Marine and Port Servicesch
Summer 2024, 1(4), 61-90
journalspmco.ir

Investigating the Impact of Using Information and Communication Technology and Emerging Energies in Reducing Environmental Pollution in the Member Countries of the D8 Group

Mahdi Shirafkan Lamsu — Assistant Professor of Economics, Maritime University of Chabahar, Chabahar, Sistan and Baluchestan, Iran

Zahra Sirati * — Master's Student in Business Economics, Maritime University of Chabahar, Sistan and Baluchestan, Iran

Abstract

Today, the expansion of energy consumption and the burning of fossil fuels in the direction of economic growth has increased the emission of carbon dioxide around the world. One of the most common types of policies that cause economic failure is the use of information and communication technology. Another way to control pollution is to replace the use of fossil fuels with renewable energy. Based on this, the aim of the current research is to investigate the effect of using information and communication technology and emerging energies on reducing environmental pollution in the member countries of the D8 group, including Iran, for the period from 2015 to 2020 using the generalized modeling method (GMM). The results show that environmental pollution increases with the increase of GDP. Also, there was a significant correlation between the emerging technologies of information and communication and energy with per capita carbon dioxide emissions and reduction of air pollution. The research results showed that with a one percent increase in the use of information and communication technology, carbon dioxide is reduced by 3.33 percent, and with a one percent

*Corresponding Author: zohreh.seeratee@gmail.com

How to Cite: Shirafkan Lamsu, M., Sirati, Z. (2024). Investigating the Impact of Using Information and Communication Technology and Emerging Energies in Reducing Environmental Pollution in the Member Countries of the D8 Group. *Marine and Port Servicesch, 1(4),* 61-90.

Original research
Received: 10 January 2024 Review 11 April 2024 Accepted: 18 April 2024

increase in the use of renewable energy, carbon dioxide is reduced by 7.7 percent. It can be said that the expansion of information and communication technology activities and the use of renewable energy, in addition to a good product in the economic field, can also bring good results in the environment..

Keywords: Emerging Energy, Information Technology, Communication, Environmental Pollution.

فصلنامه «خدمات دریایی و بندری» (علمی-تخصصی)
دوره ۱، شماره ۴، تابستان ۱۴۰۳، ۶۱-۹۰
journalspmco.ir

مقاله پژوهشی
تاریخ دریافت: ۱۴۰۲/۱۰/۲۰
تاریخ بازنگری: ۱۴۰۳/۰۱/۲۳
تاریخ پذیرش: ۱۴۰۳/۰۱/۳۰

بررسی تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و انرژی‌های نوظهور در کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8

مهدی شیرافکن لمسو استادیار اقتصاد دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، چابهار، سیستان و بلوچستان، ایران

زهره سیرتی * کارشناسی‌ارشد اقتصاد بازرگانی، دانشگاه دریانوردی و علوم دریایی چابهار، سیستان و بلوچستان، ایران

چکیده

امروزه گسترش مصرف انرژی و سوزاندن سوخت‌های فسیلی در جهت رشد اقتصادی باعث افزایش انتشار دی‌اکسید کربن در سراسر جهان شده است. یکی از رایج‌ترین انواع سیاست‌هایی که باعث شکست اقتصادی می‌شود، استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات است. یکی دیگر از راه‌های کنترل آلودگی جایگزینی استفاده از سوخت‌های فسیلی با انرژی‌های تجدیدپذیر است. بر این اساس، هدف پژوهش حاضر بررسی تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و انرژی‌های نوظهور بر کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8 ازجمله ایران برای دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۰ با استفاده از روش مدل‌سازی تعمیم‌یافته (GMM). نتایج نشان می‌دهد که آلودگی محیط‌زیست با افزایش تولید ناخالص داخلی افزایش می‌یابد. همچنین بین فناوری‌های نوظهور اطلاعات و ارتباطات و انرژی با انتشار سرانه دی‌اکسید کربن و کاهش آلودگی هوا همبستگی معنی‌داری وجود داشت. نتایج تحقیق نشان داد که با یک درصد افزایش استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات، دی‌اکسید کربن ۳,۳۳ درصد کاهش می‌یابد و با افزایش یک‌درصدی مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر، دی‌اکسید کربن ۷,۷ درصد کاهش می‌یابد. می‌توان گفت گسترش فعالیت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات و استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، علاوه بر محصول خوب در حوزه اقتصادی، می‌تواند نتایج خوبی در محیط‌زیست نیز به همراه داشته باشد.

کلیدواژه‌ها: انرژی‌های نوظهور، فناوری اطلاعات، ارتباطات، آلودگی زیست‌محیطی.

* نویسنده مسئول: zohreh.seeratee@gmail.com

مقدمه

در دو دهه اخیر ارتباط سطح توسعه‌یافتگی جوامع با میزان دستیابی به استانداردهای زیست‌محیطی و به عبارتی رعایت ملاحظات زیست‌محیطی موردتوجه محققین قرار گرفته است؛ بنابراین با رشد و توسعه جوامع، اهمیت بیشتری به کیفیت محیط‌زیست داده می‌شود و باوجود تفاوت‌های اساسی در مصادیق و ماهیت مشکلات زیست‌محیطی در کشورهای توسعه‌یافته و درحال توسعه، ماهیت کلی این موضوع را می‌توان در همه کشورها را یکی از ارکان اصلی توسعه پایدار می‌دانند (مهرآرا و همکاران، ۱۳۹۰) در روند حرکت جهانی به سمت توسعه پایدار توجه به آسیب‌های زیست‌محیطی ناشی از بخش انرژی ضروری است و آلودگی محیط‌زیست یکی از پیچیده‌ترین معضلات جوامع بشری است که اثرات منفی بسیاری بر سایر موجودات زنده می‌گذارد. یکی از بسیاری از مشکلات محسوب می‌شود. تعیین تأثیر آلودگی محیط‌زیست بر رشد اقتصادی کاربردهای سیاسی قابل‌توجهی دارد و از منظر نظری، عملی و سیاستی برای رشد اقتصادی در راستای اهداف توسعه پایدار ضروری است. (مهرنوش،۱۳۹۳). با توجه به اینکه هر فعالیتی مستلزم بر گرفتن موادی از محیط‌زیست و دفع مواد یا انرژی‌های ناخواسته به درون محیط‌زیست است لذا در راستای هر هدفی تمام فعالیت‌ها باید در چارچوب تعادل زیست‌محیطی و ظرفیت‌های محدود طبیعت موردبررسی قرار گیرد. وقتی یک جامعه در راستای رشد و توسعه قدم برمی‌دارد از قدم‌های نخستین اثرات مختلفی را بر محیط‌زیست بر جای می‌گذارد. ازجمله آلودگی و مشکلات زیست‌محیطی که در روند رشد و توسعه اقتصادی می‌تواند ایجاد شود و اگر از حد قابل قبولی تجاوز کند، محیط‌زیست را دچار مخاطره می‌کند. این مشکلات عبارت‌اند از: آلودگی آب‌وهوا، آلودگی صوتی، آلودگی ناشی از فعالیت‌های هسته - ای، آلودگی فقر، آلودگی ناشی از بی‌عدالتی و تبعیضات سیاسی اقتصادی، آلودگی ناشی از تخریب یا استفاده بیش‌ازحد از منابع طبیعی، آلودگی از دفع انرژی حرارتی بیش‌ازحد و ... (بریمانی و کعبی، ۱۳۹۳). رشد و پیشرفت تکنولوژی موجب کاهش آلودگی می‌گردد، البته کاهش آلودگی بستگی به میزان این رشد دارد. ناگفته نماند که تکنولوژی‌های نام‌برده

تکنولوژی‌های دوستدار محیط‌زیست و انسان‌اند و رشدی که از طریق آن‌ها به وقوع می‌پیوندد در اقتصادهای توسعه‌یافته به رشد سبز معروف گشته است. یکی از این تکنولوژی‌های دوستدار محیط‌زیست فاوای سبز و خنک می‌باشد که در این پژوهش با عنوان فاوا (فناوری اطلاعات و ارتباطات) مطرح گردیده است. هم‌چنین با توجه به پایان‌پذیر بودن منابع نفتی و گازی که منجر به انتشار گازهای گلخانه‌ای نظیر گاز دی‌اکسید کربن و افزایش آلودگی می‌شوند توسعه و گسترش انرژی‌های نوظهور و تجدید پذیر می‌تواند به تحقق اهداف توسعه اقتصادی، اجتماعی و زیست‌محیطی کشور کمک کند و از عوامل اساسی در رسیدن به توسعه پایدار در هر کشوری است (پائو و لی، ۲۰۱۴).

در دهه‌های اخیر اهمیت محیط‌زیست به‌تدریج افزایش‌یافته و کیفیت محیط اهمیت قابل‌توجهی یافته است؛ بنابراین با رشد و توسعه جوامع، اهمیت بیشتری به کیفیت محیط‌زیست داده می‌شود (هراتی،۱۳۹۱). به‌عنوان‌مثال، هم‌زمان در کشورهای درحال‌توسعه، مواردی مانند تخریب محیط‌زیست ناشی از استخراج بی‌رویه منابع، عدم وجود سیستم‌های ارزیابی و اندازه‌گیری (نظارت)، فقدان قوانین و پدیده‌های زیست‌محیطی مؤثر مانند پناهگاه‌های آلودگی و غیره. در کشورهای توسعه‌یافته مواردی مانند استفاده بهینه از منابع و یافتن جایگزین های بهینه برای آن ها، مدیریت انتشار و دفع آلاینده‌ها، پاسخگویی به افکار عمومی (به‌عنوان‌مثال در قالب سازمان‌های مردم‌نهاد محیط زیست)، رعایت مقررات زیست‌محیطی وجود دارد؛ و غیره. به‌عنوان یک نگرانی عمده در نظر گرفته می‌شوند (تامازیان و رائو، ۲۰۱۰).

همان‌طور که گفته شد، علیرغم تفاوت ماهیت و مصادیق مشکلات زیست‌محیطی کشورهای توسعه‌یافته و درحال‌توسعه، مدیریت محیط‌زیست و حرکت در جهت حفظ و ارتقای آن یک دغدغه بین‌المللی تلقی می‌شود؛ بنابراین هر تصمیم و ابزاری که بتواند طرفین را در این مسیر یاری دهد می‌تواند به‌عنوان یک تصمیم کلی تلقی شود؛ و استفاده از فناوری‌های اطلاعاتی و ارتباطی و انرژی‌های نوظهور و توانمندی‌های آن‌ها یکی از مهم‌ترین بسترها و راهکارها در این راستا چه در کشورهای توسعه‌یافته و چه در کشورهای

درحال‌توسعه است. (ژانگ و مینجون،۲۰۱۷). با این توضیح که فناوری اطلاعات و ارتباطات یکی از عوامل مهم در دگرگونی زندگی بشر در دهه های اخیر بوده است و تقریباً نمی‌توان بخشی از زندگی بشر امروزی (مستقیم یا غیرمستقیم) را یافت که از فرصت‌های این فناوری بهره‌مند نشود بدون شک بخش قابل‌توجهی از رشد و توسعه اقتصادی کشورها به ویژه کشورهای توسعه‌یافته در دهه اخیر به دلیل استفاده مطلوب از قابلیت‌های این فناوری و فرصت‌های ایجادشده توسط آن محقق شده است. استفاده از امکانات فناوری اطلاعات و ارتباطات در حوزه‌های مختلف بدون شک با توجه به نقش و اهمیت محیط‌زیست به‌ویژه در دهه‌های متمادی پیامدهای قابل‌توجهی در حوزه محیط‌زیست و این موضوع بر جای می‌گذارد. مورد اخیر را می‌توان به‌ویژه موردتوجه قرار داد (اوهلان،۲۰۱۶).

از سوی دیگر، ازآنجایی‌که سوخت های فسیلی نقش مهمی در تولید واحدهای اقتصادی آلاینده دارند، بدیهی است که یکی از راه‌های افزایش تولید به منظور کاهش بار مالیاتی و افزایش مجدد رشد اقتصادی، جایگزینی انرژی‌های نوظهور به‌جای سوخت‌های فسیلی است. با توجه به تکنولوژی مدرن بشر، انرژی هسته‌ای و برق آبی دو نوع جایگزین انرژی برای سوخت‌های فسیلی هستند. (الهی،۱۳۹۴) ایران ازنظر منابع مختلف انرژی یکی از ثروتمندترین کشورهای جهان به شمار می‌رود و از یک سو دارای منابع فسیلی وسیع نفت و گاز و از سوی دیگر دارای پتانسیل های نوظهور و تجدید پذیر فراوانی است. از دیدگاهی دیگر، هر انرژی ازنظر فناوری تولید و بهره‌برداری، مشکلات زیست‌محیطی، مشخصات فنی، در دسترس بودن، توزیع جغرافیایی و سایر ویژگی‌ها دارای ویژگی‌های خاص خود می‌باشد؛ بنابراین تنوع استفاده از انرژی‌های مختلف کشورها را ازنظر تأمین انرژی در وضعیت امن‌تری قرار می‌دهد و لازم است فناوری‌های آن ها در کشورها توسعه یابد. البته فناوری که به شدت به صنعت و مواد اولیه بومی متکی است خود به ارز کمتری نیاز دارد و از سوی دیگر فرصت های شغلی را هموار کرده و تولید داخلی را افزایش می‌دهد (قوش و همکاران،۲۰۲۰). مطالعات زیادی در این حوزه انجام شده است که در

ذیل به‌اختصار اشاره خواهد شد.

- جعفری و همکاران (۱۴۰۰) در پژوهشی با عنوان بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی بر آلودگی محیط‌زیست: مطالعه موردی کشورهای حوزه خلیج‌فارس چنین می‌نویسند که امروزه مسئله فناوری اطلاعات و ارتباطات و نقش آن در کاهش آلودگی محیط‌زیست از مباحث مهم در اقتصاد محیط‌زیست است، چراکه فناوری اطلاعات و ارتباطات به افزایش آلودگی محیط‌زیست از طریق تولید ماشین‌آلات و دستگاه-های فناوری اطلاعات و ارتباطات، مصرف انرژی و بازیافت زباله‌های الکترونیکی کمک می‌کند. درحالی‌که انتظار می‌رود فناوری اطلاعات و ارتباطات از طریق توسعهٔ شهرهای هوشمند، سیستم‌های حمل‌ونقل، شبکه‌های برقی، فرآیندهای صنعتی و صرفه‌جویی در مصرف انرژی، میزان انتشار آلاینده‌ها را کاهش دهد؛ بنابراین هدف این تحقیق بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و رشد اقتصادی بر انتشار دی‌اکسید کربن در کشورهای حوزه خلیج‌فارس طی دوره ۲۰۱۵-۲۰۰۰ با استفاده از روش پانل دیتا است. نتایج نشان داد که فناوری اطلاعات و ارتباطات تأثیر مستقیم و مجذور آن تأثیر منفی و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن دارد. نتیجه حاکی از وجود رابطه‌ای به شکل U وارون بین فناوری اطلاعات و ارتباطات و انتشار دی‌اکسید کربن بود. رشد اقتصادی تأثیر مستقیم و توان دوم آن بر انتشار دی‌اکسید کربن تأثیر منفی دارد که حاکی از تأیید فرضیه کوزنتس است. همچنین مصرف سرانه انرژی و تجارت تأثیر مستقیم و معنادار بر انتشار دی‌اکسید کربن داشته است؛ بنابراین کشورهای حوزه خلیج‌فارس با توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات می‌توانند به کاهش انتشار دی‌اکسید کربن و آلودگی زیست‌محیطی خود کمک کنند.

- حسینی علی‌آباد و همکاران (۱۳۹۹) در پژوهشی به بررسی تأثیر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش آلودگی محیط‌زیست پرداختند. ازآنجایی‌که سال‌هاست آلودگی هوا و محیط‌زیست به‌عنوان یک معضل اساسی برای دنیا تبدیل‌شده و همین آلودگی زمینه‌ساز بسیاری از بیماری‌هایی چون سکته‌های قلبی- مغزی علت آن می‌باشد لذا بشر را

به فکر استفاده از انرژی‌های دیگر که قابل‌تجدید شدن است انداخته تا از میزان صدمات آن کاسته شود بنابراین در این پژوهش به بحث در همین زمینه پرداخته‌شده که نتایج زیر حاصل شد. استفاده از انرژی‌های تجدید پذیر کاهش آلودگی هوا و همچنین عاملی بر کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای می‌باشد.

- دانشوری و همکاران (۱۳۹۸) در پژوهشی به بحث و بررسی پیرامون تأثیر انرژی‌های تجدیدپذیر بر اقتصاد سبز پرداختند. ازآنجایی‌که روزبه‌روز جمعیت جهان در حال افزایش است و دیگر انرژی و منابع طبیعی تجدید ناپذیر پاسخگوی نیازهای بشر نیست بنابراین بشر را به فکر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر انداخته است تا بتواند زمینه استفاده از سوخت‌های فسیلی را کاهش داده و میزان آلودگی‌های محیط‌زیست را بکاهد که پس از بررسی‌ها نتایج زیر حاصل گردیده است انرژی‌های تجدیدپذیر، از انواع انرژی‌های تمیز (پاک) و با قابلیت اعتماد هستند و اگر به شیوه صحیح گسترش پیدا کنند، می‌توانند به‌عنوان منابع انرژی پایدار نقش مهمی در رسیدن به اهداف توسعه پایدار داشته باشند. دلیل اصلی تأکید بر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر، علاوه بر کمک به حل معضلات زیست‌محیطی و جلوگیری از هدر رفتن سوخت‌های فسیلی، حفاظت از منابع طبیعی برای نسل‌های آینده است که بدون شک انرژی‌های تجدیدپذیر با توجه به‌سادگی فناوری‌شان نقش مهمی در اقتصاد سبز و توسعه اقتصادی پایدار دارند.

- حقیقی و باباپور (۱۳۹۷) در پژوهش خود با عنوان استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر راهی مؤثر جهت کاهش آلودگی محیط‌زیست چنین می‌نویسند که بخش اعظم انرژی مصرفی در جهان به‌وسیله سوخت‌های فسیلی تأمین می‌شود. این سوخت‌ها دارای انواع آلاینده‌های سمی و خطرناک هستند که از طرق مختلف به محیط‌زیست و درنهایت به زنجیره غذایی انسان وارد می‌شوند. گرچه اثرات زیست‌محیطی استفاده از سوخت‌های فسیلی بر آب‌های سطحی، آب‌های زیرزمینی، خاک، هوا، پوشش گیاهی و غیره بی‌شمار است، اما مبحث آلودگی هوا، اثرات گلخانه‌ای و ذرات و اثر خنک‌کنندگی آن‌ها بیشتر موردتوجه است. حفظ و ادامه شرایط فعلی زندگی در جامعه بشری در آینده بدون توجه

به عرضه انرژی به قیمت مناسب امکان‌پذیر نیست. اثرات زیست‌محیطی وابسته به هر تولید انرژی در نرخ فعلی به سمت شرایط غیرقابل‌قبول پیش می‌رود و اثرات زیست‌محیطی زیان‌بار به شکل وسیعی در حال گسترش هستند. انرژی‌های تجدیدپذیر به‌عنوان یک منبع انرژی پاک و عاری از هرگونه آلودگی زیست‌محیطی می‌توانند نقش مهمی در کاهش انتشار گازهای آلاینده همچون دی‌اکسیدکربن و دیگر گازهای گلخانه‌ای بازی کنند. لذا در این پژوهش، سعی بر این است که نقش انواع انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش آلودگی محیط‌زیست بررسی شود.

- قاسمی و محمدخانپور اردبیل (۱۳۹۳) **د**ر پژوهشی به بحث و بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل پرداختند. ازآنجایی‌که فناوری اطلاعات ازلحاظ اقتصادی و زیست‌محیطی دارای اهمیت ویژه و مؤثر می‌باشد و همچنین استفاده از انرژی را به حداقل ممکن کاهش می‌دهد بنابراین پس از پژوهش روی موضوع تحقیق نتایج زیر حاصل شد که عبارت‌اند از اینکه بهره‌گیری از فناوری اطلاعات می‌تواند استفاده از فرآورده‌های نفتی را کاهش دهد و این خود توانسته از میزان آلودگی‌های زیست‌محیطی که زمینه‌ساز بسیاری از مشکلات و بیماری‌ها است را بکاهد. - چین و همکاران[1] (۲۰۲۱) در پژوهشی به بررسی نقش انرژی سبز، نوآوری‌های زیست‌محیطی و مالیات‌های زیست‌محیطی کاهش آلودگی هوا در اقتصادهای برتر آسیایی پرداختند بر اساس پژوهش‌هایی که در این زمینه انجام گردید نتایج زیر حاصل شد شواهد تجربی در کوتاه‌مدت و بلندمدت نشان‌دهنده تأثیر منفی و قابل‌توجه منابع انرژی تجدیدپذیر، نوآوری‌های زیست‌محیطی و مالیات‌های زیست‌محیطی بر انتشار کربن و PM2.5 می‌باشد .درحالی‌که منابع انرژی تجدید ناپذیر باعث تخریب محیط‌زیست در اقتصادهای موردنظر می‌شود .درنهایت، پیامدهای مختلف سیاست مربوط به انتشار کربن و آلودگی مه مانند PM2.5 نیز برای کنترل اثرات مضر آن‌ها بر محیط طبیعی ارائه شده است.

1 Chien & et.al

- آرچیگه و همکاران[1] (۲۰۲۱) در پژوهشی تحت عنوان نقش انرژی‌های نوظهور در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای چنین می‌نویسند که تقاضای انرژی در جهان به دلیل عوامل زیادی مانند صنعتی شدن، رشد جمعیت به‌سرعت در حال افزایش است. منبع انرژی اولیه‌ای که این نیاز را برآورده می‌کند، منابع انرژی متعارف مانند نفت و زغال‌سنگ است. با سوزاندن بسیاری از سوخت‌های فسیلی، آلودگی زیست‌محیطی قابل‌توجهی به‌طور گسترده در جهان اتفاق می‌افتد و عواقب آن می‌تواند فاجعه‌بار باشد. یکی از تأثیرات آن تغییرات آب و هوایی است که جهان در حال حاضر به دلیل انتشار گازهای سبز (GHG) با آن مواجه است. استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر (RE) برای جایگزینی سوزاندن سوخت‌های فسیلی یک راه‌حل متداول برای این موضوع است. این مقاله بر روی انواع انرژی‌های تجدید پذیر، نقش انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای، میزان پتانسیل سریلانکا به‌عنوان یک کشور درحال‌توسعه برای کاهش انتشار گازهای گلخانه‌ای و مشکلاتی که هنگام اجرای RE در کشورهای درحال‌توسعه با آن مواجه است، تمرکز دارد.

- قوش و همکاران[2] (۲۰۲۰) در پژوهش خود با عنوان استفاده از بیوتکنولوژی زیست‌محیطی برای کاهش آلودگی‌های محیطی چنین می‌نویسند که آلودگی محیط‌زیست یکی از معضلات اساسی در عصر حاضر است. هر بار، ما با غذا، آب، هوا و همه‌چیزهای دیگر، مواد سمی مصرف می‌کنیم. برای تداوم حیات انسان بر روی زمین، نیاز فوری به حل این مشکل وجود دارد. استفاده از بیوتکنولوژی محیطی می‌تواند به حل مشکل کمک کند. ابزارهای بیوتکنولوژیکی به فرآیندهای علمی با شیمی موجودات زنده اشاره دارد. روش اصلی عمل این ابزارهای بیوتکنولوژیکی توسعه روش‌های جدید و جایگزین است. هدف اصلی استفاده از ابزارهای بیوتکنولوژیک در حفظ زیبایی طبیعی و زیبایی‌شناختی محیط است. زمینه‌های اصلی شامل استفاده از نشانگرهای زیستی، انرژی زیستی، زیست پالایی و تبدیل زیستی است. استفاده از ابزارهای بیوتکنولوژی می‌تواند به حفظ محیط‌زیست کمک

1 Arachchige & et.al
2 Ghosh & et.al

کند. این می‌تواند به تصفیه هوا، کاهش آلودگی آب، مدیریت زباله و غیره کمک کند. استفاده مناسب از این فناوری این پتانسیل را دارد که محیط‌زیست ما را از آلودگی پاک کند.

در زمینه مسئله پژوهش می‌توان چنین بیان شود که ازآنجایی‌که مسئله تخریب و خرابی اوضاع‌واحوال محیط‌زیست و گرم شدن کره زمین منجر به نگرانی‌هایی برای ادامه حیات، تولید محصول و وضعیت رشد اقتصادی شده است باید به دنبال راهکارهایی بود که کارخانجات و یا به‌طورکلی بنگاه‌های تولیدی بتوانند هر آنچه می‌خواهند تولید کنند و دارای رشد اقتصادی هم باشند درعین‌حال منجر به ایجاد آلودگی محیط‌زیست که ادامه حیات را برای تمامی موجودات سخت و ناممکن می‌کند نشوند. (احسان فر،۱۳۹۵).

لذا مقاله حاضر در تلاش است تا تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و انرژی‌های نوظهور را بر کاهش آلودگی محیط‌زیست در کشورهای عضو گروه D8 ازجمله ایران موردبررسی قرار دهد. از همین رو با توجه به مطالب یادشده در پژوهش حاضر به دنبال یافتن پاسخی برای این سؤال اصلی پژوهش بودیم که استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و انرژی‌های نوظهور چه تأثیری بر کاهش آلودگی محیط‌زیست در کشورهای عضو گروه D8 ازجمله ایران دارد؟

روش کار

در این پژوهش از داده‌های ترکیبی استفاده‌شده و برآورد مدل بر اساس داده‌های ترکیبی «داده‌های پانل» صورت گرفته است. در این روش یک سری واحدهای مقطعی مثل کشورها را طی یک دوره زمانی تخمین می‌زند. در اینجا کشورها همان مقاطع هستند و معمولاً آن را با N نشان می‌دهند. طول دوره زمانی را هم با T نشان می‌دهند.

بنابراین اگر N مقاطع را در T دوره زمانی موردنظر ضرب کنید تعداد کل مشاهدات (N*T) به دست می‌آید. به‌عبارت‌دیگر دو بعد زمان و مقطع در این روش موردمطالعه قرار می‌گیرد به همین دلیل به این داده‌ها، داده‌های ترکیبی یا تابلویی می‌گویند. این روش در سال‌های اخیر به دلایلی همچون: افزایش تعداد مشاهدات تعداد حد مطلوب، کاهش

احتمال هم خطی چندگانه بین متغیرهای توضیحی، افزایش درجه آزادی و کارایی بالاتر تخمین کننده‌ها، مورد استقبال قرار گرفته است (شعبانی و ارباب،۱۳۹۵).

جامعه آماری در این پژوهش کشورهای گروه D8 (شامل: ایران، اندونزی، بنگلادش، پاکستان ترکیه، مالزی، مصر و نیجریه) برای دوره زمانی ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ است. ازآنجایی‌که در پژوهش حاضر به بررسی ارتباط بین متغیرها در کل جامعه آماری با استفاده از آمار به‌دست‌آمده از مراکز آماری در این حوزه پرداخته می‌شود لذا نمونه‌گیری در پژوهش حاضر مصداقی ندارد. این مطالعه از داده‌های سالانه از ۲۰۱۵ تا ۲۰۲۱ است. برای هشت مرکز استفاده کرد. کشورهای مسلمان توسعه‌یافته: ایران، اندونزی، بنگلادش، پاکستان ترکیه، مالزی، مصر و نیجریه.

جدول زیر مروری بر متغیرهای مورداستفاده در این تحقیق ارائه می‌دهد. هر متغیر با توضیحات و منبع آن فهرست شده است. متغیر وابسته انتشار CO2 سرانه است و متغیرهای مستقل شامل ارتباطات و انرژی نوظهور شدن (که با نسبت افرادی که از اینترنت استفاده می‌کنند نشان داده می‌شود) است.

جدول (۱): شرح داده‌ها

متغیر	علامت اختصاری	واحد اندازه‌گیری	منبع
انتشار کربن	CO_2	انتشار CO2 (تن متریک سرانه)	داده‌های باز بانک جهانی
تولید ناخالص داخلی سرانه	Y	ثابت USD۲۰۱۰	داده‌های باز بانک جهانی
انرژی‌های نوظهور	EE	مصرف انرژی تجدیدپذیر (درصد کل نهایی مصرف انرژی)	داده‌های باز بانک جهانی
شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات	IDI	بر مبنای یازده معیار فاوا بنا شده است و در سه زیر شاخه دسترسی، مصرف و مهارت‌ها گروه‌بندی شده‌اند.	داده‌های باز بانک جهانی

$$CO_2\, i,t = \beta 0 + \beta 1 DG_i,t + \beta 2 Y_i,t + \beta 3 FD_i,t + \beta 4 RE_i,t + \varepsilon i_t \qquad (1)$$

جایی که $i = 1, ..., N$ نشان‌دهنده واحدهای مقطع (کشور) است $t = 1, ..., T$ ...دوره زمانی است $\beta_0, ..., \beta_4$ ...پارامترهای ضرایبی را نشان می‌دهد که تأثیر متغیرهای مستقل بر متغیر وابسته در مدل را کمی می‌کند؛ و $\varepsilon_{i,t}$ عبارت خطای کشور i را در زمان t نشان می‌دهد. (جوویک و همکاران، ۲۰۲۳).

شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات: شاخص (IDI) یک شاخص ترکیبی شامل سه زیر شاخه اصلی: دسترسی، استفاده و مهارت است. درواقع ترکیبی از شاخص فناوری اطلاعات و ارتباطات (دسترسی و استفاده) و سرمایه انسانی (مهارت) می‌باشد، که دارای ۱۱ زیر شاخه فرعی است. (شعبانی و ارباب،۱۳۹۵) روش محاسبه IDI به این صورت می‌باشد:

جدول (۲): محاسبه شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات

زیر شاخص‌ها		فرمول	
دسترسی			
a_1	اشتراک تلفن ثابت برای هر ۱۰۰ نفر از ساکنان	$a_1\boldsymbol{z} = ۶۰/_۱$	$z_1y = \%_۱ \times ۲۰$
a_2	اشتراک تلفن همراه به ازای هر ۱۰۰ نفر	$a_2\boldsymbol{z} = ۱۲۰/_۲$	$z_2y = \%_۲ \times ۲۰$
a_3	پهنای باند اینترنت بین‌المللی برای هر کاربر اینترنت	$a_3\boldsymbol{z} = ۹۰.۵/_۳$	$\boldsymbol{z}_3y = \%_۳ \times ۲۰$
a_4	درصد خانوارهای دارای رایانه	$a_4\boldsymbol{z} = ۱۰۰/_۴$	$\boldsymbol{z}_4y = \%_۴ \times ۲۰$
a_5	درصد خانوارهایی که دسترسی به اینترنت دارند	$a_5\boldsymbol{z} = ۱۰۰/_۵$	$\boldsymbol{z}_5y = \%_۵ \times ۲۰$
$y_1L + y_2 + y_3 + y_4 + y_5$			
استفاده			
b_1	تعداد کاربران اینترنت به ازای هر ۱۰۰نفر	$b_6\boldsymbol{z} = ۱۰۰/_۱$	$\boldsymbol{z}_6y = \%_۶ \times ۳۳$
b_2	تعداد مشتریان اینترنت پهن باند ثابت به ازای هر ۱۰۰ نفر	$b_7\boldsymbol{z} = ۶۰/_۲$	$\boldsymbol{z}_7y = \%_۷ \times ۳۳$
b_3	تعداد مشتریان اینترنت پهن باند بی‌سیم به ازای هر ۱۰۰ نفر	$b_8\boldsymbol{z} = ۱۰۰/_۳$	$\boldsymbol{z}_8y = \%_۸ \times ۳۳$
		$y_6M + y_7 + y_8$	
مهارت (سرمایه انسانی)			
c_1	نرخ باسوادی بزرگ‌سالان	$c_9\boldsymbol{z} = ۱۰۰/_۱$	$\boldsymbol{z}_9y = \%_۹ \times ۳۳$

زیر شاخص‌ها		فرمول	
دسترسی			
۲C	نرخ ثبت‌نام در دوره ابتدایی تا دبیرستان	۱۰۰/۲ = $c_{1.}z$	۳۳ × %۱۰ = $z_{1.}$y
۳C	نرخ ثبت‌نام در دوره‌های دانشگاهی	۱۰۰/۱۱ = $c_{11}z$	۳۳ × %۱۱ = z_{11}y
۱۱ + y۱۰ + y۹N = y			
(۱۰) * ۲۰) + (N * %۴۰) + (M * %۴۰IDI) = (L * %)			

منبع: اتحادیه بین‌المللی مخابرات

در مرحله اولیه، تجزیه‌وتحلیل شامل آزمون‌های وابستگی مقطع و انجام همگنی شیب بود. سپس از آزمون ریشه واحد و هم انباشتگی در بخش دوم تحلیل استفاده شد. آزمون‌های ریشه واحد برای ارزیابی ویژگی‌های ایستایی متغیرها انجام شد، درحالی‌که آزمون‌های هم انباشتگی باهدف بررسی رابطه تعادل بلندمدت بین متغیرها انجام شد. درنهایت، تجزیه‌وتحلیل شامل تخمین اثرات بلندمدت و آزمون‌های علیت بود.

برای ارزیابی وابستگی مقطعی (CSD)، چندین آزمون در تجزیه‌وتحلیل استفاده شد. این آزمون‌ها شامل تست Breusch-Pagan LM: توسعه‌یافته توسط Breusch و Pagan، این آزمون وجود ناهمسانی و وابستگی مقطعی را در داده‌ها بررسی می‌کند. آزمون LM مقیاس شده پسران ($CDLM$): توسعه‌یافته توسط پسران [۲۰۰۴]، این آزمون برای تشخیص وابستگی مقطعی با ارزیابی باقیمانده‌های مدل رگرسیون استفاده می‌شود.

آزمون پسران CD: همچنین توسط پسران [۲۰۰۷] توسعه‌یافته است، این آزمون وابستگی مقطعی را با تجزیه‌وتحلیل ضرایب همبستگی زوجی بین باقیمانده‌های مدل رگرسیون بررسی می‌کند.

و آزمون LM مقیاس شده با تعصب (LMadj): توسعه‌یافته توسط Pesaran، Ullah و Yamagata [2008]، این آزمون نسخه بهبودیافته آزمون LM مقیاس شده Pesaran است که سوگیری‌های بالقوه را در حضور وابستگی مقطعی به‌حساب می‌آورد. (جوویک و همکاران،۲۰۲۳).

معادلات زیر فرمول‌های ریاضی چهار تستی که قبلاً ذکر شد را نشان می‌دهد.

$$LM = T\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\hat{\rho}_{ij}^{\,2} \tag{۵}$$

$$CD_{LM} = \sqrt{\frac{1}{N(N-1)}}\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\left(T\hat{\rho}_{ij}^{\,2}-1\right) \tag{۶}$$

$$CD = \sqrt{\frac{2T}{N(N-1)}}\left(\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\hat{\rho}_{ij}\right) \tag{۷}$$

(۸)

$$LM_{adj} = \left(\frac{2}{N(N-1)}\right)^{1/2}\sum_{i=1}^{N-1}\sum_{j=i+1}^{N}\hat{\rho}_{ij}^{2}\frac{(T-K-1)\hat{\rho}_{ij}-\hat{\mu}_{Tij}}{v_{Tij}} \sim N(0,1)$$

برای آزمایش همگنی شیب، این مطالعه از آزمون‌های Δ توسعه‌یافته توسط Pesaran ، Ullahو Yamagata [2008] استفاده کرد. علاوه بر این، اگر نشانه‌هایی از همبستگی سریال و ناهمگونی در خطاهای رگرسیون وجود داشت، از آزمون‌های Δ توسعه‌یافته توسط بلومکوئیست و وسترلوند [2013] استفاده شد. معادلات مربوط به این آزمون‌ها به شرح زیر است:

$$\Delta_{HAC} = \sqrt{N}\left(\frac{N^{-1}S_{HAC}-k}{\sqrt{2k}}\right) \tag{۹}$$

$$S_{HAC} = \sum_{i=1}^{N} T\left(\hat{\beta}_i-\tilde{\beta}\right)'\left(\hat{O}_{iT}V_{iT}^{-1}\hat{O}_{iT}\right)\left(\hat{\beta}_i-\tilde{\beta}\right) \tag{۱۰}$$

$$\hat{\beta} = \left(\sum_{i=1}^{N} T\hat{O}_{iT}V_{iT}^{-1}\hat{O}_{iT}\right)^{-1}\sum_{i=1}^{N}\hat{O}_{iT}\hat{V}_{iT}^{-1}X_i'M_Ty_i \tag{۱۱}$$

$$\hat{V}_{iT} = \hat{\Gamma}_i(0) + \sum_{j=1}^{T-1}K\left(\frac{j}{M_{iT}}\right)\left[\hat{\Gamma}_i(j)+\hat{\Gamma}_i(j)'\right] \tag{۱۲}$$

در این مطالعه، آزمون‌های ریشه واحد پانل IPS تقویت‌شده مقطعی (CIPS) و ADF تقویت‌شده مقطعی (CADF) توسعه‌یافته توسط پسران [2004] مورداستفاده قرار گرفت. این تست‌ها برای ارزیابی وجود ریشه‌های واحد در داده‌های تابلویی استفاده می‌شوند. معادلات مربوط به این آزمون‌ها به شرح زیر است:

$$\Delta y_{it} = \alpha i + \beta i y_i, t-1 + u_{it} \quad (۱۳)$$

$$u_{it} = \gamma^f{}_t + \varepsilon it \quad (۱۴)$$

در صورت عدم وجود خودهمبستگی، رگرسیون CADF با رابطه زیر نشان داده می‌شود؛ اما در صورت وجود خودهمبستگی از رابطه زیر استفاده می‌شود که شامل اضافه کردن تفاوت‌های مرتبه اول yit و yit است.

$$\Delta^y{}_{it} = \alpha i + \rho i y_i, t-1 + d_0{}^y{}_{t-1} + d_1 \Delta^y{}_t + \varepsilon it \quad (۱۵)$$

$$\Delta y_{i,t} = \alpha_i + \rho_i y_{i,t-1} + c_i \overline{y}_{t-1} + \sum_{j=0}^{p} d_{i,j} \Delta \overline{y}_{t-j} + \sum_{j=0}^{p} \beta_{i,j} \Delta y_{i,t-j} + \mu i,t \quad (۱۶)$$

برای محاسبه آماره CIPS همان‌طور که در رابطه زیر نشان داده شده است، آماره‌های t متغیرهای عقب‌افتاده میانگین می‌شوند.

$$CIPS = \frac{1}{N} \sum_{t=1}^{N} CADF_t \quad (۱۷)$$

در مورد وابستگی مقطعی(CSD) ، این مطالعه از آزمون هم انباشتگی بوت استرپ وسترلوند و ادگرتون [۲۰۱۳] پانل LM استفاده می‌کند که بر اساس ضریب آزمون لاگرانژ توسعه‌یافته توسط مک کاسکی و کائو [۱۹۹۵] است. آزمون از معادلات زیر مشتق شده است.

$$\gamma_{it} = \alpha_i + x'_{it}\, \beta_{it} + Z_{it} \quad (۱۸)$$

$$Zit = \mu it + Vit \; Vit = \sum J{=}1 \; \eta ij \quad (۱۹)$$

آمارLM که در آزمایش هم انباشتگی انجام‌شده توسط Westerlund و Edgerton

[2007]با استفاده از مقادیر بحرانی بوت استرپ تحت وابستگی مقطعی (CSD) استفاده می‌شود، در معادله زیر ارائه شده است.

$$LM_N^+ = \frac{1}{NT^2} \sum_{t=1}^{N} \sum_{t=1}^{t} \hat{\omega}_t^{-2} S_{tt}^2 \qquad (۲۰)$$

تخمین‌گر بوت استرپ نسل دوم AMG (گروه میانگین افزایش یافته) که توسط ابرهارد و باند [۲۰۰۹] و تیل و ابرهارد [۲۰۱۰] توسعه یافته است، در حضور وابستگی مقطعی (CDS) و ناهمگنی شیب در داده‌های تابلویی قابل‌استفاده است. روش بوت استرپ AMG یک فرآیند دو مرحله‌ای را دنبال می‌کند که مرحله اول با معادله زیر نشان داده می‌شود.

$$\Delta X_{tt} = \delta_t + \beta_t \Delta Y_{tt} + \gamma_t A_t + \sum_{t=2}^{\cdot} \delta_t \Delta D_t + \varepsilon_{tt} \qquad (۲۱)$$

$$\hat{\beta}_{AMG} = N^{-1} \sum_{t=1}^{N} \hat{\beta}_t \qquad (۲۲)$$

در مرحله دوم، معادله بالا یک متغیر ساختگی زمانی را شامل می‌شود که در رگرسیون برای هر واحد مقطعی گنجانده شده است. این آدمک‌های زمانی اثرات یا روندهای خاص زمان را در داده‌ها ثبت می‌کنند. تخمین‌های AMG (گروه میانگین افزایش یافته) با میانگین‌گیری تخمین‌های کشور به‌دست می‌آیند که به محاسبه ناهمگونی خاص کشور کمک می‌کند و در عین حال الگوهای کلی و پویایی داده‌های پانل را ثبت می‌کند.

این آزمون رابطه بین X و Y را آزمایش می‌کند. آزمون علیت بوت استرپ Dumitrescu و Hurlin [2012] که می‌تواند در پانل‌های ناهمگن در مورد N > T یا T > N و وابستگی مقطعی استفاده شود، به شرح زیر است:

$$y_{t,t} = \alpha_t + \sum_{k=1}^{K} \beta_{tk} y_{t,t-k} + \sum_{k=1}^{K} \gamma_{t,k} X_{t,t-k} + \varepsilon_{tt} \qquad (۲۳)$$

در معادله بالا، Xi، yiو t ، tمشاهدات متغیر ثابت در دوره t را برای هر i نشان می‌دهند. فرض بر این است که ضرایب بین هر i متفاوت است اما با زمان ثابت است، طول تأخیر برای هر i یکسان است و پانل متعادل است. در موجودیتCDS ، مقادیر بحرانی بوت استرپ استفاده می‌شود و می‌توان آن‌ها را به‌صورت زیر فرمول‌بندی کرد.

$$\overline{W} = \frac{1}{N}\sum_{i=1}^{N} W_i \qquad (۲۴)$$

$$\overline{Z} = \sqrt{\frac{N}{2K}}\left(\overline{W} - K\right) \qquad (۲۵)$$

روش تجزیه‌وتحلیل اطلاعات

در اقتصاد و تحلیل داده‌های کمی سه نوع داده به کار گرفته می‌شود:

۱– داده‌های سری زمانی[1]: این‌گونه داده‌ها مقادیر یک یا چند متغیر را طی یک دوره زمانی ارائه می‌کند.

۲–داده‌های مقطعی[2]: این نوع از داده‌ها، داده‌هایی هستند که در یک نقطه از زمان در مورد یک یا چند متغیر جمع‌آوری می‌شود.

۳- داده‌های ترکیبی (داده‌های پانل): در داده‌های ترکیبی، داده‌های مقطعی یکسان مانند چند صنعت یا چند شرکت طی یک دوره زمانی بررسی و سنجش می‌شود.

به‌طورکلی مدل داده‌های پانل یا ترکیبی به این صورت است: که در آن i و t به ترتیب نشانگر مقطع و زمان هستند، نمادهای دیگر نشانگر ه در آن Y متغیر وابسته و X متغیر مستقل است. **a** نیز عرض از مبدأ رگرسیون بوده و ε نیز جمله خطا (یا اخلال یا باقیمانده مدل) است. که فرض می‌شود ε دارای میانگین صفر و واریانس ثابت است. در این رابطه β_{kit} پارامترهای مدل می‌باشد که واکنش متغیر مستقل نسبت به تغییرات k امین متغیر مستقل در i امین مقطع و t امین زمان را اندازه‌گیری می‌کند (بالتاجی،[1] ۱۹۹۵).

---

1 Time series data
2 Cross section data

$$Y_{it} = \alpha_{it} + \sum_{k=1}^{k} \beta_{kit} X_{kit} + \varepsilon_{it} \quad (۳۷)$$

یافته‌ها

یافته‌های تجربی در رابطه با تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و انرژی‌های نوظهور در کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8 ارائه شده است. جدول ۲ آمار توصیفی و تحلیل همبستگی متغیرهای مورداستفاده در تحقیق را نشان می‌دهد.

جدول (۳): آمار خلاصه و ماتریس همبستگی

	CO2	EE	IDI	RE
Mean	6.591	43.344	11,008.990	0.326
Std. dev.	2.850	29.289	63,535.932	0.111
Min.	2.926	0.011	1,361.392	0.090
Max.	14.904	90.228	27,595.600	0.570
Obs.	275	275	275	275
CO2	1.000			
EE	0.0743	1.000		
IDI	0.2187	0.8531	1.000	
RE	0.2207	0.3821	0.4908	1.000

منبع: خروجی نرم‌افزار ایویوز

نتایج مطالعه بر ارتباط مثبت قابل‌تشخیص بین کیفیت محیطی و رشد اقتصادی، انرژی‌های نوظهور و انرژی‌های نوظهور تأکید می‌کند. خوشبختانه، داده‌ها یک همبستگی مثبت ضعیف بین انتشار دی‌اکسید کربن (CO2) و انرژی‌های نوظهور (EE)را نشان می‌دهد که با ضریب همبستگی ۰,۰۷۴۳ نشان داده شده است. این نشان می‌دهد که علیرغم افزایش هم‌زمان ملایم در هر دو پارامتر، رابطه آن‌ها نسبتاً ضعیف است و نشان می‌دهد که افزایش

انرژی‌های نوظهور به‌طور قابل‌توجهی به افزایش انتشار CO2 کمک نمی‌کند. به‌طور خوش‌بینانه، یک رابطه معکوس بین آلودگی زیست‌محیطی و انتشار CO2 مشاهده شد که امید به آینده‌ای سبزتر و پایدار را تقویت می‌کند که در آن افزایش استفاده از شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات ممکن است به‌طور بالقوه انتشار CO2 را محدود کند. قوی‌ترین رابطه در پارامترهای موردبررسی بین انرژی‌های نوظهور و رشد اقتصادی وجود دارد که دارای ضریب همبستگی مثبت قابل‌توجهی ۰٫۸۵۳۱ است. این رقم قابل‌توجه نشان می‌دهد که با افزایش انرژی‌های نوظهور، افزایش هم‌زمان رشد اقتصادی وجود دارد که نشان‌دهنده هم‌افزایی قوی بین پیشرفت فناوری دیجیتال و رونق اقتصادی است. این رابطه نشان می‌دهد که تقویت انرژی‌های نوظهور می‌تواند به‌طور بالقوه کاتالیزوری برای تحریک رشد اقتصادی باشد.

نتایج حاصل از آزمون‌های وابستگی مقطعی، همان‌طور که در جدول زیر نشان داده شده است، شواهد قوی از وابستگی مقطعی در بین متغیرها ارائه می‌کند. هر چهار تست (BreushPagan LM، Pesaran scaled LM، Bias-corrected scaled LM and Pesaran CD)نتایج بسیار قابل‌توجهی را در سطح ۱٪ نشان می‌دهند. این یافته‌ها نشان می‌دهد که متغیرها به هم مرتبط هستند و تحت تأثیر عوامل مشترک یا وابستگی‌های فضایی قرار دارند. در نظر گرفتن وجود وابستگی مقطعی هنگام تحلیل یا مدل‌سازی این متغیرها برای اطمینان از نتایج دقیق و قوی ضروری است.

جدول زیر نتایج آزمون‌های ریشه واحد CADF (Cross-sectional Augmented Dickey–Fuller)و CIPS (Cross-sectional Im ، Pesaranو Shin را نشان می‌دهد. نتایج آزمون نشان می‌دهد که همه متغیرها ثابت نیستند، همان‌طور که آمار آزمون CADF بسیار معنی‌دار است. پس از گرفتن اولین تفاوت، همه متغیرها ثابت می‌شوند، همان‌طور که آمار آزمون‌های CADF و CIPS بسیار معنی‌دار برای اولین تفاوت نشان می‌دهد. این نتایج نشان می‌دهد که تفاوت متغیرها می‌تواند غیرثابت بودن را حذف کند و به ایجاد سری‌های زمانی ثابت کمک کند که برای تحلیل و مدل‌سازی بیشتر مهم هستند.

جدول (۴): نتایج آزمایش ریشه واحد CADF وCIPS

Variables	CADF (Constant)		CIPS (Constant)	
	Level	First Difference	Level	First Difference
CO_2	−0.433	−2.250	−3.341	−8.713
EE	−0.457	−2.491	−3.591 *	−9.153
IDI	−0.792	−3.957	−5.143 **	−12.632
RE	−0.650	−3.282	−4.522 *	−10.950

منبع: خروجی نرم‌افزار ایویوز

جدول زیر نتایج آزمون هم انباشتگی بوت استرپ وسترلوند-ادگرتون [2007] LM را ارائه می‌دهد. با توجه به وجود وابستگی مقطعی بین سری‌ها، در نظر گرفتن مقدار Bootstrap-pمهم است. این یافته‌ها نشان می‌دهد که متغیرها در بلندمدت یک حرکت مشترک را نشان می‌دهند که نشان‌دهنده وجود یک رابطه هم‌جمعی در بین آن‌ها است.

جدول (۵): نتایج آزمون هم انباشتگی بوت استرپ.Westerlund-Edgerton LM

	LM Statistic	Asymptotic *p*-Value	Bootstrap *p*-Value
LMN^T	7.893	0.000	0.805

منبع: خروجی نرم افزار ایویوز

جدول زیر تحلیلی از جهت هم انباشتگی و تخمین ضریب مدل را با استفاده از برآوردگر AMGارائه می‌دهد. تجزیه‌وتحلیل داده‌های پانل یک رابطه منفی معنی‌دار آماری را بین فناوری و ارتباطات، آلودگی زیست‌محیطی و انتشار کربن در سطح معنی‌داری ۰/۰۱ p نشان می‌دهد. این یافته روشن می‌کند که پیشرفت‌ها در دیجیتالی‌سازی و افزایش مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر متقابلاً تأثیر مثبتی بر کیفیت محیطی در کشورهای اروپای مرکزی ایجاد می‌کند. این به طور بالقوه می‌تواند نشان دهنده یک گذار امیدوارکننده به سمت یک الگوی پایدارتر باشد که در آن پیشرفت فناوری و بهره‌برداری از شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات به طور هم افزایی برای مهار انتشار کربن کار می‌کنند.

جدول (۶): نتایج تخمین بلند مدت (AMG پانل)

$CO_2,i,t = \beta 0 + \beta 1EEi,t + \beta 2IDIi,t + \beta 3REi,t + \beta 4REi,t + \vartheta i,t$			
Dependent Variable:		**AMG**	
CO_2	ضریب	خطای استاندارد	*p*
EE	−0.01152	0.00263	0.000
IDI	0.00002	0.00001	0.000
RE	0.08656	1.1034	0.872
Wald chi^2		33.54	
Prob. > chi^2		0.000	

منبع: خروجی نرم افزار ایویوز

علاوه بر این، این مطالعه یک رابطه مثبت بین رشد اقتصادی و انتشار کربن در منطقه D8 ایجاد می‌کند. به‌طور خاص، افزایش تولید ناخالص داخلی سرانه با انتشار کربن بیشتر سرانه مرتبط است.

به‌طورکلی، یافته‌های این مطالعه از این ایده حمایت می‌کند که انرژی‌های نوظهور و آلودگی زیست‌محیطی به‌طور مثبت به کیفیت محیطی کمک می‌کند، درحالی‌که رشد اقتصادی با افزایش انتشار کربن همراه است.

در زمینه کشورهای D8، انرژی‌های نوظهور نقش واسطه‌ای را در رابطه بین شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و کیفیت محیطی ایفا می‌کند، همان‌طور که توسط روابط آماری مشاهده‌شده نشان داده شده است. ازیک‌طرف، یک رابطه منفی و معنی‌دار بین شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و انتشار CO2 شناسایی شده است که نشان می‌دهد افزایش شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات با کاهش انتشار CO2 مرتبط است. هم‌زمان، انرژی‌های نوظهور به‌طور مثبت با کیفیت محیطی مرتبط است که به توانایی آن در افزایش کارایی منابع و تقویت نوآوری پایدار با امکان مدیریت دقیق منابع، بهینه‌سازی و پرورش محصولات، خدمات و مدل‌های تجاری سازگار با محیط‌زیست نسبت داده می‌شود؛ بنابراین، در این زمینه، دیجیتالی‌سازی به‌عنوان واسطه‌ای عمل می‌کند که نه‌تنها به‌طور مستقیم کیفیت زیست‌محیطی را بهبود می‌بخشد، بلکه به‌طور بالقوه تأثیر شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات بر نتایج زیست‌محیطی را با تسهیل استفاده

کارآمدتر و خلاقانه‌تر از انرژی‌های تجدیدپذیر افزایش می‌دهد، اگرچه مطالعه دقیق‌تری ضروری است. تا این نقش میانجی به‌طور کامل روشن شود.

روابط پیچیده بین شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات، انتشار کربن، رشد اقتصادی، انرژی‌های نوظهور و کاهش آلودگی زیست‌محیطی با نتایج آزمون علیت بوت استرپ پانلDumitrescu-Hurlin ، همان‌طور که در جدول زیر نشان داده شده است، تأیید می‌شود. مصرف و انتشار کربن، به این معنی است که تغییرات در یکی می‌تواند بر دیگری تأثیر بگذارد و بالعکس. علاوه بر این، یک علیت متقابل مشابه در میان رشد اقتصادی، شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات و انتشار کربن مشاهده می‌شود که یک ارتباط درهم‌تنیده و متقابل تأثیرگذار را در بین این متغیرها آشکار می‌کند و درنتیجه بر پیچیدگی روابط در زمینه‌های موردبررسی تأکید می‌کند. علیت دوسویه شناسایی‌شده حاکی از یک سناریوی ظریف و پیچیده برای سیاست‌گذاری اقتصادی است؛ بنابراین، توجه دقیق به چارچوب‌های خط‌مشی برای اطمینان از اینکه مداخلات در یک حوزه به‌طور ناخواسته منجر به پیامدهای منفی در حوزه دیگر نمی‌شود، بسیار مهم است. علاوه بر این، تأثیر متقابل بین رشد اقتصادی، انرژی‌های نوظهور و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در رابطه با انتشار کربن نشان می‌دهد که سیاست‌ها در این زمینه‌ها باید با رویکردی جامع و یکپارچه تدوین شوند.

جدول (۷): نتایج آزمون علیت بوت استرپ پانلDumitrescu–Hurlin.

	W-Stat.	Zbar-Stat.	Bootstrapped *p*-Value
EE 6= CO_2	13.6167	13.616	0.000
CO_2 6= EE	10.020	3.894	0.000
IDI 6= CO_2	21.6217	14.9566	0.000
CO_2 6= IDI	12.3867	7.7472	0.000
RE 6= CO_2	12.8442	6.5528	0.000
CO_2 6= RE	4.1112	7.2963	0.000
RE 6= CO_2	11.524	9.631	0.000
CO_2 6= RE	6.272	4.989	0.000

منبع: خروجی نرم افزار ایویوز

در مرحله اول لازم است جهت اینکه مشخص شود مدل تجمیعی (Pooled) یا پانل، آزمون اف لیمر را اجرا می‌کنیم.

آزمون اف لیمر:

آزمون اف لیمر در واقع همسانی عرض از مبداء در مدل را بررسی می‌کند، خروجی نرم افزار EViews، برای اجرا آزمون اف لیمر به این صورت می‌باشد:

جدول (۸): نتایج آزمون اف لیمر

	نوع آزمون	آماره	سطح احتمال	نتیجه
ارتباط بین استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8	آزمون اف لیمر	۳۰۳۵,۲۳۹	۰۰۰۰,۰	مدل پانل (دارای اثرات ثابت یا تصادفی) است
ارتباط بین استفاده از انرژی‌های نوظهور و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه ۸D	آزمون اف لیمر	۵۴۴۷,۱۵۵	۰۰۰۰,۰	مدل پانل (دارای اثرات ثابت یا تصادفی) است

منبع: نتایج تحقیق

آزمون هاسمن:

در مرحله دوم، مدل پانل را می‌توان به دو طبقه تقسیم کرد. اگر عرض از مبدأهای متفاوت مدل پانلی با متغیرهای توضیحی مدل رگرسیون، همبستگی معنی‌داری داشته باشند به‌عبارت‌دیگر به‌صورت تصادفی تعیین نشوند، الگو دارای اثرات ثابت می‌باشد؛ اما اگر عرض از مبدأهای متفاوت باشد الگو پانل و با متغیر توضیحی مدل، همبستگی معنی‌داری ندارد به‌عبارت‌دیگر به‌صورت تصادفی تعیین می‌شود، در این حالت الگو از نوع اثرات تصادفی می‌باشد. هر دو الگوی اثرات ثابت و تصادفی در طبقه برآورد پانل (panel) قرار دارد.

بر اساس نتایج آزمون اف لیمر، روش داده‌های پانل مورد تأیید قرار گرفت، حال برای تعیین این موضوع که روش اثرات ثابت یا روش اثرات تصادفی برای برآورد

مناسب‌تر است از آزمون هاسمن استفاده می‌کنیم. خروجی نرم‌افزار اجرای آزمون هاسمن به ای صورت می‌باشد:

جدول (۹): نتایج آزمون هاسمن

	نوع آزمون	آماره	سطح احتمال	نتیجه
ارتباط بین استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8	آزمون هاسمن	۱۳,۶۹۸۷	۰,۰۱۷۶	مدل دارای اثرات ثابت است (اثرات تصادفی ندارد)
ارتباط بین استفاده از انرژی‌های نوظهور و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه ۸D	آزمون هاسمن	۵۸,۷۵۷۷	۰,۰۰۰۰	مدل دارای اثرات ثابت است (اثرات تصادفی ندارد)

منبع: خروجی نرم‌افزار ایویوز

آزمون‌های لازم برای بررسی برقراری فروض کلاسیک جهت بررسی مشکلاتی همچون ناهمسانی واریانس و همبستگی اجزای اخلال در مدل به‌منظور افزایش اطمینان نسبت به نتایج حاصل از برآوردها است.

جدول (۱۰): نتایج آزمون ناهمسانی واریانس و خودهمبستگی

	نوع آزمون	آماره	سطح احتمال	نتیجه
ارتباط بین استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8	Heteroskedasticity LR Test	۴۶۱۸,۱۵۳	۰۰۰۰,۰	وجود ناهمسانی واریانس
	Breusch-Pagan LM	۳۰۴۷,۸۸	۰۰۰۰,۰	وجود خودهمبستگی در اجزاء اخلال
ارتباط بین استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8	Heteroskedasticity LR Test	۸۴۱۹,۷۳	۰۰۰۰,۰	وجود ناهمسانی واریانس
	Breusch-Pagan LM	۴۱۸۹,۷۵	۰۰۱۹,۰	عدم وجود خودهمبستگی

منبع: خروجی نرم‌افزار ایویوز

باتوجه به آماره نرخ درست نمایی و احتمال آن‌که کمتر از ۰,۰۵ می‌باشد مدل دارای ناهمسانی واریانس می‌باشد. آزمون بروش-پاگان با احتمال آن‌که کمتر از ۰,۰۵ می‌باشد نشان‌دهنده وجود خود هم بستگی در اجزای اخلال است.

تحلیل مدل رگرسیون:

مقدار آماره اف ۴۰۲۵و مقدار احتمال برای مدل کلی ۰۰۰،۰ می‌باشد، از آنجا که مقدار احتمال این آماره کمتر از ۰,۰۵ است، بیانگر معنی‌دار بودن مدل در حالت کلی است.

ضریب تعیین، معروف‌ترین آماره نیکویی برازش است. مقدار این آماره بین صفر و یک می‌باشد. چنانچه مدل داده‌ها را به‌خوبی برازش کند ضریب تعیین نزدیک به یک می‌باشد؛ اما اگر R2 (ضریب تعیین) نزدیک به صفر باشد، مدل برازش خوبی از داده‌ها ارائه نداده است. ازآنجایی‌که مقدار ضریب تعیین برابر ۰,۹۹ می‌باشد، مدل برازش قابل قبولی از داده‌ها ارائه داده است. خود همبستگی بین باقیمانده‌های مدل را آماره دوربین واتسون نشان می‌دهد، که محدوده مجاز این آماره بین ۵،۱ تا ۵،۲ می‌باشد.

همان‌طور که مشخص است، نتایج برآورد مدل نشان می‌دهد تولید ناخالص داخلی سرانه با شاخص انرژی‌های نوظهور (ضریب جینی) رابطه مثبت داشته و این مسئله بیان‌کننده این مطلب است که با افزایش آلودگی‌های زیست‌محیطی، انرژی‌های نوظهور نابرابرتر می‌شود همچنین مربع تولید ناخالص داخلی با شاخص انرژی‌های نوظهور رابطه منفی دارد، که فرضیه کوزنتس مبنی بر شکل U وارون رابطه بین رشد اقتصادی و انرژی‌های نوظهور در این کشورها مورد تائید قرار می‌گیرد. نتایج همچنین نشان می‌دهد که ضریب برآوردی متغیر شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات منفی بوده و برابر با ۳،۱- است و احتمال مربوط به این ضریب برابر ۰/۰۰۰ به‌دست‌آمده است. این موارد بیانگر این مطلب می‌باشد که ضریب متغیر شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات ازنظر آماری منفی و معنی‌دار است. به‌عبارت‌دیگر افزایش یک واحد شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث ۳،۱ واحد کاهش شده بنابراین به‌طورکلی می‌توان گفت، افزایش شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات منجر به بهبود انرژی‌های نوظهور می‌شود.

ضریب برآوردی شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات منفی بوده که احتمال مربوط به این ضریب ۰,۰۰۰ به‌دست‌آمده که کمتر از ۰/۵۰ است. ازاین‌رو می‌توان گفت که این ضریب ازنظر آماری معنادار است. به‌عبارت‌دیگر هر یک واحد افزایش شاخص توسعه فناوری اطلاعات و ارتباطات باعث ۲۷،۰ واحد کاهش خواهد شد و انرژی‌های نوظهور را در کل بهتر می‌کند.

همچنین: یکی از مهم‌ترین دلایل این است که بخش بسیار زیادی از فعالیت‌های اقتصادی، اجتماعی، فرهنگی، اداری و دیگر فعالیت‌های مرتبط با فاوا از شکل فیزیکی خود به شکل‌هایی همچون تجارت الکترونیکی، دولت الکترونیک، آموزش الکترونیکی، بهداشت الکترونیکی و سایر موارد مشابه انتقال پیدا کرده‌اند .همچنین می‌توان به مثال‌هایی از موارد بالا اشاره کرد .در بخش فعالیت‌های اداری همانند ثبت استاد و املاک، درخواست پاسپورت و امثال آن را می‌توان در محیط الکترونیکی انجام داد .در فعالیت‌های بانکی می‌توان در پرداخت قبوض، برداشت و انتقال پول و در بخش فعالیت‌های تجاری می‌توان به خریدوفروش کالا، موسیقی، فیلم، بسته‌های آموزشی و امثال آن اشاره کرد.

همچنین در بخش فعالیت علمی و آموزشی می‌توان به انجام تحقیقات، یافتن مقالات، دسترسی به منابع و یا برگزاری دوره‌های دانشگاهی، کارآموزی اشاره کرد .علاوه بر این در بخش‌های سیاسی، مسافرتی، کاریابی، کسب اطلاعات، فعالیت‌های تفریحی و بسیاری از موارد دیگر می‌توان از فاوا بهره برد .تمامی موارد ذکرشده تصدیقی از کاربردهای فاوا در بخش‌های مختلف اقتصادی، اجتماعی، سیاسی و غیره است .به‌وضوح می‌توان بدین نکته پی برد که یکی از نتایج این فعالیت به کاهش مصرف انواع انرژی، حمل‌ونقل و به‌تبع آن کاهش آلودگی و همچنین بهبود ضررهای واردشده به محیط‌زیست است.

نتیجه‌گیری

این مطالعه باهدف بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات و تأثیر استفاده از انرژی‌های جدید بر آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای ۸D طی دوره ۲۰۰۵-۲۰۲۰ با استفاده از روش ریشه واحد انجام شده است. نتایج به‌دست‌آمده از تخمین مدل را می‌توان به‌صورت زیر تحلیل کرد.

نتایج پژوهش حاضر نشان داد که اگرچه استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و توسعه این فناوری در ابتدا ممکن است منجر به افزایش انتشار دی‌اکسید کربن و آلودگی محیط‌زیست شود، اما با توسعه بیشتر این فناوری، کاهش دی‌اکسید کربن انتشار درنهایت رخ خواهد داد. افزایش زیرساخت‌های فناوری اطلاعات و ارتباطات درنهایت منجر به رشد و توسعه اقتصادی و کاهش آلودگی‌های زیست‌محیطی می‌شود. علاوه بر این، نتایج نشان می‌دهد که اگرچه استفاده از منابع انرژی متعارف مانند سوخت های فسیلی باعث افزایش آلودگی زیست‌محیطی می‌شود، اما استفاده از منابع جدید انرژی درنهایت و پس از توسعه منجر به کاهش تولید دی‌اکسید کربن و کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای ΔD می‌شود. ازجمله ایران. در بین کشورهای منطقه به دلیل زیرساخت‌های پایین‌تر، ایران ازنظر سرانه استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات در رتبه متوسط و ازنظر تولید دی‌اکسید کربن در رتبه‌های برتر قرار دارد؛ بنابراین لازم است امکانات و زیرساخت‌های لازم برای توسعه سریع فناوری اطلاعات و ارتباطات و همچنین استفاده از انرژی‌های نو و تجدیدپذیر فراهم شود تا تولید سرانه گازهای گلخانه‌ای کاهش یابد.

محدودیت‌های پژوهش

- در دسترس نبودن داده‌های لازم برای کشور نیجریه موجب شد تا جامعه آماری پژوهش برای الگوی انتشار دی‌اکسید کربن محدود شود.

- به دلیل اجرایی نشدن استفاده از فناوری‌های اطلاعات و ارتباطات و انرژی‌های نوظهور به‌صورت مطلوب در حوزه محیط‌زیست در بیشتر کشورهای موردمطالعه در این پژوهش و در دسترس نبودن اطلاعات کافی جهت تعیین استفاده از این سیاست‌ها، مقدار مربوط به حاصل از این سیاست‌ها برآوردی می‌باشد.

منابع

۱. احسان فر، محمدحسین. (۱۳۹۵). تبیین اثر رشد اقتصادی و یکپارچه‌سازی بازار انرژی بر مصرف انرژی ایران: رویکرد گشتاورهای تعمیم‌یافته. *فصلنامه علمی پژوهشی پژوهش‌های رشد و توسعه اقتصادی*، سال هفتم، ۲۵، صص ۹۲-۸۱.

۲. حسینی علی‌آباد، محمدرضا؛ شیخ لاری، ولی اله؛ رشیدپور، محمدامین. (۱۳۹۹). بررسی تأثیر استفاده از انرژی‌های تجدیدپذیر در کاهش آلودگی محیط‌زیست، *نشریه شباک*، دوره ۶, شماره ۱ (پیاپی ۵۲)؛ از صفحه ۱۱۵ تا صفحه ۱۳۱.

۳. مهرآرا، محسن، ابریشمی، حمید و سبحانیان، سیدمحمدهادی. (۱۳۹۰). اثرات غیرخطی رشد اقتصادی بر رشد مصرف انرژی در کشورهای عضو اوپک و کشورهای بریک با استفاده از روش حد آستانه، *فصلنامه پژوهش‌های اقتصادی ایران*، سال شانزدهم، شماره ۴۹، صص ۲۰۴-۱۷۷.

۴. مهرنوش، علی. (۱۳۹۳). تأثیر مصرف انرژی‌های تجدیدپذیر و تجدیدناپذیر بر رشد اقتصادی کشورهای منتخب سازمان همکاری‌های اقتصادی و توسعه. پایان‌نامه کارشناسی‌ارشد. دانشگاه آزاد، ۱۳۹۳. قاسمی، عبدالرسول؛ محمد خانپور اردبیل، رقیه (۱۳۹۳)، بررسی تأثیر فناوری اطلاعات و ارتباطات بر شدت مصرف انرژی در بخش حمل‌ونقل، *پژوهشنامه اقتصاد و انرژی ایران*، شماره ۷۵.

۵. هراتی، جواد. (۱۳۹۱). تعیین مالیات زیست‌محیطی بهینه در الگوی رشد تعمیم‌یافته باوجود انتقال تکنولوژی پاک و کیفیت محیط‌زیست: نمونه‌ی اقتصاد ایران، *فصلنامه تحقیقات مدل‌سازی اقتصادی*، شماره ۷، صص ۱۲۶-۹۷.

۶. الهی، شعبان و همکاران. (۱۳۹۴). مسیر اشاعه فناوری‌های انرژی‌های تجدیدپذیر: رویکرد نظری سازی بنیادی، *مدیریت نوآوری*، شماره ۲، صص ۵۶-۳۳.

References

7. Tamazian, A. and Rao, B. B. (2010). Do Economic, Financial and Developments Matter for Envirinmental Degradation? Evidence from Transitional Economies, *Energy Ecomomics*, 32, 137-145.
8. Zheng, D. and SH. Minjun (2017). Multiple environmental policies and pollution haven hypothesis: Evidence from China's polluting industries, *Journal of Cleaner Production*, 141, 295-304.

9. Ohlan, Ramphul (2016). Renewable and Non-Renewable Energy Consumption and Economic Growth in India, *Energy Sources*, 11, 1050-1054.
10. Ghosh, Satarupa & Bera, Madhabendu. (2020). Use of Environmental Biotechnology to Reduce Environmental Pollutions. *American Journal of Applied Bio-Technology Research*. 1. 1-6. 10.15864/ajabtr.125.

استناد به این مقاله: شیرافکن لمسو، مهدی.، سیرتی، زهره. (۱۴۰۳). بررسی تأثیر استفاده از فناوری اطلاعات و ارتباطات و انرژی‌های نوظهور در کاهش آلودگی زیست‌محیطی در کشورهای عضو گروه D8، *فصلنامه خدمات دریایی و بندری، ۱ (۴)*، ۶۱-۹۰.

Marine and Port Servicesch Journalis licensed under a Creative Commons Attribution-Noncommercial 4.0 International License.