-- Journal of Economic Research---------
In press
.atu.ac.ir
DOI:

Original Research / Review / …
Received:
Accepted:
ISSN:
eISSN:

The effect of the Internet, the democratic process and the Delivery of Government Services on CO2 emissions using the panel quantile model (case study: global sample)

Narges Salehnia*
Associate Professor, Department of Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Najmeh Sourinaseri
Ph.D. Candidate in Economics, Department of Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Vahid rezaei
Ph.D. Candidate in Economics, Department of Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran

Abstract

Environmental pollution is one of the biggest challenges of the present age, which manifests itself in various forms and endangers the health of humans and the planet. Meanwhile, the Internet, providing government services and the democratic process as three key elements in the modern world play a vital role in dealing with pollution and preserving the environment. Each of these factors directly and indirectly affects the amount of pollutant emission and environmental degradation, and understanding these effects is necessary to adopt effective solutions. The advent of the Internet has revolutionized communication, information dissemination, and governance structures around the world. At the same time, the democratic process is evolving with an increasing emphasis on transparency, citizen participation, and accountability. In addition, the provision of government services, facilitated by digital technologies, has undergone a significant transformation with the aim of productivity and better and easier access to government services. However,

---

*n.salehnia@um.ac.ir

How to Cite: xxxxxxx

among these developments, the environmental consequences, especially in terms of CO2 emissions, have attracted attention. Therefore, in this research, the effect of the Internet, the democratic process and Delivery of Government Services on CO2 emissions is investigated using the quantile panel approach for the period of 2000-2020 and 63 countries. The results show that the increase in internet penetration in the world has a positive and significant effect on CO2 emissions at all quantile levels except for the 0.95 level. The Delivery of Government Services index has a negative relationship with CO2 emissions only at the 0.25 and 0.5 quantile levels. The democratic process at all levels has a meaningless relationship with the emission of pollution caused by CO2.

Keywords: Internet, democratic process, Delivery of Government Services, CO2, panel quantile.

JEL Classification: O13, O31, O38, Q53, Q55

--پژوهش‌های اقتصادی ایران---------
مقاله آماده انتشار
.atu.ac.ir
DOI:

مقاله پژوهشی/مروری/سخن سردبیر
تاریخ دریافت: ۰۰/۰۰/۰۰، تاریخ پذیرش: ۰۰/۰۰/۰۰
ISSN:
eISSN:

تأثیر اینترنت، روند دموکراتیک و ارائه خدمات دولت بر انتشار CO2 کاربرد مدل پانل کوانتایل(مطالعه موردی: نمونه جهانی)

نرگس صالح نیا*
دانشیار گروه اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصادی،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

نجمه سوری ناصری
دانشجوی دکتری علوم اقتصادی،دانشکده علوم اداری واقتصادی،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

وحید رضائی
دانشجوی دکتری علوم اقتصادی،دانشکده علوم اداری واقتصادی،دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران

چکیده:

آلودگی زیست‌محیطی از بزرگ‌ترین چالش‌های عصر حاضر است که سلامت انسان و سیاره زمین را به خطر انداخته است. در این میان، اینترنت، ارائه خدمات دولت و روند دموکراتیک به‌عنوان سه عنصر کلیدی در دنیای مدرن، نقشی حیاتی در مقابله با آلودگی و حفظ محیط‌زیست ایفا می‌کنند. هر کدام از این عوامل به طور مستقیم و غیرمستقیم بر میزان انتشار آلاینده‌ها و تخریب محیط‌زیست تأثیر می‌گذارند. ظهور اینترنت انقلابی در ارتباطات، انتشار اطلاعات و ساختارهای حکومتی در سراسر جهان ایجاد کرده است. هم‌زمان، روند دموکراتیک با تأکید فزاینده بر شفافیت، مشارکت شهروندان و پاسخگویی در حال تکامل است. علاوه بر این، ارائه خدمات دولتی، تسهیل شده توسط فناوری‌های دیجیتال، باهدف بهره‌وری و دسترسی بهتر و آسان‌تر به خدمات دولتی، تحول قابل‌توجهی داشته است. بااین‌حال، در میان این پیشرفت‌ها، پیامدهای زیست‌محیطی، به‌ویژه از نظر انتشار CO2، توجه را به خود جلب کرده است. ازاین‌رو در این پژوهش، تأثیر اینترنت، روند دموکراتیک و ارائه خدمات دولت بر انتشار CO2 با استفاده از رویکرد پانل کوانتایل برای دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۰ و۶۳ کشور مورد بررسی قرار می‌گیرد. نتایج نشان می‌دهد که افزایش ضریب نفوذ اینترنت در جهان در همه سطوح کوانتایل به جزء سطح ۰/۹۵ تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO2 دارد. شاخص

---

* نویسنده مسئول: n.salehnia@um.ac.ir

ارائه خدمات دولت فقط در سطوح کوانتایل ۰/۲۵ و ۰/۵ رابطه منفی با انتشار آلایندگی CO2 دارد. روند دموکراتیک در تمام سطوح رابطه بی معنی با انتشار آلودگی ناشی از CO2 دارد.

کلمات کلیدی: اینترنت، روند دموکراسی، خدمات دولت، CO2، پنل کوانتایل

طبقه بندی JEL: O13, O31, O38, Q53, Q55

۱. مقدمه:

جهان امروز با چالش‌های زیست‌محیطی متعددی مانند تغییرات آب‌وهوایی، کمبود آب، آلودگی هوا و ازبین‌رفتن تنوع زیستی مواجه است. تغییر اقلیم، به‌ویژه گرمایش جهانی ناشی از انتشار دی‌اکسیدکربن حاصل از سوخت‌های فسیلی، یکی از مهم‌ترین تهدیدات توسعه پایدار محسوب می‌شود. این مسئله نه تنها زیرساخت‌ها را تحت تأثیر قرار داده، بلکه هزینه‌های اقتصادی و بهداشتی چشمگیری ایجاد کرده است. در نتیجه، حرکت به سمت اقتصاد کم‌کربن ضروری است و شناسایی عوامل مؤثر بر انتشار کربن اهمیت زیادی دارد.

در سه دهه‌ی گذشته، استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) در جهان به طور چشمگیری افزایش‌یافته است و به محرک اولیه‌ی تحول، رشد و اختراع اجتماعی تبدیل شدهه است (Awan et al.,2022). اینترنت به‌عنوان دستاورد کلیدی انقلاب علمی و فناورانه جدید به‌عنوان یک نیروی مهم برای توسعه صنعتی در سراسر جهان تبدیل شده است و باعث شده است که جامعه انسانی به‌تدریج به‌سوی دوره دیجیتال حرکت کند (Zhang et al., 2020).

در حالی که تمرکز اغلب بر نوآوری‌های تکنولوژیکی و تولید انرژی پاک است، نقش ساختارهای اجتماعی، حکمرانی و نحوه ارائه خدمات دولتی[1] در مدیریت مسائل زیست‌محیطی بسیار حائز اهمیت است. فرایندهای دموکراتیک[2] با مشارکت شهروندان و بحث عمومی می‌توانند سیاست‌های زیست‌محیطی آگاهانه را تسهیل کنند (Payne, 1995). ضعف نهادی و حکمرانی ناکارآمد از عوامل کلیدی مشکلات زیست‌محیطی هستند (Kinda, 2011). در این میان، خدمات دولتی کارآمد و دیجیتال می‌توانند با کاهش مصرف کاغذ و سفرهای غیرضروری، ردپای زیست‌محیطی را به حداقل برسانند، در حالی که سیستم‌های ناکارآمد منجر به افزایش آلاینده‌ها می‌شوند (Yasmeen et al., 2022; Zhang et al., 2020). بر این اساس، تعهدات سیاسی قوی، همراه با مقررات زیست‌محیطی و بهبود کارایی دولت، برای دستیابی به توسعه پایدار و کنترل تغییرات اقلیمی ضروری است (Acheampong et al., 2022).

باتوجه‌به موارد فوق درک عوامل تعیین‌کننده انتشار کربن یک مبنای تجربی برای مبارزه مؤثر با گرمایش جهانی فراهم می‌کند. ازاین‌رو، سوال اصلی پژوهش حاضر این است که استفاده از اینترنت،روند دموکراتیک وارائه خدمات دولت چه تأثیری بر انتشار کربن داشته است. همچنین این تاثیر با توجه به مقایسه بین گروهی کشورهای مورد مطالعه در چندک های مختلف انتشار به چه نحوی تغییر می کند؟ برای ازبین‌بردن این روابط پیچیده، این مطالعه از مدل پانل چندک استفاده می‌کند. این رویکرد آماری اجازه می‌دهد تا تأثیر اینترنت، روند دموکراتیک و ارائه خدمات دولتی را بر انتشار CO2 در سطوح مختلف انتشار (چندک‌ها)

---

[1] Delivery of Government Services

[2] Democratic Process

در یک مجموعه‌داده‌های پانل بررسی کند. این رویکرد درک دقیق‌تری را در مقایسه با روش‌های سنتی فراهم می‌کند که فقط اثرات متوسط را تجزیه‌وتحلیل می‌کنند.

سایر بخش های این مطالعه به شرح زیر است. بخش ۲ مروری کوتاه بر مبانی نظری ارائه می دهد. بخش ۳ روش‌شناسی و تصریح مدل را مورد بحث قرار می دهد. بخش ۴ یافته های مربوط به نتایج رگرسیون پانل کوانتایل را بیان می کند و بخش ۵ خلاصه و نتیجه‌گیری این مطالعه را ارائه می دهد.

۲. مبانی نظری

تا اوایل دهه ۱۹۹۰، پیامدهای زیست‌محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات (ICT) به طور جدی مورد مطالعه قرار نگرفته بود. از آن زمان به بعد، پژوهش‌ها بر روی اثرات انرژی‌بر ICT آغاز شد. (Salahuddin et al.,2016). Cohen et al(1998) و Jokinenet al(1998) از جمله نویسندگانی بودند که برای اولین‌بار روابط زیست‌محیطی فناوری اطلاعات و ارتباطات را از منظر نظری و مفهومی بررسی کردند. استفاده از اینترنت می‌تواند به سه شیوه مختلف بر انتشار گاز کربن شود: از طریق تغییر درکارایی تولید ، تغییر درکارایی مصرف انرژی و تغییر درکاهش هزینه مصرف انرژی. از نظر افزایش کارایی تولید، جمع‌آوری داده‌ها و تجزیه‌وتحلیل منابع با استفاده از اینترنت بخش ضروری ایجاد هر فرایند تجاری در دوران اقتصاد دیجیتالی شده است (Mastykash et al.,2018). سه کانال اصلی انتقال از فناوری اطلاعات و ارتباطات به انتشار دی‌اکسیدکربن عبارت‌اند از: ۱- کانال مصرف انرژی :افزایش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌تواند تأثیر مستقیمی بر مصرف انرژی داشته باشد. از یک سو فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث بهبود کارایی

انرژی و کاهش هزینه‌های تولید انرژی تجدیدپذیرمی شود که این خود به کاهش انتشار آلایندگی کمک می‌کند، اما استفاده از اینترنت از سوی دیگر باعث افزایش مصرف انرژی می‌شود که می‌تواند منجر به افزایش انتشار CO2 شود. ۲-کانال بازبودن تجارت: فناوری اطلاعات و ارتباطات، هزینه‌ها و محدودیت‌های مرتبط با تجارت کالاهای مرتبط با انتشار CO2را کاهش می‌دهد. علاوه بر این، اینترنت اطلاعاتی را در مورد مکان عوامل تولید در دسترس قرار می‌دهد و به‌راحتی می‌تواند تجارت بین‌المللی این کالاها را افزایش دهد .۳-کانال توسعه مالی: نقش کانال مالی در انتقال اثرات اینترنت به انتشار آلایندگی مبهم است. افزایش توسعه بخش مالی از طریق افزایش دسترسی به اعتبار برای شرکت‌ها و خانواده‌ها و بهبود عملکرد اقتصادی از طریق بهبود تسهیلات مالی و ایجاد رقابت بین بخش‌های مالی رسمی و غیررسمی می‌شود (Avom et al.,2020).

رشد سریع در استفاده از ICT هرچند منجر به بهبود در بهره‌وری و کارایی انرژی شده است، اما تأثیرات آن بر محیط‌زیست هنوز به طور دقیق مشخص نیست (Fettweis & Zimmermann, 2008). ازاین‌رو، از زمان معرفی اینترنت و فناوری اطلاعات و ارتباطات(ICT) ، تأثیر آن بر مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای موضوع موردبحث و بررسی قرار گرفته است (Hilty, 2008). چرا که با گسترش استفاده از اینترنت و تکنولوژی‌های مرتبط، مصرف انرژی به طور چشمگیری افزایش‌یافته است. این موضوع اهمیت بسیاری در ارتباط با انتشار CO2، تغییرات آب‌وهوا و محیط‌زیست دارد. از نظر تئوری، ICT یکی از منابعی است که در افزایش سطح انتشار CO2 در ارتباط با تولید ماشین‌آلات و دستگاه‌های ICT، مصرف انرژی و بازیافت زباله‌های الکترونیکی نقش دارد.

علاوه بر این با افزایش استفاده از اینترنت و شبکه‌های ارتباطی، ترافیک داده، تعداد و اندازه مراکز داده و استفاده از تجهیزات ارتباطی نیز افزایش‌یافته است. این امر نیز به افزایش مصرف انرژی و انتشار CO2 منجر می‌شود بااین‌حال، انتظار می‌رود فناوری اطلاعات و ارتباطات با توسعه شهرهای هوشمندتر، سیستم‌های حمل‌ونقل، شبکه‌های برق، فرایندهای صنعتی و دستاوردهای صرفه‌جویی در مصرف انرژی، انتشار CO2 را در مقیاس جهانی کاهش دهد (An Hign et al. 2017).

مطالعه ی امیری[1](۲۰۱۸) بیان می کند به دلیل اینکه تقاضا برای ICT به‌سرعت در حال افزایش است، ازاین‌رو صنعت ICT به‌شدت مصرف انرژی را افزایش داده و منجر به افزایش انتشار گازهای دی‌اکسیدکربن شده است. افزایش نفوذ ICT چه از نظر کاربران اینترنت و چه از نظر مشترکین تلفن همراه با افزایش انتشار کربن و سطح آلودگی بالاتر است؛ چرا که فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به افزایش تولید صنعتی و مصرف انرژی می‌شود(Avom et al., 2020). مطالعه صلاحدین و همکاران[2](۲۰۱۶) برای کشورهای OECD نشان می‌دهند که دولت‌های OECD برای گسترش استفاده از ICT، به‌ویژه اینترنت، سرمایه‌گذاری می‌کنند. استفاده از اینترنت به‌عنوان متغیر اصلی ICT، اقتصادهای کشورهای OECD در ۲۰ سال گذشته بوده است. این اقتصادها دارای بالاترین سطح مصرف انرژی در جهان هستند و حدود ۸۰٪ از تولید برق هنوز از منابع غیرقابل‌تجدید تأمین می‌شود؛ بنابراین، گسترش مصرف برق مرتبط با ICT به‌شدت افزایش‌یافته که به طور قابل‌توجهی بر انتشار کربن تأثیر داشته است. چن و همکاران[3](۲۰۲۲)نشان می‌دهند توسعه

---

[1] Amri, F.

[2] Salahuddin, M .,et al.

[3] Chen, F .,et al.

اینترنت باعث افزایش انتشار کربن می‌شود که از دیدگاه آنها دو دلیل ممکن برای توضیح این یافته وجود دارد:اول، رشد انفجاری اقتصاد اینترنت منجر به سرمایه‌گذاری منابع بیشتر در زیرساخت اینترنت و افزایش مصرف انرژی در مراکز داده شده است که بر انتشار کربن تأثیر می‌گذارد. دوم، استفاده گسترده از اینترنت به‌عنوان یک عامل اصلی در زندگی اجتماعی و اقتصادی، نیازمند مصرف بیشتر انرژی است و این مصرف انرژی منجر به افزایش انتشار دی‌اکسیدکربن می‌شود.

بااین‌حال، بخشی از ادبیات حاضر تأثیر مثبت توسعه اینترنت را بر اقتصاد سبز را نشان می‌دهد؛ چرا که اینترنت استاندارد می‌تواند ارائه خدمات را بهبود می‌بخشد، کارایی و شفافیت کسب وکار را افزایش می‌دهد و هزینه‌ها را کاهش می‌دهد که این موارد می‌تواند باعث کارآمدتر شدن مصرف انرژی و کاهش انتشار آلایندگی‌های ناشی از آن شود (Kuang etal.,2022). وو و ژانگ[1](۲۰۲۰)دریافتند که اینترنت فناوری چین و پلتفرم اینترنت به طور قابل‌توجهی بهره‌وری کل عوامل سبز جنگلداری را در کوتاه‌مدت بهبود بخشیده است. لی و همکاران[2](۲۰۲۰) اثرات زیست‌محیطی پروژه‌های اینترنت انرژی[3] را که توسط دولت چین اجرا شده است، ارزیابی کردند. اینترنت انرژی با استفاده ازفناوری اینترنت اشیا باعث ارتقا و خودکارسازی زیرساخت‌های برق برای تولیدکنندگان و تولیدکنندگان انرژی می شود. نتایج مطالعه آن ها نشان می دهدکه این اقدام کیفیت هوای شهر آزمایشی و شهرهای اطراف را بهبود بخشیده است. (Khuntia et al. ,2018) دریافتند که

---

[1] Wu, L., & Zhang, Z.

[2] Li, L. ,et al.

[3] Internet of Energy (IoE)

سرمایه‌گذاری سبز فناوری اطلاعات به طور مثبت با تأثیر سود بالاتر همراه است و این ارتباط تا حدی با کاهش مصرف انرژی تجهیزات فناوری اطلاعات انجام می‌شود؛ به‌عبارت‌دیگر، با استفاده از فناوری اینترنت می‌توان شدت انرژی صنعتی را از طریق پیشرفت‌های فنی و تعدیل ساختاری کاهش داد که باعث حفظ انرژی و کاهش انتشار آلایندگی می‌شود. May et al. (2017) استدلال می‌کنند که استفاده از اینترنت فرایند تولید را خودکار می‌کند که باعث افزایش کارایی تولید و کاهش مصرف انرژی می‌شود و در نتیجه در کاهش آلایندگی ناشی از انتشار کربن مؤثر باشد. (Wu et al.,2021) بیان می‌کنند که در مرحله اولیه پیشرفت تکنولوژی، مردم اغلب فقط به رشد اقتصادی توجه می‌کنند و از آلودگی محیط‌زیست غفلت می‌کنند. هنگامی که آلودگی به سطح معینی می‌رسد، سیاست‌گذاران محیط‌زیست ، تولیدکنندگان را مجبور می‌کنند که از فناوری تولید پاک (مانند فناوری کم‌کربن)، انرژی پاک (انرژی جدید) و تجهیزات تصفیه آلودگی (قابل‌بازیافت و تجدیدپذیر) استفاده کنند تا کارایی استفاده از منابع را بهبود بخشند، در نتیجه آلودگی محیط‌زیست کاهش و کیفیت محیطی افزایش می‌یابد.

جنبه سوم مطالعات بیانگر یک رابطه غیرخطی بین انتشار CO2 و اینترنت است، به بیان دیگر ؛ تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر محیط‌زیست با یک منحنی U شکل معکوس شبیه به منحنی کوزنتس محیطی توصیف شده است. چنین رابطه‌ای نشان می‌دهد که تخریب محیط‌زیست در ابتدا با پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات تا آستانه مشخصی افزایش می‌یابد. پس از این آستانه، افزایش‌پذیرش فناوری اطلاعات و ارتباطات، تخریب محیطی را کاهش می‌دهد که نشان می‌دهد سطوح بالاتر نفوذ فناوری اطلاعات و ارتباطات

با کاهش تخریب محیطزیست در بلندمدت همراه است. مطالعه لی و همکاران[۱] (۲۰۲۳)بیانگر یک رابطه U شکل معکوس بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و انتشار CO2 است، شواهد بیشتر نشان می‌دهد که رابطه U شکل معکوس بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و انتشار CO2 به دلیل ناهمگونی بین کشورها به‌ویژه تفاوت در مقررات زیست‌محیطی کشورهای ایجاد می‌شود.دانش و همکاران[۲](۲۰۱۹) نشان می‌دهند در کشورهای با درآمد بالا و متوسط فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به کاهش انتشار CO2 می‌شود، اما کشورهای کم‌درآمد باعث افزایش CO2 می‌شود.لی و همکاران[۳](۲۰۲۳) نشان می‌دهند که اقتصاد دیجیتال تأثیر U شکل معکوس بر انتشار کربن چین دارد. به این صورت که در ابتدا، انتشار کربن را افزایش می‌دهد؛ اما بعداً آنها را مهار می‌کند. اثر کاهش انتشار کربن پس از رسیدن اقتصاد دیجیتال به نقطه عطف U معکوس در مناطق توسعه‌یافته‌تر از نظر اقتصادی، قابل‌توجه‌تر است. ساختار انرژی و کارایی مصرف انرژی دو عامل کلیدی هستند که از طریق آن اقتصاد دیجیتال بر انتشار کربن چین تأثیر می‌گذارد.

از سوی دیگر، در کنار زیرساخت‌های فناوری و تکنولوژی تولید، جنبه‌های نرم‌افزاری روندهای دموکراتیک و اثربخشی دولت، در کنترل آلودگی زیست‌محیطی و گرمایش جهانی نقشی اساسی دارند.حکمرانی و نحوه مدیریت دولت‌ها نیز تأثیر مستقیمی بر مسائل زیست‌محیطی دارد. دولت‌هایی که از ساختارهای دموکراتیک بهره‌مند هستند، معمولاً در پیاده‌سازی سیاست‌های پایدار موفق‌تر عمل می‌کنند. شفافیت و پاسخگویی در چنین نظام‌هایی، شهروندان را قادر می‌سازد تا اطلاعات زیست‌محیطی را بررسی کرده و بر

---

[1] Li, X .,et al.

[2] Danish., et al.

[3] Lei, X., et al.

سیاست‌های دولت تأثیر بگذارند. در مقابل، ضعف در حاکمیت و وجود فساد می‌تواند منجر به سوءمدیریت منابع طبیعی و تخریب محیط‌زیست شود. همچنین، قوانین و مقررات زیست‌محیطی قوی و کارآمد، نقش اساسی در کاهش انتشار آلاینده‌ها دارند. به‌عنوان نمونه، دولت‌هایی که از بوروکراسی دیجیتال و سیستم‌های بدون کاغذ استفاده می‌کنند، نه‌تنها بهره‌وری خدمات دولتی را افزایش داده بلکه ردپای زیست‌محیطی را نیز کاهش داده‌اند.

در واقع به دلیل وجود شکست بازار ناشی از عوامل خارجی و عدم تقارن اطلاعاتی دولت ها خود را موظف می کنند که در بازار دخالت کنند و اصلاحات لازم را انجام دهند. دولت اصلاحات را از طریق مداخله انجام می دهد، که اصطکاک بازار را کاهش می دهد و کارایی تخصیص منابع را بهبود می بخشد، مداخله دولت در اقتصاد، علاوه بر کاهش مشکلات ناشی از شکست‌های بازار، انگیزه‌ای درونی برای توسعه خدمات تولیدی ایجاد می‌کند. این مداخله، تولیدکنندگان را تشویق می‌کند تا با بهینه‌سازی ساختار هزینه‌ها، بهره‌وری خود را افزایش داده و خدمات باکیفیت‌تری ارائه دهند. از سوی دیگر، دولت با سرمایه‌گذاری در علم، فناوری و آموزش، زیرساخت‌های لازم برای رشد اقتصادی پایدار و ارتقای کیفیت زندگی را فراهم می‌کند. این اقدامات نه تنها به بهبود عملکرد بخش تولیدی کمک می‌کند، بلکه موجب تقویت مهارت‌ها، نوآوری و افزایش رقابت‌پذیری در سطح اقتصاد کلان می‌شود(Yan et al.,2022). بنابراین توانایی یک دولت برای مقابله با تهدیدات زیست محیطی و تغییرات آب و هوا به شدت با محیط های دموکراتیک مرتبط است(OECD ,2022).

مطالعات اولیه در مورد نقش نهاد های سیاسی وحاکمیتی در انتشار CO2 و محیط زیست بیشتر معطوف به اثرات دموکراسی بر محیط زیست است.مطالعات پاین[۱](۱۹۹۵)، لافرتی و مادوکرافت[۲] (۱۹۹۶) و میدلارسکی[۳] (۱۹۹۸)ازجمله اولین مطالعات مربوط به دموکراسی و محیط‌زیست هستند. از نظر پاین (۱۹۹۵)پنج ویژگی دموکراسی شامل ۱) آزادی‌های مدنی و حقوق سیاسی ۲) پاسخگویی رژیم ۳) یادگیری سیاسی ۴) بین‌الملل‌گرایی [۴] و ۵) بازارهای باز منجر به این می‌شود که دموکراسی‌ها منجر به بهبود محیط‌زیست می‌شود . از نظر او دولت های دموکراتیک ذاتاً پاسخگوی شهروندان خود هستند.از این رو ضرورت انتخاب (یا انتخاب مجدد) آنها منجر به سطح پاسخگویی به افکار عمومی را تضمین می کند. میدلارسکی (۱۹۹۸) تأثیر دموکراسی را که با استفاده از سه شاخص مختلف اندازه‌گیری می‌شود، بر روی چندین معیار حفاظت و تخریب محیط‌زیست، از جمله دی‌اکسیدکربن، مطالعه می‌کند. نتایج مطالعه او نشان داد که دموکراسی منجر به تخریب محیط زیست می‌شود.

بنابراین بیشتر مطالعات نقش دمورکراسی را مورد ارزیابی قرار می دهند و کمتر به بررسی اثر روند دموکراتیک بر انتشارCO2 پرداخته شده است.از این رو؛ این بخش به ادبیات شاخص های روند دموکراتیک یعنی صدا و پاسخگویی و ثبات سیاسی و اثر آن بر انتشارCO2 پرداخته شده است. صدا و مسئولیت پذیری درک میزان مشارکت شهروندان یک کشور در انتخاب دولت خود و همچنین آزادی بیان، آزادی تشکل و رسانه آزاد را

---

[1] Payne,R.

[2] Lafferty, W. M., & Meadowcroft, J.

[3] Midlarsky, M.

[4] Internationalism

نشان می دهد و ثبات سیاسی و عدم وجود خشونت یا تروریسم تصورات احتمال بی ثباتی سیاسی ویا خشونت با انگیزه سیاسی از جمله تروریسم را اندازه گیری می کند.

هرچند که ارتباط بین شاخص های حکمرانی و روند دموکراتیک و محیط‌زیست موردتوجه قرار گرفته است. بااین‌حال، نمی‌توان با قطعیت تعیین کرد که آیا فرایند مطلوب یا مضری بر شرایط ایجاد می‌کند. برخی از دیدگاه‌ها معتقدند که ثبات سیاسی و فرایند دموکراتیک می‌تواند کیفیت زیست‌محیطی یک کشور را بهبود بخشد، درحالی‌که برخی دیگر استدلال می‌کنند که ممکن است کیفیت محیط‌زیست را بهبود نبخشد یا حتی ممکن است آن را بدتر کند. از نظر تجربی، نتایج مختلط هستند.

مطالعات نظری اولیه نشان می‌دهد که دموکراتیک می‌تواند به طور مستقیم بر کیفیت محیطی مانند کاهش انتشار کربن و آلودگی تأثیر بگذارد. در کشورهای دموکراتیک، گروه‌های محیط‌زیست در اطلاع‌رسانی و سازمان‌دهی ساکنان برای حفاظت از محیط‌زیست بهتر عمل می‌کنند. آنها از مردم حمایت می‌کنند که به روشی کم‌کربن سفر کنند، مصرف کنند و زندگی کنند.(Ren etal, 2020) . علاوه بر این حکومت های دموکراتیک ممکن است جریان بهتر اطلاعات را ترویج کنند، از مقررات زیست محیطی حمایت کند و دانش عمومی در مورد مسائل طبیعی را بهبود بخشد(Midlarsky,1998) . مطالعات ژانگ و همکاران[1](۲۰۲۴)، شبانی و همکاران[2](۲۰۲۴)و آدامز. و آچامپونگ[3](۲۰۱۹) موید این

---

[1] Zhang, S., et al.
[2] Shabani, Z., et al.
[3] Adams, S. and Acheampong, A.

موضوع اند که رابطه منفی‌بین دموکراتیک و انتشار CO2 است و وجود حکمرانی خوب می‌تواند منجر به حفظ محیط‌زیست شود.

برعکس، نظریه‌های فوق برخی ازجنبه های حکمرانی ممکن است به دلیل احتمال بن‌بست رساندن بین کسب‌وکارها و سازمان‌های زیست‌محیطی، بر کیفیت محیطی تأثیر منفی بگذارد که منجر به عدم تصمیم‌گیری و یا حذف عوامل حفاظت کننده‌ی محیط زیست شود (Ghosh etal.,2023). چهارچوب نظری استدلال‌های مربوط به اینکه چرا فرایندهای دموکراتیک ممکن است مانع حفاظت از محیط‌زیست شود عبارت‌اند از:۱) مردم خواهان حفاظت از محیط‌زیست هستند، اما برای نیازهای دیگرشان اولویت دارد. ۲) تقاضای کافی برای حفاظت از محیط‌زیست مقایسه با سایر چیزهایی که افراد خودخواه می‌خواهند وجود ندارد. ۳) به دلیل نیاز به انتخاب مجدد توسط مردم، رهبران دموکراتیک برای اولویت‌دادن به حفاظت از محیط‌زیست به بهای منافع دیگر کار دشواری خواهند داشت. ۴) رهبران غیردموکراتیک می‌توانند این تصمیمات را بدون حمایت عموم مردم اتخاذ کنند (Brenna,2015). مطالعه‌ی (Sadaoui et al.,2022) نشان می‌دهد که ثبات سیاسی صدا و پاسخگویی در کشورهای MENA[1] نه تنها منجر به کاهش انتشارCO2 نشده است، بلکه وجود فرایند دموکراتیک منجر به افزایش انتشار CO2 می‌شود.

گروه سوم از مطالعات به بررسی رابطه غیرخطی بین فرایند دموکراتیک و انتشار CO2 پرداخته‌اند.کارتال و همکاران[2](۲۰۲۳) طی بررسی اثر ثبات سیاسی بر انتشار CO2 در بریتانیا به این نتیجه دست یافتند که ثبات سیاسی اثرات نامتقارن بر انتشار CO2 دارد و از این رو

---

[1] Middle East and North Africa

[2] Kartal, M., et al.

سیاست گذاران باید تلاش های بیشتری را برای دستیابی به ثبات سیاسی به منظور حمایت از نوآوری ها و فناوری های دوستدار محیط زیست برای کاهش اثرات منفی ریسک سیاسی اختصاص دهند. آدبایو و همکاران[1](۲۰۲۲) دریافتند که وجود ریسک سیاسی کیفیت محیطی را برای نروژ، سوئد، کانادا و سوئیس افزایش می‌دهد. اما ریسک سیاسی کیفیت محیط را در استرالیا، آلمان و دانمارک کاهش می دهد.آیهان و همکاران[2](۲۰۲۳) اثر نامتقارن عدم قطعیت سیاست اقتصادی و ثبات سیاسی بر $CO2$ با در نظر گرفتن مصرف انرژی و رشد اقتصادی را در کشورهای G7 بررس قرار می دهند. نتایج نشان می دهد که ثبات سیاسی همچنین تأثیر بر انتشار $CO2$ در کشورهای مختلف دارد.

دولت ها علاوه بر نقش حکمرانی از طریق انواع خدمات نقش مهمی در مبارزه با آلودگی‌های زیست‌محیطی از طریق مقررات مربوط به آب‌وهوا پاک (شامل استانداردهای کیفیت هوا برای آلاینده‌های خاص، الزامات کنترل آلودگی برای منابع آلودگی، و ممنوعیت یا محدودیت استفاده از مواد شیمیایی یا فناوری‌های مضر)، سرمایه‌گذاری در تحقیق و توسعه فناوری‌های پاک، سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل عمومی، تشویق افراد از طریق یارانه‌ها به استفاده از راه‌حل‌های مناسب برای حفاظت از محیط‌زیست، اعمال مالیات‌های مربوط به محیط‌زیست و افزایش هزینه انتشار آلودگی و...داشته باشند. به طور کلی، مقررات زیست محیطی به منظور کاهش اثر منفی اثرات خارجی فعالیت های اقتصادی بر محیط زیست در نظر گرفته شده است

---

[1] Adebayo, T., et al.

[2] Ayhan, F., et al.

حاکمیت قانون یکی از ابعاد حکمرانی و شاخص ارائه خدمات دولت است؛ که در قالب یک سیستم قضایی کارآمد، حقوق مالکیت تعریف می شود. وجود حاکمیت قانون می تواند اثرات شکست بازار را به حداقل برساند. از این رو نظام حاکمیتی می تواند اثرات مستقیم و غیرمستقیم بر کیفیت محیط زیست داشته باشد(Abid, 2016). علاوه بر این، دولت وسازمان های کارآمد می‌تواند به ترویج تحقیق و توسعه فناوری‌های سبز کمک کند، که در نهایت محیطی پاک را ترویج می‌کند.این بدان معناست که دولت می تواند از طریق سرمایه گذاری تحقیق و توسعه و اجرای موثر استراتژی ها، آلودگی های زیست محیطی را کاهش دهد(Salman et al. 2019). اگرقوانین زیست‌محیطی مانند سیاست قیمت‌گذاری کربن همراه با سیاست‌های کاهش مصرف انرژی باشد، اثرگذاری آن را افزایش می‌دهد (Sarfraz etal.,2021).

فیشر و نیوول[1](۲۰۰۸) سیاست‌های مختلف زیست‌محیطی برای کاهش دی‌اکسیدکربن ارزیابی کردند. از نظر آنها کارآمدترین سیاست، قیمت‌گذاری انتشار گازهای گلخانه‌ای است و پس از آن استاندارد عملکرد انتشار، مالیات بر سوخت‌های فسیلی، الزامات سهم انرژی‌های تجدیدپذیر، حمایت مالی از انرژی‌های تجدیدپذیر و حمایت از تحقیق و توسعه است. نوس و همکاران[2](۲۰۲۰) با بررسی مقررات زیست‌محیطی برآلودگی زیست‌محیطی مانند انتشار گاز CO2 در کشورهای اتحادیه اروپا نشان دادند که مقررات زیست‌محیطی به طور موثر انتشار گاز CO2 را در دراز مدت کاهش می‌دهد. علاوه بر این، سیاست هایی که از منابع انرژی تجدیدپذیر حمایت می کنند، انتشار گاز CO2 را در کوتاه

---

[1] Fischer, C., & Newell, R.

[2] Neves, S., et al.

مدت و بلند مدت کاهش می دهند.احمد[1] (۲۰۲۰) و آسونگوو اودیامبو[2](۲۰۲۰) نشان می دهند که سیاست های سختگیرانه زیست محیطی و حاکمیت نهادی (شامل کنترل فساد و حاکمیت قانون) انتشار CO2 را تعدیل می‌کند.

بااین‌حال، مقررات زیست‌محیطی بیش از حد سخت‌گیرانه ممکن است اثرات زیست‌محیطی متفاوتی داشته باشد و دیدگاه‌های متفاوتی از محققان در این زمینه وجود دارد. برخی از یافته‌های تحقیقاتی از نظریه‌ی «پارادوکس سبز[3]» حمایت می‌کنند که مقررات زیست‌محیطی سخت‌گیرانه در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای مؤثر نیستند، بلکه تولیدکنندگان انرژی برای جلوگیری از هزینه‌های بیشتر، استخراج انرژی را تسریع می‌کنند که منجر به نتیجه معکوس سیاست‌های زیست‌محیطی می‌شود (Yirong, 2022 و Tavares & Robaina,2023).

علاوه بر نقش سیاست‌گذاری دولت در کاهش آلایندگی‌های زیست‌محیطی (Jayachandran, 2015) استدلال می‌کنند که با بهبود اثربخشی دولت، مانند اتخاذ سیاست‌های مناسب و پایدار، اجرای قوانین معقول و افزایش هزینه‌های غیرقانونی، دولت‌ها تمایل دارند به طور مؤثر سیاست‌های حفاظت از محیط‌زیست و پایدار را اتخاذ کنند. کشورهایی که دولت‌های کارا را حفظ می‌کنند (بوروکراسی حداقلی، خدمات عمومی کارآمد ، یکپارچگی مالی و مدیریت بهتر منابع عمومی) می‌توانند از تولیدکنندگان در مورد انتشار آلایندگی اطمینان حاصل کنند و قوانین و مقررات دولتی مربوط به انتشار CO2 را به‌طور مؤثرتر اجرا کنند (Abid, 2016 و Pushaket al., 2007). سان و

---

[1] Ahmed, K.

[2] Asongu, S. & Odhiambo, N.

[3] green paradox

هیوانگ[1](۲۰۲۰) و چن و همکاران[2](۲۰۲۲) با تأکید نقش شهرنشینی بر انتشار کربن نتیجه می‌گیرند که اثرات غیرمستقیم ناشی از مداخله سیاست دولت، به تدوین اقدامات مؤثر برای کاهش تخریب محیط‌زیست کمک می‌کند و با افزایش کارآمدی دولت به‌عنوان یک تغییردهنده، به طور منجر به کاهش اثرات منفی شهرنشینی بر افزایش انتشار کربن می‌شود..

علاوه بر نقش فناوری اطلاعات و ارتباطات و شاخص‌های حکمرانی در انتشار کربن، مرور مطالعات بر نقش رشد تولید ناخالص داخلی آسلام و همکاران[3](۲۰۲۱) و حق و همکاران[4](۲۰۲۴)، مطالعات آچامپونگ و همکاران[5](۲۰۲۲)، کائو و همکاران[6](۲۰۲۳) و ماوجی[7](۲۰۲۳)بر نقش انرژی‌های تجدیدپذیر و سوخت‌های فسیلی لی و ژائو[8](۲۰۲۳) و باتنگ و همکاران[9](۲۰۲۴) بر نقش سرمایه‌گذاری خارجی در انتشار کربن تأکید می‌کنند. ازاین‌رو عواملی مانند رشد اقتصادی، سوخت‌های فسیلی، انرژی تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری خارجی نیز به‌عنوان متغیرهای کنترلی وارد مدل شده‌اند.

باتوجه به اهمیت جنبه های حکمرانی در انتشار CO2، در این مطالعه از شاخص روند دموکراتیک و شاخص ارائه خدمات دولت بر اساس مطالعات هیول و هیوانگ[10](۲۰۰۸) استفاده شده است. که شاخص روند دموکراتیک نشان دهنده عملکرد اصول و شیوه های دموکراتیک است که توسط حاکمیت قانون پشتیبانی می شود، که جنبه هایی مانند ثبات

---

[1] Sun, W., and Huang, C.
[2] Chen, F., et al.
[3] Aslam, B., et al.
[4] Haq, Z., et al.
[5] Acheampong, A., et al.
[6] Cao, J., et al.
[7] Mawejje, J.
[8] Lee, C., & Zhao, Y.
[9] Boateng , E.,et al.
[10] Helliwell, J. F., & Huang, H.

سیاسی و پاسخگویی را شامل می شود. شاخص ارائه خدمات دولت اشاره به اثربخشی و کارایی دولت در ارائه خدمات به شهروندان دارد. که شامل جنبه هایی مانند اثربخشی دولت، کیفیت قوانین و مقررات، حاکمیت قانون و کنترل فساد می شود.

با توجه به اینکه انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی پدیده‌ای چندبعدی است که از تعامل عوامل اقتصادی، جمعیتی، فناورانه و نهادی تأثیر می‌پذیرد، در این مطالعه به جای استفاده از روش‌های متداول داده‌های تابلویی که در بسیاری از مطالعات بین‌کشوری برای شناسایی عوامل مؤثر بر انتشار CO2 به کار رفته است، از رویکرد رگرسیون پانل کوانتایل بهره گرفته شده است تا ارتباط میان انتشار CO2 و سایر متغیرها در سطوح مختلف انتشار بررسی شود. این موضوع از چند جنبه حائز اهمیت است. جنبه نخست به گسترش بحث منحنی زیست‌محیطی کوزنتس (EKC[۱]) بازمی‌گردد؛ این منحنی بیان می‌کند که رابطه میان انتشار آلاینده‌ها و رشد اقتصادی به صورت غیرخطی و به شکل U وارونه است. اما این رابطه ممکن است در سطوح مختلف انتشار CO2 متفاوت باشد. رویکرد پانل کوانتایل امکان تحلیل دقیق‌تر این تفاوت‌ها را فراهم می‌کند(Cheng etal. ,2021 و Wang, 2013)

علاوه بر این این رویکرد رگرسیون کوانتایل برای پرداختن به مشکلاتی که ممکن است به شدت بر دقت تخمین تأثیر بگذارد، از جمله نقاط پرت و توزیع غیرنرمال نیز مفید است(Powell,2022). مطالعات آوان و همکاران[۲](۲۰۲۲)، آدبایو و آچامپونگ[۳](۲۰۲۲) و وی و اولا[۴](۲۰۲۲)به بررسی اثر متغیرهای مختلف بر انتشار کربن با استفاده از مدل‌های

---

[1] Environmental Kuznets Curve

[2] Awan, A,. et al.

[3] Adebayo, T. S., & Acheampong, A.

[4] Wei, L., & Ullah, S.

پانل کوانتایل پرداخته‌اند. این مطالعات با بهره‌گیری از این روش توانسته‌اند نگاهی دقیق‌تر به رابطه میان متغیرهای اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی با انتشار CO2 در سطوح مختلف انتشار ارائه دهند. نتایج این تحقیقات نشان داده است که تأثیر عوامل مختلف مانند رشد اقتصادی، مصرف انرژی، توسعه فناوری و سیاست‌های زیست‌محیطی در سطوح مختلف انتشار (از کمترین تا بیشترین کوانتایل‌ها) متفاوت است. این امر اهمیت استفاده از رویکرد رگرسیون کوانتایل را برای تحلیل ناهمگنی تأثیر متغیرها در شرایط مختلف کشورها یا مناطق برجسته می‌سازد و بینش‌های جدیدی برای تدوین سیاست‌های مناسب در جهت کاهش انتشار کربن فراهم می‌کند.

٤. روش‌شناسی و تصریح مدل

در این بخش ابتدا به معرفی متغیرهای به کار گرفته در مدل پرداخته می‌شود و سپس در بخش روش‌شناسی پژوهش مدل رگرسیون پانل کوانتایل معرفی می‌شود.

٤-١. معرفی متغیرها و مدل پژوهش

این پژوهش با استفاده از یک مدل رگرسیون پانل کوانتایل اثر ثابت به بررسی اثر اینترنت، روند دموکراتیک و ارائه خدمات دولت بر انتشار کربن می‌پردازد. داده‌های انتشار CO2، نرخ رشد اقتصادی، نفوذ اینترنت، جمعیت شهری، انرژی تجدیدپذیر و سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی از داده‌های بانک جهانی[1] و داده‌های مصرف سوخت فسیلی از پایگاه جهانی داده های ما[2] برای دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۰ و ۶۳ کشور که با توجه به داده‌های موجود متغیرها و

---

[1] World Bank.
[2] ourworldindata

دوره مورد مطالعه انتخاب شده اند؛ استفاده شده است. جدول (۱) در پیوست نام کشورها به همراه توزیع کشورها ازلحاظ انتشاردی اکسیدکربن ذکر شده است). کشورهایی مانند چین، هند، ایالات متحده در بالاترین انتشار دی اکسید کربن در جهان را دارند. این نشان‌دهنده این است که این کشورها سهم قابل‌توجهی از انتشار جهانی CO2 را دارند.کشورهایی مانند اسپانیا، کانادا و استرالیا در دسته‌های میانی قرار دارند. این کشورها ممکن است اقدامات خوبی در جهت کنترل انتشار CO2 انجام داده باشند، اما همچنان سهم قابل‌توجهی در سطح جهانی دارند.کشورهای کوچکتری مانند اسلوونی، لوکزامبورگ و لتونی در پایین‌ترین کوانتایل انشار کربن قرار دارند، که نشان‌دهنده انتشار کم CO2 نسبت به سایر کشورها است.

شاخص‌های روند دموکراتیک و شاخص ارائه خدمات دولت با بر اساس مطالعه هلیول و هوانگ (۲۰۰۸) با استفاده از شاخص‌های حکمرانی یعنی حق اظهارنظر و پاسخ‌گویی، ثبات سیاسی، کارایی دولت، کیفیت قوانین و مقررات، حاکمیت قانون و کنترل فساد استخراج شده است. شاخص روند دموکراتیک از میانگین شاخص‌های حق اظهارنظر و پاسخ‌گویی و ثبات سیاسی و شاخص ارائه خدمات دولت از میانگین شاخص‌های کارایی دولت، کیفیت قوانین و مقررات، حاکمیت قانون و کنترل فساد ساخته شده است. جدول (۲) تعریف متغیرهای وابسته و مستقل به‌کاررفته در پژوهش را توصیف می‌کند.

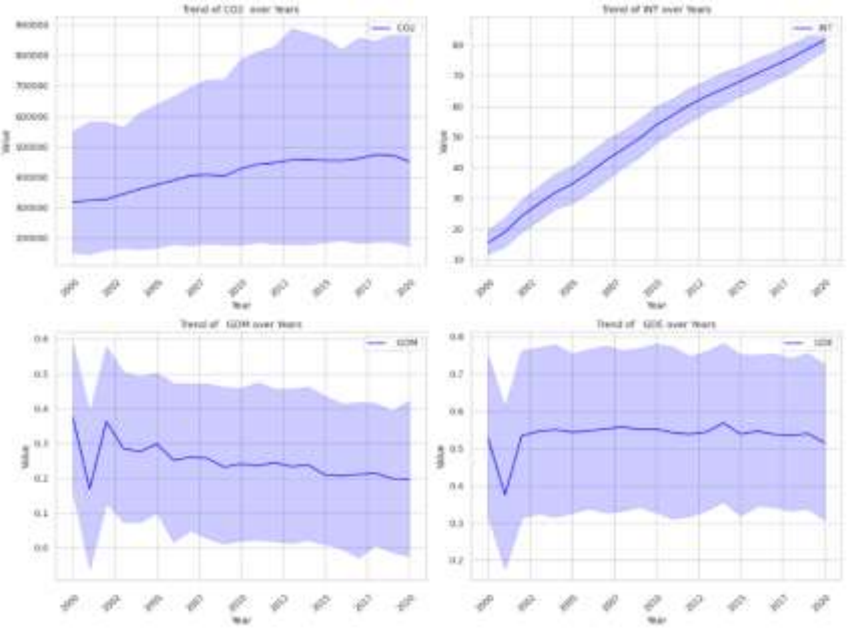
جدول ۲. معرفی متغیرهای مدل

نام متغیر	شرح متغیرها	معیار سنجش
$CO2$	آلودگی محیطزیست	انتشار کربن (kt)

INT	نفوذ اینترنت	افرادی که از اینترنت استفاده می‌کنند (درصدی از جمعیت)
GDP	سطح تولید	تولید ناخالص داخلی (نرخ رشد)
REC	انرژی تجدیدپذیر	مصرف انرژی تجدیدپذیر (درصدی از کل انرژی)
FEC	انرژی فسیلی	مصرف انرژی فسیلی (کیلووات‌ساعت)
TUP	شهرنشینی	کل جمعیت شهری (درصدی از کل جمعیت)
FDI	سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی	جریان خالص ورودی سرمایه خارجی (درصدی از تولید ناخالص داخلی)
GDM	روند دموکراتیک	ترکیبی از ۲ شاخص حق اظهارنظر و پاسخ‌گویی و ثبات سیاسی
LGDE	شاخص ارائه خدمات دولت	ترکیبی از ٤ شاخص کارایی دولت، کیفیت قوانین و مقررات، حاکمیت قانون و کنترل فساد

نمودار (۱) روند متغیرهای CO2، درصد افرادی که از اینترنت استفاده می‌کنند و زیر شاخص‌های حکمرانی یعنی روند دموکراتیک و ارائه خدمات دولت را برای دوره ۲۰۲۰-۲۰۰۰ نشان می‌دهد.

نمودار ۱. روند متغیرهای اصلی مدل (۲۰۲۰–۲۰۰۰)



مأخذ: یافته‌های پژوهش

نمودار روند CO2 نشان می‌دهد که طی این دوره موردمطالعه (۲۰۲۰–۲۰۰۰) در حالت کلی دارای روند صعودی است. کاهش انتشار کربن‌دی‌اکسید (CO2)در سال‌های ۲۰۰۹ و ۲۰۲۰ به ترتیب ناشی از بحران مالی ۲۰۰۸ و رکود بزرگ در آن دوره و شیوع جهانی ویروس کرونا (COVID-19) بوده است. همچنین این نمودار نشان می‌دهد که انتشار CO2در کشورهای مختلف، ناهمگنی بالایی دارد. نمودار روند نفوذ اینترنت (INT) طی دوره موردمطالعه صعودی است و همچنین کشورهای مختلف از لحاظ درصد افرادی که از اینترنت استفاده می‌کنند نسبتاً از همگنی برخوردارند. نمودارهای روند دموکراتیک (GDM) نشان می‌دهد که روند دموکراتیک در جهان بدتر شده است. همچنین نمودار

ارائه خدمات دولت (GDE) از سال ۲۰۰۵ به بعد روند ثابتی نشان می‌دهد. نمودار مربوط به شاخص‌های حکمرانی نشان‌دهنده تفاوت بالای کشورها از لحاظ نهادهای سیاسی و حکمرانی حاکم بر آن‌ها و سطح خدماتی که دولت‌های آن‌ها ارائه می‌دهند، است.

باتوجه‌به اینکه داده‌ها دارای مقیاس‌های مختلف هستند برای هموارسازی داده‌ها و ارائه یافته‌های سازگارتر، داده‌ها به فرم لگاریتم طبیعی تبدیل می‌شوند. باتوجه‌به مطالب فوق می‌توان مدل را به‌صورت رابطه (۱) تصریح کرد:

$$Q_{y_{it}}(\tau \mid \alpha_i, \xi_t, x_{it}) = \alpha_i + \xi_t + \beta_{1\tau} LINT_{it} + \beta_{2\tau} GDP_{it} + \beta_{3\tau} LREC_{it} + \beta_{4\tau}\mathrm{LFEC}_{\mathrm{it}} + \beta_{5\tau}\mathrm{LTUP}_{\mathrm{it}} + \beta_{6\tau}\mathrm{LFDI}_{\mathrm{it}} + \beta_{7\tau}\mathrm{LGDM}_{\mathrm{it}} + \beta_{8\tau}\mathrm{LGDE}_{\mathrm{it}} \qquad (۱)$$

۲-۳. روش‌شناسی پژوهش

تکنیک‌های رگرسیون سنتی بر روی اثرات میانگین تمرکز می‌کنند و تأثیر یک متغیر کمکی را بر میانگین شرطی متغیر وابسته تعیین می‌کند که ممکن است منجر به تخمین کمتر یا بیش از حد ضریب مربوطه یا حتی ناتوانی در تشخیص روابط مهم شود (Binder& Coad,2011). اکثر متغیرهای اقتصادی معمولاً دارای نقاط پرت و توزیع غیرنرمال هستند (Lin & Xu , 2018). در نتیجه، تخمین این مدل‌ها ممکن است نتایج جعلی به همراه داشته باشد؛ ازاین‌رو ایده رگرسیون چندکی توسط کونکر و باست[1](۱۹۷۸) ارائه شد. مدل رگرسیون کوانتایل(چندک) امکان تعیین تأثیر یک متغیر کمکی بر کل توزیع‌های شرطی

---

[1] Koenker, R., & Bassett Jr, G

متغیر وابسته را فراهم می‌کند. تخمین رگرسیون چندک نسبت به پرت و توزیع نامتقارن قوی است.

مدل رگرسیون کوانتایل، برای چندک τ ام متغیر وابسته y_i که تابع خطی از متغیر توضیحی x_i به صورت رابطه (۲) است.

$$Q_{y_i}(\tau \mid x_i) = x_i^T \beta_\tau \qquad (۲)$$

هرچند رگرسیون چندکی نسبت به داده‌های پرت مقاوم است و به فروضی مانند نرمال بودن جملات خطا و یکسان بودن واریانس جملات خطا حساس نیست و در صورت وجود ناهمسانی واریانس، قوی‌تر و قابل‌اتکاتر است (مظهری و همکاران، ۱۳۹۸ و جباری و سالم ۱۴۰۲) بااین‌حال، یک محدودیت رگرسیون کوانتیل این است که ناهمگونی مشاهده نشده یک کشور را در نظر نمی‌گیرد. ناهمگونی مشاهده نشده به تفاوت‌های بین کشورها اشاره دارد که توسط متغیرهای مشاهده شده در تجزیه‌وتحلیل ثبت نشده است. به‌عنوان‌مثال، ممکن است تفاوت‌هایی در عوامل نهادی، عوامل فرهنگی، یا سایر ویژگی‌های غیرقابل‌مشاهده وجود داشته باشد که می‌تواند بر رابطه بین متغیرهای موردعلاقه تأثیر بگذارد .برای رفع این محدودیت، در این مقاله از روش کوانتیل پنل با اثرات ثابت استفاده می‌شود. این روش امکان تخمین اثرات متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته در کوانتیل های مختلف را فراهم می‌کند و درعین‌حال ناهمگونی مشاهده نشده کشورهای در تجزیه‌وتحلیل را نیز در نظر می‌گیرد (Zhu Et al. ,2016). مدل رگرسیون کوانتیل با اثر ثابت به‌صورت رابطه (۳) خواهد بود.

$$Q_{y_{th}}(\tau_k \mid \alpha_i, x_{it}) = \alpha_i + x_{it}' \beta(\tau_k) \qquad (۳)$$

بااین‌حال، مدل رگرسیون کوانتایل با اثرات ثابت در پنل دارای معایب خاص خود است؛ وقتی تعداد افراد یا واحدهای مشاهده به بی‌نهایت میل می‌کند، تعداد اثرات ثابت که با αi نشان داده می‌شوند به صورت ناپایداری افزایش می‌یابد؛ بدین معنا که نتایج و تخمین‌های به دست آمده بر اساس داده‌های مختلف مشابه و سازگار نیست و نتایج به طور معناداری تغییرمی کند، ناپایداری در تخمین اثرات ثابت به این دلیل است که با افزایش تعداد مقاطع، مدل ممکن است به طور غیرقابل پیش‌بینی به تغییرات در داده‌ها واکنش نشان دهد و این می‌تواند دقت تخمین‌ها را تحت تأثیر قرار دهد، همچنین برخی از اثرات ثابت ممکن است ناشناخته یا غیرقابل مشاهده باشند، اما همچنان بر تخمین‌های مدل تأثیر می‌گذارند . کونکر[1] (۲۰۰۴) برای حل این مسئله یک عبارت جریمه برای پارامترهای اضافی، پیشنهاد می‌کند تا اثرات اضافی پارامترها را کاهش دهد. این به معنای ترکیب بهترین تعداد پارامترها و کاهش پیچیدگی مدل است.همچنین برای تخمین مدل از روش‌های کمینه‌سازی، پارامترهای مدل (شامل هم اثرات متغیرهای مستقل و هم اثرات ثابت ناشناخته) برای بهینه‌سازی استفاده می‌شود.

$$.\min_{(\alpha,\beta)} \sum_{k=1}^{K} \sum_{t=1}^{T} \sum_{i=1}^{N} w_k \rho_{\tau_k}\left(y_{it} - \alpha_i - x_{it}^{T}\beta(\tau_k)\right) + \lambda \sum_{i}^{N} |\alpha_i| \qquad (۴)$$

در رابطه (۴) عبارت i نشان‌دهنده کشورهای موردمطالعه، N نشان‌دهنده تعداد کل کشورها است. T نشان‌دهنده تعداد مشاهدات در هر کشور؛ K بیانگر کوانتیل‌ها است که داده‌ها را به گروه‌های مختلف تقسیم می‌کنند. x نشان‌دهنده ماتریس متغیرهای توضیحی مورداستفاده در مدل رگرسیون است. تابع زیان کوانتیل که به‌صورت ρ_{τ_k} نشان داده می‌شود، معیاری از

---

[1] Koenker, R.

تفاوت بین مقادیر واقعی و پیش‌بینی شده در یک کوانتیل خاص است. وزن نسبی که به صورت w_k نشان داده می شود، وزن داده شده به هر کوانتیل در تخمین اثر ثابت است.که سهم هر کوانتیل را در تخمین کلی کنترل می کند. λ پارامتر کنترل است، که برای کنترل اثرات فردی در تخمین β (ضریب متغیرهای توضیحی) استفاده می شود (Zhu Et al.,2016).

٤. برآورد مدل

برای بررسی اثرات متغیرهای اینترنت و شاخص‌های روند دموکراتیکو شاخص ارائه خدمات دولت بر انتشار CO2 در این بخش ابتدا نرمال بودن متغیرها پیش از انجام برآورد مدل اقتصادسنجی مورد بررسی قرار می‌گیرد. در ادامه، همبستگی مقطعی، مانا بودن متغیرها و آزمون هم انباشتگی نیز مورد بررسی قرار می‌گیرند. جدول (۲) بیانگر آماره‌های توصیفی و نمودار (۲) (به پیوست مراجعه شود) بیانگر نمودارهای توزیع فراوانی است.

جدول ۳. آمار توصیفی متغیرها

متغیر	میانگین	میانه	واریانس	انحراف معیار	دامنه تغییرات	چولگی	کشیدگی
LCO2	١١/٦٤١	١١/٣٨٣	٢/٠٠٧	١/٤١٧	٧/٣٤٨	٠/٦٣٨	٠/٤٤٤
LINT	٥/١١٦	٥/١٥٩	٠/٠٣٤	٠/١٨٣	٠/٦١٣	-٠/٤٢٦	-١/١٦٨
LGDP	٤/٧٩٥	٤/٧٩٦	٠/٠٠١	٠/٠٣٤	٠/٤٥٧	-٠/٣٨٦	٦/٠٠٥
LREC	٤/٨٩١	٤/٨٥٧	٠/٠١١	٠/١٠٤	٠/٤١٨	٠/٨٤٥	-٠/٢١٤

LFEC	٦/٦٠٩	٦/٢٩٣	١/٢٧٧	١/١٣٠	٥/٤٦٦	١/٠٢٠	٠/٩٣٨
LTUP	١٦/٤٣١	١٦/٢٢٨	٢/٣٠٣	١/٥١٧	٧/٧٦٦	٠/١٧١	-٠/٢٠٥
LFDI	٤/٨٠٣	٤/٧٩٢	٠/٠٢٧	٠/١٦٤	٦/٣٣٤	-٢٤/٩٨٧	٨١٧/٣٢٣
LGDM	٤/٧٧٣	٤/٧٧٤	٠/٠٠٠	٠/٠٠٧	٠/٠٣٠	-٠/٢٩٢	-١/١٥٧
LGDE	٤/٧٧٥	٤/٧٧٥	٠/٠٠٠	٠/٠٠٧	٠/٠٢٩	٠/٠٣٧	-١/١٧٨

مأخذ: یافته‌های پژوهش

باتوجه‌به نمودار (۲) و آماره چولگی در جدول (۳)، این آماره بیانگر معیاری از عدم تقارن داده‌ها است. مقادیر این آماره در جدول (۳) نشان می‌دهد که داده‌ها نامتقارن و نسبت به توزیع نرمال دارای انحراف‌اند. مقدار آماره چولگی برای داده‌های LGDP ،LINT، LFDI و LGDM منفی است که نشان‌دهنده این است که این داده‌ها اغلب در سمت چپ توزیع هستند، سایر متغیرها دارای چولگی مثبت یا چوله به راست هستند. باتوجه‌به اینکه که متغیر وابسته LCO2دارای توزیع غیرنرمال است، انتظار می‌رود نتایج آزمون کوانتایل نسبت به نتایج آزمون OLS قوی‌تر باشند.

قبل از انجام آزمون مانایی پانل دیتا، باید آزمون وابستگی بین مقاطع به‌منظور انتخاب آزمون ریشه واحد مناسب انجام شود. چرا که آزمون‌های ریشه واحد مرسوم پانلی مانند Levin, Lee, and Chu ، Im, Pesaran and Shin ، Hadri و.... فرض می‌کنند بین مقاطع استقلال وجود دارد. در صورت وجود عدم استقلال مقاطع احتمال وقوع نتایج ریشه واحد کاذب را افزایش خواهد داد (Pesaran,2007و Barbieri, 2009). ازاین‌رو به‌منظور بررسی وابستگی بین مقاطع از آزمون وابستگی بین مقاطع پسران استفاده شده است. نتایج

آزمون استقلال مقطعی جدول (۴) (به پیوست مراجعه شود) نشان می‌دهد، هیچ‌گونه وابستگی بین مقاطع وجود ندارد و لذا می‌توان از آزمون هار ریشه واحد مرسوم پانلی استفاده کرد.

برای بررسی مانایی متغیرها از آماره Fisher-ADF که توسط مادلا و وو[۱](۱۹۹۹) پیشنهاد شده است. نتایج آزمون مانایی در جدول (۵) که در پیوست ارائه شده است.متغیرهای LCO2 ، LREC و LFEC در سطح ۵ درصد معنا دار نیستند. از این رو برای حل نامانایی این متغیرها از آنها تفاضل مرتبه اول گرفته می شود. نتایج آزمون ریشه واحد Fisher-ADF تفاضل مرتبه اول متغیرهای LCO2 ، LREC و LFEC در جدول (۶) (در پیوست)نشان می دهد که این متغیرها با یک بار تفاضل گیری در سطح ۵ درصد معنا دار شده اند. باتوجه‌به وجود متغیرها با درجه مانایی متفاوت در الگو، لازم است تا قبل از برآورد الگوی اقتصادسنجی به بررسی هم‌انباشتگی کل الگو پرداخته شود تا از برازش یک الگوی جعلی خودداری گردد و رابطه بلندمدت بین این متغیرها مستقل و توضیحی مورد بررسی قرار گیرد. برای این منظور از آزمون کائو[۲](۱۹۹۹) استفاده شده است. جدول(۷) در پیوست، نتایج آزمون هم‌انباشتگی کائو را نشان می‌دهد. باتوجه‌به معنی‌دار آزمون در سطح ۵ درصد، هم‌انباشتگی کل الگو قابل ردکردن نیست و مشکل برآورد جعلی وجود نخواهد داشت. علاوه بر این، نتایج تأیید می‌کند که ارتباط بلندمدت متغیرهای موردمطالعه نیز وجود دارد.

نتایج رگرسیون پانل کوانتایل

نتایج برآورد اثر سطح نفوذ اینترنت، روند دموکراتیک و ارائه خدمات دولت بر انتشار آلایندگی CO2در جدول (۸) ارائه شده است. بیان این نکته ضروری است که در ادبیات رگرسیون کوانتیل، عموماً معادله در سطح دهک‌ها برآورد می‌شود که در این پژوهش در کوانتایل های مختلف ۰/۰۵، ۰/۲۵، ۰/۵، ۰/۷۵ و ۰/۹۵ محاسبات صورت گرفته است.

---

[1] Maddala, G. S., & Wu, S.

[2] Kao, C.

جدول ۸. نتایج برآورد مدل اقتصادسنجی

کوانتایل	۰/۰۵			۰/۲۵			۰/۵۰			۰/۷۵			۰/۹۵		
متغیرها	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال	ضریب	آماره t	احتمال
LINT	۰/۱۵	۲/۶۰	۰/۰۱	۰/۱۳	۳/۸۵	۰/۰۰	۰/۱۱	۴/۸۴	۰/۰۰	۰/۱۰	۳/۳۲	۰/۰۰	۰/۰۸	۱/۶۹	۰/۰۹
LGDP	۰/۲۵	۱/۳۷	۰/۱۷	۰/۲۰	۱/۸۸	۰/۰۶	۰/۱۶	۲/۱۹	۰/۰۳	۰/۱۳	۱/۳۵	۰/۱۸	۰/۰۸	۰/۵۶	۰/۵۸
LREC	-۲/۴۶	-۷/۹۵	۰/۰۰	-۲/۳۹	-۱۳/۳۸	۰/۰۰	-۲/۳۴	-۱۸/۸۷	۰/۰۰	-۲/۲۹	-۱۴/۶۸	۰/۰۰	-۲/۲۴	-۸/۸۸	۰/۰۰
LFEC	۰/۸۴	۱۱/۰۵	۰/۰۰	۰/۸۱	۱۸/۵۴	۰/۰۰	۰/۷۹	۲۶/۰۷	۰/۰۰	۰/۷۷	۲۰/۲۴	۰/۰۰	۰/۷۵	۱۲/۲۰	۰/۰۰
LTUP	۰/۲۰	۲/۶۶	۰/۰۱	۰/۲۱	۴/۷۸	۰/۰۰	۰/۲۲	۷/۰۷	۰/۰۰	۰/۲۲	۵/۷۵	۰/۰۰	۰/۲۳	۳/۶۶	۰/۰۰
LFDI	-۰/۰۲	-۱/۸۱	۰/۰۷	-۰/۰۲	-۲/۴۸	۰/۰۱	-۰/۰۲	-۲/۸۶	۰/۰۰	-۰/۰۱	-۱/۷۴	۰/۰۸	-۰/۰۱	-۰/۷۱	۰/۴۸
LGDM	-۲/۴۰	-۰/۶۸	۰/۵۰	-۰/۹۱	-۰/۴۴	۰/۶۶	۰/۲۲	۰/۱۵	۰/۸۸	۱/۲۷	۰/۷۱	۰/۴۸	۲/۴۷	۰/۸۶	۰/۳۹
LGDE	-۳/۸۰	-۰/۸۱	۰/۴۲	-۴/۴۱	-۱/۶۲	۰/۱۱	-۴/۸۶	-۲/۵۸	۰/۰۱	-۵/۲۹	-۲/۲۳	۰/۰۳	-۵/۷۸	-۱/۵۱	۰/۱۳

مأخذ: یافته‌های پژوهش

نتایج جداول (۸) نشان می‌دهد که استفاده از اینترنت در سطوح کوانتایل های ۰/۰۵، ۰/۲۵، ۰/۵ و ۰/۷۵تأثیر مثبت و معنی‌داری بر انتشارCO2 دارد که بیشترین تأثیر آن در سطح

کوانتایل ۰/۰۵ است. یعنی در سطح چندک ۰/۰۵، به‌ازای یک واحد افزایش در افزایش استفاده از اینترنت، آلایندگی ناشی از CO2 به میزان ۰/۱۵ افزایش می‌یابد. با افزایش سطح کوانتایل میزان اثرگذاری اینترنت بر CO2 کاهش می‌یابد؛ بنابراین این نتایج در راستای مطالعات آووم و همکاران[۱](۲۰۲۰) و امیری[۲](۲۰۱۸) است، زیرا مراکز داده، شبکه‌های ارتباطی و تجهیزات مرتبط با ICT به طور مداوم انرژی مصرف می‌کنند. این مصرف انرژی معمولاً از منابع فسیلی مانند نفت، گاز و زغال‌سنگ تأمین می‌شود که باعث انتشار CO2 می‌شود.

شاخص ارائه خدمات دولت در سطوح کوانتایل ۰/۲۵ و ۰/۵ رابطه منفی با انتشار آلایندگی CO2 دارد، این مسئله بیانگر این است که خدمات دولت‌ها در راستای کاهش انتشار آلایندگی نتیجه‌بخش بوده است و دولت‌ها با ترویج استفاده از انرژی‌های پاک، تشویق به استفاده از وسایل حمل‌ونقل عمومی، تنظیم استانداردهای زیست‌محیطی، سرمایه‌گذاری در حمل‌ونقل عمومی و تحقیقات در فناوری‌های سبز، توانسته‌اند تأثیر مثبتی در مدیریت محیط‌زیست و کاهش آلایندگی داشته باشند. این نتایج در راستای یافته‌های سارفراز[۳](۲۰۲۱) و فیشر و نیوول[۴](۲۰۰۸)است.

شاخص روند دموکراتیک هر چند رابطه منفی با انتشار CO2 دارد، اما رابطه آن‌ها معنادار نیست. این نشان می‌دهد که وجود یک دولت دموکراتیک (که معمولاً با ارزش‌هایی همچون

---

[1] Avom, D., et al.
[2] Amri, F.
[3] Sarfraz, M., etal.
[4] Fischer, C., & Newell, R. G.

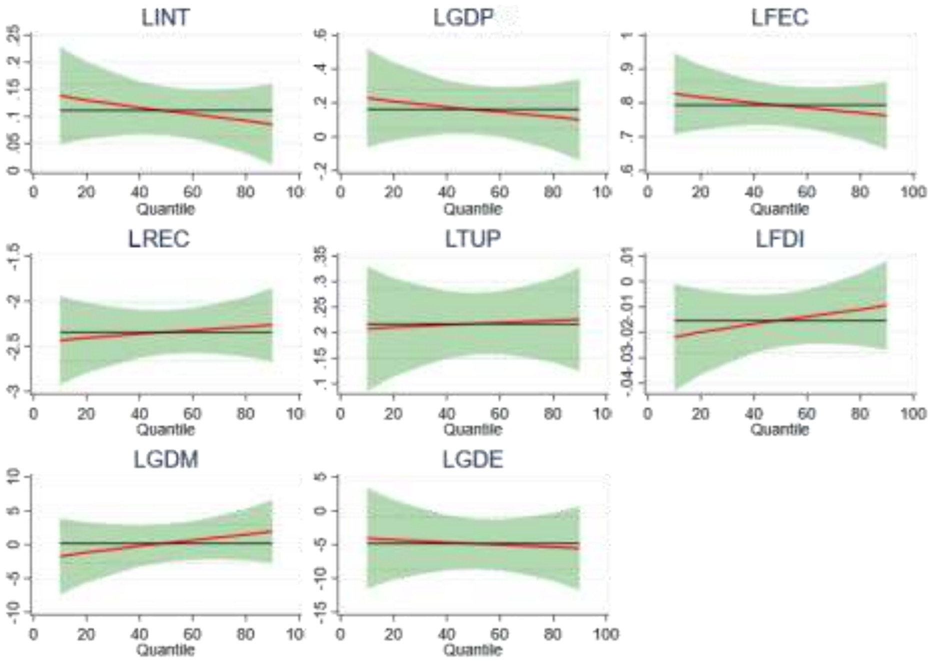
حقوق شهروندی و مشارکت مردمی همراه است) ممکن است به‌تنهایی برای کاهش آلایندگی کافی نباشد.

رشد تولید ناخالص داخلی هرچند بر انتشار آلایندگی تأثیر مثبت دارد، اما فقط در سطح کوانتایل۰/۵ یعنی مقادیر میانی و متوسط انتشار این متغیر بر انتشار CO2 تاثیر دارد ، و سایر سطوح کوانتایل هرچند تأثیر مثبت دارد، اما رابطه آن‌ها معنادار نیست. مصرف انرژی تجدیدپذیر در تمام سطوح کوانتایل تأثیر منفی و معناداری بر انتشار CO2 دارد، یعنی با افزایش استفاده از انرژی‌های پاک انتظار می‌رود سطح آلودگی ناشی از CO2 کاهش یابد. اما برخلاف مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، مصرف سوخت‌های فسیلی در تمام سطوح دارای رابطه مثبت و معنادار با انتشار آلایندگی است.

جمعیت شهری مانند مصرف سوخت‌های فسیلی در تمام سطوح کوانتایل تأثیر مثبت و معناداری بر انتشار CO2 دارد و با افزایش جمعیت شهری انتظار می‌رود CO2 افزایش یابد. سرمایه‌گذاری مستقیم خارجی در سطوح کوانتایل ۰/۰۵، ۰/۲۵ و ۰/۵ دارای رابطه منفی و معنادار با انتشار CO2 است که این نتیجه می‌تواند بیانگر این باشد که سرمایه‌گذاری خارجی امکان ورود تکنولوژی‌های کم‌کربن را فراهم می‌کند.

نمودار (۳) اثرگذاری هر یک از متغیرها بر انتشار CO2 در کوانتایل های مختلف نشان می‌دهد. میزان اثرگذاری مثبت LINT ، LFEC و LGDP بر انتشار CO2 با افزایش کوانتایل، کاهش می‌یابد. اما میزان اثرگذاری مثبت متغیر LTUP بر CO2 با افزایش سطح کوانتایل، افزایش می‌یابد. تأثیر منفی متغیرهای LRCE ، LFDI و LGDE بر انتشار CO2 با افزایش سطوح کوانتایل افزایش می‌یابد.

نمودار ۳. تأثیر متغیرهای توضیحی بر CO2 در سطوح مختلف کوانتایل



مأخذ: محاسبات پژوهش

٤-١. آزمون ضرایب بین کوانتایلی و استحکام ضرایب مدل

در نهایت برای بررسی آیا تفاوتی میان ضرایب رگرسیون برای دو یا چند کوانتایل مختلف یک متغیر مستقل وجود دارد و اینکه آیا نتایج مدل دارای پایداری و قدرت تعمیم‌پذیری است، از آزمون‌های ضرایب بین کوانتایلی و استحکام مدل استفاده می‌شود.

برای کنترل اینکه ضرایب روی متغیر وابسته درکوانتایل های مختلف مقدار یکسانی دارند آزمون آماری والد محاسبه می‌شود (Aldieri & Vinci,2017). فرضیه‌های این آزمون بیان می‌کنند که آیا تفاوت معنی‌داری بین ضرایب در کوانتایل های مختلف وجود دارد یا

خیر که در این پژوهش برابری ضرایب کوانتایل های ۰/۰۵، ۰/۵ و ۰/۹۵متغیرها بررسی شده است. جدول (۹)

(به پیوست مراجعه شود) آزمون والد برابری ضریب در کوانتایل های مختلف است که نشان می‌دهد فرضیه صفر ضریب برابری در سطح ۰.۰۵ برای تمام متغیرها به جزءLFDI رد می‌شود. به‌عبارت‌دیگر ضرایب متغیرها بین کوانتایل ها با هم برابر نیستند.

برای بررسی استحکام مدل در این پژوهش از آزمون‌های حذفی برای بررسی پایداری مدل استفاده شده است. در این آزمون‌ها، برخی از داده‌ها حذف شده و سپس مدل با داده‌های باقی‌مانده مجدداً برازش می‌شود تا اثرات حذف داده‌ها بر نتایج مدل ارزیابی شود. برای این منظور متغیر LFDI از مدل حذف می‌شود و مجدداً مدل برازش می‌شود و آزمون والد برابری بین ضرایب رو دوباره برای مدل جدید انجام می‌شود. نتایج جدول (۱۰) در پیوست، نشان می‌دهد که با حذف متغیر کنترلی LFDI ، باتوجه‌به اینکه احتمال کمتر از سطح معنی‌داری ۰/۰۵است، فرضیه مربوطه رد می‌شود و این نشان می‌دهد که تفاوت معنی‌داری در ضرایب بین کوانتایل های مورد نظر پس از حذف LFDI وجود دارد. و این نتایج استحکام مدل را تأیید می‌کند.

۵- خلاصه و نتیجه‌گیری

استفاده روزافزون از اینترنت در زندگی روزمره به افزایش مصرف انرژی منجر شده است. مصرف برق فراوان مراکز داده، تولید و دفع زباله‌های الکترونیکی، استخراج ارزهای دیجیتال، فعالیت‌های آنلاین، تجارت الکترونیکی و تأثیرات غیرمستقیم مانند تولید

سخت‌افزار و زیرساخت‌ها و استفاده روزافزون از دستگاه‌های متصل به اینترنت مانند تلفن‌های هوشمند، تبلت‌ها، و دستگاه‌های خانگی هوشمند است که نیازمند باتری یا برق برای عملکرد خود هستند همگی به افزایش مصرف انرژی منجر شده است.

علاوه بر این خدمات دولت در یک جامعه با روندهای دموکراتیک می‌توانند تأثیر قابل‌توجهی بر مصرف انرژی و سطح آلودگی داشته باشند. به‌عنوان‌مثال، دولت‌ها اغلب نقش مهمی در توسعه و اجرای سیاست‌های انرژی پایدار دارند که به کاهش مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای کمک می‌کنند. این شامل ارائه تشویق‌ها و تسهیلات مالی برای استفاده از منابع انرژی تجدیدپذیر، ترویج استفاده از وسایل نقلیه عمومی، و ایجاد استانداردها و مقررات زیستی محیط برای صنایع و کسب‌وکارها می‌شود. در نتیجه، نقش دولت در تدوین و اجرای سیاست‌های مناسب در زمینه محیط‌زیست برای کاهش مصرف انرژی و آلودگی بسیار حیاتی است.

بنابراین، باتوجه‌به افزایش نفوذ اینترنت در جهان و نقش قوانین و مقررات زیست‌محیطی در این مطالعه اثر افزایش نفوذ اینترنت، روند دموکراتیکو ارائه خدمات دولت بر انتشار کربن با استفاده از داده‌های ۶۳ کشور برای دوره ۲۰۲۰- ۲۰۰۰ و با به‌کارگیری مدل پنل کوانتایل مورد ارزیابی قرار گرفته است. نتایج بیانگر این است که به‌طورکلی، با افزایش استفاده از اینترنت و تکنولوژی‌های مرتبط، مصرف انرژی و انتشار گازهای گلخانه‌ای نیز افزایش می‌یابد. افزایش ارائه خدمات دولتی می‌تواند منجر به کاهش آلایندگی شود. علاوه بر این رشد تولید ناخالص داخلی، افزایش جمعیت شهری و استفاده از سوخت‌های فسیلی تأثیر

مثبتی بر انتشار آلایندگی ناشی از CO2 دارد. از طرف دیگر سرمایه‌گذاری خارجی و انرژی تجدیدپذیر رابطه عکس با انتشار CO2 داشتند.

بنابراین، ازآنجایی که اینترنت و فناوری‌های ارتباطی تأثیرات منفی بر مصرف انرژی و انتشار CO2دارند، لازم است تا راهکارها و سیاست‌های مناسبی برای کاهش این تأثیرات اتخاذ شود. از طرف دیگر باتوجه‌به رابطه مثبت خدمات دولت در کاهش آلایندگی، با افزایش ارائه خدمات از طرف دولت و سیاست‌گذاری می‌توان به کاهش مصرف انرژی و انتشار CO2در صنعت اینترنت و فناوری‌های ارتباطی دست‌یافت و محیط‌زیست را حفظ کرد. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، کاهش مصرف انرژی، بازیافت و استفاده مجدد از دستگاه‌های الکترونیکی، انتخاب گزینه‌های پایدارتر برای فعالیت‌های آنلاین، بهینه‌سازی مصرف انرژی در مراکز داده، تشویق به تولید تجهیزات ارتباطی کم‌مصرف، استفاده از فناوری‌های پاک و مسئولیت‌پذیری مشترک از سوی شرکت‌ها، دولت‌ها و مصرف‌کنندگان، قوانین و مقررات سخت‌گیرانه برای محدودکردن میزان انتشار گازهای گلخانه‌ای، تغییرات سبک زندگی فردی، می‌تواند به کاهش آلایندگی و حفاظت از محیط‌زیست کمک کند.

تعارض منافع

تعارض منافع وجود ندارد.

ORCID

Narges Salehnia	https://orcid.org/0000-0002-7505-5335
Najmeh Sourinaseri	https://orcid.org/0009-0001-5083-6055
Vahid rezaei	https://orcid.org/0009-0005-6411-1484

منابع

مظهری آوا، مریم، فتاحی، شهرام، و سهیلی، کیومرث. (۱۳۹۸). بررسی عوامل مؤثر بر فشار بازار ارز در کشورهای درحال‌توسعه و توسعه‌یافته: رویکرد پنل کوانتایل. پژوهش‌ها و سیاست‌های اقتصادی، ۲۷(۹۲)، ۲۲۷-۲۵۶. SID. https://sid.ir/paper/364141/fa

جباری، لیلا و سالم، علی اصغر . (۱۴۰۲). بررسی اثر غیرخطی تغییر ساختار اشتغال بر انتشار دی‌اکسید کربن در استان‌های ایران با استفاده از مدل پنل کوانتایل. پژوهش‌های اقتصادی ایران, ۲۸(۹۶), ۱۲۳-۱۶۲ doi: 10.22054/ijer.2022.64527.1051 .

Abid, M. (2016). Impact of economic, financial, and institutional factors on CO2 emissions: evidence from sub-Saharan Africa economies. *Utilities Policy*, *41*, 85-94. https://doi.org/1016/10/j.jup.06/2016.009

Acheampong, A. O., Opoku, E. E. O., & Dzator, J. (2022). Does democracy really improve environmental quality? Empirical contribution to the environmental politics debate. Energy Economics, 109, 105942. https://doi.org/1016/10/j.eneco.105942/2022

Adams, S., & Acheampong, A. O. (2019). Reducing carbon emissions: the role of renewable energy and democracy. Journal of Cleaner Production, 240, 118245. https://doi.org/1016/10/j.jclepro.118245/2019

Adebayo, T. S., & Acheampong, A. O. (2022). Modelling the globalization-CO2 emission nexus in Australia: evidence from quantile-on-quantile approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(7), 9867-9882. https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-16368-y

Adebayo, T. S., Saint Akadiri, S., Uhunamure, S. E., Altuntaş, M., & Shale, K. (2022). Does political stability contribute to environmental sustainability? Evidence from the most politically stable economies. *Heliyon*, *8*(12). https://doi.org/1016/10/j.heliyon.2022.e12479

Ahmed, K. (2020). Environmental policy stringency, related technological change and emissions inventory in 20 OECD countries. *Journal of environmental Management*, *274*, 111209. https://doi.org/1016/10/j.jenvman.111209/2020

Aldieri, L., & Vinci, C. P. (2017). Quantile Regression for Panel Data: An Empirical Approach for Knowledge Spillovers Endogeneity. *International Journal of Economics and Finance, 9(7)*. DOI: 5539/10/ijef.v9n7p106

Amri, F. (2018). Carbon dioxide emissions, total factor productivity, ICT, trade, financial development, and energy consumption: testing environmental Kuznets curve hypothesis for Tunisia. *Environmental Science and Pollution Research*, *25, 33691-33701*. https://doi.org/1007/10/s11356-018-3331-1

An Hign, D., Gholami, R., & Shirazi, F. (2017). ICT and environmental sustainability. *Telematics and Informatics, 34(4), 85-95.* https://dl.acm.org/doi/abs/1016/10/j.tele.01/2017.001

Aslam, B., Hu, J., Shahab, S., Ahmad, A., Saleem, M., Shah, S. S. A., et al. (2021). The nexus of industrialization, GDP per capita and CO2 emission in China. *Environmental Technology & Innovation*, *23*, 101674. https://doi.org/1016/10/J.ETI.101674/2021

Asongu, S. A., & Odhiambo, N. M. (2020). Governance, CO2 emissions and inclusive human development in sub-Saharan Africa. *Energy Exploration & Exploitation*, *38*(1), 18-36. https://doi.org/1177/10/0144598719835594

Avom, D., Nkengfack, H., Fotio, H. K., & Totouom, A. (2020). ICT and environmental quality in Sub-Saharan Africa: Effects and transmission channels. *Technological Forecasting and Social Change*, *155*, 120028. https://doi.org/1016/10/j.techfore.120028/2020

Awan, A., Abbasi, K. R., Rej, S., Bandyopadhyay, A., & Lv, K. (2022). The impact of renewable energy, internet use and foreign direct investment on carbon dioxide emissions: A method of moments quantile analysis. *Renewable Energy*, *189*, 454-466. https://doi.org/1016/10/j.renene.03/2022.017

Awan, A., Kocoglu, M., Banday, T. P., & Tarazkar, M. H. (2022). Revisiting global energy efficiency and CO2 emission nexus: fresh evidence from the panel quantile regression model. *Environmental Science and Pollution Research, 29(31), 47502-47515*. https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-022-19101-5

Ayhan, F., Kartal, M. T., Kılıç Depren, S., & Depren, Ö. (2023). Asymmetric effect of economic policy uncertainty, political stability, energy consumption, and economic growth on CO2 emissions: evidence from G-7 countries.

Environmental Science and Pollution Research, 30(16), 47422-47437. https://link.springer.com/article/1007/10/s11356-023-25665-7

Barbieri, L. (2009). Panel unit root tests under cross-sectional dependence: An overview. *Journal of Statistics: Advances in Theory and Applications*, *1*(2), 117158.https://www.researchgate.net/publication/267090484_Panel_Unit_Root_Tests_under_Cross-sectional_Dependence_An_Overview

Binder, M., & Coad, A. (2011). From Average Joe's happiness to Miserable Jane and Cheerful John: using quantile regressions to analyze the full subjective well-being distribution. *Journal of Economic Behavior & Organization*, *79*(3), 275-290. https://doi.org/1016/10/j.jebo.02/2011.005

Boateng, E., Annor, C. B., Amponsah, M., & Ayibor, R. E. (2024). Does FDI mitigate CO2 emissions intensity? Not when institutional quality is weak. *Journal of Environmental Management*, *354*, 120386. https://doi.org/1016/10/j.jenvman.120386/2024

Brenna, K. A. (2015). Democracy and Climate Change The relationship between democracy and CO2-emissions *(Master's thesis)*. http://urn.nb.no/URN:NBN:no-53168

Cao, J., Zhang, J., Chen, Y., Fan, R., Xu, L., Wu, E., ... & Wu, S. (2023). Current status, future prediction and offset potential of fossil fuel CO2 emissions in China. *Journal of Cleaner Production*, 139207. https://doi.org/1016/10/j.jclepro.139207/2023

Cheng, C., Ren, X., Dong, K., Dong, X., & Wang, Z. (2021). How does technological innovation mitigate CO2 emissions in OECD countries? Heterogeneous analysis using panel quantile regression. *Journal of Environmental Management*, *280*, 111818. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2020.111818

Chen, F., Liu, A., Lu, X., Zhe, R., Tong, J., & Akram, R. (2022). Evaluation of the effects of urbanization on carbon emissions: The transformative role of government effectiveness. *Frontiers in Energy Research*, *10*, 848800. https://doi.org/3389/10/fenrg.848800/2022

Cohen, S., Demeritt, D., Robinson, J., & Rothman, D. (1998). Climate change and sustainable development: towards dialogue. *Global environmental change, 8(4)*, 341-371. https://doi.org/1016/10/S0959-3780(98)00017-X

Danish, Baloch, M.A., Mahmood, N., Zhang, J.W.,(2019). Effect of natural resources, renewable energy and economic development on CO2 emissions in BRICS countries. *Sci. Total Environ*. 678, 632–638. https://doi.org/1016/10/J.SCITOTENV.05/2019.028

Danish, Zhang, J., Wang, B., & Latif, Z. (2019). Towards cross-regional sustainable development: The nexus between information and communication technology, energy consumption, and CO 2 emissions. *Sustainable Development*, *27(5)*, 990-1000. https://doi.org/1002/10/sd.2000

Fischer, C., & Newell, R. G. (2008). Environmental and technology policies for climate mitigation. *Journal of environmental economics and management*, *55*(2), 142-162. https://doi.org/10.1016/j.jeem.2007.11.001

Ghosh, S., Hossain, M. S., Voumik, L. C., Raihan, A., Ridzuan, A. R., & Esquivias, M. A. (2023). Unveiling the spillover effects of democracy and renewable energy consumption on the environmental quality of BRICS countries: A new insight from different quantile regression approaches. *Renewable Energy Focus*, *46*, 222-235. https://doi.org/1016/10/j.ref.06/2023.004

Jabbari, Leila, & Saleh, Ali Asghar. (2023). Investigating the nonlinear effect of employment structure change on carbon dioxide emissions in Iran's provinces using the quantile panel model. *Iranian Economic Research*, *28(96)*, 123-162. https://doi.org/10.22054/ijer.2022.64527.1051 (in Persian)

Jayachandran, S. (2015). The Roots of Gender Inequality in Developing Countries. *Annu. Rev. Econ.* 7, 63–88. doi:1146/10/annurev-economics-080614-115404

Jokinen, P., Malaska, P., & Kaivo-Oja, J. (1998). The environment in aninformation society': A transition stage towards more sustainable development?. *Futures*, *30(6)*, 485-498. https://doi.org/1016/10/S0016-3287(98)00054-8

Haq, Z. U., Mehmood, U., Tariq, S., & Mariam, A. (2024). The Impacts of Globalization and GDP on CO2 Emissions: Do Technological Innovation and Renewable Energy Lower Some Burden in SAARC Countries. *Journal of the Knowledge Economy*, 1-24.

Helliwell, J. F., & Huang, H. (2008). How's your government? International evidence linking good government and well-being. British journal of political science, 38(4), 595-619. https://doi.org/10.1017/S0007123408000306

Hilty, L. M. (2008). Information technology and sustainability: essays on the relationship between ICT and sustainable development. BoD–Books on Demand.

Fettweis, G., & Zimmermann, E. (2008). ICT energy consumption—Trends and challenges. *In Proceedings of the 11th International Symposium on Wireless Personal Multimedia Communications* (pp. 1-6). Lapland, Finland.https://www.vodafone-chair.org/pbls/legacy/gerhard-fettweis/ICT_Energy_Consumption_-_Trends_and_Challenges.pdf

Kao, C. (1999). Spurious regression and residual-based tests for cointegration in panel data. *Journal of econometrics*, *90*(1), 1-44. https://doi.org/1016/10/S0304-4076(98)00023-2

Kartal, M. T., Kılıç Depren, S., & Kirikkaleli, D. (2023). Asymmetric effect of political stability on production-based CO2 emissions in the UK: long-run evidence from nonlinear ARDL and frequency domain causality. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(12), 33886-33897. https://doi.org/1007/10/s11356-022-24550-z

Khuntia, J., Saldanha, T. J., Mithas, S., & Sambamurthy, V. (2018). Information technology and sustainability: Evidence from an emerging economy. *Production and Operations Management, 27(4),* 756-773. https://journals.sagepub.com/doi/abs/1111/10/poms.12822

Kinda, S. (2011). Democratic institutions and environmental quality: effects and transmission channels. *Available at SSRN 2714300*. http://dx.doi.org/2139/10/ssrn.2714300

Koenker, R. (2004). Quantile regression for longitudinal data. *Journal of Multivariate Analysis, 91(1)*, 74-89 .https://doi.org/1016/10/j.jmva.05/2004.006

Koenker, R., & Bassett Jr, G. (1978). Regression quantiles. *Econometrica: journal of the Econometric Society*, 33-50. https://doi.org/2307/10/1913643

Kuang, H., Akmal, Z., & Li, F. (2022). Measuring the effects of green technology innovations and renewable energy investment for reducing carbon emissions in China. *Renewable Energy*, *197*, 1-10. https://doi.org/1016/10/j.renene.06/2022.091

Lafferty, W. M., & Meadowcroft, J. (1996). Democracy and the Environment: Congruences and Conflict-Preliminary Reflections(Book). econpapers.repec.org

Lee, C. C., & Zhao, Y. N. (2023). Heterogeneity analysis of factors influencing CO2 emissions: the role of human capital, urbanization, and FDI. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *185,* 113644. https://doi.org/1016/10/j.rser.113644/2023

Lei, X., Ma, Y., Ke, J., & Zhang, C. (2023). The non-linear impact of the digital economy on carbon emissions based on a mediated effects model. *Sustainability*, *15*(9), 7438. ; https://doi.org/3390/10/su15097438

Li, L., Zheng, Y., Zheng, S., & Ke, H. (2020). The new smart city programme: Evaluating the effect of the internet of energy on air quality in China. *Science of The Total Environment*, *714*, 136380. https://doi.org/1016/10/j.scitotenv.136380/2019

Li, X., Zhang, C., & Zhu, H. (2023). Effect of information and communication technology on CO2 emissions: an analysis based on country heterogeneity perspective. *Technological Forecasting and Social Change*, *192*, 122599. https://doi.org/1016/10/j.techfore.122599/2023

Lin, B., & Xu, B. (2018). Factors affecting CO2 emissions in China's agriculture sector: A quantile regression. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *94*, 15-27. https://doi.org/1016/10/j.rser.05/2018.065

Lin, H., Wang, X., Bao, G., & Xiao, H. (2022). Heterogeneous spatial effects of FDI on CO2 emissions in China. *Earth's Future*, *10*(1),e2021EF002331. https://doi.org/1029/10/2021EF002331

Maddala, G. S., & Wu, S. (1999). A comparative study of unit root tests with panel data and a new simple test. *Oxford Bulletin of Economics and statistics, 61(S1),* 631-652. https://doi.org/1111/10/1468-0610/0084s1631

Mazaheri Ava, Maryam; Fattahi, Shahram; & Soheili, Keyomars. (2019). Investigating the factors affecting exchange market pressure in developing and developed countries: A quantile panel approach. *Economic Research and Policies* , *27(92*), 227-256. SID. https://sid.ir/paper/364141/fa (in Persian)

Mastykash, O., Peleshchyshyn, A., Fedushko, S., Trach, O., & Syerov, Y. (2018, September). Internet social environmental platforms data representation. In *2018 IEEE 13th International Scientific and Technical Conference on Computer Sciences and Information Technologies (CSIT)* (Vol. 1, pp. 199-202). IEEE. DOI: 1109/10/STC-CSIT.8526586/2018

Mawejje, J. (2023). Renewable and nonrenewable energy consumption, economic growth, and CO2 emissions in Eastern and South African countries: the role of informality. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(28), 72575-72587. 1007/10/s11356-023-27549-2

May, G., Stahl, B., Taisch, M., & Kiritsis, D. (2017). Energy management in manufacturing: From literature review to a conceptual framework. *Journal of cleaner production*, *167*, 1464-1489. https://doi.org/1016/10/j.jclepro.10/2016.191

Midlarsky, M. I. (1998). Democracy and the environment: an empirical assessment. *Journal of Peace Research, 35(3),* 341-361. https://doi.org/1177/10/0022343398035003005

Neves, S. A., Marques, A. C., & Patrício, M. (2020). Determinants of CO2 emissions in European Union countries: does environmental regulation reduce environmental pollution?. *Economic Analysis and Policy*, *68*, 114-125. https://doi.org/1016/10/j.eap.09/2020.005

OECD (2022), Building Trust and Reinforcing Democracy: Preparing the Ground for Government Action, OECD PublicGovernance Reviews, OECD Publishing, Paris, https://doi.org/1787/10/76972a4a-en

Payne, R. A. (1995). Freedom and the environment. J. Democracy, 6, 41. https://heinonline.org/HOL/LandingPage?handle=hein.journals/jnlodmcy6&div=55&id=&page=

Pesaran, M. H. (2007). A simple panel unit root test in the presence of cross-section dependence. *Journal of applied econometrics*, *22*(2), 265-312. DOI: 2139/10/ssrn.457280

Powell, D. (2022). Quantile regression with nonadditive fixed effects. *Empirical Economics*, *63*(5), 2675-2691. https://link.springer.com/article/10.1007/s00181-022-02216-6

Pushak, T., Tiongson, E. R., & Varoudakis, A. (2007). Public finance, governance, and growth in transition economies: Empirical evidence from 1992-2004. *World Bank Policy Research Working Paper,(4255).* https://ssrn.com/abstract=995076

Ren, Y., Liu, L., Zhu, H., & Tang, R. (2020). The direct and indirect effects of democracy on carbon dioxide emissions in BRICS countries: evidence from panel quantile regression. *Environmental Science and Pollution Research*, 27(26), 33085-33102. https://doi.org/1007/10/s11356-020-09167-4

Sadaoui, N., Zabat, L., Sekrafi, H., & Abid, M. (2024). The moderating role of natural resources between governance and CO2 emissions: Evidence from MENA countries. *Energy & Environment*, *35(3),* 1597-1615.https://doi.org/1177/10/0958305X221141389

Salahuddin, M., Alam, K., & Ozturk, I. (2016). The effects of Internet usage and economic growth on CO2 emissions in OECD countries: A panel investigation. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *62*, 1226-1235. https://doi.org/1016/10/j.rser.04/2016.018

Salman, M., Long, X., Dauda, L., & Mensah, C. N. (2019). The impact of institutional quality on economic growth and carbon emissions: Evidence from Indonesia, South Korea and Thailand. *Journal of Cleaner Production*, *241*, 118331. https://doi.org/1016/10/j.jclepro.118331/2019

Sarfraz, M., Ivascu, L., & Cioca, L. I. (2021). Environmental regulations and CO2 mitigation for sustainability: panel data analysis (PMG, CCEMG) for BRICS nations. *Sustainability*, *14*(1), 72. https://doi.org/3390/10/su14010072

Shabani, Z. D., Shahnazi, R., & Sadati, S. M. (2024). The effects of spatial spillover of good governance and renewable energy on CO2 emissions. *Environment, Development and Sustainability*, 1-38. 1007/10/s10668-023-04335-1

Sun, W., and Huang, C. (2020). How Does Urbanization Affect Carbon Emission Efficiency? Evidence from China. *J. Clean. Prod.* 272, 122828. doi:1016/10/j.jclepro.122828/2020

Tavares, A. R., & Robaina, M. (2023). Drivers of the Green Paradox in Europe: An empirical application. *Environmental Science and Pollution Research*, *30*(15), 42791-42812. https://link.springer.com/article/1007/10/s11356-021-16856-1

Vu, K., Hanafizadeh, P., & Bohlin, E. (2020). ICT as a driver of economic growth: A survey of the literature and directions for future research. *Telecommunications policy*, *44(2)*, 101922. https://doi.org/10.1016/j.telpol.2020.101922

Wang, K. M. (2013). The relationship between carbon dioxide emissions and economic growth: quantile panel-type analysis. *Quality & Quantity*, *47*, 1337-1366. DOI 10.1007/s11135-011-9594-y

Wang, S., Zeng, J., & Liu, X. (2019). Examining the multiple impacts of technological progress on CO2 emissions in China: a panel quantile regression approach. *Renewable and Sustainable Energy Reviews*, *103*, 140-150. https://doi.org/10.1016/j.rser.2018.12.046

Wei, L., & Ullah, S. (2022). International tourism, digital infrastructure, and CO2 emissions: fresh evidence from panel quantile regression approach. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(*24*), 36273-36280. https://link.springer.com/article/10.1007/s11356-021-18138-2

Wu, H., Xue, Y., Hao, Y., & Ren, S. (2021). How does internet development affect energy-saving and emission reduction? Evidence from China. *Energy Economics*, *103*, 105577. https://doi.org/1016/10/j.eneco.105577/2021

Wu, L., & Zhang, Z. (2020). Impact and threshold effect of Internet technology upgrade on forestry green total factor productivity: Evidence from China. Journal of Cleaner Production, 271, 122657. https://doi.org/1016/10/j.jclepro.122657/2020

Yan, J., Yang, X., Nie, C., Su, X., Zhao, J., & Ran, Q. (2022). Does government intervention affect CO2 emission reduction effect of producer service agglomeration? Empirical analysis based on spatial Durbin model and dynamic threshold model. Environmental Science and Pollution Research, 29(40), 61247-61264. https://doi.org/1007/10/s11356-022-20143-y

Yasmeen, R., Tao, R., Shah, W. U. H., Padda, I. U. H., & Tang, C. (2022). The nexuses between carbon emissions, agriculture production efficiency, research and development, and government effectiveness: Evidence from major agriculture-producing countries. *Environmental Science and Pollution Research*, *29*(34), 52133-52146. https://doi.org/1007/10/s11356-022-19431-4

Yirong, Q.,)2022). Does environmental policy stringency reduce CO2 emissions? *Evidence from high-polluted economies*. J. Clean. Prod. 341, 130648. https://doi. org/1016/10/j.jclepro.130648/2022

Zhang, F., Deng, X., Phillips, F., Fang, C., & Wang, C. (2020). Impacts of industrial structure and technical progress on carbon emission intensity: Evidence from 281 cities in China. *Technological Forecasting and Social Change*, *154*, 119949. https://doi.org/1016/10/j.techfore.119949/2020

Zhang, S., Xie, W., Sun, S., Wu, F., & Xue, Y. (2024). Nexus of green energy innovation, governance quality, and CO2 emissions in natural resource sector: The role of sustainable human development. *Resources Policy*, *88*, 104493. https://doi.org/1016/10/j.resourpol.104493/2023

Zhang, W., Li, G., Uddin, M. K., & Guo, S. (2020). Environmental regulation, foreign investment behavior, and carbon emissions for 30 provinces in China. *Journal of Cleaner Production*, *248*, 119208.http://dx.doi.org/1016/10/j.jclepro.119208/2019.

Zhu, H., Duan, L., Guo, Y., & Yu, K. (2016). The effects of FDI, economic growth and energy consumption on carbon emissions in ASEAN-5: evidence from panel quantile regression. *Economic Modelling*, *58*, 237-248. https://doi.org/1016/10/j.econmod.05/2016.003

پیوست نمودارها و جداول

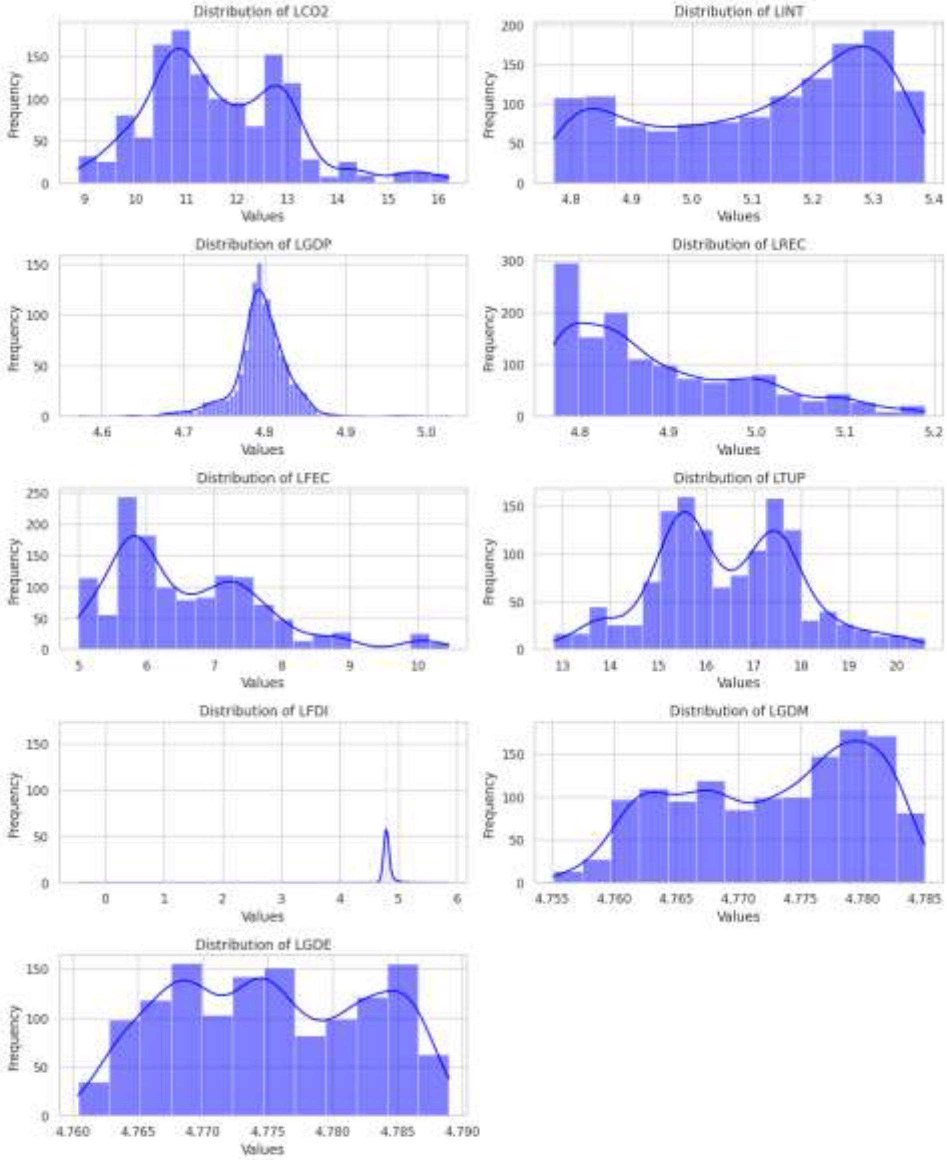
جدول ۱. توزیع کشورها ازلحاظ انتشاردی اکسیدکربن

نام کشور	کوانتایل	نام کشور	کوانتایل	نام کشور	کوانتایل
اسلوونی	۰/۰۵	شیلی	۰/۵	لهستان	۰/۷۵
لتونی	۰/۰۵	کلمبیا	۰/۵	اسپانیا	۰/۷۵
لوکزامبورگ	۰/۰۵	فنلاند	۰/۵	ترکیه	۰/۷۵
بلغارستان	۰/۲۵	یونان	۰/۵	اوکراین	۰/۷۵
کرواسی	۰/۲۵	مجارستان	۰/۵	امارات متحده عربی	۰/۷۵
دانمارک	۰/۲۵	کویت	۰/۵	برزیل	۰/۹۵
ایرلند	۰/۲۵	مراکش	۰/۵	کانادا	۰/۹۵
اردن	۰/۲۵	فیلیپین	۰/۵	آلمان	۰/۹۵
لبنان	۰/۲۵	پرتغال	۰/۵	اندونزی	۰/۹۵
نیوزلند	۰/۲۵	سوئد	۰/۵	ایران	۰/۹۵
نروژ	۰/۲۵	آرژانتین	۰/۷۵	ایتالیا	۰/۹۵
سنگاپور	۰/۲۵	استرالیا	۰/۷۵	مکزیک	۰/۹۵
جمهوری اسلواکی	۰/۲۵	چک	۰/۷۵	فدراسیون روسیه	۰/۹۵

سوئیس	۰/۲۵	مصر	۰/۷۵	عربستان سعودی	۰/۹۵
ترینیداد و توباگو	۰/۲۵	فرانسه	۰/۷۵	آفریقای جنوبی	۰/۹۵
اتریش	۰/۵	قزاقستان	۰/۷۵	انگلستان	۰/۹۵
بنگلادش	۰/۵	مالزی	۰/۷۵	چین	بالای ۰/۹۵
بلاروس	۰/۵	هلند	۰/۷۵	هند	بالای ۰/۹۵
بلژیک	۰/۵	پاکستان	۰/۷۵	ایالات متحده آمریکا	بالای ۰/۹۵

سوئد	پرتغال	مکزیک	اسرائیل	فنلاند	بلغارستان	الجزایر
سوئیس	رومانی	مراکش	ایتالیا	فرانسه	کانادا	آرژانتین
تایلند	فدراسیون روسیه	هلند	اردن	آلمان	شیلی	استرالیا
ترینیداد و توباگو	عربستان سعودی	نیوزیلند	قزاقستان	یونان	چین	اتریش
ترکیه	سنگاپور	نروژ	کویت	مجارستان	کلمبیا	آذربایجان
اوکراین	اسلواکی	عمان	لتونی	هند	کرواسی	بنگلادش
امارات	اسلوونی	پاکستان	لبنان	اندونزی	جمهوری چک	بلاروس
بریتانیا	آفریقای جنوبی	فیلیپین	لوکزامبورگ	ایران	دانمارک	بلژیک
آمریکا	اسپانیا	لهستان	مالزی	ایرلند	استونی	برزیل

نمودار ۳. توزیع متغیرها



مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ٤. آزمون استقلال مقطعی پسران

مقدار آماره	احتمال
٤/٩٤	٠/٠٠

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ٥. آزمون ریشه واحد Fisher-ADF (سطح)

نام متغیر	آماره chi-squared	احتمال
LCO٢	١/٢٨	٠/١٠
LINT	٢٢/٥٤	٠/٠٠
LGDP	١١/٨٥	٠/٠٠
LREC	-٢/٠٨	٠/٩٨
LFEC	-٠/٢٩	٠/٦١
LTUP	٤٨/٨٤	٠/٠٠
LFDI	٣٤/٨٤	٠/٠٠
LGDM	١٤/٧٥	٠/٠٠
LGDE	٦/٨٢	٠/٠٠

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ٦. آزمون ریشه واحد Fisher-ADF (تفاضل مرتبه اول)

نام متغیر	آماره chi-squared	احتمال
LCO٢	١٠/٦٧	٠/٠٠
LREC	٦/٣٥	٠/٠٠
LFEC	١١/٤٦	٠/٠٠

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ٧. آزمون هم‌انباشتگی Kao

برآوردگرها	آماره F	سطح احتمال
Modified Dickey–Fuller t	-٢/٠٤	٠/٠٢
Dickey–Fuller t	-٢/٠٣	٠/٠٢
Augmented Dickey–Fuller t	١٦/٢٩	٠/٠٠
Unadjusted modified Dickey–Fuller t	-٢/٨٩	٠/٠٠
Unadjusted Dickey–Fuller t	-٢/٥١	٠/٠١

مأخذ: یافته‌های پژوهش

جدول ٩. آزمون برابری ضرایب بین کوانتایل ها

متغیر	**آماره آزمون F**	**احتمال**
LINT	٢٢/٤٥	٠/٠٠
LGDP	٤/٨٢	٠/٠٠
REC	٢٢/٩٦	٠/٠٠
LFEC	١٤/٥٤	٠/٠٠
LTUP	٢٣/٥٣	٠/٠٠
LFDI	٠/٣٥	٠/٧٠
LGDM	١٤/٣٨	٠/٠٠
LGDE	١١/٧٥	٠/٠٠

مأخذ: محاسبات پژوهش

جدول ١٠. نتایج آزمون استحکام مدل

متغیر	آماره آزمون F	احتمال
LINT	٢٧/٥٣	٠/٠٠
LGDP	٤/٩٠	٠/٠١
LREC	١٧/٧٨	٠/٠٠

LFEC	١٣/٨٤	٠/٠٠
LTUP	٢٥/٠٤	٠/٠٠
LGDM	١٤/٧١	٠/٠٠
LGDE	١٥/٣٨	٠/٠٠

مأخذ: محاسبات پژوهش