

## Research Paper

**Investigating Factors Affecting Environmental Pollution in Iran.**Seyed Mohammadreza Mahdavian<sup>1</sup>, Saman Ziaee<sup>2\*</sup>, Alireza Keikha<sup>3</sup>

1. Ph.D Student, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural and Environmental Economics, University of Zabol, Iran.

2. Associate Professor, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, University of Zabol, Iran.

3. Assistant Professor, Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, University of Zabol, Iran.

**Received:** 2019/1/28**Accepted:** 2021/10/11**PP:**17-40

Use your device to scan and  
read the article online

**Doi:****10.30495/jae.2021.20349.1970****Keywords:**

Electricity Consumption,  
Economic Growth,  
Environmental Pollution, Foreign  
Direct Investment, Financial  
Development, Structural Break

**Abstract**

**Introduction:** Regarding the importance of environmental issues, identification of the factors affecting environmental pollution has been considered more than ever. The present study examines the effects of electricity consumption, financial development, foreign direct investment and economic growth on carbon emissions in Iran over the years 1970-2016.

**Material and Methods:** For this purpose, the Autoregressive Distributed Lag method was used. To verify the Stationary, Augmented Dickey Fuller, Zivot – Andrews and Lee, Strazicich tests were used. Also, to investigate co-integration, Gregory-Hansen test were used.

**Finding:** The results of the ARDL model estimation with presence of Structural Break show, electricity consumption and economic growth has a positive effect on carbon emissions. And with a one percent increase, carbon emissions increased by 0.58% and 0.05%, respectively. The relationship between financial development and carbon emissions is negative, with a one-percent increase in financial development, carbon emissions will fall by 0.09 percent. The relation between foreign direct investment and carbon emissions is positive, which shows that the Pollution haven hypothesis has been approved in Iran and with a one percent increase in foreign direct investment, carbon emissions will increase by 0.01 percent.

**Conclusion:** Based on the results, and given that Iran is considered as a renewable resource, except for the rich countries, it is essential that, with a streamlined plan, both the release of budget and GDP from the trap of oil revenues, towards the replacement of renewables In order to maintain energy resources, environmental pollution will also decrease. It is also imperative that the government and legislators in Iran seek to raise funds for the reconstruction of the country's manufacturing sector, especially the industry and the use of environmentally friendly technologies.

**JEL Classification:** Q50, P18, C50

**Citation:** Mahdavian, S.M.R., Ziae, S., & Keikha, A. (2021). Investigating Factors Affecting Environmental Pollution in Iran. Journal of Agricultural Economics Research; 13(4):17-40

\* **Corresponding Author:** Saman Ziaee

**Address:** Faculty of Agriculture, Department of Agricultural Economics, University of Zabol, Iran.

**Tell:** 00989173142317

**Email:** samanziaee@gmail.com

## Extended Abstract

### Introduction

Concerns over the threat of global warming and climate change worldwide have increased over the past two decades. In 1995, the Intergovernmental Panel on Climate Change for the first time, evidence of the significant role of humans in climate balance. The report of IPCC in 2014 states that the cause of global warming is increasing the concentration of greenhouse gases and other human activities. Also, IPCC Experts believe that economic activity and energy consumption are among the key factors that lead to increased greenhouse gas emissions. The relationship between energy consumption, greenhouse gas emissions and economic growth has attracted researchers and policymakers over the last few years, because the achievement of sustainable economic growth has gradually become a major concern in recent years in the world. After the Industrial Revolution of the 1700s, human activities, such as the use of fossil fuels for generating electricity, heat, cold and vehicles, as well as the destruction of the forest, have brought significant emissions of greenhouse gases. The issue of increasing carbon dioxide emissions is one of the most important factors in the field of environmental economics and development over the past three decades. Carbon dioxide is the main greenhouse gas that is one of the reasons for global warming and climate change, so the issue has attracted the attention of many researchers and policymakers. Per capita carbon dioxide emissions in Iran over the years have increased by 206 percent from 2.6 in 1970 to 7.85 kg in 2016. Iran, with its vast resources of energy and other natural resources, is one of the leading countries in the field, according to the World Energy Council report, 9.3 percent of the world's oil and 18 percent of the world's gas resources is available to Iran. The growing economy, which naturally increases the demand for energy by increasing production and population. According to statistics, Iran has a significant share in terms of energy consumption. So that 1.9 percent of oil consumption and 5.7 percent of gas consumption in the world were the share of Iran. In addition, during the period of investigation, 181 per cent of the country's population growth recorded 28,514,010

million in 1970 to 80,277,428 million reached in 2016. Iran's electricity consumption has risen from 3472 GW/h in 1970 to 237436 GW/h in 2016. According to the preamble and statistics provided, the importance of examining the issue of carbon emissions in Iran and the factors affecting it, such as electricity consumption and economic growth, are more and more evident.

### Materials & Method

#### Unit Root

In this study, the Augmented Dickey Fuller test was used for test of unit root without structural Breaks. Then, in order to examine, unit root test in the presence of structural Breaks, Zivot - Andrews test and Lee-Strazicich test have been used.

#### Co-integration in the Presence of Structural Breaks

In this study, Gregory-Hansen and Saikkonen-Luetkephol tests were used to investigate the Co-integration. Gregory-Hansen test-based techniques performed on the residuals and the estimated co-integration relationships with potential structural Breaks.

#### Autoregressive Distributed Lag (ARDL) Model

In the present study, an Autoregressive Distributed Lag (ARDL) model will be used to estimate the model and to investigate the short-run and long-run relationships between the variables studied. In this model, it is possible to enter variables with different Lags in the model, while in traditional models it is not possible. In this method, in addition to the possibility of calculating long-term relationships between variables, it is also possible to calculate dynamic and short-term relationships. In addition, the speed of adjustment of short-term imbalances (ECM) in each period can be calculated to achieve long-term equilibrium. In order to investigate the long-term relationships and stability of the model, the Bound Test and Structural Stability Test (CUSUM) and (CUSUMQ) tests have been used.

#### Findings

Energy consumption (electricity consumption) has a positive effect on carbon emissions, so that with a one percent increase in electricity consumption, the average carbon emission increases by 0.58 percent. A one percent

increase in economic growth in the long run will increase carbon emissions by 0.05 percent. The relationship between financial development and carbon emissions is negative, so that with a one percent increase in financial development, carbon emissions will decrease by 0.09 percent. The relationship between foreign direct investment and carbon emissions (pollution) is positive, which indicates that the Pollution Haven Hypothesis (PHH) in Iran is confirmed and with a one percent increase in foreign direct investment, carbon emissions will increase.

### Discussion

The relationship between energy consumption and carbon emissions in the short and long term is positive, and the reason is that a high percentage of electricity in Iran is generated through the use of non-renewable resources such as fossil fuels. Iran has been pursuing a policy of energy conservation and replacing renewable resources rather than being renewable in decades and with increasing population growth and rising energy demand, focusing on renewable resources to eliminate this volume of energy demand is unavoidable. On the other hand, a high percentage of electricity in the country is produced using fossil fuels and water and the production of electricity from renewable sources such as wind, solar, geothermal less is considered. The relationship between GDP and carbon emissions in the short and long term is positive. In justifying this positive relationship, we can mention the high impact of GDP on revenues from export and sale of oil and gas, so the need for a codified plan to relieve budget and gross output from the trap of oil revenues is felt more than ever. In order to achieve this, the improvement of livelihoods and economic conditions in rural areas should be considered by paying more attention to the rural industries such as handicrafts, and consequently increasing the share of domestic production from exports more than before. Also, directing the foreign exchange earnings from the sale of oil and gas to the reconstruction of the country's manufacturing infrastructure for less pollution and higher productivity is a matter that needs to be considered more. Decentralizing urbanization and paying more attention to improving the hygiene, health and education in rural areas to prevent the Rural migration and, consequently,

boosting the rural economy is another suggestion that can be effective.

The effect of foreign direct investment on carbon emissions in the short and long term is significant and positive. In justifying this issue, first of all, we have to pay attention to the geographic location and policy of Iran. The Middle East region is a politically, economically and militarily inflammatory region which makes the foreign and economic policies of the countries of the region permanently affected by various Shocks and bring fluctuations and instability into the countries of the region. In the years after the 1979 revolution, Iran has passed many fluctuating crises such as the imposed war, Sanctions caused by political disputes and nuclear program. Hence, the flow of capital inflows into Iran over the past three decades has been limited. On the other hand, the country needs to enter more capital to rebuild the infrastructure of different economic sectors of the country such as agriculture, industry, using higher-quality and environmentally-friendly production technologies, investing in clean and renewable energy sectors such as, Solar, wind, sea, geothermal, and in general, the move towards an economy based on environmentally friendly technologies (to reduce carbon emissions) is undeniable. Another aspect of the existence of a positive relationship between FDI and environmental pollution is the confirmation of the Pollution Haven Hypothesis in Iran as a developing country. This conclusion suggests that the small amount of direct foreign investment entering Iran is an increasing source of pollution. In developing countries such as Iran, due to the weakness of environmental laws and related standards, the highest volume of direct foreign investment is made in the industrial sector. According to the UNCTAD annual report, in Iran, the industrial sector has the largest share of foreign direct investment, therefore, the positive signal between FDI and carbon emissions has not been far off. This indicates that if FDI adsorption is not taken care of properly and investments in the development of the industrial sector where more pollutants and environmental pollution are used, environmental pollution is further increased.

Finally, long-term relationship between financial development and carbon emissions is significant and negative. The index that was

considered as a financial development in the current study is the ratio of facilities granted by banks to the private sector to gross domestic product. In justifying the inverse relationship between the two variables, it can be argued that financial development is one of the important factors that can reduce the negative impact of increased economic activity on the quality of the environment by creating incentives for pollution control. So, in general, it can be interpreted that, given the results for energy consumption and economic growth, both of which have a positive effect on carbon emissions, financial development can be a missing link to how these variables affect carbon emissions. Consumption of energy, on the one hand, leads to economic growth and, on the other hand, leads to more pollution. Now, if economic growth is accompanied by financial development, it can be argued that long-term financial development has led to technological progress, resulting in lower energy consumption and reduced emissions. In this way, the damaging effect of economic growth on the environment will be reduced.

### **Conclusion**

Iran is a rich country in terms of renewable resources (wind energy in the north and west of Iran, solar energy in southern Iran, etc.) and due to the geographical location, with a planned program can move to the replacement of non-renewable resources; Therefore, moving toward the production and consumption of renewable resources, while preserving energy resources, will also have an impact on reducing carbon emissions.

Therefore, an appropriate solution to prevent this is that the government seeks to attract investment in the reconstruction of the country's manufacturing sector, especially the industry, and the use of environmentally friendly technologies in this sector. The appropriate policy is that the path of financial development is in a direction in which the banks' allocated resources to the private and productive sectors of the country, Led to the importation of environmentally friendly technologies from the developed and advanced countries It is also necessary to encourage the private sector to adopt new technologies to increase efficiency and efficiency, especially in the energy sector, Special facilities to be considered.

### **Ethical Considerations**

#### **Compliance with ethical guidelines**

All subjects full fill the informed consent.

#### **Funding**

This article has been sponsored by the University of Zabol.

#### **Authors' contributions**

Design and conceptualization: Seyed Mohammadreza Mahdavian, Saman Ziaee; Methodology and data analysis: Seyed Mohammadreza Mahdavian; Supervision and final writing: Seyed Mohammadreza Mahdavian, Saman Ziaee.

#### **Conflicts of interest**

The authors declared no conflict of interest.

## بررسی عوامل مؤثر بر آلودگی محیط‌زیست در ایران

سید محمدرضا مهدویان<sup>۱</sup>، سامان ضیایی<sup>۲\*</sup>، علیرضا کیخا<sup>۳</sup>

۱. دانشجوی دکتری، اقتصاد کشاورزی، گرایش منابع طبیعی و محیط زیست، دانشگاه زابل، ایران.

۲. دانشیار، دانشکده کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران.

۳. استادیار، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل.

## چکیده

**مقدمه و هدف:** با توجه به اهمیت مسائل زیست‌محیطی، شناسایی عوامل مؤثر بر آلودگی محیط‌زیست بیش از گذشته مورد توجه قرار گرفته است. از این رو، مطالعه حاضر به بررسی اثرات مصرف برق، توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار  $CO_2$  در ایران طی سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۱۶ پرداخته است.

**مواد و روش‌ها:** برای این منظور، از روش خود توضیح با وقفه‌های گسترده استفاده گردید و جهت بررسی مانایی، از آزمون‌های ریشه واحد دیکي فولر تعمیم‌یافته، زیوت-اندربوز و لی-استرازیسیچ استفاده شد. همچنین جهت بررسی هم‌انباشتگی، آزمون گریگوری-هانسن به کار گرفته شد.

**یافته‌ها:** نتایج حاصل از تخمین بلندمدت نشان می‌دهد که مصرف برق و رشد اقتصادی اثری مثبت بر میزان انتشار کربن دارند و با افزایش یک درصدی آن‌ها، میزان انتشار کربن به ترتیب ۰/۵۸ و ۰/۰۵ درصد افزایش می‌یابند. رابطه توسعه مالی و انتشار کربن منفی است و با افزایش یک درصدی توسعه مالی، انتشار کربن به میزان ۰/۰۹ درصد کاهش خواهد یافت. رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار کربن (آلودگی) مثبت است و نشان می‌دهد فرضیه پناهگاه آلودگی در ایران دارای اعتبار است و با افزایش یک درصدی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، میزان انتشار کربن، ۰/۰۱ درصد افزایش خواهد یافت.

**بحث و نتیجه‌گیری:** با توجه به نتایج به دست آمده و از آنجایی که ایران از نظر منابع تجدید پذیر جز کشورهای غنی محسوب می‌گردد، ضروری است کشور ایران با یک برنامه‌ریزی مدون، ضمن رهایی بودجه و تولید ناخالص داخلی از دام درآمدهای نفتی، به سمت جایگزینی منابع تجدید ناپذیر حرکت کند تا ضمن حفظ منابع انرژی، آلودگی-های زیست‌محیطی نیز کاهش یابد. همچنین ضروری است که دولت و قانون‌گذاران در ایران به دنبال جذب سرمایه در زمینه بازسازی بخش تولیدی کشور به ویژه صنعت و به کارگیری فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست باشند.

طبقه‌بندی JEL: Q50, P18, C50

تاریخ دریافت: ۱۳۹۷/۱۱/۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۰/۷/۱۹

شماره صفحات: ۴۰-۱۷

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



Doi:

[10.30495/jae.2021.20349.1970](https://doi.org/10.30495/jae.2021.20349.1970)

## واژه‌های کلیدی:

مصرف برق، رشد اقتصادی، آلودگی زیست‌محیطی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، توسعه مالی، شکست ساختاری.

\* نویسنده مسئول: سامان ضیایی

نشانی: دانشیار، دانشکده کشاورزی، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشگاه زابل، ایران

تلفن: ۰۹۱۷۳۱۴۳۳۱۷

پست الکترونیک: samanziaee@gmail.com

## مقدمه

رشد اقتصادی و درآمدی بالا صرف‌نظر کنند. از این‌رو تحقیقات تجربی بیشتری پیرامون ارتباط میان انتشار گاز کربن، رشد اقتصادی و مصرف انرژی همراه با برخی دیگر از متغیرهای اثرگذار و مرتبط در بحث توسعه پایدار همراه با حفاظت محیط‌زیست مورد نیاز است. مسئله افزایش میزان انتشار CO<sub>2</sub> یکی از مهم‌ترین عوامل مورد توجه در زمینه اقتصاد محیط‌زیست و توسعه طی سه دهه اخیر است. دی‌اکسید کربن اصلی‌ترین گاز گلخانه‌ای است که یکی از دلایل گرم شدن زمین و تغییرات آب و هوایی است، از این رو مسئله حاضر توجه بسیاری از محققان و سیاست‌گذاران را به خود جلب کرده است. میزان انتشار سرانه دی‌اکسید کربن در طی سال‌های مورد مطالعه در کشور ایران با رشد ۲۰۶ درصدی از ۲/۵۶ تن در سال ۱۹۷۰ به ۷/۸۵ تن در سال ۲۰۱۶ رسیده است (۲۲). کشور ایران با در اختیار داشتن منابع وسیع انرژی و سایر منابع طبیعی از جمله کشورهای سرآمد در این زمینه است، به طوری که ۹/۳ درصد از منابع نفت و ۱۸ درصد از منابع گازی جهان در اختیار ایران است. اقتصادی در حال رشد که طبیعتاً با افزایش تولید و جمعیت، نیاز به مصرف انرژی نیز در آن بیشتر خواهد شد. مطابق با آمار، به لحاظ مصرف انرژی سهم قابل‌توجهی در اختیار ایران است. به طوری که ۱/۹ درصد از مصرف نفت و ۵/۷ درصد از مصرف گاز در جهان سهم کشور ایران بوده است (۵۴). ضمن اینکه طی سال‌های مورد تحقیق، جمعیت کشور با ثبت رشدی ۱۸۱ درصدی از ۲۸,۵۱۴,۰۱۰ میلیون نفر در سال ۱۹۷۰ به ۸۰,۲۷۷,۴۲۸ میلیون نفر در سال ۲۰۱۶ رسیده است (۵۵). مصرف برق ایران از ۳۴۷۲ گیگاوات ساعت در سال ۱۹۷۰ به ۲۳۷۴۳۶ گیگاوات ساعت در سال ۲۰۱۶ رسیده است. همچنین مصرف برق سرانه ایران طی سال‌های مورد بررسی ۲۳/۳ برابر شده و از ۱۲۱/۷۶ کیلووات ساعت در سال ۱۳۴۹، به ۲۹۵۷/۶۹ کیلووات ساعت در سال ۱۳۹۵ رسیده است (۱۶). با توجه به مقدمه مطروحه و آمارهای ارائه شده، اهمیت بررسی عوامل مؤثر بر میزان انتشار کربن در کشور ایران همچون انرژی، جمعیت و عوامل اقتصادی، بیش از پیش مشخص می‌گردد. در ادامه مقاله، ابتدا به بررسی ادبیات مربوط و پیشینه تحقیق پرداخته و سپس داده‌ها، مدل و روش‌شناسی تحقیق مورد بررسی قرار خواهد گرفت. پس از آن یافته‌های تجربی و در بخش پایانی مقاله، جمع‌بندی و پیشنهادها ارائه خواهد شد.

## مبانی نظری و پیشینه تحقیق

### انتشار کربن، مصرف انرژی و رشد اقتصادی

نگرانی پیرامون تهدیدی تحت عنوان گرمایش جهانی و تغییرات اقلیم در سراسر جهان طی دو دهه گذشته افزایش یافته است. در سال ۱۹۹۵ مجمع بین‌المللی تغییرات آب و هوایی (IPCC) برای نخستین بار شواهدی دال بر نقش قابل توجه انسان در توازن آب و هوا ارائه کرد. همچنین طبق گزارش مجمع، علت گرم شدن کره زمین افزایش غلظت گازهای گلخانه‌ای و دیگر فعالیت‌های انسانی معرفی شد. کارشناسان مجمع معتقدند که از جمله عوامل کلیدی که منجر به افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌شود، فعالیت‌های اقتصادی و مصرف انرژی است (۲۳). ارتباط میان مصرف انرژی، انتشار گازهای گلخانه‌ای و رشد اقتصادی طی چند سال اخیر بیش از پیش مورد توجه محققان و سیاست‌گذاران قرار گرفته است، چرا که دستیابی به رشد اقتصادی پایدار به تدریج و طی سالیان گذشته به یک نگرانی عمده در سطح جهان تبدیل شده است (۴). پس از انقلاب صنعتی در دهه ۱۷۰۰، فعالیت انسان‌ها همچون استفاده از سوخت‌های فسیلی برای تولید برق، گرما، سرما و وسایل نقلیه و همچنین تخریب جنگل مقدار قابل توجهی گازهای گلخانه‌ای را وارد جو کرده است. گازهای اصلی گلخانه‌ای که توسط انسان‌ها به اتمسفر اضافه می‌شود، دی‌اکسید کربن، متان، اکسید نیتروژن و گازهای فلور هستند. هنگامی که این گازها وارد جو می‌شوند، بسیاری از آن‌ها برای دوره‌های طولانی‌مدت، از یک دهه تا هزاران سال در جو باقی می‌مانند، بنابراین آلودگی منتشر شده در گذشته و مانده در جو، در زمان حاضر تأثیرگذار است و به تبع آن آلودگی ایجاد شده در زمان حاضر آیندگان را تحت تأثیر قرار می‌دهد. به واسطه فعالیت انسانی، انتشار گازهای گلخانه‌ای افزایش یافته و به دنبال آن دمای هوا افزایش می‌یابد که این تغییر، منجر به تغییرات زیادی در جو، زمین و اقیانوس‌ها می‌گردد. به واسطه ماندگاری گازهای گلخانه‌ای در جو، اثرات متفاوتی در طول زمان زندگی مردم، جامعه و محیط‌زیست خواهد داشت. تغییرات آب و هوا در بلندمدت می‌تواند به صورت مستقیم و غیرمستقیم بر بسیاری از جنبه‌های مختلف جامعه تأثیر بگذارد. به عنوان مثال افزایش میانگین دما می‌تواند هزینه تهویه و خنک‌سازی هوا را افزایش دهد و یا موجب بیماری‌های پوستی و عفونی گردد. نوسان شدید در وضعیت آب و هوا و گرمایش بیشتر همچنین می‌تواند موجب افزایش مرگ و میر و آسیب به بخش کشاورزی در جوامع آسیب‌پذیر گردد (۵۳).

بر اساس پروتکل کیوتو (۱۹۹۷) و اجلاس تغییرات آب و هوایی ایالات‌متحده آمریکا در کپنهاگ (۲۰۰۹)، کشورهای در حال توسعه و توسعه‌یافته جهت حفاظت از محیط‌زیست پایدار باید از

مسیر توسعه اقتصادی هر کشور، ابتدا نابرابری درآمد افزایش یافته و پس از ثابت ماندن در سطح معینی به تدریج کاهش می‌یابد (۲۴). منحنی زیست‌محیطی کوزنتس اولین بار توسط (۱۸) مطرح شد و مجدداً توسط آن‌ها در سال ۱۹۹۵ تکمیل شد. منحنی مذکور بیان می‌کند رابطه میان رشد اقتصادی و آلودگی به صورت یک منحنی غیرخطی U شکل معکوس است. به این صورت که در مراحل اولیه توسعه، رابطه میان رشد و انتشار گاز کربن مثبت (با افزایش رشد اقتصادی، انتشار کربن نیز افزایش می‌یابد) است. پس از دستیابی به یک سطح مشخص و معین از توسعه، زمانی که اقتصاد به مرحله رشد می‌رسد و توانایی استفاده از فناوری‌های کارآمد کربن ایجاد می‌شود، با افزایش رشد اقتصادی میزان انتشار گاز کربن کاهش می‌یابد (۱۳). مطالعات گروه سوم ترکیبی از دو بخش گذشته است که به بررسی روابط میان مصرف انرژی، انتشار کربن و رشد اقتصادی می‌پردازد.

(۹) مطالعه‌ای پیرامون عوامل اقتصادی و اجتماعی مؤثر بر انتشار سرانه دی‌اکسید کربن در ایران طی سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۳ با استفاده از روش هم‌انباشتگی و مدل تصحیح خطای برداری (VECM) انجام دادند. نتایج حاصل از این مطالعه نشان‌دهنده وجود رابطه‌ای مثبت بین متغیرهای مستقل همانند مصرف انرژی، رشد اقتصادی، آزادسازی تجاری، جمعیت شهرنشین و متغیر وابسته انتشار سرانه دی‌اکسید کربن در ایران است. (۲۸) در مطالعه‌ای رابطه انتشار دی‌اکسید کربن با رشد اقتصادی، مصرف انرژی و تجارت در ایران طی سال‌های ۱۳۴۶-۱۳۸۶ بررسی کرده و با استفاده از آزمون علیت بر اساس تصحیح خطا به این نتیجه رسیدند که از رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های فسیلی و آزادی تجاری به انتشار کربن علیت یک‌طرفه وجود دارد. (۳۹) به بررسی تأثیر توسعه مالی، تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی بر آلودگی محیط‌زیست در ایران پرداختند. این پژوهش با استفاده از رهیافت خود رگرسیون با وقفه‌های تویزیعی (ARDL) و با استفاده از داده سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۸۷ انجام گرفت که نتایج نشان می‌دهد که توسعه مالی در کوتاه‌مدت و بلندمدت تأثیر مثبتی بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد؛ به عبارت دیگر، توسعه مالی در ایران هنوز منجر به دستیابی به فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست نشده است. همچنین در بلندمدت تولید ناخالص داخلی و مصرف انرژی تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار کربن دارد. (۵۲) در پژوهشی تأثیر مصرف انرژی، رشد اقتصادی و تجارت خارجی بر انتشار گازهای گلخانه‌ای در ایران را طی سال‌های ۱۳۵۰-۱۳۹۰ را مورد بررسی و مطالعه قرار دادند. آن‌ها با استفاده از روش خود

ادبیات موجود در زمینه ارتباط میان رشد اقتصادی، مصرف انرژی و انتشار کربن را می‌توان به سه گروه تقسیم کرد. گروه اول، شامل مطالعاتی است که ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی را بررسی می‌کند. گروه دوم مطالعات، توجه خود را بر روابط میان رشد اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای متمرکز می‌کند و در نهایت گروه سوم مطالعات پیشین، دو گروه اول را ترکیب کرده و به بررسی ارتباط میان مصرف انرژی، رشد اقتصادی و انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌پردازد. تا به امروز حجم قابل توجهی از ادبیات در مورد ارتباط بین رشد اقتصادی، مصرف انرژی و آلودگی محیط‌زیست تکامل یافته است. مطالعات بسیاری در قالب سری‌های زمانی و داده‌های ترکیبی به بررسی روابط متغیرهای مورد مطالعه پرداختند و تعدادی از آن‌ها اعتبار فرضیه منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)<sup>۱</sup> را مورد بررسی قرار دادند. پیرامون ارتباط میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی (گروه اول) می‌توان به مباحث و تئوری‌های مرتبط با رشد اقتصادی رجوع کرد. ادبیات اقتصادی، حاکی از وجود ارتباط قوی بین سطح فعالیت‌های اقتصادی (رشد اقتصادی) و مصرف انرژی است، زیرا انرژی به عنوان نیروی محرکه بیشتر فعالیت‌های تولیدی و خدماتی، جایگاه ویژه‌ای در رشد و توسعه اقتصادی دارد. اقتصاددانان اکولوژیک همانند (۳) بیان می‌کنند که در مدل بیوفیزیکی رشد، انرژی تنها و مهم‌ترین عامل رشد است. به طوری که از نظر آن‌ها نیروی کار و سرمایه عوامل واسطه‌ای هستند که برای استفاده به انرژی نیاز دارند (۴۵ و ۸). دیدگاه اغلب اقتصاددانان نئوکلاسیک مانند Berndt & Denison، مخالف اقتصاددانان اکولوژیک است. آن‌ها معتقدند که انرژی از طریق تأثیری که بر نیروی کار و سرمایه می‌گذارد، به طور غیرمستقیم بر رشد اقتصادی مؤثر است و مستقیماً اثری بر رشد اقتصادی ندارد. اغلب اقتصاددانان نئوکلاسیک بر یک اصل معتقدند و آن این است که انرژی نقش کوچکی در تولید اقتصادی داشته و یک نهاده واسطه‌ای است و عوامل اساسی تولید تنها نیروی کار، سرمایه و زمین هستند (۸). امروزه در نظریات جدید رشد، علاوه بر نهاده‌های کار و سرمایه، انرژی نیز به عنوان یکی از نهاده‌های مهم تولید در مباحث اقتصاد کلان مطرح است و تولید تابعی از نهاده‌های کار، سرمایه و انرژی تلقی می‌گردد (۴۹). ارتباط میان رشد اقتصادی و کیفیت محیط زیست (مطالعات گروه دوم) مبحثی است که اولین بار توسط کوزنتس مطرح شد که در آن وجود فرضیه منحنی محیط‌زیستی کوزنتس (EKC) مورد بررسی قرار می‌گیرد. نام کوزنتس برگرفته از فرضیه رابطه U شکل معکوس میان نابرابری درآمدی و توسعه اقتصادی است. نظریه فوق بیان می‌کند که در

موجب افزایش انتشار کربن شده و منجر به تشدید مسئله گازهای گلخانه‌ای در منطقه مورد مطالعه گردیده است. (۱۵) طی مطالعه‌ای به بررسی روابط میان انتشار کربن، رشد اقتصادی، رشد جمعیت و انرژی‌های تجدید پذیر برای ۱۲۸ کشور طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۴ پرداختند. آن‌ها با استفاده از تکنیک اقتصادسنجی<sup>۳</sup> CCEMG به بررسی روابط پرداختند و به این نتیجه رسیدند که رشد اقتصادی و رشد جمعیت بر میزان انتشار کربن اثر مثبت گذاشته و موجب افزایش آن در طول دوره مورد مطالعه گردیده است. همچنین مشخص گردید که افزایش انرژی تجدید پذیر منجر به کاهش میزان انتشار کربن می‌گردد.

### انتشار کربن و توسعه مالی

یک سیستم مالی مناسب، کارایی و اثربخشی نهادهای مالی را افزایش داده و خلاقیت و نوآوری در ارائه خدمات برای بخش‌های مختلف اقتصادی را به ارمغان می‌آورد. همچنین باعث بهبود فناوری شده و با کاهش هزینه‌های مبادله و هزینه‌های تولید، موجب افزایش سودآوری سرمایه‌گذاری‌ها می‌شود. توسعه مالی با افزایش شفافیت مبادلات، تسهیل جریان سرمایه خارجی و بهبود مکانیسم‌های نقل و انتقال پول و سرمایه منجر به رشد اقتصادی می‌گردد (۵۰). توسعه مالی از طریق اثر سطح و اثر کارایی با افزایش سرمایه‌گذاری منجر به رشد اقتصادی می‌گردد. اثر سطح بیان می‌کند که سیستم بهینه مالی، منابع را از بخش غیرکارا به سمت پروژه‌های کارا سوق می‌دهد. اثر کارایی نیز بین می‌کند که توسعه مالی روش مناسبی برای افزایش نقدینگی و تنوع دارایی جهت تخصیص منابع مالی برای پروژه‌های سودآور است. افزایش سرمایه‌گذاری با افزایش تولیدات داخلی منجر به رشد اقتصادی می‌گردد و افزایش در رشد اقتصادی، مصرف انرژی را افزایش می‌دهد؛ بنابراین توسعه مالی به صورت غیرمستقیم از طریق افزایش سرمایه‌گذاری و رشد اقتصادی، مصرف انرژی را نیز افزایش می‌دهد (۳۹). زیرساخت‌های مالی می‌تواند منجر به افزایش رشد اقتصادی شده و کاهش انتشار کربن را به دنبال داشته باشد (۵۱). با این حال پژوهشگرانی از جمله (۴۳) و (۵۶) به عکس این نتیجه دست یافتند و بیان کردند که توسعه مالی منجر به افزایش میزان انتشار کربن می‌گردد. بر مبنای این مطالعات توسعه مالی به طرق زیر منجر به افزایش انتشار کربن خواهد شد: اول، توسعه بازار سهام ضمن کمک به شرکت‌ها جهت کاهش هزینه‌های تأمین مالی، به افزایش تعداد کانال‌های تأمین مالی و به کاهش ریسک عملیاتی و بهینه‌سازی ساختار دارایی‌ها کمک می‌کند؛ بنابراین این فرایند به خرید تأسیسات جدید و بالطبع افزایش

رگسیون با وقفه‌های توزیعی به این نتیجه رسیدند که مصرف سرانه انرژی، تولید ناخالص داخلی سرانه واقعی و درجه باز بودن اقتصاد تأثیری مثبت و معنادار بر میزان انتشار سرانه دی‌اکسید کربن دارند. (۴۰) عوامل اقتصادی مؤثر بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران را مورد مطالعه قرار دادند. این پژوهش روابط میان متغیرهای تولید ناخالص داخلی، رشد جمعیت، باز بودن اقتصاد و مصرف انرژی با انتشار کربن را مورد بررسی قرار داده است. برای این منظور روابط کوتاه و بلندمدت با استفاده از داده‌های سالانه ۱۳۵۱ تا ۱۳۹۰ و با بهره‌گیری از مدل ARDL برآورد شده است. نتایج نشان از آن دارد که تمامی متغیرها به جز باز بودن اقتصادی اثر مثبت و معنادار بر انتشار کربن داشته است. (۳۵) به بررسی روابط انتشار CO<sub>2</sub>، مصرف انرژی و رشد اقتصادی طی سال‌های ۱۹۷۱-۲۰۰۵ در کشورهای BRIC پرداختند و به این نتیجه رسیدند که در بلندمدت مصرف انرژی اثر مثبت و رشد اقتصادی اثر منفی بر انتشار کربن دارد. همچنین میان مصرف انرژی و انتشار کربن و میان مصرف انرژی و رشد اقتصادی علیت دوطرفه و از انتشار کربن و مصرف انرژی با رشد اقتصادی نیز علیت یک‌طرفه وجود دارد. (۴۱) در پژوهشی تحت عنوان آیا رابطه بلندمدت میان رشد اقتصادی، مصرف برق، توسعه مالی و انتشار کربن در کشورهای حاشیه خلیج فارس (۲۰۱۲-۱۹۸۰) وجود دارد، انجام دادند. آن‌ها با استفاده از رهیافت حداقل مربعات معمولی کاملاً اصلاح شده<sup>۱</sup> (FMOLS)، حداقل مربعات معمولی پویا (DOLS)<sup>۲</sup> و مدل اثرات ثابت، به این نتیجه رسیدند که مصرف برق و رشد اقتصادی در بلندمدت اثری معنادار و مثبت بر میزان انتشار کربن دارد، در حالی که توسعه مالی اثری معنادار و منفی بر میزان انتشار داشته و موجب کاهش انتشار کربن در کشورهای حاشیه خلیج فارس می‌گردد. همچنین در آزمون علیت گرنجر مشخص گردید که رابطه علیت دوطرفه میان رشد اقتصادی و انتشار کربن، علیت یک طرفه از مصرف برق به انتشار کربن وجود دارد؛ و در نهایت اینکه مشخص گردید رابطه علی میان توسعه مالی و انتشار کربن وجود ندارد. (۱۰) طی پژوهشی اثرات شهرنشینی، مصرف انرژی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر میزان انتشار کربن در کشورهای جنوب و جنوب غربی آسیا طی دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۲ پرداختند. آن‌ها با تقسیم‌بندی ۱۷ کشور از جنوب و جنوب غربی آسیا به سه دسته کشورهای با درآمد کم، متوسط و بالا و با استفاده از رهیافت هم‌انباشتگی FMOLS و DOLS به بررسی روابط متغیرهای مورد اشاره پرداختند. نتیجه این که مصرف سوخت‌های اولیه و فسیلی به طور قابل توجهی

1 Fully Modified Ordinary Least Square

2 Dynamic Ordinary Least Square

3 Common correlated effects mean group



کربن، توسعه مالی، مصرف انرژی و رشد اقتصادی وجود دارد. همچنین نتایج تجربی حاصل از تخمین مدل نشان از آن داشت که توسعه مالی اثر معنادار و معکوس بر میزان انتشار داشته و موجب کاهش کربن خواهد شد. همچنین مصرف انرژی و رشد اقتصادی اثر معنادار و مثبت بر میزان انتشار کربن داشته و در بلندمدت موجب افزایش میزان انتشار کربن می‌گردد. (۳۲) در پژوهشی به بررسی روابط توسعه مالی، کیفیت محیط‌زیست، تجارت و رشد اقتصادی در کشورهای MENA طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۱۱ با استفاده از رهیافت گشتاور تعمیم یافته و علیت گرنجر پرداختند. نتایج آزمون علیت نشان داد که میان انتشار کربن-رشد اقتصادی و توسعه مالی-رشد اقتصادی رابطه علی دوطرفه وجود دارد. همچنین وجود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC) در منطقه، مورد تأیید قرار گرفت. (۱۴) به بررسی رابطه توسعه مالی و کیفیت محیط‌زیست در امارات طی سال‌های ۱۹۷۵-۲۰۱۱ با استفاده از رابطه هم‌انباشتگی در حضور شکست‌های ساختاری پرداختند. در پژوهش فوق وجود منحنی زیست‌محیطی کوزنتس مورد تأیید قرار گرفت و مشخص گردید که میان توسعه مالی و انتشار کربن رابطه U شکل معکوس برقرار است. همچنین مشخص گردید که رابطه معنادار و معکوس میان مصرف برق و انتشار کربن وجود دارد. (۴۷) در مطالعه‌ای به بررسی روابط انتشار کربن، مصرف انرژی، باز بودن تجاری و توسعه مالی در پاکستان طی دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۱ پرداختند. آن‌ها با استفاده از رهیافت خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی به این نتیجه رسیدند که میان مصرف انرژی و انتشار کربن رابطه U شکل معکوس وجود دارد. همچنین مشخص گردید که در بلندمدت میان توسعه مالی و باز بودن تجاری رابطه مثبت و معنادار وجود دارد، به طوری که با افزایش دو متغیر، میزان انتشار کربن افزایش خواهد یافت. آزمون علیت گرنجر نیز در پژوهش مورد اشاره انجام گرفت که نتایج نشان از آن داشت که از مصرف انرژی، باز بودن تجاری و توسعه مالی به انتشار کربن علیت یک‌طرفه و میان مصرف انرژی و توسعه مالی رابطه علی دوطرفه وجود دارد.

### انتشار کربن و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

اهمیت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی<sup>۳</sup> (FDI) در روند رشد اقتصادی به تدریج افزایش یافته و بیشتر مورد توجه قرار گرفته است، اما نگرانی‌ها پیرامون آلودگی زیست‌محیطی نیز افزایش یافته و در عین حال نقش FDI در این فرایند بحث‌برانگیز بوده و نظرات مختلف و متفاوتی پیرامون آن وجود دارد. سرمایه-

مصرف انرژی و انتشار کربن منجر می‌شود. دوم، احتمال دارد توسعه مالی از طریق جذب سرمایه‌گذاری خارجی بیشتر منجر به افزایش رشد اقتصادی و انتشار کربن گردد. سوم، اگر توسعه مالی در نقش واسطه‌گری، موفق و کارا باشد، منجر به هدایت منابع مالی به مصرف‌کنندگان شود و آن‌ها نیز این منابع را در جهت خرید اقلامی مانند خودرو و لوازم منزل مصرف کنند که این فرایند در نهایت منجر به تولید دی‌اکسید کربن بیشتر خواهد شد (۵۶ و ۳۲).

(۳۱) طی مطالعه‌ای به بررسی اثر متغیرهای اقتصادی در آلودگی محیط‌زیست با تأکید بر شاخص توسعه مالی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته پرداختند. در این پژوهش با استفاده از داده‌های سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۱۰ و در سه گروه درآمدی مختلف از کشورها، به بررسی اثرگذاری سایر متغیرهای اقتصادی با تأکید بر شاخص توسعه مالی بر آلودگی محیط‌زیست، با استفاده از مدل‌های تابلویی پویا و با استفاده از روش تخمین زن گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM)، پرداخته شده است. نتایج پژوهش بیانگر این است که اثر شاخص توسعه مالی بر میزان آلودگی محیط‌زیست در کشورهای با گروه درآمدی متفاوت یکسان نیست، به طوری که این شاخص در کشورهای با درآمد کم اثر فزاینده، در کشورهای با درآمد سرانه متوسط بی‌معنی و در کشورهای با درآمد بالا اثر کاهنده بر آلودگی محیط‌زیست دارد. (۱۱) آثار توسعه مالی و اقتصادی بر آلودگی محیط‌زیست در کشورهای منتخب عضو اوپک را طی سال‌های ۱۹۸۰-۲۰۰۸ مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها با بهره‌گیری از رهیافت هم‌انباشتگی و حداقل مربعات پویا (DOLS) به این نتیجه رسیدند که در بلندمدت رابطه میان توسعه مالی و آلودگی محیط‌زیست از شکل U وارون پیروی می‌کند. در حالی که رابطه بین توسعه مالی و آلودگی محیط‌زیست به صورت مثبت یکنواخت بوده و وجود رابطه‌ای به شکل U وارون بین آن دو رد می‌شود. (۲۹) به بررسی اثر توسعه مالی بر کیفیت محیط‌زیست در ایران طی سال‌های ۱۹۷۳-۲۰۰۷ با استفاده از روش خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی پرداختند. بر اساس نتایج به دست آمده، رابطه شاخص توسعه مالی و انتشار کربن معنادار و منفی است و این بدان معنا است که به ازای سطح بالاتر توسعه مالی، انتشار کربن کاهش خواهد یافت. (۴۶) در پاسخ به این سؤال که آیا توسعه مالی منجر به کاهش انتشار CO<sub>2</sub> در اقتصاد مالزی خواهد شد یا خیر، پژوهشی انجام دادند. آن‌ها با استفاده از داده‌های سری زمانی کشور مالزی طی سال‌های ۱۹۷۱-۲۰۱۱ و با استفاده از رهیافت ARDL و علیت VECM به این نتیجه رسیدند که رابطه بلندمدت میان انتشار

2 Middle East and North Africa  
3 Foreign Direct Investment

1 Generalized Method of Moments

گرداری مستقیم خارجی از سه طریق بر اقتصاد کشور میزبان تأثیر می‌گذارد: اول، فرایند توسعه اقتصادی در اقتصاد میزبان را تحریک می‌کند، دوم، یک منبع مالی خارجی است و سوم اینکه سرمایه‌گذاری خارجی پل میان پس‌انداز داخلی و سرمایه‌گذاری هدف را کوتاه کرده و شکاف میان آن‌ها را پر می‌کند (۵). علاوه بر این، FDI از طریق فراهم کردن دسترسی مستقیم به منابع مالی، ایجاد اثرات جانبی مثبت، انتقال فناوری‌های پیشرفته به کشور میزبان و افزایش بهره‌وری، فعالیت‌های اقتصادی را تحریک کرده و موجب پیشرفت اقتصاد خواهد شد (۲۵ و ۴۸). سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ضمن انتقال تجربه کاری به نیروی کار و انتقال روش‌های نوین حسابداری و مدیریت به کشور میزبان سرمایه، خدمات مخابراتی را بهبود بخشیده و بهره‌وری سرمایه را نیز افزایش می‌دهد. اگرچه ورود سرمایه خارجی می‌تواند منجر به افزایش رشد اقتصادی گردد، اما رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و آلودگی‌های زیست‌محیطی پیچیده است (۱). به واسطه همین مسئله برخی از مطالعات به رابطه مثبت سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (جذب سرمایه) پی بردند. در حالی که مطالعاتی نیز در تحقیقات خود به نتیجه عکس رسیده و بیان کردند که رابطه میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و آلودگی زیست‌محیطی معکوس است. بر اساس نظریه Porter ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یک عامل تولید باعث تسریع رشد اقتصادی کشور میزبان شده و همچنین دسترسی کشور میزبان به فناوری کارا در حفاظت از محیط‌زیست را فراهم می‌کند که دسترسی به فناوری‌های پاک و دوستدار محیط‌زیست به بهبود کیفیت محیط‌زیست کمک می‌کند (۲۷). توجه سایر پژوهشگران موافق با پورتر نیز آن است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی جذب شده می‌تواند از طریق انتقال فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای کمتر توسعه‌یافته منجر به کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی شود. از طرفی رابطه مثبت میان FDI و آلودگی با عنوان فرضیه پناهگاه آلودگی (PHH) شناخته می‌شود. این فرضیه مطرح می‌کند که صنایع با شدت آلاینده‌ی بیشتر از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای کمتر توسعه‌یافته منتقل می‌شوند، چراکه مقررات و قوانین زیست‌محیطی در کشورهای میزبان (کشورهای در حال توسعه و کمتر توسعه‌یافته) با سخت‌گیری کمتری همراه بوده و به لحاظ ساختار دچار ضعف است. به این ترتیب با انتقال صنایع، میزان آلودگی‌های زیست‌محیطی در کشورهای صادرکننده صنایع کاهش می‌یابد. کشورهای در حال توسعه و میزبان سرمایه نیز از این موضوع به عنوان مزیت نسبی خود بهره-

برداری نموده و به پناهگاهی امن برای جذب صنایع آلوده‌کننده تبدیل می‌شوند. بر اساس مطالعات صورت گرفته به طور کلی تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی (تولید کالای آلوده) بر میزان تخریب محیط‌زیست به سه اثر مقیاس، ترکیب و تکنیک خلاصه می‌شود (۲). اثر مقیاس اشاره دارد به افزایش در مقیاس اقتصاد، گسترش تولید و بازدهی فعالیت اقتصادی که ممکن است به دنبال بهبود و ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی رخ دهد. این اثر از طریق متغیر GDP اندازه‌گیری می‌شود و تغییر در میزان انتشار را به ازای تغییر مقیاس و حجم فعالیت‌های اقتصادی بیان می‌کند و به تمرکز آلودگی اشاره دارد (۱۷). اثر ترکیبی به عنوان یک تغییر در سطح انتشار آلودگی در ارتباط با تغییر در شدت فراوانی عوامل معرفی می‌شود. ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به کشور میزبان، تغییرات ساختاری را در فعالیت‌های اقتصادی به وجود می‌آورد که بستگی به مزیت‌های رقابتی مختلف در بازارهای جهانی دارد. اثر زیست‌محیطی تکنیکی در ارتباط با افزایش سطح درآمد و وضع قوانین زیست‌محیطی شدیدتر است که میزان تغییر در سطح انتشارها را به ازای تغییر شدت انتشار تولیدات نشان می‌دهد. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی سبب ایجاد تغییرات تکنیکی گردیده و فناوری‌های سازگار با محیط‌زیست که از آلاینده‌ی کمتری برخوردارند جایگزین فناوری‌های مخرب و آلاینده محیط‌زیست خواهند شد و به کیفیت محیط‌زیست کمک خواهد کرد (۳۰ و ۲). پژوهیان و همکاران در سال ۲۰۱۰ در پژوهشی ارتباط میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و محیط‌زیست مورد مطالعه قرار دادند. آن‌ها با تقسیم‌بندی کشورها از لحاظ توسعه‌یافتگی به سه گروه درآمدی شامل کشورهای با درآمد بالا، متوسط و پایین طی سال‌های ۱۹۹۶-۲۰۰۴ با استفاده از روش گشتاور تعمیم‌یافته، اثرات سرمایه‌گذاری مستقیم بر آلودگی محیط‌زیست را مورد بررسی قرار دادند. نتیجه اینکه فرضیه پناهگاه آلودگی در کشورهای با درآمد متوسط و کشورهای با درآمد پایین تأیید شد و مشخص گردید که جریان ورودی FDI عامل بروز اختلالات زیست‌محیطی در کشورهای در حال توسعه به عنوان کشور میزبان می‌شود (۳۳). بهلولی در سال ۲۰۱۴ به بررسی اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی محیط‌زیست در ایران طی سال‌های ۱۳۵۷-۱۳۸۷ با استفاده از رهیافت خود توضیح برداری با وقفه‌های گسترده پرداخت و در جریان تحقیق مشخص گردید که میان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و آلودگی محیط‌زیست رابطه معنادار و مثبت وجود دارد؛ بنابراین در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران به علت قوانین و استانداردهای ضعیف زیست‌محیطی بیشترین حجم سرمایه-

آن‌ها با استفاده از روش سنجی حداقل مربعات معمولی سه مرحله‌ای (3SLS) داده‌های کشور پاکستان طی دوره ۱۹۸۰-۲۰۱۴ را مورد تخمین و پژوهش قرار دادند. نتیجه اینکه افزایش رشد اقتصادی منجر به افزایش میزان انتشار کربن می‌گردد. همچنین مشخص گردید که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر منفی بر کاهش انتشار داشته و منجر به افزایش انتشار کربن می‌گردد (۵). رفیندادی و همکاران در سال ۲۰۱۸ اثرات سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و مصرف انرژی بر آلودگی‌های زیست-محیطی در کشورهای عضو شورای همکاری خلیج فارس با استفاده از روش میانگین گروهی تلفیقی طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۴ بررسی کردند. نتیجه اینکه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اثر منفی بر محیط‌زیست دارد، این بدان معناست که فرضیه پناهگاه آلودگی در کشورهای مورد مطالعه دارای اعتبار نیست. مطالعات پیشین گردآوری شده در پژوهش حاضر نشان می‌دهد که تاکنون یک مطالعه تجربی در قالب موضوع مورد پژوهش (انتشار کربن، مصرف برق، توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی) برای ایران انجام نگرفته است و به نوعی اولین مطالعه‌ای است که از مصرف برق به عنوان پراکسی مصرف انرژی در حضور شکست ساختاری استفاده کرده است. همچنین در این مطالعه، مباحث مرتبط با شکست ساختاری نیز مورد استفاده قرار گرفته است (۳۸).

#### مواد و روش‌ها

در مقاله حاضر مطابق با پژوهش صلاح‌الدین و همکاران (۲۰۱۸)، از مدل رگرسیون زیر در تخمین استفاده شده است (۴۲):

$$CO_2 = \beta_0 + \beta_1 FDI_t + \beta_2 GDP_t + \beta_3 EC_t + \beta_4 FDI_t + \beta_4 Dummy_t + \varepsilon_t \quad (1)$$

این شاخص به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی تعریف می‌شود.

GDP: تولید ناخالص داخلی سرانه که از تقسیم تولید ناخالص بر جمعیت کل به دست آمده است.

EC: سرانه مصرف برق به عنوان شاخص مصرف انرژی در نظر گرفته شده است. مصرف برق بخش‌های خانگی، عمومی، صنعتی، کشاورزی و سایر مصارف گزارش شده در ترازنامه انرژی در نظر گرفته شده است.

FDI: اعتبارات تخصیص یافته به بخش خصوصی، به عنوان شاخص توسعه مالی در نظر گرفته شده است. اعتبارات تخصیص یافته اشاره به منابع مالی مهیا شده توسط بنگاه‌های

گذاری‌ها در صنایع آلاینده که بیشتر آن‌ها متعلق به بخش صنعت می‌باشد، صورت گرفته است (۱۲).

اصغری و همکاران در سال ۲۰۱۳ تأثیر جریان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر کیفیت محیط‌زیست کشورهای منتخب حوزه منا طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۱۱ مورد مطالعه قرار دادند. نتیجه اینکه ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به منطقه منا اثر مثبت و معنادار بر میزان انتشار کربن دارد (۲). ژانگ و همکاران در سال ۲۰۱۶ طی پژوهشی در پی پاسخی به این سؤال بودند که آیا سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به کاهش انتشار  $CO_2$  خواهد شد یا خیر. آن‌ها این تحقیق را در کشور چین طی سال‌های ۱۹۹۵-۲۰۱۰ و با به کارگیری رهیافت اثرات ثابت، به این نتیجه رسیدند که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، سطح فناوری و ساختار صنعتی اثر معنادار و منفی بر انتشار کربن داشته و موجب کاهش میزان انتشار کربن خواهد شد. همچنین مشخص گردید جمعیت، تولید ناخالص داخلی سرانه و شهرنشینی اثر معنادار و مثبت بر میزان انتشار داشته و موجب افزایش انتشار کربن می‌گردد (۵۷). بک در سال ۲۰۱۶ در پژوهشی به بررسی روابط سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، درآمد، انرژی و محیط‌زیست در پنج کشور از اتحادیه کشورهای جنوب شرق آسیا طی سال‌های ۱۹۸۱-۲۰۱۰ پرداخت. وی با استفاده از رهیافت سنجی میانگین گروهی تلفیقی، به این نتیجه رسید که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به افزایش انتشار کربن می‌شود و این به معنای تأیید وجود فرضیه پناهگاه آلودگی است. همچنین مشخص گردید که درآمد و مصرف انرژی تأثیر منفی بر کاهش میزان انتشار کربن دارد (۶). بخش و همکاران در سال ۲۰۱۷ طی پژوهشی به اثرات رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار  $CO_2$  در پاکستان را مورد بررسی قرار دادند.

جهت برآورد مدل مورد نظر از داده‌های کشور ایران طی سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۱۶ استفاده شده است. با توجه به اهمیت مسائل زیست‌محیطی، شناسایی متغیرهای اثرگذار بر محیط‌زیست و همچنین مشخص کردن میزان اثر از اهمیت دوچندانی برخوردار است. از این رو برای تخمین مدل، متغیرهای مهم مصرف انرژی (پراکسی مصرف برق)، توسعه مالی، سرمایه‌گذاری خارجی و رشد اقتصادی در نظر گرفته شده است.

$CO_2$ : انتشار دی‌اکسید کربن سرانه که از تقسیم کل انتشار بر جمعیت به دست آمده است.

FDI: خالص سرمایه‌گذاری خارجی ورودی به کشور به عنوان شاخص سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در نظر گرفته شده است.

چنین تحولات ساختاری در روند داده‌های سری زمانی مورد توجه قرار نگیرد، ممکن است نتایج تخمین به سمت عدم رد فرض نا مانایی داده‌ها تورش داشته باشد. در پژوهش حاضر، جهت بررسی ریشه واحد با لحاظ شکست ساختاری، آزمون‌های Zivot & Andrews (1992) در حضور یک شکست ساختاری (58) و آزمون Lee & Strazicich (2004) در حضور دو شکست ساختاری درون‌زا (26) به کار برده شده است.

#### آزمون ریشه واحد زیوت-اندریوز<sup>5</sup>

Zivot & Andrews فرض می‌کنند که زمان شکست ساختاری از قبل نامعلوم بوده و بایستی به صورت درون‌زا تعیین شود (58). این آزمون در واقع تعمیم یافته Perron است (36) و برای شکست‌های ساختاری سه حالت مختلف در نظر می‌گیرد: تغییر در عرض از مبدأ، تغییر در شیب یا روند و تغییر هم‌زمان در هر دوی آن‌ها. در این آزمون فرضیه صفر مبنی بر وجود ریشه واحد است، به طوری که هیچ شکست ساختاری وارد الگو نشود، در حالی که فرض مقابل بیان می‌کند که سری زمانی دارای روندی مانا با یک شکست ساختاری است که در زمانی نامعلوم رخ داده است (34).

همان‌گونه که ملاحظه می‌شود الگوی A یک تغییر زمانی را در عرض از مبدأ نشان می‌دهد. الگوی B برای بررسی مانایی یا نا مانایی سری‌های زمانی حول شکستگی در روند بکار می‌رود و سرانجام الگوی C امکان تغییر هم‌زمان عرض از مبدأ به همراه تغییر در روند را مهیا می‌سازد.

$H_1$ :

Model A:

$$y_t = \hat{\mu}^A + \hat{\theta}^A DU_t(\hat{T}b) + \hat{\beta}^A t + \hat{\alpha}^A y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{C}_j^A \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t \quad (2)$$

Model B:

$$y_t = \hat{\mu}^B + \hat{\beta}^B t + \hat{\gamma}^B DT_t(\hat{T}b) + \hat{\alpha}^B y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{C}_j^B \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t \quad (3)$$

Model C:

$$y_t = \hat{\mu}^C + \hat{\theta}^C DU_t(\hat{T}b) + \hat{\beta}^C t + \hat{\gamma}^C DT_t(\hat{T}b) + \hat{\alpha}^C y_{t-1} + \sum_{j=1}^k \hat{C}_j^C \Delta y_{t-j} + \hat{e}_t \quad (4)$$

مالی از قبیل وام، اوراق بهادار و اعتبارات تجاری دارد. این شاخص به صورت درصدی از تولید ناخالص داخلی تعریف می‌شود.

Dummy: متغیر موهومی که با توجه انجام آزمون‌های ریشه واحد و همجمعی در حضور شکست ساختاری مشخص می‌گردد. داده‌های مرتبط با تولید ناخالص داخلی سرانه و توسعه مالی (نسبت تسهیلات اعطا شده بانکی به بخش خصوصی به GDP) از بانک جهانی؛ انتشار سرانه کربن از آژانس بین‌المللی انرژی (IEA)، مصرف سرانه برق از ترازنامه انرژی وزارت نیرو و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از کنفرانس تجارت و توسعه سازمان ملل (UNCTAD) استخراج گردیده است. در پژوهش حاضر از آزمون‌های ریشه واحد معمولی (دیک فولر تعمیم یافته) و آزمون‌های ریشه واحد با لحاظ شکست ساختاری (زیوت-اندریوز، لی استرازیسیچ) استفاده شده است که در ادامه به بررسی آن‌ها خواهیم پرداخت. در پژوهش حاضر جهت بررسی ریشه واحد بدون شکست ساختاری از آزمون دیککی فولر تعمیم یافته (ADF) استفاده شده است.

#### آزمون ریشه واحد

موضوع تغییرات ساختاری اهمیت قابل توجهی در تحلیل سری‌های زمانی اقتصاد کلان دارد. تحولات ساختاری در بسیاری از سری‌های زمانی، می‌توانند دلایل متعددی از قبیل بحران‌های اقتصادی، تغییر در چارچوب و ترتیبات نهادی-سازمانی، تغییرات سیاسی و حتی تغییر رژیم حکومتی داشته باشد. اگر

5 Zivot & Andrews

1 World Bank  
2 International Energy Agency  
3 United Nations Conference on Trade and Development  
4 Augmented Dickey Fuller

می‌شوند تا یک رابطه تعادلی بلندمدت را تشکیل دهند، هر چند ممکن است که این سری‌ها دارای روند تصادفی بوده باشند (نا ایستا باشند)، اما در طول زمان یکدیگر را به خوبی دنبال می‌کنند. به گونه‌ای که تفاضل بین آن‌ها باثبات و ایستا است (۳۱). در پژوهش حاضر از آزمون همجمعی Gregory & Hansen (1996) استفاده شده است (۱۹). این آزمون، تکنیکی مبتنی بر انجام آزمون‌های آماری بر روی جملات پسماند بوده و به برآورد روابط همجمعی با وجود شکست‌های ساختاری بالقوه می‌پردازد. در این آزمون اشکال مختلفی جهت الگوبندی شکست ساختاری در نظر گرفته شده است که به صورت زیر است (۲۰): معادله (۵) به الگوی تغییر در سطح، معادله (۶) به الگوی تغییر در سطح به همراه روند و معادله (۷) به الگوی تغییر رژیم (تغییر جهت ساختاری) معروف است. فرضیه صفر این آزمون همانند آزمون‌های مرسوم همجمعی است. معادله (۵) به الگوی تغییر در سطح، معادله (۶) به الگوی تغییر در سطح به همراه روند و معادله (۷) به الگوی تغییر رژیم (تغییر جهت ساختاری) معروف است. فرضیه صفر این آزمون همانند آزمون‌های مرسوم همجمعی است.

$$(C): X_{1t} = \mu_1 + \mu_2 DU_t + \alpha' X_{2t} + \epsilon_t \quad (5)$$

$$(C/T): X_{1t} = \mu_1 + \mu_2 DU_t + \mu_3 t + \alpha' X_{2t} + \epsilon_t \quad (6)$$

$$(C/S): X_{1t} = \mu_1 + \mu_2 DU_t + \alpha' X_{2t} + \alpha' X_{3t} + \epsilon_t \quad (7)$$

که سرعت تعدیل عدم تعادل کوتاه‌مدت (ECM) در هر دوره، برای رسیدن به تعادل بلندمدت نیز قابل محاسبه است. این روش همچنین قادر به رفع مشکلات مربوط به حذف متغیر و خودهمبستگی است و در ضمن به دلیل اینکه این مدل‌ها عموماً عاری از مشکلاتی همچون خودهمبستگی سریالی و درون‌زایی هستند، تخمین‌های به‌دست‌آمده از آن‌ها نارایب و کارا خواهد بود (۳۱). بنابراین با توجه به (۷ و ۳۷) الگوی پویا ARDL به شکل زیر است:

## آزمون ریشه واحد Lee & Strazicich (با لحاظ دو شکست ساختاری)

اگرچه روش‌های پرون و زیوت و اندریوز تاکنون جزء روش‌های پیشرفته برای آزمون ریشه واحد با توانایی لحاظ شکست ساختاری هستند، اما ذکر این نکته ضروری است که این روش‌ها توانایی تشخیص و لحاظ شکست‌های چندگانه را ندارند؛ بنابراین این احتمال که شکست‌های بالقوه دیگری در طول دوره تحلیل اتفاق افتاده باشد وجود دارد (۴۴)؛ بنابراین جهت اطمینان، از آزمون ریشه واحد (Lee & Strazicich, 2004) با لحاظ دو شکست ساختاری استفاده می‌کنیم این آزمون به بررسی مانایی متغیرها با وجود دو شکست ساختاری درون‌زا با استفاده از ضریب لاگرانژ می‌پردازد. رد فرضیه صفر در این آزمون بر مانا بودن متغیرها در سطح و با لحاظ شکست دلالت خواهد کرد (۲۶).

## آزمون همجمعی<sup>۱</sup>

همگرایی مفهومی جدید برای بررسی سری‌های زمانی نا ایستا است. مفهوم اقتصادی همگرایی این است که وقتی دو یا چند متغیر سری زمانی بر اساس مبانی نظری با یکدیگر ارتباط داده

## رهیافت خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL)<sup>۲</sup>

در پژوهش حاضر جهت تخمین مدل و بررسی روابط کوتاه‌مدت و بلندمدت میان متغیرهای مورد مطالعه از الگوی (ARDL) که توسط پسران و همکاران توسعه داده شد، استفاده خواهد شد. این روش، مزیت‌های زیادی نسبت به سایر روش‌های مشابه داشته و لذا به‌طور گسترده مورد استفاده قرار می‌گیرد. در این روش، علاوه بر امکان محاسبه روابط بلندمدت بین متغیرها، امکان محاسبه روابط پویا و کوتاه‌مدت نیز وجود دارد. ضمن آن

1 Cointegration  
2 Autoregressive Distributed Lag

3 Error Correction Model

$$\Delta \ln CO_2 = \alpha_0 + \sum_{j=1}^n b_j \Delta \ln CO_2_{t-j} + \sum_{j=0}^n c_j \Delta \ln FDI_{t-j} + \sum_{j=0}^n d_j \Delta \ln GDP_{t-j} + \sum_{j=0}^n e_j \Delta \ln EC_{t-j} + \sum_{j=0}^n f_j \Delta \ln FD_{t-j} + \delta_3 \ln CO_2_{t-1} + \delta_4 \ln FDI_{t-1} + \delta_5 \ln GDP_{t-1} + \delta_6 \ln EN_{t-1} + \delta_7 \ln FD_{t-1} \quad (8)$$

### یافته‌ها

مطابق با نتایج جدول (۱) متغیرهای انتشار کربن، توسعه مالی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و تولید ناخالص داخلی سرانه در سطح نا مانا هستند و با یک‌بار تفاضل گیری مانا شده‌اند، بنابراین انباشته از درجه یک  $I_1$  می‌باشند. با توجه به نتایج و میزان احتمال (کمتر از ۰/۰۵)، تنها متغیر مصرف برق در سطح مانا است.

$b_j, c_j, d_j, e_j, f_j$  ضرایب تخمین کوتاه‌مدت (به ترتیب برای متغیرهای انتشار کربن، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، تولید ناخالص داخلی، مصرف انرژی و توسعه مالی) و  $\delta_1, \delta_2, \delta_3, \delta_4, \delta_5$  ضرایب تخمین بلندمدت در روش ARDL می‌باشند. الگوی تصحیح خطا نیز بیان می‌کند کلیه تغییرات متغیر وابسته، تابعی از انحراف از رابطه بلندمدت (که با جزء تصحیح خطا بیان می‌شود) و تغییرات سایر متغیرهای توضیحی است. این الگو رفتار کوتاه‌مدت و بلندمدت دو متغیر را به هم مرتبط می‌کند.

### جدول ۱. نتایج آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته

درجه انباشتگی	آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته در حالت تفاضل مرتبه اول		آزمون ریشه واحد دیکی فولر تعمیم‌یافته در حالت سطح		متغیر
	وضعیت مانایی	آماره t	وضعیت مانایی	آماره t	
$I_1$	مانا	-۴/۸۸ (۰/۰۰)	نا مانا	-۲/۵۱ (۰/۳۱)	LCO <sub>2</sub>
$I_0$	-	-	مانا	-۴/۸۶ (۰/۰۰)	LEC
$I_1$	مانا	-۶/۱۱ (۰/۰۰)	نا مانا	-۱/۵۱ (۰/۸)	LFD
$I_1$	مانا	-۴/۱۹ (۰/۰۱)	نا مانا	-۱/۷۹ (۰/۶۸)	LFDI
$I_1$	مانا	-۴/۷۱ (۰/۰۰)	نا مانا	-۲/۳۱ (۰/۴۱)	LGDP

منبع: محاسبات پژوهش. اعداد داخل پرانتز میزان احتمال است.

### آزمون ریشه واحد با وجود شکست‌های ساختاری

نتایج آزمون زیوت-اندریوز در جدول (۲) ارائه گردیده است. مطابق با جدول، متغیرهای انتشار کربن، مصرف انرژی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی مانا در سطح،  $I_0$  و متغیرهای توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی سرانه، انباشته از مرتبه یک ( $I_1$ ) بوده و با یک‌بار تفاضل گیری مانا می‌شوند.

### جدول ۲. نتایج آزمون ریشه واحد زیوت-اندریوز در حالت وجود روند و عرض از مبدأ (مدل C)

درجه انباشتگی	آزمون زیوت-اندریوز در حالت تفاضل مرتبه اول			آزمون زیوت-اندریوز در حالت سطح			متغیر
	نقطه شکست	آماره t	وضعیت مانایی	نقطه شکست	آماره	وضعیت مانایی	
$I_0$	-	-	-	۱۹۸۰	-۷/۰۰	مانا	LCO <sub>2</sub>
$I_0$	-	-	-	۲۰۰۶	-۵/۷۶	مانا	LEC
$I_1$	۲۰۰۰	-۵/۶۱	مانا	۱۹۹۵	-۴/۵۴	نا مانا	LFD
$I_0$	۱۹۹۵	-	-	۲۰۰۰	-۵/۹۱	مانا	LFDI
$I_1$	۱۹۹۴	-۶/۷۳	مانا	۱۹۸۷	-۴/۰۰	نا مانا	LGDP

منبع: محاسبات پژوهش. مقادیر بحرانی در سطح ۱، ۵ و ۱۰٪، به ترتیب ۵/۵۷، ۵/۰۸ و ۴/۸۲ است.

هستند. متغیرها بعد از یک‌بار تفاضل گیری مانا شدند، بنابراین با توجه به نتایج آزمون لی - استرازیسیچ مشخص گردید که متغیرهای انتشار کربن، مصرف انرژی، توسعه مالی و رشد اقتصادی هم انباشته از مرتبه ۱ یعنی  $I_1$  هستند.

نتایج حاصل از آزمون لی-استرازیسیچ با استفاده از نرم‌افزار ایویوز در جدول (۳) ارائه گردیده است. با توجه به نتایج جدول، آزمون ریشه واحد لی- استرازیسیچ با لحاظ دو شکست ساختاری انجام گرفت که مشخص شد که تمامی متغیرها به جز سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطح دارای ریشه واحد

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه لی-استرازیسیچ

متغیر	آزمون لی-استرازیسیچ در حالت سطح			آزمون لی-استرازیسیچ در حالت تفاضل مرتبه اول			نقاط شکست
	وضعیت مانایی	آماره	$TB_1$	$TB_2$	آماره	درجه انباشتگی	
$LCO_2$	نا مانا	-۲/۹۹	۱۹۸۵	۲۰۰۰	-۵/۱۹	$I_1$	$TB_1$ جنگ تغییر دولت پایان جنگ و تغییر دولت
$LEC$	نا مانا	-۱/۰۷	۱۹۷۸	۲۰۰۹	-۳/۳۶	$I_1$	$TB_1$ جنگ تغییر دولت
$LFD$	نا مانا	-۲/۲۲	۱۹۸۶	۱۹۹۲	-۴/۱۴	$I_1$	$TB_1$ جنگ تغییر دولت
$LFDI$	مانا	-۴/۴۲	-	-	-	$I_0$	-
$LGDP$	نا مانا	-۲/۶۳	۱۹۸۰	۱۹۸۲	-۴/۶۴	$I_1$	$TB_1$ جنگ تغییر دولت

منبع: محاسبات پژوهش. مقادیر بحرانی در سطح ۱، ۵ و ۱۰٪، به ترتیب ۰.۴/۰۷، ۳/۵۶- و ۳/۲۹- است.

نتایج حاصل از آزمون هم انباشتگی گریگوری-هانسن که با

استفاده از نرم‌افزار stata به دست آمده، در جدول (۴) ارائه

جدول ۴. نتایج آزمون هم انباشتگی گریگوری-هانسن (با یک شکست ساختاری)

مدل	آماره	مقدار آماره	سال شکست	مقادیر بحرانی		
				۱٪	۵٪	۱۰٪
تغییر در سطح (C) Level	ADF	-۵/۸	۱۹۷۷	-۶/۰۵	-۵/۵۶	-۵/۳۱
	$Z_t$	-۵/۳۲	۱۹۷۸	-۶/۰۵	-۵/۵۶	-۵/۳۱
	$Z_a$	-۳۴/۱۸	۱۹۷۸	-۷۰/۱۸	-۵۹/۴۰	۵۴/۲۸
تغییر در روند (C/T) Trend	ADF	-۳/۴	۱۹۸۶	-۶/۳۶	-۵/۸۳	-۵/۵۹
	$Z_t$	-۵/۱۵	۱۹۷۸	-۶/۳۶	-۵/۸۳	-۵/۵۹
	$Z_a$	-۳۴/۵۴	۱۹۷۸	-۷۶/۹۵	-۶۵/۴۴	-۶۰/۱۲
تغییر جهت ساختاری (تغییر رژیم) (C/S) Regime shift	ADF	-۷/۴۴	۱۹۸۴	-۷/۳۱	-۶/۸۴	-۶/۵۸
	$Z_t$	-۷/۵۱	۱۹۸۰	-۷/۳۱	-۶/۸۴	-۶/۵۸
	$Z_a$	-۵۱/۸۷	۱۹۸۰	-۱۰۰/۶۹	-۸۸/۴۷	-۸۲/۳۰

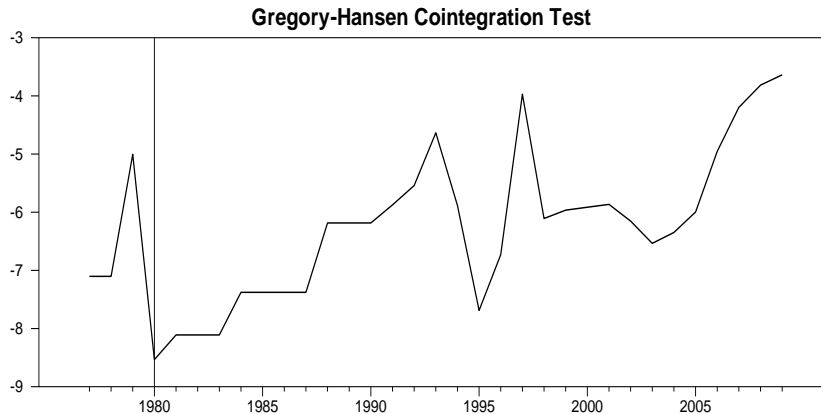
منبع: محاسبات پژوهش

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌گردد، در الگوی C، مطابق با آماره‌های ADF و  $Z_t$  وجود همگرایی تأیید می‌شود، چراکه مقدار آماره به دست آمده آزمون از مقادیر بحرانی بیشتر بوده و این به معنای رد فرض صفر و تأیید وجود رابطه هم انباشتگی در حضور شکست ساختاری است. در الگوی تغییر روند (C/T)، مطابق با نتایج به دست آمده برای هر سه آماره

همان‌طور که در جدول (۴) مشاهده می‌گردد، در الگوی C، مطابق با آماره‌های ADF و  $Z_t$  وجود همگرایی تأیید می‌شود، چراکه مقدار آماره به دست آمده آزمون از مقادیر بحرانی بیشتر بوده و این به معنای رد فرض صفر و تأیید وجود رابطه هم انباشتگی در حضور شکست ساختاری است. در الگوی تغییر روند (C/T)، مطابق با نتایج به دست آمده برای هر سه آماره

(c/s) است که با استفاده از نرم‌افزار rats به دست آمده و نشان می‌دهد طبق آزمون گریگوری-هانسن شکست اصلی در سال ۱۹۸۰ (جنگ تحمیلی) اتفاق افتاده است.

اگوست ۱۹۸۸ است که نقاط شکست آزمون گریگوری هانسن (۱۹۸۰-۱۹۸۴) نیز در این بازه زمانی واقع شده است. شکل (۱) آزمون هم‌انباشتگی گریگوری-هانسن در حالت سوم



شکل ۱. آزمون گریگوری-هانسن، منبع: یافته‌های پژوهش

متغیرها در کوتاه‌مدت اثر چندانی بر آلودگی محیط‌زیست ندارد. رشد اقتصادی نیز در کوتاه‌مدت اثر قابل‌توجهی بر انتشار کربن دارد، به طوری که با افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی، میزان آلودگی ۰/۱۲ درصد افزایش خواهد یافت. در نهایت مشخص گردید که در کوتاه‌مدت اثر جنگ بر انتشار کربن منفی و کاهنده بوده است. در توجیه این مسئله می‌توان گفت که طبیعتاً با رخ دادن جنگ تحمیلی و به واسطه مسائل روانی ناشی از جنگ و تخریب زیرساخت‌های بخش تولید و انرژی، انتشار کربن کاهش یافته است.

نتایج تخمین الگوی پویا (کوتاه‌مدت) که در جدول (۵) ارائه شده، بیانگر این است که در کوتاه‌مدت میان تمامی متغیرهای مصرف انرژی، رشد اقتصادی و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار کربن رابطه معنادار برقرار بوده و فقط رابطه توسعه مالی و انتشار کربن معنادار نیست. در کوتاه‌مدت با افزایش یک درصدی مصرف برق، انتشار کربن به میزان قابل‌توجه ۰/۶۸ درصد افزایش خواهد یافت. همچنین با افزایش یک درصدی توسعه مالی و سرمایه‌گذاری خارجی، انتشار کربن به میزان ۰/۰۰۶ درصد افزایش خواهد یافت که نشان از دارد که این

جدول ۵. نتایج تخمین الگوی کوتاه‌مدت

ARDL(3,1,1,1,1)					
متغیر	توضیح	ضریب	خطای استاندارد	آماره t	احتمال
LCO <sub>2</sub> (-1)	وقفه اول انتشار کربن	۰/۶۰	۰/۰۷	۷/۹۵	0.00
LCO <sub>2</sub> (-2)	وقفه دوم انتشار کربن	-۰/۴۲	۰/۱۲	-۳/۵۱	0.02
LCO <sub>2</sub> (-3)	وقفه سوم انتشار کربن	۰/۱۷	۰/۱۱	۱/۴۹	0.15
LEC	مصرف انرژی	۰/۶۸	۰/۱۱	۶/۰۴	0.00
LEC(-1)	وقفه اول مصرف انرژی	-۰/۳	۰/۱۱	-۲/۷۷	0.01
LFD	توسعه مالی	۰/۰۰۶	۰/۰۲	۰/۲۶	0.79
LFD(-1)	وقفه اول توسعه مالی	-۰/۰۶	۰/۰۲	-۲/۳۸	0.02
LGDP	رشد اقتصادی	۰/۱۲	۰/۰۳	۳/۷۲	0.00
LGDP(-1)	وقفه اول رشد اقتصادی	-۰/۰۸	۰/۰۲	-۴/۱۲	0.00
LFDI	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۰/۰۰۶	۰/۰۰	۱/۹	0.07
LFDI(-1)	وقفه اول سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	۰/۰۰۳	۰/۰۰	۱/۳۷	0.21
DUMMY	متغیر موهومی	-۰/۲۸	۰/۰۲	-۱۴/۲	0.00
C	عرض از مبدأ	-۱/۵	۰/۱۹	-۸/۰۱	0.00
R <sup>2</sup>		D.W= ۲/۱		F= ۳۶۴/۷	
= ۰/۹۹					

منبع: محاسبات پژوهش



جهت اطمینان از وجود رابطه بلند مدت میا متغیرها، آزمون کرانه مورد بررسی قرار گرفت که نتایج آن در جدول (۶) ارائه گردید. با توجه به این که آماره F محاسبه شده از مقدار حد

بالایی جدول بزرگ‌تر است، فرضیه صفر (نبود همجمعی) رد می‌شود؛ به عبارت دیگر وجود رابطه بلندمدت مورد تأیید قرار گرفته است.

جدول ۶. نتایج آزمون کرانه

سطوح معناداری	$I_0$ Bound	$I_1$ Bound	آماره F	نتیجه آزمون
۱۰٪	۲/۲	۳/۰۹		
۵٪	۲/۵۶	۳/۴۹	۱۹/۵	تأیید وجود رابطه بلندمدت
۲/۵٪	۲/۸۸	۳/۸۷		
۱٪	۳/۲۹	۴/۳۷		

منبع: محاسبات پژوهش

نتایج آزمون بلندمدت در جدول (۷) قابل مشاهده است. مطابق با نتایج در بلندمدت ارتباط تمامی متغیرها با متغیر وابسته (انتشار کربن) معنادار است، چراکه میزان احتمال آن‌ها کمتر از ۰/۰۵ است. مصرف انرژی (مصرف برق) اثری مثبت بر میزان انتشار کربن دارد، به طوری که با افزایش یک درصدی مصرف برق، میان انتشار کربن ۰/۵۸ درصد افزایش می‌یابد. افزایش یک درصدی رشد اقتصادی در بلندمدت، موجب افزایش ۰/۰۵ درصدی انتشار کربن خواهد شد. رابطه توسعه مالی و انتشار کربن منفی است، به طوری که با افزایش یک درصدی توسعه مالی، انتشار کربن به میزان ۰/۰۹ درصد کاهش خواهد یافت.

رابطه سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و انتشار کربن (آلودگی) مثبت است که این نشان می‌دهد فرضیه پناهگاه آلودگی (PHH) در ایران مورد تأیید و دارای اعتبار است و با افزایش یک درصدی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، میزان انتشار کربن افزایش خواهد یافت. در نهایت متغیر دامی سال ۱۳۵۹ (جنگ تحمیلی) رابطه منفی با انتشار کربن داشته است که این نتیجه طبیعی است. چراکه با شروع جنگ، به واسطه مسائل مرتبط با جنگ فعالیت کارخانه‌ها و میزان تولید کاهش یافت؛ بنابراین علامت منفی ضریب متغیر دامی قابل توجیه است.

جدول ۷. نتایج تخمین الگوی بلندمدت،  $ARDL(3,1,1,1,1)$

متغیر	ضریب	خطای استاندارد	آماره t	احتمال
LEC	۰/۵۸	۰/۰۵	۱۱/۶	۰/۰۰
LFD	-۰/۰۹	۰/۰۳	-۲/۷۵	۰/۰۱
LGDP	۰/۰۵	۰/۰۳	۱/۸	۰/۰۸
LFDI	۰/۰۱	۰/۰۰	۲/۰۷	۰/۰۵
DUMMY	-۰/۴۴	۰/۰۸	-۵/۴۶	۰/۰۰
C	-۲/۴	۰/۲۱	-۱۱/۳۱	۰/۰۰

منبع: محاسبات پژوهش

نتایج آزمون‌های تشخیص در جدول (۸) و آزمون‌های ثبات شامل آزمون مجموع تجمعی جملات پسماند بازگشتی<sup>۱</sup> (CUSUM) و مجموع تجمعی مربعات جملات پسماند بازگشتی<sup>۲</sup> (CUSUMQ) در قالب نمودار ارائه شده است. هیچ‌کدام از فروض نقض نشده و از این بابت نگرانی وجود ندارد.

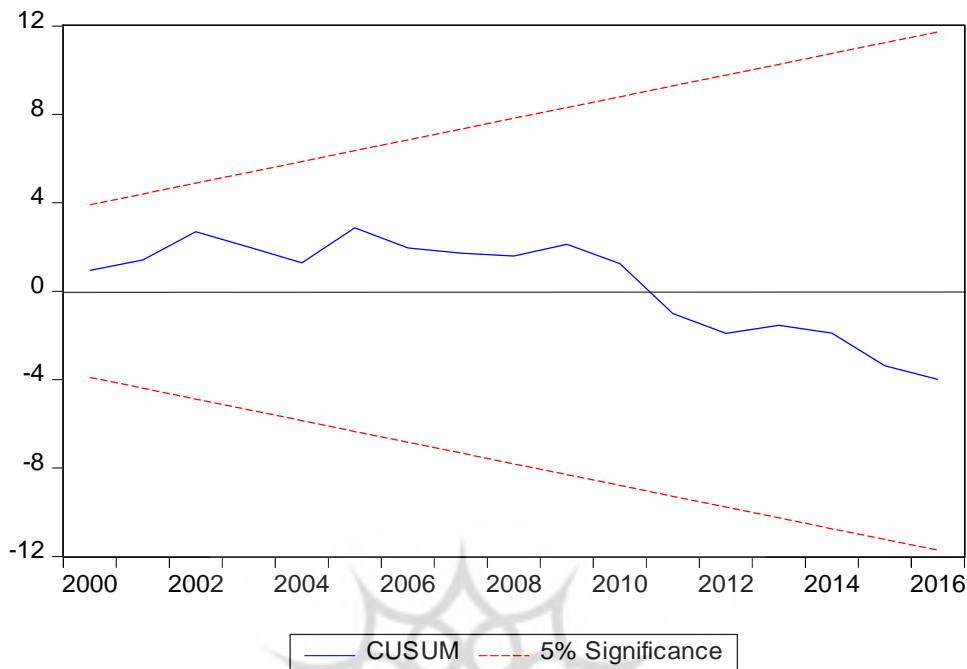
جدول ۸. نتایج آزمون‌های تشخیص

آزمون	آماره	احتمال	وضعیت
آزمون ناهمسانی واریانس	۰/۸۸	۰/۹۹	عدم وجود ناهمسانی
آزمون خودهمبستگی	۰/۴	۰/۶۷	عدم وجود خودهمبستگی
آزمون نرمال بودن	۲/۰۹	۰/۳۵	نرمال است

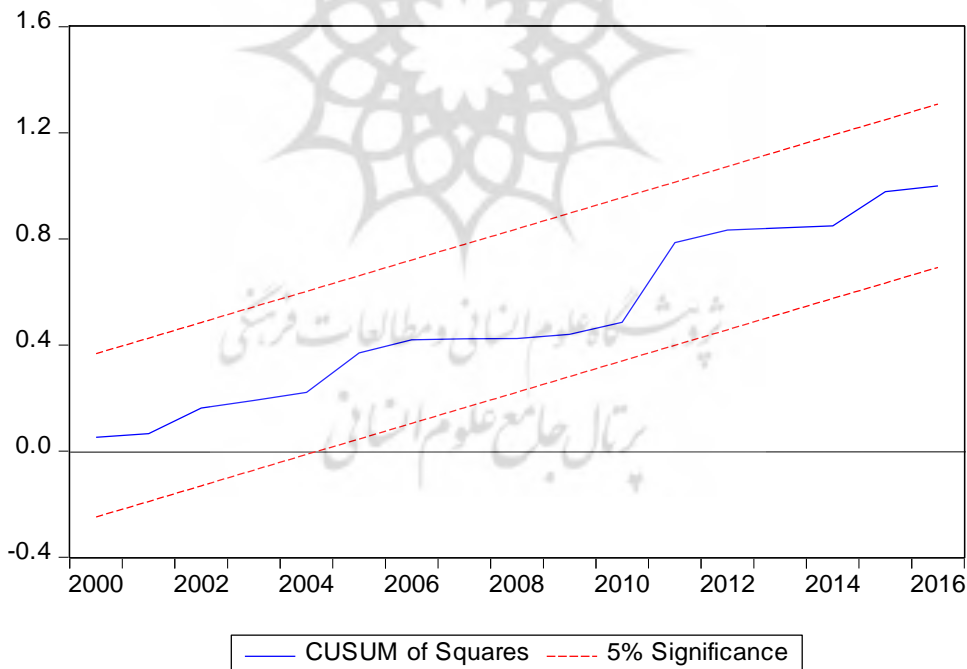
منبع: محاسبات پژوهش

را قطع نکرده است و به عبارتی دیگر بین حدهای بحرانی در سطح ۵ درصد باقی مانده است.

مطابق با نمودارهای پسماند و پسماند تجمعی، مدل برآوردی از ثبات لازم برخوردار است. چراکه شکل هر دو نمودار حد بحرانی



شکل ۲. نمودار پسماند، منبع: محاسبات پژوهش



شکل ۳. نمودار پسماند تجمعی، منبع: محاسبات پژوهش

آنچه در مدل تصحیح خطا مورد توجه است و اهمیت اساسی دارد، ضریب مربوط به  $ECM(-1)$  است که سرعت تعدیل فرایند عدم تعادل را نشان می‌دهد. در پژوهش حاضر، این ضریب معادل  $(-0/62)$  به دست آمده که با توجه به میزان احتمال (کمتر از  $0/05$ ) و منفی بودن مقدار آن، از نظر آماری معنادار و قابل اطمینان است. از آنجا که داده‌های مورد استفاده

در این پژوهش سالانه است، می‌توان گفت که در هر سال مقدار ۶۲ درصد از عدم تعادل از بین رفته و فرآیند تعدیل شوک‌های وارده در کوتاه‌مدت دارای سرعت بالایی است. با توجه به بالا بودن مقدار ضریب می‌توان گفت که مدل از قدرت پیش‌بینی خوبی برخوردار است و بازگشت متغیرها به مسیر تعادلی چیزی نزدیک به یک سال و نیم طول خواهد کشید.

## بحث و بررسی

دهه‌های گذشته به دنبال سیاست حفظ انرژی و جایگزینی منابع تجدید پذیر به جای تجدید ناپذیر نبوده است و با توجه به افزایش جمعیت کشور و افزایش تقاضای مصرف انرژی، تمرکز بر منابع تجدید ناپذیر جهت رفع این حجم از تقاضا برای انرژی امری اجتناب‌ناپذیر است. از طرفی دیگر، درصد بالایی از برق در کشور با استفاده از منابع سوخت فسیلی و آب تولید می‌شود و تولید برق از منابع تجدید پذیر مانند باد، خورشید، زمین‌گرمایی و ... کمتر مورد توجه قرار گرفته است. در پژوهش حاضر، رابطه تولید ناخالص داخلی و انتشار کربن در کوتاه و بلندمدت مثبت است. این نتیجه با مطالعات پیشین انجام پذیرفته در ایران همچون صادقی و همکاران (۳۹)، ترابی و همکاران (۵۲) و سلمانی و همکاران (۴۰) هم‌راستا است. در توجیه این رابطه مثبت می‌توان به تأثیرپذیری بالای تولید ناخالص داخلی از درآمدهای حاصل از صادرات و فروش نفت و گاز اشاره کرد؛ بنابراین لزوم یک برنامه‌ریزی مدون جهت رهایی بودجه و تولید ناخالص از دام درآمدهای نفتی بیش‌ازپیش احساس می‌شود.

در مطالعه حاضر مشخص گردید که اثر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار کربن در کوتاه و بلندمدت معنادار و مثبت است که با نتایج مطالعات داخلی نظیر اصغری و همکاران (۲)، پژویان و همکاران (۳۳) و بهلولی (۱۲) هم‌راستا است. در توجیه این مسئله ابتدا باید به موقعیت جغرافیایی و مشی سیاسی کشور توجه کرد. منطقه خاورمیانه منطقه‌ای پرتلهاب به لحاظ سیاسی و اقتصادی است که موجب می‌شود سیاست خارجی و اقتصاد کشورهای حاضر در این منطقه دائم تحت تأثیر تکانه‌های مختلف قرار گرفته و نوسان و عدم ثبات را به داخل کشورهای منطقه وارد کند. کشور ایران هم از این قاعده مستثنی نبوده و در سالیان پس از انقلاب بحران‌های نوسان‌زای زیادی همچون جنگ تحمیلی، تحریم‌های ناشی از مناقشات سیاسی و برنامه هسته‌ای را پشت سر گذاشته است. از این رو جریان ورودی سرمایه طی ۳ دهه گذشته محدود بوده است. از طرفی نیاز کشور به ورود بیشتر سرمایه جهت بازسازی زیرساخت‌های بخش‌های مختلف اقتصادی کشور نظیر کشاورزی، صنعت، به‌کارگیری فناوری‌های تولید با بهره‌وری بالاتر و سازگار با محیط‌زیست، سرمایه‌گذاری در بخش انرژی‌های پاک و تجدید پذیر همچون خورشیدی، باد، دریا، زمین‌گرمایی و در مجموع حرکت به سمت اقتصادی بر مبنای فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست (جهت کاهش انتشار کربن) غیر قابل کتمان است؛ بنابراین ضروری است که برای حضور فعال‌تر در عرصه بین‌الملل برنامه‌ریزی و سیاست‌گذاری مدون صورت پذیرد تا ضمن حفظ ارزش‌های مدنظر جریان حاکمیتی، در عرصه بین‌المللی

مطالعه حاضر به بررسی اثرات رشد اقتصادی، مصرف برق، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و توسعه مالی بر میزان انتشار کربن با استفاده از داده‌های سری زمانی ایران طی سال‌های ۱۹۷۰-۲۰۱۶ پرداخته است و روش عملی پژوهش نیز رهیافت اقتصادسنجی خود رگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) است. در پژوهش حاضر جهت بررسی ریشه واحد بدون شکست ساختاری از آزمون دیکی فولر تعمیم‌یافته استفاده شده است. مطابق با نتایج متغیرهای انتشار کربن، توسعه مالی، سرمایه-گذاری مستقیم خارجی و تولید ناخالص داخلی سرانه در سطح نا مانا هستند و با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا شده‌اند و انباشته از درجه یک ( $I_1$ ) می‌باشند و تنها متغیر مصرف برق در سطح مانا است. مطابق با نتایج آزمون زیوت-اندریوز (یک شکست ساختاری) متغیرهای انتشار کربن، مصرف انرژی و سرمایه-گذاری مستقیم خارجی مانا در سطح ( $I_0$ ) و متغیرهای توسعه مالی و تولید ناخالص داخلی سرانه انباشته از مرتبه یک ( $I_1$ ) بوده و با یک‌بار تفاضل‌گیری مانا می‌شوند. همچنین با توجه نتایج حاصل از آزمون لی-استرازیسیچ (دو شکست ساختاری) مشخص گردید که متغیرهای انتشار کربن، مصرف انرژی، توسعه مالی و رشد اقتصادی هم انباشته از مرتبه ۱ یعنی ( $I_1$ ) هستند. در نهایت جهت بررسی وجود هم‌انباشتگی، آزمون هم‌انباشتگی گریگوری-هانسن انجام شد که با توجه به نتایج مدل تغییر جهت ساختاری (c/s)، مطابق با دو آماره  $ADF$  و  $Z_{\tau}$ ، وجود هم‌انباشتگی تأیید شده و سال‌های شکست نشان می‌دهد که عامل شکست متغیرها وقوع جنگ تحمیلی است. نتایج حاصل از تخمین مدل ARDL نشان می‌دهد که متغیرهای مصرف برق، تولید ناخالص داخلی سرانه، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کوتاه و بلندمدت اثر معنادار و مثبت بر میزان انتشار کربن دارد. اثر توسعه مالی بر میزان انتشار کربن در کوتاه و بلندمدت به ترتیب مثبت و منفی است. همچنین رابطه متغیر موهومی (۱۹۸۰) و انتشار کربن در کوتاه و بلندمدت معنادار و منفی است که نشان از اثرگذاری منفی جنگ بر کاهش تولید و به دنبال آن کاهش میزان انتشار کربن دارد.

رابطه مصرف برق و انتشار کربن در پژوهش حاضر در کوتاه و بلندمدت مثبت است. در مطالعات پیشین مصرف برق به عنوان پراکسی مصرف انرژی در نظر گرفته نشده و پژوهش حاضر به نوعی اولین مطالعه‌ای است که مصرف برق به همراه شکست ساختاری وارد مدل تخمین شده و این رابطه را مورد بررسی قرار داده است. در توجیه این رابطه مثبت می‌توان گفت که درصد بالایی از برق در ایران از طریق استفاده از منابع تجدید ناپذیر همچون سوخت فسیلی تولید می‌شود. کشور ایران در

مدون می‌تواند به سمت جایگزینی منابع تجدید ناپذیر حرکت کند؛ بنابراین حرکت به سمت تولید و مصرف منابع قابل تجدید، ضمن حفظ منابع انرژی، بر کاهش میزان انتشار کربن نیز تأثیرگذار خواهد بود. به جهت دستیابی به تولید ناخالص داخلی بالاتر می‌توان به راهکارهایی رجوع کرد: ۱- بهبود وضعیت معیشتی و اقتصادی در مناطق روستایی از طریق توجه بیشتر به صنایع روستایی همچون صنایع دستی و متعاقب آن افزایش سهم تولیدات داخلی از میزان صادرات. ۲- تمرکززدایی از شهرنشینی و توجه بیشتر به بهبود وضعیت بهداشت، سلامت و آموزش در مناطق روستایی جهت جلوگیری از مهاجرت روستاییان و متعاقب آن تقویت اقتصاد روستا. ۳- روانه کردن درآمد ارزی حاصل از فروش نفت و گاز به سمت بازسازی زیرساخت‌های تولید در کشور به جهت ایجاد آلودگی کمتر و بهره‌وری بالاتر. ۴- با توجه به ظرفیت‌های بی‌نظیر کشور به لحاظ جاذبه‌های طبیعی و تاریخی، لزوم سرمایه‌گذاری بیشتر و ایجاد یک طرح توسعه مختص بخش گردشگری و صنایع دستی بیش‌ازپیش احساس می‌شود. چراکه درآمدهای حاصل از آن می‌تواند جایگزین مناسبی برای درآمدهای نفتی باشد.

راهکار مناسب در مسیر جذب سرمایه‌گذاری خارجی این است که دولت به دنبال جذب سرمایه‌گذاری‌ها در زمینه بازسازی بخش تولیدی کشور به ویژه صنعت و به‌کارگیری فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست در این بخش باشد. همچنین سیاست مناسب در توسعه مالی این است که منابع اختصاص‌یافته بانک-ها به بخش خصوصی و تولیدی کشور، منجر به واردات فناوری‌های دوستدار محیط‌زیست از کشورهای توسعه‌یافته و پیشرفته گردد و به منظور تشویق بخش خصوصی جهت به‌کارگیری فناوری‌های نوین برای افزایش کارایی و بهره‌وری به خصوص در بخش انرژی، تسهیلات ویژه در نظر گرفته شود.

### ملاحظات اخلاقی

#### پیروی از اصول اخلاق پژوهش

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

#### حامی مالی

هزینه‌های مطالعه حاضر توسط معاونت پژوهشی دانشگاه زابل تأمین شده است.

#### مشارکت نویسندگان

طراحی و ایده پردازی: سید محمدرضا مهدویان، سامان ضیایی، علیرضا کیخا؛ روش شناسی و تحلیل داده‌ها: سید محمدرضا

دچار انزوا نشده و جریان ورودی سرمایه به کشور نیز تسهیل شود. بعد دیگر وجود رابطه مثبت میان FDI و آلودگی زیست‌محیطی، تأیید فرضیه پناهگاه آلودگی در ایران به عنوان کشوری در حال توسعه است. این نتیجه نشان می‌دهد که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی اندکی که وارد کشور ایران می‌شود، یک متغیر افزایش‌دهنده آلودگی است. در کشورهای در حال توسعه از جمله ایران، به علت ضعف قوانین محیط زیستی و استانداردهای مرتبط با آن، بیشترین حجم سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در بخش صنعت صورت می‌پذیرد. طبق گزارش سالانه UNCTAD، در ایران نیز بخش صنعت، بیشترین سهم از سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی را به خود اختصاص داده است؛ بنابراین علامت مثبت میان FDI و انتشار کربن دور از انتظار نبوده است. این مهم نشان از آن دارد که اگر در جذب FDI دقت کافی صورت نگیرد و سرمایه‌گذاری‌ها در جهت توسعه بخش صنعتی که آلاینده‌گی و آلودگی زیست‌محیطی بیشتری دارد استفاده شود، آلودگی‌های زیست‌محیطی بیشتر می‌شود. در نهایت در بلندمدت رابطه میان توسعه مالی و انتشار کربن معنادار و منفی است. شاخصی که به عنوان توسعه مالی در پژوهش حاضر در نظر گرفته شد، نسبت تسهیلات اعطایی بانک‌ها به بخش خصوصی به تولید ناخالص داخلی است. این نتیجه (رابطه منفی میان متغیر توسعه مالی و انتشار کربن) با نتیجه مطالعه (۴۶) در مورد ایران هم‌راستا است. در توجیه رابطه معکوس میان دو متغیر می‌توان بیان کرد که توسعه مالی یکی از موارد مهمی است که می‌تواند از طریق ایجاد انگیزش برای کنترل آلودگی، موجب کاهش تأثیر منفی افزایش فعالیت‌های اقتصادی در کیفیت محیط‌زیست گردد؛ بنابراین در حالت کلی، می‌توان این‌گونه تفسیر کرد که با توجه به نتایج حاصل برای متغیرهای مصرف انرژی و رشد اقتصادی که هر دو اثر مثبت بر انتشار کربن داشتند، توسعه مالی می‌تواند حلقه مفقوده چگونگی اثر این متغیرها بر انتشار کربن باشد. مصرف انرژی بیشتر از یک‌سو منجر به پیشرفت و رشد اقتصادی می‌گردد و از سوی منجر به آلودگی بیشتر می‌گردد. حال چنانچه رشد اقتصادی توأم با توسعه مالی صورت پذیرد، می‌توان بیان کرد که توسعه مالی در بلندمدت به پیشرفت تکنولوژیکی منجر شده که نتیجه آن مصرف انرژی کمتر و کاهش انتشار آلودگی خواهد بود. به این ترتیب، اثر مخرب رشد اقتصادی ناشی از مصرف انرژی بیشتر بر محیط‌زیست کاهش خواهد یافت.

#### نتیجه‌گیری و پیشنهادها

کشور ایران کشوری غنی از نظر منابع تجدید پذیر است و با توجه به موقعیت جغرافیایی (انرژی باد در شمال و غرب ایران، انرژی خورشید در جنوب ایران) که دارد با یک برنامه‌ریزی

## تعارض منافع

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

مهدویان؛ نظارت و نگارش نهایی: سید محمدرضا مهدویان، سامان ضیایی.

## References

1. Al-Mulali U, Tang C. F. Investigating the validity of pollution haven hypothesis in the gulf cooperation council (GCC) countries. *Energy Policy*. 2013; 60: 813-819. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2013.05.055]
2. Asghari M, Salarnazar rafsanjai pour S. The effect of foreign direct investment flow on the environmental quality of selected MENA countries. *Economic Development*. 2013; 9: 1-30. (In Persian). <https://www.noormags.ir/view/fa/articlepage/1054792>
3. Ayres R. U, Nair I. Thermodynamics and economics. *Physics Today*. 1984; 37: 62-71. <https://pascalfrancis.inist.fr/vibad/index.php?action=getRecordDetail&idt=8596445>
4. Antonakakis N, Chatziantoniou I, Filis, G. Energy Consumption, CO<sub>2</sub> Emissions, and Economic Growth: An ethical dilemma. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 68: 808-824. [DOI: org/10.1016/j.rser.2016.09.105]
5. Bakhsh K, Rose S, Ali M. F, Ahmad N, Shahbaz M. Economic growth, CO<sub>2</sub> emissions, renewable waste and FDI relation in Pakistan: New evidences from 3SLS. *Environmental management*. 2017; 196: 627-632. [DOI.org/10.1016/j.jenvman.2017.03.029]
6. Baek J. A new look at the FDI-income-energy-environment nexus: dynamic panel data analysis of ASEAN. *Energy Policy*. 2016; 91: 22-27. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2015.12.045]
7. Bahmanioskooee M, Nasir A. B. M. ARDL approach to test the productivity bias hypothesis. *Review of Development Economics*. 2004; 8(3): 483-488. [DOI.org/10.1111/j.1467-9361.2004.00247.x]
8. Behboudi D, Barghi Golzaee E. Environmental Impacts of Energy Consumption and Economic Growth in Iran. *Journal of Quantitative Economics*. 2009; 5(4): 35-53. (In Persian). <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=189344>
9. Behbudi D, Fallahi F, Barghi E. The Economical and Social Factors Effecting on CO<sub>2</sub> Emission in Iran. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*. 2010; 45(1): 1-17. (In Persian). [https://jte.ut.ac.ir/article\\_20732.html](https://jte.ut.ac.ir/article_20732.html)
10. Behera S.R, Dash D.P. The effect of urbanization, energy consumption, and foreign direct investment on the carbon dioxide emission in the SSEA (South and Southeast Asian) region. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 70: 96-106. [DOI.org/10.1016/j.rser.2016.11.201]
11. Behboudi D, Asgharpur H, Fallahi F, Mohammadi Khaneghahi R. Impacts of financial and economic developments on greenhouse gas emission in selected OPEC countries: A panel cointegration and dynamic ordinary least squares approach. *Journal of Economic Research (Tahghighat- E- Eghtesadi)*. 2014; 49(2): 315-335. (In Persian). [DOI.10.22059/JTE.2014.51796]
12. Bohloli P. Investigating the Impact of Foreign Direct Investment on Environmental Pollution in Iran. *Quantitative studies in management*. 2014; 4(4): 193-210. (In Persian). <https://www.sid.ir/en/journal/ViewPaper.aspx?id=407772>
13. Boopen S, Vinesh S. On the relationship between CO<sub>2</sub> emissions and economic growth: the Mauritian experience. In *University of Mauritius, Mauritius Environment Outlook Report*. 2011. <http://www.Csae.Ox.Ac.uk/conferences/2011-EDiA/papers/776- SeetanaH>.
14. Charfeddine L, Khediri K. B. Financial development and environmental quality in UAE: Cointegration with structural breaks. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2016; 55: 1322-1335. [DOI.org/10.1016/j.rser.2015.07.059]
15. Dong K, Hochman G, Zhang Y, Sun R, Li H, Liao H. CO<sub>2</sub> emissions, economic and population growth, and renewable energy: Empirical evidence across regions. *Energy*

- Economics. 2018; 75: 180-192. [DOI.org/10.1016/j.eneco.2018.08.017]
16. Energy Balance Sheet. Deputy Minister of Electricity and Energy of the Ministry of Energy of the Islamic Republic of Iran. 2016; (In Persian). <https://irandataportal.syr.edu/ministry-of-energy>
17. Frankel J. A, Romer D. H. Does trade cause growth, American economic review. 1999; 89(3): 379-399. <https://www.aeaweb.org/articles?id=10.1257/aer.89.3.379>
18. Grossman G. M, Krueger, A. B. (1991). Environmental impacts of a North American free trade agreement. National Bureau of Economic Research, 3914. [DOI:10.3386/w3914]
19. Gregory A. W, Hansen B. E. Residual-based Tests for Cointegration in Model with Regime Shifts. Journal of Economics. 1996; 70(1): 99-126. [DOI.org/10.1016/0304-4076(69)41685-7]
20. Harvie C, Pahlavani M. Sources of Economic Growth in South Korea: An Application of the ARDL Analysis in the Presence of Structural Breaks-1980-2005, University of Wollongong Economics Working Paper Series. 2006. <https://ro.uow.edu.au/commwkpapers/153>
21. Heidari H, Sadeghpour A. The Impact of Economic Variables on Environmental Pollution with Emphasis on Financial Development Index: Application of Generalized Method of Moments. Journal of Environmental Studies. 2014; 39(4): 29-44. (In Persian). [ DOI: 10.22059/jes.2014.36460]
22. International Energy Agency Report. Energy and Climate Change. World Energy Outlook Special Report. 2017. <https://www.iea.org/reports/world-energy-outlook>
23. IPCC. Intergovernmental Panel on Climate change. Climate Change Synthesis Report. 2014. <https://www.ipcc.ch/report/ar5/syr>
24. Kuznets S. Economic growth and income inequality. The American economic review. 1955; 45(1): 1-28. <https://www.jstor.org/stable/1811581>
25. Lee J.W. The contribution of foreign direct investment to clean energy use, carbon emissions and economic growth. Energy Policy. 2013; 55: 483-489. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2012.12.039]
26. Lee J, Strazicich M. C. Minimum LM unit root test with one structural break. Manuscript, Department of Economics, Appalachian State University. 2004; 33(4): 2483-2492. <https://econpapers.repec.org/paper/aplwpaper/04-17.htm>
27. List J. A, McHone W. W, Millimet D. L. Effects of environmental regulation on foreign and domestic plant births: is there a home field advantage. Urban Economics. 2004; 56(2): 303-326. [DOI.org/10.1016/j.jue.2004.03.007]
28. Lotfalipour M, Falahi M, Ashena, M. The Study of Carbon Dioxide Emissions in Relation to Economic Growth, Energy Consumption and Trade in Ira. Journal of Economic Research (Tahghighat- E-Eghtesadi). 2011; 46(1): 151-173. (In Persian). [https://jte.ut.ac.ir/article\\_22450.html?lang=en](https://jte.ut.ac.ir/article_22450.html?lang=en)
29. Mahdavi A, Amirbabaei S. The effect of financial development on the quality of environmental in Iran. Sustainable growth and development research. 2016; 15(4): 1-23. (In Persian). <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-4160-en.html>
30. Marin G. Sector CO<sub>2</sub> and SOX emissions efficiency and investment: homogeneous vs heterogeneous estimates using the Italian NAMEA. 2010. <https://mpa.ub.uni-muenchen.de/id/eprint/24077>
31. Noferesti M. Unit Root and Co-integration in Econometrics, Rasa Publications, Tehran. 1999. (In Persian). <https://rasabooks.ir/default.aspx?TabId=502&Id=26638>
32. Omri A, Daly S, Rault C, Chaibi A. Financial development, environmental quality, trade and economic growth: What causes what in MENA countries?, Energy Economics. 2015; 48: 242-252. [ DOI.org/10.1016/j.eneco.2015.01.008]
33. Pazhoyan J, Zandi F. The relationship between foreign direct investment and the environment (Case study of selected countries). Financial Economics. 2010; 4(10): 1-28. (In Persian). [http://ecj.iauctb.ac.ir/article\\_512531.html](http://ecj.iauctb.ac.ir/article_512531.html)
34. Pahlavani M, Harvie C. Multiple structural breaks in Korea's macroeconomic data: an application of the Lumsdaine and

- Papell test. *Korean Economy*. 2008; 9(3): 425-441. <https://ro.uow.edu.au/commpapers/2078/>
35. Pao H.T, Tsai C.M. CO<sub>2</sub> emissions, energy consumption and economic growth in BRIC countries. *Energy policy*. 2010; 38(12):7850-7860. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2010.08.045]
36. Perron P. Testing for a Unit Root in a Time Series with a Changing Mean. *Business and Economic Statistics*. 1990; 8: 153-162. [DOI.abs/10.1080/07350015.1990.10509786]
37. Pesaran M.H, Shin Y. Smith R. Bound Testing Approaches to the Analysis of Level Relationships. *Journal of Applied Econometrics*. 2001; 16(3): 289-326. [DOI.org/10.1002/jae.616]
38. Rafindadi A. A, Muye I. M, Kaita R. A. The effects of FDI and energy consumption on environmental pollution in predominantly resource-based economies of the GCC. *Sustainable Energy Technologies and Assessments*. 2018; 25, 126-137. [DOI.org/10.1016/j.seta.2017.12.008]
39. Sadeghi K, Ebrahimi S. Sadegi S. Ebrahimi, S. Impact of Coal Consumption on Carbon Dioxide Emissions in Iran. *Iranian Energy Economics*. 2013; 2(7): 43-73. (In Persian). [https://jiee.atu.ac.ir/article\\_752.html](https://jiee.atu.ac.ir/article_752.html)
40. Salmani M, Shokri M, Abedzadeh K. Study Factors affecting emission of Gas CO<sub>2</sub> in Iran. *Iranian Journal of Energy*. 2017; 20(1): 51-46. (In Persian). [http://necjournals.ir/browse.php?a\\_id=986&slc\\_lang=en](http://necjournals.ir/browse.php?a_id=986&slc_lang=en)
41. Salahuddin M, Gow J, Ozturk I. Is the long-run relationship between economic growth, electricity consumption, carbon dioxide emissions and financial development in Gulf Cooperation Council Countries robust? *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2015; 51: 317-326. [DOI.org/10.1016/j.rser.2015.06.005]
42. Salahuddin M, Alam K, Ozturk I, Sohag K. The effects of electricity consumption, economic growth, financial development and foreign direct investment on CO<sub>2</sub> emissions in Kuwait. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2018; 81: 2002-2010. [DOI.org/10.1016/j.rser.2017.06.009]
43. Sadorsky P. The effect of urbanization on CO<sub>2</sub> emissions in emerging economies. *Energy Economics*. 2014; 41: 147-153. [DOI.org/10.1016/j.eneco.2013.11.007]
44. Samadi A, Pahlavani M. Co-integration and structural Breaks on the economy, Noor elm Publications and Sistan & Blouchestan. 2009. (In Persian). <https://www.adinehbook.com/gp/product/9642728718>
45. Stern, D. I. Economic growth and energy. *Encyclopedia of Energy*. 2004; 2(00147): 35-51. <http://www.sterndavidi.com/Publications/Growth>
46. Shahbaz M, Solarin S. A, Mahmood H, Arouri M. Does financial development reduce CO<sub>2</sub> emissions in Malaysian economy?. A time series analysis. *Economic Modelling*. 2013; 35: 145-152. [DOI.org/10.1016/j.econmod.2013.06.037]
47. Shahzad S. J. H, Kumar R. R, Zakaria M, Hurr, M. Carbon emission, energy consumption, trade openness and financial development in Pakistan: A revisit. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*. 2017; 70: 185-192. [DOI.org/10.1016/j.rser.2016.11.042]
48. Shahbaz M, Shahzad S. J. H, Ahmad N, Alam S. Financial development and environmental quality: The way forward. *Energy Policy*. 2016; 98: 353-364. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2016.09.002]
49. Shahnazi R, Hadian E, Jargani L. An Investigation of Energy Consumption, Economic Growth and CO<sub>2</sub> Emission in the Iranian Economic Sectors. *Quarterly Journal of Economic Growth and Development Research*. 2017; 7(28): 51-70. (In Persian). [http://egdr.journals.pnu.ac.ir/article\\_2901.html](http://egdr.journals.pnu.ac.ir/article_2901.html)
50. Shahbaz M, Lean, H. H. Does financial development increase energy consumption? The role of industrialization and urbanization in Tunisia. *Energy policy*. 2012; 40: 473-479. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2011.10.050]
51. Tamazian A, Chousa J. P, Vadlamannati K. C. Does higher economic and financial development lead to environmental degradation: evidence from BRIC countries? *Energy policy*. 2009; 37(1): 246-253. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2008.08.025]
52. Torabi T, Khajoeipour A, Tarighi S, pakravan M. The Effect of Energy Consumption, Economic Growth and International Business on Greenhouse Gas Emission in Iran. *Economic Modeling*. 2015;

- 9(29): 63-84. (In Persian).  
[http://eco.iaufb.ac.ir/article\\_556765.html?lang=en](http://eco.iaufb.ac.ir/article_556765.html?lang=en)
53. United States Environmental Protection Agency Report. Climate change indicator in the United States. 2016; Fourth Edition.  
[https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-08/documents/climate\\_indicators](https://www.epa.gov/sites/production/files/2016-08/documents/climate_indicators)
54. World energy Council (2017). World energy Council report.  
<https://www.worldenergy.org>
55. World Bank. World Bank Development Indicators. 2017;  
<https://openknowledge.worldbank.org>
56. Zhang Y. J. The impact of financial development on carbon emissions: An empirical analysis in China. Energy Policy. 2011; 39(4): 2197-2203. [DOI.org/10.1016/j.enpol.2011.02.026]
57. Zhang C, Zhou X. Does foreign direct investment lead to lower CO<sub>2</sub> emissions? Evidence from a regional analysis in China. Renewable and Sustainable Energy Reviews. 2016; 58: 943-951. [DOI.org/10.1016/j.rser.2015.12.226]
58. Zivot E, Andrews D.W. Further Evidence on the Great Crash, the Oil Price Shock, and the Unit Root Hypothesis. Journal of Business and Economic Statistics. 1992; 10(3): 251-270. [DOI.org/10.1198/073500102753410372]

