

Original Article

The Effects of Digital Banking and GDP on Carbon Emissions in Iranian Provinces

Received: 2025.02.06

Accepted: 2025.10.19

Hadi Keshavarz*, Hossein Rezaei Haghighi, Mohammad Rezaei

Department of Economics,
Faculty of Business and
Economics, Persian Gulf
University, Bushehr, Iran

EXTENDED ABSTRACT

Introduction: Climate change and the environmental sustainability movement have forced many policy makers and businesses to reconsider their behavior. The financial and banking sector is no exception to this rule and is undergoing a transition towards digital transformation. Financial institutions worldwide are increasingly turning to digital banking services for their operations, which offer higher operational efficiency and lower but significant environmental impact. Iran is assessed as one of the most vulnerable countries to climate change, global warming, and environmental degradation. Therefore, understanding Iran's sensitivity to climate change becomes more and more essential for policymakers who aim to find ways to mitigate climate change and promote environmental sustainability.

Material and methods: Data analysis is based on the panel data econometric model with the generalized least squares method. For this purpose, the digital banking variable has been used as independent variables along with GDP, urbanization rate, energy consumption, and industrialization. Data on the number of digital banking transactions based on the total transactions of five digital payment tools including: mobile banking, internet banking, ATMs, store card readers and branch terminals were extracted from the website of the Central Bank of the Islamic Republic of Iran for each province on an annual basis. Also, data on the per capita carbon dioxide emissions were obtained from the consumption of gasoline, kerosene, petroleum gas, furnace oil, natural gas and liquefied petroleum gas published in the energy products statistics of the National Iranian Petroleum Products Distribution Company, the country's energy balance and hydrocarbon balance and then converted into CO₂ emissions in metric tons using the conversion factors used in the country's energy balance.

Results and discussion: The results show that the digital banking variable has a negative and significant effect on carbon emissions in the provinces of Iran. An increase in per capita digital banking transactions as well as per capita GDP and a decrease in urbanization rate; It can lead to a significant reduction in energy intensity and per capita carbon dioxide emissions. In addition, the effect of the GDP per capita variable on carbon emissions is positive (0.44) and its squared coefficient is negative (-0.13), which is consistent with the research principles. This conclusion indicates the confirmation of the Kuznets environmental hypothesis based on the inverted U-shaped relationship between economic growth and environmental degradation. According to the results obtained from the present study, the use of clean energies such as biogas energy, solar energy and wind energy is recommended. Also, policymaking in order to improve energy production and distribution technology in the country, realize energy prices, increase technical and environmental standards of industries, expand clean energies, internalize the social costs of carbon emissions and environmental degradation should provide conditions so that the increase in GDP is combined with the lowest environmental costs. Also, urbanization rates and energy consumption have a positive effect on carbon emissions, but the effect of industrialization on carbon emissions is positive but not significant.

Conclusion: In the coming years, it is expected that as the benefits of digital banking become more apparent, there will be more competition in the field of digitalization, and success or failure in this field can completely affect the future of a bank. On the other hand, considering the energy waste in the country and the issue of fuel consumption optimization, policymakers can take a step towards achieving this goal by supporting, encouraging, and encouraging digitalization. The research findings also show that energy intensity and carbon emissions will decrease in parallel with economic development and an increase in per capita income.

Keywords: Digital Bnking, GDP per Capita, Carbon Emissions, Panel Data Regression

How to cite this article:

Keshavarz, H., Rezaei
Haghighi, H., and Rezaei,
M. 2026. The Effects of
Digital Banking and GDP on
Carbon Emissions in Iranian
Provinces. Adv. Environ. Sci.
24 (2): 321-336.

* Corresponding Author Email Address: hd.keshavarz@pgu.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2025.238672.1488



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

اثرات بانکداری دیجیتال و تولید ناخالص داخلی بر انتشار کربن در استان‌های ایران



تاریخ دریافت: ۱۴۰۳/۱۱/۱۸

تاریخ پذیرش: ۱۴۰۴/۰۷/۲۷

هادی کشاورز*، حسین رضایی حقیقی، محمد رضایی

گروه اقتصاد، دانشکده کسب و کار و اقتصاد، دانشگاه خلیج فارس، بوشهر، ایران

چکیده مبسوط

سابقه و هدف: تغییرات اقلیمی و جنبش پایداری محیط زیست، بسیاری از سیاست‌گذاران، بنگاه‌ها را وادار به بازنگری در رفتار خود کرده است. بخش مالی و بانکی نیز از این قاعده مستثنا نیست و در حال گذار به سمت تحول دیجیتال است. مؤسسات مالی در سطح جهان به طور فزاینده‌ای برای فعالیت خود به خدمات بانکداری دیجیتال روی می‌آورند که بهره‌وری عملیاتی بالاتر و تأثیر زیست‌محیطی کمتر، اما قابل توجهی را ارائه می‌دهد. ایران به عنوان یکی از آسیب‌پذیرترین کشورها در برابر تغییرات آب‌وهوا، گرم شدن کره زمین و وخامت محیط زیست ارزیابی می‌شود؛ بنابراین درک حساسیت ایران نسبت به تغییر اقلیم برای سیاست‌گذارانی که هدفشان یافتن راه‌هایی برای کاهش تغییرات آب‌وهوایی و ارتقای پایداری محیطی زیست است بیش‌ازپیش ضروری می‌شود.

مواد و روش‌ها: تجزیه و تحلیل داده‌ها مبتنی بر الگوی اقتصادسنجی داده‌های تابلویی با روش حداقل مربعات تعمیم یافته است؛ به این منظور، از متغیر بانکداری دیجیتال در کنار تولید ناخالص داخلی، نرخ شهرنشینی، مصرف انرژی و صنعتی شدن به عنوان متغیرهای مستقل استفاده شده است. داده‌های مربوط به تعداد تراکنش‌های بانکی دیجیتال بر اساس مجموع تراکنش‌های پنج ابزار پرداخت دیجیتالی شامل: موبایل بانک، اینترنت بانک، خودپردازها، کارت‌خوان‌های فروشگاه‌ها و پایانه‌های شعب از تارنمای بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران برای هر استان به صورت سالانه استخراج گردیده است. همچنین، داده‌های مربوط به میزان انتشار سرانه گاز دی‌اکسید کربن از میزان مصرف بنزین، نفت سفید، نفت گاز، نفت کوره، گاز طبیعی و گاز مایع منتشرشده در آمارنامه فرآورده‌های انرژی‌زای شرکت ملی پخش فرآورده‌های نفتی ایران، ترازنامه انرژی و ترازنامه هیدروکربنی کشور اخذ و سپس با استفاده از ضرایب تبدیل به کار رفته در ترازنامه انرژی کشور به میزان انتشار گاز CO₂ برحسب تن متریک تبدیل شده است.

نتایج و بحث: نتایج نشان می‌دهد که متغیر بانکداری دیجیتال دارای تأثیر منفی و معنی‌دار بر انتشار کربن در استان‌های ایران می‌باشند. افزایش در سرانه تراکنش‌های بانکداری دیجیتال همچنین تولید ناخالص داخلی سرانه و کاهش در نرخ شهرنشینی؛ می‌تواند منجر به کاهش قابل توجهی در شدت انرژی و سرانه انتشار دی‌اکسید کربن گردد. علاوه بر این اثر متغیر سرانه تولید ناخالص داخلی بر انتشار کربن، ضریب تولید مثبت (۰.۴۴) و ضریب مجذور آن منفی (-۰.۱۳) است که مطابق با مبانی پژوهش است. این نتیجه‌گیری حاکی از تأیید فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس مبنی بر رابطه شکل U وارونه بین رشد اقتصادی و تخریب محیطی زیست می‌باشد. با توجه به نتایج به‌دست‌آمده از مطالعه حاضر، استفاده از انرژی‌های پاک از قبیل انرژی بیوگاز، انرژی خورشیدی و انرژی باد توصیه می‌گردد. همچنین سیاست‌گذاری در راستای ارتقای فناوری تولید و توزیع انرژی در کشور، واقعی سازی بهای انرژی، افزایش استانداردهای فنی و محیط زیستی صنایع، گسترش انرژی‌های پاک، درونی‌سازی هزینه‌های اجتماعی انتشار کربن و تخریب محیط زیست شرایطی فراهم گردد تا افزایش تولید ناخالص داخلی با کمترین هزینه‌های محیط زیستی توأم گردد. همچنین نرخ شهرنشینی و مصرف انرژی اثر مثبت بر انتشار کربن دارند اما اثر صنعتی شدن بر انتشار کربن مثبت بوده اما معنادار نیست.

نتیجه‌گیری: با آشکار شدن بیشتر مزایای بانکداری دیجیتال، انتظار می‌رود که در سال‌های آتی رقابت بیشتری در زمینه دیجیتال‌سازی صورت گیرد و موفقیت یا شکست در این زمینه، می‌تواند آینده یک بانک را کاملاً متأثر نماید. از طرف دیگر، با توجه به هدررفت انرژی در کشور و مقوله بهینه‌سازی مصرف سوخت، سیاست‌گذاران می‌توانند با حمایت، تشویق و ترغیب دیجیتالی سازی، گامی در راه تحقق این هدف بردارند. یافته‌های تحقیق همچنین نشان می‌دهد به موازات توسعه اقتصادی و افزایش درآمد سرانه از شدت انرژی و انتشار کربن کاسته خواهد شد.

واژه‌های کلیدی: بانکداری دیجیتال، تولید ناخالص داخلی سرانه، انتشار کربن، رگرسیون داده‌های تابلویی

استناد به این مقاله: کشاورز، ه.

رضایی حقیقی، ح. م.، رضایی.

۱۴۰۵. اثرات بانکداری دیجیتال و

تولید ناخالص داخلی بر انتشار کربن

در استان‌های ایران. فصلنامه علوم

محیطی نوین. ۲۴ (۲): ۳۳۶-۳۲۱.

* Corresponding Author Email Address: hd.keshavarz@pgu.ac.ir

DOI: 10.48308/envs.2025.238672.1488



Copyright: © 2026 by the authors. Submitted for possible open access publication under the terms and conditions of the Creative Commons Attribution (CC BY) license <https://creativecommons.org/licenses/by/4.0/>.

مقدمه

یکی از چالش‌های اساسی قرن ۲۱، تغییرات اقلیمی و گرمایش جهانی است که تأثیرات گسترده‌ای بر زندگی انسان‌ها و محیط زیست داشته است. افزایش انتشار گازهای گلخانه‌ای ناشی از فعالیت‌های انسانی، عامل اصلی این تغییرات زیست‌محیطی بوده و نیازمند توجه جدی و اقدام فوری است. انتشار بی‌رویه این گازها موجب تغییرات اقلیمی و گرم شدن نامتعارف زمین شده است. مشکل گرمایش زمین یک چالش فراگیر و جهانی است که در سال‌های اخیر توجه بسیاری از دولت‌ها، اتحادیه‌ها، سازمان‌های غیردولتی و طرفداران محیط زیست را به خود جلب کرده است.

ایران به عنوان یکی از آسیب‌پذیرترین کشورها در برابر تغییرات آب‌وهوا، گرم شدن کره زمین و وخامت محیط زیست ارزیابی می‌شود. تغییرات اقلیمی در ایران به اشکال مختلفی، همچون افزایش دما، کاهش بارش، خشک‌سالی‌های پیاپی، طوفان‌های شدید ظاهر شده است. این تغییرات، بخش‌های مختلف اقتصاد را متأثر کرده و چالش‌های جدی برای توسعه پایدار کشور ایجاد نموده است. ایران از میان ۱۸۰ کشور در شاخص عملکرد زیست‌محیطی (EPI) ۲۰۲۲ در رتبه ۱۳۳ قرار دارد.

تحقیقات نشان داده است که عوامل متعددی ممکن است بر انتشار دی‌اکسید کربن تأثیر بگذارند. یکی از این عوامل از که در بیشتر مطالعات ذکر شده است، استفاده از فناوری‌های نوین است که اقتصاد دیجیتال و بانکداری دیجیتال بخشی از آن می‌باشد. دیجیتال‌سازی در امور مالی که به عنوان «مالی دیجیتال» شناخته می‌شود، به‌عنوان یک سیستم پرداخت دیجیتال قابل‌اعتماد با استفاده از تلفن‌های همراه، رایانه‌های شخصی، اینترنت و غیره است (Ozili, 2018). هونگ و همکاران (۲۰۱۸) مالی دیجیتال را به‌عنوان روشی معرفی می‌کند که در آن از فناوری دیجیتال برای امکان‌پذیر کردن پرداخت، سرمایه‌گذاری و ارائه سایر خدمات مالی استفاده می‌شود (Hug et al., 2018). بانکداری دیجیتال به عنوان یکی از زیر بخش‌های مالی دیجیتال، بر اتوماسیون فرآیندهای

سطح بالا، خدمات مبتنی بر وب و API‌ها^۱ متکی است تا سطوح بالایی از کارایی هزینه، امنیت و انعطاف‌پذیری را برای بانک‌ها و مشتریان آن‌ها فراهم آورند.

دیجیتال‌سازی می‌تواند اثرات دوگانه‌ای بر مصرف انرژی و انتشار کربن داشته باشد؛ از یک سو می‌تواند باعث کاهش شدت انرژی شود. برای مثال، استفاده از خدمات بانکداری دیجیتال می‌تواند منجر به دریافت خدمات بانکی در محل کار، زندگی و یا تحصیل مشتریان گردد؛ بنابراین، مشتریان بانک‌ها نیازی به جابه‌جایی و حمل‌ونقل نخواهند داشت و از این رهگذر هزینه سوخت و استهلاک وسایل نقلیه در کشور تاحدی کاهش خواهد یافت (Kuosuwan et al., 2024). همچنین، انجام فعالیت‌های بانکی به صورت مجازی و بدون حضور فیزیکی در محل شعب بانک‌ها با استفاده از تراکنش‌های دیجیتال باعث کاهش هزینه‌های تولید و توزیع کاغذ برای چاپ اسکناس و فرم‌های بانکی و به تبع آن، کاهش هزینه‌های انرژی مترتب بر این فرایند خواهد شد که این موضوع باعث کاهش قطع درختان جنگلی برای تولید کاغذ و یا کاهش استفاده از نی، نیشکر و ذرت برای تولید کاغذ و متعاقب آن، حفاظت از محیط زیست، افزایش جذب دی‌اکسید کربن منتشره توسط گیاهان و درختان و استفاده از این منابع برای تولید انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های زیستی خواهد شد (Ozen & Yildirim, 2023). علاوه بر این، بانکداری دیجیتال منجر به کاهش بسیاری از شعب فیزیکی بانک‌های فعلی و یا ایجاد بانک‌های کاملاً دیجیتال بدون شعب فیزیکی، به‌صورت مجازی گردیده که این موضوع نیز کاهش هزینه‌های انرژی مربوط به آب، برق و گاز مصرفی جهت روشنایی، سرمایش و گرمایش ساختمان‌های شعب بانک‌ها را در پی داشته است. به‌طور خاص، مالی دیجیتال از بازسازی صنایع حمایت نموده و صرفه‌جویی در هزینه‌ها نقدینگی لازم برای تحول صنایع پرمصرف انرژی را به صنایع کم‌کربن و پرسود تقویت می‌کند (Kuosuwan et al., 2024; Tan et al., 2024; Li et al., 2023). نهایتاً مالی دیجیتال مصرف‌کنندگان را به مشارکت در

رفتارهای زیست‌محیطی در زندگی روزمره تشویق می‌کند (Allahham et al., 2024; Rahman & Sadik, 2024).

دیجیتال‌سازی علاوه بر مزایایی که دارد، می‌تواند منجر به افزایش شدت انرژی و انتشار کربن نیز شود. توسعه سیستم مالی باعث افزایش تقاضای انرژی در سراسر جهان شده است. دیجیتالیزاسیون سیستم‌های مالی به معنای مصرف انرژی بسیار زیادی است؛ بنابراین، دیجیتالیزاسیون به یک مکانیسم مهم تبدیل شده است که ممکن است تأثیر مخرب جدی بر محیط زیست در سراسر جهان داشته باشد (Yang and Masron, 2022). از یک سو، توسعه سیستم مالی می‌تواند پیامدهای نامطلوب زیست‌محیطی در پی داشته باشد. از سوی دیگر، افزایش جمعیت و تأثیر آن بر افزایش تقاضای انرژی نیز می‌تواند به طور قابل توجهی به محیط زیست آسیب برساند. افزایش جمعیت به طور طبیعی با افزایش ظرفیت‌های تولید کشورهای مختلف و به تبع آن افزایش میزان مصرف همراه است. این چرخه منجر به رشد قوی مصرف سوخت‌های فسیلی و در نتیجه شتاب در تخریب محیط زیست شده است. در نتیجه افزایش جمعیت، استفاده از تراکنش‌های مالی افزایش یافته است و مؤسسات مالی از نوآوری‌های تکنولوژیکی برای آسان‌تر و در دسترس‌تر کردن تراکنش‌های مالی استفاده کرده‌اند؛ بنابراین، اساساً، گسترش جمعیت و افزایش مداوم تقاضای انرژی باعث افزایش تخریب محیط زیست شده است (Özen & Yildirim, 2023). این تأثیر دوگانه را می‌توان با اضافه نمودن بخش مالی به منحنی محیطی کوزنتس (EKC) (Kuznets, 1955) بهتر توضیح داد. منحنی زیستی کوزنتس اولیه یک منحنی U شکل معکوس می‌باشد که ارتباط میان تخریب محیط زیست و رشد اقتصادی را نشان می‌دهد. بر اساس این منحنی، شدت تخریب محیط زیست با رشد اقتصادی افزایش می‌یابد تا زمانی که درآمد متوسط به یک نقطه خاص در طول دوره برسد و بعد از این نقطه عطف، رابطه رشد اقتصادی با تخریب محیط زیست به شکل معکوس می‌شود (Seker et al., 2015). با در نظر گرفتن بخش مالی می‌توان گفت که در مراحل اولیه توسعه اقتصادی، الزامات

سودآوری، بخش بانکی را مجبور می‌کند مقدار زیادی از وجوه اعتباری را به صنایع سرمایه‌بر، پرمصرف انرژی و آلوده‌کننده سنگین ارائه دهد. در این دوره اولیه، پیشرفت فنی از رشد اقتصادی عقب می‌ماند که منجر به بهره‌وری تولید پایین می‌شود و توسعه بخش مالی منجر به تخلیه سریع سرمایه زیست‌محیطی می‌شود. مراحل بعدی توسعه، تخریب محیط زیست را آشکار می‌کند که به عقب نگه داشتن توسعه اقتصادی شروع می‌کند و به کاهش رفاه اجتماعی و بیداری تدریجی آگاهی عمومی نسبت به محیط زیست منجر می‌شود (Chen et al., 2019). افزایش تقاضای حفاظت از محیط زیست از سوی عموم، اولویت‌های شرکت‌ها را در تمرکز بر مسائل زیست‌محیطی تقویت می‌کند. تحت هدایت سیاست‌های دولتی و سرمایه‌گذاری‌های زیست‌محیطی، تعداد قابل توجهی از فعالیت‌های مالی با رویکرد حفاظت از محیط زیست شروع می‌شوند که منجر به هم‌افزایی بین توسعه مالی و کاهش آلودگی و کربن می‌شود. بخش مالی شروع به تنظیم اعتبارات خود می‌کند، درحالی‌که اعتبار برای بخش‌های آلوده‌کننده محدود می‌شود. در مقابل، دسترسی نسبی بخش‌های پاک به تأمین مالی همراه با افزایش بازده سرمایه‌گذاری آن‌ها افزایش می‌یابد. هزینه‌های تأمین مالی بخش‌های با آلودگی بالا به دلیل فشار اعتباری افزایش می‌یابد که منجر به کاهش عملکرد اقتصادی در این بخش‌ها می‌شود، در نتیجه ظرفیت تولیدی که از تکنولوژی پایین استفاده نموده کاهش داده و شرکت‌ها را به کاهش آلودگی و کربن تشویق می‌کند (Liu et al., 2023). براین اساس، اگرچه سرمایه‌گذاری‌های انجام‌شده برای کانال‌های بانکداری دیجیتال در کوتاه‌مدت انتشار کربن را افزایش می‌دهد، در بلندمدت انتظار می‌رود اثر کاهشی بر انتشار کربن داشته باشد. در زمینه بانکداری دیجیتال و انتشار کربن مطالعه‌ای در استان‌های ایران صورت نگرفته است، لیکن برخی مطالعات مرتبط در ادامه آورده شده است. مطالعات در این زمینه را می‌توان در دو گروه تقسیم‌بندی نمود: الف) مطالعاتی که رابطه تولید ناخالص داخلی و محیط زیست را بررسی نموده‌اند که در

(2025)، (Konadu-Yiadom *et al.* (2025)، (Mangi (2025)، (Ng *et al.* (2025) متغیرهایی مانند توسعه مالی، مالی سازی، تکنولوژی مالی و... بر انتشار کربن و شدت انرژی مؤثر می‌دانند. در داخل نیز مطالعاتی اثر متغیرهای مالی را بر کیفیت محیط زیست، انتشار کربن و شدت انرژی بررسی نموده‌اند. در زمینه مطالعات داخلی می‌توان به پژوهش‌های Asgharpourpour (2013)، (Mahdavi and Amirbabaei (2016)، (Aghaei *et al.* (2018)، (Gorgij and Shahraki (2022)، (Fakher (2023)، (Maaboudi and Dare Nazari (2022)، (Nademi and Dalvandi (2023)، (Jamshidi *et al.* (2024)، (Nasiri *et al.* (2024)، (Salari and Shahraki (2024)، (Shokouhifard *et al.* (2024)، (Shahzad Ijaz *et al.* (2025) اشاره کرد. اکثر این مطالعات اثر توسعه مالی را به عنوان متغیر اثرگذار بر شدت انرژی و محیط زیست تأیید نموده‌اند. به طور خاص در مورد بانکداری دیجیتال مطالعات بسیار اندکی به بررسی اثر این متغیر بر کیفیت محیط زیست پرداخته‌اند. نتایج این مطالعات نشان می‌دهد بانکداری دیجیتال به عنوان یک متغیر اثرگذار بر شدت انرژی و انتشار کربن می‌باشد (Pu *et al.*, 2024; Manta *et al.*, 2024; Kuosuwan *et al.*, 2024; Özzen & Yıldırım, 2023; Bhat, 2023; He *et al.*, 2019; Knowles MERRILL *et al.*, 2019).

طبق بررسی‌های انجام شده در مطالعات قبلی داخلی و خارجی، عمدتاً به بررسی تأثیر توسعه مالی، اقتصاد دانش‌بنیان، فناوری‌های جدید، اقتصاد دیجیتال و فناوری اطلاعات و ارتباطات بر روی کارایی انرژی، مصرف انرژی، رشد اقتصادی، تغییرات اقلیمی و پایداری زیست‌محیطی پرداخته‌اند و به دلیل جدید و بدیع بودن بانکداری دیجیتال، مطالعات چندانی در زمینه تأثیر آن بر شدت انرژی و انتشار کربن صورت نپذیرفته است.

از بررسی و تحلیل پیشینه و ادبیات نظری، ملاحظه می‌شود که بانکداری دیجیتال و تولید ناخالص داخلی می‌توانند بر انتشار کربن اثرگذار باشند. باوجوداین، تأثیر دقیق این عوامل بر انتشار کربن چندان مشخص نیست و مستلزم مطالعات

زمینه اکثر مطالعات از فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس EKC استفاده نموده‌اند. (ب) مطالعاتی که متغیرهای مالی و به طور خاص بانکداری دیجیتال را بر انتشار کربن در نظر گرفته‌اند. در گروه اول، مطالعات متعددی در مورد فرضیه EKC در طول سه دهه گذشته برای کشورهای مختلف و همچنین ایران انجام شده است که برخی از آن‌ها مواردی مانند مصرف انرژی، توسعه مالی، گشایش تجاری و غیره را در تجزیه و تحلیل خود گنجانده‌اند. نتایج برخی از آن‌ها شواهدی ارائه می‌دهند که EKC معتبر است (Murshed & Dao, 2022; Ben Cheikh *et al.*, 2021; Bibi & Jamil, 2021; Murshed *et al.*, 2021; Grossman & Krueger, 1991; Stern *et al.*, 1979). برخی دیگر از مطالعات فرضیه EKC را تأیید نمی‌کنند، همانند (Guo *et al.*, 2023; Dong *et al.*, 2016; Mrabet & Alshamara, 2007). در داخل، برخی مطالعات از جمله (Alishiri (۲۰۱۷)، (Poor Kazemi and Ebrahimi (۲۰۱۹)، (Ahmadian *et al.* (۲۰۱۹) و (Seifipour (۲۰۲۱) نشان می‌دهند که فرضیه محیطی کوزنتس تأیید می‌شود و برخی دیگر از مطالعات داخلی نیز نشان دادند فرضیه محیطی کوزنتس تأیید نمی‌شود (Farahati & Salim, 2022; falahi (2010)، (Arabmazar & Sedaghat-Parast, 2010) و (farid, 2013). در این گروه دوم، مطالعات مختلفی انجام شده است. در این گروه (Shahbaz *et al.* (2018) پیشنهاد می‌کنند که توسعه مالی باید در هنگام بررسی عوامل اقتصاد کلان کیفیت محیط زیست در نظر بگیرد، زیرا اهمیت زیادی برای توسعه شرکت‌ها و اقتصادها دارد. در این گروه مطالعاتی همچون (Shahbaz (2012)، (Lean (2012)، (Islam *et al.* (2013)، (He *et al.* (2019)، (Gómez and Rodríguez (2019)، (Pan *et al.* (2019)، (Chiu and Lee, Ntow-Gyamfi *et al.* (2020)، (Yang and Anton and Afloarei Nucu (2020)، (Masron (2022)، (Chang (2022)، (Lu *et al.*, (2023)، (Song Allahham *et al.*, (2023)، (Wan *et al.*, (2023)، (Coffie *et al.* (2024)، (Xie *et al.* (2024)، (Wang *et al.* (2024)، (Zhou *et al.* (2024)، (Shahzad Ijaz *et al.* (2024).

بیشتری است. این پژوهش، با استفاده از داده‌های استانی ایران، آثار بانکداری دیجیتال و تولید ناخالص داخلی بر انتشار کربن مورد بررسی قرار می‌گیرد.

مواد و روش‌ها

این مطالعه به دنبال تأثیر شاخص‌های بانکداری دیجیتال، به‌ویژه تعداد کل تراکنش‌های بانکی دیجیتال ایجادشده از طریق اینترنت بانک، بانکداری مبتنی بر تلفن همراه، دستگاه‌های خودپرداز، کارت‌خوان‌های فروشگاه‌ها و شعبه‌ای بر انتشار دی‌اکسید کربن است. جدا از موضوع اصلی مطالعه (بانکداری دیجیتال)، رشد اقتصادی، نرخ شهرنشینی، میزان مصرف سرانه انرژی و سهم صنعت از تولید ناخالص داخلی به عنوان نمادی از رشد اقتصادی نیز یک متغیر توضیحی مهم برای تخریب محیط زیست است. علاوه بر این، این مطالعه به دنبال تعیین رابطه بلندمدت بین بانکداری دیجیتال و رشد اقتصادی با انتشار گازهای گلخانه‌ای از دیدگاه فرضیه EKC است؛ بنابراین، استفاده از تولید ناخالص داخلی در تجزیه و تحلیل نتایج بهتری ارائه می‌دهد و یافته‌های قابل توجه‌تری به دست می‌دهد. بر اساس آنچه در قسمت مبانی پژوهش ذکر شد و همچنین مطالعه Özen and Yıldırım (۲۰۲۳)، الگوی پژوهش به صورت زیر ارائه می‌گردد.

$$PCO2_{it} = f(PDB_{it}, PSI_{it}, PGDP_{it}, PCE_{it}, UR_{it}) \quad (1)$$

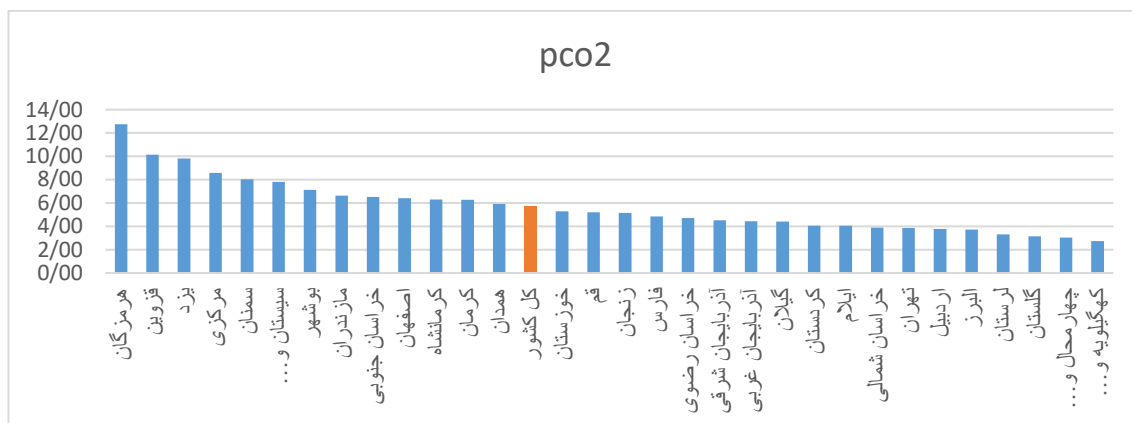
در این الگو $PCO2_{it}$ انتشار سرانه دی‌اکسید کربن (تن به ازای هر نفر)، PDB_{it} سرانه بانکداری دیجیتال (شامل مجموع تراکنش‌های مالی ثبت‌شده توسط دستگاه‌های خودپرداز، پایانه‌های شعب، کارت‌خوان‌های فروشگاه‌ها، موبایل‌بانک و اینترنت‌بانک ثبت‌شده در آمارها و داده‌های بانک مرکزی در دوره مورد نظر)، SI_{it} سهم بخش صنعت از تولید ناخالص داخلی به روش ارزش افزوده به عنوان شاخصی برای صنعتی شدن هر استان، $PGDP_{it}$ سرانه تولید ناخالص داخلی به روش ارزش افزوده برای استان‌های کشور به قیمت ثابت، PCE مصرف سرانه انرژی در هر استان و UR_{it} نرخ شهرنشینی در استان‌های کشور است. داده‌ها از مرکز آمار ایران، سایت بانک

مرکزی جمهوری اسلامی ایران و ترازنامه انرژی استخراج شده است. به منظور محاسبه انتشار CO_2 برای هر سال در هر استان، در مرحله اول میزان مصرف هر یک از سوخت‌های فسیلی (شامل بنزین، نفت سفید، گاز نفت، نفت کوره، گاز مایع و گاز طبیعی) از ترازنامه انرژی استخراج گردید. سپس در مرحله بعد با ضرب مقدار مصرف هر سوخت در ضریب انتشار دی‌اکسید کربن آن‌ها، میزان انتشار کربن ناشی از هر نوع سوخت فسیلی در هر سال به دست آمد. در مرحله بعد با جمع میزان انتشار دی‌اکسید کربن ناشی از مصرف تمامی سوخت‌های فسیلی، میزان کل انتشار دی‌اکسید کربن در یک استان و در یک سال به دست آمد. این فرآیند برای تمامی سال‌های مورد بررسی (۲۰۱۱-۲۰۲۱) و تمامی استان‌ها (۳۱ استان) انجام شد.

شکل شماره ۱، میانگین سرانه انتشار گاز دی‌اکسید کربن را در استان‌های کشور در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. استان‌های هرمزگان، قزوین و یزد به ترتیب بیشترین و استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، چهارمحال و بختیاری و گلستان به ترتیب کمترین میانگین انتشار گاز دی‌اکسید کربن را در ازای هر نفر جمعیت در این دوره دارا می‌باشند. میانگین انتشار سرانه دی‌اکسید کربن برای کل کشور ۵.۹ تن است.

شکل شماره ۲، میانگین مطلق انتشار گاز دی‌اکسید کربن را در استان‌های کشور در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. استان‌های تهران، اصفهان و خراسان رضوی به ترتیب بیشترین و استان‌های کهگیلویه و بویراحمد، ایلام و چهارمحال و بختیاری به ترتیب کمترین میانگین انتشار گاز دی‌اکسید کربن را در این دوره دارا می‌باشند.

شکل شماره ۳، میانگین سرانه بانکداری دیجیتال (تراکنش بانکی دیجیتال) را در استان‌های کشور در دوره مورد مطالعه نشان می‌دهد. استان‌های تهران، البرز و هرمزگان به ترتیب بیشترین و استان‌های سیستان و بلوچستان، لرستان و آذربایجان غربی به ترتیب کمترین میانگین سرانه بانکداری دیجیتال را در این دوره دارا می‌باشند. میانگین این شاخص برای کل کشور نیز برابر عدد ۲۳۲ است.

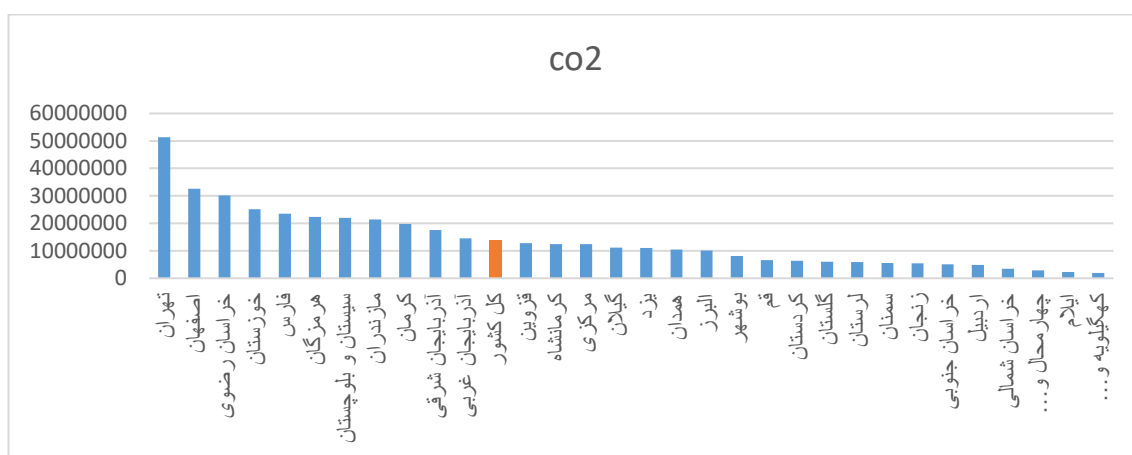


شکل ۱- میانگین سرانه انتشار گاز دی اکسید کربن (تن) در دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰

Fig.1- The average per capita carbon dioxide emissions during the period 1390- 1400

منبع: محاسبات محققین بر اساس ترازنامه هیدروکربوری

Source: Researcher calculations based on the hydrocarbon balance sheet

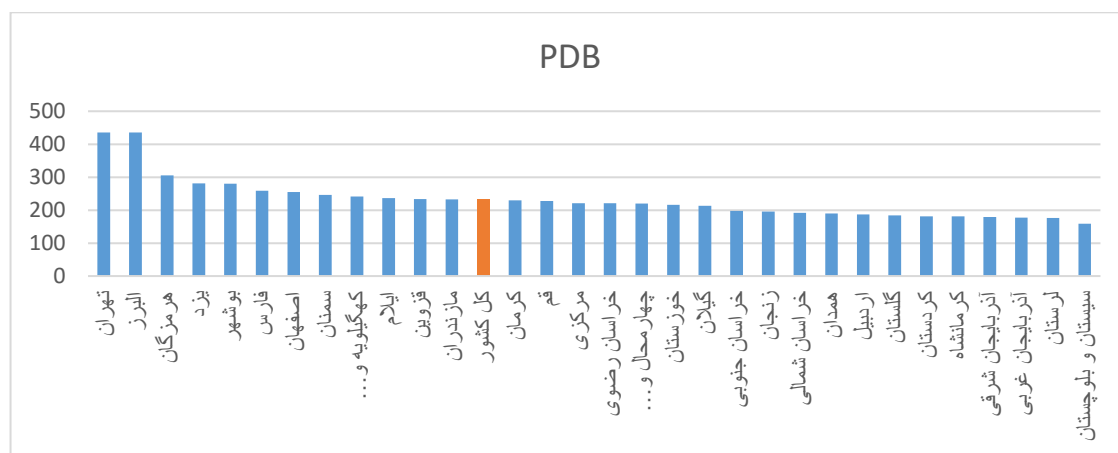


شکل ۲- میانگین مطلق انتشار گاز دی اکسید کربن (تن) در دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰

Fig. 2- The average of carbon dioxide emissions during the period 2012-2022.

منبع: محاسبات محققین بر اساس ترازنامه هیدروکربوری

Source: Researcher calculations based on the hydrocarbon balance sheet



شکل ۳- میانگین سرانه تراکنش های بانکداری دیجیتال در دوره ۱۳۹۰ تا ۱۴۰۰

Fig. 3 – The average per capita digital banking transactions during the period 1390-1400

(منبع: محاسبات محققین بر اساس داده های بانک مرکزی جمهوری اسلامی ایران)

بر اساس آنچه در مبانی گفته شد برای بررسی بانکداری دیجیتال در کنار سایر عوامل بر انتشار کربن، الگوی تحقیق به صورت زیر تصریح گردید که در آن همه متغیرها به صورت لگاریتمی استفاده شده‌اند.

$$PCO2it = \gamma_0 + \gamma_1 PDBit + \gamma_2 SIit + \gamma_3 PGDPit + \gamma_4 PGDPit^2 + \gamma_5 URit + \gamma_6 PCEit + Uit \quad (3)$$

در این الگو چنانچه ضریب تولید ناخالص سرانه هر استان γ_3 مثبت باشد و ضریب مجذور آن منفی γ_{40} باشد فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس تأیید شده و به معنی آن است که افزایش تولید با نرخ کاهنده باعث افزایش انتشار کربن (تخریب محیطی زیست) خواهد شد.

همان‌طور که ذکر شد الگوی پژوهش بر اساس روش داده‌های تابلویی تخمین زده می‌شود. چارچوب کلی داده‌های تابلویی به صورت زیر است:

$$y_{it} = \alpha + \beta x_{it} + \mu_i + \lambda_t + \varepsilon_{it} \quad (2)$$

y متغیر وابسته، x متغیرهای توضیحی و ε جزء اخلاص است. μ بیانگر اثرات ثابت بوده و شامل عوامل غیر قابل مشاهده و مستقل فردی می‌شود و λ به اثرات عوامل غیر قابل مشاهده و مستقل از زمان اشاره دارد. الگوی داده‌های تابلویی به دو گروه اثرات ثابت^۳ و اثرات تصادفی^۴ تقسیم می‌شوند. در الگوی اثرات تصادفی μ_i و λ_t همانند ε_{it} از متغیرهای توضیحی مستقل بوده اما در اثرات ثابت μ_i و λ_t برخلاف ε_{it} از متغیرهای توضیحی مستقل نیستند. تشخیص نوع الگوی داده‌های تابلویی بر اساس سه آزمون هاسمن، بروش پاگان و آزمون چاو مشخص می‌شود.

جدول ۱- تعاریف متغیرها و علامت‌های انتظاری
Table 1- Definitions of variables and expected signs

متغیر	تعریف	واحد سنجش	منبع	علامت انتظاری
انتشار سرانه دی‌اکسید کربن ($PCO2$)	انتشار دی‌اکسید کربن جمعیت	نسبت	محاسبه شده توسط نویسندگان تحقیق بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران	
سرانه بانکداری دیجیتال (PDB)	بانکداری دیجیتال جمعیت	نسبت	محاسبه شده توسط نویسندگان تحقیق بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران	+ یا -
شاخص صنعتی شدن (SI)	ارزش افزوده بخش صنعت داخلی ناخالص تولید	نسبت	محاسبه شده توسط نویسندگان تحقیق بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران	+
شاخص فناوری اطلاعات (ICT)	تعداد مشترکان تلفن همراه مشغول به کار	تعداد	مرکز آمار ایران	-
مصرف سرانه انرژی (PCE)	مصرف انرژی جمعیت	نسبت	نرخ رشد سطح عمومی قیمت‌ها در هر استان	نرخ
اقتصادی ($PGDP$)	تولید ناخالص داخلی جمعیت	نسبت	مرکز آمار ایران	+ یا -
نرخ شهرنشینی (UR)			محاسبه شده توسط نویسندگان تحقیق بر اساس داده‌های مرکز آمار ایران	-

(منبع: یافته‌های تحقیق)

نتایج و بحث

برای تخمین الگو ابتدا بایستی مانایی متغیرهای الگو بررسی شود. نتایج آزمون مانایی متغیرهای مدل در جدول (۲) زیر ارائه شده است.

با توجه به این که مقدار احتمال آزمون‌های ریشه واحد در تمامی حالات فوق کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد، نتیجه گرفته می‌شود که فرض آماری داشتن ریشه واحد در تمام متغیرهای فوق رد می‌شود. بنابراین این متغیرها مانا (پایا) می‌باشند. بدین ترتیب بدون هیچ‌گونه نگرانی بابت رخ دادن رگرسیون کاذب می‌توان مدل را برآورد نمود.

آزمون‌های الگو

نتایج آزمون‌های چاو که برای بررسی بین مدل‌های اثرات

ثابت و اثرات تلفیقی انجام می‌شود در جدول (۳) ارائه شده است.

از آنجایی که مقدار احتمال آزمون اف لیمر کوچک‌تر از ۰/۰۵ می‌باشد، لذا فرض صفر مبنی بر وجود رگرسیون Pooled یا تجمیعی (رگرسیون بدون وجود اثرات ثابت یا تصادفی) رد شده و بنابراین الگوی مناسب برای برآورد مدل مورد بررسی، دارای اثرات ثابت یا اثرات تصادفی بوده و به صورت تجمیعی یا Pooled نیست. مقدار احتمال آزمون هاسمن نیز کمتر از ۰/۰۵ می‌باشد، در نتیجه این فرض آماری که مدل دارای اثرات تصادفی باشد، رد می‌شود و بنابراین، مدل دارای اثرات ثابت بر روی مقاطع (استان‌های کشور) می‌باشد.

جدول ۲- نتایج آزمون ریشه واحدلین، لین و چو

Table 2- Unit root Levin, Lin & Chu test

نتیجه result	مقدار احتمال Probability level	آماره آزمون Statistic	نماد symbol	نام متغیر Variable
تأیید مانایی	0.0000	-9.6	LPCI	لگاریتم سرانه مصرف انرژی Logarithm of per capita energy consumption
تأیید مانایی	0.0000	-3.43	LPCO ₂	لگاریتم سرانه انتشار در اکسید کربن Logarithm of per capita carbon dioxide
تأیید مانایی	0.0000	-7.76	LPDB	لگاریتم سرانه بانکداری دیجیتال Logarithm of per capita digital banking
تأیید مانایی	0.0000	-7.08	LSI	لگاریتم صنعتی شدن Logarithm of industrialization
تأیید مانایی	0.0000	-7.206	LPGDP	لگاریتم تولید سرانه Logarithm of per capita production
تأیید مانایی	0.0000	-3.03	LUR	لگاریتم نرخ شهرنشینی Logarithm of urbanization rate

(منبع: یافته‌های پژوهش)

جدول ۳- نتیجه آزمون اف لیمر (چاو) و هاسمن

Table 3- Results of the F-limer (Chow) and Hausman test

نتیجه Result	مقدار احتمال Probability level	مقدار آماره Statistic	آزمون test
اثرات ثابت یا تصادفی Fixed or random effects	0.0000	90.24	آزمون چاو Chow test
اثرات ثابت Fixed effects	0.0000	55.25	آزمون هاسمن Hausman test

(منبع: یافته‌های پژوهش)

جدول ۴- نتایج تخمین الگوی
Table 4- Estimation results of model

احتمال Probability	ضریب coefficients	نماد Symbol	نام متغیر Variable
0.07	0.06	LPCI	لگاریتم سرانه مصرف انرژی Logarithm of per capita energy consumption
0.00	-0.1	LPDB	لگاریتم سرانه بانکداری دیجیتال Logarithm of per capita digital banking
0.14	0.11	LSI	لگاریتم صنعتی شدن Logarithm of industrialization
0.053	0.44	LPGDP	لگاریتم تولید سرانه Logarithm of per capita production
0.03	- 0.013	LPGDP ²	لگاریتم مربع تولید سرانه Logarithm of the square of per capita production
0.00	2.38	LUR	لگاریتم نرخ شهرنشینی Logarithm of urbanization rate
0.00	5.58	C	مقدار ثابت Constant
0.00			F-statistic آماره
			ضریب تعیین R ²

(منبع: یافته‌های پژوهش)

نتایج الگو در قالب جدول شماره (۳) گزارش شده است. آماره f و احتمال مربوط به آن نشان‌دهنده معنی‌داری کلی الگو است. از آنجاکه همه متغیرها به صورت لگاریتمی لحاظ شده‌اند بنابراین ضرایب به دست آمده به صورت کشش تفسیر می‌شوند. ضرایب برای متغیرهای سرانه بانکداری دیجیتال، تولید ناخالص داخلی سرانه و نرخ شهرنشینی و مصرف انرژی معنی‌دار می‌باشد. متغیر بانکداری دیجیتال اثر منفی و معنی‌دار بر انتشار کربن دارد که سازگار با مبانی تئوریک تحقیق می‌باشد. به عبارت دیگر بدین صورت که با تغییر یک درصد در متغیر بانکداری دیجیتال انتشار کربن ۰.۱ درصد کاهش می‌یابد. در توجیه این موضوع می‌توان گفت به کارگیری بانکداری دیجیتال به علت کاهش استفاده از وسایل نقلیه موتوری در زمینه نقل و انتقال مشتریان بانک‌ها، صرفه‌جویی در چاپ اسکناس و مطبوعات و ملزومات بانکی، چابک‌سازی، کوچک‌سازی و کاهش شعبات بانک‌ها منجر به کاهش مصرف انرژی و نهایتاً کاهش شدت انرژی و انتشار کربن خواهد شد.

در مورد اثر متغیر سرانه تولید ناخالص داخلی بر انتشار

کربن، مطابق با مبانی نظری پژوهش و سازگار با نتایج تجربی پژوهش است. ضریب تولید ناخالص داخلی مثبت (۰.۴۴) و ضریب مجذور آن منفی (۰.۰۱۳-) است که نشان می‌دهد با افزایش تولید ناخالص داخلی انتشار کربن با نرخ کاهنده افزایش می‌یابد. این نتیجه‌گیری حاکی از تأیید فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس مبنی بر رابطه U برعکس بین رشد اقتصادی و تخریب محیطی زیست می‌باشد. علت این موضوع را می‌توان اتکای اقتصاد ایران بر تولید و صادرات منابع انرژی فسیلی دانست زیرا به علت ارزش افزوده بالای تولید و فروش نفت خام، گاز طبیعی و فرآورده‌های صنایع پتروشیمی؛ هرچند تولید این محصولات بدون مصرف انرژی ممکن نمی‌باشد که باعث انتشار بیشتر دی‌اکسید کربن می‌شود (اثر مقیاس)؛ اما به مرور هم‌زمان با رشد درآمد، ساختار اقتصادی نیز تغییر نموده و به تدریج فعالیت‌های اقتصادی پاک‌تر جایگزین صنایع انرژی بر آلوده‌کننده محیط زیست خواهد شد که باعث کند شدن انتشار کربن می‌شود. این نتیجه‌گیری با مطالعات (Farahati and Salimi, 2022; falahi and farid, 2013) سازگار است.

تأثیر نرخ شهرنشینی بر انتشار کربن مثبت و معنی‌دار است. شهرنشینی پدیده‌ای است که با افزایش آن حجم ترافیک شهری، به‌کارگیری لوازم‌خانگی برقی، روشنایی پارک‌ها، معابر و بزرگراه‌ها، استفاده از تأسیسات مربوط به ساختمان‌های مرتفع مانند آسانسورها، پله‌برقی و پمپ‌های آب الکتریکی افزایش می‌یابد و به تبع افزایش شهرنشینی بر مصرف انرژی، شدت انرژی و انتشار کربن افزوده خواهد شد که با نتایج (Asadi et al., 2021) سازگار می‌باشد.

همچنین مصرف انرژی تأثیر مثبت و معنادار بر انتشار کربن دارد که مطابق انتظارات تحقیق می‌باشد. ضریب این متغیر ۰.۰۶ می‌باشد که نشان می‌دهد با تغییر یک درصد در مصرف انرژی، انتشار کربن ۰.۰۶ درصد تغییر می‌کند؛ اما اثر متغیر صنعتی شدن (سهام صنعت از تولید) مثبت اما معنی‌دار نمی‌باشد. در توجیه این موضوع می‌توان گفت که درجه صنعتی شدن و تمرکز آن در هر استان متفاوت است و این می‌تواند در برآورد مدل خود را نشان دهد و اثر آن بر انتشار کربن را کاهش دهد. نهایتاً در این پژوهش متغیر مورد بررسی انتشار کربن ناشی از مصرف انرژی در تمام بخش‌های اقتصادی است و نه صرفاً بخش صنعت؛ و به دلیل ساختار اقتصادی متفاوت هر استان، منبع انتشار کربن در برخی از استان‌ها می‌تواند متفاوت باشد. در این راستا احتمال اینکه بخشی غیر از بخش صنعت در انتشار کربن دخیل بوده باشد نیز وجود دارد.

نتیجه‌گیری

تغییرات اقلیمی و جنبش پایداری محیط زیست، بسیاری از سیاست‌گذاران، بنگاه‌ها را وادار به بازنگری در رفتار خود کرده است. بخش مالی و بانکی نیز از این قاعده مستثنا نیست و در حال گذار به سمت تحول دیجیتال است. مؤسسات مالی در سطح جهان به طور فزاینده‌ای برای فعالیت خود به خدمات بانکداری دیجیتال روی می‌آورند که بهره‌وری عملیاتی بالاتر و تأثیر زیست‌محیطی کمتر اما قابل‌توجهی را ارائه می‌دهد. ایران به عنوان یکی از

آسیب‌پذیرترین کشورها در برابر تغییرات آب‌وهوا، گرم شدن کره زمین و وخامت محیط زیست ارزیابی می‌شود؛ بنابراین، درک حساسیت ایران نسبت به تغییر اقلیم برای سیاست‌گذاری که هدفشان یافتن راه‌هایی برای کاهش تغییرات آب‌وهوایی و ارتقای پایداری محیطی زیست است، بیش‌ازپیش ضروری‌تر می‌شود؛ براین‌اساس، این پژوهش تأثیر دو متغیر بانکداری دیجیتال و تولید ناخالص داخلی سرانه بر انتشار کربن در ۳۱ استان ایران را طی دوره زمانی ۱۳۹۰ الی ۱۴۰۰ با استفاده از داده‌های تابلویی بررسی نموده است.

نتایج تحقیق نشان می‌دهد که متغیر بانکداری دیجیتال دارای اثر منفی و معنی‌دار بر انتشار کربن می‌باشد؛ بنابراین نهادهای حاکمیتی، بانک مرکزی، مدیران و فعالان صنعت بانکداری باید کوشش گسترده‌ای جهت گسترش فرهنگ دیجیتالی سازی این صنعت به عمل آورند. در این زمینه پیشنهاد می‌شود توسعه زیرساخت‌های دیجیتال در سراسر کشور به‌ویژه در مناطق روستایی و کمتر توسعه‌یافته برای دسترسی به اینترنت پرسرعت و پایدار در جهت بهره‌مندی حداکثری از پتانسیل بانکداری دیجیتال گسترش یابد. این موارد می‌تواند شامل سرمایه‌گذاری در شبکه‌های فیبر نوری، ارتقاء پوشش شبکه‌های تلفن همراه و ارائه خدمات اینترنتی با قیمت مناسب باشد. همچنین افزایش سواد دیجیتال و آموزش همگانی در زمینه بانکداری دیجیتال برای آشنایی عموم افراد با فناوری‌های دیجیتال و نحوه استفاده از خدمات بانکداری الکترونیکی، برای گروه‌های مختلف سنی و سطوح تحصیلی، به‌ویژه در مناطق روستایی و برای گروه‌های کم‌سواد، ضروری است. نهایتاً اعتمادسازی و افزایش امنیت خدمات بانکداری دیجیتال، حفاظت از اطلاعات شخصی را بهبود داده و کاهش نگرانی‌های مربوط به امنیت تراکنش‌های آنلاین باعث استفاده گسترده از بانکداری دیجیتال می‌گردد.

در مورد اثر متغیر سرانه تولید ناخالص داخلی بر انتشار

تسهیلات زیرساختی و بهبود کیفیت راه‌های روستایی، افزایش فرصت‌های شغلی و بهبود خدمات بهداشتی و آموزشی در روستاها متمرکز گردد.

سپاسگزاری

این مقاله از پایان‌نامه کارشناسی ارشد آقای حسین رضایی حقیقی در دانشگاه خلیج فارس مستخرج شده است. نویسندگان از دانشگاه خلیج فارس جهت فراهم‌آوری امکانات پژوهشی و از هیئت تحریریه و داوران محترم مجله علوم محیطی نوین جهت پذیرش و فرآیند داوری سازنده این مقاله، سپاسگزاری می‌نمایند.

پی‌نوشت‌ها

¹ Application Programming Interface

² Environmental Kuznets Curve

³ Fix Effect

⁴ Random effect

References

- Aghaei, M., Rezagholizadeh, M., and Hosseini, M. 2018. Financial Stability, Energy Consumption, Economic Growth, and Environmental Quality: Fresh Evidences of Iran. *Macroeconomics Research Letter*, 13(26), 171–199. <https://doi.org/10.22080/IEJM.2018.2232>
- Ahmadian, M., Abdoli, G., Jabalameli, F., Shabankhah, M., and Khorasani, S. A. 2019. Extracting the Dynamic Curve of the Kuznets Environment. *Quarterly Journal of Quantitative Economics (JQE)*, 16(2), 1–36. <https://doi.org/10.22055/JQE.2019.25839.1873>
- Alishiri, H., Sajadifar, S. H., and Mohammadbagheri, A. 2017. Validity of the Environmental Kuznets Curve Hypotheses in Water Pollution A Case Study. *Journal of Water and Wastewater; Ab va Fazilab (in Persian)*, 28(1), 57–64. <https://doi.org/10.22093/WWJ.2017.39474>
- Allahham, M., Ahmad Sharabati, A.-A., Almazaydeh, L., Mahmoud Sha-latony, Q., Hussein Frangieh, R., and Al-Anati, G. M. 2024. The impact of fintech-based eco-friendly incentives in improving sustainable environmental performance: A mediating-moderating model. *GrowingScience.Com*, 8, 415. <https://doi.org/10.5267/j.ijdns.2023.9.013>
- Anton, S. G., and Afloarei Nucu, A. E. 2020. The effect of financial development on renewable energy

کربن، ضریب تولید مثبت و ضریب مجذور آن منفی است که مطابق با مبانی پژوهش است. این نتیجه‌گیری حاکی از تأیید فرضیه زیست‌محیطی کوزنتس مبنی بر رابطه U برعکس بین رشد اقتصادی و تخریب محیطی زیست می‌باشد. در این راستا سیاست‌گذاری در راستای ارتقای فناوری تولید و توزیع انرژی در کشور، واقعی سازی بهای انرژی، افزایش استانداردهای فنی و محیط زیستی صنایع، گسترش انرژی‌های پاک، درونی‌سازی هزینه‌های اجتماعی انتشارکربن و تخریب محیط زیست شرایطی فراهم گردد تا افزایش تولید ناخالص داخلی با کمترین هزینه‌های محیط زیستی توأم گردد؛ همچنین، تأثیر نرخ شهرنشینی بر انتشارکربن مثبت و معنی‌دار است. در این زمینه برنامه‌ریزی اقتصادی و سیاست‌های توسعه‌ای باید بر کاهش نرخ شهرنشینی و توسعه‌ی مناطق روستایی از طریق مزایای مالی، وام‌های مسکن کم‌بهره در مناطق غیرشهری،

منابع

- consumption. A panel data approach. *Renewable Energy*, 147, 330–338. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2019.09.005>
- Arabmazar, A. A., and Sedaghat-Parast, A. 2010. Implication of Environmental Kuznets Curve in Municipal Solid Waste of Tehran. *The Economic Research*, 10(1), 0–0. <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-11997-en.html>
- Asadi, E., Deylami, A., and Keramatzadeh, A. 2021. Determinants of air pollution: empirical evidence from the largest CO2 emitters. *Environmental Sciences*, 19(4), 205–224. <https://doi.org/10.52547/ENVS.2021.33598>
- Asgharpourpour, H., Behboodi, D., and Mohammadi Khaneghahi, R. 2013. The Effects of Economic and Financial Developments on Environmental Quality; an Empirical Analysis in Selected OPEC Countries. *Iranian Energy Economics*, 2(6), 1–26. https://jiece.atu.ac.ir/article_758_en.html
- Ben Cheikh, N., Ben Zaied, Y., and Chevallier, J. 2021. On the nonlinear relationship between energy use and CO2 emissions within an EKC framework: Evidence from panel smooth transition regression in the MENA region. *Research in International Business and Finance*, 55, 101331. <https://doi.org/10.1016/J.RIBAF.2020.101331>
- Bhat, S. 2023. Remittances Review Adoption of

Green Finance for Eco-friendly Banking-An empirical study on Environmental Impact of Digital Banking. <https://doi.org/10.33182/rr.v8i4.254>

Bibi, F., & Jamil, M. 2021. Testing environment Kuznets curve (EKC) hypothesis in different regions. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(11), 13581–13594. <https://doi.org/10.1007/S11356-020-11516-2/TABLES/4>

Chang, J. 2022. The role of digital finance in reducing agricultural carbon emissions: evidence from China's provincial panel data. *Environmental Science and Pollution Research*, 29(58), 87730–87745. <https://doi.org/10.1007/s11356-022-21780-z>

Chiu, Y. Bin, and Lee, C. C. 2020. Effects of financial development on energy consumption: The role of country risks. *Energy Economics*, 90, 104833. <https://doi.org/10.1016/J.ENERCO.2020.104833>

Coffie, C. P. K., Yeboah, F. K., Emuron, A. S. O., and Ahiabenu, K. 2024. FinTech and CO2 emission: evidence from (top 7) mobile money economies in Africa. *Journal of Financial Regulation and Compliance*, 33(1), 87–108. <https://doi.org/10.1108/JFRC-05-2024-0089/FULL/XML>

Dong, B., Wang, F., and Guo, Y. 2016. The global EKC's. *International Review of Economics & Finance*, 43, 210–221. <https://doi.org/10.1016/J.IREF.2016.02.010>

Fakher, H. A. 2023. The impact of gross domestic product, financial development, energy consumption on environmental quality: with emphasis on six environmental indicators. *Journal of Natural Environment*, 76(2), 345–363. <https://doi.org/10.22059/JNE.2023.346356.2469>

falahi, firoz, and farid, samad hekmati. 2013. Determinants of CO2 Emissions in the Iranian Provinces (Panel Data Approach). *Pizhūhishnāmāh-i Iqtisād-i Inirzhī-i Irān*, 2(6), 129–150. <https://doaj.org/article/c87f5109efea4fd2afc3705dbf2b0ef5>

Farahati, M., and Salimi, L. 2022. An Empirical Test of the Financial Kuznets Curve Hypothesis for Iran. *Economic Modeling Vol. 1* 67, 1(57), 67. <https://doi.org/10.30495/ECO.2022.1947144.2605>

Gómez, M., and Rodríguez, J. C. 2019. Energy Consumption and Financial Development in NAFTA Countries, 1971–2015. *Applied Sciences* 2019, Vol. 9, Page 302, 9(2), 302. <https://doi.org/10.3390/APP9020302>

Gorgij, M., and Shahraki, M. 2022. The impact of financial development and environmental quality on health status: Evidence from the Middle East and North Africa (MENA) countries. *Payesh (Health Monitor)*, 21(6), 593–603. <https://doi.org/10.52547/PAYESH.21.6.593>

Grossman, G., and Krueger, A. 1991. Environmental

Impacts of a North American Free Trade Agreement. <https://doi.org/10.3386/w3914>

Guo, B., Guo, Q., Amri, F., Abbas, S., and Nghiem, X. H. 2023. Powering environmental sustainability through renewable energy and natural resources: a Dynamic ARDL simulation approach. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(39), 90906–90923. <https://doi.org/10.1007/S11356-023-28643-1/TABLES/16>

He, L., Liu, R., Zhong, Z., Wang, D., and Xia, Y. 2019. Can green financial development promote renewable energy investment efficiency? A consideration of bank credit. *Renewable Energy*, 143, 974–984. <https://doi.org/10.1016/J.RENENE.2019.05.059>

Huang, Y., and Huang, Z. 2018. The Development of Digital Finance in China: Present and Future. *China Economic Quarterly*. <https://doi.org/10.13821/J.CNKI.CEQ.2018.03.09>

Islam, F., Shahbaz, M., Ahmed, A. U., and Alam, M. M. 2013. Financial development and energy consumption nexus in Malaysia: A multivariate time series analysis. *Economic Modelling*, 30(1), 435–441. <https://doi.org/10.1016/J.ECONMOD.2012.09.033>

Jamshidi, T., Hosseini, S. H., and Razani, S. 2024. The impact of digital financing on the environment, social responsibility, corporate governance (Corporate ESG). *Current Researches in Accounting and Auditing*. https://craa.lu.ac.ir/article_714627_en.html

Knowles M. R., Schillebeeckx, S. J., Blakstad, S., and Knowles, R. (2019). Sustainable digital finance in Asia: Creating environmental impact Sustainable digital finance in Asia: Creating environmental impact through bank transformation through bank transformation Part of the Asian Studies Commons, Finance and Financial Management Commons, Strategic Management Policy Commons, and the Technology and Innovation Commons Citation Citation. https://ink.library.smu.edu.sg/lkcsb_research

Konadu-Yiadom, E., Domeher, D., Appiah, K. O., and Frimpong, J. M. 2025. Digital finance, institutional quality, and carbon dioxide emissions in Africa. *Climate and Development*. <https://doi.org/10.1080/17565529.2025.2452435>

Kuosuwan, B., Risman, A., Dudukalov, E., and Kozlova, E. 2024. Digital banking and environmental impact: How Fintech supports carbon footprint reduction. *BIO Web of Conferences*, 145, 05017. <https://doi.org/10.1051/bioconf/202414505017>

Li, G., Wu, H., Jiang, J., Economics, Q. Z.-E., and 2023, undefined. 2023. Digital finance and the low-carbon energy transition (LCET) from the perspective of capital-biased technical progress. Elsevier. <https://www.sciencedirect.com/science/article/pii/S0140988323001214>

- Liu, X., Chong, Y., Di, D., and Li, G. 2023. Digital financial development, synergistic reduction of pollution, and carbon emissions: evidence from biased technical change. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(50), 109671–109690. <https://doi.org/10.1007/s11356-023-29961-0>
- Lu, L., Liu, P., Yu, J., and Shi, X. 2023. Digital inclusive finance and energy transition towards carbon neutrality: Evidence from Chinese firms. *Energy Economics*, 127, 107059. <https://doi.org/10.1016/j.eneco.2023.107059>
- Maaboudi, R., and Dare Nazari, Z. 2022. The Impact of Financialization on Environmental Pollution in Iran. *New Economy and Trad*, 17(2), 153–179. <https://doi.org/10.30465/JNET.2022.41844.1913>
- Mahdavi, A., and Amirbabaei, S. 2016. The Effects of Financial Development on the Quality of Environment in Iran (1973 - 2007). *The Economic Research*, 15(4), 1–23. <http://ecor.modares.ac.ir/article-18-4160-en.html>
- Mangi, F. A. 2025. Financial Technology and Environmental Innovation Impact on CO₂ Emissions in Developed Countries. *Journal of Current Science and Research Review*, 3(02), 69–82. <https://jcsrr.org/index.php/jcsrr/article/view/82>
- Manta, A. G., Doran, N. M., Hurduzeu, G., Bădîrcea, R. M., Doran, M. D., and Manta, F. L. 2024. Is there a direct benefit of using electronic commerce and electronic banking in mitigating climate change? *Climatic Change*, 177(10). <https://doi.org/10.1007/s10584-024-03809-z>
- Mrabet, Z., and Alsamara, M. 2017. Testing the Kuznets Curve hypothesis for Qatar: A comparison between carbon dioxide and ecological footprint. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, 70, 1366–1375. <https://doi.org/10.1016/J.RSER.2016.12.039>
- Murshed, M., Alam, R., and Ansarin, A. 2021. The environmental Kuznets curve hypothesis for Bangladesh: the importance of natural gas, liquefied petroleum gas, and hydropower consumption. *Environmental Science and Pollution Research*, 28(14), 17208–17227. <https://doi.org/10.1007/S11356-020-11976-6/METRICS>
- Murshed, M., and Dao, N. T. T. 2022. Revisiting the CO₂ emission-induced EKC hypothesis in South Asia: the role of Export Quality Improvement. *GeoJournal*, 87(2), 535–563. <https://doi.org/10.1007/S10708-020-10270-9/METRICS>
- Nademi, Y., and Dalvandi, M. 2023. The Role of Financial Sector Development in the Relationship between Environmental Risk and Foreign Direct Investment. *Environment and Interdisciplinary Development*, 8(80), 45–60. <https://doi.org/10.22034/ENVJ.2023.395681.1289>
- Nasiri, Z., Hajamini, M., and Zare, M. H. 2024. The impact of financial development and environmental pollution on climate change. *Program and Development Research*, 5(3), 91–128. <https://doi.org/10.22034/PBR.2024.210262>
- Ng, J. C. Y., Cheong, T. S., Shi, X., and Ma, N. 2025. How does digital financial inclusion impact China: The case of carbonemissions. *Applied Economics*. <https://doi.org/10.1080/00036846.2025.2450382>
- Ntow-Gyamfi, M., Bokpin, G. A., Aboagye, A. Q. Q., and Ackah, C. G. 2020. Environmental sustainability and financial development in Africa; does institutional quality play any role? *Development Studies Research*, 7(1), 93–118. <https://doi.org/10.1080/21665095.2020.1798261>
- Özen, E., and Yıldırım, A. E. 2023. How Digital Banking Affects Greenhouse Gas Emissions in Turkey? An Empirical Investigation. *Statistika*, 103(1), 101–112. <https://doi.org/10.54694/STAT.2022.37>
- Ozili, P. K. 2018. Impact of digital finance on financial inclusion and stability. *Borsa Istanbul Review*, 18(4), 329–340. <https://doi.org/10.1016/J.BIR.2017.12.003>
- Pan, X., Uddin, M. K., Han, C., and Pan, X. 2019. Dynamics of financial development, trade openness, technological innovation and energy intensity: Evidence from Bangladesh. *Energy*, 171, 456–464. <https://doi.org/10.1016/J.ENERGY.2018.12.200>
- Poor Kazemi, M. H., and Ebrahimi, I. 2008. Examining Environmental Kuznets Curve in Middle EAST. *Iranian Journal of Economic Research*, 10(34), 57–71. https://ijer.atu.ac.ir/article_3609_en.html
- Pu, G., Wong, W. K., Du, Q., Al Shraah, A., Alromaihi, A., and Muda, I. 2024. Asymmetric impact of natural resources, fintech, and digital banking on climate change and environmental sustainability in BRICS countries. *Resources Policy*, 91. <https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2024.104872>
- Rahman, M. M., and Sadik, N. 2024. Measuring scale for digital financial services, economic growth, performance, and environmental sustainability: evidence from EFA and CFA. *Quality and Quantity*. <https://doi.org/10.1007/S11135-024-02037-Y>
- Seifipour, R. 2021. Analysis the Kuznets Curve in industry sector of Iran. *Journal of human and environment* 19(358), 1–15. <https://sid.ir/paper/1042294/en>
- Salari, Z., and Shahraki, M. 2024. The interaction effects of financial development with human capital and institutional quality on environmental degradation: panel cointegration approach. *Iranian Economic Development Analyses*, 10(1), 207–226.
- Shahbaz, M., Nasir, M. A., and Roubaud, D. 2018. Environmental degradation in France: The effects of

- FDI, financial development, and energy innovations. *Energy Economics*, 74, 843–857. <https://doi.org/10.1016/J.ENECON.2018.07.020>
- Shahzad Ijaz, M., Hussain Khan, M., and Siddique, U. 2025. Impact of Digital Finance on Global Climate Change: Sectoral Evidence. 63–88. https://doi.org/10.1142/9781800616257_0003
- Shokouhifard, S., Salmanpour, A., and Hazeri, H. 2024. The Effects of Energy Consumption and the Financial Sector on Environmental Pollution Case Study: Iran. *Geography and Human Relationships*, 7(3), 172–188. <https://doi.org/10.22034/GAHR.2024.435341.2032>
- Song, X., Yao, Y., and Wu, X. 2023. Digital finance, technological innovation, and carbon dioxide emissions. *Economic Analysis and Policy*, 80, 482–494. <https://doi.org/10.1016/J.EAP.2023.09.005>
- Stern, R. M., Baum, C. F., and Greene, M. N. 1979. Evidence on Structural Change in the Demand for Aggregate U.S. Imports and Exports. <https://doi.org/10.1086/260746>, 87(1), 179–192. <https://doi.org/10.1086/260746>
- Tan, L., Yang, Z., and Irfan, M. 2024. Toward low-carbon sustainable development: Exploring the impact of digital economy development and industrial restructuring. *Wiley Online Library*. <https://onlinelibrary.wiley.com/doi/abs/10.1002/bse.3584>
- Wan, J., Pu, Z., and Tavera, C. 2023. The impact of digital finance on pollutants emission: evidence from chinese cities. *Environmental Science and Pollution Research*, 30(15), 42923–42942. <https://doi.org/10.1007/s11356-021-18465-4>
- Wang, J., Dong, K., and Ren, X. 2024. Is the spatial impact of digital financial inclusion on CO2 emissions real? A spatial fluctuation spillover perspective. *Geoscience Frontiers*, 15(4), 101656. <https://doi.org/10.1016/J.GSF.2023.101656>
- Xie, J., Ahmed, Z., Zhang, P., Khan, S., and Alvarado, R. 2024. Financial expansion and CO2 mitigation in top twenty emitters: Investigating the direct and moderating effects of the digital economy. *Gondwana Research*, 125, 1–14. <https://doi.org/10.1016/J.GR.2023.07.013>
- Yang, C., and Masron, T. A. 2022. Impact of Digital Finance on Energy Efficiency in the Context of Green Sustainable Development. *Sustainability (Switzerland)*, 14(18). <https://doi.org/10.3390/su141811250>
- Zhou, C., Zhou, J., Chen, G., and Xu, C. 2024. Digital finance and greener emissions: evidence from China. *Applied Economics*, 56(49), 5830–5844. <https://doi.org/10.1080/00036846.2023.2266599>



*This page is intentionally
left blank.*