

## Research Paper

# The Impact of Financial Development Regimes on CO<sub>2</sub> Emissions in Iran: The Markov-Switching Approach

Fatemeh Bahrambeigi<sup>1</sup>, Mohammad Hassan Fotros<sup>2\*</sup>, Gholamali Haji<sup>3\*</sup>, Esmael Torkamani<sup>4</sup>

1. PhD Student of Economics, Department of Economics, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

2. Professor, Department of Economics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran

3. Assistant Professor, Department of Economics, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

4. PhD in Economics, Department of Economics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran.

Received:2022/2/22

Accepted:2023/7/18

PP:1-12

Use your device to scan and read the article online



DOI:

10.30495/jae.2023.30067.2325

**Keywords:**

Financial Development, CO<sub>2</sub> Emission, Markov-Switching

**Abstract**

**Introduction:** In recent years, financial development and its effects on the environment have received increasing attention. Indeed, financial development directly affects economic growth and energy consumption, so that affects the release of environmental pollutants. On the other hand, developed financial markets and an efficient banking system improve productivity and reduce environmental pollutants. Therefore, the present paper investigates the impact of financial development on carbon dioxide emissions in Iran under regime conditions during the period 1971-2018.

**Material and Methods:** In the present study, in order to investigate the effect of financial development on carbon dioxide emissions in Iran, the Markov-switching vector error correction method was used under regimes conditions.

**Finding:** The results showed that financial development under two regime conditions affects carbon dioxide emissions. This means that in the zero regime has a positive and significant effect on carbon dioxide emissions. While in regime one, financial development has a negative and significant impact on carbon dioxide emissions. Thus; Carbon dioxide emissions in Iran are affected by financial development regimes.

**Conclusion:** According to the results of financial development in different regimes have different effects on carbon dioxide emissions, so it is appropriate in situations where financial development reduces carbon dioxide emissions, strengthen financial development to achieve both economic growth and development and Environmental protection also happens.

**Jel Claddification:** B29 .C24 .Q53

**Citation:** Bahrambeigi F, Fotros MH, Haji Gh, Torkamani S..(2023). The Impact of Financial Development Regimes on CO<sub>2</sub> Emissions in Iran: The Markov-Switching Approach. Journal of Agricultural Economics Research.15(2):1-12

\*Corresponding author: Mohammad Hassan Fotros , Gholamali Haji

**Address:** Department of Economics, Bu-Ali Sina University, Hamedan, Iran , Department of Economics, Arak Branch, Islamic Azad University, Arak, Iran.

**Tell:** 09188127468,09188625322

**Email:** Fotros@basu.ac.ir, g-haji@iau-arak.ac.ir

## Extended Abstract

### Introduction:

There are two viewpoints on the impact of financial development on environmental pollution. In the first view, financial development directly affects economic growth and energy consumption, affecting the emission of environmental pollutants. The second view states that developed financial markets and efficient banking systems may enhance technological advancement and productivity and have a negative impact on environmental pollutants. Based on the theories and findings of empirical studies, financial development through several channels such as industrialization and technology innovation affects environmental pollution. Therefore, there is no consensus on the manner and type of impact of financial development on the emission of environmental pollutants. In most empirical studies, the impact of financial development on environmental pollution has been studied linearly. Accordingly, the present study has tested the hypothesis that the effect of financial development in different regimes on carbon dioxide emissions is different, by using the Markov-switching model during the period 1971-2018.

### Material & Method

The most common case of Markov-switching models in examining the relationship between two variables is the following relation, which is known as the MSIAX (K) -ARX (p, q) pattern. In empirical work, the model can be changed so that only some models depend on the regime and other parameters do not change with the regime change.

$$Y_t C(s_t) \sum_i^p a_j(s) Y_{t-i} \sum_j^q b_j(s) x_{t-i} \varepsilon(s)_t \quad (1)$$

In relation (1),  $Y_t$  is a dependent variable,  $\varepsilon$  is the error terms and  $C$  is the intercept of equation. All random components of this pattern are a function of the regime or  $S_t$ . Considering the studies conducted on the impact of financial development on carbon dioxide emissions, the econometric model according to the study of Pan et al. (2019) is as follows.

$$LCO2_t C(st) \sum_{i=1}^t \beta_t LCO2_{t-i} \sum_{i=1}^t \theta_t LFD_{t-i} + \sum_{i=1}^t \varphi_t X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (2)$$

In the specified model, LFD: represents the logarithm of the financial development index. This index is an average of 9 standard indicators of financial development of the banking sector that are approved by the World Bank, which are: 1-Bank Credit to Bank Deposit, 2-Private Credit by Deposit Money Banks to GDP, 3-Liquid Liabilities to GDP, 4-Deposit Money Bank Assets to Deposit Money

Bank Assets and Central Bank, 5-Central Bank Assets to GDP, 6-Deposit Money Bank Assets to GDP, 7-Other Financial Institutions' Assets to GDP, 8-Financial System Deposits to GDP, 9-Bank Deposits to GDP. The data for these indicators are taken from the WDI Database.  $LCO2_t$ : Represents the logarithm of carbon dioxide emissions (metric ton per capita). Carbon dioxide is the main greenhouse gas, most of which is due to the consumption of fossil fuels (Vaseghi and Ismaili, 2009).  $LX_t$ : represents the logarithm of other variables such as economic growth, urbanization, industrialization, and commercial openness, which can affect carbon dioxide emission. The data of these variables are taken from the WDI and the Central Bank of Islamic Republic of Iran.

### Findings

In this study, the effect of financial development on carbon dioxide emissions in Iran during the period 1971-2018 has been investigated using the Markov-switching vector error correction method. To analyze the time series, first the unit root of the data was examined using the unit root test of KPSS and ADF. The results of the unit root test showed that the variables have a unit root at the data level. Therefore, the unit root of the variables in the first-order difference was investigated, and the results indicated that the unit root of the variables did not exist in the first-order difference. Due to the fact that the variables were static in the first order difference, the co-integration relationship of the variables was investigated using the Johansen-Juselius co-integration test. The results of Johansen-Juselius co-integration test indicated the existence of co-integration vector between variables. Then, in order to determine the optimal Markov-switching vector error correction method model, first the number of model regimes in 2 and 3 regime conditions was evaluated based on the maximum likelihood criterion and the minimum Akaike criterion and based on the results, the Markov-switching vector error correction method is selected under 2 regime conditions. The results of Markov-switching vector error correction method showed that financial development on carbon dioxide emissions in two different regimes, namely the regime of positive impact of financial development on carbon dioxide emissions (zero regime) and the regime of negative impact of financial development on carbon dioxide emissions (regime one) are different. Therefore, financial development in the zero regimes with a coefficient of 0.137 has a positive and significant effect on carbon dioxide emissions. This means that with a one percent increase in the financial development index in Iran, carbon dioxide

emissions will increase by 0.137 percent. Accordingly, in the zero regimes, financial development has increased environmental pollution. While in diet one, financial development with a coefficient of 0.153 has a negative and significant effect on carbon dioxide emissions. This means that in this regime, with a one percent increase in the financial development index in Iran, carbon dioxide emissions are reduced by 0.153percent. Accordingly, in this regime, financial development has led to a reduction in environmental pollution. Also, the results of the model showed that economic growth and industrialization have a positive and significant effect on carbon dioxide emissions. While the degree of openness of trade and urbanization had a significant negative impact on carbon dioxide emissions.

### Discussion

The results showed that carbon dioxide emissions are influenced by financial development regimes. In the zero regimes, financial development has a positive and significant effect on carbon dioxide emissions. Improving financial development in this regime can increase carbon dioxide emissions. But the effect on carbon dioxide emissions in regime one was negative. In other words, improving financial development in regime one has reduced carbon dioxide emissions. Therefore, the impact of financial development in different regimes on carbon dioxide

emissions is different. According to the results, it is suggested that the financial sector, in order to reduce pollution, should better target the financing of companies that use environmentally friendly technologies, and tighten the financing of environmentally harmful investments. The financial sector should also prioritize the conditions for financing the production of durable consumer goods with high energy efficiency and financing households for the consumption of such goods.

### Conclusion

According to the results of financial development in different regimes have different effects on carbon dioxide emissions, so it is appropriate in situations where financial development reduces carbon dioxide emissions, strengthen financial development to achieve both economic growth and development and Environmental protection also happens.

### Ethical Considerations

#### Compliance with ethical guidelines

All subjects full fill the informed consent.

#### Funding

No funding.

#### Conflicts of interest

The authors declared no conflict of interest.

## مقاله پژوهشی

تأثیر رژیم‌های توسعه مالی بر انتشار CO<sub>2</sub> در ایران: رهیافت مارکوف سوئیچینگفاطمه بهرام بیگی<sup>۱</sup>، محمد حسن فطرس<sup>۲\*</sup>، دکتر غلامعلی حاجی<sup>۳\*</sup>، دکتر اسماعیل ترکمنی<sup>۴</sup>.

۱- دانشجوی دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

۲- استاد، گروه اقتصاد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران (نویسنده مسئول)

۳- استادیار، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران (نویسنده مسئول)

۴- دکتری اقتصاد، گروه اقتصاد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران

## چکیده

**مقدمه و هدف:** در چند سال اخیر توسعه مالی و اثرات آن بر محیط زیست بیش از پیش مورد توجه قرار گرفته است. در واقع توسعه مالی با تأثیر مستقیم بر رشد اقتصادی و مصرف انرژی، انتشار آلاینده‌های زیست محیطی را تحت تأثیر قرار می‌دهد. از سوی دیگر، بازارهای مالی توسعه یافته و سیستم بانکی کارآمد بهره‌وری را ارتقا داده و باعث کاهش آلاینده‌های زیست محیطی می‌شود. بنابراین مقاله حاضر به بررسی تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در ایران تحت شرایط رژیم‌های توسعه مالی در طول دوره ۱۳۵۰ تا ۱۳۹۷ پرداخت.

**مواد و روش:** در تحقیق حاضر به منظور بررسی تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در ایران، تحت شرایط رژیم‌های توسعه مالی، سوئیچینگ خودرگرسیون تصحیح خطای برداری استفاده شد.

**یافته‌ها:** نتایج نشان داد که توسعه مالی تحت شرایط دو رژیم، انتشار دی اکسید کربن را تحت تأثیر قرار می‌دهد. بدین معنی که در رژیم صفر تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن دارد. در حالی که در رژیم یک، توسعه مالی تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن دارد. بنابراین؛ انتشار دی اکسید کربن در ایران تحت تأثیر رژیم‌های توسعه مالی قرار دارد.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج توسعه مالی در رژیم‌های مختلف اثرات متفاوتی بر انتشار دی اکسید کربن دارد، لذا مناسب است در شرایطی که توسعه مالی منجر به کاهش انتشار دی اکسید کربن می‌شود، توسعه مالی را تقویت کنند تا هم رشد و توسعه اقتصادی محقق شود و هم حفاظت از محیط زیست نیز اتفاق بیفتد.

طبقه‌بندی JEL: B29، C24، Q53

تاریخ دریافت: ۱۴۰۰/۱۲/۳

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۲/۴/۲۷

شماره صفحات: ۱-۱۲

از دستگاه خود برای اسکن و خواندن مقاله به صورت آنلاین استفاده کنید



DOI:

10.30495/jae.2023.30067.2325

واژه‌های کلیدی:

توسعه مالی، انتشار دی اکسید کربن، مارکوف سوئیچینگ

\* نویسنده مسوول: محمدحسن فطرس، غلامعلی حاجی

نشانی: گروه اقتصاد، دانشگاه بوعلی سینا، همدان، ایران، گروه اقتصاد، واحد اراک، دانشگاه آزاد اسلامی، اراک، ایران

تلفن: ۰۹۱۸۸۱۲۷۴۶۷، ۰۹۱۸۸۶۲۵۲۲۲

پست الکترونیکی: Fotros@basu.ac.ir, g-haji@iau-arak.ac.ir

## مقدمه

بخش مالی ممکن است تأثیرات متفاوتی بر فعالیت‌های اقتصادی داشته باشد (بوتیف و همکاران<sup>۱</sup>، ۲۰۱۹). بنابراین در این مطالعه از شاخص توسعه مالی چند بعدی استفاده می‌شود. مطالعه حاضر با استفاده از الگوی مارکوف-سوئیچینگ در طول دوره ۱۳۹۷-۱۳۵۰ تأثیر رژیم‌های توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن را در ایران مورد بررسی قرار داده است. مقاله حاضر در پنج بخش سازمان‌دهی شده است. بخش اول به بیان مقدمه و بخش دوم به ادبیات موضوع، بخش سوم، به معرفی روش‌شناسی و داده‌های مطالعه پرداخته است. بخش چهارم به برآورد الگو و یافته‌های مطالعه می‌پردازد و در نهایت، نتیجه‌گیری و پیشنهادات در بخش پنجم بیان شده است.

## پیشینه تحقیق و مبانی نظری

بر اساس نظرات و یافته‌های مطالعات تجربی توسعه مالی از طریق چند کانال بر آلودگی زیست محیطی اثرگذار است. الف) صنعتی شدن: جنسن<sup>۲</sup> (۱۹۹۶) و بانک جهانی (۲۰۰۰)، بیان کردند توسعه مالی ممکن است باعث افزایش فعالیت‌های صنعتی شود که امکان دارد به نوبه خود منجر به آلودگی هوا شود (11) و (12).

ب) نوآوری فناوری: شومپتر<sup>۳</sup> (۱۹۱۱)، استدلال کرد که عملکرد مطلوب بانک‌ها، ابداعات تکنولوژیک و به تبع آن رشد اقتصادی را تحریک می‌کند (13). بیردسال و ویلر<sup>۴</sup> (۱۹۹۳) بیان کرده‌اند که کشورهای در حال توسعه ممکن است از طریق توسعه مالی به تکنولوژی‌های جدید دستدار محیط‌زیست دسترسی پیدا کنند (14) و (3).

ج) هزینه‌های سرمایه: تامازیان و همکاران<sup>۵</sup> (۲۰۰۹) و تامازیان و راثو<sup>۶</sup> (۲۰۱۰) استدلال کردند که توسعه مالی ممکن است منابع مالی بیشتری را برای پروژه‌های دستدار محیط‌زیست با هزینه‌های مالی کمتری فراهم کند (15)؛ (7) و (16). تامین مالی پروژه‌های دستدار محیط‌زیست با هزینه‌های کمتر، امکان افزایش چنین سرمایه‌گذاری‌هایی را ارتقا داده و باعث کاهش آلودگی‌ها می‌شود. از طرفی، نقش دولت در اقتصاد محیط‌زیست به نحوه ارائه کالاهای عمومی مانند حفاظت از محیط‌زیست مربوط است. در واقع دولت هم نقش حمایت‌گر و هم نقش حفاظت‌گر محیط‌زیست را بر عهده دارد. با توجه به محدودیت‌های مالی دولت، توسعه بخش مالی با کاهش هزینه تامین مالی،

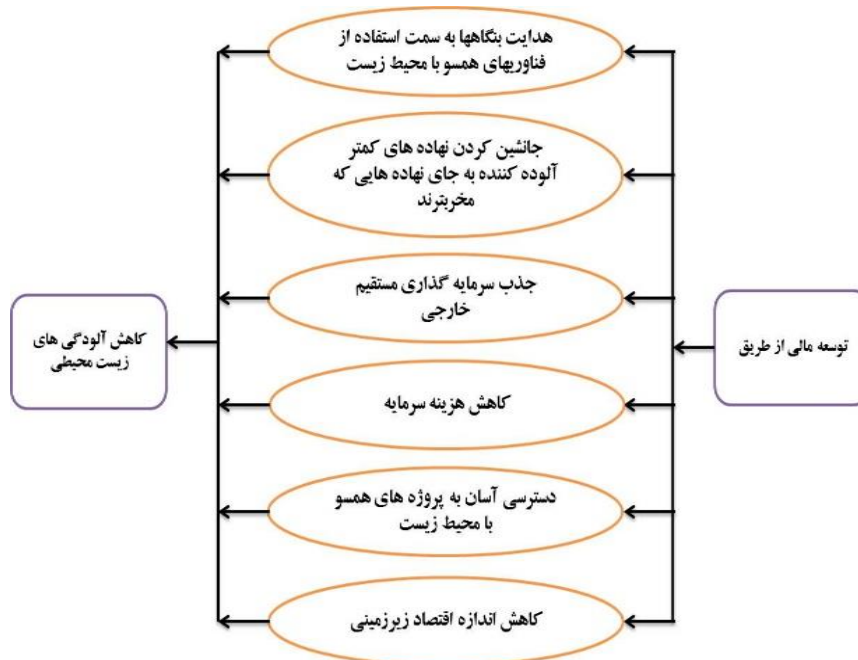
عوامل متعددی همچون رشد اقتصادی، مصرف انرژی، درجه باز بودن اقتصاد، رشد جمعیت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی محیط زیست تاثیرگذار هستند (1)؛ (2)؛ (3)؛ (4)؛ (5). اما در چند سال اخیر توسعه مالی و اثرات آن بر محیط زیست مورد توجه قرار گرفته است. در مورد تاثیر توسعه مالی بر آلودگی زیست محیطی دو دیدگاه مطرح است. در دیدگاه اول، توسعه مالی با تاثیر مستقیم بر رشد اقتصادی و مصرف انرژی، انتشار آلاینده‌های زیست محیطی را تحت تاثیر قرار می‌دهد (6) و (7). همچنین، بهرامی و همکاران (۱۳۹۸)، آچیم پونگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) و حیدرزایدی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) در مطالعات خود تاثیر مثبت توسعه مالی بر آلودگی محیط‌زیست را به دست آورده‌اند (5)؛ (8) و (9). دیدگاه دوم بیان می‌کند که بازارهای مالی توسعه‌یافته و سیستم‌های بانکی کارآمد ممکن است، پیشرفت تکنولوژی و بهره‌وری را ارتقا داده و تاثیر منفی بر آلاینده‌های زیست محیطی داشته باشد (1). بازارها و نهادهای مالی توسعه‌یافته، پذیرش تکنولوژی‌های تولیدی با بهره‌وری بالا را از طریق کاهش ریسک نقدینگی سرمایه‌گذاران افزایش می‌دهد (2). واسطه‌های مالی می‌توانند نرخ نوآوری‌های تکنولوژیکی را از طریق شناسایی کارآفرینان با بالاترین شانس موفقیت در راه-اندازی فرآیندهای تولید کالاهای جدید افزایش دهند (10) که باعث کاهش انتشار آلاینده‌های زیست محیطی می‌شود. بنابراین در نحوه و نوع تاثیر توسعه مالی بر انتشار آلاینده‌های زیست محیطی اتفاق نظر وجود ندارد.

با توجه به نکات بالا، مطالعه حاضر از چند جنبه با مطالعات قبلی متفاوت است. اول، از آنجایی که توسعه مالی می‌تواند تاثیر متفاوتی بر انتشار دی اکسید کربن، طی سال‌های مختلف داشته باشد. در این مطالعه سعی شده است رابطه بین توسعه مالی و انتشار دی اکسید کربن در ایران به صورت غیر خطی مارکف-سوئیچینگ بررسی شود. روش مارکف-سوئیچینگ شرایط لازم برای معین ساختن اثرات توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن را به صورت پویا در شرایط رژیم‌های مختلف فراهم می‌کند و این امر سیاستگذاری در خصوص توسعه مالی و آلودگی محیط‌زیست را بهینه می‌سازد. دوم، اکثر مطالعات قبلی از یک شاخص برای اندازه‌گیری متغیر توسعه مالی استفاده کرده‌اند. این شاخص‌ها یک بُعد از توسعه مالی را نشان می‌دهند، در حالی که برای اندازه‌گیری توسعه مالی طیف گسترده‌تری از شاخص‌های مالی باید در نظر گرفته شوند. شواهد تجربی نشان می‌دهد که مولفه‌ها و ابعاد

5 Schumpeter  
6 Birdsall and Wheeler  
7 Tamazian et al  
8 Tamazian and Rao

1 Acheampong  
2 Haider Zaidi et al  
3 Botev et al  
4 Jensen

شرایط برای حضور کارآمد دولت‌ها را در بحث حفاظت از محیط زیست فراهم می‌کند (17). بنابراین، کانال‌های اثرگذاری توسعه مالی بر محیط زیست را می‌توان به صورت زیر نشان داد:



شکل ۱- کانال‌های اثرگذاری توسعه مالی بر محیط زیست (15)

از سه شاخص توسعه مالی بر انتشار گاز دی اکسید کربن بود (20).

اصغرپور و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی تأثیر بلندمدت توسعه اقتصادی و توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست کشورهای منتخب عضو اوپک در دوره ۲۰۰۷-۱۹۷۳ با استفاده از روش پانل دیتا نشان دادند که شاخص‌های توسعه مالی تأثیر منفی بر انتشار دی اکسید کربن دارد (21).

لو و لی (۲۰۲۱) با بررسی تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در ۹۷ کشور منتخب در طول دوره ۲۰۰۰-۲۰۱۴ با استفاده از روش پانل دیتا نشان دادند که توسعه مالی تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن داشت (16).

خضری و همکاران<sup>۱</sup> (۲۰۲۱)، تأثیر سرریز توسعه مالی را بر انتشار دی اکسید کربن در ۳۱ کشور منتخب آسیا و اقیانوسیه در طول دوره ۲۰۰۸-۲۰۰۰ با روش پانل فضایی بررسی کرده و نشان دادند که رشد شاخص‌های توسعه مالی تأثیر مستقیم بر انتشار دی اکسید کربن دارند.

بویی<sup>۲</sup> (۲۰۲۰) با استفاده از روش 2SLS و 3SLS در طول دوره ۲۰۱۲-۱۹۹۰ تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در ۱۰۰

بهرامی و همکاران (۱۳۹۸) با بررسی تأثیر توسعه مالی و آزادسازی تجاری بر انتشار دی اکسید کربن در ایران در طول دوره ۱۳۹۲-۱۳۵۷ با روش رگرسیون فازی نشان دادند که توسعه مالی، آزادسازی تجاری و تولید ناخالص داخلی تأثیر مستقیم و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن دارد (5).

مهدوی و امیربابایی (۱۳۹۴) با بررسی اثر توسعه مالی بر کیفیت محیط زیست در ایران در دوره ۲۰۰۷-۱۹۷۳ با استفاده از روش ARDL نشان دادند که توسعه مالی تأثیر منفی بر انتشار دی اکسید کربن دارد (18).

کریم‌زاده و همکاران (۱۳۹۳) با بررسی رابطه بین توسعه مالی و انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران با استفاده از الگوی ARDL در دوره ۱۳۸۸-۱۳۵۲، نشان دادند که رابطه منفی بلندمدت بین توسعه مالی و انتشار گاز CO<sub>2</sub> وجود دارد (19).

کاظمی و همکاران (۱۳۹۲) با بررسی رابطه بین انتشار گاز دی اکسید کربن و شاخص‌های توسعه در ایران طی دوره ۱۳۵۲ تا ۱۳۹۰ با استفاده از الگوی ARDL نشان دادند که بدهی‌های نقدی به GDP و بدهی بخش خصوصی به سیستم بانکی به GDP اثر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی اکسید کربن در ایران داشته‌اند. نتایج آزمون علیت حاکی از یک رابطه علی یک طرفه

رژیم بستگی داشته باشند و سایر پارامترها با تغییر رژیم عوض نشوند.

$$Y_t C(s_t) \sum_i^p a_j(s) Y_{t-i} \sum_j^q b_j(s) x_{t-i} \varepsilon(s)_t \quad (1)$$

در رابطه (۱)،  $Y_t$  متغیر وابسته،  $\varepsilon$  جز اختلال و  $C$  عرض از مبدا الگو می‌باشد. تمامی اجزاء تصادفی این الگو تابعی از متغیر رژیم یا وضعیت  $s_t$  می‌باشند.

با در نظر گرفتن مطالعات انجام شده در زمینه تاثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن، الگوی اقتصاد سنجی با توجه به مطالعه پان و همکاران (۲۰۱۹) به صورت زیر است.

$$LCO2_t = C(st) + \sum_{i=1}^t \beta_t LCO2_{t-i} + \sum_{i=1}^t \theta_t LFD_{t-i} + \sum_{i=1}^t \varphi_t X_{t-i} + \varepsilon_t \quad (1)$$

در مدل تصریح شده، LFD: بیانگر لگاریتم شاخص توسعه مالی است. این شاخص میانگین ۹ شاخص استاندارد توسعه مالی بخش بانکی که مورد تأیید بانک جهانی می‌باشد که عبارتند از: ۱- نسبت اعتبارات بانکی به سپرده‌های بانکی ۲- نسبت اعتبارات اعطایی بانک‌های تجاری به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی<sup>۱۱</sup> ۳- نسبت بدهی‌های نقدی به تولید ناخالص داخلی<sup>۱۱</sup>، ۴- نسبت دارایی هر بانک تجاری به کل دارایی‌های آنها و بانک مرکزی<sup>۱۲</sup>؛ ۵- نسبت دارایی‌های بانک مرکزی به تولید ناخالص داخلی<sup>۱۳</sup>؛ ۶- نسبت دارایی‌های بانک تجاری به تولید ناخالص داخلی<sup>۱۴</sup>؛ ۷- نسبت دارایی‌های سایر موسسات مالی به تولید ناخالص داخلی<sup>۱۵</sup>؛ ۸- نسبت سپرده‌های سیستم مالی به تولید ناخالص داخلی<sup>۱۶</sup>؛ ۹- نسبت سپرده بانک به تولید ناخالص داخلی<sup>۱۷</sup>. داده‌های این شاخص‌ها از پایگاه توسعه مالی جهانی<sup>۱۸</sup> اخذ شده است.

LCO2: بیانگر لگاریتم انتشار دی اکسید کربن (متریک تن سرانه) است. دی اکسید کربن اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای است که بخش عمده آن ناشی از مصرف سوخت‌های فسیلی است (25)

LX: بیانگر لگاریتم سایر متغیرهای موثر مانند رشد اقتصادی، شهر نشینی، صنعتی شدن و باز بودن تجاری است، که می‌توانند

کشور منتخب جهان بررسی کرده و نشان داد که توسعه مالی تاثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی اکسید کربن دارد (22).

ژائو و یانگ (۲۰۲۰) با بررسی تاثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در سطح استان‌های کشور چین در طول دوره ۲۰۰۱-۲۰۱۵ با استفاده از روش پانل دیتا نشان دادند که توسعه مالی تاثیر منفی بر انتشار دی اکسید کربن داشت (1).

آچیم پونگ<sup>۱</sup> (۲۰۱۹) با بررسی تاثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در ۴۶ کشور منتخب آفریقا در طول دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۰ با روش گشتاورهای تعمیم یافته سیستمی نشان دادند که شاخص‌های توسعه مالی از جمله حجم نقدینگی، اعتبارات بخش خصوصی و اعتبارات اعطایی به بخش خصوصی توسط سیستم بانکی تاثیر مستقیم بر انتشار دی اکسید کربن دارند (8).

حیدرزایدی و همکاران<sup>۲</sup> (۲۰۱۹) با بررسی رابطه بین انتشار دی اکسید کربن و جهانی‌سازی و توسعه مالی در کشورهای APEC در طول دوره ۲۰۱۶-۱۹۹۰ با روش پانل دیتا نشان دادند که جهانی‌سازی و توسعه مالی تاثیر منفی بر انتشار دی اکسید کربن دارد (9).

## مواد و روش تحقیق

الگوی مارکوف-سوئیچینگ به یکی از مدل‌های سری زمانی غیرخطی معروف شده است و برای نخستین بار توسط کوانت<sup>۳</sup> (۱۹۷۲) معرفی و سپس توسط همیلتون<sup>۴</sup> (۱۹۸۹)، برای استخراج چرخه‌های تجاری توسعه داده شده است. الگوهای غیرخطی از لحاظ سرعت تغییر از یک وضعیت به وضعیت دیگر به دو گروه عمده تقسیم می‌شوند. در برخی از این الگوهای غیرخطی، تغییر از یک وضعیت به وضعیت دیگر به صورت تدریجی<sup>۵</sup> انجام می‌گیرد (همانند شبکه عصبی ANN<sup>۶</sup> و STAR<sup>۷</sup>)، در برخی دیگر این انتقال به سرعت<sup>۸</sup> انجام می‌شود که الگوی مارکوف-سوئیچینگ از جمله این الگوها می‌باشد (23) و (24).

کلی‌ترین حالت الگوهای مارکوف-سوئیچینگ در بررسی ارتباط بین دو متغیر به صورت رابطه زیر می‌باشد که به الگوی MSIAX(K)-ARX(p,q) معروف است. در کارهای تجربی می‌توان الگو را طوری تغییر داد که فقط برخی از پارامترها به

- 11 Liquid Liabilities to GDP
- 12 Deposit Money Bank Assets to Deposit Money Bank Assets and Central Bank
- 13 Central Bank Assets to GDP
- 14 Deposit Money Bank Assets to GDP
- 15 Other Financial Institutions' Assets to GDP
- 16 Financial System Deposits to GDP
- 17 Bank Deposits to GDP
- 18 Global Financial Development

- 1 Acheampong
- 2 Haider Zaidi et al
- 3 Quandt
- 4 Hamilton
- 5 Gradual Switching
- 6 Artificial Neural Network
- 7 Smooth Transition Autoregressive
- 8 Sudden Switching
- 9 Bank Credit to Bank Deposit
- 10 Private Credit by Deposit Money Banks to GDP

سوئیچینگ مورد بررسی قرار گرفته است. برای تحلیل سری زمانی ابتدا بررسی مانایی داده‌ها انجام می‌شود. برای بررسی مانایی متغیرها از آزمون ریشه واحد KPSS و ADF استفاده و نتایج به دست آمده در جدول (۱) نشان داده شده است.

بر شدت انرژی تاثیر داشته باشند. داده‌های این متغیرها از سایت بانک جهانی و سری‌های زمانی بانک مرکزی اخذ شده است.

### بحث و یافته‌های تحقیق

در این مطالعه تاثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در ایران طی دوره ۱۳۹۷-۱۳۵۰ با استفاده از الگوی مارکوف-

جدول ۱- نتایج آزمون مانایی متغیرها

متغیرها	ADF		KPSS	
	سطح	تفاضل مرتبه اول	سطح	تفاضل مرتبه اول
	آماره t	احتمال	آماره t	آماره- LM
LCO2	-۱/۱۳	۰/۰۰۰۰	۰/۱۴۶	۰/۰۸۲
LFD	-۱/۲۹	۰/۰۰۰	۰/۱۴۶	۰/۰۷۸
Lgdp	-۱/۸۹	۰/۰۰۲۵	۰/۱۴۶	۰/۰۷۲
Lind	-۲/۰۳۲	۰/۰۰۱	۰/۱۴۶	۰/۰۷۳
Ltrd	-۲/۳	۰/۰۰۱	۰/۱۴۶	۰/۰۵۳
Lur	-۱/۲۷	۰/۰۰۷۲	۰/۱۴۶	۰/۰۰۷

یوهانسون-یوسیلیوس بررسی شود. لذا ابتدا باید وقفه بهینه مدل تعیین شود که نتایج این آزمون در جدول (۲) گزارش شده است.

همانطور که در جدول (۱) مشاهده می‌شود متغیرها در سطح دارای ریشه واحد بوده و در تفاضل مرتبه اول، مانا می‌شوند. بنابراین، باید رابطه هم‌انباشتگی متغیرها با استفاده از آزمون

جدول ۲- نتایج تعیین وقفه بهینه الگو

وقفه	AIC	SC
۱	*-۴/۵۶۹	*-۴/۳۲۶
۲	-۴/۵۴۵	-۴/۱۴۰
۳	-۴/۴۳۱	-۳/۸۶۳

یوهانسون-یوسیلیوس با استفاده از آزمون اثر و حداکثر مقدار ویژه تعیین می‌شود که نتایج آن در جدول (۳) آمده است.

با توجه به نتایج جدول (۲) و بر اساس معیار شوارتز-بیزین، وقفه بهینه برای الگو یک تعیین شد. تعداد بردارهای هم‌انباشتگی

جدول ۳- نتایج آزمون هم‌مجمعی یوهانسون-یوسیلیوس

بردار هم‌مجمعی	آماره آزمون	حداکثر مقدار ویژه	
		احتمال	ارزش بحرانی در سطح ۹۵٪
۰	۲۱۳/۸۴	*۰/۰۰۰۰	۱۲۵/۶۱
۱	۱۴۲/۹۰	*۰/۰۰۰۰	۹۵/۷۵
۲	۸۸/۷۰	*۰/۰۰۰۸	۶۹/۸۱
۳	۵۱/۹۳	**۰/۰۱۹۷	۴۷/۸۵
۴	۲۵/۶۴	۰/۱۳۹۶	۲۹/۷۹
ماتریس اثر			
۰	۴۶/۲۳	*۰/۰۰۰۰	۴۶/۲۳
۱	۴۰/۰۷	*۰/۰۰۰۷	۴۰/۰۷



۳۳/۸۷	**./۰.۲۱۶	۳۳/۸۷	۲
۲۷/۵۸	***./۰.۷۲۶	۲۷/۵۸	۳
۲۱/۱۳	./۰.۴۲۲۸	۲۱/۱۳	۴

رژیم‌های الگو در شرایط ۲ و ۳ رژیمی بر اساس معیار حداکثر راستنمایی و حداقل معیار آکائیک مورد بررسی و الگو-MSIA VECM تحت شرایط ۲ رژیمی انتخاب و نتایج به دست آمده در جدول ۴ گزارش شده است.

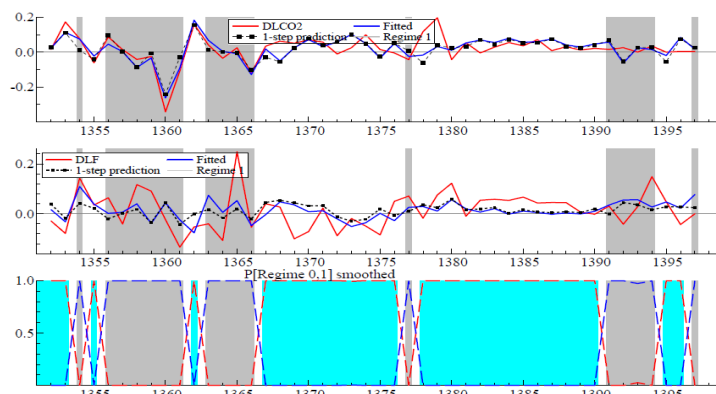
نتایج آزمون هم‌انباشتگی یوهانسون-یوسیلیوس در جدول (۳) نشان می‌دهد که بین متغیرهای الگو چهار بردار همجمعی وجود دارد. با توجه به این که متغیرها با تفاضل گیری مانا شدند، همجمع از درجه یک هستند. لذا از روش مارکوف-سوئیچینگ تصحیح خطای برداری استفاده شده است. به منظور تعیین الگو MS-VECM بهینه ابتدا تعداد

جدول ۴- نتایج مدل MSIA(2)-VECM(1) تأثیر توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن

	DLCO <sub>2</sub>	آماره t
عرض از مبدا در رژیم ۰	./۰.۷۳	۲/۶۷
عرض از مبدا در رژیم ۱	./۰.۴۷	۱/۷۷
DLCO <sub>2t-1</sub> در رژیم ۰	-./۰.۲۸۳	-۱/۴۷
DLCO <sub>2t-1</sub> در رژیم ۱	./۰.۲۲۰	۲/۳۸
DLFD <sub>t-1</sub> در رژیم ۰	./۰.۱۳۷	۱/۷۱
DLFD <sub>t-1</sub> در رژیم ۱	-./۰.۱۵۳	-۱/۸۵
DLGDP <sub>t-1</sub>	./۰.۶۶۰	۲/۸۶
DLIND <sub>t-1</sub>	./۰.۴۲۶	۲/۸۱
DLTRAD <sub>t-1</sub>	-./۰.۱۷۰	-۲/۶۸
DLUR <sub>t-1</sub>	-۴/۵۲۶	-۱/۹۸
Log-likelihood		۷۱۹/۹۴
AIC		-۲۵/۴۳
SC		-۲۰/۰۶
LR-test Ch <sup>2</sup> (16)		۲۰۸۷/۷ (۰/۰۰۰۰)

دی اکسید کربن (رژیم یک) متفاوت است. بنابراین توسعه مالی در رژیم صفر تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن دارد. لذا با افزایش شاخص توسعه مالی انتشار دی اکسید کربن افزایش معناداری داشته است. همچنین، در رژیم یک توسعه مالی تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن داشته است.

نتایج جدول (۴) نشان می‌دهد که در رژیم صفر توسعه مالی با ضریب ۰/۱۳۷ تأثیر مثبت و در رژیم یک با ضریب -۰/۱۵۳ تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن دارند. نتایج نشان داد که توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن در دو رژیم متفاوت یعنی رژیم تأثیر مثبت توسعه مالی بر انتشار دی اکسید کربن (رژیم صفر) و رژیم تأثیر منفی توسعه مالی بر انتشار



شکل ۲- تعیین رژیم‌های توسعه مالی و انتشار دی اکسید کربن

احتمال انتقال به رژیم یک در دوره بعدی برابر ۳۲/۸ درصد است و احتمال قرار گرفتن در رژیم صفر از رژیم یک بیشتر است.

نتایج احتمال انتقال بین رژیم‌ها در جدول (۵) نشان می‌دهد که احتمال باقی ماندن در رژیم صفر برابر ۰/۷۶۰ است. همچنین

جدول ۵- نتایج احتمال انتقال رژیم‌ها

	رژیم ۰	رژیم ۱
رژیم ۰	۰/۷۶۰	۰/۳۲۸
رژیم ۱	۰/۲۳۹	۰/۶۷۱

همچنین احتمال رژیم صفر نزدیک ۶۳٪ و رژیم یک ۳۶٪ است. احتمال قرار گرفت در رژیم صفر در حدود دو برابر رژیم یک است.

مشخصات هر رژیم در جدول (۶) نشان می‌دهد که متوسط طول دوره در رژیم صفر ۴/۸۳ سال، در رژیم یک ۲/۸۳ سال است.

جدول ۶- مشخصات رژیم‌ها

رژیم	طول دوره	احتمال	تعداد مشاهدات
صفر	۴/۸۳	۶۳/۰۴٪	۲۹
یک	۲/۸۳	۳۶/۹۶٪	۱۷

حالی در مطالعات (مهدوی و امیربابایی ۱۳۹۴؛ حیدزایدی و همکاران، ۲۰۱۹ و لو و لی، ۲۰۲۱) توسعه مالی تاثیر منفی بر انتشار دی اکسید کربن دارد. توسعه مالی با افزایش سرمایه‌گذاری‌ها منجر به افزایش رشد اقتصادی و از طریق تامین مالی مخارج مصرفی خانوارها منجر به افزایش تقاضای کالاهای مصرفی بادوام، باعث افزایش تقاضای مصرف انرژی به خصوص انرژی فسیلی و افزایش انتشار گازهای آلاینده زیست محیطی می‌شود (18)؛ (9) و (16)؛ همچنین توسعه مالی شرایط برای جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را افزایش می‌دهد که معمولاً سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از کشورهای پیشرفته که قوانین زیست محیطی سختگیرانه‌ای دارند، باعث انتقال فناوری‌های نسبتاً آلاینده به داخل شده و باعث افزایش انتشار گازهای آلاینده می‌شود.

با توجه به نتایج به دست آمده، پیشنهاد می‌شود که بخش مالی برای کاهش آلودگی بهتر است تامین مالی بنگاه‌هایی که از فناوری‌های دوستدار محیط زیست استفاده می‌کنند، مورد هدف قرار دهند و سختگیری‌هایی در تامین مالی سرمایه‌گذاری‌های مخرب زیست محیطی را اعمال کنند. بخش مالی همچنین شرایط برای تامین مالی تولید کالاهای مصرفی بادوام به بهره‌وری بالای انرژی و تامین مالی خانوارها برای مصرف چینی کالاهای را در اولویت قرار دهند.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

در مطالعه حاضر فرم‌های رضایت نامه آگاهانه توسط تمامی آزمودنی‌ها تکمیل شد.

همان‌طور که در جدول (۶) ملاحظه می‌شود، رژیم صفر و یک به ترتیب بیشترین تعداد مشاهدات را داشته است.

### نتیجه‌گیری و ارائه پیشنهادها

تحقیق حاضر به بررسی تاثیر توسعه مالی بر انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران در طول دوره ۱۳۹۷-۱۳۵۱ تحت شرایط رژیمی مارکوف-سوئیچینگ خودرگرسیون برداری مبتنی بر تصحیح خطا MS-VECM پرداخته است. نتایج نشان داد که انتشار دی اکسید کربن تحت تاثیر رژیم‌های توسعه مالی است. در رژیم صفر، توسعه مالی ضریب ۰/۱۳۷ تاثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی اکسید کربن دارد. بهبود توسعه مالی در این رژیم، می‌تواند موجب افزایش انتشار دی اکسید کربن شود. اما تاثیر بر انتشار دی اکسید کربن در رژیم یک، برابر ۰/۱۵۳ بود. به عبارت دیگر بهبود توسعه مالی در رژیم یک موجب کاهش انتشار دی اکسید کربن شده است. نتایج برآورد الگو نشان می‌دهد که تاثیر توسعه مالی در رژیم‌های مختلف بر انتشار دی اکسید کربن متفاوت است. در رژیم صفر یک درصد افزایش توسعه مالی انتشار دی اکسید کربن به میزان ۰/۱۳۷ درصد افزایش می‌یابد، این در حالی است که یک درصد بهبود در توسعه مالی موجب کاهش ۰/۱۵۳ درصدی در رژیم یک می‌شود. نتایج الگو نشان داد که رشد اقتصادی و صنعتی شدن تاثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی اکسید کربن دارند. در حالی که درجه باز بودن تجارت و شهرنشینی تاثیر منفی و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن داشتند.

در راستای نتایج پژوهش حاضر، نتایج مطالعات (بهرامی و همکاران، ۱۳۹۸؛ کریمزاده و همکاران، ۱۳۹۳؛ اصغریور و همکاران، ۱۳۹۲ و آچیم پونگ، ۲۰۱۹) نیز حاکی از تاثیر مستقیم توسعه مالی بر مصرف انرژی بوده است (8)؛ (21) و (5). در

بنابر اظهار نویسندگان مقاله حاضر فاقد هرگونه تعارض منافع بوده است.

نویسندگان هیچ حمایت مالی برای این پژوهش دریافت نکردند.

## References

- Zhao B, Yang W. Does Financial Development Influence CO<sub>2</sub> Emissions? A Chinese Province-Level study. *Energy*. 2020;200:1–13. <https://doi.org/10.1016/j.energy.2020.117523>
- Xingyuan Yao, Xiaobo Tang. Does Financial Structure Affect CO<sub>2</sub> Emissions? Evidence from G20 Countries, *Finance Research Letters*. *Financ Res Lett*. 2020;41. <https://doi.org/10.1016/j.frl.2020.101791>
- Le TH, Le H V, Taghizadeh-Hesary F. Does Financial Inclusion Impact CO<sub>2</sub> Emissions? Evidence from Asia. *Financ Res Lett*. 2020;34:1–7.
- Abokyi E, Appiah-Konadu P, Abokyi F, Oteng-Abayie. Industrial growth and emissions of CO<sub>2</sub> in Ghana: The role of financial development and fossil fuel consumption. *Energy Reports*. 2019;5:1339–53.
- Bahrami E, Behbudi D, Salmani Bishak MR, Shokri M. The Impact of Financial Development and Trade Liberalization on CO<sub>2</sub> Emission in Iran. *Q J Macro Strateg Policies*. 2019;7(25):124–41. <https://doi.org/10.32598/JMSP.7.1.12>
- Jalil A, Feridun M. The Impact of Growth, Energy and Financial Development on the Environment in China: A Cointegration Analysis. *Energy Econ*. 2011;23(2):284–91. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2010.10.003>
- Artur Tamazian, Rao BB. Do Economic, Financial and Institutional Developments Matter for Environmental Degradation? Evidence from Transitional Economies. *Energy Econ*. 2010;32(1):137–45. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2009.04.004>
- Acheampong AO. Modelling for Insight: Does Financial Development Improve Environmental Quality? *Energy Econ*. 2019;83:156–79.
- Haider Zaidi SA, Wasif Zafar M, Shahbaz M. Dynamic Linkages between Globalization, Financial Development and Carbon Emissions: Evidence from Asia Pacific Economic Cooperation Countries. *J Clean Prod*. 2019;228(233–243). <https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.04.210>
- Acemoglu D, Aghion P, Zilibotti F. Distance to Frontier, Selection, and Economic Growth. *Natl Bur Econ Growth*. 2003;4(1):1–38.
- Jensen V. the Pollution Haven Hypothesis and the Industrial Flight Hypothesis: Some Perspectives on Theory and Empirical, Working Paper. Centre for Development and the Environment, University of Oslo.; 1996.
- Bank W. Is Globalization Causing a Race to the Bottom in Environmental Standard? *PREM Economic Policy Group and Development Economics Group*. 2000;
- Schumpeter JA. *The Theory of Economic Development*. Cambridge: Harvard University Press; 1911. 255 p.
- Birdsall N, Wheeler D. Trade Policy and Industrial Pollution in Latin America: Where are the Pollution Havens. *J Environ Dev*. 1993;1(2):137–49. <https://doi.org/10.1177/107049659300200107>
- Taghinezhadomran V, Firozjaei HK. Financial Development and Environmental Performance: Evidence from the D8 and J7 Member Countries based on the Panel Data Approaches. *J Strateg Stud Public Policy*. 2018;8(29):181–204. <https://doi.org/10.1016/j.enpol.2008.08.025>
- Lv Z, Li S. How Financial Development Affects CO<sub>2</sub> Emissions: A Spatial Econometric Analysis. *J Environ Manage*. 2021;277:1–10. <https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111397>
- Khani F, Hoshmand M. Evaluation of the Financial Development Effect on Environment Pollution of the Selected Petroleum Exporting Countries with the Emphasis Governance. *Monet Financ Econ*. 2018;25(16):133–58.
- A M, Amirbabaei S. The Effects of Financial Development on the Quality of Environment in Iran (1973 - 2007). *T Quarterly J Econ Res*. 2016;15(4):1–23.
- Karimzadeh M, Taheri Bazkhaneh S, Kamali Delfardi H, Barakchian M. Investigating the Relationship between Financial Development and Carbon Dioxide Emissions in Iran Using the Intermittent Self-Explanatory Model Distribution Companies. In: *International and Online Conference on Green Economy*. Babolsar: Taroud Shomal Research Company; 2014.
- Kazemi M, Fallahi MA, Zeynalian A. The Effect of Financial Development on CO<sub>2</sub> Emissions in Iran. *Monet Financ Econ*. 2013;20(6):147–70.
- Asgharpour H, Behboodi D, Mohammadi Khaneghahi R. The Effects of Economic and Financial Developments on Environmental Quality: An Empirical Analysis in Selected OPEC Countries. *Iran Energy Econ*. 2013;2(6):1–26.
- Khezri M, Sharifi Karimi M, Khan YA, Abbas SZ. The Spillover of Financial Development on CO<sub>2</sub> Emission: A Spatial Econometric Analysis of Asia-Pacific Countries. *Renew Sustain Energy Rev*. 2021;145:1–15. <https://doi.org/10.1016/j.rser.2021.111110>
- Quandt RE. A New Approach to Estimating Switching Regressions, *Journal of American. urnal*

Am Stat Assoc. 1972;67(338).  
<https://doi.org/10.2307/2284373>  
24. Hamilton JD. A New Approach to the Economic Analysis of Non-Stationary Time Series and the Business Cycle. *Econometrica*. 1989;57.  
<https://doi.org/10.2307/1912559>

25. Vaseghi E, Esmaeili A. Investigation of The Determinant of CO<sub>2</sub> Emission in Iran (Using Environmental Kuznets Curve). *J Environ Stud*. 2010;35(52):99–110.