | ۴/۷۶۹۳  | ۰/۰۰۳۱        |
| LOGPCFR | ۰/۰۱۶۸    | ۰/۰۱۷۸           | ۰/۹۴۵۰  | ۰/۳۸۱۱        |
| LOGTL   | ۰/۰۲۵۷    | ۰/۰۰۶۵           | ۳/۹۴۱۵  | ۰/۰۰۷۶        |
| LOGUP   | ۰/۵۶۲۷    | ۰/۰۵۶۶           | ۹/۹۳۵۵  | ۰/۰۰۱         |
| LOGUI   | ۰/۰۱۵۹    | ۰/۰۰۵۱           | ۳/۰۸۹۹  | ۰/۰۲۱۴        |
| LOGCPC  | -۰/۰۰۲۲   | ۰/۰۰۰۴           | -۵/۰۱۶۰ | ۰/۰۰۲۴        |
| LOGFDI  | ۰/۰۹۲۲    | ۰/۰۵۸۱           | ۱/۵۸۷۹  | ۰/۱۶۳۴        |
| LOGGC   | ۰/۰۰۰۰۰   | ۰/۰۰۰۰۰          | ۴/۳۹۸۳  | ۰/۰۰۴۶        |
| LOGLF   | -۰/۰۰۰۰۰۱ | ۰/۰۰۰۰۰          | -۶/۰۴۷۹ | ۰/۰۰۰۹        |

منبع: یافته‌های تحقیق

الف) قیمت انرژی تأثیر منفی بر شدت انرژی ایجاد نموده (با اطمینان ۹۹ درصد) به‌طوری‌که هر یک درصد افزایش قیمت انرژی، شدت انرژی را به میزان ۰/۰۱۳ درصد کاهش می‌دهد.

ب) پیچیدگی اقتصادی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شدت انرژی ایجاد نموده به‌طوری‌که هر یک درصد افزایش این متغیر، شدت انرژی را به میزان ۰/۵۳ درصد افزایش می‌دهد.

پ) آزادسازی تجاری تأثیر مثبت و معنی‌داری بر شدت انرژی ایجاد نموده به‌طوری‌که هر یک درصد افزایش این متغیر، شدت انرژی را به میزان ۰/۰۲۶ درصد افزایش می‌دهد.

ت) نرخ شهرنشینی تأثیر مثبت بر شدت انرژی ایجاد نموده (با اطمینان بیش از ۹۹ درصد) به‌طوری‌که هر یک درصد افزایش این متغیر، شدت انرژی را به میزان ۰/۵۶۳ درصد افزایش می‌دهد.

ث) ضریب سرمایه سرانه منفی معنی‌دار بوده به‌طوری‌که هر یک درصد افزایش سرمایه سرانه، شدت انرژی را به میزان ۰/۰۰۲ درصد کاهش می‌دهد.

ج) ضریب کاربران اینترنت (۰/۰۱۶) دلالت بر آن دارد که یک درصد افزایش کاربران اینترنت شدت انرژی را به میزان ۰/۰۱۶ درصد افزایش می‌دهد  
چ) ضریب سرمایه‌گذاری داخلی و نیروی کار با وجود معنی‌داری آماری، مقدار آن بسیار کوچک و نزدیک به صفر بوده که این مطلب حاکی از تأثیر بسیار ناچیز این دو متغیر بر شدت انرژی در کشور می‌باشد.  
ح) سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و اثرات متقابل ریسک مالی و توسعه مالی بر شدت انرژی تأثیر معنی‌داری ایجاد ننموده‌اند.  
خ) کلیه ضرایب متغیرها در بلندمدت نسبت به کوتاه‌مدت کمتر می‌باشد.

## ۵. بحث و نتیجه‌گیری

تأثیرگذاری قیمت انرژی بر شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت غیرمستقیم می‌باشد. چنین نتیجه‌ای منطبق بر مبانی نظری بوده که با افزایش قیمت انرژی، انگیزه در جهت افزایش کارایی انرژی صورت می‌پذیرد. این نتیجه مشابه مطالعه موسویان و همکاران (۱۳۹۷) می‌باشد. در راستای افزایش قیمت انرژی، دولت با تاکید بر بحث‌های کارشناسی می‌بایست برای جامعه توضیح دهد که بیشترین نفع از اجرای چنین سیاستی شامل آنها می‌شود. افزایش درآمد، می‌بایست در مسیر کمک به دهک‌های فقیر و صرفه‌جویی ارزی در مسیر خرید تکنولوژی‌هایی شود که در رشد اقتصادی کشور موثرند.

با افزایش پیچیدگی اقتصادی، شدت انرژی در هر دو بازه زمانی کوتاه‌مدت و بلندمدت افزایش می‌یابد. از اینرو می‌توان گفت کشور هنوز در مرحله ظاهر گشتن قوی اثر تکنیکی یا اثر ترکیبی قرار نگرفته یا میزان آن‌ها در مقایسه با اثر مقیاس کمتر است. مقدار ضریب مثبت بلندمدت (۰/۵۳) در قیاس با کوتاه‌مدت (۰/۷۷۵) قدری کمتر است یعنی با افزایش دوره زمانی حرکت به سمت سیاست‌های کارایی انرژی بیشتر می‌شود. نتایج تحقیق مشابه مطالعاتی نظیر شهزاد و همکاران (۲۰۲۱) و رافک و همکاران (۲۰۲۱) می‌باشد. حرکت به سمت فعالیت‌های با شدت انرژی کمتر مستلزم سیاست‌گذاری مناسب در جهت تأمین نیاز بخش‌های مختلف از بعد فناوری و سرمایه‌گذاری در زمینه افزایش کارایی انرژی می‌باشد. آزادسازی تجاری تأثیر مثبت بر شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت ایجاد نموده است. اینکه تجارت با پذیرش فناوری پیشرفته، شدت مصرف انرژی را کاهش می‌دهد،

با توجه به ضریب مثبت تایید نشد و فرضیه لنگرگاه آلودگی و فرضیه رقابت به سمت پایین تایید می‌گردد. مقدار ضریب مثبت بلندمدت (۰/۰۲۶) در قیاس با کوتاه‌مدت (۰/۰۳۸) قدری کمتر بوده که قابل انتظار است. با توجه با ضرورت آزادسازی، در کنار آن می‌بایست سیاست‌های تکمیلی از جمله تغییر شیوه و فناوری تولید و استفاده تدریجی استانداردهای زیست‌محیطی مدنظر قرار گیرد.

نرخ شهرنشینی تأثیر مستقیم بر شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت ایجاد نموده است. این نتیجه بیان می‌دارد با گسترش شهرنشینی، از یکسو تراکم شهری در کشور نتوانسته برای زیرساخت‌های عمومی شهری از طریق ایجاد صرفه‌های مقیاس، شدت انرژی را کاهش دهد و از سوی دیگر با گسترش فعالیت‌های اقتصادی افزایش شدت انرژی رخ داده است. مقدار ضریب مثبت بلندمدت (۰/۵۶۳) در قیاس با کوتاه‌مدت (۰/۸۲) کمتر است. برنامه‌ریزی شهری اصولی در جهت بهره‌برداری صحیح از مزیت‌های شهرنشینی از طریق ایجاد صرفه مقیاس به‌عنوان یک ضرورت می‌باشد.

افزایش سرمایه سرانه تأثیر منفی بر شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت ایجاد نموده است. نیروی کار نیز با وجود تأثیر منفی، مقدار تأثیرگذاری آن در دو بازه زمانی بسیار کوچک می‌باشد. یعنی سهم بیشتر سرمایه با فناوری‌های انرژی‌اندوز و سهم کمتر سرمایه توأم با فناوری‌هایی با سهم بیشتر نهاده انرژی همراه می‌باشد. نتایج از حیث تأثیر معنی‌دار سرمایه مشابه مطالعه عزیزی و همکاران (۱۳۹۴) است. واقعی نمودن قیمت انرژی همگام با یک سری تدابیر تکمیلی می‌تواند بهسازی سرمایه‌های موجود را به همراه داشته باشد. همچنین افزایش اعتبارات در راستای سرمایه‌گذاری تکنولوژی‌های انرژی‌اندوز پیشنهاد می‌گردد.

کاربران اینترنت تأثیر مثبت بر شدت انرژی در کوتاه‌مدت و بلندمدت ایجاد نموده که نشان‌دهنده غالب بودن اثر درآمدی بر اثر جانشینی است. افزایش کاربران اینترنت در کشور فعالیت‌های اقتصادی بیشتری را موجب شده که به واسطه آن شدت انرژی افزایش یافته است. اینکه زمینه جانشینی اطلاعات بجای انرژی فراهم گردد به‌طوری که شدت انرژی کاهش یابد و بتواند تأثیر اثر درآمدی را خنثی نماید، به واسطه نتیجه تحقیق تأیید نمی‌شود. بهبود زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و تسهیلات استفاده از آن در بخش‌های

اقتصادی پیشنهاد شده به‌طوری که علاوه بر رشد اقتصادی، کارایی مصرف انرژی در بخش‌های مختلف اقتصادی فراهم گردد.

سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی تأثیر معنی‌داری در هر دو بازه زمانی ایجاد نکرده که این دلالت بر موثر واقع نشدن رشد اقتصادی از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی دارد. به دلایلی نظیر تحریم‌ها امکان کاهش شدت انرژی از طریق سرریز تکنولوژی وجود نداشته و این ممکن است به دلیل ناچیز بودن مقدار سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باشد. نتایج تحقیق مبنی بر عدم تأثیر معنی‌دار، مشابه تحقیق موسویان و همکاران (۱۳۹۷) می‌باشد. به‌منظور تأثیرگذاری مطلوب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی می‌بایست ضمن افزایش جذب آن به کیفیت این سرمایه‌گذاری‌ها و انتقال فناوری در آن‌ها توجه نمود و اینکه این سرمایه‌گذاری منحصر به صنایع انرژی‌بر نیست.

اثرات متقابل ریسک مالی و توسعه مالی بر شدت انرژی تأثیر معنی‌داری در هر دو بازه زمانی ایجاد نکرده و می‌توان گفت توسعه مالی در کشور هنوز به میزانی نرسیده که بتواند سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی را افزایش معنی‌داری بدهد. با توجه به این امر، شدت انرژی تغییر معنی‌داری در اثر کاهش ریسک و بهبود توسعه مالی نیافته است. به‌هر حال با توجه به ضرورت توجه به سیستم مالی از طریق کاهش ریسک و توسعه مالی، باید علاوه بر اطمینان از قرارگیری اعتبارات در مسیر تولید، کاهش شدت انرژی به‌عنوان یک هدف در کنار آن نیز مدنظر قرار گیرد.

### تعارض منافع

تعارض منافع ندارم.

### سپاسگزاری

نویسنده این مقاله از هیئت محترم داوران که با نظرات ارزشمندشان باعث ارتقای کیفیت مقاله شده‌اند کمال تشکر و قدردانی را دارد.

### ORCID

Ashkan Rahimzadeh



<http://orcid.org/0000-0001-6992-746X>

## منابع

- ابراهیمی محسن، ممی پور سیاب، بنی مشهدی میلاد. (۱۳۹۸). بررسی عوامل مؤثر بر شدت انرژی با تأکید بر اثر شکست ساختاری در ایران. *پژوهش‌های اقتصادی (رشد و توسعه پایدار)*، ۱۹ (۲): ۸۷-۱۰۸. <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-15313-fa.html>
- درگاهی، حسن و بیابانی خامنه، کاظم. (۱۳۹۵). نقش عوامل قیمتی، درآمدی و کارایی در شدت انرژی ایران. *فصلنامه تحقیقات اقتصادی*، ۵۱ (۲): ۳۵۵-۳۸۴. doi: 10.22059/jte.2016.58457
- سرزعیم، علی. (۱۳۹۷). *بینش اقتصادی برای همه*. انتشارات ترمه، چاپ چهارم.
- سیف، اله‌مراد و حمیدی رزی، داود. (۱۳۹۵). بررسی تأثیر شاخص‌های منتخب اقتصاد دانش‌بنیان بر شدت انرژی استان‌های کشور. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۵ (۱۸): ۱۰۱-۱۴۵. doi: 10.22054/jiee.2016.7194
- عارفیان، محمدرضا، فرجی دیزجی، سجاد و قاسمی، سحر. (۱۳۹۹). بررسی نقش انرژی تجدیدپذیر، انرژی تجدیدناپذیر و رشد اقتصادی بر انتشار کربن در کشورهای OECD. *اقتصاد و تجارت نوین*، ۱۵ (۳): ۱۰۹-۱۳۷. doi: 10.30465/jnet.2020.6298
- عزیزی زهرا. (۱۳۹۸). بررسی نحوه اثرگذاری پیچیدگی اقتصادی بر مصرف انرژی در بخش صنعت. *فصلنامه پژوهشنامه اقتصاد و برنامه ریزی*، ۲۴ (۱): ۲۴-۳. doi: 10.29252/jpbud.24.1.3
- عزیزی، زهرا، فریدزاد، علی و خورسندی، مرتضی. (۱۳۹۴). نقش قیمت در اثرگذاری غیرخطی عوامل مؤثر بر شدت انرژی در ایران. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۵ (۱۷): ۶۷-۹۸. doi: 10.22054/jiee.2017.7166
- فتحی زاده، حسین و نوژاد، مسعود و حقیقت، علی و امینی فرد، عباس. (۱۴۰۰). رابطه رشد اقتصادی، شدت انرژی و توسعه مالی: یک مقایسه از اقتصادهای ایران و ترکیه. *اقتصاد کاربردی*، ۳۱: ۴۲-۱۹.
- فلاحی، اسماعیل و خلیلیان، صادق. (۱۳۸۸). مقایسه اهمیت فرآورده‌های نفتی و برق با سایر عوامل تولید در بخش کشاورزی ایران. *تحقیقات اقتصاد کشاورزی*، ۱۹ (۲): ۱-۱۹. SID. <https://sid.ir/paper/158612/fa>
- قاسمی، عبدالرسول و محمدخان پور اردبیل، رقیه. (۱۳۹۳). بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل و نقل. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۴ (۱۳): ۱۶۹-۱۹۰.

- گلی، یونس، محنت‌فر، یوسف. (۱۳۹۹). بررسی اثر صنعتی شدن و شهرنشینی بر کارایی انرژی در استان‌های ایران (رهیافت اقتصادسنجی فضایی). *مجله سیاست اقتصادی*، ۱۲(۲۳): ۱۸۸-۱۶۷. <https://doi.org/10.22034/epj.2020.11361.1919>
- معبودی، رضا و دره نظری، زینب. (۱۴۰۱). تاثیر مالی سازی بر آلودگی محیط زیست در ایران. *اقتصاد و تجارت نوین*، ۱۷(۲): ۱۷۹-۱۵۳.
- مؤتمنی، مانی و زبیری، هدی. (۱۴۰۱). تحلیل رابطه فناوری اجتماعی و پیچیدگی اقتصادی با استفاده از الگوی PVAR. *پژوهش‌های اقتصادی ایران*، ۲۷(۹۱): ۲۲۳-۲۵۵. doi: 10.22054/ijer.2022.61995.1010
- موسویان، سید مهدی، کریمی تکانلو، زهرا، صادقی، سید کمال و پورعبادالهان کویچ، محسن. (۱۳۹۷). بررسی اثر مخارج دولت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر شدت انرژی در صنایع کارخانه‌ای استان‌های ایران: رویکرد اقتصادسنجی فضایی. *پژوهشنامه اقتصاد/انرژی ایران*، ۷(۲۸): ۱۵۷-۱۸۴. doi: 10.22054/jiee.2019.9842
- نوفروستی، محمد. (۱۳۹۱). ریشه واحد و هم‌جمع‌ی در اقتصادسنجی. موسسه خدمات فرهنگی رسا.

## References

- Abid, M., (2015). The close relationship between informal economic growth and carbon emissions in Tunisia since 1980: the (ir) relevance of structural breaks. *Sustainable Cities and Society*, 15, 11e21.
- Adom, P. K. (2015b). Business Cycle and Economic-Wide Energy Intensity: The Implications for Energy Conservation Policy in Algeria. *Energy*, Vol. 88, pp. 334-350.
- Antonietti, R., & Fontini, F. (2019). Does energy price affect energy efficiency? Cross-country panel evidence. *Energy Policy*, 129, 896-906. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2019.02.069>
- Arefian, Mohammadreza., Faraji Dizaji, Sajjad., and Ghasemi, Sahar. (2020). Examining the Role of Renewable Energy, Non-Renewable Energy, and Economic Growth on Carbon Emissions in OECD Countries. *Journal of New Economy and Trade*, 15(3), 109-137. [In Persian]
- Azizi, Zahra. (2019). Investigating the Impact of Economic Complexity on Energy Consumption in the Industrial Sector. *Journal of Planning and Budgeting*, 144, 3-24. [In Persian]
- Azizi, Zahra., Faridzad, Ali., Khorsandi, Morteza. (2015). The Role of Prices in the Nonlinear Effects of Factors Influencing Energy Intensity in Iran. *Journal of Iranian Energy Economics*, 17, 67-98. [In Persian]
- Bano, S., Zhao, Y., Ahmad, A., Wang, S., & Liu, Y. (2018). Identifying the impacts of human capital on carbon emissions in Pakistan. *Journal of Cleaner Production*, 183, 1082-1092. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.02.008>
- Burgess, R. (2000). The Compact City Debate: a Global Perspective. *Compact Cities: Sustainable Urban Forms for Developing Countries*, 9-24.

- Burton, E. (2000). The Compact City: Just or Just Compact? A Preliminary Analysis. *Urban Studies*, 37(11): 1969-2006.
- Can, M., & Ahmed, Z., (2022). Towards sustainable development in the European Union countries: Does economic complexity affect renewable and non-renewable energy consumption? *Sustainable Development*, 1–13. <https://doi.org/10.1002/sd.2402>
- Cleveland, C. J., Kaufmann, R. K., & Stern, D. I. (2000). Aggregation and the Role of Energy in the Economy. *Ecological Economics*, 32(2), 301-317.
- Dargahi, Hassan., Biabani Khameneh, Kazem. (2016). The Role of Price, Income, and Efficiency Factors in Energy Intensity in Iran. *Economic Research Journal*, 115, 355-384. [In Persian]
- Destek, M. A., & Manga, M. (2021). Technological innovation, financialization, and ecological footprint: evidence from BEM economies. *Environmental Science and Pollution Research*, 28, 21991–22001.
- Dinda, S. (2004). Environmental Kuznets curve hypothesis: A survey. *Ecological Economics*, 49(4), 431–455. <https://doi.org/10.1016/j.ecolecon.2004.02.011>
- Ebrahimi, Mohsen., Mamipour, Siab., Bani Mashhadi Ali, Milad. (2019). Investigating the Factors Affecting Energy Intensity with an Emphasis on Structural Breaks in Iran. *Economic Research (Growth and Sustainable Development)*, 19(2), 87-107. [In Persian]
- Fallahi, Esmail., Khalilian, Sadegh. (2009). Comparing the Importance of Petroleum Products and Electricity with Other Production Factors in Iran's Agricultural Sector. *Journal of Agricultural Economics Research*, Vol. 1, No. 2. [In Persian]
- Fang, J., Gozgor, G., Mahalik, M. K., Padhan, H., & Xu, R. (2021). The impact of economic complexity on energy demand in OECD countries. *Environmental Science Pollution Research*, 28, 33771–33780. <https://doi.org/10.1007/s11356-020-12089-w>
- Fathizadeh, Hossein., Nonnejad, Masoud., Haghighat, Ali., Aminifard, Abbas. (2020). The Relationship between Economic Growth, Energy Intensity, and Financial Development: A Comparison of the Economies of Iran and Turkey. *Applied Economics Journal*, 31, 19-42. [In Persian]
- Ghasemi, Abdolrasoul., Mohammadzadeh Ardabil, Roghieh. (2014). The Impact of Information and Communication Technology on Energy Intensity in the Transportation Sector. *Journal of Iranian Energy Economics*, 4(13), 169-190. [In Persian]
- Goli, Younes., Mehnatfar, Yousef. (2020). The Impact of Industrialization and Urbanization on Energy Efficiency in Iran's Provinces (Spatial Econometrics Approach). *Economic Policy Journal*, 23, 167-188. [In Persian]
- Hollinger, Keith H. (2008). Trade Liberalization and the Environment: A Study of NAFTA's Impact in El Paso, Texas and Juarez, Mexico. Virginia Polytechnic Institute and State University, 1-79

- Ibrahim, M.H., Law, S.H., (2016). Institutional quality and CO2 emissiontrade relations: evidence from sub-saharan Africa. *South Afr. J. Econ.* 84 (2), 323e340.
- Irandoost, M. (2016). The Renewable Energy-Growth Nexus with Carbon Emissions and Technological Innovation: Evidence from the Nordic countries. *Ecological Indicators*, 69 (1), 118-125
- Islam, M. S. (2021). Does financial development cause environmental pollution? Empirical evidence from South Asia. *Environmental Science and Pollution Research*, Published Online: 17 August, 10.1007/s11356-021-16005-8.
- Jiang, L., Folmer, H., and Ji, M. (2014). The Drivers of Energy Intensity in China: A Spatial Panel Data Approach. *China Economic Review*, Vol. 31, pp. 351-360.
- Kopidou, D. Tsakanikas, A. Diakoulaki, D. Common (2016). Common Trends and Drivers of CO2 Emissions and Employment: a Decomposition Analysis in the Industrial Sector of Selected European Union Countries. *Journal of Cleaner Production*, 112: 4159-4172.
- Kurniawan, R., Sugiawan, Y., & Managi, S. (2021). Economic growth – environment nexus: An analysis based on natural capital component of inclusive wealth. *Ecological Indicators*, 120, 10698.
- Leitao, Alexandra (2010). Corruption and Environmental Kuznets Curve Empirical Evidence for Sulfur. *Ecological Economics*, No. 66, pp. 2191- 2201
- Maboudi, Reza., Dareh Nazari, Zeinab. (2023). The Impact of Financialization on Environmental Pollution in Iran. *Journal of New Economy and Trade*, 17(50), 153-179. [In Persian]
- Maji, I. K., Habibullah, M. S., & Saari, M. Y. (2017). Financial development and sectoral CO2 emissions in Malaysia. *Environmental Science and Pollution Research*, 24, 7160– 7176.
- Millera, H.C., Millsc, G.N., Bemboa, D.G., Macdonaldb, J.A., (1998). Induction of cytochrome p4501A (CYP1A) in *Trematomus bernacchii* as an indicator of environmental pollution in Antarctica. *Aquatic Toxicology*. 44 (3), 183e193.
- Mosavian, Seyyed Mehdi., Karimi Takkanlou, Zahra., Sadeghi, Seyyed Kamal., Pourabbadullahan Kouich, Mohsen. (2018). The Impact of Government Expenditure and Foreign Direct Investment on Energy Intensity in Manufacturing Industries of Iran's Provinces: A Spatial Econometrics Approach. *Journal of Iranian Energy Economics*, 28, 157-184. [In Persian]
- Motameni, Mani., Zabiri, Hadi. (2023). Analyzing the Relationship between Social Technology and Economic Complexity Using a PVAR Model. *Iranian Journal of Economic Research*, 27(91), 223-255. [In Persian]
- Noferesti, Mohammad. (2012). *Unit Root and Cointegration in Econometrics*. Rasa Cultural Services Institute. [In Persian]
- Oliner, SD & Sichel, DE, (2003). Information Technology and Productivity: Where Are We Now and Where Are We Going? *Technology, Growth and Labor Market*, 41-94.

- Rafque, M. Z., Doğan, B., Shaiara Husain, S., Huang, S., & Shahzad, U. (2021). Role of economic complexity to induce renewable energy: Contextual evidence from G7 and E7 countries. *International Journal of Green Energy*, 18(7), 745–754. <https://doi.org/10.1080/15435075.2021.1880912>.
- Sadorsky, P. (2010). The impact of financial development on energy consumption in emerging economies. *Energy Policy*, 3, 2528–2535.
- sadorsky, P. (2012). Energy Consumption, Output and Trade in South America. *Energy Economics*, 34(2), 476–488.
- Sarzaem, Ali. (2018). *Economic Insight for Everyone*. Termeh Publications, Fourth Edition. [In Persian]
- Seif, Allah Morad., Hamidi Rezi, Davoud. (2016). The Impact of Selected Knowledge-Based Economy Indicators on Energy Intensity of Iran's Provinces. *Journal of Iranian Energy Economics*, 18, 101–145. [In Persian]
- Shahzad, U., Fareed, Z., Shahzad, F., & Shahzad, K. (2021). Investigating the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint for the United States: New insights from quantile methods. *Journal of Cleaner Production*, 279, 123806. <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.123806>.
- Yan, Huijie (2015). Provincial Energy Intensity in China: The Role of Urbanization. *Energy Policy*, vol. 86, pp 635–650.
- Zafar, M. W., Zaidi, S. A. H., Khan, N. R., Mirza, F. M., Hou, F., & Kirmani, S. A. A. (2019). The impact of natural resources, human capital, and foreign direct investment on the ecological footprint: The case of the United States. *Resources Policy*, 63, 101428. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2019.101428>.

**استناد به این مقاله:** رحیم‌زاده، اشکان. (۱۴۰۳). عوامل تأثیرگذار بر شدت انرژی با تأکید بر پیچیدگی اقتصادی و ارتباط متقابل ریسک مالی و توسعه مالی، *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۵۳ (۱۴)، ۹۱–۱۱۷.



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