

The Impact of Macroeconomic Variables on Carbon Dioxide Emissions in Mena Countries

Ebrahim Bahrami Nia *

Assistant Professor, Department of Economics, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Reza Shamsollahi 

Assistant Professor, Department of Economics, Payam Noor University, Tehran, Iran.

Seyed Hosein Izadi 

Assistant Professor, Department of Economics, Payam Noor University, Tehran, Iran

Abstract

Introduction

In 2023, global carbon dioxide (CO₂) emissions reached a record high of 37.4 billion metric tons, according to the International Energy Agency (IEA). This alarming trend underscores the urgent need to identify the key drivers of CO₂ emissions, representing a critical step toward effective air pollution mitigation and climate action. Among the various determinants, foreign direct investment (FDI) plays a pivotal role in shaping the environmental consequences of economic development. However, the existing literature provides mixed-and often contradictory-evidence regarding FDI's impact on emissions. In developing countries, inward FDI frequently leads to higher CO₂ emissions, primarily through the expansion of energy-intensive industrial sectors. Conversely, developed economies often relocate their polluting industries to developing countries, a phenomenon commonly referred to as the "pollution haven hypothesis." This offshoring of carbon-intensive production significantly elevates emissions in host emerging economies, particularly in nations with lax environmental regulations.

Beyond FDI, population growth and rapid urbanization have emerged as defining features of the contemporary global landscape. Owing to their profound economic and infrastructural implications, these demographic trends are widely recognized as major contributors to rising CO₂ emissions. This effect is particularly pronounced in fossil fuel-dependent economies, such as many in the Middle East and North Africa (MENA) region, where national income relies heavily on non-renewable energy resources. In these contexts, the combustion of oil, gas, and coal remains the dominant source of carbon emissions, positioning fossil fuel-rich countries at the center of the global climate debate. Against this backdrop, the present study aims to investigate the principal determinants of CO₂ emissions in MENA countries over the period 2010-2023. To account for dynamic interdependencies and address potential

* Corresponding Author: e_bahraminia@pnu.ac.ir

How to Cite: Bahrami Nia, E., Shamsollahi R., Izadi S H. (2024). The Impact of Macroeconomic Variables on Carbon Dioxide Emissions in Mena Countries. Journal of Environmental and Natural Resource Economics, 10(4), pp. 5-28.

endogeneity among explanatory variables, the analysis employs the Generalized Method of Moments (GMM) estimation technique-specifically, the system GMM approach-which is well suited for panel data with persistent lagged dependent variables.

Research Method

The key distinction between the two GMM estimators lies in how they handle unobserved individual-specific effects. The difference GMM (D-GMM) eliminates these effects by first-differencing the variables, thereby removing time-invariant heterogeneity. In contrast, the orthogonalized-or system-GMM (S-GMM) combines moment conditions from both the differenced and level equations, leveraging additional orthogonality conditions between the instruments and the error terms.

Compared to difference GMM, system GMM offers several important advantages. It produces more efficient and less biased estimates, particularly in contexts characterized by small sample sizes, high persistence in the dependent variable (i.e., strong autoregressive dynamics), or weak instrument relevance. By incorporating information from both levels and differences, system GMM mitigates finite-sample bias and enhances estimation precision, making it the preferred approach in contemporary empirical studies employing dynamic panel data models.

Results and Discussion

The estimation results obtained via the Generalized Method of Moments (GMM) reveal several key determinants of CO₂ emissions in the MENA region. First, the lagged dependent variable is positive and statistically significant: a 1% increase in CO₂ emissions in the previous period is associated with a 0.061% rise in current emissions. This finding underscores the strong persistence of environmental degradation over time, reflecting path dependency in emission trajectories.

Population growth also exerts a positive and significant effect on emissions. Specifically, a 1% increase in the population growth rate leads to a 0.112% increase in CO₂ emissions, highlighting how demographic expansion intensifies demand for energy, infrastructure, and resources-thereby exacerbating environmental pressures.

Foreign direct investment (FDI) is found to significantly increase carbon emissions: a 1% rise in FDI inflows corresponds to a 0.124% increase in CO₂ emissions. This suggests that, in the MENA context, inward FDI is largely channeled into energy-intensive and pollution-prone sectors, consistent with the “pollution haven” hypothesis.

Similarly, economic growth-measured by GDP-has a positive and statistically significant impact on emissions. A 1% increase in GDP is associated with a 0.102% rise in CO₂ emissions, indicating that economic expansion in the region remains heavily reliant on carbon-intensive production processes and fossil fuel-based energy systems.

Trade openness also shows a positive and significant relationship with emissions: a 1% increase in the degree of openness leads to a 0.003% increase in CO₂ emissions. While modest in magnitude, this effect reflects how greater

integration into global markets may facilitate the transfer of pollution-intensive goods and production activities across borders.

Finally, non-renewable energy consumption emerges as the most potent driver of emissions. A 1% increase in the use of non-renewable energy sources-such as oil, gas, and coal-is associated with a substantial 0.652% increase in CO₂ emissions. This result underscores the central role of fossil fuel dependence in shaping the region's environmental footprint and confirms that the energy mix remains the primary lever for emission mitigation in MENA countries.

Conclusion

Therefore, governments in these countries should formulate and implement comprehensive policies aimed at developing and expanding renewable energy infrastructure. Such policies may include tax reductions, financial incentives to support the adoption and advancement of modern clean technologies, and the provision of low-interest loans to encourage investment in the renewable energy sector.

Keywords: Macroeconomic Variables, Carbon Dioxide Emissions, MENA Countries, GMM

JEL Classification: Q56 , E01 , C23



بررسی رابطه پویا بین متغیرهای کلان اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن در کشورهای منطقه منا

ابراهیم بهرامی نیا* | استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

رضا شمس الهی | کارشناسی ارشد اقتصاد، دانشگاه آیت ... بروجردی، بروجرد، ایران.

سیدحسین ایزدی | استادیار گروه اقتصاد، دانشگاه پیام نور، تهران، ایران.

چکیده

در سال‌های اخیر، تخریب محیط زیست و تغییرات اقلیمی به یکی از مهم‌ترین موضوعات برای دولت‌ها و سیاست‌گذاران محیط زیست تبدیل شده است. عمده این تغییرات به دلیل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده است؛ از این رو سیاست‌گذاری به‌منظور کاهش انتشار این گازهای گلخانه‌ای مورد توجه کشورهای مختلف قرار گرفته است. در این میان رابطه بین متغیرهای اقتصاد کلان و انتشار دی اکسید کربن از اهمیت خاصی برخوردار است. هدف از انجام این پژوهش بررسی رابطه پویا بین متغیرهای کلان اقتصادی و انتشار دی اکسید کربن در کشورهای منطقه منا طی دوره ۲۰۲۳-۲۰۱۰ با استفاده از الگوی گشتاورهای تعمیم یافته است. بر اساس نتایج به دست آمده متغیرهای رشد جمعیت، سرمایه گذاری مستقیم خارجی، درجه باز بودن اقتصاد و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن داشته‌اند. در حالی که مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن داشته است؛ بنابراین دولت‌ها در این کشورها باید توسعه و گسترش زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر، سیاست‌های از قبیل کاهش مالیات، حمایت‌های مالی برای توسعه فناوری‌های نوین، اعطای تسهیلات با بهره کم را تدوین و اجرایی نماید.

کلیدواژه‌ها: اقتصاد کلان، انتشار دی اکسید کربن، کشورهای منطقه منا، الگوی گشتاورهای تعمیم یافته

طبقه‌بندی JEL: C23 , E01 , Q56

۱. مقدمه

آلودگی محیط زیست و تخریب آن به همراه تغییرات اقلیمی، یکی از مهم‌ترین مسائلی است که دنیای امروزی را با مشکلات عدیده‌ای مواجه ساخته است (ون و همکاران^۱، ۲۰۲۲، عبدالحی آرانی و همکاران، ۱۴۰۱)، به‌طوری‌که این مسئله به دلیل ارتباط آن با حیات انسان‌ها، گیاهان و جانداران، توجه بسیاری از دانشگاہیان و محققان محیط زیست را نیز به خود جلب کرده است (دستک و سارکودی^۲، ۲۰۱۹، بهرامی‌نیا و همکاران، ۱۴۰۲). از پیامدهای آلودگی محیط زیست می‌توان به افزایش دما، تغییر الگوی بارش، سیل، خشکسالی و ... اشاره کرد (فان و همکاران^۳، ۲۰۲۴) اشاره کرد. عمده این تغییرات به دلیل افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای بوده است که ۷۵ درصد از انتشار گازهای گلخانه‌ای مربوط به انتشار دی‌اکسید کربن است (ناز و اسلام^۴، ۲۰۲۳ و وانگ و همکاران^۵، ۲۰۲۴). در سال ۲۰۲۳، انتشار دی‌اکسید کربن به بالاترین سطح خود افزایش یافته است که براساس گزارش آژانس بین‌المللی انرژی نشان می‌دهد که میزان انتشار دی‌اکسید کربن در این سال معادل ۳۷/۴ میلیارد تن افزایش داشته است (گائو و همکاران^۶، ۲۰۲۴)؛ بنابراین برای کاهش آلودگی هوا یکی از مهم‌ترین اقدامات شناسایی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن است. یکی از عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن ورود سرمایه به داخل کشورها است. درخصوص تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسید کربن دیدگاه‌های متفاوت و متناقضی مطرح است. در کشورهای توسعه‌یافته، روند سرمایه‌گذاری سازگار با محیط زیست و در جهت کاهش انتشار دی‌اکسید کربن است. در حالی که در کشورهای در حال توسعه ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی منجر به افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود (نگین تاجی و ایزدخواستی، ۱۴۰۱). کشورهای توسعه‌یافته از طریق آزادسازی تجاری تمایل دارند که صنایع آلاینده خود را به کشورهای توسعه‌یافته منتقل کنند. انتقال صنایع سنگین از کشورهای توسعه‌یافته به کشورهای در حال توسعه باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن در این کشورها شده که تحت عنوان فرضیه پناهگاه

-
1. Wen et al.
 2. Destek and Sarkodie
 3. Phan et al.
 4. Naz, A., Aslam
 5. Wang et al.
 6. Gao et al.

آلودگی توسط منتقدان تجارت آزاد مطرح شده است (یاوری و همکاران، ۱۴۰۲). افزایش جمعیت و رشد شهرنشینی یکی دیگر از پدیده‌های عصر کنونی بوده که به دلیل آثار اقتصادی که بر جامعه دارد، به عنوان یکی مهم‌ترین عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن مورد توجه قرار گرفته است. با افزایش جمعیت استفاده از زیرساخت‌ها، حمل‌ونقل و انرژی افزایش یافته که باعث افزایش آلاینده‌ها به خصوص انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. همچنین مهاجرت روستاییان به شهرها و انتقال از بخش کشاورزی به بخش صنعت بر افزایش انتشار دی‌اکسید کربن تأثیرگذار است. از سوی دیگر اگر دسترسی جمعیت به فناوری‌های دوستدار محیط زیست فراهم شود، کاهش آلودگی هوا و انتشار دی‌اکسید کربن دور از انتظار نیست (طرازکار و همکاران، ۱۳۹۷).

در کشورهای در حال توسعه و به خصوص در کشورهای نفت‌خیز که اقتصاد آن‌ها وابسته منابع نفتی و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر است و عامل اصلی انتشار گاز دی‌اکسید کربن سوخت‌های فسیلی است؛ بنابراین جای تعجب نیست که اقتصادهای سرشار از سوخت فسیلی در مرکز این بحث قرار می‌گیرند؛ از این رو بررسی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسید کربن یکی در کشورهای منطقه منای طی دوره ۲۰۲۳-۲۰۱۰ با استفاده از الگوی گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) هدف اصلی این پژوهش است.

بدین منظور در بخش دوم مقاله مبانی نظری درخصوص تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان بر انتشار دی‌اکسید کربن ارائه می‌شود. سپس در بخش سوم به مروری بر مطالعات تجربی داخلی و خارجی مرتبط با موضوع پژوهش پرداخته می‌شود. بخش چهارم به توصیف متغیرها و روش تجزیه و تحلیل داده‌ها می‌پردازد. در بخش پنجم نتایج برآورد الگوی تجربی ارائه خواهد شد. بخش پایانی به بحث، نتیجه‌گیری و توصیه‌های سیاستی اختصاص یافته است.

۲. مبانی نظری

در این بخش به بررسی تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان بر انتشار دی‌اکسید کربن پرداخته می‌شود.

الف) رشد اقتصادی

اثر رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن از طریق منحنی زیست‌محیطی کوزنتس^۱ قابل تفسیر است. به این معنا که در سال‌های اولیه با افزایش رشد اقتصادی تخریب محیط زیست

1. Kuznets

و انتشار دی‌اکسیدکربن افزایش یافته، اما با گذشت زمان و پس از رسیدن به سطح معینی از رشد اقتصادی، از شدت انتشار دی‌اکسیدکربن کاسته می‌شود (خان و همکاران^۱، ۲۰۲۴). طی دهه‌های اخیر دو دیدگاه در ارتباط با تأثیر رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسیدکربن مطرح شده است. دیدگاه اول به نوعی انتخاب میان رشد اقتصادی و حفظ استانداردهای محیط زیست می‌پردازد. بدین معنا که رشد اقتصادی در نتیجه افزایش تولید و مصرف نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتر به عنوان داده‌های تولید است که افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن را در پی دارد (خوبای و لی‌روکس^۲، ۲۰۱۷، مردانی و همکاران^۳، ۲۰۱۹). در دیدگاه دوم اعتقاد بر این است که مسیر بهبود کیفیت محیط زیست در موازات رشد اقتصادی است و به منظور بهبود استانداردهای محیط زیست باید در جریان رشد اقتصادی حرکت نمود؛ چرا که افزایش درآمد به افزایش تقاضا برای کالاهایی می‌انجامد که از مواد اولیه کمتری استفاده می‌کنند و افزایش درآمد منجر به افزایش تقاضای کیفیت محیط زیست می‌شود (لیانگ و یانگ^۴، ۲۰۱۹).

ب) سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی

درخصوص تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن دیدگاه‌های متفاوتی مطرح است. در دیدگاه اول سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی عاملی در جهت افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن است. به‌طوری‌که در برخی از کشورها برای جذب سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی ناچار می‌شوند، مقررات زیست‌محیطی خود را کاهش داده و با جذب صنایع آلاینده باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شوند. در دیدگاه دوم براساس اصل مزیت نسبی، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. در این دیدگاه براساس فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهایی با درآمد سرانه بالاتر، کیفیت محیط زیست افزایش می‌یابد (حاضری و همکاران، ۱۴۰۳). براساس نظریه حمایت در کشورهای در حال توسعه ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث افزایش کیفیت محیط زیست و کاهش انتشار آلاینده‌ها می‌شود. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به عنوان یک عامل تولید وارد کشور

-
1. Khan et al.
 2. Khoiani & Liroex
 3. Mardani et al.
 4. Li & Yang

میزبان شده و باعث بهبود رشد اقتصادی و استفاده بیشتر از فناوری‌های دوستدار محیط زیست را فراهم آورده، بنابراین انتظار بر این است که در کشورهای در حال توسعه ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث کاهش انتشار آلاینده و افزایش کیفیت محیط زیست گردد. براساس فرضیه پناهگاه آلودگی ورود سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای در حال توسعه می‌شود (الیاس‌پور و همکاران، ۱۴۰۱).

ج) درجه باز بودن اقتصاد

از دیدگاه گروسمن و کروگر^۱ (۱۹۹۱) تأثیر درجه باز بودن اقتصاد بر انتشار دی‌اکسید کربن از سه دیدگاه قابل بررسی است. ۱) اصل مقیاس: براساس این اصل، باز بودن اقتصاد و آزادسازی تجاری با تغییر در اندازه و مقیاس فعالیت‌های تولیدی، باعث افزایش تولید شده که نتیجه آن افزایش انتشار دی‌اکسید کربن است. ۲) اثر فنی: به دلیل انتقال و بهره‌مندی محیط زیست از فناوری‌های سازگار با محیط زیست، آزادسازی تجارت باعث افزایش کیفیت محیط زیست می‌شود. (نیک‌خواه و همکاران، ۱۴۰۱). ۳) اثر ترکیب: تغییر در کالاهای تولیدی را بیان می‌کند که میزان تأثیر آن به صورت مزیت نسبی وابسته است (یاوری و همکاران، ۱۴۰۲).

د) مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر

انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان انرژی‌های پاک به انواعی از انرژی‌ها اطلاق می‌شود که برخلاف سایر انرژی‌های تجدیدناپذیر قابلیت بازگشت مجدد به چرخه طبیعت را دارند. انرژی‌های تجدیدپذیر از توان بالایی برای تأمین تقاضای انرژی در جهان برخوردارند و نقش قابل توجهی در کاهش گازهای گلخانه‌ای و ریسک ناشی از نوسانات قیمت نفت و عرضه سوخت‌های فسیلی به‌خصوص در کشورهای وابسته به واردات را کاهش می‌دهد (کارگر ده‌بیدی و بخشوده، ۱۳۹۹).

ه) مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر

از میان حامل‌های انرژی، مصرف سوخت‌های فسیلی به‌خصوص مصرف نفت و گاز طی دهه‌های گذشته رشد فزاینده‌ای داشته است و بخش زیادی از افزایش تقاضای مصرف

1. Gresman & Grogger

انرژی از منابع فسیلی تأمین شده و در نتیجه تولید و انتشار گازهای گلخانه‌ای به خصوص انتشار دی اکسید کربن افزایش یافته است (تان و همکاران^۱، ۲۰۲۳)

و) شهرنشینی

شهرنشینی عاملی برای افزایش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای به خصوص انتشار گاز دی اکسید کربن است. مصرف سوخت‌های فسیلی در ارتباط با توسعه شهری عامل اساسی در انتشار گاز دی اکسید کربن است. شهرنشینی با همراه مصرف بیشتر انرژی منجر به افزایش انتشار گاز دی اکسید کربن می‌شود (وانگ و همکاران^۲، ۲۰۲۴).

۳. پیشنهاد پژوهش

هاشمی و همکاران (۱۴۰۲) تأثیر گردشگری و رشد اقتصادی بر انتشار گاز دی اکسید کربن در ایران طی دوره ۱۳۸۷-۱۳۹۹ با استفاده از روش خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی غیرخطی (NARDL)^۳ مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های این پژوهش نشان می‌دهد که متغیرهای گردشگری و رشد اقتصادی به ترتیب در کوتاه‌مدت و بلندمدت موجب افزایش انتشار دی اکسید کربن می‌شوند.

اسعدی و همکاران (۱۴۰۱) اثرات تغییرات ساختاری و رشد اقتصادی بر انتشار دی اکسید کربن در ایران، با استفاده از رهیافت خود توضیح با وقفه‌های گسترده (ARDL)^۴ طی ۲۰۱۷-۱۹۹۵ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که رشد شهرنشینی با مقدار ۰/۵۲۷ درصد دارای بیشترین تأثیر مثبت و درجه باز بودن تجارت با مقدار ۰/۱۲۵ درصد، کمترین تأثیر منفی را بر انتشار دی اکسید کربن داشتند.

زریر و حجت (۱۴۰۱) در پژوهشی به بررسی تأثیر تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای عضو گروه D8 با رویکرد داده‌های پانل طی دوره ۲۰۱۸-۱۹۸۳ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی اکسید کربن اثر معنی‌داری نداشته است.

1. Tan et al.

2. Wang et al.

3. non-linear autoregressive distributed lag

4. Autoregressive Distributed Lag Model

متغیرهای صادرات و واردات کالاها و خدمات، شدت انرژی و شهرنشینی نیز تأثیری مثبت و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته‌اند.

صادقی و اره‌کش (۱۴۰۱) تأثیر پیچیدگی اقتصادی و رشد اقتصادی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران طی دوره ۱۳۹۹-۱۳۸۹ با استفاده از روش حداقل مربعات پویا مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که پیچیدگی اقتصادی بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن تأثیری نداشته است. افزایش تولید، مصرف انرژی، افزایش صادرات و کاهش واردات بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن مؤثر است.

رجبی و اخوان (۱۴۰۰) رابطه پویای بین انتشار دی‌اکسید کربن و رشد اقتصادی در کشورهای اسلامی طی دوره ۲۰۱۴-۲۰۰۰ با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از برقراری رابطه دوطرفه بین تولید ناخالص داخلی و انتشار گاز دی‌اکسید کربن می‌باشد.

آشنا و حسین‌آبادی (۱۳۹۹) عوامل مؤثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسید کربن در ایران با تأکید بر نقش شهرنشینی طی دوره ۱۳۹۶-۱۳۵۷ با استفاده از الگوی محاسباتی تحلیل تجزیه مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که جمعیت و شهرنشینی بر افزایش مصرف انرژی و انتشار دی‌اکسید کربن هوا نقش مهمی داشته است.

بهرامی و همکاران (۱۳۹۸) تأثیر توسعه مالی و آزادسازی تجاری بر انتشار دی‌اکسید کربن در ایران طی دوره ۱۳۹۲-۱۳۵۷ با استفاده از روش رگرسیون فازی مورد بررسی قرار دادند. یافته‌های به دست آمده حاکی از آن است که تولید ناخالص داخلی، درجه باز بودن تجاری و توسعه مالی تأثیر مثبت بر انتشار دی‌اکسید کربن داشتند.

از جمع‌بندی مطالعات داخلی می‌توان نتیجه گرفت که در ارتباط با بررسی پویایی بین متغیرهای اقتصاد کلان و انتشار دی‌اکسید کربن تاکنون مطالعه‌ای انجام نشده است؛ بنابراین نوآوری و تمایز این مقاله نسبت مقالات انجام‌شده داخلی در این است که برای نخستین بار پویایی بین متغیرهای اقتصاد کلان و انتشار دی‌اکسید کربن را مورد بررسی قرار می‌دهد. نوآوری دیگر این مقاله، جامعه تحت بررسی است که در مطالعات قبلی تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منطقه منا مورد بررسی قرار نگرفته است. پاول و همکاران^۱ (۲۰۲۴) تأثیر توسعه اقتصادی صنایع اولیه و ثانویه بر انتشار دی‌اکسید کربن در روسیه طی دوره ۲۰۱۹-۲۰۰۵ با استفاده از داده‌های تابلویی مورد

1. Pavel et al.

بررسی قرار دادند. یافته‌ها حاکی از آن است که اندازه جمعیت و مصرف برق بیشترین تأثیر را بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشتند.

مالیدار و همکاران^۱ (۲۰۲۴) عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در اندونزی طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۲۰ با استفاده از الگوی خودرگرسیون با وقفه‌های توزیعی (ARDL) مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که یک همبستگی مثبت ثابت بین رشد اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن برقرار است. تشکیل سرمایه بر انتشار دی‌اکسیدکربن تأثیر منفی داشته است.

ریهان^۲ (۲۰۲۳) تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی و ارزش افزوده کشاورزی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ویتنام با استفاده از روش حداقل مربعات معمولی پویا طی دوره ۱۹۹۰-۲۰۲۰ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که رشد اقتصادی، شهرنشینی، صنعتی شدن و گردشگری تأثیر مثبت بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشتند. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، بهره‌وری کشاورزی و مساحت جنگل باعث منجر به کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شوند.

ژانگ و همکاران^۳ (۲۰۲۳) رابطه بین مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و انرژی تجدیدناپذیر، انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی در چین، هند، بنگلادش، ژاپن کره جنوبی و سنگاپور با استفاده از تکنیک‌های برآورد پانل میانگین افزایش یافته (AMG) طی دوره ۱۹۷۵-۲۰۲۰ مورد بررسی قرار دادند. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر، نیروی کار شاغل و تشکیل سرمایه به‌طور قابل توجهی باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر باعث کاهش انتشار کربن در بلندمدت می‌شوند.

گونی و اوستوداغ^۴ (۲۰۲۲) تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منتخب با استفاده از تکنیک‌های برآورد پانل میانگین افزایش یافته طی دوره ۲۰۱۹-۲۰۰۰ مورد بررسی قرار دادند. نتایج حاکی از آن است که در بلندمدت مصرف انرژی بادی تأثیر منفی و معنادار و جهانی شدن تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشتند.

1. Maulidar et al.
2. Raihan
3. Zhang, et al.
4. Güney and Üstündağ

یو و همکاران^۱ (۲۰۲۲) تأثیر عوامل مؤثر بر انتشار دی اکسید کربن در کشورهای در حال توسعه طی دوره ۲۰۱۹-۲۰۰۱ مورد بررسی قرار دادند. نتایج برآورد داده‌های مقطعی حاکی از آن است که رشد اقتصادی و درجه باز بودن اقتصاد باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن و مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر اثر کاهشی بر انتشار دی اکسید کربن داشتند.

۴. روش شناسی

بدین منظور برای بررسی تأثیر متغیرهای اقتصاد کلان بر انتشار دی اکسید کربن در منتخبی از کشورهای منطقه منا (ایران، الجزایر، بحرین، مصر، عراق، اردن، کویت، لیبی، لبنان، مراکش، عمان، فلسطین، قطر، عربستان، سوریه، تونس، امارات، یمن)، براساس مقاله یو و همکاران (۲۰۲۲) رابطه (۱) به عنوان الگوی تجربی این پژوهش تصریح شده است.

$$LCo2_{it} = \beta_0 + \beta_1 LCo2_{it-1} + \beta_1 LGDP_{it} + \beta_2 LFDI_{it} + \beta_3 LTPR_{it} + \beta_4 LREC_{it} + \beta_5 LEUE_{it} + \beta_6 LPGR_{it} + U_{it} \quad (1)$$

براساس رابطه (۱):

متغیر وابسته: $LCo2$ = لگاریتم میزان انتشار دی اکسید کربن (انتشار دی اکسید کربن برحسب متریک تن سرانه)

متغیرهای مستقل: $LCo2_{it-1}$ = وقفه اول لگاریتم انتشار دی اکسید کربن، $LGDP$ = لگاریتم تولید ناخالص داخلی، $FDI = L$ لگاریتم سرمایه گذاری مستقیم خارجی (برحسب درصدی از تولید ناخالص داخلی)، $LTPR$ = لگاریتم درجه باز بودن اقتصاد (مجموع صادرات و واردات به تولید ناخالص داخلی)، $LREC$ = لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر (کل مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر برحسب تن)، $LEUE$ = لگاریتم مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر (کل مصرف انرژی‌های فسیلی برحسب تن)، $LPGR$ = لگاریتم جمعیت شهری. دوره زمانی این پژوهش ۲۰۲۳-۲۰۱۰ است. داده‌های به کار رفته از وب گاه بانک جهانی گردآوری شده است.

دو روش برای برآورد الگو در شیوه GMM پنل دیتای پویا وجود دارد. مبنای اولیه الگوهای GMM پویا توسط آرلانو و باند^۲ (۱۹۹۱) مطرح شد که روش GMM تفاضلی مرتبه اول نامیده می‌شود. در سال ۱۹۹۵ آرلانو و باور و در سال ۱۹۹۸ بلوندل و بوند با ارائه

1. Ua et al.

2. Arellano & Bond

تغییراتی در روش GMM تفاضلی، روش میانگین متحرک تعمیم‌یافته متعامد (OGMM) را ارائه دادند تفاوت این دو روش براساس شیوه‌ای است که تأثیرات فردی در الگو گنجانده می‌شود. در روش GMM تفاضلی، از تفاضل و در روش OGMM از روش اختلاف از تعامد استفاده می‌شود. روش OGMM نسبت به روش GMM تفاضلی دارای مزایایی است؛ ازجمله اینکه این روش با ارتقا دقت و کاهش تورش محدودیت حجم نمونه، تخمین‌های کارآمدتر و دقیق‌تری را نسبت به روش GMM تفاضلی ارائه می‌کند (باراک و شارم^۱، ۲۰۲۱).

۵. یافته‌های تجربی و تجزیه و تحلیل داده‌ها

الف) مانایی متغیرها

آزمون‌های مانایی ازجمله مهم‌ترین آزمون‌ها برای برآورد یک رگرسیون با ضرایب قابل‌اعتماد است. برای جلوگیری از به وجود آمدن رگرسیون ساختگی، از آزمون‌های مانایی استفاده می‌شود. در تعیین مانایی داده‌های پانلی، آزمون‌های متفاوتی وجود دارد اما متداول‌ترین آن‌ها آزمون لوین، لین و چو (LLC) است.

جدول ۱. آزمون مانایی لوین - لین - چو

متغیر	آماره آزمون	احتمال	نتیجه
CO2	-۰/۸۶	۰/۱۹	در سطح مانا نیست
D(CO2)	-۳/۷۵	۰/۰۰۰	تفاضل مانا
PGR	۳/۱۵	۰/۹۶	در سطح مانا نیست
D(PGR)	-۷/۹۶	۰/۰۰۰	تفاضل مانا
FDI	-۰/۰۹	۰/۴۶	در سطح مانا نیست
D(FDI)	-۱۵/۷۱	۰/۰۰۰	تفاضل مانا
GDP	۱/۰۹	۰/۸۶	در سطح مانا نیست
D(GDP)	-۱۱/۷۳	۰/۰۰۰	تفاضل مانا
TPR	-۱/۳۳	۰/۱۳۴	در سطح مانا نیست
D(TPR)	-۲۳/۹۵	۰/۰۰۰	تفاضل مانا
EUE	-۲/۹۷	۰/۰۱۱	در سطح مانا است
REC	-۱/۰۹	۰/۱۴۱	در سطح مانا نیست
D(REC)	-۱۴/۲۳	۰/۰۰۰	تفاضل مانا

منبع: محاسبات پژوهش

براساس نتایج به دست آمده: متغیرهای انتشار دی اکسید کربن، سرمایه گذاری مستقیم خارجی، تولید ناخالص داخلی، درجه باز بودن اقتصاد و انرژی های تجدیدپذیر با یک بار تفاضل گیری مانا شده و متغیر مصرف انرژی تجدیدناپذیر در سطح مانا شده است.

ب) آزمون هم جمعی

به منظور پرهیز از وجود رگرسیون کاذب، وجود رابطه هم جمعی میان متغیرهای الگو، آزمون می شود. آزمون های متعددی برای آزمودن هم انباشتگی پانل با رویکردهای کاملاً متفاوت ارائه شده اند که از آن جمله می توان به آزمون های پدرونی^۱ (۲۰۰۴) و کائو^۲ (۱۹۹۹) اشاره کرد. آزمون کائو و پدرونی براساس آزمون باقیمانده های رگرسیون بوده و مشابه اجرای آزمون هم انباشتگی انگل - گرنجر^۳ در داده های سری زمانی است. نتایج این آزمون ها در جدول ۲ ارائه شده است.

جدول ۲. بررسی رابطه بلندمدت متغیرها

آزمون	آماره	احتمال
Panel V-statistic	-۲/۵۶	۰/۰۱۰
Panel rho-statistic	۲/۳۰	۰/۹۸
Panel PP-statistic	-۲/۲۸	۰/۰۱
Panel ADF-statistic	-۴/۰۳	۰/۰۰
Group rho- statistic	-۰/۲۶	۰/۵۴
Group PP- statistic	-۵/۲۴	۰/۰۰
Group ADF- statistic	-۴/۴۲	۰/۰۰
(Kao) ADF-statistic	-۴/۵۸	۰/۰۰

منبع: محاسبات پژوهش

براساس نتایج جدول ۲، همان گونه که ملاحظه می شود در ۶ آزمون از ۸ آزمون انجام شده، فرضیه صفر رد می شود؛ بنابراین وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای تحقیق تأیید می شود.

1. Padroni
2. Kauo
3. Engel-Granger

ج) برآورد الگو به روش GMM

جدول ۳. نتایج برآورد الگو به روش GMM پنل دیتای پویا

متغیر	ضریب	انحراف معیار	آماره t	احتمال
CO2(-1)	۰/۰۶۱	۰/۲۹۳۴	-۰/۲۰۷	۰/۲۹۱
PGR	۰/۱۱۲	۰/۲۱۴	۰/۵۲۱	۰/۶۲۱
FDI	۰/۱۲۴	۰/۰۱۶	۷/۵۲	۰/۰۰۰
GDP	۰/۱۰۲	۰/۰۵۳	۱/۹۲	۰/۰۸۱
TPR	۰/۰۰۳	۰/۰۰۱	۱/۸۹	۰/۰۵۱
EUE	۰/۶۵۲	۰/۱۴۶	۴/۴۴	۰/۰۰۰
REC	-۰/۰۶۹	۰/۰۳۴	-۲/۰۲	۰/۰۴۲
آماره سارگان (j statistic)	۸۶/۰۶			۰/۳۱۲

منبع: محاسبات تحقیق

براساس برآورد الگوی گشتاورهای تعمیم یافته، وقفه اول میزان انتشار دی اکسید کربن بر خودش تأثیر مثبت و معنادار است. به طوری که افزایش یک درصدی وقفه اول انتشار دی اکسید کربن باعث افزایش ۰/۰۶۱ درصدی انتشار دی اکسید کربن شده است. به این معنا که انتشار دی اکسید کربن در دوره قبل، باعث افزایش انتشار دی اکسید کربن در دوره جاری شده است. نرخ رشد جمعیت تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی اکسید کربن داشته است. افزایش یک درصدی جمعیت باعث افزایش ۰/۱۱۲ درصدی انتشار دی اکسید کربن شده است. شهرنشینی عاملی برای افزایش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای به خصوص انتشار گاز دی اکسید کربن است. مصرف سوخت‌های فسیلی در ارتباط با توسعه شهری عامل اساسی در انتشار گاز دی اکسید کربن است. شهرنشینی با همراه مصرف بیشتر انرژی منجر به انتشار گاز دی اکسید کربن می‌شود. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی اکسید کربن داشته است. به طوری که با افزایش یک درصدی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، انتشار دی اکسید کربن به میزان ۰/۱۲۴ درصد افزایش یافته است. استرن^۱ (۲۰۰۴) با تأکید بر منحنی زیست محیطی کوزنتس استدلال می‌کند که کشورهای در حال توسعه که هنوز در نیمه چپ این منحنی قرار دارند. با افزایش میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به رشد اقتصادی کمک می‌کند اما کیفیت محیط زیست خود را کاهش و آلودگی هوا را تشدید می‌کنند. همچنین با تکیه بر فرضیه پناهگاه

1. Astern

آلودگی افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشورهای در حال توسعه منجر به افزایش آلودگی هوا می‌شود (میرزایی حری و صاق، ۱۳۹۸). تولید ناخالص داخلی تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته است. به‌طوری‌که افزایش یک درصدی تولید ناخالص داخلی باعث افزایش ۰/۱۰۲ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن شده است. رشد اقتصادی در نتیجه افزایش تولید و مصرف نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتر به‌عنوان داده‌های تولید است که افزایش آلودگی هوا را در پی دارد. به معنای دیگر هرچه در خلال فرآیند رشد اقتصادی، درآمد افزایش یابد، در مقابل استخراج بیشتر منابع طبیعی و افزایش تخریب محیط زیست و افزایش آلودگی هوا را در پی دارد. درجه باز بودن اقتصاد تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار کربن داشته است. با افزایش یک درصدی درجه باز بودن اقتصاد، انتشار دی‌اکسید کربن به میزان ۰/۰۰۳ درصد افزایش یافته است. آزادسازی تجاری در کشورهای در حال توسعه با تغییر در اندازه و مقیاس فعالیت‌های تولیدی، باعث افزایش تولید شده که نتیجه آن تخریب محیط زیست و افزایش انتشار دی‌اکسید کربن است. مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته است. به‌طوری‌که افزایش یک درصدی انرژی‌های تجدیدناپذیر باعث افزایش ۰/۶۵۲ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن شده است. در کشورهای در حال توسعه برای تأمین انرژی بخش‌های صنعتی و شهری از انرژی‌های تجدیدناپذیر استفاده می‌کنند که در نهایت باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌گردد. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته است. به‌طوری‌که افزایش یک درصدی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر باعث کاهش ۰/۰۶۹ درصدی انتشار دی‌اکسید کربن شده است. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر از طریق کاهش گرمایش زمین، تنوع منابع انرژی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی باعث کاهش انتشار دی‌اکسید کربن می‌گردد.

د) آزمون سارگان

سازگاری تخمین‌زننده‌های GMM بستگی به معتبر بودن ابزارهای به کار رفته دارد. به‌منظور بررسی اعتبار ابزارها از آماره پیشنهادشده توسط آرانو و باند استفاده می‌شود این آزمون که سارگان نام دارد اعتبار کل ابزارهای به کار رفته را می‌سنجد. نتایج این آزمون در جدول ۴ ارائه شده است.

جدول ۴. آزمون همبستگی آرلانو - باند

احتمال	آماره آزمون	
۰/۰۵۶	۳/۹۸۶	همبستگی مرتبه اول AR(1)
۰/۳۵۸	-۳/۰۷۴	همبستگی مرتبه دوم AR(2)

منبع: محاسبات تحقیق

آماره آزمون سارگان که از توزیع χ^2 با درجات آزادی برابر با تعداد محدودیت‌های بیش از حد مشخص، برخوردار است، فرضیه صفر مبنی بر همبسته بودن پسماندها با متغیر ابزاری را رد می‌کند و بر این اساس متغیرهای ابزاری به کار رفته در الگو از اعتبار لازم برخوردار هستند. همچنین در الگوهای پویا به دلیل آنکه متغیر وابسته با یک وقفه زمانی به‌عنوان متغیر وابسته در الگو آورده می‌شود؛ بنابراین وجود همبستگی مرتبه اول در الگو امری طبیعی است؛ اما برای بررسی همبستگی در مراتب بالاتر از آزمون همبستگی آرلانو و باند استفاده می‌شود که در این آزمون فرضیه صفر دلالت بر نبود همبستگی دارد.

۶. بحث و نتیجه‌گیری

ارتباط بین عوامل کلان اقتصادی و انتشار گاز دی‌اکسیدکربن یکی از موضوعات مهم در مطالعات محیط زیستی و اقتصادی است. در همین راستا این پژوهش با هدف بررسی رابطه پویا بین عوامل کلان اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا طی دوره ۲۰۲۳-۲۰۱۰ و داده‌های تابلویی با استفاده از روش گشتاورهای تعمیم‌یافته (GMM) انجام گرفته است. براساس نتایج به دست آمده، وقفه اول میزان انتشار دی‌اکسیدکربن بر خودش تأثیر مثبت و معنادار است. به‌طوری‌که افزایش یک‌درصدی وقفه اول انتشار دی‌اکسیدکربن باعث افزایش ۰/۰۶۱ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن شده است. به این معنا که انتشار دی‌اکسیدکربن در دوره قبل، باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن در دوره جاری شده است. نرخ رشد جمعیت تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است. افزایش یک‌درصدی جمعیت باعث افزایش ۰/۱۱۲ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن شده است. شهرنشینی عاملی برای افزایش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای به‌خصوص انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است. مصرف سوخت‌های فسیلی در ارتباط با توسعه شهری عامل اساسی در انتشار گاز دی‌اکسیدکربن است. شهرنشینی با همراه مصرف بیشتر انرژی منجر به انتشار گاز دی‌اکسیدکربن می‌شود که با نتایج اسعدی و همکاران (۱۴۰۱) و پاول و

همکاران (۲۰۲۴) مطابقت دارد. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است. به‌طوری‌که با افزایش یک‌درصدی سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی، انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان ۰/۱۲۴ درصد افزایش یافته است. استرن (۲۰۰۴) با تأکید بر منحنی زیست‌محیطی کوزنتس استدلال می‌کند که کشورهای در حال توسعه که هنوز در نیمهٔ چپ این منحنی قرار دارند با افزایش میزان سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی به رشد اقتصادی کمک می‌کند اما کیفیت محیط زیست خود را کاهش و آلودگی هوا را تشدید می‌کنند. همچنین با تکیه بر فرضیه پناهگاه آلودگی افزایش سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در کشورهای در حال توسعه منجر به افزایش آلودگی هوا می‌شود (میرزایی، حری و صاق، ۱۳۹۸) که با نتایج زریر و حجت (۱۴۰۱)، بهرامی و همکاران (۱۳۹۸) و یو و همکاران (۲۰۲۲) مطابقت دارد. تولید ناخالص داخلی تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است. به‌طوری‌که افزایش یک‌درصدی تولید ناخالص داخلی باعث افزایش ۰/۱۰۲ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن شده است. رشد اقتصادی در نتیجه افزایش تولید و مصرف نیازمند مواد اولیه و انرژی بیشتر به‌عنوان داده‌های تولید است که افزایش آلودگی هوا را در پی دارد. به معنای دیگر هرچه در خلال فرآیند رشد اقتصادی، درآمد افزایش یابد، در مقابل استخراج بیشتر منابع طبیعی و افزایش تخریب محیط زیست و افزایش آلودگی هوا را در پی دارد که با نتایج هاشمی و همکاران (۱۴۰۲) و رجبی و اخوان (۱۴۰۰) مطابقت دارد. درجه باز بودن اقتصاد تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار کربن داشته است. با افزایش یک‌درصدی درجه باز بودن اقتصاد، انتشار دی‌اکسیدکربن به میزان ۰/۰۰۳ درصد افزایش یافته است. آزادسازی تجاری در کشورهای در حال توسعه با تغییر در اندازه و مقیاس فعالیت‌های تولیدی، باعث افزایش تولید شده که نتیجه آن تخریب محیط زیست و افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن است. هاشمی و همکاران (۱۴۰۲)، رجبی و اخوان (۱۴۰۰)، ریهان (۲۰۲۳) مطابقت دارد. مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است. به‌طوری‌که افزایش یک‌درصدی انرژی‌های تجدیدناپذیر باعث افزایش ۰/۶۵۲ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن شده است. در کشورهای در حال توسعه برای تأمین انرژی بخش‌های صنعتی و شهری از انرژی‌های تجدیدناپذیر استفاده می‌کنند که در نهایت باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌گردد. با نتایج ژانگ و وانگ (۲۰۲۳) مطابقت دارد. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر

تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی‌اکسیدکربن داشته است. به‌طوری‌که افزایش یک‌درصدی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر باعث کاهش ۰/۰۶۹ درصدی انتشار دی‌اکسیدکربن شده است. مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر از طریق کاهش گرمایش زمین، تنوع منابع انرژی و کاهش وابستگی به سوخت‌های فسیلی باعث کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌گردد. گونی و استوداغ (۲۰۲۳) مطابقت دارد.

با توجه نتایج به دست آمده از این پژوهش توصیه‌های سیاستی ذیل ارائه می‌گردد:

الف) توسعه و گسترش زیرساخت‌های انرژی‌های تجدیدپذیر

سرمایه‌گذاری در پروژه‌های انرژی خورشیدی، بادی و ... در مناطقی که حائز شرایط لازم هستند می‌تواند به تأمین انرژی پایدار کمک شایان توجهی بنماید.

ب) گسترش برنامه‌های تشویقی به منظور مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر

به منظور ترغیب سرمایه‌گذاری در طرح‌های انرژی‌های تجدیدپذیر دولت باید سیاست‌های سازنده‌ای از قبیل کاهش مالیات، حمایت‌های مالی برای توسعه فناوری‌های نوین، اعطای تسهیلات با بهره کم را تدوین و اجرایی نماید. آموزش و ترویج فرهنگ استفاده از انرژی‌های سبز: برگزاری برنامه‌ها و دوره‌های آموزشی به منظور افزایش آگاهی‌بخشی به صنایع مختلف به‌ویژه صنایع آلاینده و مردم در ارتباط با کاهش مصرف سوخت‌های فسیلی و جایگزینی آن‌ها با انرژی‌های تجدیدپذیر و در نتیجه تغییر و چرخش الگوی مصرف از انرژی‌های تجدیدناپذیر به سوی انرژی‌های تجدیدپذیر.

ج) تنظیم و بهینه‌سازی مقررات زیست‌محیطی

به منظور محدود کردن استفاده از انرژی‌های تجدیدناپذیر و در نتیجه کاهش انتشار کربن باید قوانین بازدارنده زیست‌محیطی از قبیل مالیات بر انتشار کربن و رعایت الزامات بهره‌وری انرژی برای صنایع تدوین گردد.

د) تشویق به نوآوری در صنایع سبز

دولت باید به منظور کاهش وابستگی به مصرف سوخت‌های فسیلی و حمایت از استارت‌آپ‌ها و شرکت‌هایی که در زمینه توسعه صنایع سبز فعال هستند؛ سیاست‌هایی را

تدوین نماید. ترغیب به حمل و نقل پایدار: بهبود و گسترش زیرساخت‌های حمل و نقل عمومی به منظور کاهش وابستگی به انرژی‌های فسیلی

۷. تعارض منافع

نویسندگان مقاله اعلام می‌دارند، تعارض منافی وجود ندارد.

۸. سپاسگزاری

نویسندگان مقاله از سردبیر و داوران محترم که با ارائه نظرات علمی باعث ارتقای علمی مقاله شده‌اند، تشکر و قدردانی خود را اعلام می‌دارند.

ORCID

Ebrahim Bahraminia



<https://orcid.org/0000-0003-0539-8516>

Reza Shamsollai



<https://orcid.org/0009-0009-2781-9660>

Seyed Hosein Izadi



<https://orcid.org/0000-0002-0816-972X>

۹. منابع

- اسعدی، محمدعلی؛ سلیمی، شهلا و قادرزاده، حامد. (۱۴۰۱). بررسی اثرات تغییرات ساختمانی و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در ایران: کاربرد در رهیافت خودرگرسیون با وقفه‌های گسترده، انسان و محیط زیست، ۲۰(۴)، ۱۶۳-۱۴۷.
- آشنا، ملیحه و حسین آبادی، سعید. (۱۳۹۹). ارزیابی عوامل مؤثر بر تغییرات انتشار دی‌اکسید کربن در ایران با تأکید بر نقش شهرنشینی، فصلنامه مخاطره محیطی، ۹(۲)، ۱۶۳-۱۴۵.
- بهرامی، الهام و همکاران. (۱۳۹۸). نقش توسعه مالی و آزادسازی تجاری بر انتشار گاز دی‌اکسید کربن در ایران، سیاست‌های راهبردی و کلان، ۷(۲۵)، ۱۴۱-۱۲۴.
- بهرامی نیا، ابراهیم؛ نورانی آزاد، سمانه؛ شمس‌اللهی، رضا و ایزدی، سیدحسین. (۱۴۰۲). تأثیر آستانه‌ای توسعه مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن با تأکید بر نقش حکمرانی خوب، پژوهشنامه اقتصاد انرژی، ۱۳(۴۹)، ۴۲-۱۱.
- حاضری، هاتف؛ پوراسکندری رضی آبادی، فرزاد و شکوهی فرد، سیامک. (۱۴۰۳). اثرات متقارن و نامتقارن قیمت نفت، سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی و رشد اقتصادی بر انتشار کربن، مطالعات مدیریت سبز، ۳(۵)، ۲۶۸-۲۴۵.
- رجبی، احسان و اخوان خرازیان، رؤیا. (۱۴۰۰). بررسی رابطه پویای بین انتشار دی‌اکسید کربن، مخارج سلامت و رشد اقتصادی، فرهنگ و ارتقاء سلامت، ۵(۳)، ۳۷۴-۳۶۹.

بررسی رابطه پویا بین متغیرهای کلان اقتصادی و انتشار دی‌اکسیدکربن در ... | بهرامی‌نیا و همکاران | ۲۵

صادقی، سیدکمال و اره کش سلماسی، محمد. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر پیچیدگی و رشد اقتصادی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن (مطالعه موردی: کشور ایران)، فصلنامه راهبرد توسعه، (۷۳)، ۱۸-۲۶.

طرازکار، محمدحسن؛ کارگر ده‌بیدی، نوید و بخشوده، محمد. (۱۳۹۷). اثر سالخوردگی جمعیت، رشد اقتصادی، مصرف انرژی و شهرنشینی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن در منطقه خاورمیانه، پژوهش‌های محیط‌زیست، (۱۸)، ۹، ۳۷-۴۸.

عبداللهی آرانی، مصعب؛ منصوری، نسرین؛ جانی، سیاوش و آقایی، نوشین. (۱۴۰۱۲). انتشار دی‌اکسیدکربن و رشد اقتصادی: تحلیل فضایی در میان استان‌های ایران، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، (۴۹)، ۱۳، ۳۳-۵۴.

کارگر ده‌بیدی، نوید؛ قربانیان، عفت و طراز کار، محمدحسن. (۱۳۹۹). تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدنپذیر بر رشد اقتصادی کشورهای اسلامی گروه D8، اقتصاد و تجارت نوین، (۴۷)، ۱۵، ۶۰-۹۰.

میرزایی، مرجانه؛ حری، حمیدرضا و صادقی، زین‌العابدین. (۱۳۹۸). تأثیر سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر آلودگی محیط زیست در کشورهای عضو منا، اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، (۴)، ۱۱۳-۱۳۰.

نگین تاجی، زریب و ایزدخواستی، حجت. (۱۴۰۱). تأثیر تجارت بین‌الملل و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای گروه D8 با رویکرد پانل، پژوهشنامه اقتصاد انرژی، (۴۴)، ۱۱، ۱۶۱-۱۹۲.

نیک‌خواه، اکبر و همکاران. (۱۴۰۰). بررسی ارتباط رشد اقتصادی، باز بودن تجاری و انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای توسعه‌یافته (رهیافت داده‌های تابلویی پویا با روش GMM)، پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی، (۴۹)، ۱۳، ۱۵-۳۶.

هاشمی، عبدالرحیم؛ فرهنگ، امیرعلی و محمدپور، علی. (۱۴۰۲). اثر گردشگری و رشد اقتصادی بر انتشار گاز دی‌اکسیدکربن با استفاده از روش غیرخطی، فصلنامه برنامه‌ریزی و توسعه گردشگری، (۴۴)، ۱۲، ۵-۲۹.

الیاس پور، بهنام؛ نیکوقدم، مسعود و سنجری کنارصندل، نرگس. (۱۴۰۱). بررسی تأثیر نامتقارن قیمت نفت و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ایران، مطالعات اقتصاد انرژی، (۷۵)، ۱۸، ۸۳-۱۱۶.

یاوری، فاطمه؛ سرلک، احمد؛ شریف‌نژاد، مریم و قیاسی، مریم. (۱۴۰۲). همگرایی عوامل مؤثر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای منطقه منا رهیافت الگوی پانل فضایی پویا.

References

- Arellano, M., & Bond, S. (1991). Some tests of specification for panel data: Monte Carlo evidence and an application to employment equations. *The review of economic studies*, 58(2), 277-297.
- Asadi, M., Salimi, Sh., and Ghaderzadeh, H., (2021). Investigating the effects of structural changes and economic growth on carbon dioxide emissions in Iran: Application to the autoregressive approach with wide lags, *Man and Environment*, 20(4), 147-163. [in persian].
- Ashena, M. and Hossein Abadi, S. (2020). Factors Influencing CO2 Emission Changes in Iran with Emphasis on the Role of Urbanization; A Decomposition Analysis. *Journal of Geography and Environmental Hazards*, 9(2), 145-163. [in persian]
- Bahrami Nia, E., Norani Azad, S., Izadi, S. H. and Shamsolahi, R. (2024). Threshold Effect of Financial Development on Carbon Dioxide Emission: Emphasis on the Role of Good Governance. *Iranian Energy Economics*, 13(49), 11-42. [in persian]
- Bahrami, E., Behbudi, D., Salmani Bishak, M. R. and Shokri, M. (2019). The Impact of Financial Development and Trade Liberalization on CO2 Emission in Iran. *Quarterly Journal of The Macro and Strategic Policies*, 7(25), 124-141. [in persian]
- Barak, M., & Sharma, R. K. (2021). Does intellectual capital impact the financial performance of Indian public sector banks? An empirical analysis using GMM. *Humanities and Social Sciences Communications*, 11(1), 1-11.
- Destek, M. A., & Sarkodie, S. A. (2019). Investigation of environmental Kuznets curve for ecological footprint: the role of energy and financial development. *Science of the Total Environment*, 650, 2483-2489.
- Elyaspour, B., Nikooghadam, M., & Sanjari kenarsandal N. (202). Asymmetric Impact of Oil Prices, Foreign Direct Investment and Economic Growth on Carbon Emissions in Iran: Evidence from the NARDL Approach, *Quarterly Energy Economic Review*, 18 (75), 83-116. [in persian]
- Fan, C., Wei, R., Cheng, T., Sun, R., Zhang, H., & Long, H. (2024). The positive contributions of steel slag in reducing carbon dioxide emissions in the steel industry: Waste heat recovery, carbon sequestration, and resource utilization. *Chemical Engineering Journal*, 155379.
- Grossman, G. M., & Krueger, A. B. (1991). *Environmental impacts of a North American Free Trade Agreement*. Working Paper No. 3914, National Bureau of Economic Research (NBER).
- Güney, T., & Üstündağ, E. (2022). Wind energy and CO2 emissions: AMG estimations for selected countries. *Environmental Science and Pollution Research*, 29.

- Guo, P., Shen, H., Chen, Y., Dai, H., Mai, Z., Xu, R., ... & Tao, S. (2024). Carbon dioxide emissions from global overseas coal-fired power plants. *Nature Climate Change*, 1-7.
- Hashemi dizaj, A., Farhang, A. A., & Mohammadpour, A. (2023). Impact of tourism and economic growth on carbon dioxide emissions(using non-linear ARDL method). *Journal of Tourism Planning and Development*, 12(44), 33-56. [in persion]
- Khan, I., Zhong, R., Khan, H., Dong, Y., & Nuță, F. M. (2024). Examining the relationship between technological innovation, economic growth and carbon dioxide emission: Dynamic panel data evidence. *Environment, Development and Sustainability*, 26(7), 18161-18180.
- Khobai, H. B., & Le Roux, P. (2017). The relationship between energy consumption, economic growth and carbon dioxide emission: The case of South Africa. *International Journal of Energy Economics and Policy*, 7(3), 102-109.
- Liang, Q., & Liang, Y. (2019). *Financial development, urbanization, and carbon emissions: Evidence from China*. *Environmental Science and Pollution Research*, 26(30), 30957-30973.
- Mardani, A., Streimikiene, D., Cavallaro, F., Loganathan, N., & Khoshnoudi, M. (2019). Carbon dioxide (CO₂) emissions and economic growth: A systematic review of two decades of research from 1995 to 2017. *Science of the total environment*, 649, 31-49.
- Maulidar, P., Fitriyani, F., Sasmita, N. R., Hardi, I., & Idroes, G. M. (2024). Exploring Indonesia's CO₂ Emissions: The Impact of Agriculture, Economic Growth, Capital and Labor. *Grimsa Journal of Business and Economics Studies*, 1(1), 43-55.
- Mirzaei, M., Horry, H. R. and Sadeghi, Z. (2019). Investigating the Effect of Foreign Direct Investment on Environmental Pollution in MENA Countries. *Journal of Environmental and Natural Resource Economics*, 3(4), 113-130. [in persion]
- Naz, A., Aslam, M. (2023). Green innovation, globalization, financial development, and CO₂ emissions: the role of governance as a moderator in South Asian countries. *Environ Sky Pollut Res*.
- Negintaji, Z. and Izadkhasti, H. (2022). The Effect of International Trade and Foreign Direct Investment on Carbon Dioxide Emissions In group D8 with panel data. *Iranian Energy Economics*, 11(44), 161-192. [in persion]
- Nikkhah Sarnaghi, A., Azarbaiejani, K. and Daei-Karimzadeh, S. (2023). Relationship between Economic Growth, Trade Openness and Carbon Dioxide Emissions in Developed Countries (Dynamic Panel Data Approach by GMM Method). *Economic Growth and Development Research*, 13(49), 106-91. [in persion]

- Pavel, T., Amina, A., & Oleg, K. (2024). The impact of economic development of primary and secondary industries on national CO2 emissions: The case of Russian regions. *Journal of Environmental Management*, 351, 119881.
- Raihan, A. (2023). An econometric evaluation of the effects of economic growth, energy use, and agricultural value added on carbon dioxide emissions in Vietnam. *Asia-Pacific Journal of Regional Science*, 1-32.
- Stern, D. I. (2004). *The rise and fall of the Environmental Kuznets Curve*. *World Development*, 32(8), 1419-1439.
- Tan, F., Yang, S., & Niu, Z. (2023). The impact of urbanization on carbon emissions: Both from heterogeneity and mechanism test. *Environment, Development and Sustainability*, 25(6), 4813-4829.
- Wang, W. Z., Liu, L. C., Liao, H., & Wei, Y. M. (2021). Impacts of urbanization on carbon emissions: An empirical analysis from OECD countries. *Energy Policy*, 151, 112171.
- Wasti, S. K. A. & Zaidi, S. W. (2020). An empirical investigation between Co2 emission, energy consumption, trade liberalization and economic growth: A case of Kuwait. *Journal of Building Engineering*, 28, 101104.
- Wen, Y., Song, P., Yang, D., & Gao, C. (2022). Does governance impact on the financial development-carbon dioxide emissions nexus in G20 countries? *Plos one*, 17(8), e0273546.
- Yavari, F., Sarlak, A., sharifnejad, M. and Ghiasi, M. (2023). Convergence of Factors Affecting Carbon Dioxide Emissions in MENA Region Countries, Dynamic Spatial Panel Approach. *Journal of Environmental Studies*, 49(2), 161-184. [in persian]
- Yu, Z., Khan, S. A. R., Ponce, P., de Sousa Jabbour, A. B. L., & Jabbour, C. J. C. (2022). Factors affecting carbon emissions in emerging economies in the context of a green recovery: Implications for.
- Zeng, S., & Wang, M. (2023). Theoretical and empirical analyses on the factors affecting carbon emissions: Case of Zhejiang Province, China. *Environment, Development and Sustainability*, 25(3), 2522-2549.
- Zhang, Y., Li, T., Wang, Y., & Chen, X. (2023). *Does globalization escalate carbon dioxide emissions? Evidence from N-11 countries during 1990-2019*. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(45), 68729-68745.

استناد به این مقاله: بهرامی نیا، ابراهیم؛ شمس‌اللهی، رضا؛ ایزدی، سیدحسین. (۱۴۰۳). بررسی رابطه پویا بین متغیرهای کلان اقتصادی و انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای منطقه منا، فصلنامه اقتصاد محیط زیست و منابع طبیعی، ۱۰ (۴)، صفحات ۵-۲۸.



Journal of Environmental and Natural Resource Economics licensed under a Creative Commons Attribution-NonCommercial 4.0 International License.