فصلنامه علمی جامعه و محیط زیست **سال اول، شماره سوم، زمستان ۱۴۰۳**

دریافت: ۰۸/ ۱۴۰۳/۰۵ پذیرش: ۰۱/ ۰۷/ ۱۴۰۳ صص: ۴۷ - ۲۱

تراکم جوامع صنعتی و محیط زیست: شواهدی از کشورهای آسیا

یوسف محنت فر[۱]، فریبا عثمانی[۲] ، مهدی محمودی[۳] ، منوچهر جانبازی[۴]

چکیده

زمینه و هدف:توسعه فرآیندهای تولید صنعتی به انرژی نیاز دارند و استفاده از انرژی سبب انتشار کربن می‌شود. از طرفی، امروزه با توجه به توسعه جوامع صنعتی، شناخت پیامدهای زیست محیطی تراکم صنعتی از چالش‌های پیش‌روی اکثر کشورها است هدف اصلی پژوهش حاضر، ارزیابی اثر تراکم صنعتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در پانلی از کشورهای آسیا طی دوره زمانی ۱۹۹۰- ۲۰۲۲ می‌باشد.

روش شناسی: از اینرو، ابتدا تراکم صنعتی براساس شاخص آنتروپی مکان محاسبه شده است و سپس اثر تراکم صنعتی بر انتشار CO2 سرانه با رویکرد پانل کوانتایل مورد بررسی قرار گرفته است.

یافته ها: نتایج در سه گروه کوانتایل‌های پایین، متوسط و بالا طبقه‌بندی شده است. ضمناً در این مطالعه رویکرد اثرات ثابت دریسکول- کرای نیز برای استحکام نتایج بکار گرفته شده است. نتایج حاکی از این است که افزایش تراکم صنعتی باعث افزایش انتشار کربن در کشورهای آسیا می‌شود. نتایج آنالیز بیشتر در گروه کشورهای عمده نفتی آسیا نیز بیانگر این است که بین تراکم صنعتی و انتشار دی‌اکسید کربن در کوانتایل‌های بالا رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. نتایج آزمون علیت پانل دومیترسکو و هورلین رابطه دو طرفه بین تراکم صنعتی و انتشار CO2 را نشان می‌دهد.

نتیجه گیری: در این مطالعه، متغیرهای تولید صنعتی، جهانی شدن، شهرنشینی و پیچیدگی اقتصادی به عنوان متغیرهای کنترلی در نظر گرفته شده است.

کلید واژه‌ها: تراکم صنعتی، انتشار دی‌اکسید کربن، جهانی‌شدن، جوامع صنعتی.

[۱] دانشیار گروه اقتصاد انرژی، دانشکده اقتصاد و علوم اداری، دانشگاه مازندران، بابلسر، ایران. (نویسنده مسئول) y.mehnatfar@umz.ac.ir

[۲] دانش آموخته دکترای اقتصاد، دانشکده علوم اداری و اقتصاد، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

[۳] دانشجوی دکترای اقتصاد، گروه اقتصاد کشاورزی، دانشکده کشاورزی، دانشگاه فردوسی مشهد، مشهد، ایران.

[۴] دانشجوی دکترای مدیریت، گروه مدیریت، دانشکده علوم انسانی، دانشگاه آزاد اسلامی ساری، ساری، ایران.

مقدمه

امروزه تغییرات اقلیمی و انتشار آلاینده‌ها ناشی از گسترش شهرنشینی و توسعه صنعتی شدن، یکی از قابل‌توجه‌ترین تهدیدات جهانی است که هر دو کشورهای درحال‌توسعه توسعه‌یافته با آن درگیر هستند. آلودگی‌های زیست‌محیطی نه‌تنها بر سلامت انسان، بلکه بر توسعه پایدار اقتصادی و اجتماعی جوامع نیز تأثیر می‌گذارد. ازیک‌طرف، انتشار آلودگی در کشورهایی با مساحت‌های بزرگ و مناطق توسعه‌ای مختلف، عدم تعادل آلودگی در نقاط مختلف را به وجود می‌آورد که این عدم تعادل‌ها سبب می‌شود تراکم صنعتی[1] بر محیط زیست در مناطق مختلف، اثرات متفاوتی داشته باشد (Li & Liu, 2022). از طرف دیگر، حداکثر سود باعث ظهور پدیده انباشتگی می‌شود که این پدیده، موجب تجمیع بنگاه‌های با اثر اقتصادی کم با بنگاه‌های دارای اثر اقتصادی بالا می‌شود. درنتیجه تراکم صنعتی به وجود می‌آید که منجر به تجمع آلودگی می‌شود (Dogan et al. 2019; Xu, 2023). امروزه تراکم صنعتی به دلیل صرفه‌های مقیاس، روند اجتناب‌ناپذیر توسعه اقتصادی است (Ning et al. 2016; Liu et al. 2017). درواقع تراکم صنعتی منجر به توزیع متمرکز شرکت‌هایی می‌شود که محصولات همگن یا محصولات مشابه با مقادیر مختلف تولید می‌کنند. در مرحله اولیه توسعه اقتصادی، عواملی مانند کاهش هزینه‌های مبادله، افزایش بازده در مقیاس و کاهش هزینه‌های حمل‌ونقل باعث گسترش مقیاس تراکم می‌شود که منجر به بهبود کارایی محلی تخصیص منابع و ترویج رشد اقتصادی می‌شود (Zheng & Lin, 2018). درواقع تراکم صنعتی یک اثر سرریز نوآوری دارد (Li et al. 2021). از طرف دیگر، با گسترش و توسعه تراکم صنعتی، شرکت‌ها مستعد رشد فزاینده می‌شوند. رشد سریع‌تر نیازمند مصرف انرژی بیشتری است که درنتیجه منجر به انتشار آلودگی می‌شود (Chen et al. 2018).

برخی از مطالعات نشان دادند که تراکم صنعتی انتشار آلاینده‌های زیست‌محیطی را افزایش می‌دهد (Cheng, 2016; Xiao & Shen, 2019; Xu, 2023). برخی محققان نیز استدلال می‌کنند که تراکم صنعتی می‌تواند کارایی تخصیص منابع و استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر را بهبود بخشد، یعنی تراکم صنعتی می‌تواند آلودگی محیطی را کاهش دهد (Liu et al. 2013). علاوه بر این، اثر مقیاس تراکم صنعتی می‌تواند منجر به رشد اقتصادی منطقه و افزایش بهره‌وری انرژی شود (Liu et al. 2017). گرچه برخی مطالعات -به‌صورت محدود- تأثیر تراکم صنعتی بر محیط زیست را موردمطالعه قراردادند (Liu et al. 2017; Dong et al. 2019; Pei et al. 2020)، اما مطالعات انجام‌شده به نتیجه واحدی در رابطه با تأثیر تراکم صنعتی بر محیط زیست نرسیدند؛ بنابراین، ازآنجایی‌که توسعه شهرنشینی سبب رشد سریع تراکم صنعتی شده است و از طرفی تراکم صنعتی منجر به مصرف بیشتر انرژی می‌شود، این سؤال به وجود می‌آید:

- آیا رشد تراکم صنعتی به بهبود محیط زیست کمک می‌کند؟

1. Industrial Agglomeration

هدف اصلی این مطالعه، بررسی اثر تراکم صنعتی بر انتشار CO2 سرانه به‌عنوان شاخصی برای تخریب محیط زیست برای پانلی از ۳۶ کشور از قاره آسیا با استفاده از رویکرد پانل کوآنتایل است. یافته‌های تجربی این مطالعه می‌تواند پیامدهای قابل‌توجهی در سیاست‌های توسعه پایدار کشورهای آسیا در سه گروه کوانتایل‌های مختلف و کشورهای عمده نفتی داشته باشد.

این مطالعه از چند جهت نوآور است. اولاً، هیچ مطالعه‌ای به بررسی اثر تراکم صنعتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در پانلی از کشورهای آسیا نپرداخته است. دوماً این مطالعه، تراکم صنعتی در کشورهای آسیا را بر اساس معیار ضریب مکان (آنتروپی مکان) محاسبه می‌کند. سوماً، طبقه‌بندی کشورهای آسیا در سه گروه کوانتایل‌های پایین، متوسط و بالا براساس متغیر وابسته (انتشار CO2 سرانه) به سیاست‌گذاران کشورهای آسیایی در جهت‌گیری سیاست‌های توسعه در کوانتایل‌های مختلف کمک می‌کند؛ بنابراین، استفاده از رویکرد پانل کوانتایل برای بررسی محیط زیست نتایج مهمی را ارائه می‌دهد. به‌علاوه، درصورتی‌که داده‌ها دارای توزیع غیرنرمال باشد، رگرسیون کوانتایل، نتایجی قابل اعتماد و قوی را نسبت به سایر مدل‌های اقتصادسنجی ارائه می‌دهد. چهارماً، در این مطالعه، رویکرد اثرات ثابت دریسکول- کرای[1] (D-K) و آزمون علیت پانل دومیترسکو و هورلین[2]، به استحکام نتایج کمک می‌کند. در نهایت، برای آنالیز بیشتر و ارائه پیامدهای سیاستی مناسب برای کشورهای آسیایی، در زیربخش آنالیز بیشتر، اثر تراکم صنعتی بر انتشار کربن در کشورهای عمده نفتی آسیا نیز مورد بررسی قرار گرفته است.

در ادامه ساختار مقاله چنین تنظیم شده است. در بخش بعدی مبانی نظری ارائه می‌شود. بخش سوم مروری بر مطالعات تجربی را گزارش می‌دهد. داده‌ها و روش تحقیق در بخش چهارم ارائه می‌شود. بخش پنجم، بر نتایج تجربی تمرکز کرده و بحث می‌کند. در نهایت، نتیجه‌گیری و پیامدهای سیاستی در بخش ششم ارائه می‌شود.

مبانی نظری

تراکم صنعتی تعاریف مختلفی دارد. در یک تعریف، تراکم صنعتی تجمیع تعداد زیادی شرکت از یک صنعت در یک منطقه است (Swann & Prevezer, 1996). گرچه، در تعریف دیگر، تجمیع شرکت‌ها و صنایع مختلف در یک منطقه خاص نیز تراکم صنعتی نامیده می‌شود (Porter, 1998). به طور کلی تراکم صنعتی به نزدیکی فعالیت‌های مرتبط در یک صنعت در فضای جغرافیایی خاص اشاره دارد که یک پدیده رایج در توسعه صنعتی است. در واقع تراکم صنعتی به فرآیندی اطلاق می‌شود که طی آن یک صنعت به طور مداوم در یک منطقه جغرافیایی خاص جمع می‌شود و برخی از عناصر مانند استعدادها، سرمایه و فناوری تمایل به تمرکز در آن مکان دارند (Porter, 2008). تراکم صنعتی، سبب افزایش سرریز

1. Driscoll-Kraay
2. Dumitrescu & Hurlin

دانش می‌شود. تراکم صنعتی نه تنها انتقال دانش در صنعت را تسهیل می‌کند، بلکه تبادل دانش بین صنایع را نیز تسهیل می‌کند که منجر به پیشرفت فناوری و ارتقای صنعت می‌شود. این امر سبب افزایش ارزش‌افزوده و بهبود سطح فناوری می‌شود. انباشتگی مشارکتی این امکان را به وجود می‌آورد که صنایع مختلف همزمان منبع دانش و اشاعه فناوری باشند. این به شکل‌گیری یک جریان دوسویه دانش و فناوری بین صنایع مشارکتی کمک می‌کند (Nie et al. 2020). سرریز دانش و فناوری تولید شده توسط تراکم برای نوآوری بسیار مفید است و برای بهبود کارایی انرژی اهمیت فراوانی دارد. علاوه بر این، اثر رقابتی منطقه تراکم، شرکت‌ها را تشویق می‌کند تا راه‌هایی برای ارتقای تجهیزات تولید پیدا کنند، در نتیجه مصرف انرژی را بهبود می‌بخشند.

ویلیامسون (۱۹۶۵) نتیجه گرفت که تراکم صنعتی می‌تواند بهبود کارایی را در روزهای اولیه توسعه اقتصادی افزایش دهد، اما پس از رسیدن به یک سطح معین، اثر مثبت کاهشی یا حتی معکوس می‌شود. این موضوع، بعدها فرضیه ویلیامسون نامیده شد. فرضیه ویلیامسون در چندین مطالعه تأیید شده است (Pei et al. 2020). با این حال، اثرات تراکم صنعتی بر آلودگی محیط زیست عمیق و پیچیده است و محققان هنوز به یک نتیجه قطعی در این موضوع نرسیدند. از یک طرف، تراکم صنعتی می‌تواند رشد اقتصادی منطقه و توسعه ظرفیت را ارتقا دهد، در نتیجه مصرف انرژی را افزایش داده و منجر به افزایش قابل توجهی در انتشار آلودگی می‌شود، به دلیل این واقعیت که تراکم صنعتی دارای اثرات خارجی منفی محیطی است (Zhang et al. 2019; Dong et al. 2020). از سوی دیگر، تراکم صنعتی می‌تواند باعث ارتقای سطح فناوری و بهره‌وری منطقه‌ای شود، در نتیجه اتلاف منابع و انرژی را کاهش داده و به نوبه خود کیفیت محیطی را بهبود بخشد (Xu et al. 2018; Su & Yu, 2020)؛ به عبارت دیگر، تراکم صنعتی دارای اثرات خارجی مثبت محیطی نیز می‌باشد. برخی از مطالعات نشان می‌دهند که تراکم صنعتی، بازده مقیاسی و توزیعی انرژی را بهبود می‌بخشد که منجر به تأثیرات مثبت بر بازده انرژی می‌شود (Chang & Oxley, 2009; Liu et al. 2017). با این وجود، برخی از محققان بر این باور بودند که چنین اثراتی تنها پس از رسیدن تراکم به سطح معینی قابل دستیابی است (Zheng & Lin, 2018). با این حال، مطالعات دیگر تأکید کردند که تجمع بیش از حد ممکن است منجر به مشکلات مختلفی (مانند افزایش قیمت عوامل تولید و ظرفیت مازاد) شود که می‌تواند منجر به اثرات منفی شود. این نتیجه به این معنی است که ممکن است یک رابطه U شکل غیرخطی و معکوس بین تراکم صنعتی و بازده تولید و محیط زیست وجود داشته باشد (Brülhart & Mathys, 2008; Rizov et al. 2012).

پیشینه پژوهش

در این بخش ابتدا گروهی از مطالعات تجربی درباره عوامل مؤثر بر کیفیت محیط زیست گزارش می‌شود و سپس مطالعات درباره اثرات زیست محیطی تراکم صنعتی ارائه می‌شود.

Kazemzadeh et al. 2022 در مطالعه‌ای اثر پیچیدگی اقتصادی و کیفیت تجارت بر ردپای اکولوژیکی را از سال ۱۹۹۰ تا ۲۰۱۴ با رویکرد پانل کوانتایل مورد بررسی قرار دادند. بعلاوه متغیرهای رشد اقتصادی، باز بودن تجارت، جهانی شدن و شهرنشینی را به عنوان متغیرهای کنترلی در نظر گرفتند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش شهرنشینی به کاهش ردپای اکولوژیکی کمک می‌کند. اثر باز بودن تجارت در کاهش ردپای اکولوژیکی در چندک ۹۰ از بین می‌رود. پیچیدگی اقتصادی ردپای اکولوژیکی را در چندک‌های پایین تشدید می‌کند (۱۰)، از نظر آماری در چندک ۲۵ معنی‌دار نمی‌شود و ردپای اکولوژیکی را در چندک‌های بالاتر کاهش می‌دهد.

Ghazouani & Maktou, 2022 در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر بهره‌برداری از منابع طبیعی، باز بودن تجارت و رشد اقتصادی بر انتشار کربن در نمونه‌ای از کشورهای صادرکننده نفت برای دوره ۱۹۷۱-۲۰۱۴ با مدل تأخیر توزیع شده اتورگرسیو پانل پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بهره‌برداری از منابع طبیعی و باز بودن تجارت تأثیر منفی بلندمدتی بر کیفیت محیطی دارد. علاوه بر این، نتایج آن‌ها منحنی زیست محیطی کوزنتس را برای کشورهای صادرکننده نفت تأیید کرد. بعلاوه، آن‌ها یک ارتباط یک طرفه بین باز بودن تجارت و انتشار CO2 را گزارش کردند.

Mehnat-Far et al. 2023 در مطالعه‌ای به بررسی اثر پیچیدگی اقتصادی و باز بودن تجارت بر ردپای اکولوژیکی (به عنوان شاخصی برای تخریب محیط زیست) در ۱۸ کشور در حال توسعه آسیا طی دوره مطالعاتی ۱۹۹۰ تا ۲۰۲۱ با رویکرد پانل کوانتایل پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که افزایش پیچیدگی اقتصادی در چندک‌های مختلف، نتایج متفاوتی دارد. آن‌ها همچنین دریافتند که با افزایش جهانی شدن، ردپای اکولوژیکی در همه چندک‌ها افزایش می‌یابد.

Dong et al. 2019 در مطالعه‌ای برای چین اثر تراکم صنعتی را بر تراکم آلودگی با رگرسیون وزنی فضا و مکان (GTWR) مورد آنالیز قرار دادند و دریافتند که بین تراکم صنعتی و تراکم آلودگی خودهمبستگی فضایی وجود دارد. علاوه بر این، آن‌ها دریافتند که با رشد تراکم صنعتی در سطح ملی، تراکم آلودگی نیز افزایش می‌یابد. گرچه در سطح استانی، تراکم صنعتی سبب افزایش تراکم آلودگی می‌شود اما درجات تأثیرپذیری متفاوت است. در واقع اثر تراکم صنعتی بر تراکم آلودگی در مناطق شمالی و شرقی چین از مناطق غربی بیشتر است. آن‌ها از شاخص ضریب مکان برای نشان دادن درجه تراکم صنعتی استفاده کردند.

Li et al. 2021 در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تراکم صنعتی بر آلودگی غبار در ۲۶۱ شهر چین پرداختند. آن‌ها از رویکرد مدل دوربین فضایی طی دوره زمانی ۲۰۱۲-۲۰۰۰ استفاده کردند. نتایج آن‌ها نشان داد بین تراکم صنعتی و آلودگی غبار رابطه مثبتی وجود دارد. آن‌ها همچنین نتیجه گرفتند که آلودگی غبار نه تنها تحت تأثیر تراکم صنعتی در مناطق محلی، بلکه تحت تأثیر مناطق همسایه نیز قرار دارد.

Xu, 2023 در مطالعه‌ای اثر تراکم صنعتی را بر انتشار CO2 در ۳۰ استان چین طی دوره زمانی ۲۰۰۳- تا ۲۰۱۹ با رویکرد پانل فضایی پویا بررسی کردند. آن‌ها یک وابستگی مثبت فضایی قابل توجه در انتشار کربن منطقه‌ای چین بدست آوردند. بعلاوه، نتایج آن‌ها نشان داد که بین تراکم صنعتی و انتشار کربن رابطه مثبتی وجود دارد.

Song et al. 2023 در مطالعه‌ای با داده‌های ۲۷۷ شهر در چین، به بررسی رابطه بین تراکم صنعتی و آلودگی هوا و اثر میانجی نوآوری با استفاده از مدل پانل فضایی پویا دوربین و مدل اثر واسطه‌ای پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که رابطه منحنی N شکل معمولی بین تراکم صنعتی و آلودگی هوا وجود دارد، یعنی یک فاصله تجمعی متوسط وجود دارد که در آن تراکم صنعتی می‌تواند آلودگی هوا را مهار کند. بعلاوه، آن‌ها دریافتند که تراکم صنعتی نه تنها تأثیر مستقیمی بر آلودگی هوا دارد، بلکه از طریق نوآوری‌های فناوری تأثیر غیرمستقیم بر آلودگی هوا نیز دارد که این اثر واسطه‌ای غیرخطی به شکل منحنی U شکل معمولی بین نوآوری فن‌آوری و آلودگی هوا منعکس می‌شود.

Cui et al. 2024 در مطالعه‌ای به بررسی اثر تراکم صنعتی و نوآوری تکنولوژیکی بر بهره‌وری محیط زیست در ۴۸ شهر چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد در کوتاه‌مدت، تراکم صنعتی به طور قابل توجهی عملکرد رفاه اکولوژیکی را مهار می‌کند، در حالی که در بلندمدت، اثرات ترویجی تراکم صنعتی بر عملکرد رفاه اکولوژیکی به تدریج ضعیف می شود.

Wang et al. 2024 به بررسی اثر تراکم صنعتی بر بهره‌وری کل سبز غلات با مدل اقتصادسنجی فضایی پویا در ۳۱ استان چین پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که بهره‌وری سبز رشد نوسانی را نشان می‌دهد و فناوری به عنوان موتور اصلی آن عمل می‌کند. از اینرو، تراکم صنعتی با سرریز فناوری، اثر ترویجی بلندمدت مدت بر بهره‌وری غلات دانه محلی و همسایه دارد. نتایج آن‌ها نشان داد تأثیر تراکم صنعتی بر بهره‌وری سبز غلات در تعادل تولید و فروش قابل توجه است.

Eslami Giski et al. 2022 در مطالعه‌ای به بررسی تأثیر تراکم صنعتی بر تراکم آلودگی در کشورهای منا طی دوره زمانی ۲۰۱۰- ۲۰۱۷ با رهیافت اقتصادسنجی فضایی پرداختند. نتایج آن‌ها نشان داد که نوعی اثرات فضایی انتشار آلاینده‌ها در میان کشورهای مورد بررسی وجود دارد. همچنین، تراکم صنعتی به دلیل امکان بهره‌برداری از مزایای سرریز دانش و فناوری و تطابق بین مهارت با مشاغل، باعث کاهش تراکم آلاینده‌ها در کشورهای مورد بررسی شده است.

هدف این مطالعه بررسی اثر تراکم صنعتی بر انتشار CO2 است. بعلاوه، مانند اکثر مطالعات قبلی (Kazemzadeh et al. 2022; Ghazouani & Maktouf, 2024) متغیرهای رشد اقتصادی (که در این مطالعه تولید صنعتی به عنوان شاخصی برای رشد اقتصادی در نظر گرفته شده است)، جهانی شدن، شهرنشینی و پیچیدگی اقتصادی به عنوان متغیرهای کنترلی در نظر گرفته شده است. همانطور که مشاهده شد مطالعات پیشین درباره اثر تراکم صنعتی بر انتشار CO2 به نتیجه واحدی نرسیدند. از اینرو، این مطالعه به بررسی اثرات زیست محیطی تراکم صنعتی در گروهی از کشورهای آسیایی با رویکرد پانل کوانتایل پرداخته است. رگرسیون کوانتایل، علاوه بر ارائه طرح کامل‌تر و جامع‌تری از توزیع داده‌ها، امکان اندازه‌گیری رابطه

بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل مورد نظر را حتی در صورت وجود نقاط دور امکان‌پذیر می‌سازد. بعلاوه، در این مطالعه، کشورهای آسیا در سه گروه کوانتایل‌های پایین، متوسط و بالا براساس متغیر وابسته (انتشار CO2) طبقه‌بندی شدند که نتایج اثرگذاری تراکم بر محیط زیست در هر گروه، جهت‌گیری سیاست‌های توسعه پایدار خاص آن گروه و کشورها را ارائه می‌دهد. از آنجایی که این گروه‌ها براساس انتشار دی‌اکسید کربن (گروه کوانتایل‌های پایین شامل کشورهای آسیا با انتشار CO2 سرانه کم، گروه کوانتایل‌های متوسط شامل کشورهای آسیا با انتشار CO2 سرانه متوسط و گروه کوانتایل‌های بالا شامل کشورهای آسیا با انتشار CO2 سرانه بالا) تقسیم‌بندی شده است، از اینرو نتایج هر گروه می‌تواند پیامدهای زیست محیطی مهمی ارائه دهد. گرچه برای آنالیز بیشتر، اثر تراکم صنعتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در گروه کشورهای عمده نفتی آسیا نیز در زیربخش آنالیز بیشتر ارائه شده است. تراکم صنعتی در این مطالعه، براساس آنتروپی مکان محاسبه شده است. بعلاوه، رویکرد اثرات ثابت دریسکول- کرای[1] (D-K) و آزمون علیت پانل دومیترسکو و هورلین[2] نیز ارائه شده است.

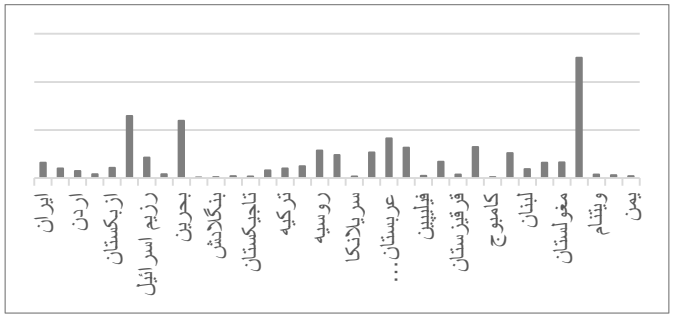
روش تحقیق

این بخش شامل دو زیربخش است. در زیربخش اول، متغیرها و داده‌ها معرفی می‌شود و نحوه محاسبه تراکم صنعتی شرح داده می‌شود. در زیربخش دوم، مدل اقتصادسنجی ارائه خواهد شد.

معرفی متغیرها و محاسبه تراکم صنعتی

هدف این مطالعه بررسی اثر تراکم صنعتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در ۳۶ کشور آسیایی (شامل: ایران، آذربایجان، اردن، ارمنستان، ازبکستان، امارات متحده عربی، رژیم اسرائیل، اندونزی، بحرین، میانمار، بنگلادش، پاکستان، تاجیکستان، تایلند، ترکیه، چین، روسیه، ژاپن، سری‌لانکا، سنگاپور، عربستان سعودی، عمان، فیلیپین، قبرس، قرقیزستان، قزاقستان، قطر، کامبوج، کره جنوبی، لبنان، مالزی، مغولستان، ویتنام، هندوستان، یمن) طی سال‌های ۱۹۹۰-۲۰۲۲ است. در ادامه، میانگین انتشار CO2 سرانه در کشورهای مورد مطالعه در نمودار (۱) ارائه شده است.

1. Driscoll-Kraay
2. Dumitrescu & Hurlin



شکل ۱: میانگین انتشار CO2 سرانه در کشورهای آسیا

منبع: یافته‌های پژوهش

شکل (۱) نشان می‌دهد که قطر بیشترین میانگین انتشار CO2 را در کشورهای آسیا دارد. در این مطالعه، تراکم صنعتی براساس شاخص آنتروپی مکان مطابق مطالعه (Zhang et al. 2018) که بهترین شاخص برای برآورد تراکم صنعتی است، محاسبه می‌شود. معادله شاخص آنتروپی مکان تراکم صنعتی به شرح ذیل است:

$$II = \frac{\frac{IY_i(t)}{\sum_i^m IY_i(t)}}{\frac{GDP_i(t)}{\sum_i^m GDP_i(t)}} \qquad (۱)$$

در معادله بالا،II: تراکم صنعتی، IA: تولید بخش صنعت (به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۵)، GDP: تولید کل (به قیمت ثابت دلار ۲۰۱۵)، i: کشور و t: زمان می‌باشد. با توجه به معادله یک درکشورهای آسیا در دوره مورد مطالعه، بیشترین میانگین تراکم صنعتی مربوط به کشور قبرس حدود ۱/۰۵۳ و کمترین میانگین تراکم صنعتی مربوط به کشور بحرین و حدود ۰/۷۸۹ می‌باشد. جدول (۱)، تعریف و منبع متغیرهای وابسته و مستقل بکار رفته در این تحقیق را توصیف می‌کند.

جدول ۱: تعریف و منبع متغیرها

متغیر	تعریف	منبع
CO2	انتشار دی‌اکسیدکربن سرانه	بانک جهانی
IA	تراکم صنعتی محاسبه شده براساس معادله (۱)	-
IY	تولید صنعتی	بانک جهانی
G	شاخص جهانی شدن	موسسه اقتصادی سوئیس

UR	شهرنشینی (درصدی از جمعیت کل)	بانک جهانی
ECI	شاخص پیچیدگی اقتصادی	سایت پیچیدگی اقتصادی

منبع: یافته‌های پژوهش

روش تحقیق

رگرسیون پانل‌کوانتایل در سال ۱۹۷۸ توسط کونکر و بست[1] ارائه شد. این مدل بر اساس یک تابع چندکی شرطی است که مقادیر خطای مطلق را در متغیرها با توزیع نامتقارن به حداقل می‌رساند. این مدل علاوه بر ارائه طرح کامل‌تر و جامع‌تری از توزیع داده‌ها، امکان اندازه‌گیری رابطه بین متغیر وابسته و متغیرهای مستقل مورد نظر را حتی در صورت وجود نقاط دور امکان‌پذیر می‌سازد (Koenker, 2004). از اینرو، این تحقیق به بررسی اثر تراکم صنعتی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای آسیا با رگرسیون پانل کوانتایل پرداخته است. چارچوب ریاضی مدل رگرسیون کوانتایل توسط معادله (۲) ارائه شده است:

$$y_i = x_i b_{\theta i} + \mu_{\theta i}.\ 0 < \theta < 1$$

$$Quant_{i\theta}(y_i/x_i) = x_i\beta_\theta, \quad (۲)$$

X و y به ترتیب نشان‌دهنده بردار متغیرهای مستقل و متغیر وابسته هستند. μ، خطای تصادفی است که توزیع چندکی شرطی آن صفر است. $Quant_{i\theta}(y_i/x_i)$ معادل چندک θ ام از متغیر توضیحی i است. برآورد β_θ رگرسیون کوانتایل (چندکی) θth را نشان می‌دهد و معادله (۳) را برآورد می‌کند:

$$min \sum_{yi \geq x_i'\beta} \theta|y_t - x_i'\beta| + \sum_{yi < x_i'\beta} (1-\theta)|y_t - x_i'\beta| \quad (۳)$$

[1]. Koenker & Baset

با توجه به اینکه θ برابر با مقادیر مختلف است، بنابراین با حل این مدل، پارامترهای متفاوتی به دست می‌آید. برای حذف پدیده‌های ناهمگون، اکثر مطالعات، متغیرهای مدل را به‌صورت لگاریتمی بررسی می‌کنند؛ بنابراین، مدل به‌صورت زیر است:

$$LCO2_{it} = La + \beta_1 LIA_{it} + \beta_2 LIY_{it} + \beta_3 LG_{it} + \beta_4 LUR_{it} + \beta_5 LECI_{it} + \delta_{it.} \quad (۴)$$

در معادله بالا،CO2: انتشار دی‌اکسید کربن سرانه، IA: تراکم صنعتی محاسبه‌شده بر اساس معیار ضریب مکان، G: شاخص جهانی‌شدن UR: درصد شهرنشینی و ECI: شاخص پیچیدگی اقتصادی است. ازآنجایی‌که در این مطالعه از رگرسیون پانل کوانتایل برای بررسی اثرات تراکم صنعتی بر آلودگی استفاده‌شده است، معادله (۵) به شکل زیر تبدیل می‌شود:

$$Q_\tau(LCO2_{it}) = (La)_\tau + \beta_{1\tau} LIA_{i\tau} + \beta_{2\tau} LIY_{i\tau} + \beta_{3\tau} LG_{i\tau} + \beta_{4\tau} LUR_{i\tau} + \beta_{5\tau} LECI_{i\tau} + \delta_{i\tau} \quad (۵)$$

در معادله بالا،:Q_r به معنای برآورد رگرسیون کوانتایل انتشار کربن،$(la)_r$: آر ثابت و ضرایب $_1.\beta_{2\tau}.\beta_{3\tau}.\beta_{4\tau}.\beta_{5\tau}$، پارامترهای رگرسیون کوانتایل هستند.

یافته‌ها و بحث

هدف این مطالعه بررسی اثر تراکم صنعتی بر انتشار CO2 در پانلی از کشورهای قاره آسیا است. برای این منظور، در گام اول، تراکم صنعتی بر اساس آنتروپی مکان محاسبه‌شده است. در گام بعد، اثرات تراکم صنعتی بر آلودگی با رگرسیون پانل کوانتایل بررسی‌شده است. بعلاوه، برای ارائه سیاست‌های متناسب با هر گروه کشور، اثرات زیست‌محیطی تراکم صنعتی در سه گروه کوانتایل‌های پایین، متوسط و بالا تحلیل می‌شود. علاوه بر این، نتایج رویکرد اثرات ثابت دریسکول- کرای[1] (D-K)، نیز ارائه می‌شود. در این مرحله، قبل از برآورد مدل‌های اقتصادسنجی، پیش‌آزمون‌هایی مربوطه انجام می‌شود. شرط اولیه برای استفاده از رگرسیون پانل کوانتایل، توزیع غیر نرمال داده‌ها است، بنابراین در این بخش ابتدا نرمال بودن متغیرها قبل از انجام برآورد مدل اقتصادسنجی موردبررسی قرار می‌گیرد.

پیش‌آزمون‌ها

[1]. Driscoll-Kraay

اگر داده‌ها دارای توزیع غیر نرمال باشند، نتایج آزمون کوانتایل نسبت به سایر آزمون‌ها قوی‌تر است (Koenker & Xiao, 2002). در این مطالعه از آزمون‌های شاپیرو-ویلک[1] و شاپیرو-فرانس[2] برای بررسی نرمال بودن داده‌ها استفاده می‌شود. نتایج آزمون‌های نرمالیتی در جدول (۲)، ارائه می‌شود.

جدول ۲: آزمون توزیع نرمال

متغیرها	آزمون شاپیرو- ویلک		آزمون شاپیرو- فرانس		تعداد مشاهدات
	Statistic		Statistic		
CO2	۰/۸۲۲۹۹	۰/۰۰۰۰۰	۰/۸۲۲۶۱	۰/۰۰۰۰۱	۱۱۵۵
IA	۰/۸۲۹۱۶	۰/۰۰۰۰۰	۰/۸۲۸۸۱	۰/۰۰۰۰۱	۱۱۵۵
IY	۰/۷۸۶۴۱	۰/۰۰۰۰۰	۰/۷۸۶۲۴	۰/۰۰۰۰۱	۱۱۵۵
G	۰/۸۱۹۶۶	۰/۰۰۰۰۰	۰/۸۱۹۵۷	۰/۰۰۰۰۱	۱۱۵۵
UR	0.74830	۰/۰۰۰۰۰	0.74838	۰,۰۰۰۰۱	۱۱۵۵
ECI	۰/۹۶۰۵۶	۰/۰۰۰۰۰	۰/۹۶۱۱۴	۰/۰۰۰۰۱	۱۱۵۵

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۲)، نشان می‌دهد که همه متغیرها دارای توزیع غیر نرمال هستند. در گام بعدی، هم‌خطی بودن متغیرها، با آزمون هم‌خطی (VIF) بررسی می‌شود. در صورت وجود هم‌خطی بین متغیرها، مقادیر ضرایب تحت تأثیر سایر متغیرهای مدل قرار می‌گیرند و مقادیر p غیرقابل‌اعتماد هستند (Balsalobre-Lorente et al. 2023). نتایج آزمون هم خطی در جدول (۳) ارائه می‌شود.

جدول ۳: نتایج آزمون هم‌خطی VIF و آزمون ناهمگنی شیب

1. Shapiro-Wilk
2. Shapiro-Francia

متغیرها	آزمون VIF		آزمون ناهمگنی شیب	
	VIF	میانگین VIF	delta	p-value
LCO2	-	۱/۶۰	۴/۸۵۰	۰/۰۰۰
LIA	۱/۱۱		۵/۴۰۱	۰/۰۰۰
LIY	۱/۳۸			
LG	۲/۰۱			
LUR	۱/۷۰			
LECI	۱/۸۱			

منبع: یافته‌های پژوهش

نتایج جدول (۳)، نشان می‌دهد که مقدار VIF برای همه متغیرها کمتر از ۱۰ است و مقدار میانگین VIF برابر با ۱/۶۰ است. نتایج بیانگر این است که هیچ مشکل هم‌خطی بین متغیرها وجود ندارد. در گام بعدی، همگنی پارامتر شیب با استفاده از آزمون دلتا (Pesaran & Yamagata, 2008) بررسی می‌شود. بررسی همگنی شیب در تعیین ریشه واحد مناسب در تحلیل داده‌های تابلویی بسیار مهم است (Arnaut & Dada, 2023). نتایج جدول (۳) نشان می‌دهد که ناهمگنی شیب وجود دارد. برای تصمیم درباره آزمون ریشه واحد برای تعیین ایستایی، باید ابتدا وابستگی مقطعی متغیرها بررسی شود. در این مطالعه، آزمون وابستگی مقطعی Pesaran, 2004 برای بررسی وابستگی مقطعی انجام می‌شود. نتایج این آزمون در جدول (۳) ارائه‌شده است.

جدول ۴: نتایج آزمون CD پسران

متغیرها	CD-test	p-value	Average joint T
LCO2	۱۲/۹۲۱	۰/۰۰۰	۳۳/۰۰
LIA	۳/۳۶۶	۰/۰۰۱	۳۳/۰۰
LIY	۱۰۴/۲۴۳	۰/۰۰۰	۳۳/۰۰
LG	۱۳۲/۹۲۶	۰/۰۰۰	۳۳/۰۰
LUR	۷۲/۱۷۵	۰/۰۰۰	۳۳/۰۰
LECI	۷/۹۰۳	۰/۰۰۰	۳۳/۰۰

منبع: یافته‌های پژوهش

آزمون CD در جدول (۴) نشان می‌دهد که هر سری وابستگی مقطعی را نشان می‌دهد. درواقع، نتایج بیانگر این است که در مجموعه داده‌های تحقیق در تمامی متغیرها در کشورهای موردمطالعه وابستگی مقطعی وجود دارد. در تجزیه‌وتحلیل داده‌های تابلویی، بررسی همگنی و وابستگی مقطعی برای تعیین ریشه واحد مناسب، لازم است. آزمون ریشه واحد پانل با توجه به نتایج آزمون وابستگی مقطعی و همگنی شیب انتخاب‌شده است. درحالی‌که آزمایش‌هایی که آزمایش‌های ریشه واحد نسل اول نامیده می‌شوند، وابستگی مقطع را بررسی نمی‌کنند، آزمایش‌های ریشه واحد نسل دوم می‌توانند وابستگی مقطع را در نظر بگیرند؛ بنابراین در این مطالعه، آزمون‌های ریشه واحد پانل نسل دوم (CADF و CIPS) بکار گرفته می‌شود. نتایج آزمون‌های ریشه واحد در جدول (۵) ارائه‌شده است.

جدول ۵: نتایج آزمون‌های ریشه واحد پانل

متغیرها	آزمون CIPS	آزمون CADF	متغیرها	آزمون CIPS	آزمون CADF
CO2	-۲/۶۰۱**	-۱/۵۸۵	LCO2	-۲/۹۸۵***	-۲/۶۸۹***
IA	-۱/۴۲۶***	-۱/۹۷۶*	LII	-۲/۴۹۸***	-۲/۵۸۹***
IY	-۲/۲۱۳***	-۲/۳۳۵***	LIY	-۲/۴۵۲***	-۲/۴۸۶***
G	-۲/۳۰۴***	-۲/۳۲۴***	LG	-۲/۴۷۵***	-۲/۵۳۱***
UR	-۰/۹۶۱	-۱/۵۳۰	LUR	-۲/۳۷۲***	-۲/۳۵۲***
ECI	-۳/۰۲۹***	-۳/۳۳۴***	LECI	-۴/۶۲۵***	-۴/۸۸۸***

منبع: یافته‌های پژوهش. ***، ** و * به ترتیب معناداری در سطح ۱۰٪، ۵٪ و ۱٪ را نشان می‌دهد.

نتایج آزمون‌های ریشه واحد در جدول (۵)، نشان می‌دهد که فقط متغیر ur در سطح مانا نیست. بااین‌حال، با لگاریتم‌گیری از متغیرها، همه متغیرها مانا می‌شوند. در گام بعدی، با توجه به اینکه نتایج آزمون ریشه واحد پانل نشان داد که همه

متغیرها با لگاریتم‌گیری مانا می‌شوند. از آزمون هم‌انباشتگی می‌توان برای بررسی روابط بلندمدت بین متغیرها استفاده کرد. نتایج این آزمون‌های هم‌انباشتگی پدرونی[1] و کاو[2] در جدول (۵) ارائه شده است.

جدول ۶: نتایج آزمون‌های هم‌انباشتگی

آزمون کاو			آزمون پدرونی		
برآوردگرها	آماره t	احتمال	برآوردگرها	آماره t	احتمال
Modified Dickey-Fuller t	-۱/۴۵۴	۰/۰۷۲۹	Modified Phillips-Perron t	-۲/۲۷۱	۰/۰۰۷
Dickey-Fuller t	-۴/۲۶۷	۰/۰۰۰۰	Phillips-Perron t	-۵/۶۴۵	۰/۰۰۰
Augmented Dickey-Fuller t	-۱/۷۷۵	۰/۰۳۷۹	Augmented Dickey-Fuller t	-۵/۵۰۴	۰/۰۰۰
Unadjusted modified Dickey-Fuller t	-۹/۱۴۵	۰/۰۰۰۰			
Unadjusted Dickey-Fuller t	-۸/۲۸۳	۰/۰۰۰۰			

منبع: یافته‌های پژوهش

در آزمون‌های بالا، فرضیه صفر عدم هم‌انباشتگی را نشان می‌دهد و نتایج جدول (۶) نشان می‌دهد که فرضیه صفر در هر دو آزمون رد می‌شود؛ بنابراین نتایج بیانگر وجود رابطه بلندمدت بین متغیرهای توضیحی و متغیر وابسته است.

۱,۱ نتایج برآورد مدل‌ها

پس از بررسی آزمون‌های اولیه، در این بخش نتایج برآورد رگرسیون پانل کوانتایل ارائه می‌شود. برای این منظور سه گروه کوانتایل‌های پایین (شامل کوانتایل‌های 10^{th}، 20^{th} و 30^{th})، کوانتایل‌های متوسط (شامل 40^{th}، 50^{th} و 60^{th}) و کوانتایل‌های بالا (شامل کوانتایل 70^{th}، 80th و 90^{th}) در نظر گرفته شده است. در جدول (۷) پانل کشورهای آسیایی مورد مطالعه در سه گروه کوانتایل‌های پایین، متوسط و بالا براساس میانگین انتشار CO2 سرانه کشورها، طبقه‌بندی می‌شود.

جدول ۷. طبقه‌بندی کشورها براساس متغیر وابسته

1. Pedrony
2. Kao

کوانتایل‌ها	مقدار کوانتایل (چندک)	کشورها
کوانتایل‌های پایین	۱/۵۵۸	میانمار، بنگلادش، کامبوج، سری‌لانکا، تاجیکستان، یمن، پاکستان، فیلیپین، هند، ویتنام، قرقیزستان
کوانتایل‌های متوسط	۵/۵۰۲	ارمنستان، اندونزی، اردن، تایلند، لبنان، ترکیه، آذربایجان، ازبکستان، چین
کوانتایل‌های بالا	۱۶/۸۶۲	ایران، مالزی، مغولستان، قبرس، رژیم اسرائیل، ژاپن، کره جنوبی، سنگاپور، روسیه، عمان، قزاقستان، عربستان سعودی، بحرین، امارات متحده عربی، قطر

منبع: یافته‌های پژوهش.

در این بخش، بعد از طبقه‌بندی کشورها در سه گروه، نتایج برآورد رگرسیون پانل کوانتایل در جدول (۸) ارائه می‌شود. بعلاوه، نتایج رویکرد اثرات ثابت دریسکول- کرای[1] (D-K)، به استحکام نتایج کمک می‌کند.

جدول ۸: نتایج برآورد رگرسیون‌های QREG و D-K

Var	quantile									D-K
	کوانتایل‌های پایین			کوانتایل‌های متوسط			کوانتایل‌های بالا			
	10^{th}	20^{th}	30^{th}	40^{th}	50^{th}	60^{th}	70^{th}	80^{th}	90^{th}	
LII	۰/۳۳۵	۰/۵۴۷	۰/۹۲۲	۰/۸۲۸	۰/۷۳۵	۰/۴۰۲	۰/۳۴۹	۰/۵۱۶	۰/۵۸۹	۰/۵۲۵
	(۰/۰۴۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۳)	(۰/۰۴۹)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۳)
LIY	۰/۲۱۱	۰/۲۰۲	۰/۱۸۶	۰/۱۴۸	۰/۱۲۰	۰/۰۹۶	۰/۰۹۶	۰/۱۱۵	۰/۱۱۱	۰/۱۳۸
	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۰)
LG	-۰/۱۵۷	-۰/۰۴۶	۰/۱۷۷	۰/۲۹۴	۰/۳۷۸	۰/۳۴۹	۰/۲۵۶	۰/۰۳۰	-۰/۱۰۲	۰/۱۰۰
	(۰/۳۱۱)	(۰/۷۳۹)	(۰/۲۹۴)	(۰/۰۰۰)	(۰/۰۰۶)	(۰/۰۰۷)	(۰/۱۲۶)	(۰/۸۱۶)	(۰/۴۷۶)	(۰/۶۵۸)

[1]. Driscoll-Kraay

LUR	۲/۴۶۸ (۰/۰۰۰)	۲/۴۰۷ (۰/۰۰۰)	۲/۰۹۹ (۰/۰۰۰)	۲/۰۹۱ (۰/۰۰۰)	۲/۱۸۹ (۰/۰۰۰)	۲/۳۸۰ (۰/۰۰۰)	۲/۴۴۰ (۰/۰۰۰)	۲/۴۱۲ (۰/۰۰۰ (	۲/۴۳۴ (۰/۰۰۰ (	۲/۳۸۰ (۰/۰۰۰)
LECI	-۰/۱۸۵ (۰/۱۹۰)	-۰/۵۰۶ (۰/۰۰۰)	-۰/۳۶۷ (۰/۰۱۸)	-۰/۳۲۷ (۰/۰۰۷)	-۰/۴۹۴ (۰/۰۰۰)	-۰/۶۸۰ (۰/۰۰۰)	-۰/۸۵۵ (۰/۰۰۰)	-۱/۱۳۱ (۰/۰۰۰ (	-۱/۳۳۴ (۰/۰۰۰ (	-۰/۵۶۱ (۰/۰۰۰)
CON	۱۳/۷۸۴ - (۰/۰۰۰)	۱۳/۱۱۱ - (۰/۰۰۰)	۱۲/۲۹۵ - (۰/۰۰۰)	۱۱/۶۴۸ - (۰/۰۰۰)	۱۱/۳۴۶ - (۰/۰۰۰)	۱۱/۰۲۸ - (۰/۰۰۰)	۱۰/۵۵۳ - (۰/۰۰۰)	-۹/۴۰۸ (۰/۰۰۰ (	-۸/۴۳۰ (۰/۰۰۰ (	۱۱/۳۷۴ - (۰/۰۰۰)
R2	۰/۵۷۲	۰/۵۵۴	۰/۵۵۲	۰/۵۴۴	۰/۵۳۰	۰/۵۲۲	۰/۵۰۳	۰/۴۹۸	۰/۵۱۳	۰/۷۷۵

منبع: یافته‌های پژوهش.

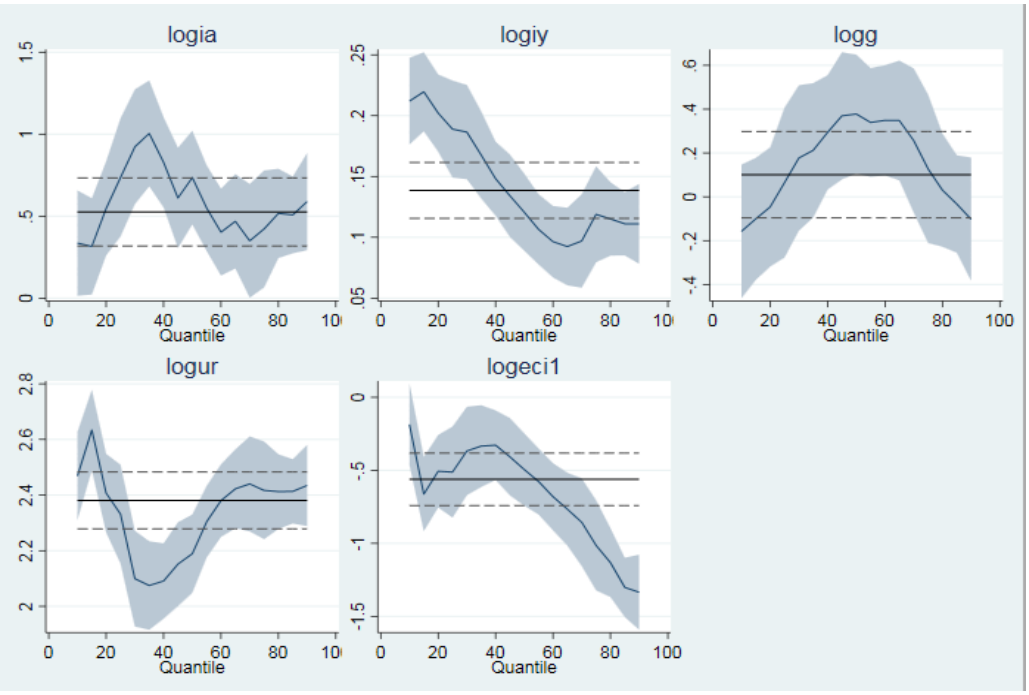
نتایج جدول (۸)، نشان می‌دهد که در همه کوانتایل‌ها بین تراکم صنعتی و انتشار دی‌اکسید کربن سرانه در کشورهای آسیا رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. بیشترین ضریب اثرگذاری مربوط به کوانتایل ۳۰th از گروه پایین می‌باشد. به طوری که با 0.01 درصد تغییر تراکم صنعتی، ۰/۹۲۲ درصد انتشار کربن افزایش می‌یابد. رویکرد D-K نیز این یافته‌ها را تقویت می‌کند. تراکم صنعتی می‌تواند مشکلات انرژی و زیست محیطی را به همراه داشته باشد. اولاً، تراکم صنعتی می‌تواند باعث افزایش ظرفیت و افزایش شدید مصرف انرژی شود و این ممکن است با افزایش شدید انتشار آلاینده‌ها همراه باشد. دوماً، دولت‌های محلی ممکن است استانداردهای انتشار آلاینده‌های محیطی خود را کاهش دهند تا صنایع را جذب کنند و سپس منطقه تجمع، به پناهگاه آلودگی تبدیل شود. سوماً، تراکم صنعتی ممکن است سبب شود شرکت‌ها تلاشی برای بهبود محیط زیست انجام ندهند؛ بنابراین با رشد تراکم صنعتی، کیفیت محیط زیست بدتر شود. برخی مطالعات نیز بین تراکم صنعتی و آلودگی رابطه مثبت و معناداری بدست آوردند (Xu, 2023; Li & Liu, 2022). گرچه برخی مطالعات نیز نتایج متضادی بدست آوردند. به گفته Liu et al. 2017 تراکم صنعتی می‌تواند با افزایش بازدهی مقیاس، سرریز دانش و فناوری و رقابت، بهبود بهره‌وری نیروی کار را ارتقا بخشد که منجر به ارتقای رشد اقتصادی منطقه شود و از این طریق به بکارگیری فناوری‌های جدید و پاک و تجهیز فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر و حفظ محیط زیست کمک کند.

همانطور که در جدول (۸) مشاهده می‌شود، در همه کوانتایل‌ها، تولید صنعتی سبب افزایش آلودگی می‌شود. برخی مطالعات نیز نشان دادند که بین رشد اقتصادی و آلودگی رابط مثبتی وجود دارد (Raza & Shah, 2018; Chen et al. 2019).

نتایج جدول (۸) بیانگر این است که بین جهانی شدن و انتشار کربن در کشورهای قاره آسیا رابطه مثبت و از نظر آماری معناداری در کوانتایل‌های متوسط وجود دارد. توسعه جهانی شدن با افزایش رقابت و به دنبال آن توسعه عرضه محصولات همراه است که می‌تواند با مصرف بیشتر انرژِی فسیلی همراه باشد؛ بنابراین افزایش جهانی شدن می‌تواند به محیط زیست آسیب برساند. برخی مطالعات از نتایج ما حمایت می‌کنند (Figge et al. 2017). Mehnat-Far et al. 2023 نیز رابطه مثبت و معناداری بین جهانی شدن و محیط زیست در کشورهای در حال توسعه آسیا بدست آوردند. برخی مطالعات نتایج متضادی بدست آوردند. آن‌ها استدلال می‌کنند که افزایش جهانی شدن از طریق افزایش تولید ناخالص داخلی می‌تواند به حفاظت بیشتر محیط زیست کمک کند زیرا جوامع ثروتمندتر توانایی خرید تکنولوژی‌های دوستدار محیط زیست و انرژی‌های پاک را دارند (Pata, 2020).

با توجه به نتایج جدول (۸)، بین شهرنشینی و انتشار CO2 در تمامی کوانتایل‌ها رابطه مثبت و معناداری در کشورهای آسیا وجود دارد. در واقع، افزایش شهرنشینی باعث افزایش انتشار کربن می‌شود. برخی مطالعات نیز نشان دادند که افزایش شهرنشینی سبب تخریب محیط زیست می‌شود (Wang et al. 2016). برخی مطالعات نیز نتایج متفاوتی بدست آوردند (Lv & Xu, 2019; Kazemzadeh et al. 2022).

ضرایب جدول (۸) بیانگر این است که پیچیدگی اقتصادی در همه کوانتایل‌ها به جز th۱۰ به کاهش انتشار کربن کمک می‌کند. پیچیدگی اقتصادی از طریق نوع کالاهای تولید شده که ساختار تولیدی یک کشور را شامل می‌شود به وجود می‌آید. کشورها با پیچیدگی بالاتر زیرساخت‌های بهتری دارند که سبب کاهش تخریب محیط زیست می‌شود. اقتصادهای پیچیده، از ساختارهای پیشرفته مصرف انرژی (Hu et al. 2018) در ساختار اقتصادی خود استفاده می‌کنند که سبب افزایش بهره‌وری انرژی می‌شود. در واقع، محصولات پیچیده‌تر می‌تواند علاوه بر افزایش رشد اقتصادی به بهبود کیفیت محیط زیست نیز کمک کنند. برخی مطالعات قبلی نیز دریافتند که پیچیدگی اقتصادی از طریق توسعه فناوری‌های پاک و افزایش کارایی انرژی به حفظ محیط زیست کمک می‌کند (Kazemzadeh et al. 2022). در ادامه، ضرایب گرافیکی متغیرها در نمودار (۲) ارائه می‌شود.



شکل ۲. ضرایب گرافیکی برآورد رگرسیون پانل کوانتایل: مناطق سایه‌دار ۹۵٪ فاصله اطمینان ۹۵٪ برای تخمین‌های رگرسیون چندکی هستند. محور عمودی کشش متغیرهای توضیحی را نشان می‌دهد. خطوط افقی قرمز فواصل اطمینان ۹۵ درصدی را برای ضریب OLS نشان می‌دهند. منبع: یافته‌های پژوهش

آنالیز بیشتر

در این بخش، برای آنالیز بیشتر و ارائه سیاست‌گذاری‌های مناسب، اثر تراکم صنعتی بر انتشار دی‌اکسید کربن بر ۱۶ کشور عمده نفتی آسیا با رگرسیون‌های پانل کوانتایل مورد بررسی قرار گرفته است. در این مطالعه، ۱۶ کشور تولیدکننده عمده نفت خام از بین ۳۶ کشور نمونه کامل براساس طبقه‌بندی سازمان ملل انتخاب شده است. این کشورها شامل (عربستان سعودی، چین، ایران، امارات متحده عربی، قزاقستان، قطر، عمان، هند، آذربایجان، اندونزی، مالزی، بحرین، تایلند، پاکستان، ازبکستان و روسیه) می‌باشد. نتایج رگرسیون پانل کوانتایل در گروه کشورهای عمده نفتی در جدول (۹) ارائه شده است.

جدول ۹: نتایج برآورد رگرسیون QREG

quantile									Var
کوانتایل‌های بالا			کوانتایل‌های متوسط			کوانتایل‌های پایین			
90^{th}	80^{th}	70^{th}	60^{th}	50^{th}	40^{th}	30^{th}	20^{th}	10^{th}	

LII	۰/۰۲۰ (۰/۸۷۷)	-۰/۳۴۰ (۰/۱۰۹)	-۰/۳۰۰ (۰/۱۵۱)	-۰/۵۲۰ (۰/۰۲۸)	-۰/۰۸۵ (۰/۷۵۱)	۰/۷۲۲ (۰/۰۱۲)	۰/۹۰۳ (۰/۰۰۰)	۰/۹۸۵ (۰/۰۰۱)	۰/۸۹۲ (۰/۰۰۱)
LIY	-۰/۱۱۳ (۰/۰۰۰)	-۰/۰۴۹ (۰/۰۲۸)	-۰/۰۱۹ (۰/۳۷۰)	-۰/۰۰۲ (۰/۹۲۰)	-۰/۰۲۳ (۰/۴۰۷)	-۰/۰۴۶ (۰/۱۲۶)	-۰/۰۴۲ (۰/۰۴۱)	-۰/۰۲۳ (۰/۴۳۵)	-۰/۰۳۲ (۰/۲۵۰)
LG	-۰/۱۹۶ (۰/۰۳۱)	-۰/۱۹۴ (۰/۱۷۵)	-۰/۱۵۱ (۰/۲۸۳)	-۰/۲۹۰ (۰/۰۶۸)	-۰/۳۸۱ (۰/۰۳۶)	-۰/۲۹۴ (۰/۱۳۰)	-۰/۳۷۲ (۰/۰۰۵)	-۰/۲۸۶ (۰/۱۳۶)	-۰/۰۲۷ (۰/۸۷۸)
LUR	۳/۲۴۱ (۰/۰۰۰)	۳/۲۸۳ (۰/۰۰۰)	۳/۲۶۶ (۰/۰۰۰)	۳/۰۱۳ (۰/۰۰۰)	۲/۹۶۹ (۰/۰۰۰)	۳/۰۰۱ (۰/۰۰۰)	۲/۹۶۰ (۰/۰۰۰)	۲/۸۵۳ (۰/۰۰۰)	۲/۳۷۹ (۰/۰۰۰)
LECI	۰/۱۳۹ (۰/۱۲۱)	۰/۳۳۴ (۰/۰۱۸)	۰/۵۰۷ (۰/۰۰۰)	۰/۵۴۹ (۰/۰۰۰)	۰/۷۰۲ (۰/۰۰۰)	۰/۸۲۹ (۰/۰۰۰)	۰/۶۳۱ (۰/۰۰۰)	۰/۴۳۶ (۰/۰۲۱)	-۰/۵۴۸ (۰/۰۰۲)
CON	-۸/۳۵۵ (۰/۰۰۰)	-۱۰/۲۱۲ (۰/۰۰۰)	-۱۱/۱۱۰ (۰/۰۰۰)	-۹/۸۷۶ (۰/۰۰۰)	-۸/۸۳۵ (۰/۰۰۰)	-۸/۶۹۳ (۰/۰۰۰)	-۷/۹۶۱ (۰/۰۰۰)	-۸/۰۲۸ (۰/۰۰۰)	-۵/۶۱۸ (۰/۰۰۰)
R2	۰/۶۸۸	۰/۶۵۹	۰/۶۳۲	۰/۶۲۰	۰/۶۰۵	۰/۵۹۳	۰/۵۸۴	۰/۵۷۰	۰/۵۶۳

منبع: یافته‌های پژوهش.

نتایج جدول (۹)، نشان می‌دهد که بین تراکم صنعتی و انتشار دی‌اکسید کربن سرانه در کشورهای عمده نفتی آسیا در کوانتایل‌های ۶۰th، ۷۰th، ۸۰th و ۹۰th رابطه مثبت و معناداری وجود دارد. بیشترین ضریب اثرگذاری مربوط به کوانتایل ۸۰th از گروه بالا می‌باشد. به طوری که با یک درصد تغییر تراکم صنعتی، انتشار کربن ۰/۹۸۵ درصد افزایش می‌یابد. اثر تراکم صنعتی بر انتشار کربن در سایر کوانتایل‌ها از نظر آماری معنادار نیست.

نتایج آزمون پانل علیت

در این تحقیق از آزمون علیت پانل دومیترسکو و هورلین[1] استفاده شده است که معمولاً برای بررسی رابطه علی بین متغیرها مناسب است. نتایج آزمون‌های D-H در جدول (۱۰) ارائه شده است.

جدول (۱۰): نتایج آزمون علیت پانل D-H.

[1]. Dumitrescu & Hurlin

متغیرها	W-Bar	Z-Bar	Z-Bar Tilde	نتیجه
LIA	۳/۷۷۳۲	۱۲/۴۰۲۳ (۰/۰۰۰۰)	۱۰/۶۱۹۵ (۰/۰۰۰۰)	دو طرفه
LIY	۶/۶۵۹۸	۲۵/۳۱۱۲ (۰/۰۰۰۰)	۲۱/۹۷۶۰ (۰/۰۰۰۰)	دو طرفه
LG	۵/۲۴۸۷	۱۹/۰۰۰۷ (۰/۰۰۰۰)	۱۶/۴۲۴۳ (۰/۰۰۰۰)	دو طرفه
LUR	۳/۵۹۲۸	۸/۱۱۴۰ (۰/۰۰۰۰)	۸/۱۱۴۰ (۰/۰۰۰۰)	یکطرفه
LECI	۱/۸۳۹۷	۳/۵۱۲۶)۰/۰۰۰۴(	۲/۸۱۷۶ (۰/۰۰۴۸)	دوطرفه

منبع: یافته‌های تحقیق

جدول (۱۰)، نشان می‌دهد که بین تراکم صنعتی و CO2 و بین تولید صنعتی و CO2 و بین جهانی شدن و CO2 و بین پیچیدگی اقتصادی و CO2 رابطه دو طرفه وجود دارد. در حالی که بین شهرنشینی و CO2 رابطه یکطرفه وجود دارد.

جمع‌بندی و نتیجه‌گیری

رشد اقتصادی نیازمند مصرف انرژی است اما چنانچه رشد بخواهد از طرف صنایع ایجاد شود نیازمند مصرف بیشتر انرژی است. در عین حال، مصرف انرژی منجر به آلوده‌تر شدن محیط زیست می‌شود. آلودگی‌های زیست محیطی نه تنها بر سلامت انسان بلکه بر توسعه پایدار جوامع نیز تأثیر می‌گذارند. با رشد جوامع، توسعه و تجمیع صنایع برای بهره‌گیری از صرفه‌های مقیاس مطرح می‌شود؛ بنابراین مطالعه در زمینه بررسی اثر تراکم صنعتی بر کیفیت محیط زیست شاید بتواند به محیط زیست کمک کند و راه‌حل‌هایی در زمینه مبارزه با مشکلات تغییرات آب و هوایی و آلاینده‌ها در اختیار سیاست‌گذاران و محققان قرار دهد. از اینرو، این مطالعه به بررسی اثر تراکم صنعتی بر انتشار CO2 در پانلی از ۳۶ کشور آسیا طی دوره زمانی ۱۹۹۰- ۲۰۲۲ با رویکرد پانل کوانتایل در سه گروه کوانتایل‌های پایین، متوسط و بالا پرداخته است. علاوه بر این، در زیربخش آنالیز بیشتر، اثر تراکم صنعتی بر انتشار کربن در گروه کشورهای عمده نفتی نیز بررسی شده است. در این مطالعه، تراکم صنعتی با شاخص آنتروپی مکان محاسبه شده است. یافته‌های این مطالعه نشان داد که در

همه کوانتایل‌ها، توسعه تراکم صنعتی سبب بدتر شدن کیفیت محیط زیست می‌شود. بیشترین ضریب اثرگذاری مربوط به کوانتایل ۳۰th از گروه کوانتایل‌های پایین است. آزمون پانل علیت D-H بین تراکم صنعتی و CO2 رابطه دو طرفه را نشان داد. علاوه بر این، آنالیز بیشتر نشان داد که رابطه مثبت و معناداری بین تراکم صنعتی و انتشار کربن در کشورهای عمده نفتی آسیا در کوانتایل‌های متوسط و بالا وجود دارد.

گرچه تراکم صنعتی می‌تواند پیشرفت فنی را ارتقا دهد و به یک اقتصاد دایره‌ای دست یابد که می‌تواند مصرف انرژی و انتشار آلاینده‌ها را تا حدی کاهش دهد. با این حال، تراکم صنعتی می‌تواند مشکلات انرژی و زیست محیطی را نیز به همراه داشته باشد زیرا تراکم صنعتی می‌تواند از طریق افزایش ظرفیت تولید، به مصرف انرژی بیشتری نیاز داشته باشد که ممکن است انتشار کربن بیشتری به ارمغان بیاورد؛ بنابراین این مطالعه به سیاست‌گذاران کشورهای آسیایی پیشنهاد می‌کند که استانداردهای انتشار آلاینده‌های محیطی و قوانین زیست محیطی در جذب صنایع را مدنظر قرار دهند. بعلاوه، اعمال مالیات‌های سبز بر صنایع می‌تواند به بهبود محیط زیست کمک کند. ضمنا دولت‌ها می‌توانند درآمدهای ناشی از مالیات‌های سبز را به خرید فناوری‌های دوستدار محیط زیست اختصاص دهند. گرچه معافیت‌های مالیاتی و پرداخت یارانه به صنایع کم کربن نیز می‌تواند انگیزه زیست محیطی سایر صنایع را نیز افزایش دهد. تراکم صنعتی می‌تواند اثرات مهمی بر بهره‌وری انرژی و محیط زیست داشته باشد.

ضرایب رگرسیون‌ها در نمونه کامل ۳۶ کشور آسیایی نشان داد که بین تولید صنعتی و انتشار کربن رابطه مثبت و معناداری در کشورهای آسیایی وجود دارد. گرچه ضرایب رگرسیون در گروه کشورهای عمده نفتی نشان داد که افزایش تولید صنعتی سبب کاهش انتشار کربن در کوانتایل ۱۰th، ۲۰th و ۷۰th می‌شود. یافته‌های این مطالعه به مقامات کشورهای عمده تولیدکننده نفت آسیا پیشنهاد می‌کند با توسعه تولید صنعتی به بهبود محیط زیست کمک کنند. این عمل می‌تواند از طریق افزایش وام‌های بخش صنعت و پرداخت یارانه به بخش مذکور انجام شود.

برآورد پارامترهای بیانگر این بود که وضعیت زیست محیطی متغیر شهرنشینی در کشورهای آسیا نیز قابل تأمل است و این متغیرها به نظارت و قوانین سختگیرانه زیست محیطی نیازمند هستند؛ بنابراین، ضروری است که این کشورها با بکارگیری تکنیک‌های مدرن تولید، سیستم‌های حمل و نقل مؤثر و استانداردهای مناسب بخش‌های مختلف، بهره‌وری انرژی را بهبود بخشند و در صورت تمایل به اطمینان از اینکه محیط می‌تواند خود را بازسازی کند، به منابع انرژی تجدیدپذیر روی آورند. علاوه بر این، شیوه‌های مختلف زندگی شهروندان و الگوهای مصرف شهری جوامع نیز فشارهای متفاوتی بر پایداری محیط زیست اعمال می‌کند و سیاست‌گذاران می‌توانند با آگاهی‌سازی شهروندان از پیامدهای زیست محیطی، آن‌ها را به رفتارها و شیوه زندگی پایدار تشویق نمایند. ضرایب رگرسیون‌ها در این مطالعه نشان داد که افزایش پیچیدگی اقتصادی از طریق توسعه فناوری سبب کاهش انتشار کربن در کشورهای آسیایی می‌شود. از اینرو، مقامات

کشورهای آسیایی با توسعه بخش تحقیق و توسعه می‌توانند به بهبود محیط زیست و دستیابی به اهداف توسعه پایدار کمک کنند.

این مطالعه به محققان آینده، بررسی اثرات تشدیدکننده تراکم صنعتی از طریق سرریز فناوری را بر کیفیت محیط زیست را پیشنهاد می‌کند. بعلاوه، مطالعات آینده می‌توانند بر اثرات تراکم صنعتی بر سایر شاخص‌های کیفیت محیط زیست مثل ردپای اکولوژیکی نیز متمرکز شوند.

حامی مالی

بنا به اظهار نویسنده مسئول، این مقاله حامی مالی نداشته است.

سهم نویسندگان در پژوهش

نویسنده اول: ۳۵٪.

نویسنده دوم: ۲۵٪.

نویسنده سوم: ۲۰٪.

نویسنده چهارم: ۲۰٪.

تضاد منافع

نویسنده (نویسندگان) اعلام می‌دارند که هیچ تضاد منافعی در رابطه با نویسندگی و یا انتشار این مقاله ندارند.

تقدیر و تشکر

نویسنده (نویسندگان)، از همه‌ی افراد، به دلیل مشاوره و راهنمایی علمی و مشارکت‌شان در این مقاله تشکر و قدردانی می‌نماید (می‌نمایند).

منابع

Arnaut, M. & Dada, J. T. (2023). Exploring the nexus between economic complexity, energy consumption and ecological footprint: new insights from the United Arab Emirates. International Journal of Energy Sector Management, 17(6), 1137-1160. https://doi.org/10.1108/IJESM-06-2022-0015

Balsalobre-Lorente, D. dos Santos Parente, C. C. Leitão, N. C. & Cantos-Cantos, J. M. (2023). The influence of economic complexity processes and renewable energy on CO2 emissions of BRICS. What about industry 4.0? Resources Policy, 82, 103547. https://doi.org/10.1016/j.resourpol.2023.103547

Brülhart, M. & Mathys, N. A. (2008). Sectoral agglomeration economies in a panel of European regions. Regional Science and Urban Economics, 38(4), 348-362.

Chang, C. L. & Oxley, L. (2009). Industrial agglomeration, geographic innovation and total factor productivity: The case of Taiwan. Mathematics and Computers in Simulation, 79(9), 2787-2796. https://doi.org/10.1016/j.matcom.2008.09.003

Chen, D. Chen, S. & Jin, H. (2018). Industrial agglomeration and CO2 emissions: Evidence from 187 Chinese prefecture-level cities over 2005–2013. Journal of Cleaner Production, 172, 993-10. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.10.068

Chen, Y. Wang, Z. & Zhong, Z. (2019). CO2 emissions, economic growth, renewable and non-renewable energy production and foreign trade in China. Renewable Energy, 131, 208-216. https://doi.org/210.1016/j.renene.2018.1007.1047.

Cheng, Z. (2016). The spatial correlation and interaction between manufacturing agglomeration and environmental pollution. Ecological indicators, 61, 1024-1032. https://doi.org/10.1016/j.ecolind.2015.10.060

Cui, S. Wang, Y. Xu, P. & Li, L. (2024). Ecological welfare performance, industrial agglomeration and technological innovation: an empirical study based on Beijing–Tianjin–Hebei, Yangtze River Delta and Pearl River Delta. Environment, Development and Sustainability, 26(1), 1505-1528.

Doğan B, Saboori B, Can M (2019) Does economic complexity matter for environmental degradation? An empirical analysis for different stages of development. Environmental Science and Pollution Research 26(31): 31900-31912. https://doi.org/31910.31007/s11356-31019-06333-31901.

Doğan, B. Driha, O.M. Balsalobre- Lorente, D. & Shahzad, U. (2021). The mitigating effects of economic complexity and renewable energy on carbon emissions in developed countries. Sustainable Development, 29(1), 1-12. doi: 10.1002/sd.2125.

Dogan, B. Madaleno, M. Tiwari, A.K. & Hammoudeh, S. (2020). Impacts of export quality on environmental degradation: does income matter? Environmental Science and Pollution Research, 27, 13735–13772. https://doi.org/10.1007/s11356-019-07371-5.

Dong, F. Yu, B. & Pan, Y. (2019). Examining the synergistic effect of CO2 emissions on PM2. 5 emissions reduction: Evidence from China. Journal of cleaner production, 223, 759-771. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2019.03.152

Dumitrescu, E. I. & Hurlin, C. (2012). Testing for Granger non-causality in heterogeneous panels. Economic Modelling, 29, 1450–1460. https://doi.org/10.1016/j.econmod.2012.02.014

Eslami Giski Sakineh, Salimi Far Mostafa, Saifi Ahmad. (2022). Investigating the impact of industrial density on pollution density: spatial econometric approach, Planning and Budgeting Quarterly 1401; 27 (1): 155-176. doi:10.52547/jpbud.27.1.155 (In Persian).

Figge, L. Oebels, K. & Offermans, A. (2017). The effects of globalization on Ecological Footprints: an empirical analysis. Environment, Development and Sustainability, 19(3), 863-876. https://doi.org/10.1007/s10668-016-9769-8

Ghazouani, T. & Maktouf, S. (2024, February). Impact of natural resources, trade openness, and economic growth on CO2 emissions in oil-exporting countries: A panel autoregressive distributed lag analysis. In Natural Resources Forum. 48 (1), 211-231. https://doi.org/10.1111/1477-8947.12318

He, C.F. Huang, Z.J. Ye, X.Y. 2014. Spatial heterogeneity of economic development and industrial pollution in urban China. Stoch. Environ. Res. Risk Assess. 28 (15), 767-781.10.1007/s00477-013-0736-8

Kazemzadeh, E. Fuinhas, J. A. Koengkan, M. & Osmani, F. (2022). The heterogeneous effect of economic complexity and export quality on the ecological footprint: a two-step club convergence and panel quantile regression approach. Sustainability, 14(18), 11153. https://doi.org/10.3390/su141811153

Koenker, R. (2004). Quantile regression for longitudinal data. J. Multivar. 91, 74–89. https://doi.org/10.1016/j.jmva.2004.05.006.

Koenker, R. & Xiao, Z. (2002). Inference on the quantile regression process. Econometrica, 70(4), 1583-1612. https://doi.org/1510.1111/1468-0262.00342.

Koenker, R. Bassett, J.G. (1978). Regression quantiles. Econometrica: Journal of the Econometric Society, 33-50. https://doi.org/10.2307/1913643.

Li, H. & Liu, B. (2022). The effect of industrial agglomeration on China's carbon intensity: Evidence from a dynamic panel model and a mediation effect model. Energy Reports, 8, 96-103. https://doi.org/10.1016/j.egyr.2022.05.070

Li, X. Lai, X. & Zhang, F. (2021). Research on green innovation effect of industrial agglomeration from perspective of environmental regulation: Evidence in China. Journal of Cleaner Production, 288, 125583. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2020.125583

Liu, J. Cheng, Z. & Zhang, H. (2017). Does industrial agglomeration promote the increase of energy efficiency in China? Journal of Cleaner Production, 164, 30-37. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2017.06.179

Liu, X. Yu, Z. Wei, Q. Wen, G. Duan, X. & You, X. (2013). Modification of polycrystalline nanodiamonds by using periodic magnetic field enhanced hydrogen plasma and the application on nanogrinding of thin film magnetic head. Colloids and Surfaces A: Physicochemical and Engineering Aspects, 416, 9-15. https://doi.org/10.1016/j.colsurfa.2012.10.024

Lv, Z. & Xu, T. (2019). Trade openness, urbanization and CO2 emissions: Dynamic panel data analysis of middle-income countries. The Journal of International Trade & Economic Development, 28(3), 317-330. https://doi.org/310.1080/09638199.09632018.01534878.

Mehnat-Far, Y. Osmani, F. Cheshmi, M. & Argha, L. (2023). Does the development of technology and the expansion of trade reduce the ecological footprint? Case study: evidence

from developing countries. Economic Growth and Development Research, 14(53), 110-97. doi: 10.30473/egdr.2023.68695.6758 (In Persian).

Nie, X. Wei, X. Xia, Q. & Zhou, M. (2021). Customers' purchase intention for hydrogen vehicle and industrial agglomeration: Evidence from Jiangsu Province, China. International Journal of Hydrogen Energy, 46(34), 18011-18019. https://doi.org/10.1016/j.ijhydene.2020.10.055

Ning, L. Wang, F. & Li, J. (2016). Urban innovation, regional externalities of foreign direct investment and industrial agglomeration: Evidence from Chinese cities. Research Policy, 45(4), 830-843. https://doi.org/10.1016/j.respol.2016.01.014

Pata, U.K. (2020). Renewable and non-renewable energy consumption, economic complexity, CO2 emissions, and ecological footprint in the USA: testing the EKC hypothesis with a structural break. Environmental Science and Pollution Research, 1-16. https://doi.org/10.1007/s11356-11020-10446-11353.

Pei, Y. Zhu, Y. Liu, S. & Xie, M. (2021). Industrial agglomeration and environmental pollution: based on the specialized and diversified agglomeration in the Yangtze River Delta. Environment, Development and Sustainability, 23(3), 4061-4085.

Pesaran, M. H. (2004). General diagnostic tests for cross section dependence in panels. Cambridge Working Papers. Economics, 1240(1), 1. http://ssrn.com/abstract=572504.

Pesaran, M. H. & Yamagata, T. (2008). Testing slope homogeneity in large panels. Journal of econometrics, 142(1), 50-93.https://doi.org/10.1016/j.jeconom.2007.05.010

Porter, M. E. (1998). Clusters and the new economics of competition. Boston: *Harvard Business Review*. 76 (6), 77-90.

Porter, M. E. (2008). The five competitive forces that shape strategy. Harvard business review, 86(1), 78.

Raza, S. A. & Shah, N. (2018). Testing environmental Kuznets curve hypothesis in G7 countries: the role of renewable energy consumption and trade. Environmental Science and Pollution Research, 25(27), 26965-26977. https://doi.org/26910.21007/s11356-26018-22673-z.

Rizov, M. Oskam, A. & Walsh, P. (2012). Is there a limit to agglomeration? Evidence from productivity of Dutch firms. Regional Science and Urban Economics, 42(4), 595-606. https://doi.org/10.1016/j.regsciurbeco.2012.02.006

Song, Y. Zhu, J. Yue, Q. Zhang, M. & Wang, L. (2023). Industrial agglomeration, technological innovation and air pollution: Empirical evidence from 277 prefecture-level cities in China. Structural Change and Economic Dynamics, 66, 240-252.

Su, Y. & Yu, Y. Q. (2020). Spatial agglomeration of new energy industries on the performance of regional pollution control through spatial econometric analysis. Science of the Total Environment, 704, 135261. https://doi.org/10.1016/j.scitotenv.2019.135261

Swann, P. & Prevezer, M. (1996). A comparison of the dynamics of industrial clustering in computing and biotechnology. Research policy, 25(7), 1139-1157. https://doi.org/10.1016/S0048-7333(96)00897-9

Wang, J. & Long, F. (2024). Grain industrial agglomeration and grain green total factor productivity in China: A dynamic spatial durbin econometric analysis. Heliyon.

Wang, Y. & Wang, J. (2019). Does industrial agglomeration facilitate environmental performance: new evidence from urban China? Journal of environmental management, 248, 109244. https://doi.org/10.1016/j.jenvman.2019.07.015

Wang, Y. Chen, L. & Kubota, J. (2016). The relationship between urbanization, energy use and carbon emissions: evidence from a panel of Association of Southeast Asian Nations (ASEAN) countries. Journal of Cleaner Production, 112, 1368-1374. https://doi.org/1310.1016/j.jclepro.2015.1306.1041.

Xiao, Z. Y. & Shen, Z. C. (2019). The temporal and spatial evolution of population & industrial agglomeration and environmental pollution and the relevance analysis. Journal of Arid Land Resources and Environment. 2, 1-8. http://open.oriprobe.com/order.htm?id=55334626&ftext=base

Xu, L. Jiang, T. Lin, P. Shao, J. J. He, C. Zhong, W. & Wang, Z. L. (2018). Coupled triboelectric nanogenerator networks for efficient water wave energy harvesting. ACS nano, 12(2), 1849-1858. https://doi.org/10.1021/acsnano.7b08674

Xu, X. (2023). Identifying the Impact of Industrial Agglomeration on China's Carbon Emissions Based on the Spatial Econometric Analysis. Journal of Environmental and Public Health.1- 17. https://doi.org/10.1155/2023/4354068

Zhang, K. Xu, D. & Li, S. (2019). The impact of environmental regulation on environmental pollution in china: an empirical study based on the synergistic efect of industrial agglomeration. Environmental Science and Pollution Research, 26(25), 25775–25788. https://doi.org/10.1007/s11356-019-05854-z.

Zhang, L. Rong, P. Qin, Y. & Ji, Y. (2018). Does industrial agglomeration mitigate fossil CO2 emissions? An empirical study with spatial panel regression model. Energy Procedia, 152, 731-737. https://doi.org/10.1016/j.egypro.2018.09.237

Zheng, Q. & Lin, B. (2018). Impact of industrial agglomeration on energy efficiency in China's paper industry. Journal of cleaner production, 184, 1072-1080. https://doi.org/10.1016/j.jclepro.2018.03.016

Agglomeration of industrial societies and the environment: evidence from Asian countries

Yosef Mehnatfar[۱], Fariba Osmani[۲], Mehdi Mahmoudi[۳], Manouchehr Janbazi[۴]

Received: July 29, 2024 **Accepted**: September 22, 2024

Abstract

Context and Purpose :The development of industrial production processes requires energy, and the use of energy causes carbon emissions. On the other hand, today, due to the development of industrial societies, knowing the environmental consequences of industrial agglomeration is one of the challenges facing most countries. The main goal of this research is to evaluate the effect of industrial agglomeration on carbon dioxide emissions in a panel of Asian countries during the period 1990–2022.

Methodology: Therefore, first the industrial agglomeration has been calculated based on the location entropy index and then the effect of industrial agglomeration on CO2 emissions per capita has been investigated with the quantile panel approach.

Findings: The results are classified into three groups: low, medium, and high quantiles. In addition, in this study, the Driscoll-Cray fixed effects approach has been used to strengthen the results. The results indicate that increasing industrial agglomeration increases carbon emissions in Asian countries. The results of further analysis in the group of major Asian oil countries also show that there is a positive and significant relationship between industrial density and carbon dioxide emissions in high quantiles. The results of Dumitrescu and Hurlin's panel causality test show a two-way relationship between industrial density and CO2 emissions.

Conclusion :In this study, the variables of industrial production, globalization, urbanization, and economic complexity are considered control variables.

Keywords: industrial agglomeration, carbon dioxide emission, globalization, industrial societies.

[1] (Corresponding Author) Associate Professor, Department of Economic Sciences, Energy Economics, Faculty of Economics and Administrative Sciences, University of Mazandaran, Babolsar, Iran. y.mehnatfar@umz.ac.ir
[2] PhD in Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
[3] PhD in Economics, Department of Agricultural Economics, Faculty of Administrative Sciences and Economics, Ferdowsi University of Mashhad, Mashhad, Iran.
[4] PhD student in Management, Department of Management, Faculty of Humanities, Islamic Azad University of Sari, Sari, Iran.