



University of Tehran Press

Town & Country Planning

Home Page: <https://jtcp@ut.ac.ir>

Online ISSN: 2423-6268

The Effect of Land Prices on Carbon Dioxide Emissions in Iran's Industrial Sector

Seyed Ali Aleemran 

Department of Economic Sciences, Faculty of Economics and Management, University of Tabriz, Tabriz, Iran. E-mail: s.a.aleemran@tabrizu.ac.ir

ARTICLE INFO

Article type:
Research Article

Article History:
Received: January 20, 2026
Revised: February 25, 2026
Accepted: February 26, 2026
Published online: March 05, 2026

Keywords:
Carbon Dioxide Emissions,
Land Prices,
Kuznets Hypothesis,
Quantile Regression Method.

ABSTRACT

Environmental pollution has increased along with the world's energy demand, contributing to the energy crisis and global warming. Carbon dioxide is one of the most important greenhouse gases, accounting for 58% of global energy consumption. Therefore, given the importance of carbon dioxide emissions, the present study seeks to investigate the effect of land prices on carbon dioxide emissions in Iran's industrial sector by using quantile regression method over the period of first quarter of 2011 to the fourth quarter of 2023. The research findings indicate that in all deciles, land prices, value added of industrial sector and urban population growth rate have a significant positive impact on carbon dioxide emissions in Iran's industrial sector and the square of value added of industrial sector has a significant negative impact on carbon dioxide emissions in Iran's industrial sector. Regarding the positive impact of land prices on carbon dioxide emissions, it was concluded that as land prices increase, financing constraints on companies are exacerbated, increasing carbon dioxide emissions by limiting their ability to finance environmentally friendly projects or adopt innovative technologies, as well as by pushing them to reduce research and development costs and rely on cheaper, carbon-intensive energy sources. Therefore, According to the results of the research, it is recommended that economic policymakers a) provide the necessary basis for reducing land prices and subsequently reducing carbon dioxide emissions by implementing tax-disincentive policies such as capital gains tax to reduce land speculation and land hoarding. b) provide the basis for economic growth along with pollution reduction by improving the efficiency of energy input consumption in production units. c) formulate urban development plans in line with environmental issues.

Cite this article: Aleemran, S. A. (2025-2026). The Effect of Land Prices on Carbon Dioxide Emissions in Iran's Industrial Sector. *Town and Country Planning*, 17 (2), 347-358. <http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409852.670547>



© Authors retain the copyright and full publishing rights.
DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409852.670547>

Publisher: University of Tehran Press.



تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی اکسید کربن در بخش صنعت ایران

سیدعلی آل عمران

گروه علوم اقتصادی، دانشکده اقتصاد و مدیریت، دانشگاه تبریز، تبریز، ایران. رایانامه: s.a.aleemran@tabrizu.ac.ir

اطلاعات مقاله

چکیده

نوع مقاله:

پژوهشی

تاریخ‌های مقاله:

تاریخ دریافت: ۱۴۰۴/۱۰/۳۰

تاریخ بازنگری: ۱۴۰۴/۱۲/۰۶

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۱۲/۰۷

تاریخ انتشار: ۱۴۰۴/۱۲/۱۴

کلیدواژه:

انتشار دی‌اکسیدکربن،

قیمت زمین،

فرضیه کوزنتس،

روش رگرسیون کوانتایل.

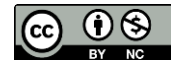
آلودگی محیط زیست هم‌زمان با تقاضای انرژی جهان افزایش یافته و به بحران انرژی و گرمایش جهانی دامن زده است. دی‌اکسیدکربن یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است که ۵۸ درصد از مصرف انرژی جهانی را تشکیل می‌دهد. از این رو با توجه به اهمیت انتشار گاز دی‌اکسیدکربن، پژوهش حاضر به دنبال بررسی تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت ایران، با استفاده از روش رگرسیون کوانتایل در فاصله زمانی فصل اول سال ۱۳۹۰ تا فصل چهارم سال ۱۴۰۲ است. یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که در تمامی دهک‌ها، قیمت زمین، ارزش افزوده بخش صنعت و نرخ رشد جمعیت شهری تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت ایران، و مجذور ارزش افزوده بخش صنعت تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت ایران دارد. در رابطه با تأثیر مثبت قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسیدکربن، نتیجه آن شد که با افزایش قیمت زمین، محدودیت‌های تأمین مالی شرکت‌ها تشدید می‌یابد و از طریق محدود کردن توانایی آن‌ها برای تأمین مالی طرح‌های سازگار با محیط زیست یا اتخاذ فناوری‌های نوآورانه و همچنین سوق دادن آن‌ها به کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه و نیز تکیه بر منابع انرژی ارزان‌تر و کربن‌محور باعث افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود. از این رو با توجه به نتایج به دست آمده از پژوهش، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران اقتصادی، الف) از طریق اعمال سیاست‌های مالیاتی-ممانعتی، نظیر مالیات بر عایدی سرمایه با هدف کاهش سفته‌بازی در زمین و کاهش ذخیره‌سازی زمین، زمینه لازم برای کاهش قیمت زمین و به دنبال آن کاهش انتشار دی‌اکسیدکربن را فراهم سازند؛ ب) از طریق بهبود کارایی مصرف نهاده انرژی در واحدهای تولیدی، زمینه رشد اقتصادی همراه با کاهش آلودگی را فراهم سازند؛ ج) برنامه توسعه شهرها را هماهنگ با مباحث محیط زیست تدوین کنند.

استناد: آل عمران، سیدعلی (۱۴۰۴). تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی اکسید کربن در بخش صنعت ایران. *آمایش سرزمین*، ۱۷ (۲) ۳۴۷-۳۵۸.

<http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409852.670547>

© نویسندگان. ناشر: مؤسسه انتشارات دانشگاه تهران.

DOI: <http://doi.org/10.22059/jtcp.2026.409852.670547>



مقدمه

تخریب محیط زیست و تغییرات اقلیمی بر اهداف اصلی کشورهای نوظهور (رشد اقتصادی و پایداری) تأثیر می‌گذارد. برای کاهش خطرات مرتبط با تغییرات اقلیمی که می‌تواند منجر به مشکلات اقتصادی شود و ممکن است تأثیر نامطلوبی بر زندگی و رفاه مردم داشته باشد، جامعه باید تصمیمات جمعی بگیرد، برنامه‌های استراتژیک را به اجرا درآورد، و تغییرات اقلیمی آینده را پیش‌بینی کند، و در عین حال انتشار گازهای گلخانه‌ای و الگوهای توسعه اجتماعی-اقتصادی را نیز در نظر بگیرد (Moalla, 2023). آلودگی محیط زیست هم‌زمان با تقاضای انرژی جهان افزایش یافته و به بحران انرژی و گرمایش جهانی دامن زده است (Ofori-Sasu et al., 2023). دی‌اکسید کربن یکی از مهم‌ترین گازهای گلخانه‌ای است که ۵۸ درصد از مصرف انرژی جهانی را تشکیل می‌دهد. این گاز یک گاز گلخانه‌ای اصلی است که از طریق فرآیندهای طبیعی و فعالیت‌های انسانی، مانند جنگل‌زدایی و احتراق سوخت‌های فسیلی و همچنین فوران‌های آتشفشانی و تنفس، در جو منتشر می‌شود. میزان انتشار دی‌اکسید کربن شاخص مهمی از سطح توسعه یک کشور و رویکرد آن به محیط زیست است (Turkyilmaz & Ozturk, 2024).

از این رو با توجه به اهمیت انتشار گاز دی‌اکسید کربن، پژوهش حاضر به دنبال بررسی تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت ایران با استفاده از روش رگرسیون کوانتایل است. بر اساس مبانی نظری، قیمت زمین از دو کانال محدودیت‌های تأمین مالی و نوآوری بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت تأثیر داشته است؛ به طوری که قیمت زمین از کانال محدودیت‌های تأمین مالی بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت تأثیر مثبت دارد، اما از کانال نوآوری می‌تواند بر آن تأثیر مثبت و نیز تأثیر منفی داشته باشد. بر این اساس با توجه به نامشخص بودن تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت، سؤالی که در پژوهش مطرح می‌شود این است که تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت ایران چگونه است؟ فرضیه‌ای که در پاسخ به سؤال پژوهش مطرح می‌شود به این صورت است که قیمت زمین تأثیر مثبت بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت ایران دارد.

بر اساس سازماندهی مباحث مقاله، در قسمت دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرور شده، در قسمت سوم روش بررسی آورده شده است، قسمت چهارم به یافته‌های پژوهش اختصاص یافته و بحث و نتیجه‌گیری نیز بخش پایانی پژوهش را به خود اختصاص داده است.

مبانی نظری و پیشینه پژوهش

قیمت زمین می‌تواند از طریق دو کانال محدودیت‌های تأمین مالی^۱ و نوآوری^۲ بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت تأثیر بگذارد، که در زیر به توضیحات آن‌ها پرداخته می‌شود.

الف) کانال محدودیت‌های تأمین مالی

زمین برای شرکت‌ها یک عامل تولید حیاتی است و افزایش قیمت آن می‌تواند منجر به محدودیت‌های مالی بیشتر شود. به طوری که افزایش قیمت زمین، محدودیت‌های تأمین مالی را برای شرکت‌ها تشدید کرده و توانایی آن‌ها را برای تأمین مالی طرح‌های سازگار با محیط زیست یا اتخاذ فناوری‌های نوآورانه محدود می‌کند. ادبیات موجود نشان می‌دهد که محدودیت‌های مالی، اغلب شرکت‌ها را به کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه، و تکیه بر منابع انرژی ارزان‌تر و کربن‌محور سوق می‌دهد (Wan et al., 2023). مثلاً شرکت‌هایی که تحت فشار مالی هستند، کمتر احتمال دارد که در انرژی‌های تجدیدپذیر یا فناوری‌های کارآمد از نظر انرژی، سرمایه‌گذاری کنند و این امر به طور مستقیم شدت انتشار کربن آن‌ها را افزایش می‌دهد (Li et al., 2021). وان و همکارانش (۲۰۲۳) دریافته‌اند که عوامل مالی می‌توانند بر استفاده شرکت‌ها از سوخت‌های فسیلی تأثیر بگذارند و در نتیجه شدت انتشار کربن را افزایش دهند. به طور خاص، هنگامی که محدودیت‌های تأمین مالی افزایش می‌یابد، شرکت‌ها انگیزه پیدا می‌کنند تا سایر هزینه‌ها را به روش‌های زیر کاهش دهند: اول اینکه، آن‌ها ممکن است به استفاده از منابع انرژی ارزان‌تر متوسل

شوند. به طوری که شرکت‌های صنعتی تمایل به استفاده از سوخت‌های فسیلی ارزان‌تر دارند که منجر به انتشار کربن بیشتر می‌شود (Li et al., 2016). همچنین، استفاده از انرژی ارزان‌تر می‌تواند بر ساختار ورودی انرژی یک شرکت تأثیر بگذارد، که رابطه معنی‌دار بین ساختار انرژی و شدت انتشار کربن قبلاً ذکر شده است (Li et al., 2021). دوم اینکه، شرکت‌ها ممکن است هزینه‌های تحقیق و توسعه خود را کاهش دهند. طبق نظریه محدودیت مالی، اثر محدودیت تأمین مالی، ناطمینانی را برای شرکت‌ها افزایش داده و باعث می‌شود که آن‌ها سرمایه‌گذاری‌های بلندمدت و پرریسک تحقیق و توسعه را به تأخیر بیندازند تا بتوانند هزینه‌ها را در کوتاه‌مدت جبران کنند. این نتیجه‌گیری که ناطمینانی، سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه شرکت‌ها را به تأخیر می‌اندازد، در ادبیات موضوع به خوبی اثبات شده است (Kellogg, 2014). همچنین، با توجه به بازده سرمایه بالاتر در بازار املاک و مستغلات، بانک‌ها تمایل بیشتری به افزایش وام به شرکت‌های املاک و مستغلات برای تضمین بازده بالاتر دارند، که این موضوع شرکت‌ها را به سرمایه‌گذاری بیشتر در املاک و مستغلات ترغیب و سرمایه‌گذاری‌های تحقیق و توسعه را از دور خارج می‌کند (Cull & Xu, 2005). رابطه معنی‌دار بین سرمایه‌گذاری تحقیق و توسعه، و شدت انتشار کربن توسط لی و مین (Guo et al., 2025) تأیید شده است (۲۰۱۵).

ب) کانال نوآوری

تأثیر افزایش قیمت زمین بر انتشار کربن از کانال نوآوری، با استفاده از نظریه تجمع^۱ و نظریه محدودیت مالی توضیح داده می‌شود. اول اینکه تجمع تولید، نوآوری را ارتقا می‌دهد. از طرفی قیمت زمین منعکس‌کننده ارزش زمین و ارزش بالای زمین نشان‌دهنده درجه بالایی از تجمع، از جمله تمرکز تولید و جمعیت است. طبق نظریه تجمع، تجمع تولید به معنای تمرکز استعداد و فناوری است و اثرات سرریز چنین تجمعی می‌تواند نوآوری را در شرکت‌ها (Duranton & Puga, 2004) و همچنین انتشار فناوری را بین شرکت‌ها تقویت کند، و در نتیجه به بهبود بهره‌وری و کارایی انرژی کمک کند (Glaeser & Kahn, 2010). دوم اینکه، کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه، نوآوری را سرکوب می‌کند. همان‌طور که قبلاً در زمینه اثر محدودیت مالی بحث شد، افزایش قیمت زمین می‌تواند منجر به کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه شود. طبق نظریه محدودیت مالی، کاهش سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه به‌طور قابل توجهی مانع نوآوری شرکت‌ها می‌شود، همان‌طور که توسط مطالعات تجربی متعدد تأیید شده است (Han & Huang, 2022). نوآوری فناورانه محرک کلیدی کاهش کربن است؛ زیرا می‌تواند ساختار انرژی را از طریق توسعه منابع تجدیدپذیر بهینه کند (Han et al., 2023)، کارایی انرژی را بهبود (Sun et al., 2021)، و تبدیل کم‌کربن روش‌های تولید را ارتقا بخشد (McMeekin et al., 2019)، و در نتیجه شدت انتشار کربن را کاهش دهد. به‌طور خلاصه، بر اساس تحلیل نظری فوق، تأثیر قیمت زمین بر شدت انتشار کربن نامشخص است (Guo et al., 2025).

کیاو و همکارانش (۲۰۲۵) در پژوهشی با استفاده از داده‌های پنل سالانه ۳۳۴ شهر کشور چین و به‌کارگیری یک مدل یادگیری جمعی در چارچوب شبیه‌سازی مونت‌کارلو به بررسی رابطه غیرخطی بین منابع زمین و انتشار کربن در فاصله زمانی ۲۰۱۱ تا ۲۰۲۰ پرداخته‌اند. همچنین در این پژوهش از یک مدل اثرات ثابت برای شناسایی مکانیسم‌های تأثیر استفاده شده است. بر اساس نتایج پژوهش، به‌طور خاص، کاربری‌های صنعتی و مسکونی به‌عنوان محرک‌های اصلی انتشار کربن شناسایی می‌شوند و به ترتیب ۱۷/۰۴ درصد و ۴/۷۵ درصد از کل واریانس انتشار گازهای گلخانه‌ای را تشکیل می‌دهند. در مقابل، افزایش یک انحراف معیار در قیمت زمین منجر به کاهش ۴/۶۵ تن در سرانه انتشار کربن می‌شود. همچنین، ارتقای صنعتی و نوآوری به‌عنوان واسطه‌های حیاتی در ترویج کاهش کربن ظاهر می‌شوند.

سای و همکارانش (۲۰۲۵) در مطالعه‌ای با استفاده از یک مدل اثرات ثابت و داده‌های پنلی ۲۷۰ شهر کشور چین به بررسی رابطه بین تأمین مالی زمین و انتشار کربن در فاصله زمانی ۲۰۰۶ تا ۲۰۲۱ پرداخته‌اند. در این مطالعه از طریق روش‌هایی مانند جایگزینی متغیر وابسته و بررسی درون‌زایی بالقوه با استفاده از یک رویکرد متغیر ابزاری، استحکام یافته‌ها تأیید شده است. همچنین یک مدل دوربین فضایی^۲ برای بررسی سرریزهای فضایی به کار گرفته شده و نیز، یک چارچوب تحلیل میانجی‌گری

1. Agglomeration Theory

2. SDM

برای بررسی مکانیسم‌های اساسی ساخته شده است. نتایج مطالعه نشان داده است که الف) تأمین مالی زمین تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار کربن دارد، به طوری که افزایش یک درصدی در تأمین مالی زمین، به طور متوسط با افزایش ۰/۸۱۷ درصدی انتشار کربن همراه است؛ ب) یافته اصلی زمانی صادق است که انتشار کربن سرانه یا شدت کربن به عنوان متغیر وابسته استفاده شود و زمانی که درون‌زایی با استفاده از یک متغیر ابزاری بر اساس پتانسیل عرضه زمین و شوک‌های تقاضای برون‌زا بررسی شود؛ ج) انتشار کربن خودهمبستگی فضایی مثبت و معنی‌داری را نشان می‌دهد که نشان‌دهنده خوشه‌بندی منطقه‌ای و اثرات سرریز است.

گاو و همکارانش (۲۰۲۳) در پژوهشی با استفاده از داده‌های تابلویی ۱۹۶ شهر کشور چین به تجزیه و تحلیل ویژگی‌های تکامل مکانی و زمانی انحراف^۱ قیمت زمین‌های صنعتی شهری و شدت انتشار کربن در فاصله زمانی ۲۰۰۷ تا ۲۰۱۷ پرداخته‌اند. در این پژوهش یک مدل رگرسیون خطی چندگانه از جنبه‌های اثر مقیاس ساخته شده است تا به صورت تجربی تأثیر کلی و تأثیر متفاوت انحراف قیمت زمین‌های صنعتی شهری بر شدت انتشار کربن را تجزیه و تحلیل کند. نتایج پژوهش حکایت از آن دارد که الف) هرچه انحراف قیمت زمین‌های صنعتی بیشتر باشد، برای توسعه اقتصاد سبز و کم‌کربن مضرتر است؛ ب) آزمون ناهمگونی منطقه‌ای نشان می‌دهد که تأثیر انحراف قیمت زمین‌های صنعتی بر شدت انتشار کربن به ترتیب در منطقه مرکزی، شهرهای متوسط و شهرهایی با نرخ خودکفایی مالی پایین، بیشترین اهمیت را دارد؛ ج) هرچه درجه انحراف قیمت زمین‌های صنعتی بیشتر باشد، محدودیت در ارتقای ساختار صنعتی بیشتر می‌شود و شدت انتشار کربن را بیشتر افزایش می‌دهد.

امیرنیا (۱۴۰۲) در مطالعه‌ای با استفاده از روش داده‌های تابلویی (پانل دیتا) به بررسی تأثیر تولید ناخالص داخلی، افزایش جمعیت شهری و مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر بر انتشار دی‌اکسیدکربن در ۱۳ کشور عضو اوپک در فاصله زمانی ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۹ پرداخته است. نتایج مطالعه نشان داده است که تولید ناخالص داخلی، افزایش جمعیت شهری و مصرف سوخت‌های تجدیدناپذیر تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد.

فهیمی‌فرد (۱۳۹۹) در پژوهشی با استفاده از مدل حداقل مربعات کاملاً اصلاح‌شده، ضمن آزمون فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس، به بررسی فرضیه‌های پناهگاه آلودگی و اثرات بازگشتی نوآوری بر انتشار آلاینده‌ها در کشورهای گروه d8 در فاصله زمانی ۲۰۰۰ تا ۲۰۱۸ پرداخته است. بر اساس نتایج پژوهش، در کشورهای d8، بین محصول ناخالص داخلی و انتشار دی‌اکسیدکربن رابطه U معکوس وجود دارد. بنابراین فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس برای کشورهای مورد بررسی تأیید می‌شود. همچنین سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی تأثیر معنی‌دار مثبتی (در سطح ۱۰ درصد) بر انتشار دی‌اکسیدکربن دارد. پس فرضیه پناهگاه آلودگی نیز برای کشورهای مورد بررسی تأیید می‌شود. در نهایت، نوآوری از تأثیر معنی‌دار منفی (در سطح ۵ درصد) بر انتشار دی‌اکسیدکربن برخوردار است. بنابراین فرضیه اثرات بازگشتی نوآوری برای کشورهای مورد بررسی تأیید نمی‌شود.

روش بررسی

پژوهش حاضر از لحاظ روش، علمی-تحلیلی و از نظر هدف کاربردی است و روش گردآوری داده‌ها از نوع کتابخانه‌ای و آمار و داده‌های مربوط به متغیرهای به کار برده شده در پژوهش از بانک اطلاعات سری‌های زمانی اقتصادی بانک مرکزی و شاخص‌های توسعه جهان استخراج شده است. همچنین ابزار اقتصادسنجی مورد استفاده در پژوهش، نرم‌افزار EViews نسخه ۱۳ بوده است. قلمرو زمانی پژوهش، فصل اول سال ۱۳۹۰ تا فصل چهارم سال ۱۴۰۲ و قلمرو مکانی پژوهش نیز کشور ایران است. در این پژوهش با استفاده از روش رگرسیون کوانتایل به بررسی تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت ایران پرداخته شده است. مدل به کاررفته در پژوهش به صورت رابطه ۱ بوده که در آن LCO_2 : لگاریتم انتشار دی‌اکسیدکربن از احتراق صنعتی (انرژی)، $LLANDP$: لگاریتم شاخص قیمت زمین در مناطق شهری بر مبنای سال پایه ۱۳۹۵، $LVALUEA$: لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت بر مبنای سال پایه ۱۳۹۵، $URBANP$: نرخ رشد جمعیت شهری، U : جملات پسماند مدل و اندیس t متغیرها نشانگر زمان است.

$$LCO_{2t} = \alpha_1 + \alpha_2 LLANDP_t + \alpha_3 LVALUEA_t + \alpha_4 (LVALUEA_t)^2 + \alpha_5 URBANPG_t + U_t \quad (1)$$

در آمار و ادبیات اقتصادسنجی، میانگین یکی از معیارهای تمرکز است و مقدار آن به تنهایی نمی‌تواند اطلاعات کامل و دقیقی از جامعه آماری و شکل توزیع بدهد. به همین ترتیب رگرسیون معمولی (مبتنی بر میانگین شرطی) نیز با نقص‌هایی همراه است و اطلاعات کاملی در خصوص تأثیر متغیرهای توضیحی در سطوح یا کوانتایل‌های مختلف متغیر وابسته فراهم نمی‌کند. در این راستا، چندک‌ها^۱ یا صدک‌ها در کنار هم می‌توانند شکل توزیع و روابط میان متغیرها را به صورت جامع‌تری به تصویر بکشند. روش رگرسیون چندک (کوانتایل) که توسط کوانکر و بسیت (۱۹۷۸) معرفی شد، برخلاف روش حداقل مربعات معمولی اثر نهایی متغیرهای توضیحی بر متغیر وابسته در نقاط مختلف توزیع و نه فقط میانگین را برآورد می‌کند. این روش نسبت به روش حداقل مربعات معمولی دارای مزایایی است، از جمله ویژگی‌های این روش حساسیت کمتر نسبت به داده‌های پرت است، از طرف دیگر در این روش تخمین‌ها نسبت به نرمال نبودن، قوی و مستحکم هستند. علاوه بر مزیت‌های فوق رگرسیون کوانتایل نسبت به حداقل مربعات معمولی، در حضور ناهمسانی واریانس از استحکام نتایج بیشتری برخوردار است. مدل اقتصادسنجی کوانتایل یا رگرسیون برای کوانتایل τ متغیر وابسته، به عنوان تابع خطی از متغیرهای توضیح‌دهنده به صورت رابطه ۲ تصریح می‌شود:

$$y_i = x_i' \beta_\tau + u_{\tau i}, \quad Quant_\tau(y_i | x_i) = x_i' \beta_\tau \quad (2)$$

در رابطه ۲ $Quant_\tau(y_i | x_i)$ ، کوانتایل شرطی y_i به شرط x_i را نشان می‌دهد که عبارت $Quant_\tau(u_{\tau i} | x_i) = 0$ را تضمین می‌کند. در ساختار رگرسیون کوانتایل، اثر متغیرهای توضیحی بر توزیع شرطی متغیر وابسته به وسیله فرایند مینیمم کردن مجموع قدرمطلق خطاها تخمین زده می‌شود. برای برآورد ضرایب مدل فوق از حداقل‌سازی قدرمطلق خطاها با وزن‌دهی مناسب به صورت رابطه ۳ استفاده می‌شود (مهرآرا و شیرمحمدی، ۱۳۹۸):

$$\min \beta_\tau \left\{ \sum_{i: y_i \geq x_i' \beta_\tau} \tau |y_i - x_i' \beta_\tau| + \sum_{i: y_i < x_i' \beta_\tau} (1 - \tau) |y_i - x_i' \beta_\tau| \right\} \quad (3)$$

یافته‌های پژوهش

به منظور بررسی مشخصات عمومی متغیرها و تجزیه و تحلیل دقیق آن‌ها، آشنایی با آمار توصیفی مربوط به متغیرها لازم است. جدول ۱ آمار توصیفی متغیرهای به کاررفته در مدل پژوهش را نشان می‌دهد.

جدول ۱. آمار توصیفی متغیرها

نام متغیر	LCO_2	$LLANDP$	$LVALUEA$	$(LVALUEA)^2$	$URBANPG$
میانگین	۴/۶۱۴۲۶۲	۵/۲۴۴۴۷۱	۱۵/۱۲۷۹۲	۲۲۹/۸۸۸۸	۰/۰۰۴۱۳۶
میانه	۴/۵۴۸۵۳۷	۴/۶۷۰۹۵۸	۱۴/۶۴۹۱۴	۲۱۴/۵۹۷۳	۰/۰۰۲۸۷۱
ماکزیمم	۴/۸۶۱۵۹۰	۷/۳۷۷۹۴۶	۱۷/۱۳۹۳۲	۲۹۳/۷۵۶۲	۰/۰۰۹۱۳۷
مینیمم	۴/۴۳۸۴۷۱	۳/۵۱۷۴۹۸	۱۳/۷۶۵۳۸	۱۸۹/۴۸۵۸	۰/۰۰۲۹۴۰
انحراف معیار	۰/۱۴۵۷۱۲	۱/۱۰۵۳۳۲	۱/۰۲۷۸۷۴	۳۱/۸۰۶۹۴	۰/۰۰۱۳۷۲
چولگی	۰/۵۲۴۷۶۷	۰/۵۲۰۲۰۳	۰/۶۶۷۲۳۷	۰/۷۲۴۷۳۸	۲/۳۱۲۷۱۹
کشیدگی	۱/۶۳۱۹۲۴	۱/۹۸۲۱۷۶	۲/۰۳۰۰۵۸	۲/۱۰۴۲۳۵	۸/۱۹۸۸۷۱
آماره جاک-برا	۶/۰۷۰۱۹۰	۴/۳۳۵۰۹۱	۵/۵۵۶۵۱۳	۵/۹۲۷۷۳۰	۹۶/۸۸۲۸۷
احتمال	۰/۰۴۸۰۷۰	۰/۱۱۵۰۳۲	۰/۰۶۲۱۴۷	۰/۰۵۱۶۱۹	۰/۰۰۰۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

با توجه به به کارگیری داده‌های سری زمانی، ویژگی مهمی که باید در مدل‌سازی این گونه داده‌ها رعایت شود مقوله پایایی متغیرها و محدودیت ناشی از آن است. برای بررسی پایایی، از آزمون KPSS^۲ استفاده شده است. اگر مقدار آماره آزمون از مقدار بحرانی ارائه شده بزرگ‌تر باشد، فرضیه H_0 که بیانگر پایایی متغیر است، رد می‌شود. جدول ۲ آزمون پایایی مربوط به متغیرهای

1. Quantiles

2. Kwiatkowski-Phillips-Schmidt-Shin (KPSS)

لگاریتم انتشار دی اکسید کربن، لگاریتم شاخص قیمت زمین، لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت، مجذور لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت، و نرخ رشد جمعیت شهری را بر اساس آزمون KPSS نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، در آزمون پایایی مربوط به سطح متغیرهای مذکور، مقدار آماره آزمون KPSS از مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد کوچک‌تر است، بنابراین فرضیه H_0 مبنی بر پایایی متغیر تأیید می‌شود و متغیرهای لگاریتم انتشار دی اکسید کربن، لگاریتم شاخص قیمت زمین، لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت، مجذور لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت، و نرخ رشد جمعیت شهری پایا در سطح و یا به عبارتی دیگر $I(0)$ هستند. همچنین با توجه به اینکه داده‌های مورد استفاده در پژوهش، فصلی هستند، از آزمون ریشه واحد فصلی هگی^۱ نیز برای آزمون پایایی متغیرها استفاده شده است؛ که نتایج مربوط به این آزمون که در جدول ۳ آورده شده است، و حاکی از نبود هرگونه ریشه واحد متناوب و غیرمتناوب در این متغیرها است.

جدول ۲. آزمون پایایی KPSS

نام متغیر	سطح	مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد
LCO_2	آماره آزمون KPSS	۰/۱۳۲۳۹۰
	مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد	۰/۱۴۶۰۰۰
LLANDP	آماره آزمون KPSS	۰/۱۳۶۵۶۲
	مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد	۰/۱۴۶۰۰۰
LVALUEA	آماره آزمون KPSS	۰/۱۳۷۲۳۰
	مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد	۰/۱۴۶۰۰۰
$(LVALUEA)^2$	آماره آزمون KPSS	۰/۱۳۹۲۱۷
	مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد	۰/۱۴۶۰۰۰
URBANPG	آماره آزمون KPSS	۰/۰۹۵۳۲۷
	مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد	۰/۱۴۶۰۰۰

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ۳. نتایج آزمون ریشه واحد فصلی هگی

نام متغیر	فرضیه صفر	آماره محاسباتی	مقدار بحرانی در سطح معنی‌داری ۵ درصد
LCO_2	وجود ریشه واحد غیرفصلی	-۲/۴۷۹۳۰۸	-۱/۸۹
	وجود ریشه واحد با تناوب نیم‌سالانه	-۷/۱۴۵۷۲۵	-۱/۸۹
	وجود ریشه واحد با تناوب فصلی	۱۴۲/۸۴۳۳	۷/۹۸
LANDP	وجود ریشه واحد غیرفصلی	-۳/۶۲۵۱۱۲	-۱/۸۸
	وجود ریشه واحد با تناوب نیم‌سالانه	-۴/۴۵۷۰۴۴	-۱/۸۸
	وجود ریشه واحد با تناوب فصلی	۲۳/۹۷۳۴۸	۷/۹۰
LVALUEA	وجود ریشه واحد غیرفصلی	-۲/۶۸۰۰۱۰	-۱/۸۹
	وجود ریشه واحد با تناوب نیم‌سالانه	-۶/۳۴۶۵۱۴	-۱/۸۹
	وجود ریشه واحد با تناوب فصلی	۵۶/۹۴۱۴۳	۷/۹۸
$(LVALUEA)^2$	وجود ریشه واحد غیرفصلی	-۲/۶۸۳۵۵۲	-۱/۸۹
	وجود ریشه واحد با تناوب نیم‌سالانه	-۶/۳۹۷۲۳۶	-۱/۸۹
	وجود ریشه واحد با تناوب فصلی	۵۸/۳۳۶۸۷	۷/۹۸
URBANPG	وجود ریشه واحد غیرفصلی	-۹/۶۹۲۰۵۷	-۳/۱۸
	وجود ریشه واحد با تناوب نیم‌سالانه	-۷/۷۷۸۶۸۳	-۲/۷۴
	وجود ریشه واحد با تناوب فصلی	۱۰۶/۰۲۳۸	۱/۱۹

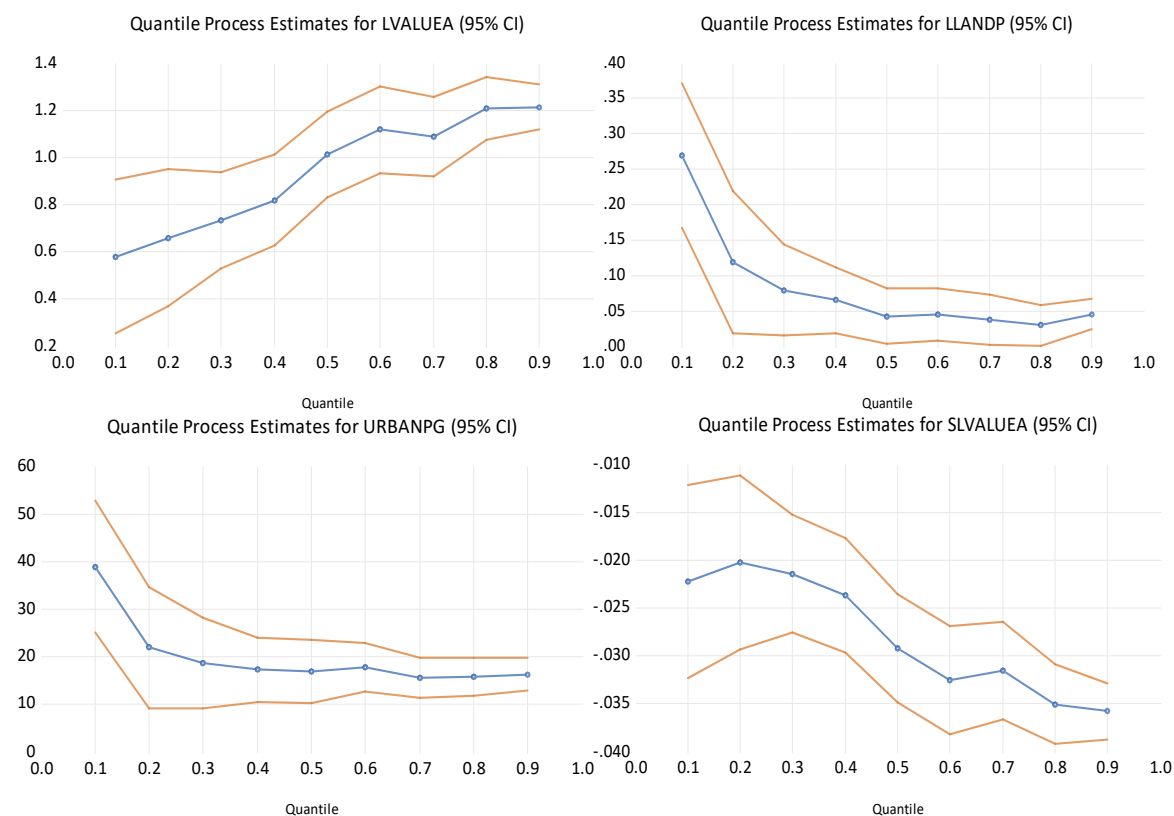
مأخذ: یافته‌های پژوهش

در ادامه به برآورد مدل پژوهش با استفاده از روش رگرسیون کوانتایل پرداخته می‌شود. جدول ۴ نتایج برآورد مدل پژوهش با استفاده از روش رگرسیون کوانتایل را نشان می‌دهد. همان‌طور که در جدول مشاهده می‌شود، در تمامی دهک‌ها، قیمت زمین، ارزش افزوده بخش صنعت و نرخ رشد جمعیت شهری، تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت ایران دارند و مجذور ارزش افزوده بخش صنعت تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت ایران دارد. تفسیر اندازه ضرایب در هر دهک مشابه با رگرسیون حداقل مربعات است. در دهک اول، یک درصد افزایش در هر یک از متغیرهای قیمت زمین، ارزش افزوده بخش صنعت و نرخ رشد جمعیت شهری به ترتیب باعث افزایش ۰/۲۶۹ درصد، ۰/۵۸ درصد و ۳۸/۹۵۵ درصد در انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت شده و یک درصد افزایش در متغیر مجذور ارزش افزوده بخش صنعت باعث کاهش ۰/۰۲۲ درصد در انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت شده است. در دهک پنجم (میان)، یک درصد افزایش در هر یک از متغیرهای قیمت زمین، ارزش افزوده بخش صنعت و نرخ رشد جمعیت شهری به ترتیب باعث افزایش ۰/۰۴۲ درصد، ۱/۰۱۳ درصد و ۱۶/۸۷۸ درصد در انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت شده و یک درصد افزایش در متغیر مجذور ارزش افزوده بخش صنعت باعث کاهش ۰/۰۲۹ درصد در انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت شده است. در دهک نهم نیز یک درصد افزایش در هر یک از متغیرهای قیمت زمین، ارزش افزوده بخش صنعت و نرخ رشد جمعیت شهری به ترتیب باعث افزایش ۰/۰۴۵ درصد، ۱/۲۱۳ درصد و ۱۶/۳۲۷ درصد در انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت شده و یک درصد افزایش در متغیر مجذور ارزش افزوده بخش صنعت باعث کاهش ۰/۰۳۵ درصد در انتشار دی‌اکسیدکربن در بخش صنعت شده است. همچنین در شکل ۱ نمودار ضرایب و فاصله اطمینان ۹۵ درصد متغیرهای لگاریتم قیمت زمین، لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت، مجذور لگاریتم ارزش افزوده بخش صنعت و نرخ رشد جمعیت شهری در دهک‌های مختلف برای درک بهتر روند ضرایب به تصویر کشیده شده است. لازم به ذکر است که در شکل ۱، متغیر $(LVALUEA)^2$ با نماد $SLVALUEA$ نشان داده شده است.

جدول ۴. نتایج برآورد مدل با استفاده از روش رگرسیون کوانتایل

متغیر	کوانتایل								
	+۱	+۲	+۳	+۴	+۵	+۶	+۷	+۸	+۹
LLANDP	۰/۲۶۹۳ (۵/۲۰)	۰/۱۱۹۱ (۲/۳۱)	۰/۰۷۹۶ (۲/۴۳)	۰/۰۶۵۰ (۲/۷۷)	۰/۰۴۲۶ (۲/۱۳)	۰/۰۴۵۱ (۲/۳۸)	۰/۰۳۷۹ (۲/۱۰)	۰/۰۲۹۹ (۲/۰۴)	۰/۰۴۵۶ (۴/۲۳)
LVALUEA	۰/۵۸۰۴ (۳/۵۱)	۰/۶۵۹۶ (۴/۴۵)	۰/۷۳۵۲ (۷/۰۸)	۰/۸۱۹۱ (۸/۳۶)	۱/۰۱۳۵ (۱۰/۹۷)	۱/۱۱۶۹ (۱۱/۹۰)	۱/۰۸۸۹ (۱۲/۷۴)	۱/۲۰۷۰ (۱۷/۹۶)	۱/۲۱۳۱ (۲۴/۷۳)
$(LVALUEA)^2$	-۰/۰۲۲۲ (-۴/۳۴)	-۰/۰۲۰۲ (-۴/۳۶)	-۰/۰۲۱۴ (-۶/۷۹)	-۰/۰۲۳۶ (-۷/۷۹)	-۰/۰۲۹۱ (-۱۰/۱۸)	-۰/۰۲۳۵ (-۱۱/۳۴)	-۰/۰۳۱۵ (-۱۲/۱۰)	-۰/۰۳۵۰ (-۱۶/۶۰)	-۰/۰۳۵۷ (-۲۴/۰۵)
URBANPG	۳۸/۹۵۵۵ (۵/۵۰)	۲۱/۹۵۲۸ (۳/۳۹)	۱۸/۷۰۸۳ (۳/۸۶)	۱۷/۳۳۶۹ (۵/۰۰)	۱۶/۸۷۸۹ (۴/۹۸)	۱۷/۸۶۱۶ (۶/۹۳)	۱۵/۶۰۹۵ (۷/۱۷)	۱۵/۸۸۸۹ (۷/۲۲)	۱۶/۳۳۷۶ (۹/۲۰)
C	-۰/۶۶۰۳ (-۰/۵۰)	-۱/۴۴۵۸ (-۱/۲۱)	-۲/۰۸۶۷ (-۲/۵۳)	-۲/۷۴۹۵ (-۳/۵۲)	-۴/۳۰۰۵ (-۵/۸۷)	-۵/۱۰۴۷ (-۶/۸۴)	-۴/۸۶۹۴ (-۷/۱۹)	-۵/۸۰۳۶ (-۱۰/۹۵)	-۵/۸۰۷۷ (-۱۴/۹۶)

مأخذ: یافته‌های پژوهش (مقادیر داخل پرانتز، مقدار آماره t است).



شکل ۱. ضرایب و فاصله اطمینان ۹۵ درصد متغیرهای LVALUEA، LLANDP، URBANPG و SLVALUEA در دهک‌های مختلف
 مأخذ: یافته‌های پژوهش

بحث و نتیجه‌گیری

هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت ایران با استفاده از روش رگرسیون کوانتایل در فاصله زمانی فصل اول سال ۱۳۹۰ تا فصل چهارم سال ۱۴۰۲ است. بر این اساس، این پژوهش در چهار بخش سازماندهی شد؛ به این ترتیب که پس از مقدمه، در قسمت دوم مبانی نظری و پیشینه پژوهش مرور شد. در قسمت سوم روش بررسی آورده شد و قسمت چهارم نیز به یافته‌های پژوهش اختصاص یافت. بر اساس نتایج به‌دست‌آمده از پژوهش، در تمامی دهک‌ها، قیمت زمین تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت ایران دارد. از این رو فرضیه پژوهش از نظر علمی تأیید شد. همچنین یافته‌های پژوهش حاکی از آن است که در تمامی دهک‌ها، ارزش افزوده بخش صنعت و نرخ رشد جمعیت شهری تأثیر مثبت و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت ایران دارند و مجذور ارزش افزوده بخش صنعت تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار دی‌اکسید کربن در بخش صنعت ایران دارد. در رابطه با تأثیر مثبت قیمت زمین بر انتشار دی‌اکسید کربن می‌توان بیان داشت که با افزایش قیمت زمین، محدودیت‌های تأمین مالی شرکت‌ها تشدید یافته است و از طریق (الف) محدود کردن توانایی آن‌ها برای تأمین مالی طرح‌های سازگار با محیط زیست یا اتخاذ فناوری‌های نوآورانه، (ب) سوق دادن آن‌ها به کاهش هزینه‌های تحقیق و توسعه، و تکیه بر منابع انرژی ارزان‌تر و کربن‌محور باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن می‌شود. این نتیجه در مطالعه گاو و همکارانش (۲۰۲۳) نیز تأیید شده است. بر این اساس، پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران اقتصادی از طریق اعمال سیاست‌های مالیاتی-ممانعتی نظیر مالیات بر عایدی سرمایه با هدف کاهش سفته‌بازی در زمین و کاهش ذخیره‌سازی زمین، زمینه لازم برای کاهش قیمت زمین و به دنبال آن کاهش انتشار دی‌اکسید کربن را فراهم سازند. تأثیر مثبت ارزش افزوده بخش صنعت بر انتشار دی‌اکسید کربن و تأثیر منفی مجذور ارزش افزوده بخش صنعت بر انتشار دی‌اکسید کربن حکایت از وجود رابطه U وارون بین متغیرهای رشد اقتصادی (ارزش افزوده بخش صنعت) و انتشار دی‌اکسید کربن دارد و مؤید فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس است. این نتیجه در مطالعات فهیمی‌فرد (۱۳۹۹) و ابوالحسنی و

همکاران (۱۳۹۸) نیز تأیید شده است. بنابراین پیشنهاد می‌شود سیاست‌گذاران اقتصادی از طریق بهبود کارایی مصرف نهاده انرژی در واحدهای تولیدی، زمینه رشد اقتصادی همراه با کاهش آلودگی را فراهم سازند. در رابطه با تأثیر مثبت نرخ رشد جمعیت شهری بر انتشار دی‌اکسیدکربن نیز می‌توان گفت که با افزایش نرخ رشد جمعیت شهری، تولیدات صنعتی و مصرف انرژی‌هایی نظیر برق، گازوئیل، بنزین و غیره افزایش یافته است و در نتیجه انتشار دی‌اکسیدکربن نیز افزایش می‌یابد. این نتیجه در مطالعه برخورداری (۱۳۹۷) نیز به تأیید رسیده است. بر این اساس پیشنهاد می‌شود، سیاست‌گذاران اقتصادی برنامه توسعه شهرها را هماهنگ با مباحث محیط زیست تدوین کنند.

منابع

- ابوالحسنی، اصغر؛ متقی، سمیرا و فرهادی، احسان (۱۳۹۸). بررسی تحلیلی ارتباط آلودگی محیط زیست و رشد اقتصادی (فرضیه کوزنتس) با تأکید بر نقش آموزش. *آموزش محیط زیست و توسعه پایدار*، ۸ (۱)، ۱۰۵-۱۱۶.
- امیرنیا، آرام (۱۴۰۲). تأثیر رشد اقتصادی، مصرف انرژی‌های تجدیدناپذیر و شهرنشینی بر انتشار دی‌اکسیدکربن در کشورهای عضو اوپک. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۱۲ (۴۸)، ۱۱-۳۰.
- برخورداری، سجاد (۱۳۹۷). هم‌گرایی یا واگرایی در سرانه انتشار دی‌اکسیدکربن در بین کشورهای عضو اوپک با تأکید بر کیفیت مقررات و کارایی دولت (رهیافت GMM). *تحقیقات اقتصادی*، ۵۳ (۲)، ۲۷۹-۳۰۱.
- فهیمی‌فرد، سیدمحمد (۱۳۹۹). بررسی فرضیه‌های زیست‌محیطی کوزنتس (EKC)، پناهگاه آلودگی (PHH) و اثرات بازگشتی نوآوری (REH) در کشورهای گروه D8: رهیافت مدل FMOLS. *پژوهشنامه اقتصاد انرژی ایران*، ۹ (۳۶)، ۱۰۳-۱۲۵.
- مهرآرا، محسن و شیرمحمدی، پگاه (۱۳۹۸). اثر درآمدهای گردشگری بر نابرابری درآمد با رویکرد رگرسیون پانل کواتایل (مطالعه موردی: منتخب کشورهای در حال توسعه). *مطالعات مدیریت گردشگری*، ۱۴ (۴۶)، ۱۹۷-۲۲۲.
- Abolhasani, A., Motaghi, S., & Farhadi, E. (2019). An Analytical Study on the Relationship between Environmental Pollution and Economic Growth (Kuznets Hypotheses) Emphasizing the Role of Education. *Quarterly Journal of Environmental Education and Sustainable Development*, 8 (1), 105-116. (in Persian)
- Amirnia, A. (2023). Impact of Economic Growth, Non-Renewable Consumption and Urbanization on Carbon Dioxide Emissions in OPEC Member Countries. *Iranian Energy Economics*, 12 (48), 11-30. (in Persian)
- Barkhordari, S. (2018). Convergence or Divergence in Per Capita CO₂ Emissions among OPEC Countries Focused on Regularity Quality and Government Effectiveness (GMM Approach). *Journal of Economic Research*, 53 (2), 279-301. (in Persian)
- Cai, L., Liao, Y., & Tang, H. (2025). How Does Land Finance Effect Carbon Emissions? Evidence from 270 Chinese Cities. *International Review of Economics and Finance*, 104, 1-15.
- Cull, R., & Xu, L. C. (2005). Institutions, Ownership, and Finance: The Determinants of Profit Reinvestment among Chinese Firms. *Financial Economics*, 77 (1), 117-146.
- Duranton, G., & Puga, D. (2004). Micro-Foundations of Urban Agglomeration Economies. *Handbook of Regional and Urban Economics*, 4, 2063-2117.
- Fahimifard, S. M. (2020). Studing the EKC, HHP and REH Hypothesizes in D8 Countries: FMOLS Approach. *Iranian Energy Economics*, 9 (36), 103-125. (in Persian)
- Gao, B., Huang, Z. H., Zhang, T., Sun, X., & Song, M. (2023). Exploring the Impact of Industrial Land Price Distortion on Carbon Emission Intensity: Evidence from China. *Land*, 12 (1), 1-20.
- Glaeser, E. L., & Kahn, M. E. (2010). The Greenness of Cities: Carbon Dioxide Emissions and Urban Development. *Urban Economics*, 67 (3), 404-418.
- Guo, L., Liu, Y., Jiang, Z., Yuan, X., & Jing, Q. (2025). Impact of Land Prices on Corporate Carbon Emission Intensity. *Scientific Reports*, 15 (1), 3632.
- Han, F., & Huang, M. (2022). Land Misallocation and Carbon Emissions: Evidence from China. *Land*, 11 (8), 1189.
- Han, M., Sun, R., Feng, P., & Hua, E. (2023). Unveiling Characteristics and Determinants of China's Wind Power Geographies Towards Low-Carbon Transition. *Environmental Management*, 331, 117215.
- Kellogg, R. (2014). The Effect of Uncertainty on Investment: Evidence from Texas Oil Drilling. *American Economic Review*, 104 (6): 1698-1734.
- Lee, K. H., & Min, B. (2015). Green R&D for Eco-Innovation and its Impact on Carbon Emissions and Firm Performance. *Cleaner Production*, 108, 534-542.
- Li, R. Wang, Q., Liu, Y., & Jiang, R. (2021). Per-Capita Carbon Emissions in 147 Countries: The Effect of Economic, Energy, Social, and Trade Structural Changes. *Sustainable Production and Consumption*, 27 (8), 1149-1164.
- Li, T., Wang, Y., & Zhao, D. (2016). Environmental Kuznets Curve in China: New Evidence from Dynamic Panel Analysis. *Energy Policy*, 91, 138-147.
- McMeekin, A., Geels, F. W., & Hodson, M. (2019). Mapping the Winds of Whole System Reconfiguration: Analysing Low-Carbon Transformations Across Production, Distribution and Consumption in the UK Electricity System (1990-2016). *Research Policy*, 48 (5), 1216-1231.
- Mehrara, M., & Shirmohammadi, P. (2019). The Effect of Tourism Revenues on Income Inequality with the Quantiles Panel Regression Approach (Case Study: Selected Developing Countries). *Tourism Management Studies*, 14 (46), 197-222. (in Persian)
- Moalla, M. (2023). Energy Consumption, CO₂ Emissions, and Economic Growth Nexus: ARDL Analysis for Türkiye. *Kent Akademisi*, 16, 19-37.

- Ofori-Sasu, D., Abor, J. Y., Agyekum Donkor, G. N., & Otchere, I. (2023). Renewable Energy Consumption and Carbon Emissions in Developing Countries: The Role of Capital Markets. *International Journal of Sustainable Energy*, 42 (1), 1407-1429.
- Qiao, R., Zhao, Z., Wu, T., Zhou, Sh., Ao, X., Yang, T., Liu, X., Liu, Zh., & Wu, Zh. (2025). Unveiling the Nonlinear Drivers of Urban Land Resources on Carbon Emissions: The Mediating Role of Industrial Upgrading and Technological Innovation. *Resources, Conservation & Recycling*, 212, 1-10.
- Sun, H., Edziah, B. K., Kporsu, A. K., Sarkodie, S. A., & Taghizadeh-Hesary, F. (2021). Energy Efficiency: The Role of Technological Innovation and Knowledge Spillover. *Technological Forecasting and Social Change*, 167, 120659.
- Turkyilmaz, S., & Ozturk, K. N. (2024). Analysis of Factors Affecting CO₂ Emissions in Turkiye Using Quantile Regression. *Sustainability*, 16 (22), 9634.
- Wan, Y., Sheng, N., Wei, X., & Su, H. (2023). Study on the Spatial Spillover Effect and Path Mechanism of Green Finance Development on China's Energy Structure Transformation. *Cleaner Production*, 415 (3), 137820.